



DEAL Martinique

Prévention des risques

Réalisation de prestations nécessaires à l'élaboration de cartes de surfaces inondables sur les Territoires à risques Importants d'inondations (TRI)

Rapport d'accompagnement

Version 1



Décembre 2013

Informations qualité

Titre du projet	Réalisation de prestations nécessaires à l'élaboration de cartes de surfaces inondables sur les Territoires à risques Importants d'inondations (TRI)
Titre du document	Rapport d'accompagnement
Date	Décembre 2013
Auteur(s)	A. GRAU – L. ROUDIL
N° Affaire	RIV 32174T

Contrôle qualité

Version	Date	Rédigé par	Visé par :
V1	15/11/2013	A. GRAU – L. ROUDIL	J. GUITTON

Destinataires

Envoyé à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :
Gilles HAMAIDE	DEAL Martinique	13/12/13

Copie à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :

Table des matières

Chapitre 1 Contexte d'élaboration des cartes de surfaces inondables du TRI	11
1.1 La Directive Inondation.....	11
1.2 Les phases préalables à la cartographie des zones inondables du TRI des communes de Fort de France et du Lamentin	12
1.2.1 L'Evaluation Préliminaire du Risque d'Inondation (EPRI).....	12
1.2.2 Sélection des Territoires à Risque important Inondation (EPRI)	13
1.3 Les phases consécutives à la cartographie des zones inondables du TRI des communes de Fort de France et du Lamentin.....	14
1.3.1 Le plan de Gestion du Risque Inondation (PGRI).....	14
1.3.2 La Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondation (SLGRI).....	16
Chapitre 2 Contenu et objectif de la cartographie des zones inondables du TRI	18
2.1 Contenu du dossier complet	18
2.2 Objet du rapport d'accompagnement	19
2.3 Choix des aléas retenus pour l'élaboration des cartes de surfaces inondables du TRI.....	19
2.4 Objectifs de la cartographie des zones inondables du TRI.....	20
Chapitre 3 Présentation générale du TRI	21
3.1 Caractéristiques générales du TRI.....	21
3.1.1 Zone d'étude	21
3.1.2 Démographie.....	22
3.1.3 Economie	22
3.1.4 Nature et patrimoine.....	23
3.1.5 Hydrographie.....	26
3.2 Rappels du diagnostic issu de l'EPRI	27
3.2.1 Enveloppes approchées des inondations potentielles (EAIPs).....	28
3.2.2 Impacts potentiels des inondations	28
3.3 Historique des inondations du TRI	30
Chapitre 4 Caractérisation de l'aléa débordement de cours d'eau.....	34
4.1 Rappels des éléments de la Directive Inondation	34
4.2 Démarche générale d'étude de l'aléa	35

4.3 Données existantes.....	35
4.4 Méthodologie employée pour l'évaluation des cartes existantes	35
4.5 Choix des évènements étudiés	36
4.5.1 Périodes de retour des scénarii	36
4.5.2 Prise en compte des ouvrages de protection.....	37
4.5.3 Prise en compte du changement climatique	37
4.5.4 Caractéristiques des scénarii retenus	39
4.6 Analyse hydrologique	39
4.6.1 Caractéristiques principales des bassins versants	39
4.6.2 Estimation du débit décennal et centennal	40
4.6.2.1 Données disponibles.....	40
4.6.2.2 Données non disponibles.....	41
4.6.3 Estimation du débit millénal.....	42
4.7 Analyse hydraulique	44
4.7.1 Données disponibles.....	44
4.7.1.1 Méthodologie d'évaluation	44
4.7.1.2 Types de modèles existants sur le TRI.....	44
4.7.2 Données non disponibles	46
4.8 Cartographie	46
4.8.1 Méthodologie.....	46
4.8.2 Cartographie des paramètres relatifs à l'aléa	47
4.8.2.1 Hauteurs	48
4.8.2.2 Vitesses	48
4.9 Limites et incertitudes	48
Chapitre 5 Détails des investigations – aléa débordement de cours d'eau	50
5.1 Rivière Madame	50
5.1.1 Principales caractéristiques du bassin versant	50
5.1.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles.....	52
5.1.3 Méthodes mobilisées pour le TRI.....	53
5.1.3.1 Estimation des débits.....	53
5.1.3.2 Calculs hydrauliques.....	54
5.1.3.3 Incertitudes et limites	55
5.2 Rivière Bouillé	55
5.2.1 Principales caractéristiques du bassin versant	55
5.2.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles.....	57
5.2.3 Méthodes mobilisées pour le TRI.....	58
5.2.3.1 Estimation des débits.....	58
5.2.3.2 Modèle hydraulique	58
5.3 Rivière Monsieur	60
5.3.1 Principales caractéristiques du bassin versant	60
5.3.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles.....	60
5.3.3 Méthodes mobilisées pour le TRI.....	60
5.3.3.1 Estimation des débits.....	60
5.3.3.2 Calculs hydrauliques.....	61
5.3.3.3 Cartographie des zones inondables	62

5.4 Rivière La Jambette.....	62
5.4.1 Synthèse des études antérieures et données disponibles.....	62
5.4.2 Méthodes mobilisées pour le TRI.....	62
5.4.2.1 Estimation des débits.....	62
5.4.2.2 Calculs hydrauliques.....	63
5.4.2.3 Cartographie des zones inondables	64
5.5 Rivière Gondeau	64
5.5.1 Principales caractéristiques du bassin versant	64
5.5.1.1 Caractéristiques physiques du bassin versant.....	64
5.5.1.2 Historique des inondations.....	65
5.5.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles.....	66
5.5.3 Méthodes mobilisées pour le TRI.....	66
5.5.3.1 Estimation des débits.....	66
5.5.3.2 Calculs hydrauliques.....	67
5.6 Rivière Longvilliers	67
5.6.1 Principales caractéristiques du bassin versant	67
5.6.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles.....	68
5.6.3 Méthodes mobilisées pour le TRI.....	68
5.6.3.1 Estimation des débits.....	68
5.6.3.2 Modélisation hydraulique	69
5.7 Canal Mamin	69
5.7.1 Principales caractéristiques du bassin versant	69
5.7.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles.....	71
5.7.3 Méthodes mobilisées pour le TRI.....	72
5.7.3.1 Estimation des débits.....	72
5.7.3.2 Modélisation hydraulique	73
5.8 La Rivière Lézarde.....	75
5.8.1 Principales caractéristiques du bassin versant	75
5.8.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles.....	78
5.8.3 Méthodes mobilisées pour le TRI.....	78
5.8.3.1 Estimation des débits.....	78
5.8.3.2 Modélisation hydraulique	79
Chapitre 6 Caractérisation de l'aléa submersion marine.....	83
6.1 Rappels des éléments de la Directive Inondation	83
6.2 Démarche générale d'étude de l'aléa	84
6.3 Données existantes.....	84
6.3.1 Etudes anciennes.....	84
6.3.2 Etudes récentes	85
6.3.2.1 Etude CETMEF.....	85
6.3.2.2 PPRN 2012.....	87
6.4 Choix des évènements étudiés	88
6.4.1 Calcul du niveau marin de référence	88
6.4.1.1 Niveau de marée	88
6.4.1.2 Surcotes météorologiques	89
6.4.1.3 Surcote liée à la houle	93
6.4.1.4 Niveaux marins de référence retenus	94
6.4.1.5 Incertitudes et limites	95

6.4.2	Prise en compte des ouvrages de protection.....	95
6.4.3	Prise en compte du changement climatique.....	96
6.4.3.1	Bibliographie.....	96
6.4.3.2	Hypothèses retenues.....	99
6.4.3.3	Incertitudes et limites.....	99
6.4.4	Caractéristiques des scénarii retenus.....	100
6.5	Cartographie.....	100
6.5.1	Méthodologie.....	100
6.5.2	Cartographie des paramètres relatifs à l'aléa.....	101
6.5.2.1	Hauteurs.....	101
6.5.2.2	Vitesses.....	101
6.5.3	Incertitudes et limites.....	101
Chapitre 7	Les enjeux du TRI.....	103
7.1	Rappel des éléments de la Directive Inondation.....	103
7.2	Démarche générale d'étude des enjeux.....	103
7.3	Population.....	104
7.3.1	Population permanente.....	104
7.3.1.1	Données utilisées.....	104
7.3.1.2	Estimation de la population en zone inondable.....	104
7.3.1.3	Représentation des résultats.....	106
7.3.1.4	Limites et incertitudes.....	106
7.3.2	Population saisonnière.....	107
7.4	Bâtiments.....	108
7.4.1	Données utilisées.....	108
7.4.2	Représentation.....	108
7.4.3	Limites et incertitudes.....	108
7.5	Activités économiques.....	109
7.5.1	Type d'activités économiques.....	109
7.5.1.1	Données utilisées.....	109
7.5.1.2	Représentation.....	109
7.5.2	Nombre d'emplois.....	109
7.5.2.1	Données utilisées.....	110
7.5.2.2	Estimation des emplois en zone inondable.....	110
7.5.2.3	Représentation.....	110
7.5.2.4	Limites et incertitudes.....	111
7.6	Installations polluantes.....	112
7.6.1	Installations classées « IPPC ».....	112
7.6.1.1	Données utilisées.....	112
7.6.1.2	Cas particuliers : les IPPC classées SEVESO.....	113
7.6.1.3	Représentation.....	114
7.6.1.4	Limites et incertitudes.....	114
7.6.2	STEU.....	114
7.6.2.1	Données utilisées.....	114
7.6.2.2	Représentation.....	114
7.6.2.3	Limites et incertitudes.....	115
7.7	Zones protégées.....	115
7.8	Etablissements sensibles à la gestion de crise.....	115

7.8.1	Données utilisées	116
7.8.2	Représentation	116

Acronymes et abréviations

BCEOM	Bureau Central d'études pour les Équipements d'Outre-Mer
BDERU	Base de Données Eaux Résiduaires Urbaines
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CE	Communauté Européenne
CETE	Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement
CETMEF	Centre d'Etudes Techniques Maritimes Et Fluviales
COVADIS	COmmission de VALidation des Données pour l'Information Spatialisée
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DDE	Direction Départementale de l'Équipement
DEAL	Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DI	Directive Inondation
DIREN	Direction Régionale de l'ENVironnement
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EAIP	Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles
EH	Equivalent Habitant
EPRI	Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation
GIEC	Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IGN	Institut Géographique National
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
IRSTEA	Institut National de Recherche en Sciences et Technologies
LENE	Loi d'Engagement National pour l'Environnement
LIDAR	Light Detection And Ranging : télédétection par laser
LITTO3D	Modèle numérique de terrain produit par l'IGN et le SHOM
MEDDAT	Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, de l'Aménagement et du Territoire
MEDDE	Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
MNT	Modèle Numérique de Terrain
NATURA 2000	Sites naturels protégés
ONERC	Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

PAPI	Programmes d'Actions de Prévention contre les Inondations
PHE	Plus Hautes Eaux
PSR	Plan Submersions Rapides
PGRI	Plan de Gestion des Risques d'Inondation
PPRI/PPRL/PPRN	Plan de Prévention des Risques Inondations / Littoraux / Naturels
Q10	Débit décennal
Q100	Débit centennal
Q1000	Débit millénaire
RGE	Référentiel à Grande Echelle
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SLGRI	Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondations
SEVESO	Directive 96/82/CE du nom de la catastrophe industrielle homonyme
SHOM	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
SIRENE	Système Informatique pour le Répertoire des ENTreprises et de leurs Établissements
SNGRI	Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondations
SPC	Services Prévention des Crues
STEU	Stations de Traitement des Eaux Usées
TRI	Territoire à Risques Importants d'inondation
UE	Union Européenne

Chapitre 1 Contexte d'élaboration des cartes de surfaces inondables du TRI

1.1 La Directive Inondation

La Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondations dite « Directive Inondation », a pour principal objectif d'établir un cadre pour l'évaluation et la gestion globale des risques d'inondations, qui vise à réduire les conséquences négatives pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique associées aux différents types d'inondations dans la Communauté. Elle préconise de travailler à l'échelle des grands bassins hydrographiques appelés "districts hydrographiques", ce qui pour la Martinique, correspond à la totalité du territoire insulaire.

La Directive Inondation a été transposée en droit français par les 2 textes suivants :

- L'article 221 de la Loi d'Engagement National pour l'Environnement dite « LENE » du 12 juillet 2010.
- 2. Le décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.

Cette transposition française prévoit une mise en œuvre à trois niveaux : 1-National / 2-District hydrographique (ici la Martinique) / 3-Territoire à Risques Importants d'inondation (TRI)

Au niveau national, le Ministre en charge de l'Ecologie définit une Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondations (SNGRI) qui doit qualifier les critères de caractérisation de l'importance du risque d'inondation sur les base des évaluations préliminaires élaborées dans chaque district hydrographiques français.

Au niveau de chaque district hydrographique, le Préfet Coordonnateur de Bassin :

- élabore une Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation (EPRI) sur le district pour le 22 décembre 2011,
- sélectionne des Territoires à Risques Importants d'inondation (TRI) sur la base de l'EPRI et des critères nationaux définis dans le cadre de la SNGRI,
- élabore des cartes des surfaces inondables et des risques d'inondation pour le 22 décembre 2013,
- définit la liste des stratégies locales à élaborer pour les Territoires à Risques Importants d'inondation (TRI) au plus tard deux ans après avoir sélectionné les TRI,
- élabore un Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) sur le district pour le 22 décembre 2015. Il présente les objectifs de gestion fixés et les moyens d'y parvenir.

L'ensemble de ces étapes est révisée tous les 6 ans suivant un calendrier commun à celui de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

Les cartes de surfaces inondables du TRI présentées dans le présent document ne constituent qu'une étape de la mise en œuvre de la directive inondation.

1.2 Les phases préalables à la cartographie des zones inondables du TRI des communes de Fort de France et du Lamentin

1.2.1 L'Évaluation Préliminaire du Risque d'Inondation (EPRI)

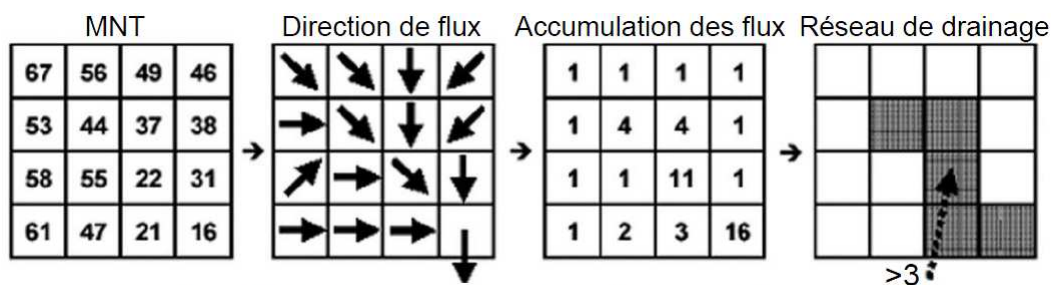
L'évaluation préliminaire du risque d'inondation est un état des lieux de la sensibilité des territoires au risque d'inondation réalisé à partir d'informations aisément mobilisables.

L'EPRI constitue la première étape de l'évaluation de la vulnérabilité d'un territoire face aux risques d'inondation.

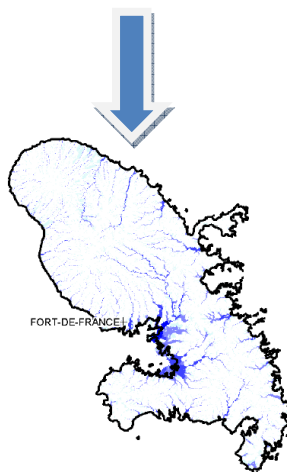
Une évaluation de l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles (EAIP) est réalisée par une méthode simplifiée développée par le CETE Méditerranée et ses partenaires¹ intitulée Exzeco. Cette méthode est basée sur des algorithmes de calcul de réseau hydrographique.

La démarche est présentée sur la figure suivante :

Figure 1 : Principes de la méthode Exzeco



« EXTRACTION DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE A PARTIR DU MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN » - Che



¹ Approche Exzeco – Cartino, CETE Méditerranée – CETMEF – IRSTEA, 2012

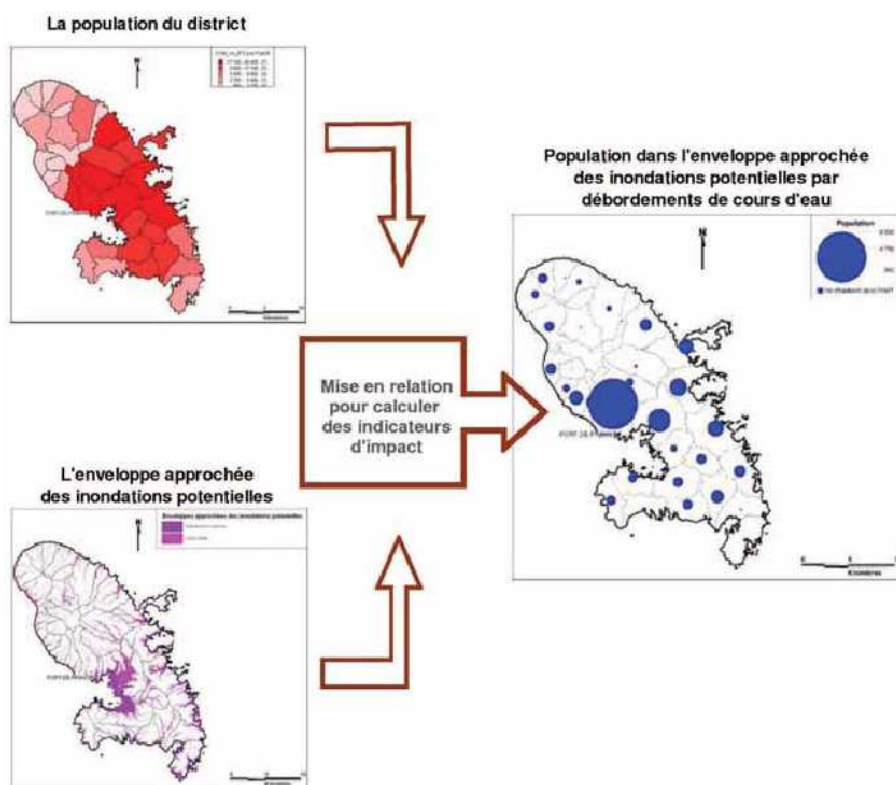
A partir des données issues d'Exzeco, un travail d'assemblage a été réalisé avec notamment les données suivantes :

- Atlas de Zones Inondables (AZI)
- Aléa des PPRI...

Ces données ont permis de déterminer les EAIP sur l'ensemble du territoire national.

Les EAIP ainsi déterminées ont été croisées avec différents enjeux (population, habitat de plain-pied, établissements de santé, constructions, infrastructures de transport, installations polluantes et zones d'intérêt écologique, bâti remarquable...).

Figure 2 : Exemple de croisement entre les enjeux et l'EAIP



Cette méthode a permis de déterminer l'ensemble des enjeux affectés par les aléas inondation par débordement de cours d'eau et submersion marine.

L'EPRI 2011 de la Martinique a été validé par arrêté préfectoral n°2012-072-0001 du 12 mars 2012.

1.2.2 Sélection des Territoires à Risque important Inondation (EPRI)

A partir du diagnostic réalisé lors de l'EPRI, la définition des Territoires à Risque important d'Inondation (TRI) pour la Martinique a conduit à retenir un unique TRI (communes de Fort de France et du Lamentin) pour le bassin Martinique. Les principaux résultats de l'EPRI ayant conduit à la sélection du TRI sont présentés dans le §**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Le TRI portant sur les communes de Fort de France et du Lamentin a été arrêté par le Préfet de la Martinique le 2 janvier 2013.

1.3 Les phases consécutives à la cartographie des zones inondables du TRI des communes de Fort de France et du Lamentin

Dans le cadre de la Directive Inondation, deux étapes feront suite à l'élaboration des cartes de surface inondables faisant l'objet du présent document. Les données présentées dans ce chapitre sont issues des premiers éléments de cadrage fournis par le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie².

1.3.1 Le plan de Gestion du Risque Inondation (PGRI)

Les principaux objectifs du PGRI seront les suivants :

- promouvoir les grands choix de gestion des risques d'inondation à l'échelle du district
- prioriser la gestion des risques sur les TRI à travers des objectifs de résultats partagés avec les parties intéressées
- expliciter et décliner le cadre national et les doctrines territoriales qui sous-tendent l'action

Le PGRI doit donner une **vision stratégique** des actions à conjuguer pour réduire les conséquences négatives des inondations sur un territoire donné, en orchestrant à l'échelle de chaque grand bassin les différentes composantes de la gestion des risques d'inondations.

Le PGRI, dont l'élaboration est coordonnée par la DREAL de bassin (*en Martinique, la DEAL*), doit donc viser à formaliser la politique de gestion des inondations à l'échelle du district, et en particulier pour les TRI. Il doit ainsi :

1. Fixer le cap : donner une vision stratégique des priorités pour le district, parmi lesquelles le traitement des TRI

- Formuler des **objectifs de gestion des inondations à l'échelle du district**, intégrant d'une part les objectifs et défis définis au niveau national dans la SNGRI et tenant compte du contexte local d'autre part :
 - quels sont les axes d'action prioritaires sur le district compte tenu de la typologie des risques (submersion marine, crues rapides, lentes), des enjeux et de la dynamique locale ? (« questions importantes » du district)
 - quelle ambition du PGRI sur le district, c'est-à-dire quel niveau d'atteinte de ces objectifs à l'échéance du plan en 2021 ?

² Plans de Gestion des Risques d'Inondation à l'échelle du district : des TRI aux stratégies locales – premiers éléments de cadrage, MEDDE, août 2013

Ces objectifs doivent être lisibles et stratégiques (de l'ordre d'une dizaine d'objectifs maximum pour un district). Ce sont les grandes orientations spécifiques des risques inondations présents sur le bassin. Ils sont du niveau des orientations fondamentales du SDAGE et des défis de la SNGRI.

- **Fixer des objectifs particuliers aux TRI.** Ces objectifs sont ciblés pour répondre à la situation du TRI. Ils peuvent être plus précis si nécessaire. Ils ne reprennent pas obligatoirement tous les objectifs du district et ne répondent pas nécessairement à tous les défis de la SNGRI. Ces objectifs peuvent être dépendants des antécédents d'intervention sur les TRI (gestion locales bien engagées ou à l'inverse absence de prise en charge du risque).

2. Identifier les dispositions nécessaires à l'atteinte des objectifs

Ces dispositions peuvent relever :

- de l'opérationnel (expertises, animation, actions...), avec des priorités d'actions. En ce sens, le PGRI pourra s'appuyer très largement sur l'ensemble des schémas établis à l'échelle du district, des régions et des départements par les services déconcentrés de l'État, et notamment les Schémas Directeurs de Prévision des Crues les Schémas Départementaux de Prévention des Risques Naturels.
- de recommandations,
- de dispositions réglementaires. Ces dernières doivent être identifiées clairement pour faciliter leur prise en compte dans les démarches administratives.

Ces dispositions peuvent notamment permettre de formuler les doctrines applicables aux décisions administratives. En adéquation avec les doctrines nationales, le PGRI doit permettre de formuler, autant que possible, les doctrines des services de l'État pour la gestion des risques d'inondation dans le district, en vue d'asseoir et de préciser les dispositions nationales et d'harmoniser les pratiques : par exemple pour l'élaboration et la mise en œuvre des plans de prévention des risques d'inondation (PPRI) ou littoraux (PPRL), la territorialisation de dispositions du PSR, la validation des programmes d'actions pour la gestion des inondations au niveau bassin, et plus généralement les doctrines pour la prise en compte des risques dans l'aménagement, la réduction de la vulnérabilité et le développement de la résilience des territoires.

3. Apporter une vision d'ensemble de la politique de gestion des inondations sur le district.

En complément de la vision stratégique de la politique de gestion des inondations sur le district (priorités pour le district et pour les TRI), le PGRI est un ensemble qui doit permettre d'avoir une vision globale de la politique de gestion des risques d'inondation menée sur l'ensemble du district. Sans entrer dans le détail de l'ensemble des dispositifs existants (dispositions nationales, schémas sectoriels ou non aux différentes échelles SDPC, SDPRN,...), le PGRI rappelle que la mise en œuvre de la politique de gestion des inondations s'appuie sur une réglementation et des outils riches.

Le PGRI peut ainsi permettre d'asseoir, de préciser et d'adapter les dispositions nationales définies en particulier dans le Plan Submersions Rapides (PSR) ou dans le cadre du dispositif PAPI (cadre de la labellisation des projets au niveau du bassin,...).

1.3.2 La Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondation (SLGRI)

1. Des stratégies locales pour réduire les conséquences négatives des inondations sur les TRI

La réduction des conséquences dommageables des inondations sur les TRI est l'objet premier de la mise en œuvre de la directive inondation. La commission européenne s'attachera à examiner les objectifs qui auront été fixés, et les dispositions mises en œuvre au regard de ces objectifs. Les TRI correspondent aux concentrations d'enjeux exposés aux inondations, il est donc légitime de s'intéresser en priorité à la réduction des conséquences dommageables sur ces territoires.

La stratégie locale de gestion des risques d'inondation (SLGRI) est ainsi dédiée en premier lieu au TRI. Elle doit fixer les objectifs de réduction des conséquences dommageables sur le TRI, en déclinaison du cadre fixé par le PGRI et la SNGRI.

L'objectif des stratégies locales est de mettre l'accent sur la dimension stratégique bien avant la programmation d'actions :

- motiver les objectifs de gestion sur le diagnostic de vulnérabilité du TRI concerné et non sur la réduction de l'aléa (les aménagements de cours d'eau, endiguements... sont souvent nécessaires mais ne seront jamais suffisants),
- en adéquation avec la stratégie nationale, cibler les champs d'amélioration encore peu ou pas investis et les plus porteurs de progrès,
- prioriser la SLGRI sur ces champs d'amélioration pour concentrer les efforts sur ces choix.

Comme le SAGE, **la stratégie a vocation à être portée par une collectivité ou un groupement, jouant un rôle d'animation et de mobilisation des collectivités** et autres parties prenantes concernées.

2. Un périmètre déterminé par les objectifs à atteindre, qui peuvent intégrer des enjeux complémentaires à la gestion du risque sur le TRI

Dans la plupart des cas, la stratégie locale peut étendre son champ à un périmètre plus large que le TRI, bassin versant ou territoire hydrographique cohérent par exemple, notamment pour respecter le principe de synergie avec les autres politiques publiques, inscrit dans la stratégie nationale, et les liens étroits entre PGRI et SDAGE (DCE, gestion du trait de côte, enjeux environnementaux...). Les stratégies locales ont néanmoins intérêt à s'inscrire dans une approche complémentaire aux autres enjeux territoriaux au-delà des risques pour le TRI.

La SLGRI contient obligatoirement et a minima des objectifs et des dispositions visant la réduction des conséquences négatives des inondations sur le TRI. Elle peut également prévoir d'autres objectifs, mesures et programme d'actions concernant le bassin versant au-delà du TRI. Le choix du périmètre de la SLGRI est donc essentiel sur ce point et est déterminé par la cohérence des politiques de l'eau et du développement économique.

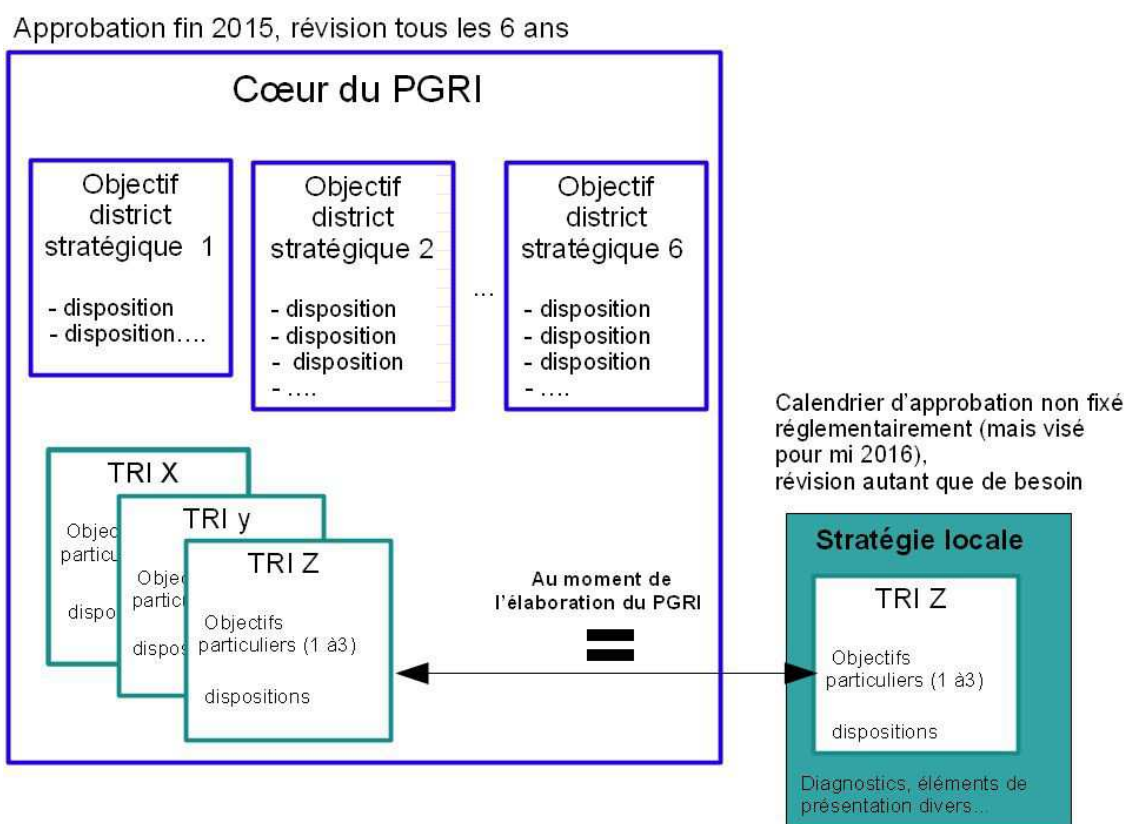
Du fait de cette étendue possible de la SLGRI, la solidarité amont/aval, la gestion globale de l'eau et la notion de bassin versant ne sont donc absolument pas remises en cause par elle, bien au contraire.

Il est même souhaitable que les démarches engagées de gestion globale de l'eau comme les SAGE et les contrats de milieux puissent être mobilisées pour l'élaboration et la mise en œuvre des SLGRI pour atteindre cet objectif de synergie des politiques publiques.

3. Une équivalence entre contenu de la SLGRI et du PGRI pour un TRI donné

Le PGRI comprendra à terme (dans les cycles suivants) l'ensemble des objectifs et dispositions des stratégies locales de façon synthétique. Il y a donc équivalence sur le fond entre les objectifs et dispositions présentés dans les stratégies locales et le contenu du PGRI relatif à un TRI.

Les temps d'élaboration du PGRI et des SLGRI ne suivent pas tout à fait le même calendrier mais bénéficient d'une démarche d'amélioration continue.



Les cartes de surfaces inondables faisant l'objet du présent rapport sont une étape préliminaire à l'élaboration de stratégies de gestion du risque inondation sur le TRI.

Chapitre 2 Contenu et objectif de la cartographie des zones inondables du TRI

2.1 Contenu du dossier complet

Le dossier de cartographie des zones inondables du TRI Fort de France / Le Lamentin s'appuie sur trois documents :

- Atlas cartographique,
- rapport d'accompagnement,
- document de synthèse à destination du grand public.

L'atlas cartographique est élaboré pour les deux aléas étudiés (débordement de cours d'eau et submersion marine, cf. §2.3) et les trois³ scénarii (fréquent, moyen et extrême). Pour chaque évènement, ont été réalisés :

- Une carte des surfaces inondables,
- une carte de synthèse (indiquant les limites des surfaces inondables pour l'ensemble des scénarii),
- une carte des risques (comportant les enjeux présents en zone inondable).

Les cartographies ont été réalisées à l'échelle du 1 / 5 000^{ème} qui est d'une précision supérieure à celle indiquée dans la Directive Inondation. L'atlas cartographique regroupe 48 cartes de surfaces inondables, 12 cartes de synthèse et 12 cartes de risques, soit 72 cartes au total.

Le rapport d'accompagnement faisant l'objet du présent document est un rapport technique présentant les données et méthodes mobilisées pour la cartographie des zones inondables du TRI. Son contenu est explicité dans le §2.2.

Par ailleurs, un des objectifs de la Directive Inondation est la communication auprès du grand public dans un objectif de développement de la culture du risque. Pour cela, les cartes seront largement diffusées et un **document de synthèse** sera joint aux cartographies. Ce document présentera la démarche et sera accessible à un public non initié. Un effort d'explication particulier sera fait sur les évènements de faible probabilité notamment.

Le rapport d'accompagnement faisant l'objet du présent rapport n'est qu'une partie du dossier global de cartographie des zones inondables du TRI. Pour une bonne compréhension, il est indispensable de consulter l'ensemble des documents.

³ Pour l'aléa submersion marine, 2 scénarii complémentaires ont été ajoutés à ceux prévus par la Directive Inondation afin de tenir compte du phénomène de réchauffement climatique.

2.2 Objet du rapport d'accompagnement

Avertissement : le présent rapport d'accompagnement est un rapport technique à destination d'un public averti (services techniques des communes concernées par le TRI, services de l'Etat...). Il n'est pas destiné au grand public. Pour la communication auprès du grand public, un document de synthèse spécifique a été élaboré.

Le présent rapport accompagnant les cartes et le SIG doit permettre d'assurer la traçabilité de la démarche et faciliter le rapportage (national et européen). C'est pourquoi, de manière générale, il explique et justifie les choix faits pour les données et les méthodes utilisées.

Le présent rapport comprend notamment :

- Le contexte de l'étude et la présentation des problématiques justifiant l'étude,
- la synthèse des informations disponibles et manquantes sur le TRI, dont un rappel des informations cartographiques existantes sur le secteur du TRI,
- la description des données (topographiques, hydrauliques et hydrologiques),
- la description et la justification des hypothèses et méthodes utilisées pour la construction des 3 scénarios d'inondation. Il s'agit notamment des aspects hydrologiques, hydrauliques ou relatifs au comportement des ouvrages (à ce titre, il ne se substitue pas aux rapports d'étude proprement dits mais en reprend les éléments essentiels en faisant référence aux rapports complets),
- Les incertitudes et les limites d'utilisation des résultats obtenus,
- les sources des données utilisées pour les enjeux et le cas échéant, les méthodes de calcul,
- les commentaires et explications nécessaires à la compréhension approfondie des cartes et des données.

Les incertitudes des paramètres hydrauliques sont des caractéristiques de la méthode utilisée. Ces incertitudes ont été analysées, qu'elles se rapportent aux hauteurs d'eau, aux probabilités de dépassement ou aux périodes de retour calculées, ou à l'écart avec un événement de référence, ou à d'autres paramètres.

Dans le cas de la réutilisation de cartes existantes, le rapport présente les méthodes d'évaluation des données.

2.3 Choix des aléas retenus pour l'élaboration des cartes de surfaces inondables du TRI

Différents types d'inondations sont susceptibles d'affecter la Martinique, avec par ordre croissant de gravité :

- les inondations dites « pluviales »,
- le débordement des principaux cours d'eau,
- les crues torrentielles,
- les laves torrentielles et les ruptures d'embâcles.

Note : l'aléa inondation par remontée de nappe n'est pas répertorié en Martinique.

Par ailleurs, la submersion d'origine marine constitue également une source d'inondation des territoires côtiers.

Lors de phénomènes cycloniques notamment, la conjonction de plusieurs types d'inondation est fréquente.

Dans le cadre de la Directive Inondation seuls les aléas débordement de cours d'eau et submersion marine ont été retenus (cf. EPRI). Ces aléas sont à l'origine des principales inondations sur le bassin de la Martinique.

2.4 Objectifs de la cartographie des zones inondables du TRI

La cartographie du TRI de Fort de France / Le Lamentin apporte un **approfondissement de la connaissance sur les surfaces inondables et les risques** pour les débordements de certains cours d'eau et des submersions marines pour 3 types d'événements (fréquent, moyen, extrême). De fait, elle apporte un premier support d'évaluation des conséquences négatives du TRI pour ces 3 événements en vue de la définition d'une stratégie locale de gestion des risques.

Elle vise en outre à **enrichir le porter à connaissance de l'État dans le domaine des inondations et à contribuer à la sensibilisation du public**. Plus particulièrement, le scénario « extrême » apporte des éléments de connaissance ayant principalement vocation à être utilisés pour **préparer la gestion de crise**. A l'instar des atlas de zones inondables (AZI), les cartes contribueront à la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme et l'application du droit des sols par l'Etat et les collectivités territoriales, selon des modalités à adapter à la précision des cartes et au contexte local, et ceci surtout en l'absence de PPRi ou d'autres documents de référence à portée juridique.

Les cartes « directive inondation » n'ont pas vocation à se substituer aux cartes d'aléa des PPRi (lorsqu'elles existent sur les TRI) dont les fonctions et la signification ne sont pas les mêmes.

Toutefois, la réalisation des cartes peut aussi être l'occasion d'une révision, à terme, des PPRi les plus anciens, si cela apparaît justifié au regard des études hydrauliques réalisées pour la directive inondation.

Les cartes pourront en outre être mobilisées par les services de l'État pour la préparation et la gestion des crises d'inondation au niveau départemental (pour la mission de référent départemental « inondation » notamment, prévue par la circulaire du 28 avril 2011) et interdépartemental (Services de Prévision des Crues).

Les cartographies des zones inondables du TRI n'ont pas vocation à se substituer aux documents existants mais plutôt à enrichir la connaissance du risque inondation sur le territoire et à préparer la gestion de crise.

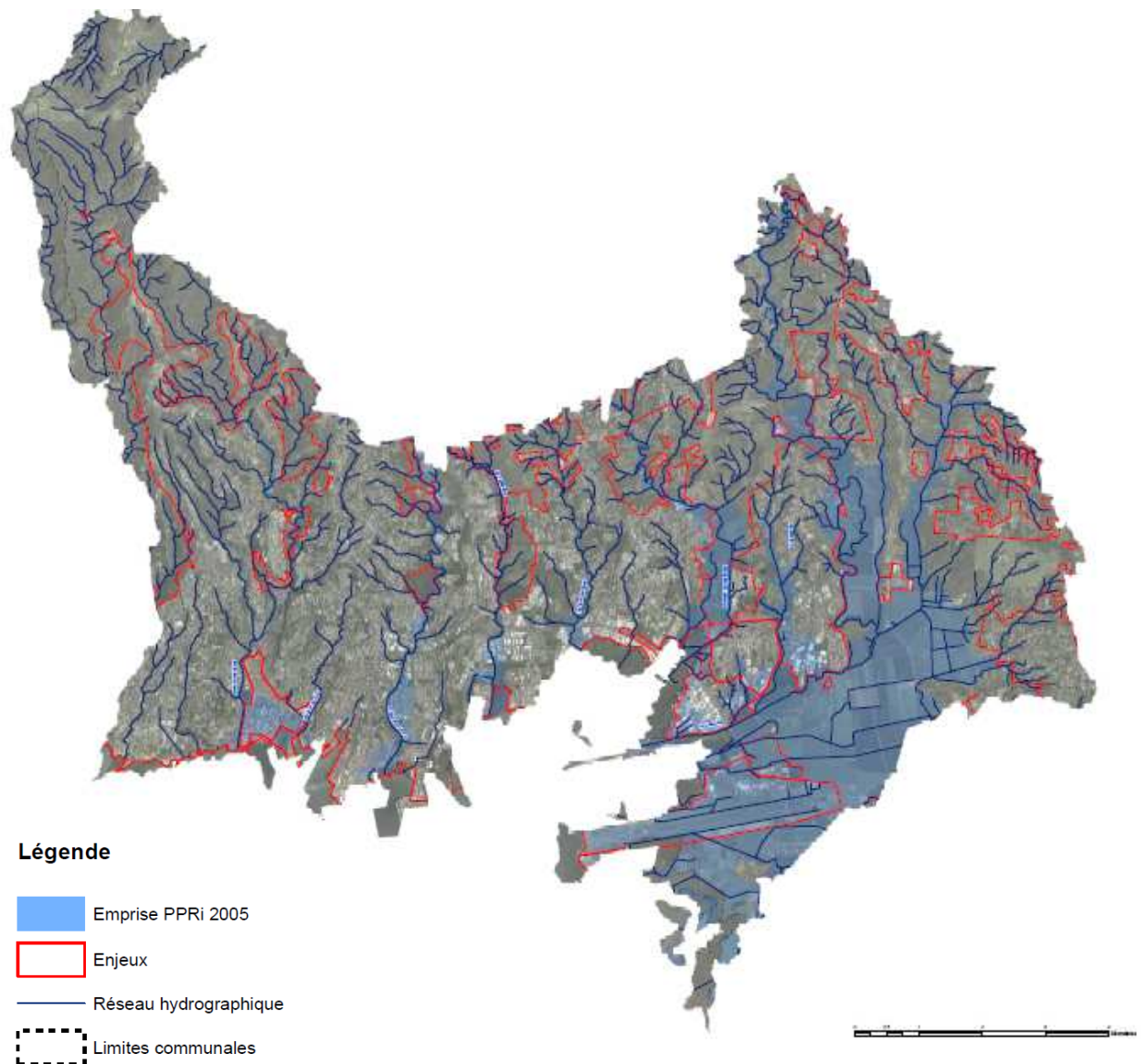
Chapitre 3 Présentation générale du TRI

3.1 Caractéristiques générales du TRI

3.1.1 Zone d'étude

Le périmètre du TRI comprend les communes de Fort de France et du Lamentin.

Figure 3 : Carte de présentation du TRI (source : EGIS EAU, 2013)



Fort de France, la « ville-capitale », occupe une superficie de 4421 ha et s'étend du pied des Pitons du Carbet jusqu'à la baie éponyme dont elle ferme le côté nord. Territoire naturel et préservé sur sa partie la plus haute, la commune est densément peuplée à proximité du littoral. Le territoire communal est traversé par de nombreuses ravines. Les cours d'eau principaux sont la Rivière Madame à l'ouest et la Rivière Monsieur à l'est.

Située au centre de la Martinique, au nord-est de la baie de Fort-de-France, la commune du Lamentin s'étend sur le territoire le plus vaste de l'île (6232 Ha) dont une grande partie se compose d'une large plaine alluviale, bordée de mangroves et traversée par deux rivières : la Lézarde et le Longvilliers (canal du Lamentin).

Le TRI s'étend sur une vaste superficie de près de 106,5 km². Le réseau hydrographique est dense et bordé par la baie de Fort de France.

3.1.2 Démographie

D'après le dernier recensement de la population effectué en 2009 par l'INSEE, la population de la Martinique atteint 396 404 habitants.

Le TRI est constitué des communes de Fort de France (88 440 habitants) et du Lamentin (39 162 habitants).

En moyenne, selon l'INSEE, en 2009, la densité de la population en Martinique est d'environ 356,4 hab/km². La Martinique se place ainsi au deuxième rang des régions françaises les plus denses, après l'Ile-de-France.

Fort de France est la commune la plus densément peuplée de Martinique avec 2 000,5 hab./km². Le Lamentin est la troisième commune la plus densément peuplée de Martinique (après Schœlcher) avec 628,4 hab./km².

Le TRI regroupe près d'un tiers de la population martiniquaise et deux des trois communes les plus densément peuplées de Martinique.

3.1.3 Economie

L'activité économique de l'île se concentre autour d'une zone Schœlcher – Fort-de-France – Lamentin réunissant également les principales infrastructures.

Selon l'INSEE, en 2009, la commune de Fort de France regroupait 45 619 emplois et celle du Lamentin 26 443. Ces chiffres sont à comparer au nombre total d'emplois en Martinique estimé par l'INSEE en 2009 à 134 468 emplois.

Le TRI regroupe les principales installations industrielles de l'île. Des infrastructures de transport stratégiques sont également présentes sur le TRI.

Parmi les principales infrastructures routières, on peut noter la présence de l'autoroute A1, de la RN1 et de nombreuses routes secondaires très fréquentées.

Figure 4 : Autoroute A1 à proximité de la rivière Lézarde – commune du Lamentin (source : CETE Méditerranée, EPRI 2011)



Le périmètre du TRI inclus également l'aéroport international Aimé Césaire au Lamentin et le Grand Port Maritime de La Martinique (GPMLM) de Fort de France.

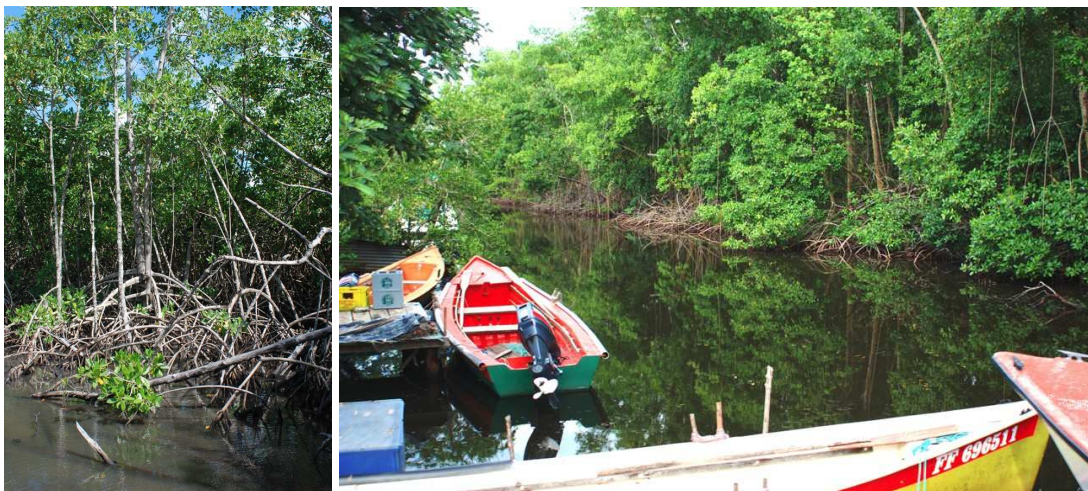
Les enjeux économiques sont nombreux sur le territoire du TRI. Au total celui-ci regroupe près de 54% des emplois martiniquais (source : INSEE, 2009) et les plus importantes infrastructures de l'île.

3.1.4 Nature et patrimoine

■ Zones naturelles

Même si le territoire du TRI n'est pas directement concerné par des zones protégées réglementaires (ZNIEFF, arrêté de biotopes...) les communes de Fort de France et du Lamentin regroupent toutefois d'importantes zones naturelles à préserver. Les deux communes sont en partie comprises sur le territoire du Parc Naturel Régional de la Martinique (PNRM). Par ailleurs, le littoral de la commune du Lamentin est bordé à 90% par une zone de mangrove.

Cette riche zone écologique est un lieu privilégié pour la croissance de nombreuses espèces de juvéniles de poissons et de crustacés.

Figure 5 : Vues de la mangrove du Lamentin (source : PNRM)

■ Patrimoine historique et culturel

Le TRI regroupe un important patrimoine historique et culturel.

Parmi les principaux monuments historiques inscrits de la ville de la Fort de France on peut noter :

- Le musée départemental,
- L'ancien hôtel de Ville / théâtre Aimé Césaire
- L'hôtel de Préfecture,
- Le palais de Justice...

Figure 6 : Illustrations de monuments inscrits – Ville de Fort de France (source : Ville de Fort de France)

Les monuments historiques inscrits de la ville du Lamentin sont au nombre de deux : l'église Saint-Laurent et les fontaines du centre bourg.

Figure 7 : Eglise Saint-Laurent du Lamentin (source : Eglise catholique)



Par ailleurs, la Ville de Fort de France possède également trois monuments classés.

Il s'agit de la bibliothèque Schœlcher, de la cathédrale Saint-Louis et du Fort Saint Louis.

Figure 8 : Monuments historiques classés – Ville de Fort de France (source : Ville de Fort de France)



Le patrimoine naturel (principalement la mangrove du Lamentin) et historique du TRI (principalement constitué des monuments historiques de Fort de France) est majeur à l'échelle de la Martinique.

3.1.5 Hydrographie

Les cours d'eau martiniquais, dans leur grande majorité, sont issus de bassins versants de taille modeste dépassant, pour la plupart, le km² mais atteignant rarement une superficie de plus de 15 km². Seuls quatre bassins versants dépassent largement 20 km² en Martinique.

La commune du Lamentin est traversée par la rivière Lézarde qui possède un bassin versant de plus de 134km². Elle compte de nombreux affluents : la Rivière Blanche, la Petite Rivière, la Rivière Petite Lézarde, la Rivière Caleçon,...

Figure 9 : Rivière Lézarde – pont RN1 (source : DEAL)



La commune de Fort de France est traversé par deux cours d'eau principaux de plus faible importance : la Rivière Madame et la Rivière Monsieur.

Il est à noter que le TRI est traversé par la Lézarde, le plus important cours d'eau du bassin hydrographique de la Martinique.

3.2 Rappels du diagnostic issu de l'EPRI

Avertissement : les principaux résultats issus de l'EPRI présentés dans ce chapitre sont donnés à titre indicatif afin de rappeler les critères ayant conduit au choix du TRI de Fort de France / Le Lamentin. Ces résultats ne peuvent être comparés à la cartographie des zones inondables et à l'analyse des enjeux en zone inondable faisant l'objet du présent rapport. Les données utilisées, les méthodologies employées et les échelles d'étude sont différentes et expliquent les différences de résultats entre l'EPRI et le présent rapport. Pour plus de détails concernant l'EPRI, se référer au document complet.

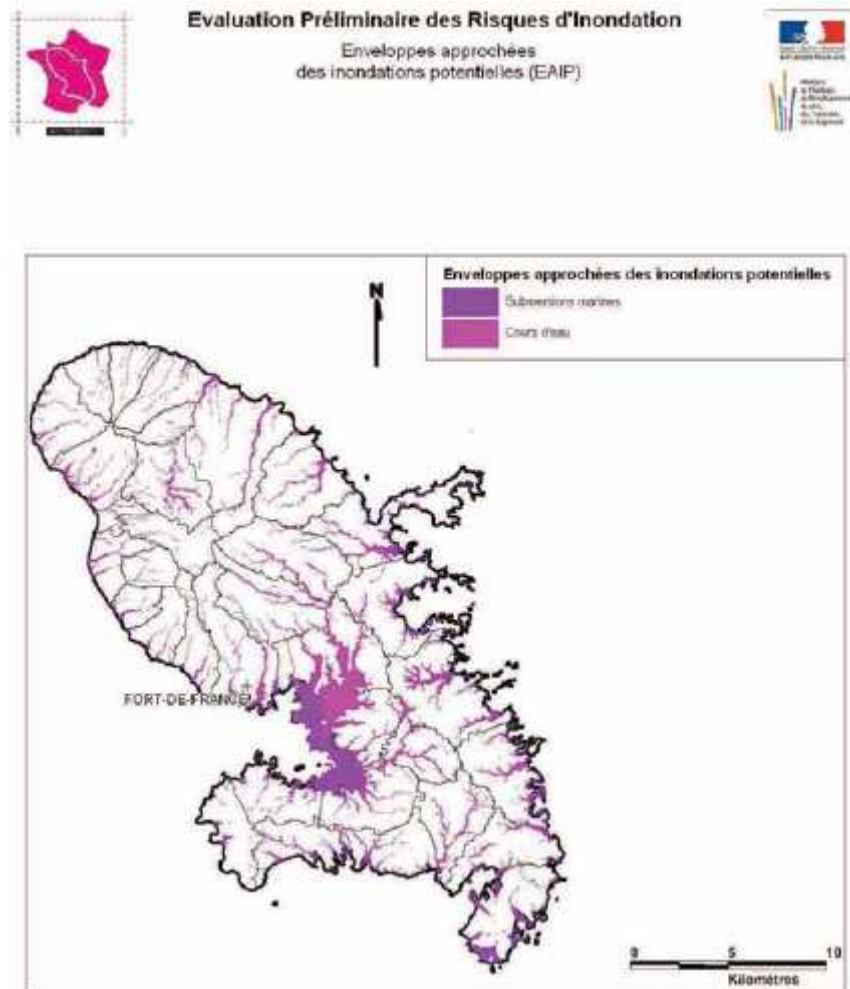
Le TRI rassemblant les communes de Fort de France et du Lamentin a été défini lors de l'EPRI comme le territoire prioritaire pour l'application de la Directive Inondation en Martinique. Le TRI a été sélectionné au regard des conséquences négatives susceptibles d'impacter son bassin de vie au regard de phénomènes prépondérants (débordements de cours d'eau et submersion marine).

La méthodologie employée au cours de l'EPRI est détaillée dans le §1.2.1.

3.2.1 Enveloppes approchées des inondations potentielles (EAIPs)

Les EAIPs déterminées dans le cadre de l'EPRI sont présentées sur la figure suivante (source : DEAL, 2012).

Figure 10 : EAIP de la Martinique – débordement de cours d'eau et submersion marine



A l'échelle du bassin de la Martinique, les principales étendues inondées par débordement de cours d'eau et submersion marine sont situées sur les communes de Fort de France et du Lamentin.

3.2.2 Impacts potentiels des inondations

Au cours de l'EPRI, à partir des EAIPs, les impacts potentiels des inondations ont été évalués dans le but de déterminer les Territoires à Risque Important d'inondation (TRI) du bassin de la Martinique.

Une synthèse des principaux résultats est présentée ci-après (source : DEAL, 2012).

Tableau 1 : Nombre d'habitants par commune compris dans l'EAIP

Commune	Dans l'EAIP ce	Dans l'EAIP sm	Total
Saint-Esprit	510	0	8806
Le Prêcheur	350	Moins de 50	1717
La Trinité	1200	1900	13677
Gros-Morne	100	0	10875
Macouba	Moins de 50	Moins de 50	1307
Le Lorrain	200	70	7781
Basse-Pointe	170	Moins de 50	3888
Saint-Joseph	360	0	17107
Le Diamant	110	170	5397
Bellefontaine	320	50	1469
Case-Pilote	1000	330	4408
Le Morne-Rouge	Moins de 50	0	5198
Rivière-Pilote	970	70	13629
Sainte-Luce	540	410	8910
Saint-Pierre	500	250	4581
Fonds-Saint-Denis	Moins de 50	0	889
Le Vaudin	780	600	8689
Rivière-Salée	550	300	13144
Les Trois-Ilets	420	760	6843
Le Marin	60	110	8588
Sainte-Anne	100	470	5206
Le Carbet	700	480	3673
Le Morne-Vert	Moins de 50	0	1872
Le Marigot	Moins de 50	0	3696
Grand'Rivière	530	130	831
Ducos	280	160	15977
Les Anses-d'Ariet	530	400	3749
L'Ajoupa-Bouillon	Moins de 50	0	1627
Le Robert	1500	1700	23856
Schoelcher	1300	420	21419
Sainte-Marie	750	290	19528
Fort-de-France	9500	4000	90347
Le François	1400	580	19201
Le Lamentin	2400	500	39847

D'après l'EPRI, les communes de Fort de France et du Lamentin présentent potentiellement le plus grand nombre d'habitants touchés par les inondations.

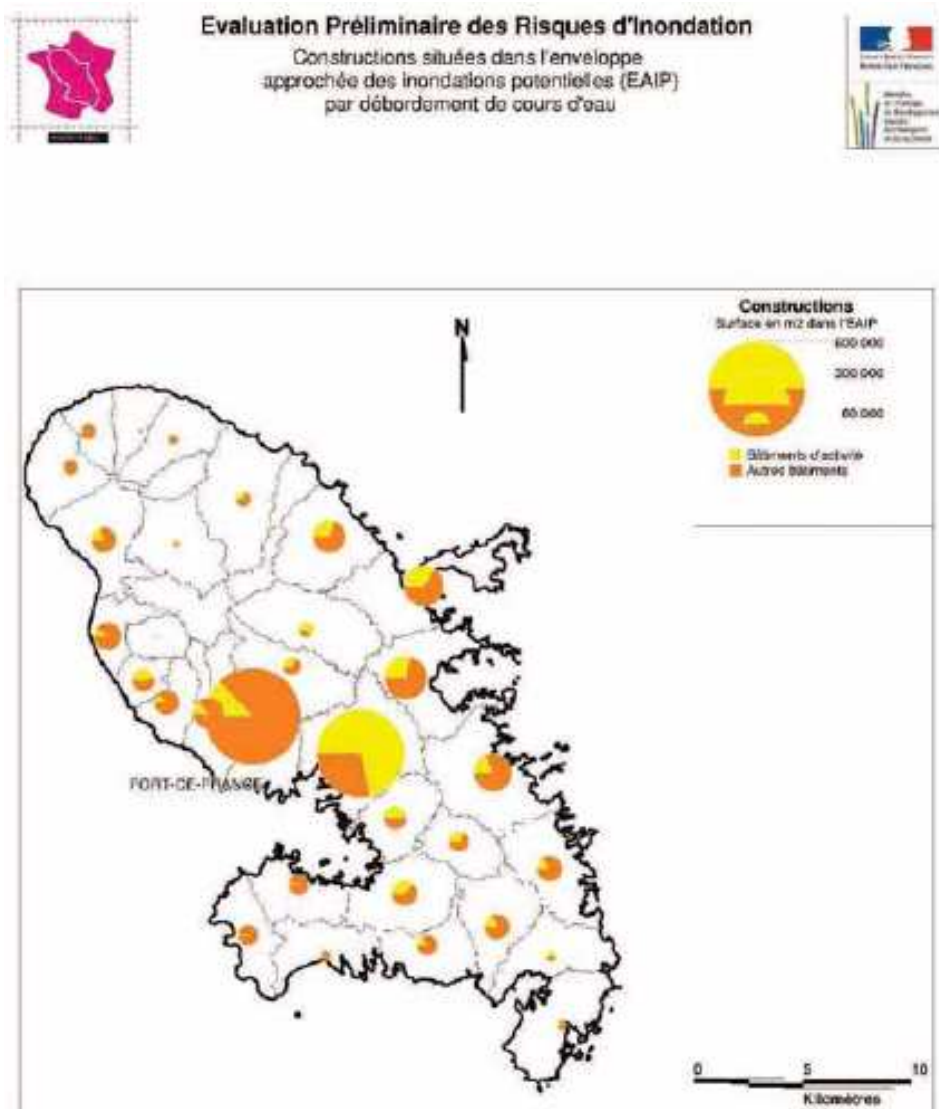
Concernant les établissements de santé, un seul établissement est situé dans l'EAIP (commune du Lamentin).

Concernant, les infrastructures de transport, la commune du Lamentin totalise le plus de linéaire de routes principales et secondaires situées dans l'EAIP (environ 70km). Le débordement fréquent de la Rivière Lézarde occasionne des fermetures régulières de l'autoroute A1. La commune du Lamentin est suivie dans une moindre mesure par la commune de Fort de France.

Par ailleurs, l'aéroport du Lamentin et le port de Fort de France sont également situés dans l'EAIP.

Concernant le nombre de constructions en zone inondable, les communes de Fort de France et du Lamentin sont les plus concernées.

Figure 11 : Constructions situées dans l'EAIP



Par ailleurs, la commune du Lamentin constitue une spécificité pour les bâtiments d'activités situés en zone inondable. Sur cette commune, près de 326 500m² de surface au sol est située dans l'EAIP par débordement de cours d'eau.

D'après le diagnostic mené au cours de l'EPRI à l'échelle de la Martinique, les communes de Fort de France et du Lamentin sont les plus concernées par les impacts potentiels liés aux inondations par débordement de cours d'eau et submersion marine.

3.3 Historique des inondations du TRI

Comme indiqué dans le chapitre précédent, les communes de Fort de France et du Lamentin sont soumises à d'importantes inondations par débordement de cours d'eau et submersion marine.

Le présent chapitre a pour objet de présenter les principaux évènements observés. De nombreux éléments sont issus du travail mené dans le cadre de l'EPRI. Pour plus de détails dans le domaine, se référer au document complet téléchargeable gratuitement⁴.

Les inondations remarquables sélectionnées dans le cadre de l'EPRI (source : DEAL, 2012) sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Inondations historiques du district de la Martinique

Type d'inondations	Évènement	Lieu	Date
Crues torrentielles	Ouragan Dorothy	Nord de la Martinique	1970
Submersion marine	Ouragan Lenny	Côte Caraïbes	Novembre 1999
Submersion marine	Ouragan Dean	Côte au vent et nord Caraïbes	Août 2007
Ruissellement et débordement de cours d'eau	Pluies et inondations du 5 mai 2009	Centre et Côte atlantique	5 Mai 2009
Lave torrentielle	Évènement de 2010	Rivière du Prêcheur	2010

La majorité de ces évènements a concerné le TRI des communes de Fort de France et du Lamentin.

Parmi les inondations récentes, celle du 5 mai 2009 a particulièrement affectée le TRI, principalement la commune du Lamentin.

Quelques illustrations de ces inondations sont présentées ci-après (source : Gendarmerie Nationale).

⁴ Document téléchargeable sur le site internet de la DEAL Martinique à l'adresse suivante : <http://www.martinique.developpement-durable.gouv.fr/evaluation-preliminaire-des-a223.html>

Figure 12 : Crue du 5 mai 2009 – Départementale n°3 – commune du Lamentin



Figure 13 : Crue du 5 mai 2009 – Autoroute A1, canal du Gaigneron – commune du Lamentin



Figure 14 : Crue du 5 mai 2009 – Centre commercial Place d’Armes – commune du Lamentin



Les TRI de Fort de France / Le Lamentin a été concerné par de nombreuses inondations historiques. Parmi celles-ci, l'épisode récent du 5 mai 2009 est venu rappeler la vulnérabilité de ce territoire face aux inondations.

Chapitre 4 Caractérisation de l'aléa débordement de cours d'eau

Les inondations par débordement de cours d'eau peuvent être provoquées par des pluies violentes ou durables qui entraînent l'augmentation du débit des cours d'eau, qui peuvent gonfler au point de déborder de leur lit pour envahir des zones généralement de faible altitude et de faible pente (cours aval des rivières).

Les dégâts peuvent être alors très élevés, avec un risque de noyade pour les personnes (en particulier, lors de franchissement de gués lors de l'arrivée de l'onde de crue).

4.1 Rappels des éléments de la Directive Inondation

La Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondations dite « Directive Inondation » a été traduite en droit français notamment par le Décret n°2011-227 du 2 mars 2011 qui modifie le Code de l'environnement, dont voici un extrait concernant les événements à prendre en compte dans le cadre de la Directive Inondation :

Art. R. 566-6.

I. — Les cartes des surfaces inondables prévues à l'article L. 566-6 couvrent les zones géographiques susceptibles d'être inondées selon les scénarios suivants :

1° Aléa de faible probabilité ou scénarios d'événements extrêmes ;

2° Aléa de probabilité moyenne soit d'une période de retour probable supérieure ou égale à cent ans ;

3° Aléa de forte probabilité, le cas échéant.

II. — Pour chaque scénario, les éléments suivants doivent apparaître :

1° Le type d'inondation selon son origine ;

2° L'étendue de l'inondation ;

3° Les hauteurs d'eau ou les cotes exprimées dans le système de Nivellement général de la France, selon le cas ;

4° Le cas échéant, la vitesse du courant ou le débit de crue correspondant.

Les cartes des surfaces inondables du TRI ont été réalisées afin de satisfaire ces prérogatives.

4.2 Démarche générale d'étude de l'aléa

L'étude de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau a été réalisée conformément aux « Recommandations techniques pour l'élaboration de la cartographie des surfaces inondables et des risques, MEDDE, Version du 29 mai 2012 ».

La méthodologie générale d'études de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau a été la suivante :

1. Recherche de données existantes
2. Analyse des cartes existantes et des possibilités de réutilisation dans le cadre du TRI
3. Définition des scénarii de référence
4. Cartographie des zones inondables

4.3 Données existantes

CF Détails

4.4 Méthodologie employée pour l'évaluation des cartes existantes

La reprise des cartographies existantes repose sur l'évaluation de ces cartographies en fonction de leur pertinence par rapport aux critères retenus. En effet, ces cartographies existantes sont très disparates selon leur méthodologie d'élaboration et selon les caractéristiques retenues pour leur élaboration.

Au-delà de la qualité, la traçabilité des données et des méthodes est essentielle. De manière générale, les cartes recensées conviennent si :

- les événements de référence sont bien compris dans la fourchette des périodes de retour et les hypothèses concernant la description de ces événements sont adaptées,
- les hypothèses concernant la prise en compte des ouvrages, des cordons naturels ou des remblais ne sont pas remises en causes,
- la méthode de cartographie retenue n'est pas à remettre en cause,
- le Modèle Numérique de Terrain (MNT) est de qualité suffisante,
- l'extension de l'inondation et les hauteurs ou cotes d'eau sont disponibles et exploitables,
- des informations sur les incertitudes des données et méthodes sont disponibles, ou cette analyse des incertitudes peut être réalisée a posteriori,
- les choix méthodologiques et des données d'entrée retenues sont traçables,
- la réutilisation est autorisée juridiquement.

Plusieurs critères d'évaluation plus précis de leur qualité sont listés ci-dessous :

■ Les données de base

- l'hydrologie doit être récente ou encore valable, établie conformément aux règles de l'art sur le tronçon de cours d'eau, (la méthodologie d'analyse des données hydrologiques disponibles est présentée au §4.6.2.1).
- pour assurer la traçabilité des modèles hydrauliques, il est souhaité de pouvoir renseigner sur le modèle hydraulique, le pas spatial de modélisation, le type d'interpolation, les crues de calage....,
- la qualité (précision, résolution) de la topographie et l'identification des référentiels en plan et en altitude.

■ Critères particuliers aux cartographies issues de modélisations hydrauliques classiques :

- pertinence de la technologie utilisée selon les caractéristiques du lit majeur,
- données de calage (finesse et fiabilité des données, gamme des crues de calage),
- représentativité du scénario correspondant aux conditions aux limites dans le cas d'un tronçon recevant des apports significatifs,
- représentativité de la méthode de détermination des surfaces inondables et de ses paramètres (hauteur...) à partir des résultats hydrauliques,
- possibilité de réutiliser ces modèles pour compléter la cartographie des TRI.

4.5 Choix des événements étudiés

4.5.1 Périodes de retour des scénarii

La Directive Inondation ne définit pas précisément les périodes de retour des événements à prendre en compte pour la cartographie des zones inondables du TRI.

La période de retour de ces événements doit être choisie en fonction des données disponibles, du contexte hydraulique et du travail réalisé avec les parties prenantes du TRI.

Dans le cas du TRI de Fort de France / Le Lamentin, l'analyse des données bibliographiques a conduit à sélectionner les événements suivants :

Tableau 3 : Périodes de retour des scénarii du TRI

Scénario	Période de retour (ans)
fréquent	10
moyen	100
extrême	1 000

4.5.2 Prise en compte des ouvrages de protection

La prise en compte des ouvrages de protection s'est basée sur les recommandations du MEDDE⁵.

Les préconisations du MEDDE sont de retenir comme hypothèse pour l'événement fréquent, la non défaillance des digues sera lorsque celle-ci paraît la plus vraisemblable. A titre d'exemple, pour une crue de temps de retour proche de 20 ans, il suffit de considérer que la digue a moins de 1 chance sur 5 de connaître une défaillance, ce qui peut être raisonnablement admis si la digue ne présente pas de motifs particuliers d'inquiétude, pour estimer que la défaillance relève d'un événement de probabilité moyenne. Cette évaluation peut s'appuyer sur le comportement lors des crues passées, sur un diagnostic de sûreté ou une sur visite technique approfondie que le responsable de toute digue classée est tenu de réaliser.

Pour l'événement moyen, on se trouve dans une démarche « de prudence » qu'on peut comparer à celles des PPRI. La résistance éventuelle des digues est l'exception, et la très faible probabilité des ruptures, qui amènerait à considérer la rupture comme relevant du scénario extrême, doit être démontrée en se basant sur une connaissance parfaite de la structure de l'ouvrage et de ses conditions de gestion et d'entretien. Cette connaissance est ou sera normalement acquise à l'aide d'une étude de danger et d'une revue de sûreté de l'ouvrage dont les réalisations sont à la charge du responsable de l'ouvrage pour les ouvrages les plus importants, et qui doivent être validées par le service de contrôle.

Dans la plupart des cas, il sera probablement retenu un scénario de défaillance, analogue aux hypothèses prises pour le PPR s'il existe. En effet, cela permet de réutiliser des études existantes et d'être cohérent avec une position déjà prise par l'Etat sur le comportement des digues. Il faut alors vérifier que les hypothèses prises dans ce contexte soient valides.

Si on prend en compte des ruptures de digues, il sera possible dans certains cas de s'appuyer sur des enveloppes historiques intégrant des ruptures, des cartes ou modélisations existantes issues des PPRI ou des études de danger.

Selon les recommandations du MEDDE, en association avec les parties prenantes du TRI, et en l'absence de données spécifiques concernant les ouvrages de protection il est proposé de retenir l'hypothèse sécuritaire de défaillance des ouvrages pour l'ensemble des scénarii étudiés (aléa faible, moyen, extrême).

4.5.3 Prise en compte du changement climatique

Dans le cadre de l'EPRI effectuée en 2011, l'impact du changement climatique n'avait pas été pris en compte pour l'aléa débordement de cours d'eau. L'augmentation de l'élévation du niveau marin lié au changement climatique avait en revanche été utilisée pour la caractérisation des inondations par submersion marine.

Les éléments avancés dans le rapport de l'EPRI⁶ étaient alors les suivants :

⁵ MEDDE/DGPR/SNRH, version du 29 mai 2012, Recommandations techniques pour l'élaboration de la cartographie des surfaces inondables et des risques

⁶ DEAL Martinique, 2011, L'évaluation préliminaire des risques d'inondation 2011 – bassin Martinique

En matière d'observations des effets du changement climatique sur les crues par débordement, au vu des études disponibles, peu de changements significatifs apparaissent à ce stade. Il est particulièrement difficile de séparer l'impact du changement climatique des modifications anthropiques survenues sur les bassins.

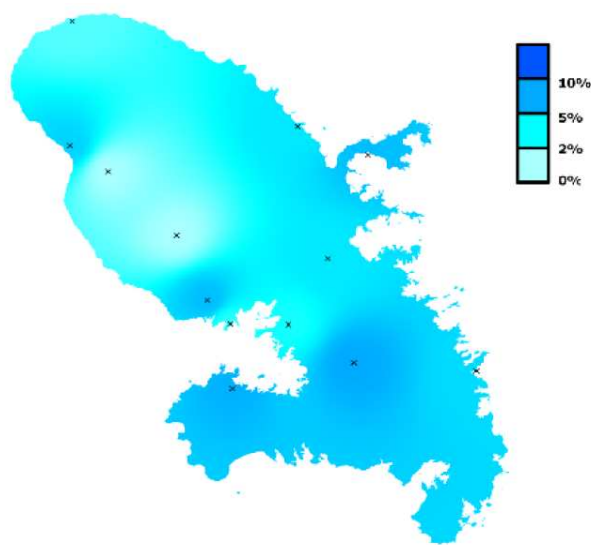
Les projections disponibles (2050, 2100) aujourd'hui, à l'échelle de la France et à l'échelle de divers bassins, ne justifient pas de prendre dès à présent les impacts du changement climatique sur les inondations, notamment par manque d'homogénéité des résultats disponibles, manque de clarté et fortes incertitudes des signaux pour ce qui concerne l'évolution attendue des crues.

Par ailleurs, dans le cadre d'une conférence récente organisée par l'ADEME⁷ autour du thème du changement climatique, la « Division études, Climatologie, Maîtrise Production finalisée » de Météo France en Martinique a confirmé les hypothèses retenues dans l'EPRI.

En effet, selon Météo France, en l'état actuel des connaissances, les observations mettent en évidence :

- Une tendance significative à l'augmentation de la température moyenne,
- Une variation faible et non significative de la pluviométrie,

Figure 15 : Précipitations annuelles – séries homogénéisées – tendance sur 44ans (%) de 1962 à 2005



- Aucun effet direct du changement climatique sur la climatologie des cyclones tropicaux,
- Une élévation moyenne du niveau de la mer (0 à 3mm/an sur la période 1993-2011).

Par ailleurs, les projections climatiques régionalisées réalisées sur la période 2071-2100 ne permettent pas de conclure à une accentuation des phénomènes d'inondation par débordement de cours d'eau.

⁷ ADEME Martinique, 08 octobre 2013, RESEAU TERRITOIRE DURABLE – Changement climatique : la problématique de l'eau

Par conséquent, conformément à l'EPRI réalisé en 2011 et en l'état actuel des connaissances, le changement climatique n'est pas pris en compte dans la caractérisation de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau.

4.5.4 Caractéristiques des scénarii retenus

La synthèse des hypothèses retenues pour les différents scénarii d'inondation par débordement des cours d'eau est présentée ci-dessous :

Tableau 4 : Caractéristiques des scénarii du TRI – inondation par débordement de cours d'eau

Scénario	Période de retour (ans)	Défaillance des ouvrages de protection	Prise en compte du réchauffement climatique
fréquent	10	oui (sauf données spécifiques sur les ouvrages)	non
moyen	100	oui	non
extrême	1 000	oui	non

4.6 Analyse hydrologique

L'évaluation des données existantes pouvant être réutilisées pour la cartographie des zones inondables du TRI repose notamment sur une analyse des débits utilisés (cf. §□).

Le présent chapitre se propose de détailler la méthode employée pour analyser les données hydrologiques existantes et déterminer les débits de référence en l'absence de données existantes.

4.6.1 Caractéristiques principales des bassins versants

Les caractéristiques des bassins versants sont présentées en détails dans le Chapitre 5.

Les données sont issues des études hydrauliques existantes et des investigations de terrain menées pour les besoins de la présente étude.

Selon les données disponibles, les caractéristiques des bassins versants présentées sont les suivantes :

- Superficie,
- Périmètre,
- Longueur,
- Pente,
- Altitude,
- Coefficient de ruissellement, d'imperméabilisation,

Ces données permettent de caractériser le type de bassin versant et permettent ainsi de mieux appréhender les résultats d'estimations de débits.

Dans certains cas, un bref aperçu de l'historique des inondations du bassin versant est présenté.

4.6.2 Estimation du débit décennal et centennal

4.6.2.1 Données disponibles

Les débits estimés lors d'études hydrauliques spécifiques ont été analysés avant d'être réutilisés pour la cartographie des zones inondables par débordement de cours d'eau du TRI.

Il a notamment été vérifié que :

- les caractéristiques du bassin versant (coefficient d'imperméabilisation, topographie...) n'aient pas été modifiées de façon significative depuis la réalisation de l'étude hydrologique,
- les méthodologies employées pour l'estimation des débits soient cohérentes avec l'état de l'art,
- dans le cas de bassins versants instrumentés, les valeurs estimées de débits soient cohérentes avec les interprétations des mesures hydrométriques,
- les ordres de grandeur des débits estimés soient cohérents avec les valeurs fournies par la méthode SHYPRE.

Concernant la méthode SHYPRE, les données employées sont présentées dans le paragraphe suivant.

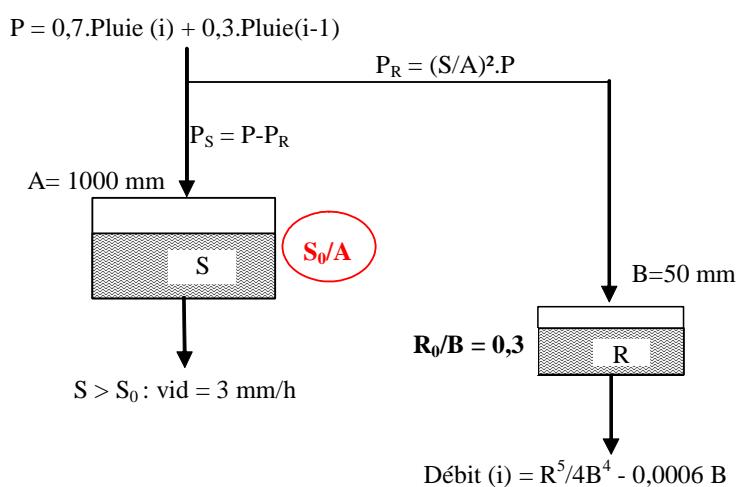
4.6.2.2 Données non disponibles

Sur un cours d'eau, lorsque qu'aucune données de débit n'a pu être récupérée ou que les données existantes ont été jugées inappropriées **le débit décennal et centennal a été estimé à partir des données calculées par la méthode SHYPRE.**

Les données sont issues du travail de détermination des crues de référence en Martinique réalisé en 2006 par le CEMAGREF⁸.

L'application de la méthode SHYPRE en Martinique repose sur l'utilisation, comme données d'entrées du modèle, des quantiles de pluies régionalisés (Fine *et al.*, 2005^[9], Lavabre *et al.*, 2005^[10]). Le modèle hydrologique GR simplifié du CEMAGREF est ensuite utilisé pour la transformation des pluies en débit.

Figure 16 : Structure du modèle GR simplifié



Le modèle a ensuite été calé sur les observations de stations hydrométriques sélectionnées à cet effet mais également sur les résultats d'études régionales antérieures.

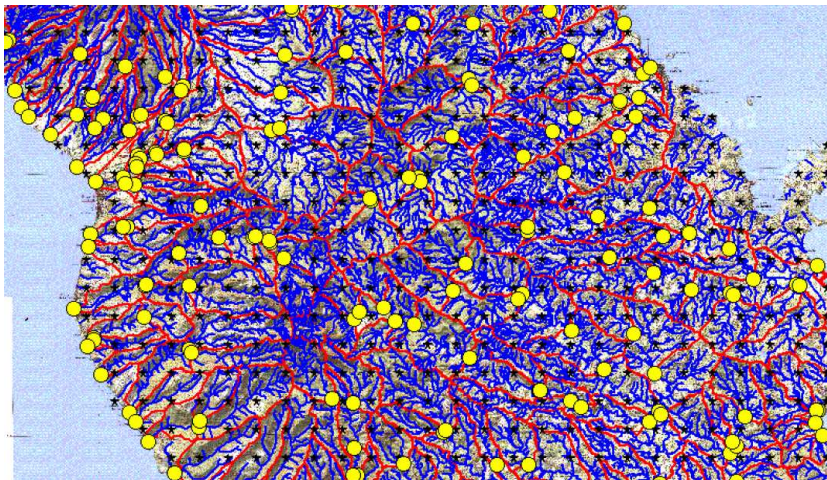
Les résultats sont fournis sous forme d'un SIG intégrant les bassins versants, les pluies spatialisées ainsi que les débits calculés par la méthode SHYPRE. Un extrait est présenté ci-après :

⁸ CEMAGREF – Département Ressources en Eau, usages et risques – Unité de Recherche Ouvrages hydrauliques et Hydrologie, septembre 2006, Etude DPPR 2006 « Détermination des débits de crues de référence par l'application de la méthode SHYPRE régionalisée sur l'île de la Martinique ».

⁹ FINE J.A., ARNAUD P., LAVABRE J. (2005). Estimation des débits de référence de crues à la Martinique. Phase 1 : la pluviométrie. 1.1. Modèle SHYREG. Calage du modèle et journalisation des variables. 17 p.

¹⁰ LAVABRE J., ARNAUD P., FINE J.A., BRISSON A. (2006). Estimation des débits de référence de crues à la Martinique. Phase 1 : La pluviométrie. 1.2. Modèle SHYPRE. Régionalisation et pixellisation des courbes intensité-durée-fréquence des pluies. 18 p.

Figure 17 : Extrait du SIG représentant les données de débits issus de la méthode SHYPRE



Les points jaunes représentent les valeurs de débit déterminées par la méthode SHYPRE.

4.6.3 Estimation du débit millénal

L'estimation du débit millénal dépasse les limites de l'hydrologie conventionnelle. L'estimation d'un débit d'une si faible période de retour ne peut être corrélée à aucune mesures hydrométriques étant donné la durée des chroniques actuellement disponibles. Elle peut potentiellement être basée sur des événements historiques si ils sont suffisamment documentés.

En Métropole, la méthode SCHADDEX est la méthode de référence employée par EDF pour le dimensionnement des évacuateurs de crues des barrages qui nécessite la détermination de débits de très faible fréquence d'apparition. Toutefois, cette méthode est lourde à mettre en œuvre et n'a pas été testée, à notre connaissance, en Martinique.

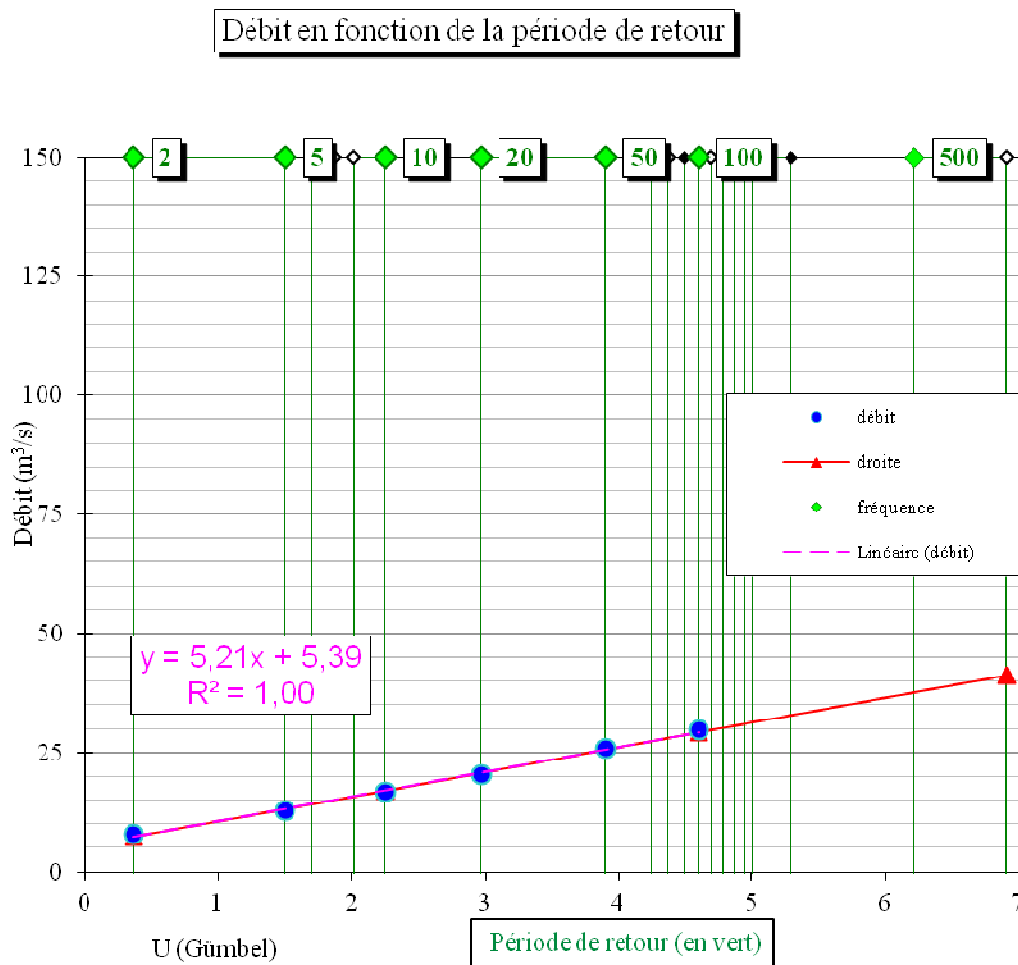
Dans tous les cas, la détermination des débits de période de retour millénaire est soumise à de nombreuses incertitudes.

Il a donc été choisi, en concertation avec le comité de suivi technique de l'étude, une méthode relativement simple de détermination du débit millénal.

La méthode employée repose sur une extrapolation par ajustement statistique (calage d'une loi de Gumbel) des débits calculés par la méthode SHYPRE sur les cours d'eau du TRI.

La méthodologie est illustrée sur la figure suivante :

Figure 18 : Extrapolation des débits SHYPRE par ajustement d'une loi de Gumbel – exemple de la Rivière Roches Carrées



De cette manière, pour chaque cours d'eau le débit millénal a pu être déterminé.

Toutefois plutôt que d'utiliser directement cette valeur, il a été proposé d'utiliser un ratio Q_{1000} / Q_{100} calculé à partir de ces données pour extrapoler l'ensemble des débits.

Cette méthode est préférable car comme cela dans le §4.6.2, les débits et centennaux retenus pour la cartographie des zones inondables du TRI ne sont pas forcément issus des données SHYPRE mais aussi d'études hydrologiques ponctuelles.

Ainsi, l'application d'un ratio commun permet d'homogénéiser l'estimation du débit millénal quelquesoit la source des débits décennaux et centennaux.

Globalement, les ratios Q_{1000} / Q_{100} des cours d'eau du TRI calculés par extrapolation des données SHYPRE sont de l'ordre de 1,4.

Le ratio est inversement proportionnel à la superficie du bassin versant. Ainsi, plus le bassin versant est grand, plus le ratio Q_{1000} / Q_{100} est faible. Le plus faible ratio est ainsi rencontré sur le bassin versant de la Lézarde.

Une analyse bibliographique a montré qu'en métropole, pour la réalisation de la cartographie des zones inondables des TRI des ratios Q_{1000} / Q_{100} de 1,8 sont utilisés.

Ainsi, de manière sécuritaire, étant donné les fortes incertitudes liées à la détermination de ce paramètre, il est proposé de retenir le ratio suivant :
 $Q_{1000}=1,8xQ_{100}$

4.7 Analyse hydraulique

4.7.1 Données disponibles

4.7.1.1 Méthodologie d'évaluation

La méthodologie générale d'étude de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau de la Directive Inondation (cf. §4.2) préconise la réutilisation des cartes de zones inondables existantes sur le TRI, le cas échéant.

Les cartographies établies lors d'études hydrauliques spécifiques ont été analysés avant d'être réutilisés pour la cartographie des zones inondables par débordement de cours d'eau du TRI.

Il a notamment été vérifié que :

- les caractéristiques du cours d'eau n'aient pas été modifiées de façon significative depuis la réalisation de l'étude hydraulique (recalibrage, présence d'ouvrages de protection...),
- les méthodologies employées (type de modèle hydraulique, qualité des données d'entrées, échelle de cartographie...) utilisées pour la cartographie des zones inondables soient cohérentes avec les recommandations techniques du MEDDE,
- les cartographies sont cohérentes au regard des évènements récents (crues de mai 2009, par exemple) et des investigations de terrain menées dans le cadre de la présente étude.

Afin d'avoir une traçabilité des données, les sources des études utilisées pour la cartographie des zones inondables sont présentées par cours d'eau dans le Chapitre 5.

4.7.1.2 Types de modèles existants sur le TRI

Différents types de modèles ont été réutilisés pour la cartographie des zones inondables par débordement de cours d'eau du TRI.

Les types de modèles sont succinctement présentés ci-après.

Pour plus de détails, il convient de se référer au §Chapitre 5.

Les surcotes marines utilisées pour les conditions limites aval des modèles hydrauliques sont les suivantes, pour un évènement de période de retour :

- 10ans : 0,5mNGM
- 100ans et 1000ans: 1,2mNGM

■ Modèles 1D

Les modèles 1D représentent les écoulements de façon simplifiés.

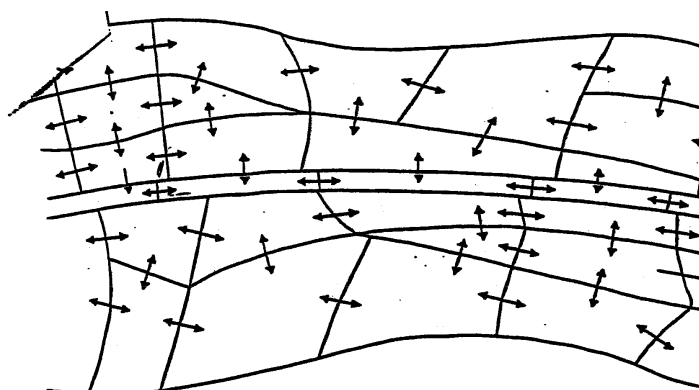
La topographie est représentée sous la forme de profils en travers représentant le lit mineur et le lit majeur.

Ce type de modèle a été utilisé pour la cartographie des zones inondables du TRI pour les cours d'eau suivants :

- Rivière Madame
- Rivière Gondeau

■ Modèles pseudo-2D : modèles à casiers

Ce type de modèle permet de modéliser les écoulements multidirectionnels suivant un maillage préétabli avec une structure dite « à casiers ». Ce maillage correspond à la réalité physique des écoulements sans toutefois représenter toutes les directions dans le plan.



Les casiers peuvent communiquer entre eux lorsqu'ils sont en eau dans toutes les directions selon des lois de seuils lorsque des routes ou bourrelets séparent ces casiers ou selon des lois de frottement lorsqu'il n'existe aucun obstacle particulier. Les casiers se mettent en eau et s'assèchent au cours de la crue. Le calcul du niveau moyen de chaque casier permet une représentation fidèle de tous les processus d'écoulement de la crue aussi bien dans sa phase ascendante que dans sa phase de résorption.

Ce type de modèle a été utilisé pour la cartographie des zones inondables du TRI pour les cours d'eau suivants :

- Rivière Longvilliers
- Ravine Bouillé

■ Modèles 2D

Les modèles bidimensionnels sont les outils représentant le plus finement les phénomènes d'inondation par débordement de cours d'eau.

Ces types de modèles sont particulièrement bien adaptés lorsque :

- la direction des écoulements est difficile à appréhender (topographie plane),

- les écoulements sur la zone d'étude sont influencés par de nombreuses conditions limites,
- les écoulements s'effectuent au travers de géométries complexes (rues, bâtis, intersections de routes, ou autres infrastructures).

La modélisation 2D se justifie pour représenter finement les écoulements bidimensionnels à surface libre comme cela est le cas sur la zone d'étude.

Le module 2D utilise le principe de discrétisation de la zone inondable sous forme de mailles triangulaires et résout les équations de St Venant pour la hauteur et la vitesse en deux dimensions.

La surface à modéliser est discrétisée en un maillage triangulaire. Le MNT doit être utilisé pour la création du maillage. Des zones de vides, des lignes de contrainte et des murs peuvent être inclus dans le maillage.

Le maillage est construit pour prendre en compte les particularités des écoulements en se basant sur des lignes topographiques structurantes appelées « lignes de contraintes » (obstacles, remblais, ouvrages, discontinuités topographiques...).

Ce type de modèle a été utilisé pour la cartographie des zones inondables du TRI pour les cours d'eau suivants :

- Rivière Lézarde et ses affluents

4.7.2 Données non disponibles

Lorsque les données n'étaient pas disponibles, des investigations simplifiées ont été menées.

La formule de Manning-Strickler a été utilisée pour estimer les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulements à partir des profils en travers des cours d'eau et des débits de pointe des événements décennal, centennal et millénal. La formule utilisée est la suivante :

$$Q_{cap} = K \times S \times R_h^{2/3} \times \sqrt{p}$$

avec

Q_{cap} : débit capable en m^3/s ,

K : coefficient de rugosité

R_h : rayon hydraulique en m ,

S section mouillée en m^2 .

Les résultats des calculs sont présentés dans le Chapitre 5.

4.8 Cartographie

4.8.1 Méthodologie

Plusieurs résultats de modélisation ont été exploités cartographiquement de façon semi-automatique.

- Modèles 1D

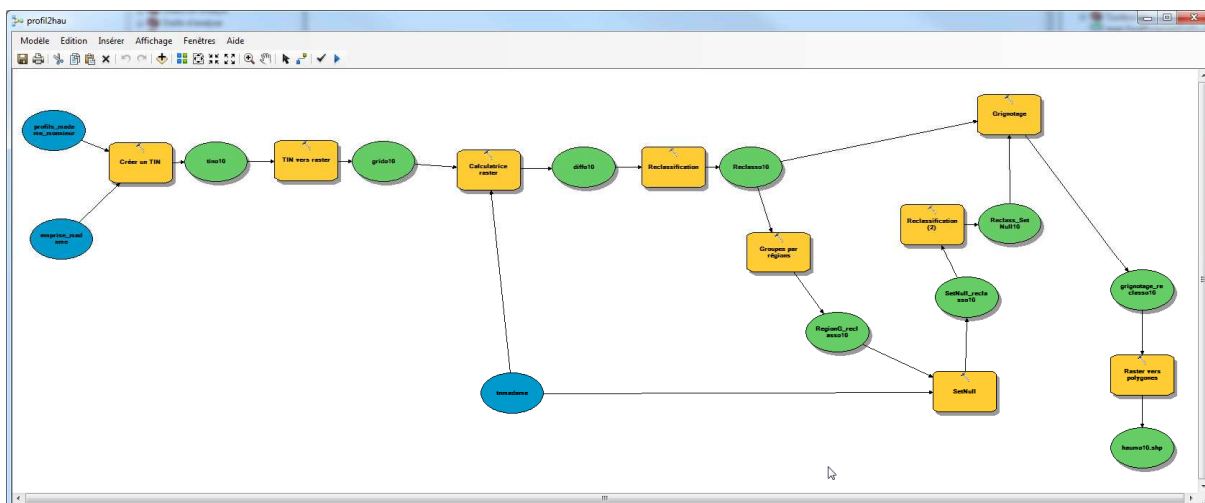
Les modèles filaires ont permis d'obtenir des cotes de hauteurs d'eau au niveau de chaque profil en travers pour chacun des scénarios. Ces hauteurs ont été interpolées entre chaque

profil pour obtenir une couche de hauteurs d'eau brutes. Celle-ci a ensuite été soustraite au terrain naturel pour générer des résultats à une maille de 1m.

Lorsque les données topographiques Litto3D étaient insuffisamment précises (ex : Canal Mamin), la cartographie des hauteurs d'eau des modèles filaires s'est appuyée sur des données topographiques issues d'études antérieures et d'une expertise de terrain ; les objets SIG ont alors été numérisés manuellement.

■ Modèles pseudo-2D : modèles à casiers

Pour les modèles à casiers type STREAM les résultats ont été exploités sous Calypseau, programme développé sous ArcView en langage Avenue. Le principe est d'affecter à chaque casier des cotes calculées de hauteurs d'eau pour chaque scénario, d'identifier des seuils (ex : remblai transversal, digue latérale etc) et de générer une cartographie en fonction d'un certain nombre de paramètres : interpolation ou non entre les casiers en fonction de la présence ou non d'un seuil, sens d'écoulement, topographie...



Modèle développé sous Model Builder (ESRI) utilisé pour exploiter les données issues d'un modèle filaire

Les résultats bruts ont été traités afin d'obtenir une information spatialisée simplifiée la plus réaliste possible. En accord avec le maître d'ouvrage un nettoyage des objets a été réalisé en attribuant aux lacunes et objets de moins de 50m² la valeur du plus proche voisin. Les zones inondées déconnectées du lit mineur ont été conservées lorsque la rupture provenait de la présence d'un remblai et effacées lorsqu'il s'agissait d'une rupture naturelle (présence d'un relief).

4.8.2 Cartographie des paramètres relatifs à l'aléa

Les cartes sont réalisées au 1/5000^{ème}.

Les événements de période de retour 10ans, 100ans et 1000ans sont cartographiés pour chaque cours d'eau.





NB : Lorsque les écarts des classes de hauteurs d'eau ne sont pas plus gros que l'épaisseur du trait, alors on ne représente que la plus grande hauteur d'eau.

4.8.2.1 Hauteurs

Les hauteurs d'eau ont été cartographiées à l'échelle de résolution des données topographiques (1m x 1m).

Conformément au CCTP et aux recommandations du MEDDE contenues dans l'annexe 2 de la circulaire du 16 juillet 2012 « relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation », les classes de hauteur d'eau cartographiées sont les suivantes: 0-0.5m, 0.5-1m, 1-2m, et supérieur à 2m.






Hauteurs d'eau (m)

	< 0,5m
	0,5m - 1m
	1m - 2m
	> 2m

4.8.2.2 Vitesses

Conformément au CCTP et aux recommandations du MEDDE contenues dans l'annexe 2 de la circulaire du 16 juillet 2012 « relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation », les classes de vitesses cartographiées sont les suivantes :

Vitesses d'écoulement (m/s)

	< 0,2m/s
	0,2m/s - 0,5m/s
	0,5m/s - 1m/s
	1m/s - 2m/s
	> 2m/s

Ce paramètre a été cartographié uniquement quand l'information était disponible.

4.9 Limites et incertitudes

Les limites de la cartographie des zones inondables par débordement de cours d'eau du TRI Fort de France sont nombreuses.

Elles sont liées :

- aux méthodes d'estimation des débits (peu de mesures fiables pour les évènements rares, utilisation d'une méthode statistique pour l'évènement millénal),
- à la précision de la topographie employée (selon l'IGN, la précision des données litto3D terrestre utilisées est de l'ordre de 20cm en altimétrie et 60cm en planimétrie,
- aux outils de modélisation employés (relation de Manning Strickler simple, 1D, modélisation à casiers, 2D),
- au traitement automatisé réalisé par SIG.

La quantification précise des incertitudes est complexe à appréhender. Toutefois on peut considérer que globalement, les incertitudes sont comprises entre quelques dizaines de centimètres (modélisation 2D, scénario fréquent) et plusieurs mètres pour l'évènement millénal.

Cependant, ces incertitudes sont à relativiser. En effet, la topographie Litto3D constitue actuellement la base de données topographique la plus fiable disponible à grande échelle.

Par ailleurs, le modèle hydraulique 2D de la plaine du Lamentin utilisé pour la cartographie des zones inondables du TRI de Fort de France / Le Lamentin est un des outils les plus performants mis en œuvre à ce jour en Martinique.

Concernant le scénario extrême (fréquence millénale), les incertitudes sont logiquement fortes. Toutefois, l'étude d'un tel scénario a pour but d'appréhender la gestion de crise en situation exceptionnelle. A ce titre, la précision obtenue semble suffisante.

Chapitre 5 Détails des investigations – aléa débordement de cours d'eau

5.1 Rivière Madame

5.1.1 Principales caractéristiques du bassin versant

La rivière Madame prend sa source au plateau Larcher, au pied du Morne Césaire.

Ses principaux affluents sont, d'amont en aval :

- en rive gauche : rivière Moco, ravine Rodate, ravine Ribodeau, ravine Vilaine,
- en rive droite : Ruisseau de St Jacques, ravine Blanche.

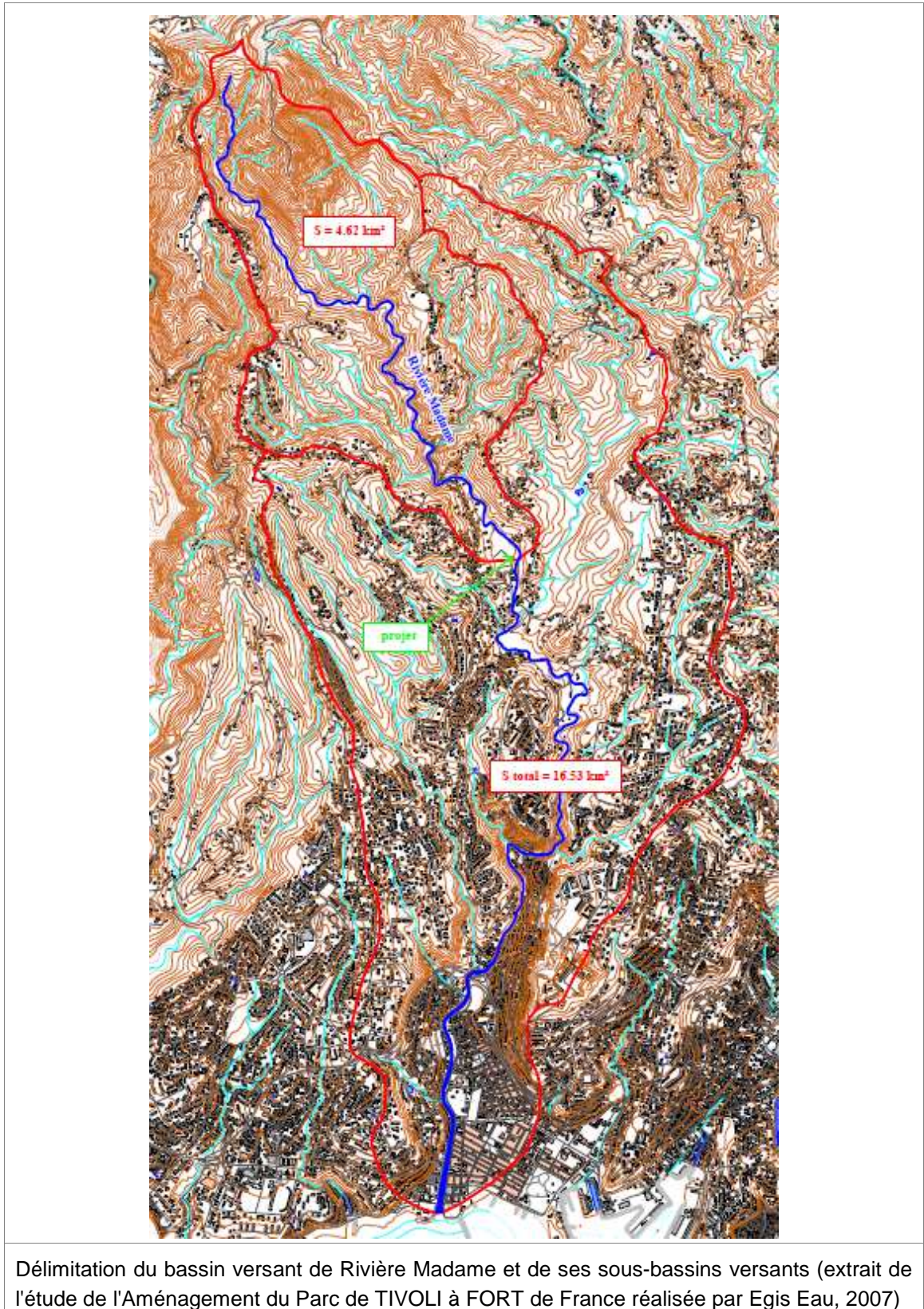
Après un parcours naturel dans un fond de vallée encaissé, elle longe les quartiers Tivoli et Godissart dans une vallée plus large, puis s'écoule de nouveau dans une vallée encaissée au pied de Floréal et Citron, avant de devenir le canal Levassor que l'on connaît en ville, et se jeter dans la mer des Caraïbes au niveau de la pointe Simon.

La rivière Madame, longue d'environ 8 Km, est influencée très en amont par son environnement urbanisé (quartier de Tivoli).

Les limites du bassin versant total de la rivière Madame et du sous-bassin versant au droit du projet sont présentées sur la figure en page suivante.

Les principales caractéristiques physiques du bassin versant de la rivière Madame ont indiquées sont :

Superficie (km ²)	Périmètre (km)	Longueur (km)	Pente moyenne (%)	Altitude max (m NGM)
16.53	20.98	11.9	4.9	580

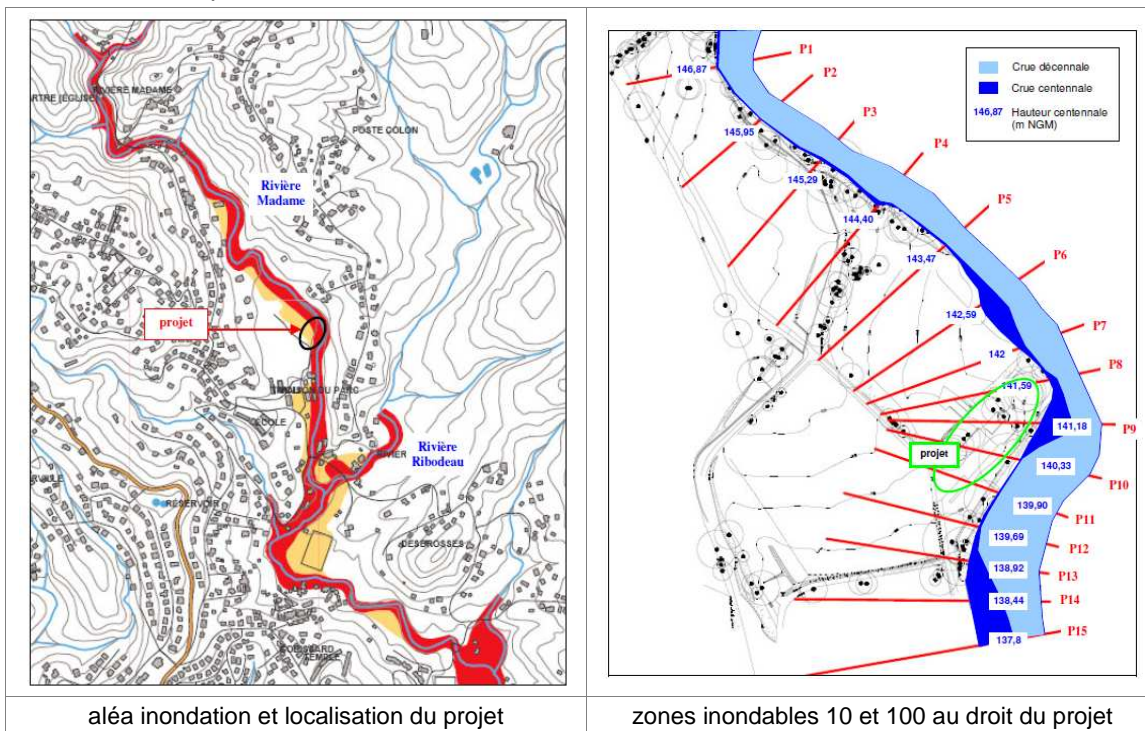


Délimitation du bassin versant de Rivière Madame et de ses sous-bassins versants (extrait de l'étude de l'Aménagement du Parc de TIVOLI à FORT de France réalisée par Egis Eau, 2007)

5.1.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles

- Etude hydraulique de la Rivière MADAME au droit du Parc de Tivoli – Egis Eau novembre 2006

Ci-dessous, est présenté un extrait des cartes de zones inondables.



aléa inondation et localisation du projet

zones inondables 10 et 100 au droit du projet

- Egis Eau a réalisé l'étude de l'Aménagement du Parc de TIVOLI à FORT de FRANCE - Impact du projet sur les conditions d'écoulement en crue de la rivière MADAME (2007).

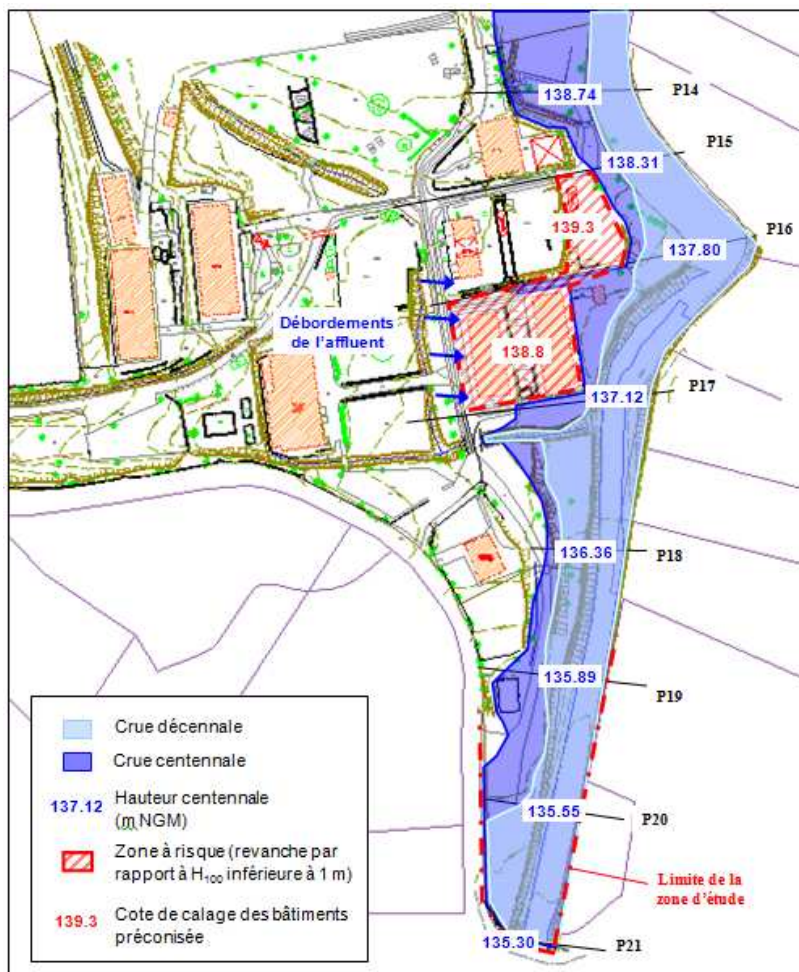
L'étude comprend la modélisation HEC-RAS

Linéaire : 650m

15 profils en travers

Débits modélisés : Q 10 + Q 100

Ci-dessous extrait de la cartographie de la zone inondable pour la crue décennale et centennale.



5.1.3 Méthodes mobilisées pour le TRI

Pour les trois scénarii retenus, les méthodes suivantes ont été appliquées pour estimer les débits, les hauteurs d'eau et les vitesses au droit des profils, et délimiter les zones inondables par classe de hauteur d'eau.

5.1.3.1 Estimation des débits

Les débits centennaux et décennaux proviennent de la base de données Shypre :

Le débit 1000 ans est estimé par la formule : $Q_{1000} = 1.8 \times Q_{100}$

Le tableau suivant présente les débits retenus :

	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q1000 (m ³ /s)
En amont de la zone d'étude	80	145	261
En amont de l'AutoRoute	96	173	311
A l'embouchure	120	216	389

5.1.3.2 Calculs hydrauliques

■ Données utilisées

Les profils en travers de la Rivière (lit mineur et majeur) sont réalisés à partir du MNT (Litho 3D).

Les données topographiques utilisées sont issues du MNT réalisé à partir du Litto3D de la zone d'étude. La précision du MNT est de 1m.

La carte suivante détaille l'implantation des 16 profils en travers.



■ Estimation des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulements

On utilise la formule de Manning-Strickler pour estimer les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulements à partir des profils en travers des cours d'eau et des débits de pointe des évènements décennal, centennal et millénal. La formule utilisée est la suivante :

$$Q_{cap} = K \times S \times R_h^{2/3} \times \sqrt{p}$$

avec

Q_{cap} : débit capable en m^3/s ,

K : coefficient de rugosité

R_h : rayon hydraulique en m,

S section mouillée en m^2 .

■ Calage des résultats

Les calculs hydrauliques ont été calés sur l'emprise de la zone inondable pour la crue centennale du PPR 2012 de Fort de France. Le paramètre de calage est le coefficient de rugosité.

Une interprétation manuelle des résultats obtenus assure une cohérence des cartes de zones inondables par cours d'eau.

5.1.3.3 Incertitudes et limites

Le lit mineur de Rivière Madame est perché par rapport aux terrains du lit majeur rive gauche et la pente est orientée à l'opposé du lit mineur. Cela implique qu'en cas de débordement une grande surface est potentiellement inondable. La zone inondable peut s'étendre à l'ensemble de la zone urbanisée située en rive gauche.

Ce phénomène est représenté par des flèches sur la carte des zones inondables.

5.2 Rivière Bouillé

5.2.1 Principales caractéristiques du bassin versant

Le bassin versant de la RAVINE BOUILLE, de forme très allongée, couvre d'aval en amont les quartiers urbains et sub - urbains de la ville de FORT DE FRANCE.

La superficie du bassin versant est voisine de 180 ha.

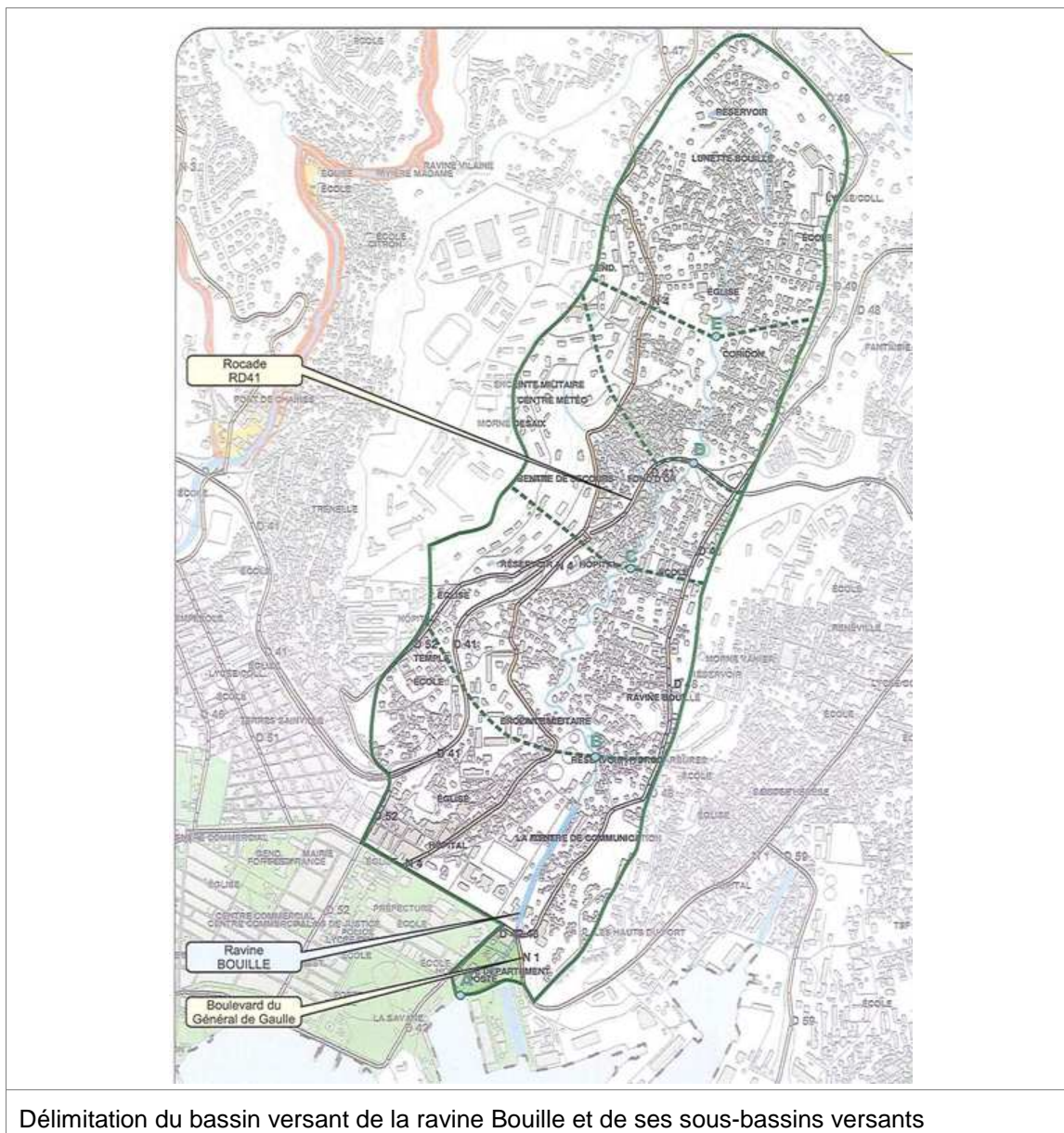
Le réseau hydrographique, compte tenu de la faible largeur du bassin, est essentiellement constitué par un talweg central encaissé dont la pente moyenne est supérieure à 5 %.

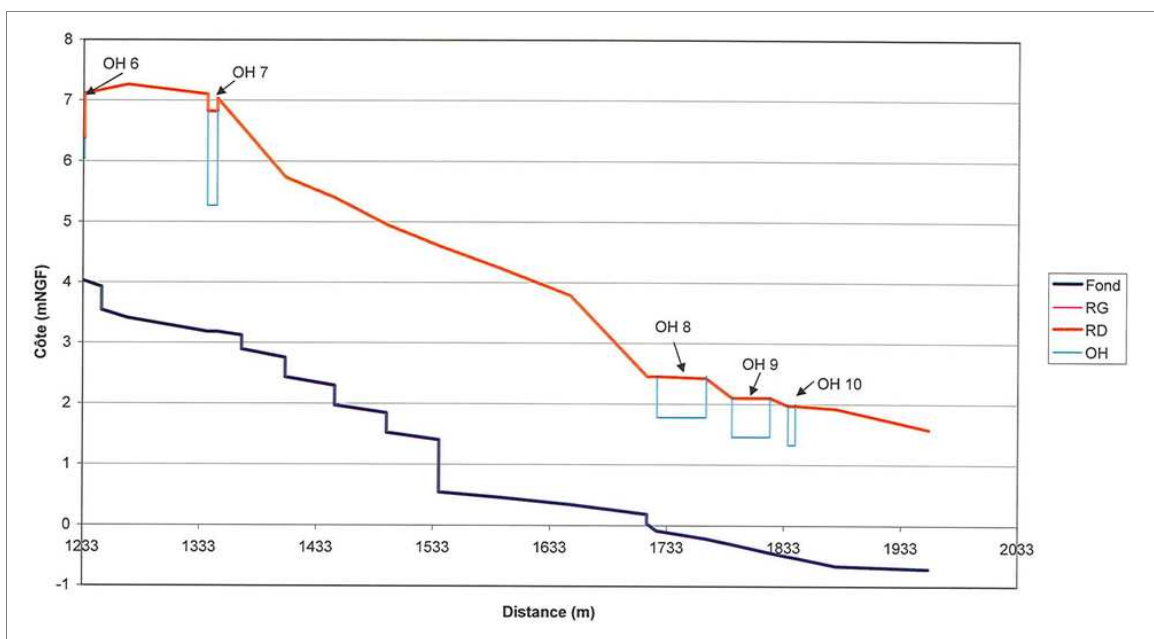
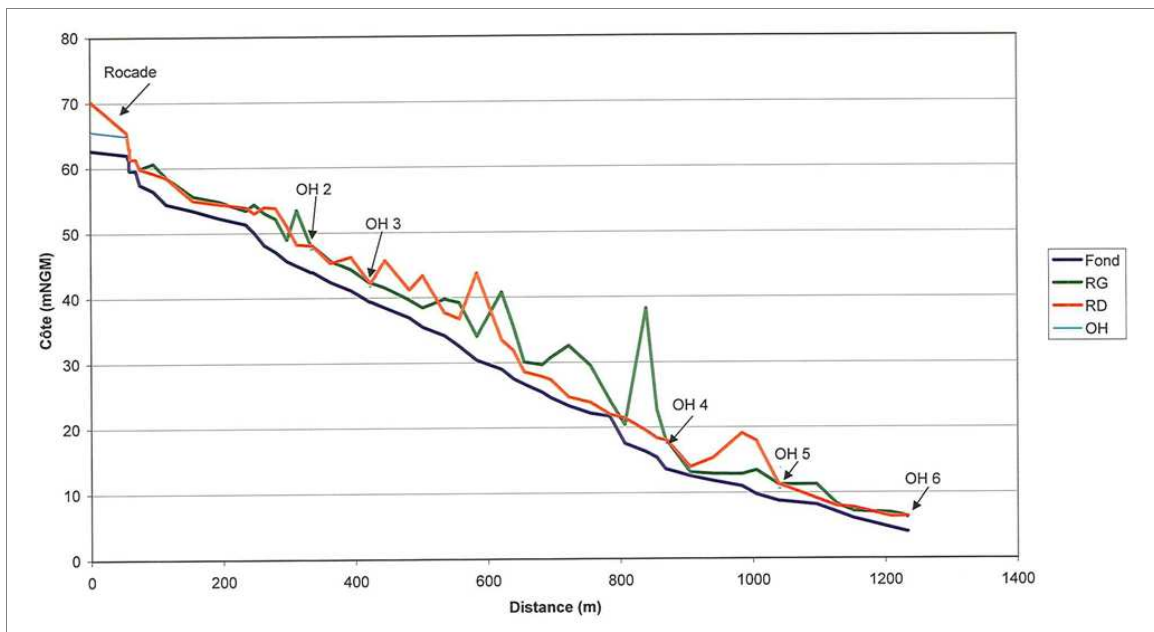
La détermination des caractéristiques du bassin versant résulte de l'exploitation du plan topographique à l'échelle du 1/10 000 et des photographies aériennes.

Le bassin versant de la RAVINE BOUILLE a été découpé en 5 sous bassins.

Les caractéristiques physiques du bassin versant sont répertoriées dans le tableau suivant :

Superficie (ha)	Longueur (m)	Pente (m/m) pondérée	Coefficient d'imperméabilisation
175.5	3 150	0.054	0.82





5.2.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles

L'étude hydraulique de la RAVINE BOUILLE réalisée en 2010 par Egis Eau - BCEOM (GRI / 85557V).

Les études suivantes ont également été recueillies :

- Aménagement de la ravine BOUILLE à FORT de FRANCE, 1^{ère} phase : propositions d'aménagement – DDE MARTINIQUE – BCEOM – 1982,

- Aménagement de la ravine BOUILLE à FORT de FRANCE, Avant Projet Sommaire – DDE MARTINIQUE – BCEOM – 1983,
- Aménagement de la ravine BOUILLE à FORT de France, Etude d'impact – DDE MARTINIQUE – BCEOM -1983,
- Ravine BOUILLE amont – Etude hydraulique complémentaire – Entreprise Nord France – BCEOM - 1987,
- Ravine BOUILLE amont – Canalisation – Voie de desserte – Rapport hydraulique – DDE MARTINIQUE – BCEOM – 1988,
- Aménagement de la ravine BOUILLE – Canalisation – Voie de desserte – 3^{ème} tronçon – Avant Projet Sommaire – DDE MARTINIQUE – 1989.

5.2.3 Méthodes mobilisées pour le TRI

Pour les trois scénarii retenus, les méthodes suivantes ont été appliquées.

5.2.3.1 Estimation des débits

Les débits centennaux et décennaux proviennent de la base de données Shypre :

Le débit 1000 ans est estimé par la formule : $Q_{1000} = 1.8 \times Q_{100}$

5.2.3.2 Modèle hydraulique

■ Description

Le modèle proposé est un modèle d'écoulements en régime transitoire multidirectionnel : modèle à casiers **STREAM**.

Ce modèle dit « modèle à casiers » décrit fidèlement le lit mineur et le champ d'inondation à l'aide d'un découpage fin de l'espace.

Le principe de base de cette modélisation, est, en effet de ne pas imposer à priori « une grille » de représentation de l'espace, mais au contraire d'épouser la réalité des écoulements.

Les casiers sont ainsi délimités en fonction des axes structurant les flux (lits et chenaux, endiguements, déversoirs...) et des sections les plus représentatives des conditions d'écoulement (profils en travers, singularités,...).

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

Ce modèle est donc particulièrement bien adapté à la modélisation des phénomènes hydrauliques complexes rencontrés sur le secteur, endiguements, champs d'expansion vastes et hétérogènes, écoulements maillés ou multidirectionnels, réseau hydrographique complexe.

■ Etendue géographique du modèle

Le modèle s'étend entre l'aval de la rocade et la baie du Carénage, soit sur un linéaire de près de 2 km.

Il est composé de 167 casiers.

■ Données du modèle

Les données nécessaires à la construction du modèle sont :

- **les données topologiques** : qui définissent la structure du modèle (repérage et disposition des casiers, nature des liaisons entre casiers et avec l'extérieur).

- **les données topographiques** : ce sont les profils des interfaces de casiers et les lois de remplissage de ces casiers, les ouvrages et les singularités hydrauliques et notamment les digues.
- **les conditions aux limites** : il s'agit des conditions hydrologiques amont liées aux débits et hydrogrammes de crue résultant des investigations hydrologiques et des conditions d'écoulement aval.

- Les données topologiques

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

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

On distingue :

- les profils en travers aux interfaces de casiers,
- les lois de remplissage des casiers,
- les ouvrages et singularités hydrauliques.

Les profils en travers aux interfaces de casiers sont obtenus à partir des données topographiques (cf. Etude hydraulique de la ravine Bouille, 2010)

Les lois de remplissage des casiers sont calculées automatiquement par le MNT.

Les ouvrages et singularités :

Il s'agit en général de digues, de remblais ou de seuils.

Les données nécessaires sont la largeur, les cotes d'arase et un coefficient de perte de charge singulière.

On distingue :

- les ouvrages situés en lit mineur :
 - les ponts et ouvrages de franchissement,
 - les seuils,
 - les digues longitudinales ou déversoirs
- les ouvrages situés en remblai dans le champ d'inondation.

- Les conditions aux limites

Les conditions aux limites amont sont constituées par les hydrogrammes déterminés dans le cadre de l'étude hydrologique (cf. étude hydraulique de la ravine bouille, 2010).

Les conditions aux limites aval sont constituées par les niveaux marins.

Différents tests ont été réalisés pour analyser l'incidence du niveau marin.

Trois niveaux ont été étudiés :

- 0.00 m NGM correspond à un niveau normal,
- 0.50 m NGM correspond à un niveau courant (Q10),
- 1.20 m NGM correspond à un niveau rare (Q100 et Q1000).

- Calage des résultats

Les calculs hydrauliques ont été calés sur l'emprise de la zone inondable pour la crue centennale du PPR.

Le paramètre de calage est le coefficient de rugosité.

En l'absence d'informations précises sur le déroulement d'une crue historique, le modèle a été calé sur la base de nos observations de terrain.

5.3 Rivière Monsieur

5.3.1 Principales caractéristiques du bassin versant

La rivière Monsieur prend sa source dans le massif des Pitons au village de Colson à 650m. Elle est formée par deux bras qui perdent très vite de l'altitude pour se réunir à la cote 260m après 2,5 km de cours. En moins de 4 km elle est déjà descendue à 185 m son bassin est de 5,1 km² et l'altitude moyenne de son bassin de 400 m environ. Elle reçoit en rive droite l'affluent de Rivière l'Or, et qui draine une superficie de 1,45 km².

A partir du confluent avec la rivière l'or, la rivière Monsieur coule vers le sud. Elle dessine de larges boucles et sa pente d'ensemble est assez régulière vers la mer.

De la cote 185 à la mer le bassin s'étire sur 8 km et sa largeur n'est que de 1,5 km en moyenne. La rivière reçoit de nombreux petits affluents, les deux plus importants d'entre eux, celui du Quartier l'Hermitage et celui dit « Rivière Plateau ».

A l'embouchure de la rivière dans la baie de Fort de France le bassin versant de la Rivière Monsieur représente une superficie de 18 km².

5.3.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles

L'étude antérieure référencée est l'Aménagement de la rivière Monsieur entre l'autoroute et le lotissement l'Esperance réalisée par BCEOM en 1991 pour la Ville de Fort de France.

5.3.3 Méthodes mobilisées pour le TRI

Pour les trois scénarii retenus, les méthodes suivantes ont été appliquées afin de :

- Estimer les débits des crues
- Evaluer les hauteurs d'eau ainsi que les vitesses pour chaque évènement
- Etablir un zonage des zones inondées par classe de hauteur d'eau.

5.3.3.1 Estimation des débits

Les débits centennaux et décennaux proviennent de la base de données Shypre :

Le débit 1000 ans est estimé par la formule : $Q_{1000} = 1.8 \times Q_{100}$

Le tableau suivant présente les débits retenus :

	Q10 (m ³)/s	Q100 (m ³)/s	Q1000 (m ³)/s
En amont de la zone d'étude	115	204	367
A l'embouchure	139	246	443

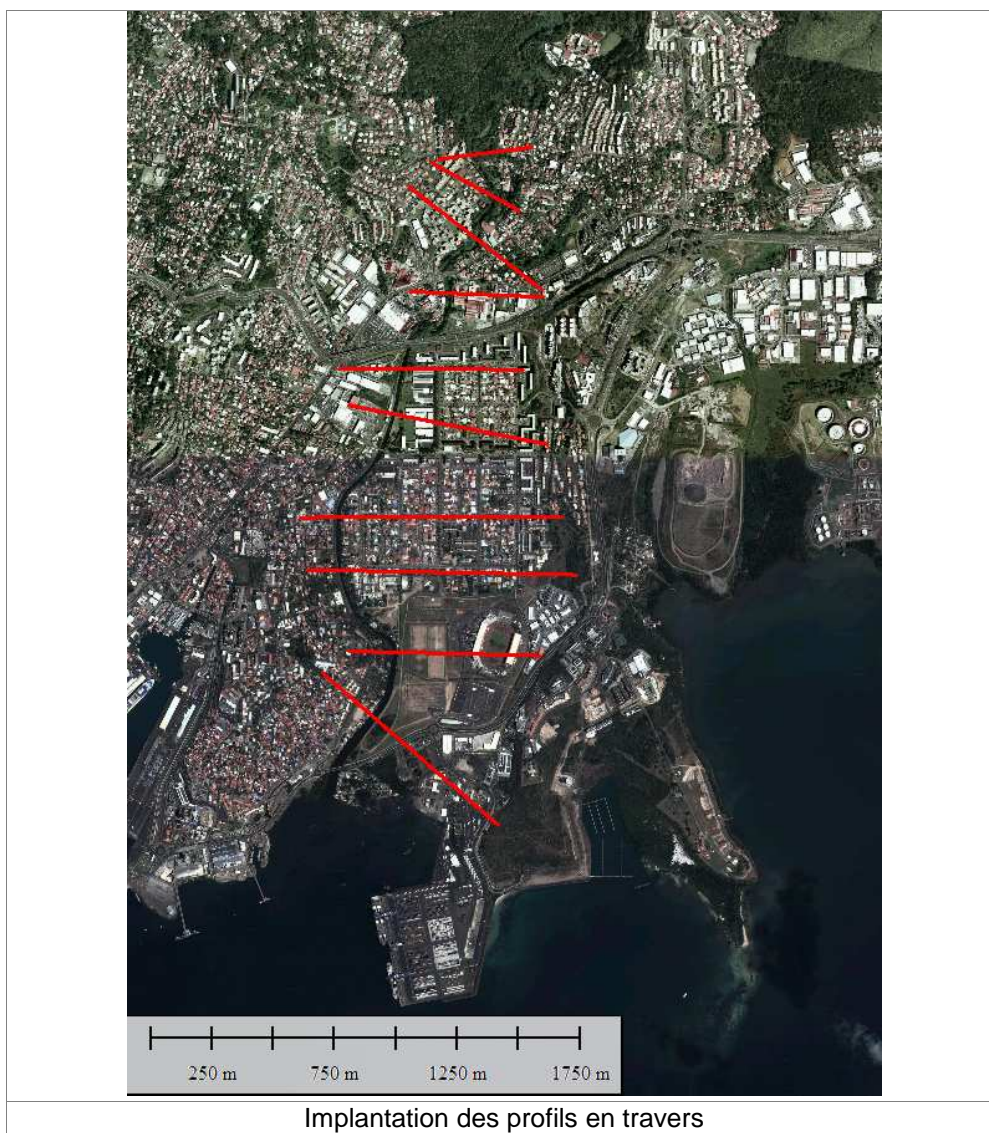
5.3.3.2 Calculs hydrauliques

■ Données utilisées

Les profils en travers de la Rivière (lit mineur et majeur) sont réalisés à partir du MNT (Litho 3D).

Les données topographiques utilisées sont issues du MNT réalisé à partir du Litto3D de la zone d'étude. La précision du MNT est de 1m.

La carte suivante détaille l'implantation des 10 profils en travers.



■ Estimation des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulements

On utilise la formule de Manning-Strickler pour estimer les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulements à partir des profils en travers des cours d'eau et des débits de pointe des événements décennal, centennal et millénaire. La formule utilisée est la suivante :

$$Q_{cap} = K \times S \times R_h^{2/3} \times \sqrt{p}$$

avec

Q_{cap} : débit capable en m^3/s ,

K : coefficient de rugosité

R_h : rayon hydraulique en m,

S section mouillée en m^2 .

■ Calage des résultats

Les calculs hydrauliques ont été calés sur l'emprise de la zone inondable pour la crue centennale du PPR 2012 de Fort de France.

Le paramètre de calage est le coefficient de rugosité.

Une interprétation manuelle des résultats obtenus assure une cohérence des cartes de zones inondables par cours d'eau.

5.3.3.3 Cartographie des zones inondables

Les résultats issus de la méthode de calculs hydrauliques Manning Strickler (basés sur des profils en travers) sont traités afin de définir les zones inondables.

La méthode utilisée pour définir l'emprise des zones inondées pour chaque classe de hauteur d'eau est la suivante :

- Réalisation d'un MNT de hauteur d'eau à partir des résultats des calculs hydrauliques au droit des profils
- Evaluation des zones inondables et de leurs hauteurs d'eau via la comparaison des deux MNT, de hauteur d'eau et de la Litho 3D.

Les vitesses sont représentées à l'aide de flèches au droit des profils. Elles indiquent le sens d'écoulement ainsi que la classe de vitesse (jaune, orange et rouge).

Sont ainsi cartographiés les zones inondables par classe de hauteur d'eau et les vitesses d'écoulement pour les évènements décennal, centennal et millénal.

5.4 Rivière La Jambette

5.4.1 Synthèse des études antérieures et données disponibles

L'étude antérieure référencée est l'étude de faisabilité pour l'aménagement de la ravine Jambette et de ses abords -ville de fort de France (1988) réalisée par BCEOM.

5.4.2 Méthodes mobilisées pour le TRI

Pour les trois scénarii retenus, les méthodes suivantes ont été appliquées.

5.4.2.1 Estimation des débits

Les débits centennaux et décennaux proviennent de la base de données Shypre :

Le débit 1000 ans est estimé par la formule : $Q_{1000} = 1.8 \times Q_{100}$

Le tableau suivant présente les débits retenus :

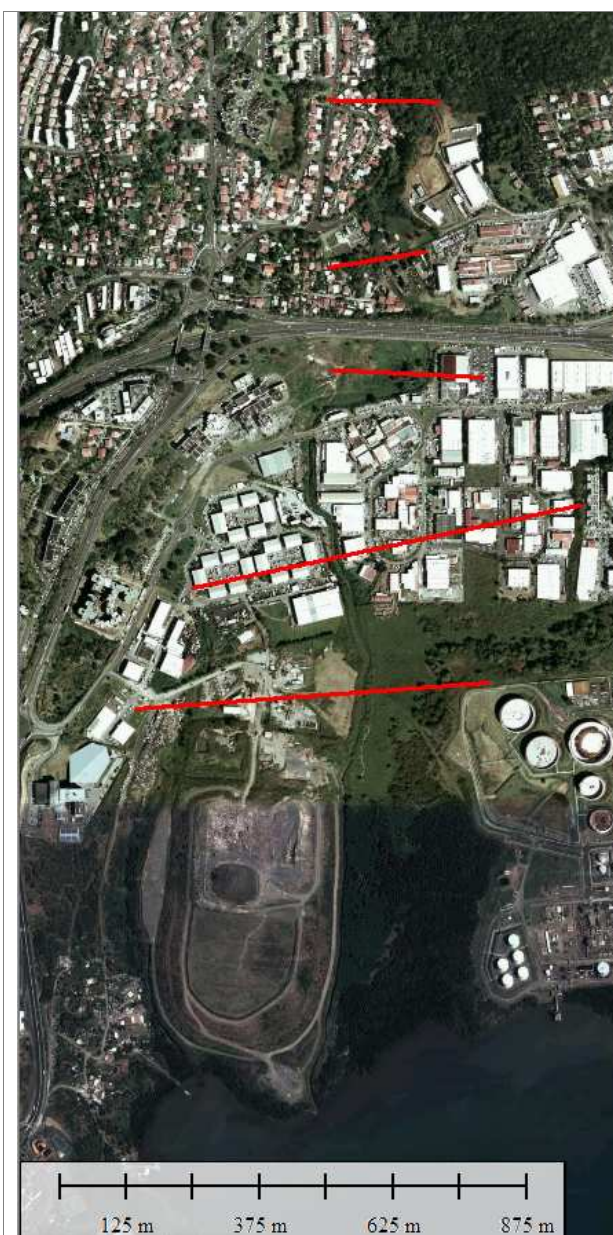
	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q1000 (m ³ /s)
A l'embouchure	62	111	200

5.4.2.2 Calculs hydrauliques

■ Données utilisées

Les données topographiques utilisées sont issues du MNT réalisé à partir du Litto3D de la zone d'étude. La précision du MNT est de 1m.

La carte suivante détaille l'implantation des 5 profils en travers.



Implantation des profils

- Estimation des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulements

On utilise la formule de Manning-Strickler pour estimer la hauteur d'eau à partir des profils en travers des cours d'eau et des débits de pointe des événements décennal, centennal et millénal.

Les profils en travers de la Rivière (lit mineur et majeur) sont réalisés à partir du MNT.

La formule utilisée est la suivante :

$$Q_{cap} = K \times S \times R_h^{2/3} \times \sqrt{p}$$

avec

Q_{cap} : débit capable en m^3/s ,

K : coefficient de rugosité

R_h : rayon hydraulique en m,

S section mouillée en m^2 .

- Calage des résultats

Les calculs hydrauliques ont été calés sur l'emprise de la zone inondable pour la crue centennale du PPR 2012 de Fort de France.

Les paramètres de calage sont le coefficient de rugosité et la pente de la section.

5.4.2.3 Cartographie des zones inondables

Les résultats issus de la méthode de calculs hydrauliques Manning Strickler (basés sur des profils en travers) sont traités afin de définir les zones inondables.

La méthode utilisée pour définir l'emprise des zones inondées pour chaque classe de hauteur d'eau est la suivante :

- Réalisation d'un MNT de hauteur d'eau à partir des résultats des calculs hydrauliques au droit des profils
- Evaluation des zones inondables et de leurs hauteurs d'eau via la comparaison des deux MNT, de hauteur d'eau et de la Litho 3D.

Les vitesses sont représentées à l'aide de flèches au droit des profils. Elles indiquent le sens d'écoulement ainsi que la classe de vitesse (jaune, orange et rouge).

Sont ainsi cartographiés les zones inondables par classe de hauteur d'eau et les vitesses d'écoulement pour les événements décennal, centennal et millénal.

5.5 Rivière Gondeau

5.5.1 Principales caractéristiques du bassin versant

5.5.1.1 Caractéristiques physiques du bassin versant

Autrefois nommée rivière Acajou, elle prend naissance à Gondeau St Joseph. Après la traversée des quartiers Gondeau et Acajou, elle se jette dans la mer des Caraïbes au niveau du

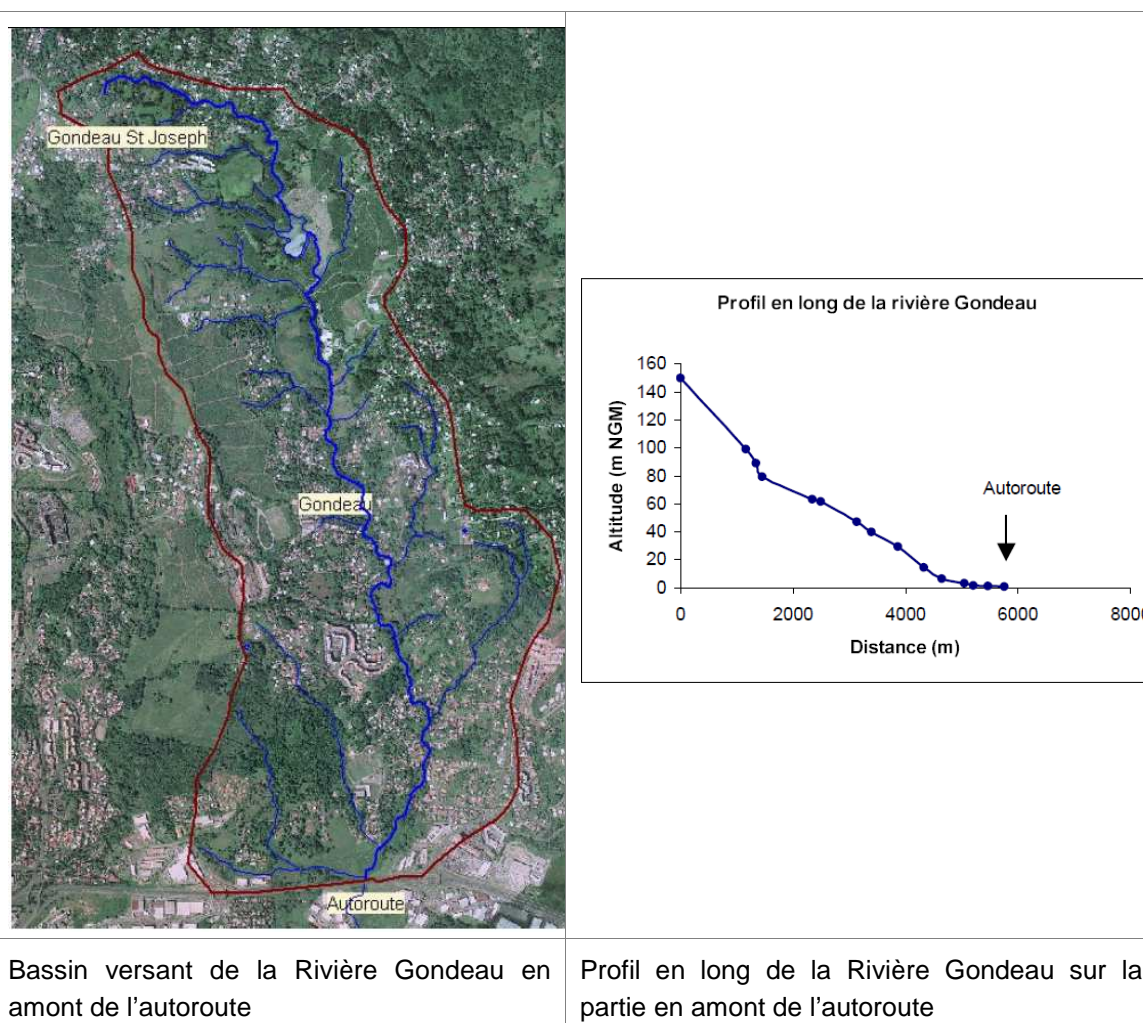
Cohé du Lamentin, entre la zone industrielle de Californie et la zone industrielle des Mangles, ce qui représente un parcours d'environ 6 km.

Son bassin versant, d'environ 5 km², est principalement situé sur la Commune du Lamentin, seul l'amont concerne une partie du territoire de la Commune de Saint Joseph. Son lit est essentiellement orienté Nord-Sud. Le chevelu hydrographique est peu important, les affluents de la rivière n'étant pas nommés.

La rivière est plutôt encaissée dans sa partie amont, mais s'efface dès l'amont de l'autoroute dans une plaine, pour aboutir dans la mangrove en étant très peu marquée.

Les caractéristiques hydrologiques principales sont résumées dans le tableau suivant :

Surface du bassin versant (km ²)	Longueur hydraulique (km)	Pente pondérée (%)	Communes traversées
5.3	6	1.5	Le Lamentin et St Joseph



5.5.1.2 Historique des inondations

A l'heure actuelle, la rivière Gondeau n'est pas équipée de station hydrométrique. Aucun historique fiable des inondations n'est donc disponible.

Les seules données qui ont pu être récupérées sont des photos de la Gondeau en crue au droit de la zone d'étude. Cela ne permet certes pas de donner d'estimation de débit mais cela donne des indications sur le fonctionnement hydraulique actuel de la rivière lors d'épisodes de crue.

Les photos suivantes ont été prises lors de la crue du 29/04/11. Cette crue est considérée comme importante pour la rivière Gondeau (plus importante que mai 2009).



Des débordements importants ont lieu en rive gauche de la rivière. En rive droite, l'expansion de la crue est contenue par le remblai de la Zone Industrielle Acajou-Californie.

Ces observations sont cohérentes avec la cartographie du PPRi. Elles montrent l'intérêt d'une digue afin de protéger les futurs enjeux (Décathlon, extension M. Bricolage) qui sont situés dans la zone inondable.

5.5.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles

Les études antérieures de référence sont :

- Etude hydraulique de la rivière Gondeau en amont de l'autoroute sur le secteur Basse Gondeau réalisée par Egis Eau en 2011
- L'étude de danger pour l'aménagement en aval de l'autoroute réalisée en 2011 par Egis Eau.

5.5.3 Méthodes mobilisées pour le TRI

Pour les trois scénarii retenus, les méthodes suivantes ont été appliquées.

5.5.3.1 Estimation des débits

Les débits centennaux et décennaux proviennent de la base de données Shypre :

Le débit 1000 ans est estimé par la formule : $Q_{1000} = 1.8 \times Q_{100}$

Le tableau suivant présente les débits retenus :

	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q1000 (m ³ /s)
A l'embouchure	51	90	162

5.5.3.2 Calculs hydrauliques

■ Données utilisées

Les données topographiques utilisées sont issues du MNT réalisé à partir du Litto3D de la zone d'étude. La précision du MNT est de 1m.

■ Estimation des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulements

On utilise la formule de Manning-Strickler pour estimer la hauteur d'eau à partir des profils en travers des cours d'eau et des débits de pointe des événements décennal, centennal et millénal.

Les profils en travers de la Rivière (lit mineur et majeur) sont réalisés à partir du MNT.

La formule utilisée est la suivante :

$$Q_{cap} = K \times S \times R_h^{2/3} \times \sqrt{p}$$

avec

Q_{cap} : débit capable en m³/s,

K : coefficient de rugosité

R_h : rayon hydraulique en m,

S section mouillée en m².

■ Calage des résultats

Les calculs hydrauliques ont été calés sur l'emprise de la zone inondable pour la crue centennale du PPR.

Le paramètre de calage est le coefficient de rugosité.

5.6 Rivière Longvilliers

5.6.1 Principales caractéristiques du bassin versant

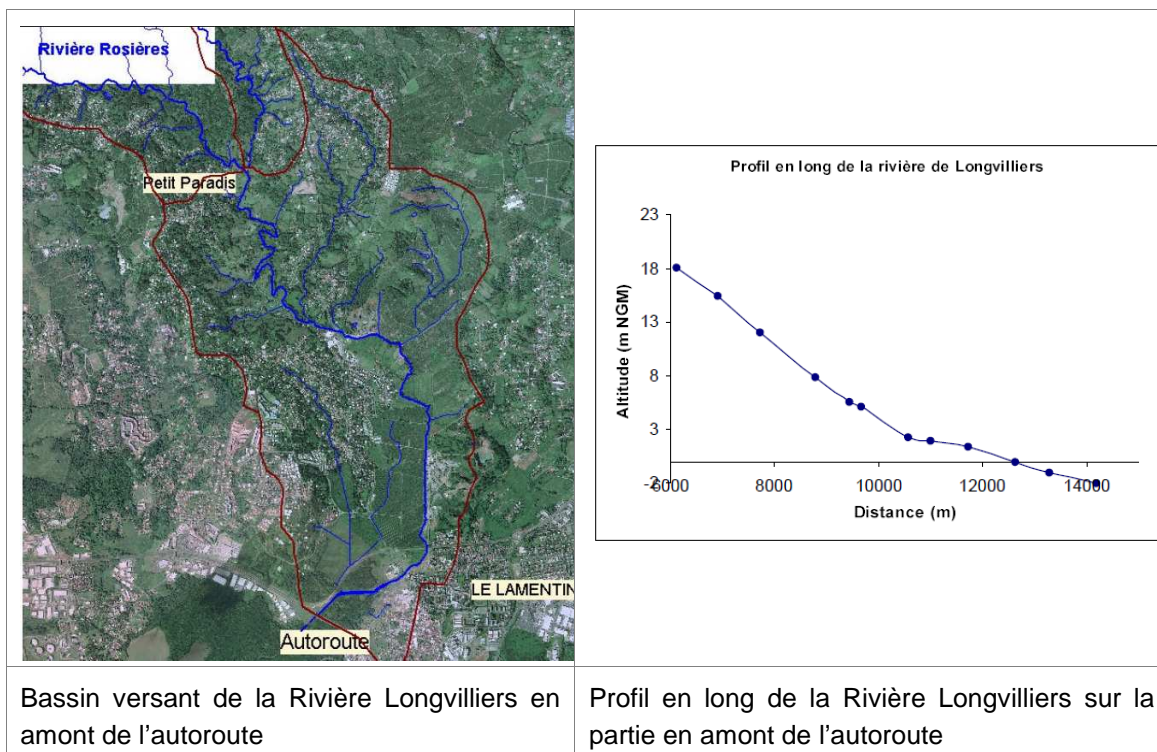
La rivière de Longvilliers longe les quartiers Palmiste, Jeanne d'Arc et Long Pré (où elle reçoit deux affluents importants en rive gauche, non nommés), puis devient le canal du Lamentin en aval de la RN1, où elle reçoit les apports des ravines Petit et Long Pré en rive droite.

Puis elle se jette dans la mer des Caraïbes au niveau du Cohé du Lamentin, entre la zone industrielle des Mangles et la zone industrielle de la Lézarde.

Son lit est relativement bien marqué en amont, mais fortement encombré. En aval de Long Pré, dans la plaine agricole (bananeraies essentiellement) et jusqu'au pont de la RN1, la rivière présente un lit réduit, quasi rectiligne, et fortement encombré. Puis, du pont de la RN1 au pont du Calebassier, le canal du Lamentin a été recalibré et une paroi moulée a été mise en place en rive gauche. En aval du pont et jusqu'à la mangrove, le canal est constitué d'un bras

principal côté Nord (le bras « créé », voir paragraphe suivant), et d'un bras secondaire côté Sud (l'ancien lit).

Surface du bassin versant (km ²)	Longueur hydraulique (km)	Pente pondérée (%)	Communes traversées
18.5	14	0.3	Le Lamentin et St Joseph



5.6.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles

La principale étude faisant référence est le schéma directeur de la Lézarde 2005

Cette étude comprend une modélisation hydraulique à casiers de type STREAM.

5.6.3 Méthodes mobilisées pour le TRI

Pour les trois scénarii retenus, les méthodes suivantes ont été appliquées.

5.6.3.1 Estimation des débits

Les débits centennaux et décennaux proviennent de la base de données Shypre :

Le débit 1000 ans est estimé par la formule : $Q_{1000} = 1.8 \times Q_{100}$

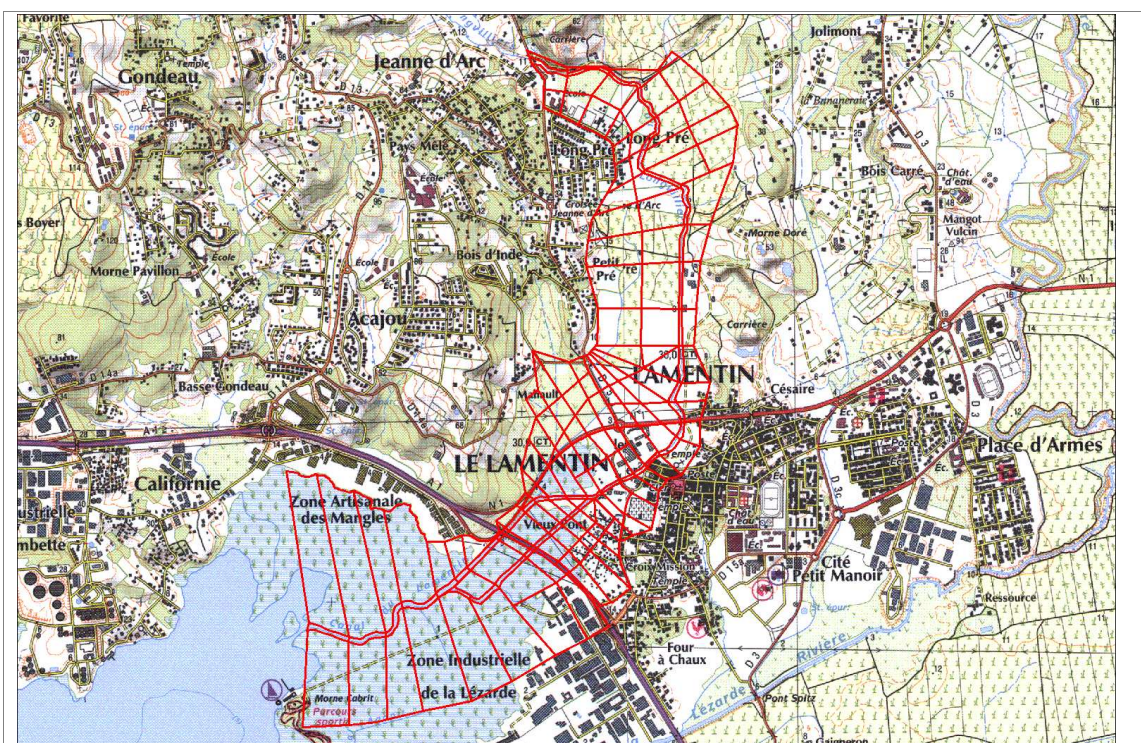
Le tableau suivant présente les débits retenus :

Débit de pointe (m ³ /s)		Q10	Q100	Q1000
Canal Lamentin	/	144	302	544
Longvilliers				
Affluent Long Pré		33	52	94

5.6.3.2 Modélisation hydraulique

■ Méthode

Un modèle STREAM (modèle à casiers) a été mis en œuvre lors de la réalisation du schéma directeur d'aménagement hydraulique des rivières du Lamentin en 2005.



Aperçu du modèle à casiers de la rivière Longvilliers

■ Données utilisées

Les données topographiques utilisées sont issues du MNT réalisé à partir du Litto3D de la zone d'étude. La précision du MNT est de 1m.

■ Calage des résultats

Les calculs hydrauliques ont été calés sur l'emprise de la zone inondable pour la crue centennale du PPR.

5.7 Canal Mamin

5.7.1 Principales caractéristiques du bassin versant

Le bassin versant du canal Mamin est situé sur la commune du Lamentin. Il s'étend du quartier de Long Bois, jusqu'à son exutoire dans la rivière la Lézarde, à hauteur du pont Spitz.

Dans l'approche hydrologique de cette étude, seul le bassin versant du canal Mamin situé en amont de la RN 1 sera considéré.

Concernant le bassin versant situé en aval de la RN 1, les résultats de la modélisation hydrologique réalisée pour le schéma directeur du Lamentin seront utilisés.

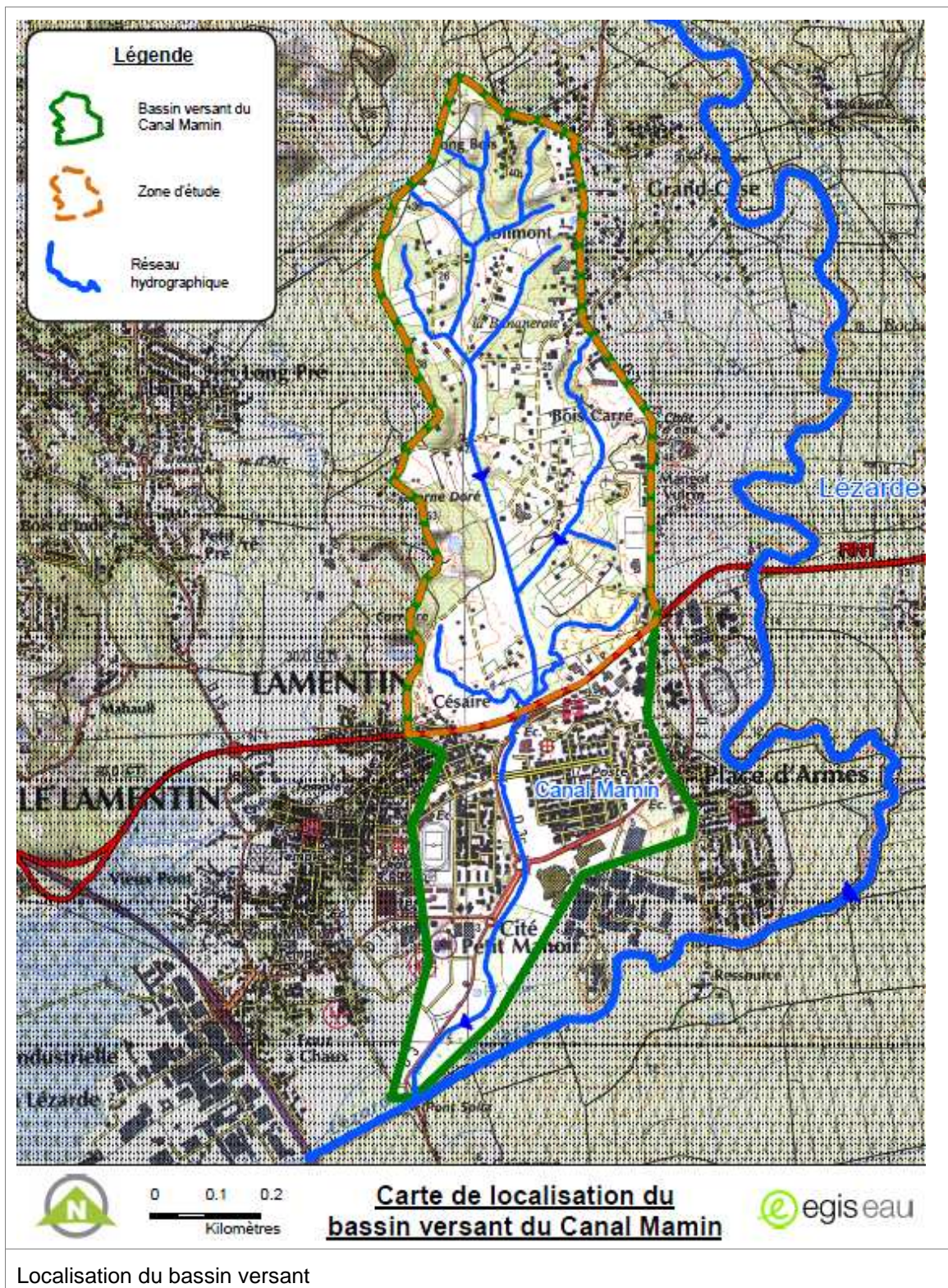
Une carte de localisation du bassin versant du canal Mamin est présentée sur la page suivante.

Cette carte met en évidence les réelles différences existantes entre le bassin versant du canal Mamin situé en amont de la RN 1 et celui situé en aval de celle-ci.

En amont de la RN 1, le canal Mamin reçoit de nombreux affluents. Les thalwegs sont nombreux et la pente prononcée. L'habitat diffus prédomine et de nombreuses zones naturelles ont été préservées.

En aval de la RN 1, le canal Mamin est canalisé et son bassin versant est fortement urbanisé.

La pente d'écoulement est faible sur ce tronçon.



5.7.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles

Les études antérieures de référence sont :

- Le Schéma directeur de la lézarde réalisée en 2005

- Etude de faisabilité en vue de l'implantation de retenues d'eau sur le bassin versant du canal Mamin réalisée en 2012 par Egis Eau.

5.7.3 Méthodes mobilisées pour le TRI

Pour les trois scénarii retenus, les méthodes hydrologiques et hydrauliques suivantes ont été appliquées.

5.7.3.1 Estimation des débits

Débit décennal et centennal

■ Méthode

Un modèle pluie-débit du bassin versant a été construit à l'aide du logiciel PCSWMM afin de calculer les hydrogrammes des différents sous-bassins versants.

■ Hypothèses

Les hypothèses de modélisation sont les suivantes :

- Relation pluie-débit de type Desbordes,
- Propagation de type onde dynamique,
- Exutoire libre.

L'ossature du modèle est présentée ci-contre.

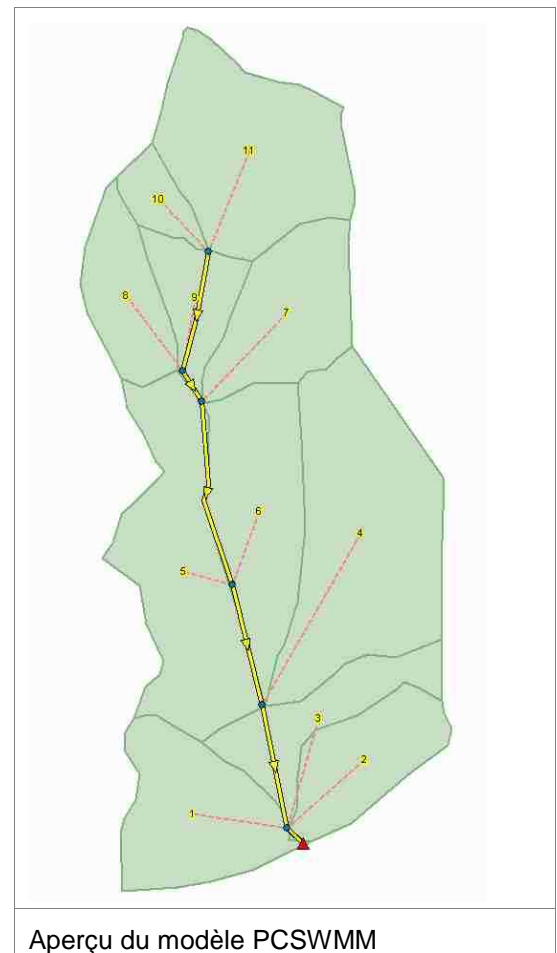
Les coefficients de ruissellement utilisés sont compris entre 0.4 et 0.65.

Ils varient en fonction de la période de retour afin de prendre en compte le phénomène de saturation en eau des sols. Les bassins versants étant globalement homogènes, un seul et même coefficient de ruissellement a été appliqué à l'ensemble des sous-bassins versants du Canal Mamin en amont de la RN 1.

■ Résultats

Les débits de pointe du canal Mamin en amont de la RN 1 sont les suivants:

- $70.3\text{m}^3/\text{s}$ pour un évènement centennal
- $34.2\text{ m}^3/\text{s}$ pour un évènement décennal.



Débit millénaire

- Méthode

Les débits centennaux et décennaux proviennent de la modélisation hydrologique.

Le débit 1000 ans est estimé par la formule : $Q_{1000} = 1.8 \times Q_{100}$

Le tableau suivant présente les débits retenus :

Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q1000 (m ³ /s)
34	70	126

5.7.3.2 Modélisation hydraulique

- Description

Le modèle choisi pour la modélisation des écoulements est le logiciel INFOWORKS RS.

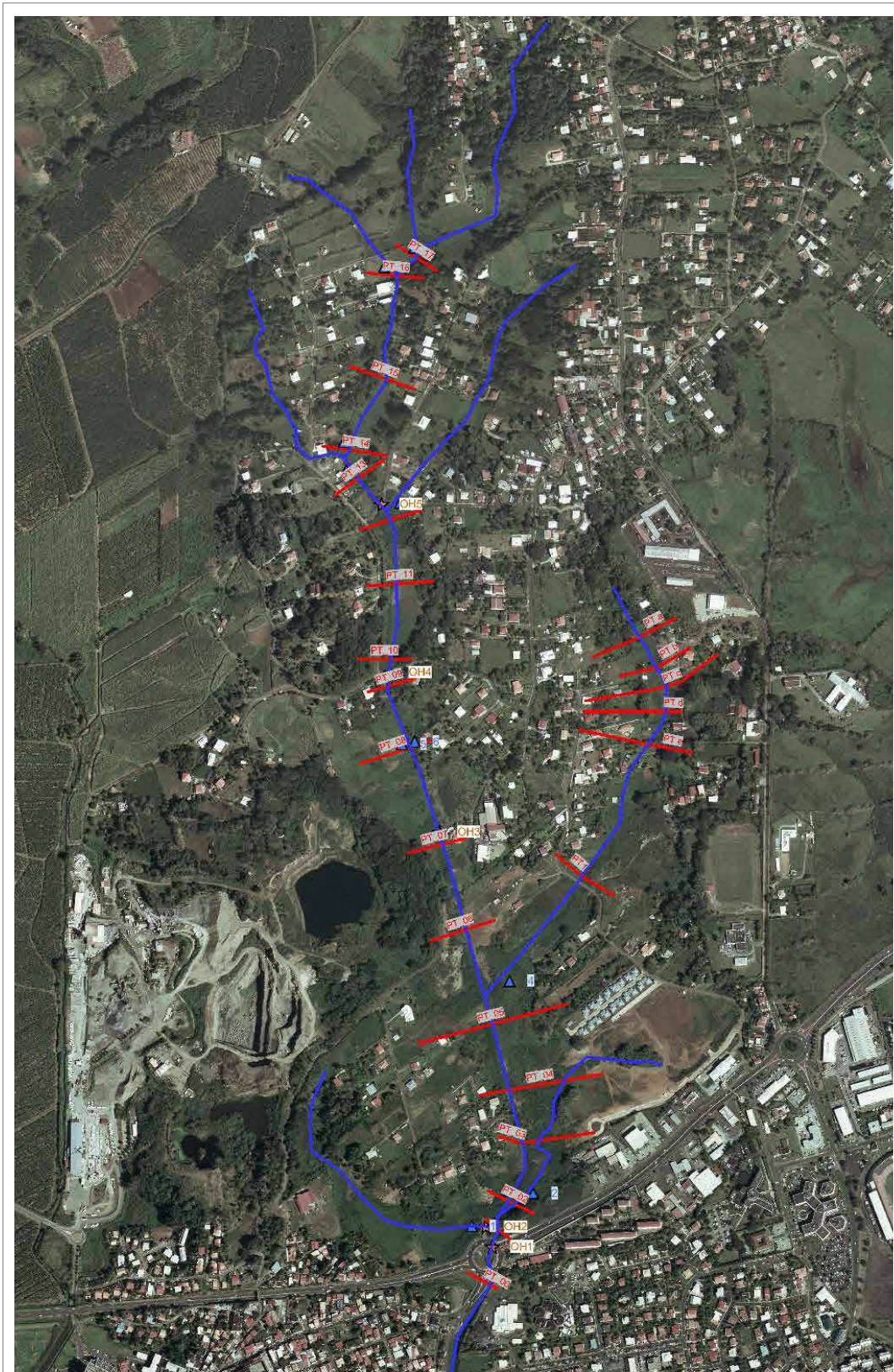
Le secteur modélisé comprend le ruisseau du canal Mamin depuis le pont situé au lieu-dit la Bananeraie en amont jusqu'à la route nationale RN1 en aval, soit 2.3km linéaires hors affluents.

Le modèle s'appuie sur les derniers levés topo réalisés en juillet 2012.

- Ossature du modèle

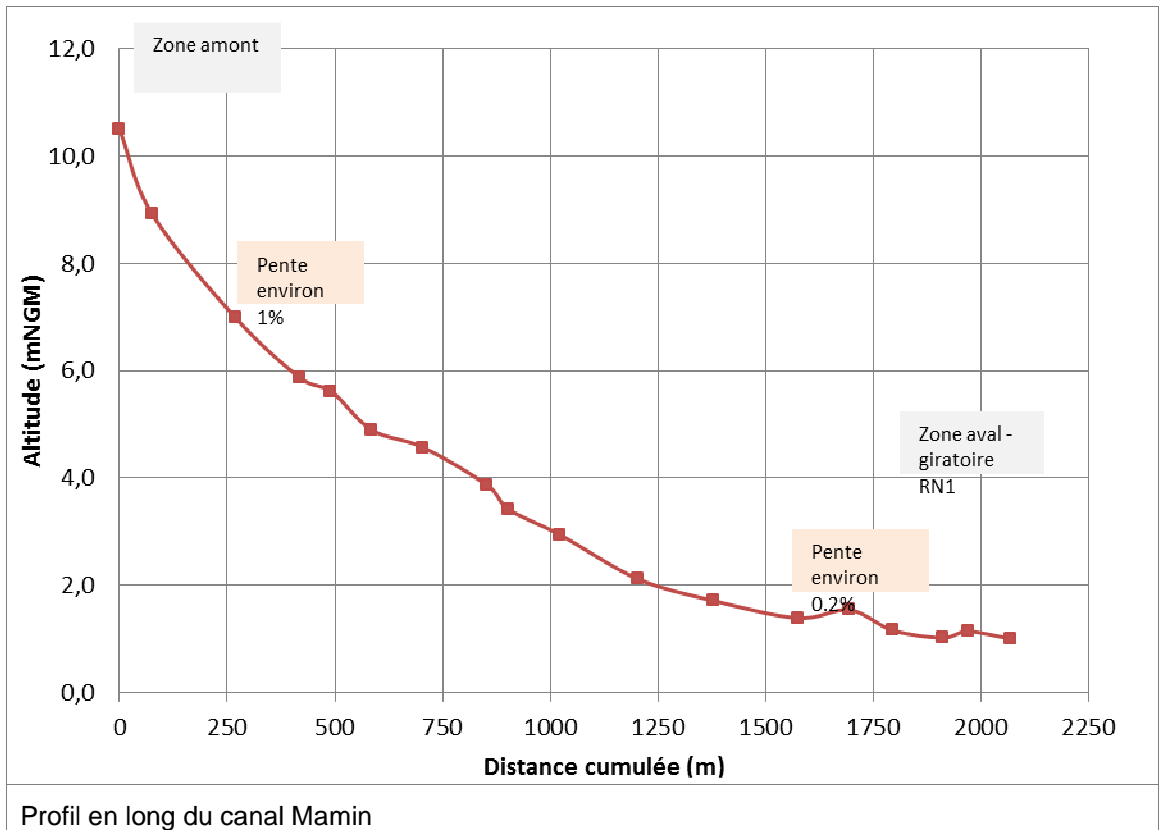
Le fichier topo récent a permis de définir 24 profils en travers positionnés à intervalle régulier pour l'ensemble du modèle. Le premier profil est situé au lieu-dit Jolimont, le dernier est placé juste à l'aval du giratoire de la RN1.

Le bassin versant global du canal Mamin a été découpé en 11 sous bassins versants. L'ossature du modèle, à savoir la position des profils en travers ainsi que les points d'injection des hydrogrammes des sous bassins versants est présentée dans le plan ci-après :



Structure du modèle Info Works

Le profil en long du canal Mamin présente une pente assez forte en amont, avec 2% pour le premier tronçon modélisé, puis sa pente diminue progressivement en descendant, avec autour de 0.2% quand on se rapproche de la RN1.



■ Calage des résultats

Les calculs hydrauliques ont été calés sur l'emprise de la zone inondable pour la crue centennale du PPR.

5.8 La Rivière Lézarde

5.8.1 Principales caractéristiques du bassin versant

La rivière Lézarde prend naissance sur la Commune de Gros Morne, au pied des Mornes du Lorrain et Bellevue, et rejoint la mer des Caraïbes au niveau du Cohé du Lamentin, entre la Z.I. de la Lézarde et l'aéroport.

Au niveau de la limite de Commune de Saint Joseph, elle a déjà parcouru 21km, essentiellement en zone naturelle (et d'habitat dispersé) dans un lit très encaissé, et a reçu les apports :

- de la petite Lézarde en rive gauche,
- de la rivière Rouge ou Pierre Denis, de la R. Claire et de la R. Blanche en rive droite.

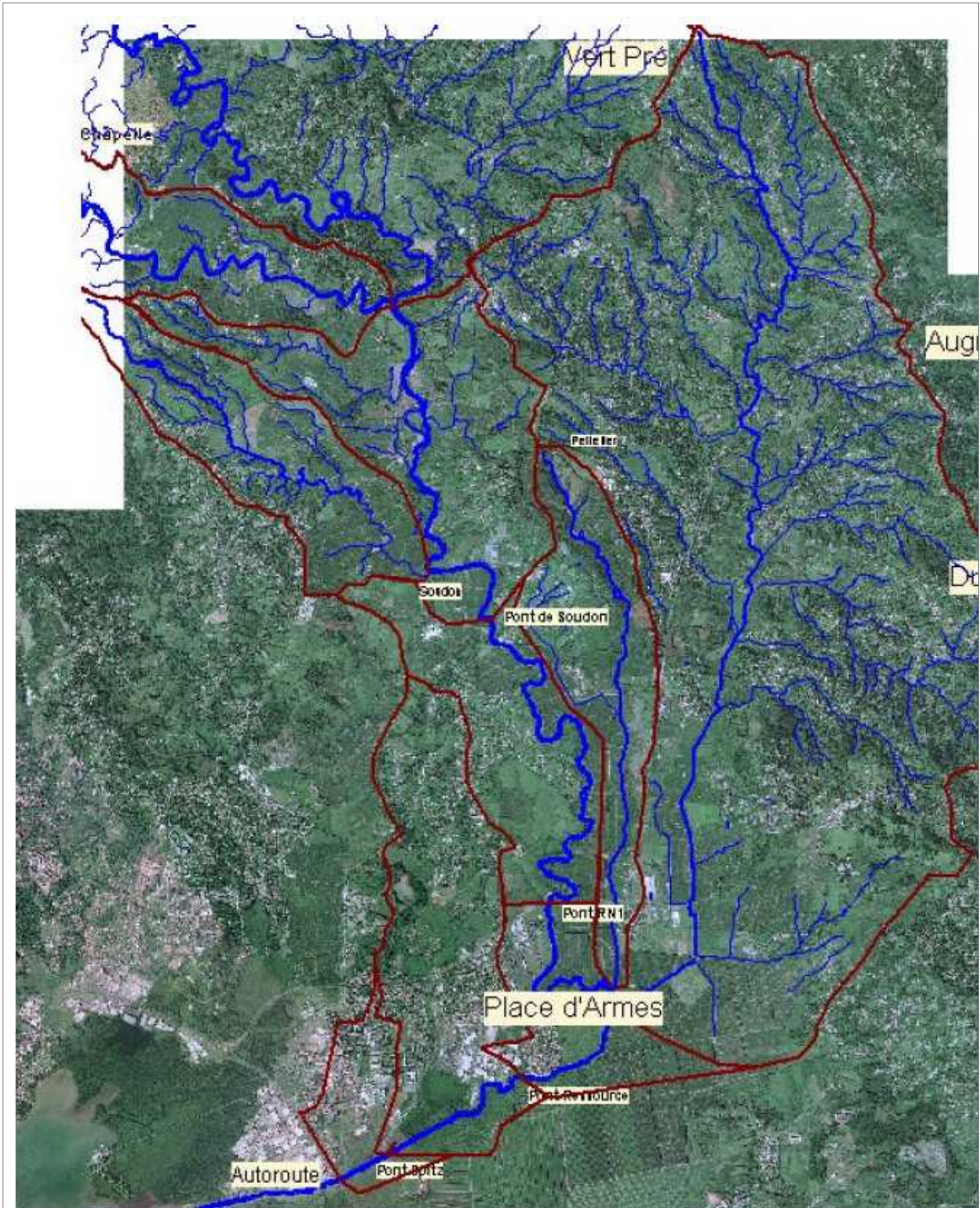
Avant de recevoir les apports de la rivière Blanche, la Lézarde draine déjà un bassin de 35 km², supérieur à celui de la rivière de Longvilliers. En réalité, la rivière Blanche effectue un parcours plus long et pentu que la Lézarde jusqu'à leur confluence (respectivement 20 km et 2.3%, et 18 km et 1.5%), puisqu'elle naît sous les Pitons du Carbet sur les Communes de Schoelcher et Fond St Denis à plus de 1000 m NGM.

Ses principaux affluents sont, d'amont en aval :

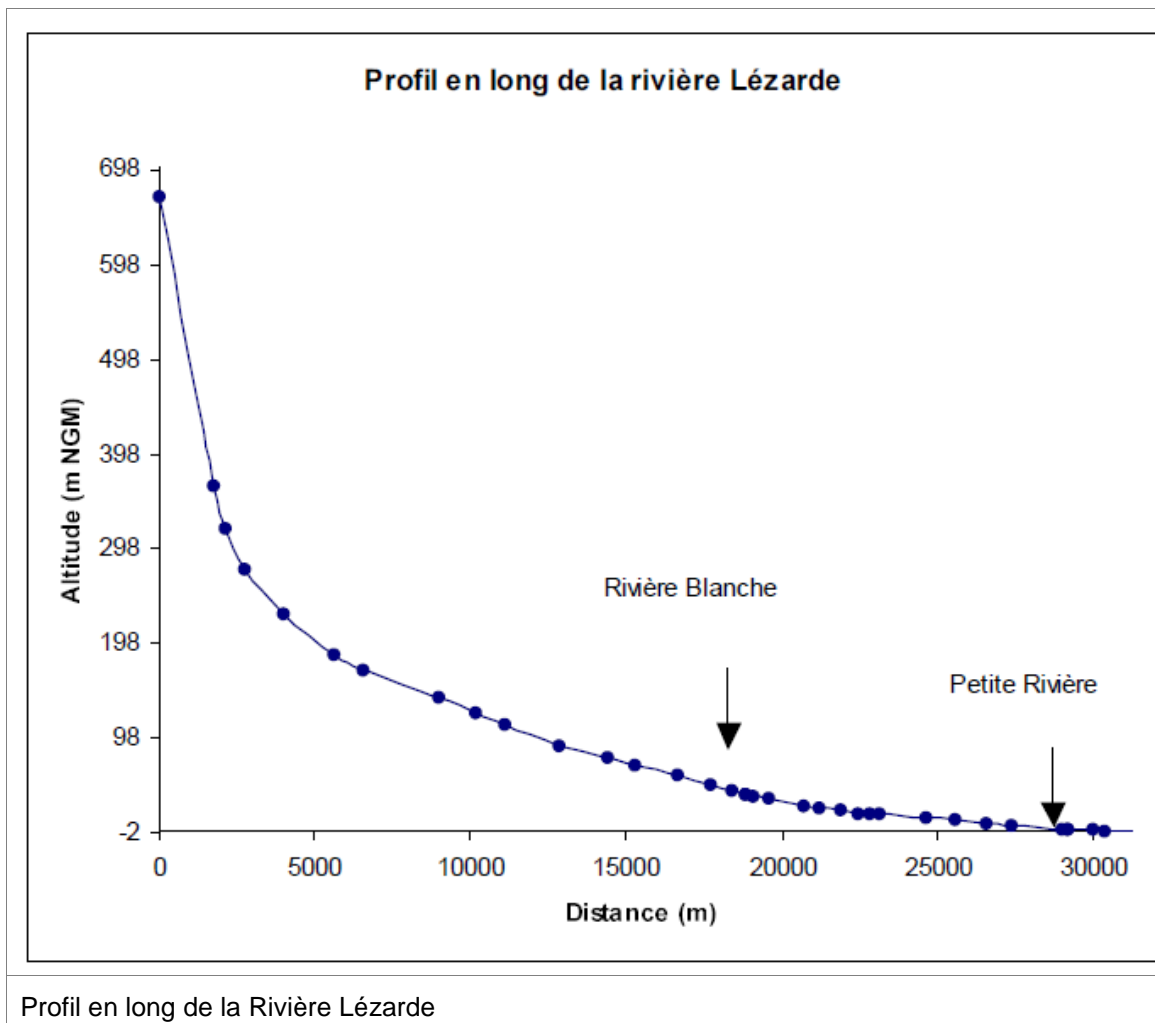
- la ravine Sévère, la ravine Cadoré, la ravine Mahots, la ravine Coralie et la rivière Goureau en rive droite,
- la ravine Deux Soeurs, la rivière Fond Choux, la ravine Marie Alice, la ravine Lauriers, la Grosse Ravine et la Rivière Rouge en rive gauche.

Si ces deux rivières sont de véritables torrents en amont, elles deviennent rapidement des rivières torrentielles puis des rivières à méandres, avec des faciès diversifiés.

La pente pondérée de la Rivière Lézarde est de 0.5% ; elle pouvait s'élever jusqu'à 18% en amont, mais s'abaisse à 0 en aval.



Bassin versant de la Lézarde aval



5.8.2 Synthèse des études antérieures et données disponibles

Les principales études faisant référence sont :

- Le schéma directeur de la Lézarde 2005
- L'étude pour l'aménagement de la section Pont de l'A1 de la Lézarde / Echangeur de l'Aéroport pour le passage du TCSP réalisée en 2012 par Egis Eau.

Ces études comprennent un modèle hydraulique 2D.

5.8.3 Méthodes mobilisées pour le TRI

Pour les trois scénarii retenus, les méthodes suivantes ont été appliquées.

5.8.3.1 Estimation des débits

Les débits centennaux et décennaux proviennent de la base de données Shypre :

Le débit 1000 ans est estimé par la formule : $Q_{1000} = 1.8 \times Q_{100}$

Le tableau suivant présente les débits retenus :

Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q1000 (m ³ /s)
445	762	1372

5.8.3.2 Modélisation hydraulique

Le modèle hydraulique 2D monté pour les études antérieures (2005 et 2012) a été repris.

Construction du modèle hydraulique bidimensionnel

- Etendue du modèle hydraulique

Le modèle hydraulique s'étend sur 6 km depuis la RN 1 en amont jusqu'à l'aéroport du Lamentin et le débouché en mer en aval.

Le modèle est plus large que la zone d'étude du TCSP de façon à représenter correctement les écoulements au droit de l'autoroute A1 et de l'aéroport du Lamentin.

Compte tenu de la précision souhaitée, la taille moyenne des mailles du lit majeur est de 30m.

L'ensemble des endiguements et des remblais identifiés est pris en compte.

- Données topographiques et bathymétriques

Les données de base de construction des modèles sont constituées par les données topographiques, du terrain naturel et des cours d'eau modélisés.

Les données utilisées sont les suivantes :

- les profils en travers des cours d'eau
- les ouvrages (ponts...) et singularités hydrauliques
- le Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la zone d'étude

Les profils en travers utilisés pour la construction du modèle hydraulique ont été levés en mai 2012 par le groupement de cabinets de géomètre FUCHS – A.T.E – GUELLE – MODALE.

Quelques profils en travers de la Lézarde et du Canal Mamin ont été levés en novembre 2010 par le cabinet de géomètre FUCHS.

Le MNT de la zone étudiée a été fourni par le Conseil Général de la Martinique et provient de la donnée LITO3D réalisée par l'IGN en 2010. Il est représenté sur la figure suivante.

Le fait de disposer, pour cette étude, de données topographiques récentes et d'un MNT sur l'ensemble des zones inondables est un gage de fiabilité pour les résultats de la modélisation hydraulique.

- Conditions aux limites amont

Les conditions aux limites du modèle sont constituées par les hydrogrammes de crue de projet injectés en amont de chacun des cours d'eau.

- Conditions aux limites aval

Les conditions aux limites aval utilisées dans le cadre du schéma 2005 augmentées de 20cm ont été reprises :

- Pour les crues de période de retour 2 et 10 ans Zaval = 0.50 m NGM
- Pour les crues de période de retour 30 et 50 ans Zaval = 0.90 m NGM
- Pour la crue de période de retour 100 ans Zaval = 1.20 m NGM

Cette rehausse de 20cm permet de prendre en compte les conséquences d'un réchauffement climatique à court terme. Elle est issue :

- De la réunion du 24/07/12 avec la DEAL précisant la nécessité de prendre en compte un réchauffement à court terme dans le dimensionnement des ouvrages ;
- De la circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les PPR ;
- Des documents du PPRN en cours de révision.

Une hauteur normale calculée par le logiciel en fonction du débit sortant est imposée en aval de la rivière Caleçon.

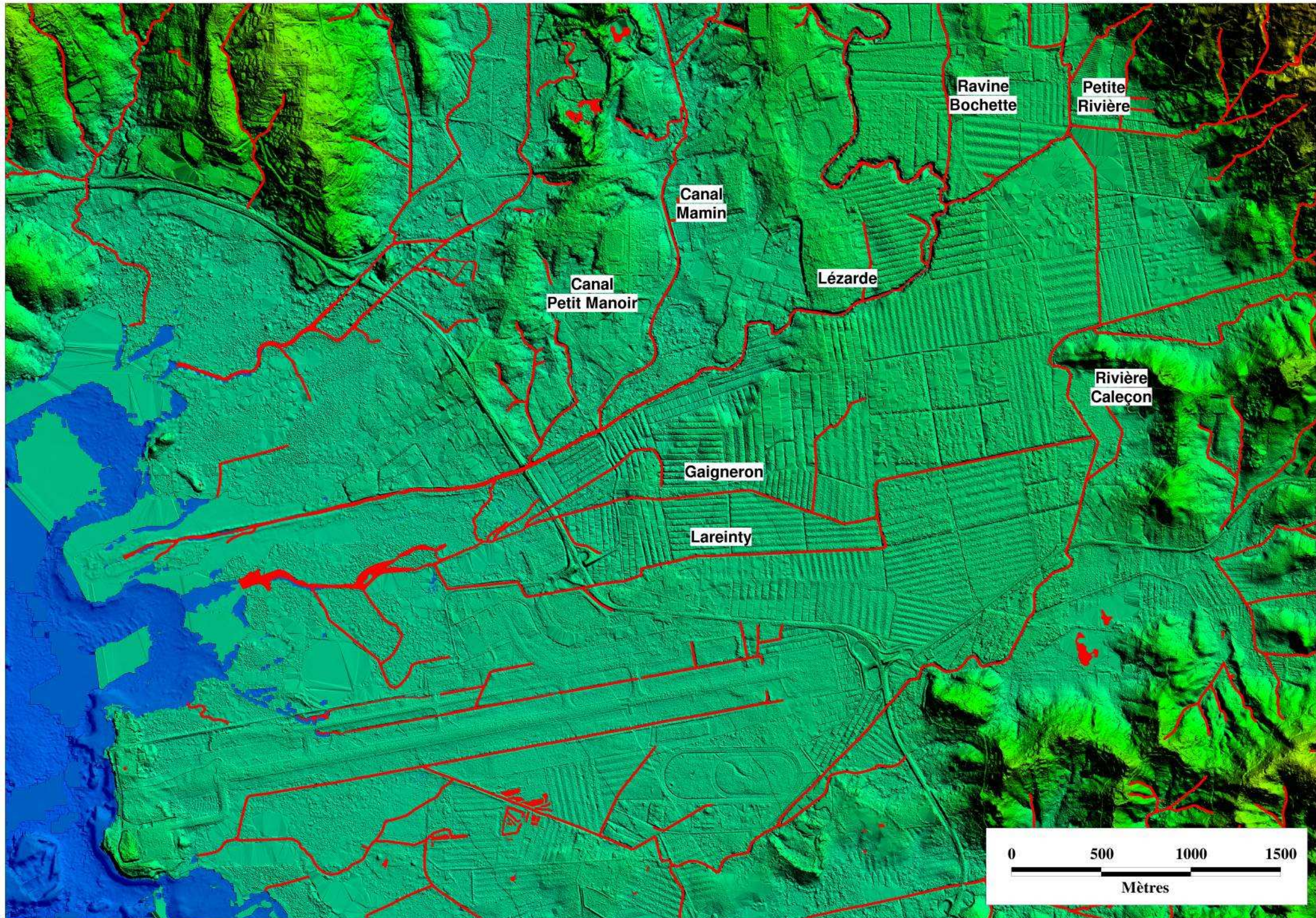
■ Coefficients de frottement et de perte de charge

Les coefficients de Strickler (rugosité) et les coefficients de perte de charge des ouvrages ont été fixés à partir des données du modèle de la Lézarde du schéma 2005 puis ajustés en fonction des observations de terrain faite début 2012 (état de la végétation, état du lit mineur, état des ouvrages...).

Les coefficients de Strickler retenus varient de 8 à 10 en lit majeur et de 15 à 25 en lit mineur.

■ Ouvrages

Tous les ouvrages, essentiellement des ponts, ont été intégrés au modèle, sur la base des levés topographiques. Sont pris en compte : la géométrie de l'ouvrage, les pertes de charges, la possibilité de surverse.



Modèle Numérique de Terrain (MNT) du secteur d'étude avec le réseau hydrographique (en rouge)

Calage du modèle par rapport à la crue de mai 2009

Source : « Cartographie des zones inondées dans les bourgs impactés (Côté Atlantique et Centre Martinique) par l'épisode pluvieux du 5 mai 2009 », BRGM, janvier 2010.

Les cumuls de pluie sur 24 heures dépassent ceux de l'ouragan DEAN : plus de 300 mm sur le secteur de Ste Marie-Trinité-Robert. Un épisode intense de 200 mm sur 3 heures y a également été enregistré.

La saturation des sols, un niveau d'eau déjà haut dans les rivières et des pluies record ont généré des crues rarement observées, paralysant l'ensemble de la Martinique.

Ce débit est inférieur à une crue biennale. On comprendra donc que les crues relativement fréquentes entraînent une inondation remontant vers le centre commercial par le canal Mamin.

L'étude établie par le BRGM en 2010 sur l'épisode pluvieux de mai 2009 donne une estimation du débit de pointe de la Lézarde au Pont de la RN1 de 370 m³/s et de la Petite Rivière à la Brasserie lorraine de 125 m³/s.

Cela correspond à une crue de la Lézarde légèrement inférieure à une crue décennale.

Nous disposons par ailleurs de Niveaux de Plus Hautes Eaux (PHE) levées en décembre 2009 pour le compte de la Ville du Lamentin. Ces PHE ont été comparées aux résultats obtenus pour une crue décennale.

Il en ressort que les résultats obtenus sont du même ordre de grandeur que les PHE levées suite à l'épisode de mai 2009.

Chapitre 6 Caractérisation de l'aléa submersion marine

Ces inondations de la terre par la mer surviennent le long de la zone côtière. En Martinique, les submersions marines sont liées à la présence plus ou moins proche d'un ouragan. Ces derniers sont à l'origine des vagues de submersion, soit par la marée de tempête (augmentation du niveau marin liée à la dépression atmosphérique au niveau du cyclone et aux vents latéraux, qui créent à la fois une aspiration de l'eau vers le haut et une accumulation d'eau); soit par la houle cyclonique (vagues précédant le cyclone et liées aux forts vents).

6.1 Rappels des éléments de la Directive Inondation

La Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondations dite « Directive Inondation » a été traduite en droit français notamment par le Décret n°2011-227 du 2 mars 2011 qui modifie le Code de l'environnement, dont voici un extrait concernant les événements à prendre en compte dans le cadre de la Directive Inondation :

Art. R. 566-6.

I. — Les cartes des surfaces inondables prévues à l'article L. 566-6 couvrent les zones géographiques susceptibles d'être inondées selon les scénarios suivants :

1° Aléa de faible probabilité ou scénarios d'événements extrêmes ;

2° Aléa de probabilité moyenne soit d'une période de retour probable supérieure ou égale à cent ans ;

3° Aléa de forte probabilité, le cas échéant.

II. — Pour chaque scénario, les éléments suivants doivent apparaître :

1° Le type d'inondation selon son origine ;

2° L'étendue de l'inondation ;

3° Les hauteurs d'eau ou les cotes exprimées dans le système de Nivellement général de la France, selon le cas ;

4° Le cas échéant, la vitesse du courant ou le débit de crue correspondant.

Les cartes des surfaces inondables du TRI ont été réalisées afin de satisfaire ces prérogatives.

6.2 Démarche générale d'étude de l'aléa

La démarche générale d'étude de l'aléa submersion marine est basée sur les préconisations contenues dans le guide méthodologique¹¹ du CETMEF réalisé pour la cartographie des surfaces inondables des TRI.

Les méthodologies d'étude proposées pour la mise en œuvre de la phase cartographie de la Directive Inondation pour l'aléa submersion marine sont globalement cohérentes avec celles proposées pour l'élaboration des cartes d'aléa submersion marine pour les PPRL.

La démarche d'étude l'aléa inondation par submersion marine s'inscrit dans le cadre de la révision du « Guide méthodologique Plans de Prévention des Risques Littoraux » (MATE/METL, 1997) actuellement en cours d'élaboration. Elle s'appuie notamment sur la circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les PPRNL.

Toutefois, des adaptations méthodologiques ont été réalisées. Ainsi, l'analyse du fonctionnement du littoral du TRI (évolution du trait de côte, fonctionnement hydro-morpho sédimentaire) n'est pas abordée dans le présent document. Cela se justifie étant donné le type de littoral rencontré (mangrove ou zones anthropisées). Cette problématique n'est pas à l'échelle des phénomènes de submersion marine étudiés dans le cadre du TRI.

La méthodologie générale d'études de l'aléa submersion marine a été la suivante :

5. Recherche de données existantes
6. Analyse des cartes existantes et des possibilités de réutilisation dans le cadre du TRI
7. Définition des scénarii de référence
8. Cartographie des zones inondables

6.3 Données existantes

6.3.1 Etudes anciennes

Le tableau ci-dessous présente la liste des études retenues pour la synthèse bibliographique réalisée dans le cadre de l'étude « Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux – Outre-Mer ». Cette liste n'est pas exhaustive.

Tableau 5 : liste des études retenues pour la synthèse bibliographique

Nom de l'étude	Année	Commanditaire	Prestataire
Conséquence du passage des cyclones Iris, Luis et Marylin aux Antilles françaises (Guadeloupe et Martinique)	1995	Ministère de l'industrie	BRGM
Tsunamis : étude de cas au niveau de la côte antillaise française - Rapport de synthèse	2007	MEDAD	BRGM

¹¹ CETMEF, 2012, Étape de cartographie des surfaces inondables et des risques dans le cadre de la directive « inondation » - Rapport de la mission 5 « Inondations par submersions marine et tsunamis »

Atlas communaux des risques naturels - Cartographie des aléas 1999 DDE	1999	DDE	BRGM et Antea
Inventaire et caractérisation des impacts de la houle cyclonique de Dean (17 août 2007) sur le littoral de la Martinique	2008	BRGM	BRGM
Cartographie morpho-sédimentologique du domaine côtier de la Martinique	2008	DIREN	BRGM
Inventaire des impacts de la houle cyclonique OMAR (16 octobre 2008) sur la côte caraïbe de la Martinique	2008	DIREN	DIREN / BRGM

Ces études sont anciennes. Les méthodologies utilisées ne sont pas cohérentes avec celles demandées dans le cadre de la réalisation des cartes de surfaces inondables du TRI. Par ailleurs, il existe peu de données au format SIG.

6.3.2 Etudes récentes

6.3.2.1 Etude CETMEF

Référence :

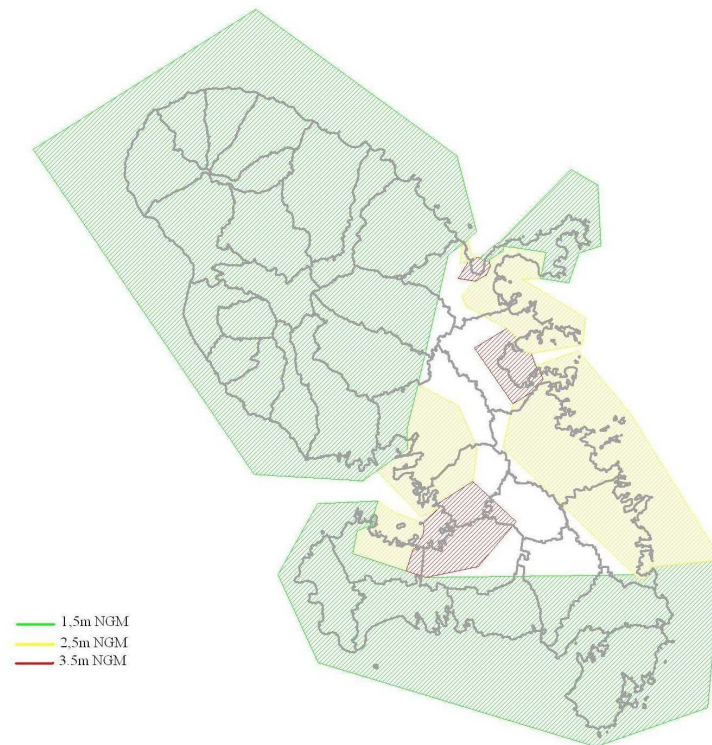
CETMEF – CETE Méditerranée – CETE de l'Ouest (Sept. 2012). Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux – Outre-Mer. Rapport CETMEF/DI, 160 pages.

Ce document fait un bilan de l'état des connaissances et de la vulnérabilité du littoral. L'étude s'est attachée à évaluer les niveaux marins pour un événement extrême.

Tableau 6 : Niveaux marins retenus en Martinique pour l'élaboration des cartographies des zones basses – CETMEF, 2008

Localisation	Niveau de risque	PHMA	Surcote	Niveau extrême	Niveau extrême retenu (prise en compte topo)
Baie de Fort de France (de la Pointe des Carrière à la Pointe du Bout, hors fond de baie), majorité de la côte atlantique (de la Trinité à Macabou)	Risque fort	50 cm NGM	200 cm	250 cm NGM	250 cm NGM

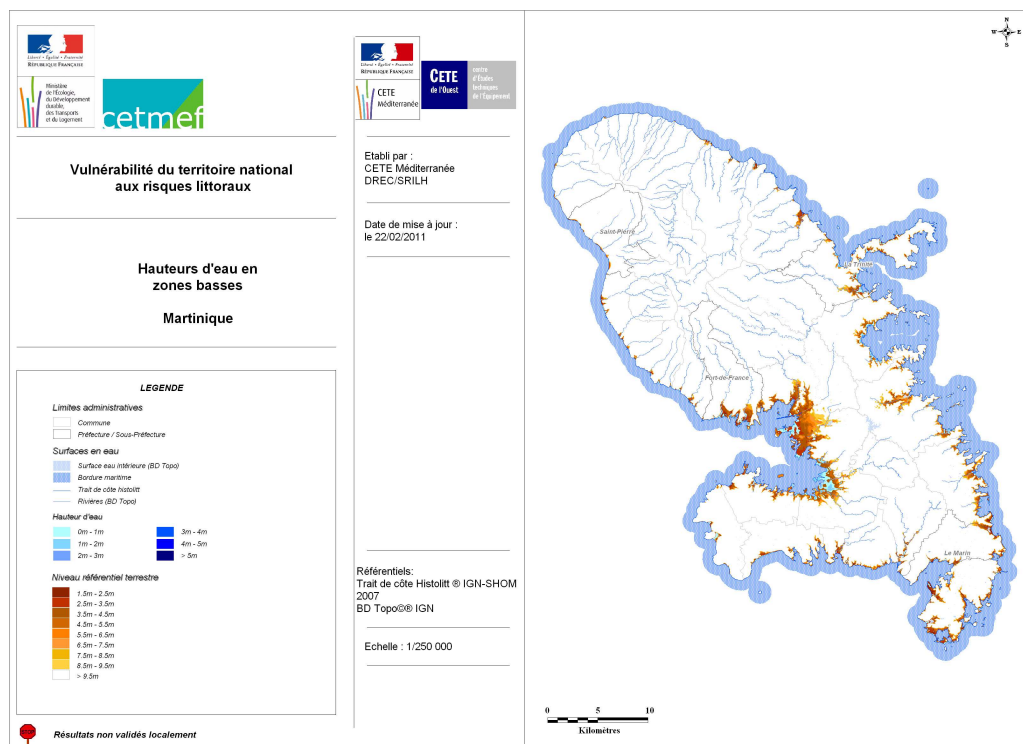
Figure 19 : Cartographie des niveaux d'eau de référence retenus en Martinique pour la cartographie des zones basses



Le niveau d'eau de référence, correspondant approximativement à un évènement centennal, est de 2,5mNGM sur la majorité du littoral du TRI.

La cartographie des zones inférieures à cette cote de référence est présentée ci-après :

Figure 20 : Cartographie des hauteurs d'eau en zones basses



Cette cartographie s'appuie sur les trois bases de données suivantes :

- Le trait de côte Histolitt, fruit de la collaboration du SHOM et de l'IGN, qui permet une cartographie et un repérage du trait de côte.
- la BD Topo® de l'IGN. Son Modèle Numérique de Terrain (MNT) est un système d'information géographique représentant le relief sous la forme d'une grille régulière rectangulaire de pas 25 m x 25 m dont l'altitude des noeuds est, en règle générale, l'altitude du terrain au point considéré. Dans les départements littoraux métropolitain, l'incertitude de l'altimétrie est de l'ordre de 2 mètres sauf en Corse où elle peut être supérieure.
- les hypothèses de surcotes issues de l'Atlas communal des risques naturels de la Martinique obtenues elles même issues des documents Météo-France (cf. Tableau 6).

Cette étude est récente et le scénario étudié aurait pu correspondre au scénario centennal sans prise en compte du réchauffement climatique étudié dans le cadre de la cartographie des zones inondables du TRI (en négligeant toutefois l'effet de set-up non pris en compte dans cette étude).

Cependant, la faible précision de la topographie utilisée (incertitude altimétrique de 2m) et l'échelle de réalisation des plans (1/75 000ème) empêchent la réutilisation de ces données dans le cadre de la cartographie des zones inondables du TRI.

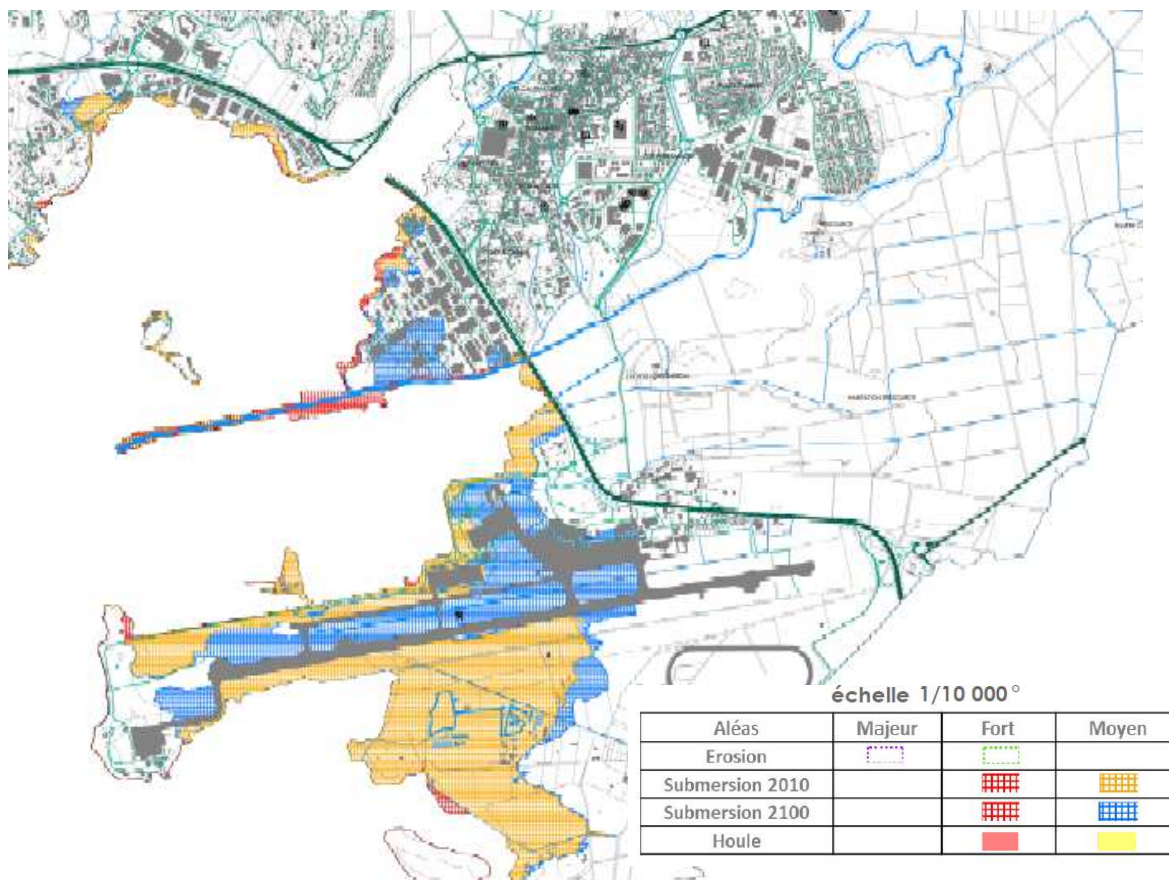
6.3.2.2 PPRN 2012

Dans le cadre de la réalisation du PPRN 2012 de la Martinique (actuellement en cours d'approbation), l'aléa submersion marine a été étudié.

La submersion marine a été déterminée pour deux cotes de référence en conditions de houle cyclonique avec et sans prise en compte du changement climatique.

Un exemple de cartographie de l'aléa submersion marine sur la commune du Lamentin est présenté sur la figure ci-après :

Figure 21 : Cartographie de l'aléa littoral – PPRN 2012 de la Martinique – commune du Lamentin (version non approuvée)



Les évènements retenus et la méthodologie utilisée pour déterminer l'aléa correspondent globalement aux préconisations de cartographie des zones inondables du TRI.

Cependant, l'échelle de réalisation des cartes (1/ 10 000^{ème}) ne correspondait pas à l'échelle spécifique demandée pour la cartographie des zones inondables du TRI de Fort de France / Le Lamentin (1/ 5 000^{ème}). Par ailleurs, le fait que les PPRN des communes du TRI n'étaient pas approuvés lors de la réalisation de la présente étude empêchait également la réutilisation de ces données cartographiques.

Par conséquent, les données cartographiques existantes n'ont pu être utilisées pour la cartographie des zones inondables du TRI par submersion marine.

6.4 Choix des évènements étudiés

6.4.1 Calcul du niveau marin de référence

6.4.1.1 Niveau de marée

Le niveau de marée pris en compte pour le calcul des niveaux marins de référence des scénarii de submersion marine du TRI est issu des données récentes du SHOM¹². Un extrait de l'ouvrage est présenté ci-après :

Tableau 7 : Références Altimétriques Maritimes pour les sites de la côte ouest de la Martinique – SHOM, 2012

01 4.4.2. TABLEAUX DE DONNÉES

Nom	Type	Lat	Long	Et.	Constante	PHMA	PMVE		NM		BMVE	PBMA
Fort-de-France [Martinique] ¹	R	14 35 N	61 03 W		2011	00.98	00.80		00.70		00.55	00.36
Côtes Ouest de la Martinique												
Le Precheur ¹	S	14 48 N	61 14 W		2011	01.11			00.78			00.35
Saint-Pierre	S	14 44 N	61 11 W			00.75			00.45			00.11
Sainte-Luce	S	14 28 N	60 55 W			00.68			00.38			-0.01
Le Marin	S	14 28 N	60 52 W			00.65			00.37			00.00

Nom	Repère fondamental	Organisme	Date	ZH/RF	RF/Ref	ZH/Ref	ZH/GRS80	Ref
Fort-de-France [Martinique] ¹	Repère SH scellé horizontalement dans le quai sur l'escalier ouest du bassin de radoub (AN-13)	SHOM	1987	1.475	0.940	-0.535	-38.76	IGN87
Côtes Ouest de la Martinique								
Le Precheur ¹	A.ab-42	IGN	2009	5.103	4.541	-0.562		IGN87
Saint-Pierre								
Sainte-Luce	AS-44	IGN	1987	1.993	1.619	-0.374		IGN87
Le Marin	AOS	IGN	1987	14.583	14.229	-0.354		IGN87

4.4.2.A. — Références Altimétriques Maritimes pour les sites de la côte Ouest de la Martinique.

Ainsi, d'après le Tableau 7, la Plus Haute Marée Astronomique (PHMA) à Fort de France est de 0,98m.

Cette valeur relative est donnée par rapport au repère fondamental de Fort de France correspondant au zéro hydrographique nivelé par le SHOM. Ce repère de référence est situé lui-même à la cote -0,535 mNGM (IGN87).

Ainsi, le niveau de PHMA est de $0,98-0,535=0,445\text{mNGM}$.

On retiendra, pour le calcul des niveaux marins de référence utilisés pour la cartographie des zones inondables par submersion marine du TRI, un niveau de PHMA de 0,4mNGM.

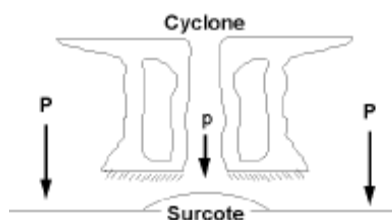
6.4.1.2 Surcotes météorologiques

Les surcotes météorologiques appelées également marées de tempête, correspondent à une élévation anormale du niveau de la mer. En Martinique, les phénomènes majeurs de surcotes météorologiques sont principalement observés en conditions cycloniques.

¹² SHOM, 2012. Ouvrage de marée. Références Altimétriques Maritimes - Cotes du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée

L'élévation du niveau de la mer lors du passage d'un cyclone a deux origines principales :

- La **faible pression** au centre du cyclone,



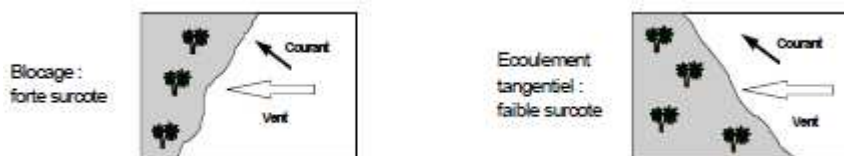
Source : SHOM, 2012

- Les **vents forts** s'exerçant à la périphérie du cyclone.



Source : SHOM, 2012

L'ampleur des surcotes dépend notamment de la forme de la cote, de la bathymétrie et de l'angle du vent à la cote.



Source : SHOM, 2012

Aux Antilles, les marées de tempête cycloniques sont des phénomènes relativement mal connus, car les dégâts qu'elles produisent ne sont pas séparés de ceux provoqués par le vent, la pluie ou la houle. Pourtant, lors du passage d'Hugo sur la Guadeloupe en 1989, on a observé une élévation du niveau de la mer de l'ordre de 2 m 50 à Baie-Mahault.

Météo France a développé des modèles numériques tridimensionnels destinés à simuler de façon dynamique les marées de tempêtes. Par ailleurs, à l'aide de données de vents reconstituées et de traitements statistiques, Météo France a pu modéliser un nombre important de cyclones et ainsi estimer les périodes de retour de surcotes extrêmes (de façon théorique, jusqu'à une période de retour d'environ 4000ans).

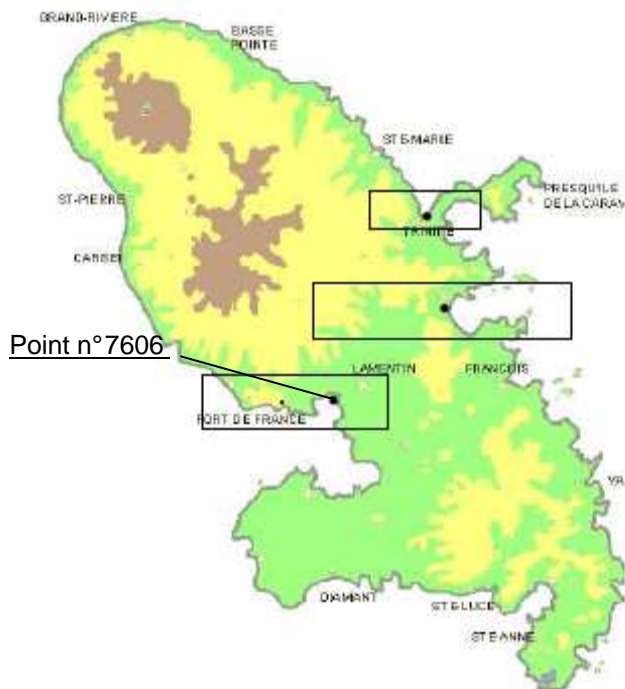
Les données de surcotes météorologiques utilisées dans le cadre du TRI pour l'analyse de la submersion marine sont issues du rapport de Météo France¹³ synthétisant ces travaux de recherche.

Note : les surcotes météorologiques calculées par Météo France présentées dans ce paragraphe n'intègrent ni les marées astronomiques ni la hauteur de houle. Il est nécessaire pour déterminer l'état de mer total d'ajouter ces valeurs aux surcotes présentées dans ce paragraphe.

¹³ Météo France – Division études et développement - Direction Inter Régionales Antilles-Guyane, 2002, Evaluation du risque lié aux surcotes cycloniques sur les Antilles françaises

Un des points de calculs est situé au fond de la Baie de Fort de France, à l'embouchure du canal du Lamentin comme l'indique la figure ci-après.

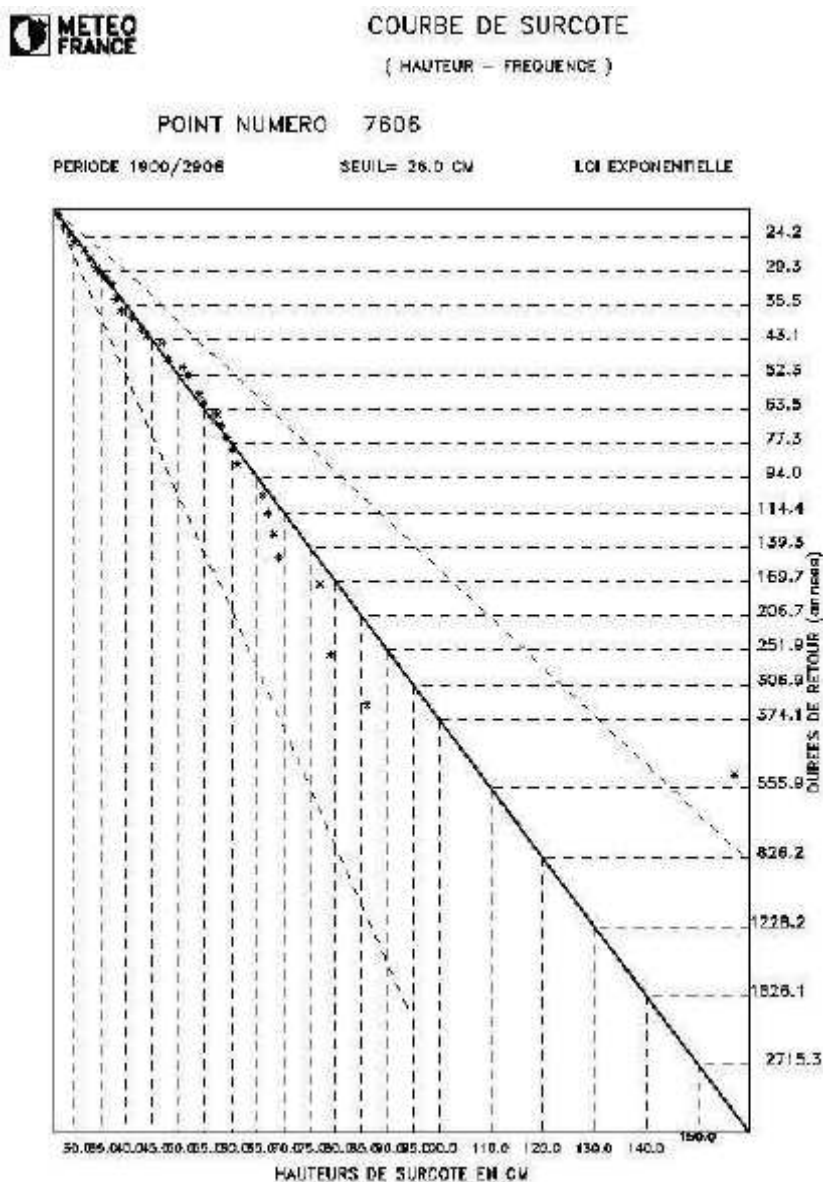
Figure 22 : Localisation de points de calculs remarquables



Le point de calcul n°7606 est situé en plein cœur du littoral du TRI Fort de France / Le Lamentin.

La courbe de surcote cyclonique au droit de ce point de calcul est présenté ci-après :

Figure 23 : Courbe de surcote marine– point n°7606 : baie de Fort de France



D'après ce graphique, on déduit les valeurs suivantes :

Tableau 8 : Surcotes cycloniques dans la Baie de Fort de France

Période de retour (ans)	Surcote cyclonique évaluée par Météo France (m)
10	0,3
100	0,7
1000	1,3

On retiendra les valeurs de surcotes cycloniques du Tableau 8 pour le calcul des niveaux marins de référence utilisés pour la cartographie des zones inondables par submersion marine du TRI.

6.4.1.3 Surcote liée à la houle

Comme indiqué dans le §6.4.1.2, les surcotes cycloniques calculées par Météo France ne prennent pas en compte la hauteur de houle.

- Hauteur de houle au large (Hs)

Météo-France, à la Direction Interrégionale Antilles-Guyane (DIRAG) basée à Fort-de-France, dispose d'un modèle de houle cyclonique qui permet d'effectuer des prévisions à partir de données de vent et de trajectoires cycloniques prélevées à la fois dans la base de données cycloniques Hurdad et dans les Advisories émis par le National Hurricane Center, à Miami.

Le modèle ne prend pas en compte le déferlement, les résultats ne seront donc valables qu'en des points où la bathymétrie est suffisante, au large du littoral du TRI.

Le modèle a été calé en comparant les résultats du modèle avec les hauteurs de houle mesurées par les altimètres des satellites ERS1 et ERS2 pour une quinzaine de cyclones de l'Atlantique Nord (1995 et 1996).

Les résultats principaux sont rappelés ci-après :

- La Martinique, bien qu'étant l'île française des petites Antilles la plus éloignée des trajectoires cycloniques moyennes, a quand même connu entre 1964 et 1999 des hauteurs de houle cyclonique atteignant 14 mètres sur sa façade atlantique et 10 mètres côté caraïbe.
- Les hauteurs de houle (Hs) avant déferlement au large (vers -50 m) de fonds du littoral du TRI sont de :
 - 2,5 m pour une période de retour de 5 ans,
 - 3,5 m pour 10 ans,
 - 4 m pour 20 ans,
 - 6 m pour 50 ans,
 - et 8 m pour 100 ans.

Pour le scénario extrême du TRI dont la période de retour doit être supérieure à 100ans, il n'existe aucune évaluation de la hauteur de houle.

Il est donc proposé d'extrapoler les valeurs de houles calculées par Météo France à l'aide d'une loi de Gumbel couramment utilisé pour l'ajustement des valeurs extrêmes.

Ainsi, par cette méthode, la hauteur de houle millénaire est estimée à 11,6m.

Avertissement : cette méthode est proposée en l'absence d'autres données et comporte d'importantes incertitudes.

Par conséquent, les niveaux de houle au large du littoral correspondant aux différents scénarii du TRI sont les suivants :

Tableau 9 : Hauteur de houle au large du littoral du TRI

Période de retour (ans)	Hauteur de houle au large évaluée par Météo France (m)
10	3,5
100	8
1000	11,6

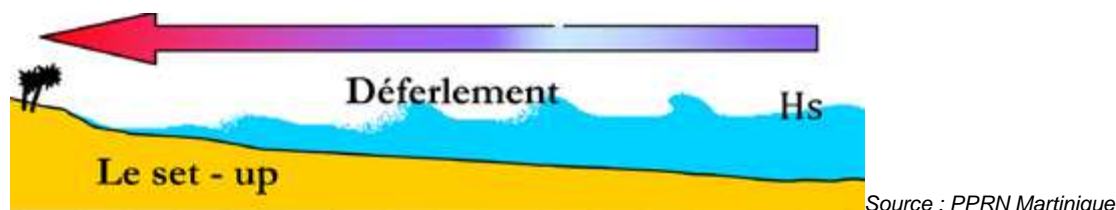
Cependant, il est important de noter que ces hauteurs de houle sont calculées au large. Or, pour l'analyse de la submersion marine il est important d'avoir une estimation de l'effet de la houle sur l'augmentation du niveau marin à la côte.

Cela fait l'objet du paragraphe suivant.

■ Wave set-up

A l'approche du rivage, la propagation de la houle venant du large provoque un déferlement de vagues et une accumulation d'eau. Ce phénomène intitulé « wave set-up » est illustré sur la figure suivante.

Figure 24 : Illustration du phénomène de wave set-up



Ce phénomène provoque une élévation du niveau marin à la côte.

Différentes formules empiriques (par exemple : Hansen, 1978 ; Hanslow et Nielsen, 1992 ; King et Al.) ont été établies dans le but d'estimer ce paramètre.

Les ordres de grandeur du wave set-up sont globalement compris entre 8% et 30% de la hauteur significative de houle au large (H_s).

D'après la configuration de la côte, le profil bathymétrique et les directions des houles cycloniques, en première approche, le **wave set-up peut être estimé à environ 20% de la hauteur significative de houle au large.**

En utilisant les hauteurs de houle déterminées dans le paragraphe précédent le wave set-up peut être estimé pour les différentes périodes de retour correspondant aux scénarii étudiés dans le cadre du TRI. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Wave set-up à la côte

Période de retour (ans)	Wave set-up (m)
10	0,7
100	1,6
1000	2,3

On retiendra les valeurs de Wave set-up du Tableau 10 Tableau 8 pour le calcul des niveaux marins de référence utilisés pour la cartographie des zones inondables par submersion marine du TRI.

6.4.1.4 Niveaux marins de référence retenus

L'état de mer total est estimé en additionnant le niveau de marée (PHMA), la surcote météorologique et la surcote liée à la houle (wave set-up).

Ainsi, en additionnant les résultats présentés dans les paragraphes précédents, on obtient les cotes présentées dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Niveaux marins retenus

Période de retour (ans)	Niveaux marins calculés (mNGM)
10	1,4
100	2,7
1000	4

Les niveaux marins calculés correspondent à des événements cycloniques majeurs. Les résultats ne tiennent pas compte de l'augmentation du niveau de la mer lié au réchauffement climatique. Ceci fait l'objet du §6.4.3.

6.4.1.5 Incertitudes et limites

La méthodologie employée pour l'estimation des niveaux marins de référence possède de nombreuses limites.

Tout d'abord, le phénomène d'ensachage, qui correspond à une accumulation d'eau entre la cote et la barrière corallienne n'a pas été étudié. L'impact des vagues générées par la houle cyclonique sur la côte n'a également pas été pris en compte (phénomène de run up).

Ainsi, les phénomènes de franchissement par « paquets de mer », qui peuvent notamment se produire au droit des ouvrages de protection du littoral de Fort de France, n'ont pas été appréhendés au cours de l'étude.

Concernant le wave set-up, celui-ci a été estimé de manière sommaire à partir de formules empiriques. Cette évaluation ne prend pas en compte précisément les contraintes locales d'écoulement.

Par ailleurs, l'estimation du niveau marin de période de retour millénale est à considérer avec précaution. Cette estimation a été réalisée de manière théorique à partir de méthodes statistiques qui comportent de nombreuses incertitudes.

Les calculs des niveaux marins de référence réalisés dans le cadre du TRI reposent principalement sur les travaux de recherche de Météo France. Certains résultats ont également été obtenus par utilisation de méthodes empiriques. Une modélisation numérique de la propagation de la houle venant du large jusqu'au littoral du TRI permettrait d'affiner localement les effets du déferlement de la houle sur l'augmentation du niveau marin et permettrait ainsi d'améliorer la précision des résultats.

6.4.2 Prise en compte des ouvrages de protection

Un système de protection a pour objectif de soustraire une zone exposée à l'aléa inondation jusqu'à une certaine périodicité d'événement. Cette zone est alors appelée « zone protégée ». Le système de protection peut être composé de structures artificielles (digues, remblais...) et/ou de structures naturelles (cordons naturels). Les ouvrages de protection, tels que définis ici, sont les éléments du système de protection artificiels, ayant pour objectif de faire obstacle à l'écoulement et construits par l'homme.

Plusieurs hypothèses sont envisageables pour la prise en compte des ouvrages :

- les ouvrages sont fonctionnels ;
- les ouvrages sont défaillants ; dans ce cas, deux hypothèses sont possibles, une défaillance généralisée de l'ouvrage (arasement ou ruine généralisée) ou une défaillance partielle (brèches).

Le guide méthodologique¹⁴ réalisé par le CETMEF pour la réalisation des cartes de zones inondables par submersion marine des TRI propose de manière générale de retenir les hypothèses suivantes :

- événement fréquent : système de protection fonctionnel,
- événement moyen : brèches dans les ouvrages,
- événement extrême : ruine généralisée.

Cependant, ces éléments doivent être justifiés par une analyse structurale des ouvrages ou à minima par des éléments de connaissance transmis par les gestionnaires.

Or, sur le TRI Fort de France / Le Lamentin il existe globalement peu d'ouvrages de protection. Le littoral de la commune du Lamentin est essentiellement bordé par une zone de mangrove (cf§3.1.4) et le littoral de la commune de Fort de France, quant à lui plus anthropisé, est essentiellement constitué de quais dont la vocation n'est pas de protéger contre les inondations par submersion marine.

Par ailleurs, lorsque des ouvrages de protection existent, les caractéristiques de ces ouvrages sont mal connues.

Par conséquent, il est proposé, de manière sécuritaire, de considérer une hypothèse de défaillance des ouvrages de protection pour l'ensemble des scénarii de submersions marines étudiés dans le cadre du TRI.

6.4.3 Prise en compte du changement climatique

Conformément à la démarche initiée dans le cadre de l'EPRI, le changement climatique a été pris en compte uniquement pour la caractérisation de l'aléa submersion marine.

Ce choix a été effectué à la suite d'une analyse bibliographique sur les impacts potentiels du changement climatique en métropole et dans les DOM, qui a été effectuée par un groupe d'experts de janvier à juin 2010. Cette analyse a été menée sur les précipitations, les débordements de cours d'eau, les remontées de nappes et les inondations côtières.

6.4.3.1 Bibliographie

¹⁴ CETMEF, 2012, Étape de cartographie des surfaces inondables et des risques dans le cadre de la directive « inondation » - Rapport de la mission 5 « Inondations par submersions marine et tsunamis »

■ ONERC, 2010

En 2010, la note sur l'impact du changement climatique de l'ONERC proposait les hypothèses suivantes en matière de remontée du niveau de la mer (en cm), selon les échéances :

Tableau 12 : hypothèses de remontée du niveau de la mer (source : ONERC, 2010)

Hypothèse	2030	2050	2100
1 - Optimiste	10	17	40
2 - Pessimiste	14	25	60
3 - Extrême	22	41	100

Les hypothèses retenues par l'ONERC étaient principalement issues des travaux de l'IPCC de 2007¹⁵.

Par ailleurs, dans le cadre des travaux du groupe de travail interministériel Risques naturels, assurance et changement climatique (RNACC 20082009, rapport interministériel), les hypothèses suivantes d'évolution des forçages côtiers en conséquence du changement climatique avaient été retenues :

- i. le niveau de la mer s'élève de 1 mètre;
- ii. le régime des tempêtes, les climats de vagues, le régime des précipitations sont inchangés en 2100
- iii. le régime des surcotes (élévation temporaire du niveau de la mer lors des tempêtes) est principalement affecté par l'élévation du niveau marin en 2100, les effets du changement climatique sur les régimes de temps sont négligés.

Il a donc été proposé de retenir une augmentation du niveau moyen de la mer de 1 mètre sur l'ensemble des côtes, Outre Mer et Méditerranée inclus pour l'EPRI 2011. Les modifications éventuelles des vents, tempêtes et précipitations n'ont pas été prises en compte dans l'EPRI.

■ IPCC, 2013

Les hypothèses de l'ONERC étaient basées sur les travaux de l'IPCC datant de 2007.

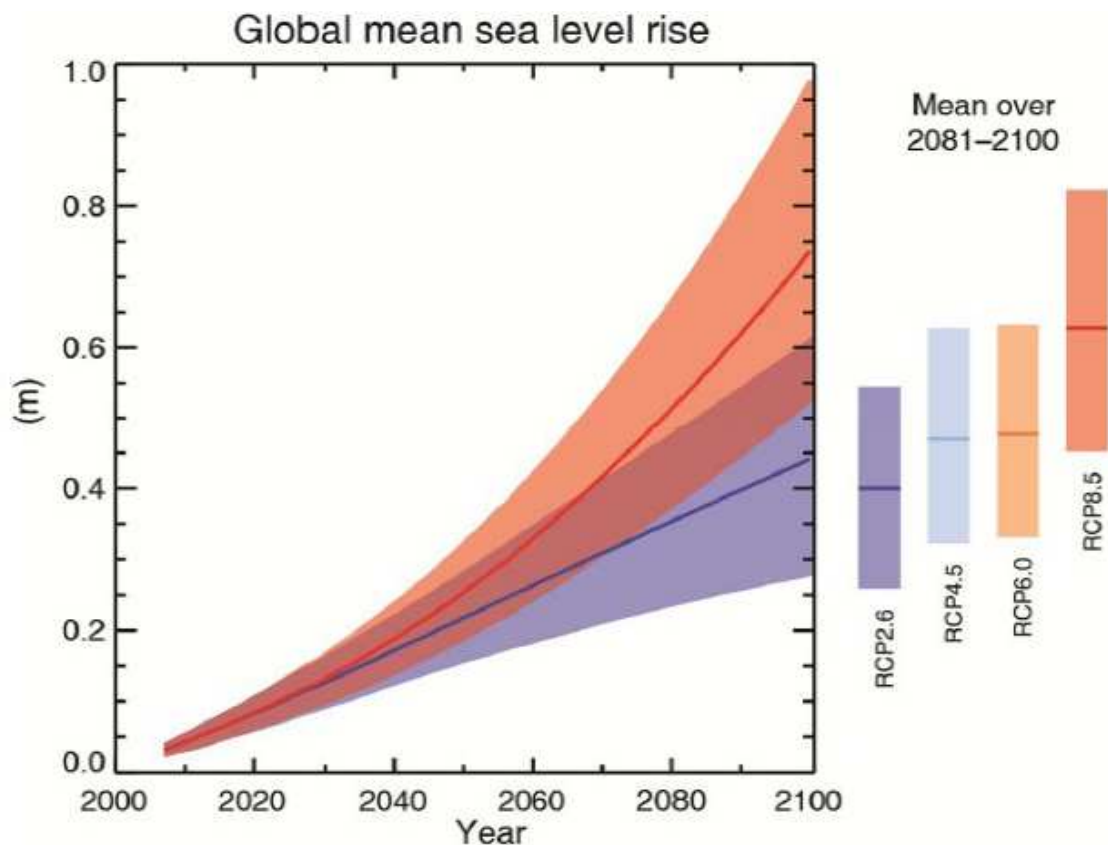
La Maîtrise d'Ouvrage (DEAL Martinique) a souhaité prendre en compte les résultats récents des travaux de l'IPCC¹⁶ publiés au cours de la réalisation des cartographies des zones inondables du TRI.

Les principaux résultats concernant l'élévation du niveau marin sont présentés sur la figure suivante :

Figure 25 : Projections du changement du niveau moyen des mers au cours du XXI^e siècle – IPCC, 2013

¹⁵ IPCC, 2007, Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

¹⁶ IPCC, 2013, Climate Change 2013 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change



Les projections sont présentées par rapport à la période 1986–2005 et réalisées en combinant les modèles CMIP5 et les modèles basés sur les processus, pour les deux scénarios d'émissions RCP2.6 et RCP8.5.

Les conclusions de l'IPCC sur l'augmentation du niveau marin sont les suivantes :

- Le niveau moyen des mers continuera à s'élever au cours du XXI^{ème} siècle à une vitesse supérieure à celle observée sur la période 1971-2010,
- **Le degré de confiance dans les projections du niveau moyen des mers a augmenté** depuis le RE4,
- L'élévation moyenne du niveau des mers pour la période 2081–2100 par rapport à 1986-2005 sera probablement comprise entre 0,26 et 0,54 m pour le scénario RCP2.6, entre 0,32 et 0,62 m pour le scénario RCP4.5, entre 0,33 et 0,62 m pour le scénario RCP6.0 et entre 0,53 et 0,97 m pour le scénario RCP8.5 (degré de confiance moyen).
- D'après les connaissances actuelles, **seul l'effondrement des parties marines de la calotte glaciaire de l'Antarctique, s'il se déclençait, pourrait entraîner une hausse du niveau des mers significativement supérieure à l'intervalle probable pour le XXI^{ème} siècle.** Cependant, cette contribution ne dépasserait pas quelques dixièmes de mètres d'élévation du niveau des mers au cours du XXI^{ème} siècle (degré de confiance moyen).
- **L'élévation du niveau des mers ne sera pas uniforme.** À la fin du XXI^{ème} siècle, il est très probable que le niveau des mers augmentera sur plus de 95 % environ de la surface des océans. Selon les projections, environ 70 % des littoraux du monde

vont connaître un changement du niveau des mers proche de l'élévation moyenne, à plus ou moins 20% près.

6.4.3.2 Hypothèses retenues

Dans le cadre de la cartographie des zones inondables par submersion marine du TRI, nous retiendrons donc 2 hypothèses d'augmentation du niveau marin lié au changement climatique.

- Hypothèse pessimiste

L'hypothèse retenue est celle préconisée dans le guide méthodologique du CETMEF. Elle correspond au scénario pessimiste de l'ONERC (cf. Tableau 12), soit une **remontée du niveau marin de 60 cm à l'horizon 2100**.

- Hypothèse extrême

L'hypothèse extrême retenue correspond au scénario RCP8.5 du rapport de l'IPCC 2013. La valeur retenue correspond à une valeur haute de l'intervalle de confiance, soit une **remontée du niveau marin de 90cm à l'horizon 2100**.

6.4.3.3 Incertitudes et limites

Les incertitudes pour ce qui concerne les études d'impact du changement climatique apparaissent à tous les niveaux :

- au niveau de **l'évolution de la composition de l'atmosphère**, cette dernière étant principalement conditionnée par le développement démographique, politico-sociétal, économique et par l'application de technologies « propres ». Le champ des possibles étant vaste et pour faciliter les comparaisons, quatre familles de scénarios d'émission des gaz dans l'atmosphère dits « scénarios SRES », ont été créées en lien avec les différents modèles sociaux-économiques de développement. A ce jour, il n'est pas possible de privilégier objectivement une famille parmi les quatre et donc de connaître précisément l'évolution des émissions des gaz à effet de serre et de la composition de l'atmosphère.
- au niveau des **outils de modélisation** (qu'ils soient climatiques ou hydrologiques) : ils connaissent des incertitudes dans la structure représentant les processus (un modèle n'est qu'une approximation de la réalité), dans les valeurs numériques affectées aux paramètres internes, dans la procédure de calage...
- au niveau des **connaissances en temps présent** : certaines valeurs descriptives des extrêmes connaissent des incertitudes fortes (en particulier les quantiles de crue de période de retour élevée). Il s'agit de relativiser les évolutions au regard des intervalles de confiance.

Le changement climatique est global et multifactoriel. Il est un phénomène difficile à appréhender dont la connaissance est actuellement en pleine évolution. Les principales références scientifiques dans le domaine ont été réalisées à une très large échelle.

Dans le cadre de la cartographie des zones inondables du TRI par submersion marine, les hypothèses retenues sont principalement issues des travaux du GIEC. Ces résultats fournissent des indications relativement claires sur des tendances globales et régionales mais comportent des incertitudes importantes à l'échelle très locale.

Les hypothèses de changement du niveau marin utilisées pour la cartographie des zones inondables par submersion marine sont à fortiori concernées par de nombreuses incertitudes.

En effet, la distribution régionale de ce paramètre est encore plus difficile à réaliser que celle des variables climatiques (température, précipitations...) car elle dépend de nombreux paramètres : température de l'océan, salinité, courants marins, pression de surface...

La caractérisation de l'impact du changement climatique est complexe et les hypothèses retenues dans le cadre de la présente étude sont soumises à de nombreuses incertitudes. Il conviendra dans le cadre des futures révisions du PGRI d'intégrer les résultats des nombreux travaux scientifiques en cours sur cette thématique.

6.4.4 Caractéristiques des scénarii retenus

Les caractéristiques des scénarii retenus sont synthétisées dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Caractéristiques des scénarii du TRI – inondation par débordement de cours d'eau

Scénario	Période de retour (ans)	Niveaux marins de référence (mNGM)	Prise en compte du réchauffement climatique	Défaillance des ouvrages de protection	Cote finale retenue (mNGM)
fréquent	10	1,4	non	oui	1,4
moyen	100	2,7	non	oui	2,7
moyen (réchauffement climatiques 2100 pessimiste)	100	2,7	oui (+60cm)	oui	3,3
Moyen (réchauffement climatiques 2100 extrême)	100	2,7	oui (+90cm)	oui	3,6
extrême	1 000	4	non	oui	4

Les scénarii retenus présentés dans le Tableau 13 correspondent aux différentes cartographies des zones inondables par submersion marine du TRI Fort de France / Le Lamentin présentées dans l'atlas cartographique joint à ce rapport.

6.5 Cartographie

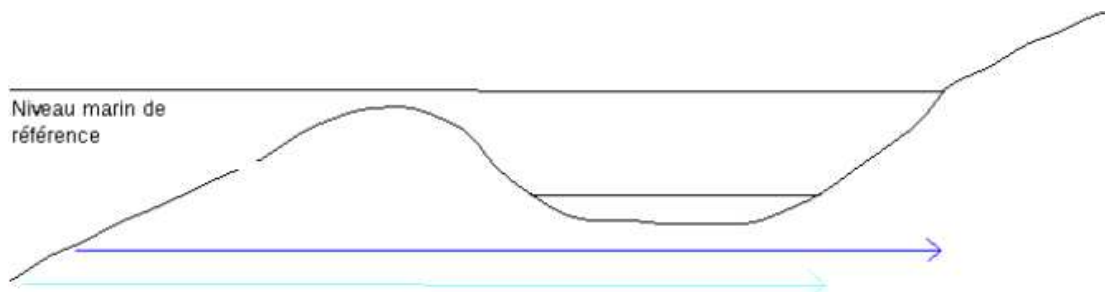
6.5.1 Méthodologie

La méthodologie employée pour la cartographie des zones inondables par submersion marine du TRI Fort de France / Le Lamentin correspond à celle préconisée par le CETMEF¹⁷.

¹⁷ CETMEF, 2012, Étape de cartographie des surfaces inondables et des risques dans le cadre de la directive « inondation » - Rapport de la mission 5 « Inondations par submersions marine et tsunamis »

Elle consiste à l'aide d'outils SIG à croiser, pour chaque scénario étudié, le Modèle Numérique de Surface en Eau (MNSE) correspondant aux cotes présentées dans le Tableau 14 au Modèle Numérique de Terrain (MNT).

Le procédé est illustré sur la figure suivante (source : CETMEF, 2012):



L'extension de la zone inondée déterminée par cette méthode correspond à la flèche bleu foncée.

Le MNT employé pour la cartographie des zones inondables est le produit LITTO3D de l'IGN dont la présentation est détaillée au § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

La cohérence des résultats a été effectuée manuellement. Les zones inondées, mais non connectées à la zone inondable principales ont notamment été supprimées.

6.5.2 Cartographie des paramètres relatifs à l'aléa

6.5.2.1 Hauteurs

Les hauteurs d'eau ont été cartographiées à l'échelle de résolution des données topographiques (1m x 1m). L'échelle de réalisation des cartographies dans le format original des cartographies (AO) est le 1/5 000^{ème}.

Conformément au CCTP et aux recommandations du MEDDE contenues dans l'annexe 2 de la circulaire du 16 juillet 2012 « relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation », les classes de hauteur d'eau cartographiées sont les suivantes :

Hauteurs d'eau (m)

	< 0,5m
	0,5m - 1m
	1m - 2m
	> 2m

6.5.2.2 Vitesses

Les vitesses n'ont pu être cartographiées en raison de la méthodologie d'estimation de l'aléa employée (cf. §6.5.1).

6.5.3 Incertitudes et limites

La méthodologie employée pour la cartographie des zones inondables par submersion marine qui consiste à cartographier les zones basses situées sous un niveau de référence est une méthode simplificatrice.

En effet, la détermination des zones basses par superposition de la topographie et des niveaux marins est une méthode statique. Elle ne tient par exemple en aucun cas compte des aménagements côtiers ou des barrages présents sur certains estuaires. Elle peut être qualifiée de sécuritaire de ce point de vue puisque les ouvrages de protection sont effacés.

Elle ne prend également en compte que partiellement les effets de la houle. En Martinique, ceci peut sous estimer les niveaux marins observés à la côte en cas de présence de lagons. En effet, la surcote due à la houle est importante du fait du déferlement de la houle sur la barrière de corail. De plus, des phénomènes d'ensachage sont présents car la mer est piégée dans le lagon et ne peut s'évacuer que par les passes, faisant augmenter le niveau d'eau dans le lagon.

Chapitre 7 Les enjeux du TRI

7.1 Rappel des éléments de la Directive Inondation

La Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondations dite « Directive Inondation » a été traduite en droit français notamment par le Décret n°2011-227 du 2 mars 2011 qui modifie le Code de l'environnement, dont voici un extrait concernant les enjeux à prendre en compte dans le cadre de la Directive Inondation :

Article R.566-7

Les cartes des risques d'inondation prévues à l'article L. 566-6 montrent les conséquences négatives potentielles associées aux inondations dans les scénarios mentionnés au I de l'article R. 566-6, et exprimées au moyen des paramètres suivants :

1° Le nombre indicatif d'habitants potentiellement touchés ;

2° Les types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée ;

3° Les installations ou activités visées à l'annexe I de la directive 2010/75/ UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution), qui sont susceptibles de provoquer une pollution accidentelle en cas d'inondation, et les zones protégées potentiellement touchées visées à l'annexe IV, point 1 i, iii et v, de la directive 2000/60/ CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ;

4° Les installations relevant de l'arrêté ministériel prévu au b du 4° du II de l'article R. 512-8 ;

5° Les établissements, les infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public.

7.2 Démarche générale d'étude des enjeux

Dans le cadre du TRI des communes de Fort de France et du Lamentin, l'évaluation des enjeux en zone inondable s'est appuyée sur un système d'information géographique (SIG) respectant le modèle de données établi par l'IGN et validé par la Commission de Validation des Données pour l'Information Spatialisée (COVADIS).

Les données utilisées pour la caractérisation des enjeux sont diverses. Certaines données sont issue de base de données produites au niveau national, d'autres données proviennent

d'informations soit d'une base commune à l'échelle du bassin, issue des travaux de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), soit de bases plus locales.

7.3 Population

7.3.1 Population permanente

Il s'agit d'une évaluation de la population permanente présente dans les différentes surfaces inondables, au sein de chaque commune du TRI.

7.3.1.1 Données utilisées

Les données carroyées de la population (Insee, Revenus fiscaux localisés, 2009) ont été utilisées pour l'estimation de la population en zone inondable.

Ces données, produites par l'Insee, dénombrent la population fiscale par carreau de 200 mètres X 200 mètres au 31 décembre de l'année de référence. Elles sont produites à partir des revenus fiscaux localisés (RFL), établis par rapprochement des fichiers des déclarations de revenus des personnes physiques et des fichiers de la taxe d'habitation (TH), fournis à l'Insee par la Direction générale des finances publiques (DGFIP).

Les ménages fiscaux, ainsi identifiés, sont localisés par le biais du local soumis à la taxe d'habitation, auquel chaque ménage est rattaché. À chaque ménage une position géographique précise est affectée à partir de la localisation de la parcelle cadastrale sur laquelle est situé le local. Les coordonnées de la parcelle proviennent des fichiers cadastraux de la DGFIP ou d'un rapprochement avec la BD PARCELLAIRE® de l'IGN. Une fois les ménages positionnés sur le territoire, le nombre de personnes rattachées par ménage est comptabilisé par carreau de 200 mètres x 200 mètres.

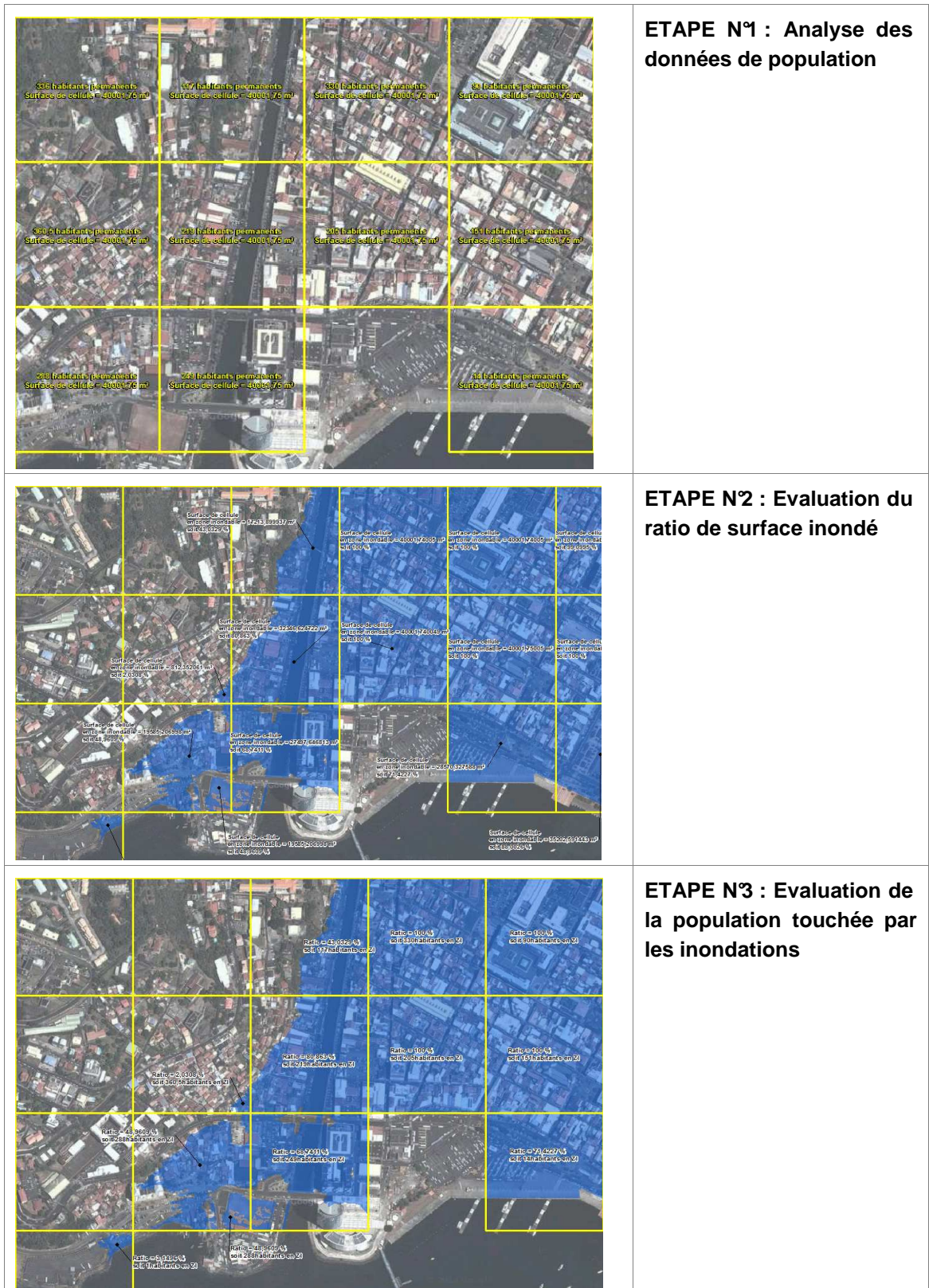
7.3.1.2 Estimation de la population en zone inondable

L'estimation de la population située en zone inondable est basée sur un croisement de l'aléa inondation et des données de population (source : INSEE).

Ce croisement a été réalisé à partir d'un système d'information géographique (SIG).

La méthodologie est illustrée succinctement ci-après :

Figure 26 : Etapes de réalisation de l'estimation de la population en zone inondable



7.3.1.3 Représentation des résultats

L'estimation des populations en zone inondable est présentée dans des tableaux figurant dans l'atlas cartographique (cartes de synthèse et cartes de risque).

Un extrait de la légende est présenté ci-après :

Figure 27 : Extrait de la légende des cartes du TRI présentant la population permanente touchée par les inondations

LE LAMENTIN

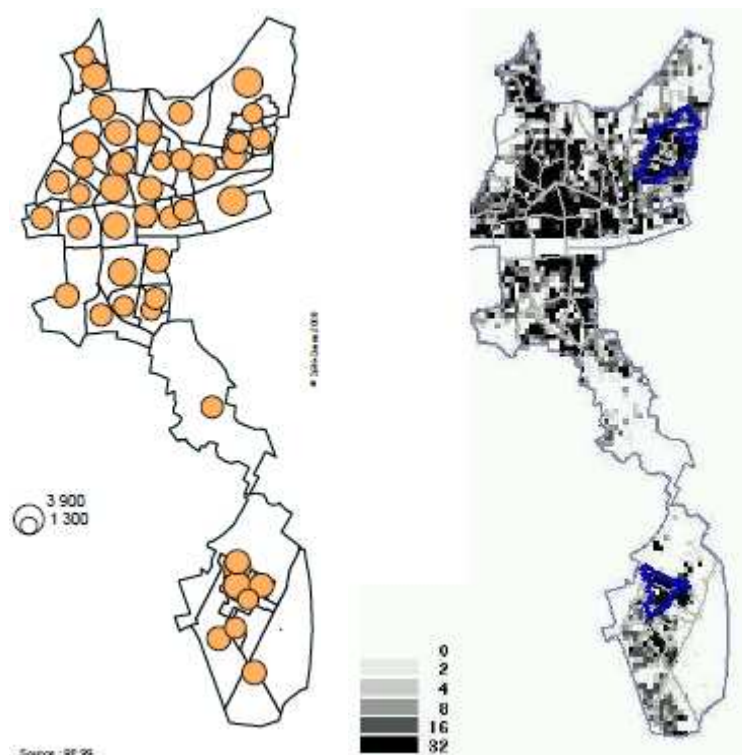
			<i>Population saisonnière par rapport à la population totale de la commune</i>
3380	2383	1454	<i>Population permanente en zone inondable</i>
2188	1824	1632	<i>Nombre d'emploi en zone inondable</i>

7.3.1.4 Limites et incertitudes

- **Précisions des données**

Les données carroyées de population de l'Insee, présentent la population fiscale par carreaux de 200 mètres. **Cette donnée détaille plus finement la répartition de population sur le territoire, mais n'est pas comparable aux données de recensement de population, établies par sondage.**

L'exemple ci-dessous montre que la répartition de la population est plus détaillée avec les données carroyées de population (à droite) qu'avec les données du recensement à l'Iris (à gauche).

Figure 28 : Comparaison des données issues du recensement et des données carroyées

En revanche, des analyses réalisées par l'INSEE montrent qu'à l'échelle de la Martinique, la population estimée à partir des données carroyées est plus faible, d'environ 7%, que celle du Recensement de la Population (RP).

Cela peut s'expliquer en partie par le fait de l'utilisation des sources fiscales pour l'élaboration des données carroyées. Rappelons ainsi que certaines populations non soumises à la taxe d'habitation ne sont ainsi pas comptabilisées.

L'imprécision géographique des données carroyées a également été quantifiée. Elles représentent environ 5,2% de la population totale de la Martinique.

- **Méthode de croisement employée**

La méthode de croisement employée suppose également une homogénéité du ratio de population sur un « pixel » du carroyage de l'INSEE. Cela peut engendrer des erreurs notamment sur des pixels situés entre des zones d'habitat différents (ex : individuel et collectif).

7.3.2 Population saisonnière

Sur le territoire du TRI les différents types d'hébergements touristiques mesurables à partir de la base de l'INSEE : hôtels, campings, résidences secondaires et locations saisonnières sont peu présents. Par ailleurs, il existe très peu de données suffisamment précises afin d'estimer la population saisonnière en déplacement chez des proches, qui représente une part importante de la population saisonnière.

Par conséquent, la population saisonnière n'a pas été prise en compte dans l'analyse des enjeux réalisée pour le TRI. En effet,

7.4 Bâtiments

7.4.1 Données utilisées

L'analyse des bâtiments situés en zone inondable est basée sur l'utilisation de la BD TOPO® de l'IGN.

La BD TOPO® est la composante topographique des bases de données du référentiel à grande échelle (RGE®).

La BD TOPO® est une base de données vectorielles, de précision métrique, disponible sur l'ensemble du territoire français. Elle détaille différents thèmes du territoire : réseau routier, réseau ferré, réseau hydrographique, bâtiments, découpage administratif...

Le thème des bâtiments détaille les bâtiments à caractère industriel, des bâtiments à caractère remarquable, des bâtiments indifférenciés. La couche « Bâtiment indifférencié » du thème « Bâtiment » est utilisée pour réaliser les estimations de population et de logements.

Le bâti indifférencié de la BD TOPO® comprend les bâtiments de plus de 20 m² ne possédant pas de fonction particulière. Il inclut les bâtiments d'habitation mais aussi les bergeries, les bories, les bungalows, les bureaux, les chalets, les bâtiments d'enseignement, les garages individuels, les bâtiments hospitaliers, les immeubles collectifs, les lavoirs couverts, les musées, les prisons, les refuges, les villages de vacances.

7.4.2 Représentation

Les bâtiments apparaissent sur les cartes de risques de l'atlas cartographique joint à ce rapport.

Figure 29 : Extrait du TRI - cartographie des bâtiments



■ Bâtiments

7.4.3 Limites et incertitudes

Les principales limites et incertitudes sont liées à la mise à jour de la base de données BD TOPO® de l'IGN. Les données utilisées dans le cadre du TRI sont datées de l'année 2010.

Etant donné l'urbanisation importante des communes de Fort de France et du Lamentin des écarts sont observés entre les données de 2010 et l'état actuel de l'urbanisation (à fin 2013).

7.5 Activités économiques

7.5.1 Type d'activités économiques

7.5.1.1 Données utilisées

L'analyse des activités économiques situées en zone inondable est basée sur l'utilisation de la BD TOPO® de l'IGN.

La BD TOPO® est la composante topographique des bases de données du référentiel à grande échelle (RGE®).

Les zones d'activité sont identifiées par l'intermédiaire de la classe « SURFACE_ACTIVITE », dont l'attribut « CATEGORIE » vaut :

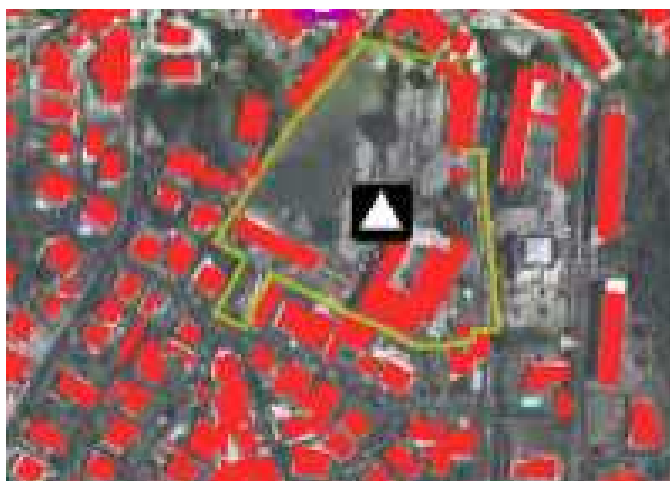
- « Industriel ou commercial » (la classe PAI_INDUSTRIEL_COMMERCIAL permet ensuite de distinguer industriel et commercial),
- « Culture et loisirs » (la zone comportant un point de la classe PAI_CULTURE_LOISIRS dont la valeur de l'attribut « NATURE » est « camping »)
- « Transport » (la zone comportant un point de la classe PAI_TRANSPORT dont la valeur de l'attribut « NATURE » est « Aérodrome non militaire / Aéroport international / Aéroport quelconque / Port »)


7.5.1.2 Représentation

Les zones d'activités apparaissent sur les cartes de risques de l'atlas cartographique joint à ce rapport.

L'identification du type, demandée par le décret « DI », sera réalisée conformément à la nomenclature COVADIS élaborée pour les PPR (espaces économiques) : 301-activité industrielle, 302-activité commerciale, 303-activité future, 304-agricole ou assimilée, 305 campings, 306-ports et aéroports, 307-carrières.

Figure 30 : Extrait du TRI - cartographie des zones d'activité



 Zone d'activité

7.5.2 Nombre d'emplois

Note : les éléments de méthodologie présentés dans ce paragraphe sont en partie issus du document suivant :

MEDDTL – Service Vulnérabilité et Gestion de Crise (Sept. 2013). Directive Inondation – Phase cartographie – Estimation du nombre d'emplois dans les surfaces inondables, 12 pages.

7.5.2.1 Données utilisées

La base de données SIRENE de l'INSEE a été utilisée pour l'évaluation du nombre d'emplois.

Cette base de données a ensuite été géocodée afin d'attribuer des coordonnées géographiques pour chaque adresse.

Le résultat est un semis de points géoréférencés comportant les champs suivants :

- I1_nomen : nom ou raison sociale de l'entreprise
- I4_voie : numéro et libellé dans la voie
- libcom : libellé de la commune de localisation de l'établissement
- code_insee : code insee de la commune
- apet700 : type d'activité selon le code NAF
- tefet : tranche d'effectif salarié
- taille : type d'établissement (1 : ME, 2 : PME, 3 : ETI, 4 : CE)
- emp_min_nc : seuil non corrigé inférieur du nombre d'emplois pour l'établissement concerné
- emp_max_nc : seuil non corrigé supérieur du nombre d'emplois pour l'établissement concerné
- emploi_min : seuil corrigé inférieur du nombre d'emplois pour l'établissement considéré
- emploi_max : seuil corrigé supérieur du nombre d'emplois pour l'établissement considéré

7.5.2.2 Estimation des emplois en zone inondable

Il s'agit d'une évaluation du nombre d'emplois présents dans les différentes surfaces inondables, au sein de chaque commune du TRI. L'évaluation a été définie en partie sur la base de données SIRENE de l'INSEE présentant les caractéristiques économiques des entreprises du TRI.

Les semis de points de l'INSEE complétés et vérifiés ont été croisés avec les différents scénarios d'inondation, par commune.

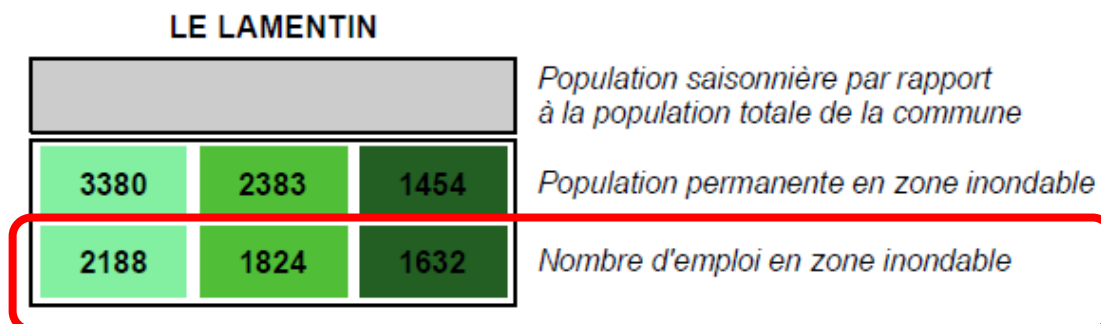
La somme des minima et la somme des maxima a été réalisée pour chaque scénario (somme des valeurs emploi_min et emploi_max des points situés dans une surface inondable et une commune donnée), et permet de remplir les champs EMPLOI_MIN et EMPLOI_MAX de la table N_[prefix_Tri]_ENJEU_RAPPORT_ddd, définie p72 du géostandard COVADIS de la Directive Inondation.

7.5.2.3 Représentation

L'estimation des emplois en zone inondable est présentée dans des tableaux figurant dans l'atlas cartographique (cartes de synthèse et cartes de risque).

Un extrait de la légende est présenté ci-après :

Figure 31 : Extrait de la légende des cartes du TRI présentant le nombre d'emplois affecté par les inondations



Pour tenir compte de l'imprécision de la méthode, le chiffre n'est pas indiqué sous un seuil minimal de 50 emplois, on écrit alors « - de 50 ».

7.5.2.4 Limites et incertitudes

Des biais existent dans l'utilisation de la base de données SIRENE de l'INSEE :

- des établissements importants comportent la valeur NN ;
- les gérants ne sont pas comptés (ex : autoentrepreneurs pour lesquels EFETCENT = 0) ;
- les fourchettes sont larges (jusqu'à 200 la borne supérieure vaut environ 2 fois la borne inférieure) ;
- les effectifs des établissements du secteur public peuvent être mal répartis : la gestion du personnel centralise souvent les effectifs de plusieurs établissements dans un établissement donné qui n'est pas toujours l'établissement siège.

Les erreurs possibles lors de l'utilisation de la base de données SIRENE sont :

Erreurs liées au fichier SIRENE :

- informations non renseignées : **EFETCENT** = NN ; cela concerne 301 091 établissements sur 4 429 279, dans des secteurs d'activité variés : on ne peut isoler de typologie majoritaire mais cela peut conduire à sous-estimer notablement l'effectif ;
- effectif de l'établissement repart sur une seule adresse, alors qu'en réalité il l'est sur plusieurs (exemple : Aix-en-Provence, 2900 personnes situées place de l'Hôtel de Ville !) ; cela concerne principalement les collectivités territoriales. Dans la méthode proposée, ces effectifs ont été exclus.

Erreurs liées au géocodage :

- géocodage non pas à l'adresse mais à la rue, à la commune ou même absence de géocodage : pour y pallier en partie, la méthode proposée répartit les effectifs non localisés sur les établissements bien localisés ;
- mauvaise localisation de l'établissement, que le géocodage situe dans la rue, pouvant être éloignée des bâtiments.

Concernant la méthode :

Des établissements dont la surface est parfois importante (industries automobiles, chimiques ...) sont représentés par un point (essentiellement des entreprises de taille intermédiaire et des grandes entreprises) appartenant ou pas à une surface inondable alors qu'une partie des installations seulement peut être concernée.

Il est choisi de sommer les effectifs quel que soit le type d'établissement ; or certains emploient des personnes travaillant sur d'autres sites (ex : entreprises de nettoyage, sociétés de services en ingénierie informatique, ...).

Étant donné les fourchettes individuelles de la variable **EFETCENT** (ou la borne supérieure vaut souvent deux fois la borne inférieure), les fourchettes totales restent imprécises, mais permettent d'approcher l'ordre de grandeur.

7.6 Installations polluantes

Les installations polluantes au sens de la Directive Inondation sont les installations visées par la directive 2010/75/UE dite IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), relative aux émissions industrielles et les installations relevant de l'arrêté ministériel prévu au b du 4° du II de l'article R. 512-8.

7.6.1 Installations classées « IPPC »

La prise en compte de cet enjeu permet de caractériser l'impact potentiel de l'inondation sur l'environnement.

Il s'agit de représenter les installations visées par la directive 2010/75/UE dite IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), relative aux émissions industrielles. Les installations y sont classées selon leurs impacts sur l'environnement (air et eau) et non sur la gestion de crise. Il s'agit donc d'une donnée déjà connue par l'UE et qui permet d'éliminer une grande partie des installations présentes dans la classification ICPE (on dénombre 6339 IPPC pour 44323 ICPE soumises à autorisation sur le territoire national). La liste des IPPC contient donc les principales ICPE (en termes de désordres sur l'environnement) ainsi que les SEVESO lorsqu'elles sont susceptibles de générer une pollution.

7.6.1.1 Données utilisées

Les installations IPPC sont recensées dans une base de données nationale S3IC. Les installations dites « IPPC » ont été extraites, ainsi que leur nom, l'identifiant propre, la commune d'implantation, et des coordonnées X et Y et fournies à la DEAL Martinique.

La base de données comporte les champs suivants :

Tableau 14 : Détail de la base de données S3IC

Variable	Libellé	Description
ID	Identifiant S3IC	Numéro de base, « point », numéro de l'installation
X	Abscisse	Abscisse de l'installation telle que recensée dans la base des ICPE (portail d'entrée, bâtiment ou centroïde de la commune)
Y	Ordonnée	Ordonnée de l'installation telle que recensée dans la base des ICPE (portail d'entrée, bâtiment ou centroïde de la commune)
EPSG	Système de	Code EPSG du système de

	projection	coordonnées utilisé pour les coordonnées X et Y
NOM	Nom établissement	Nom de l'établissement exploitant l'ICPE
COMMUNE_EXPL	Commune	Commune où est localisée l'installation
DEPT_EXPL	Département	Code du département où est localisée l'installation
CP_EXPL	Code postal	Code postal de la commune d'implantation
CODE_NAF	Activité principale	Code NAF de l'activité principale de l'établissement exploitant l'installation
SIRET	Numéro SIRET	Code SIRET de l'établissement exploitant l'installation
REGIME	Régime ICPE	E = Enregistrement, A = Autorisation, S = Autorisation et servitude d'utilité publique
IPPC	Régime IPPC	f/t t = l'installation est concernée par la directive IPPC
REGIME_SEVESO	Régime SEVESO	AS = seuil haut, SB = seuil bas, NS = non Seveso
FAMILLE_IC	Famille de l'installation	BO = bovins, PO = porcs, VO = volailles, CA = carrières, IN = industries
LIEN_FICHE_S3IC	Lien vers fiche S3IC	Lien vers la fiche de l'installation sur le site d'information sur les installations classées
RAYON	Rayon d'affichage légal	Rayon d'affichage légal pour la publicité lors de la procédure d'instruction
PRECISION	Precision de localisation	0 = centroïde commune, 1 = adresse postale, 2 = coordonnée précise, 3 = valeur initiale

Sur le territoire du TRI, les IPPC sont relativement peu nombreuses. La base de données S3IC recense au total 2 IPPC à Fort de France et 5 au Lamentin.

7.6.1.2 Cas particuliers : les IPPC classées SEVESO

Les installations SEVESO (du nom de la directive 96/82/CE, dite SEVESO) sont des installations polluantes du point de vue de l'environnement mais elles représentent également potentiellement des établissements sensibles à la gestion de crise.

Par conséquent, il est intéressant de se poser la question suivante :

Comment le cas des SEVESO est traité dans la sélection IPPC ? :

- Si l'**installation SEVESO est IPPC** alors elle est représentée comme tel. Il n'est pas demandé une distinction seuil haut et seuil bas. A noter que la plupart des SEVESO est déjà IPPC.
- Si l'**installation SEVESO n'est pas IPPC**, alors elle est représentée comme établissement sensible à la gestion de crise (V.3.2.2. de la circulaire).

7.6.1.3 Représentation

Les IPPC sont représentées sur les cartes de risques du TRI. Elles sont regroupées dans la classe suivante :



Etablissement classé IPPC

7.6.1.4 Limites et incertitudes

Les limites d'utilisation de la base de données S3IC sont principalement liées à la qualité du renseignement de celle-ci.

La base de données peut être incomplète dans certains cas. Les données de géolocalisation (coordonnées x,y) sont également parfois imprécises.

7.6.2 STEU

La prise en compte des STEU (Stations de Traitement des Eaux Usées) permet de caractériser l'impact potentiel de l'inondation sur l'environnement en cas d'endommagement et de mise hors d'état de fonctionnement prolongé de l'installation.

Il s'agit de représenter les stations de traitement des eaux usées (STEU) de plus de 2000 équivalents-habitants présentes dans la surface inondable dans le TRI.

Tableau 15 : STEU de plus de 2000EH des communes du TRI

Commune	Nombre de STEU >2000EH
Fort de France	4
Lamentin	3

7.6.2.1 Données utilisées

La base de données ROSEAU (ex BDERU) a été utilisée afin de cartographier les STEU de plus de 2000EH situées en zone inondable. Cette base de données du MEDDE est renseignée par les services de police de l'eau (DDT(M)) en métropole et DEAL dans les DOM.

Les stations d'épuration sont géolocalisées et leurs principales caractéristiques renseignées (coordonnées x,y, capacité nominale, code INSEE...)

7.6.2.2 Représentation

Les STEU de plus de 2000EH sont représentées sur les cartes de risques du TRI. Elles sont regroupées dans la classe suivante :

● Station de traitement des eaux usées (>2000eqh)

7.6.2.3 Limites et incertitudes

Les incertitudes de la base de données ROSEAU (ex ERU) sont très faibles concernant les STEU de plus de 2000 équivalents habitants.

La seule limite à l'utilisation des données SIG issues de la base de données ROSEAU vient du type de données. En effet, la donnée SIG utilisée est ponctuelle et non surfacique. Il est donc possible que le pictogramme représentant des STEU en limite de zones inondables et/ou de grande superficie (procédés de traitement extensifs, STEU de grande capacité) induise en erreur le lecteur des cartes de risques.

7.7 Zones protégées

Il s'agit des zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes IPPC ou par des stations de traitement des eaux usées. Ces zones, rapportées dans le cadre de la directive-cadre sur l'eau

2000/60/CE (DCE), sont les suivantes :

- « zones de captage » : zones désignées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine en application de l'article 7 de la directive 2000/60/CE (toutes les masses d'eau utilisées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine fournissant en moyenne plus de 10 m³ par jour ou desservant plus de cinquante personnes, et les masses d'eau destinées, dans le futur, à un tel usage) ;
- « eaux de plaisance » : masses d'eau désignées en tant qu'eaux de plaisance, y compris les zones désignées en tant qu'eaux de baignade dans le cadre de la directive 76/160/CEE (« eaux de baignade » : eaux ou parties de celles-ci, douces, courantes ou stagnantes, ainsi que l'eau de mer, dans lesquelles la baignade est expressément autorisée par les autorités compétentes de chaque État membre ou n'est pas interdite et habituellement pratiquée par un nombre important de baigneurs) ; en France les « eaux de plaisance » se résument aux « eaux de baignade » ;
- « zones de protection des habitats et espèces » : zones désignées comme zone de protection des habitats et des espèces et où le maintien ou l'amélioration de l'état des eaux constitue un facteur important de cette protection, notamment les sites Natura 2000 pertinents désignés dans le cadre de la directive 92/43/CEE et de la directive 79/409/CEE.

Aucune zone protégée n'a été identifiée sur le TRI

7.8 Etablissements sensibles à la gestion de crise

Il s'agit des enjeux dans la zone potentiellement touchée par des inondations dont la représentation est issue de la BDTopo de l'IGN.

Ils ont été divisés en plusieurs catégories :

- les bâtiments utiles pour la gestion de crise (centres de décisions, centres de sécurité et de secours) référencés « établissements utiles pour la gestion de crise », sont concernés les casernes, les gendarmeries, les mairies, les postes de police, les préfectures ;
- les bâtiments et sites sensibles pouvant présenter des difficultés d'évacuation, ils sont référencés dans : « établissements pénitentiaires », « établissements d'enseignement », « établissements hospitaliers », « campings » ;
- les réseaux et installations utiles pour la gestion de crise, ils sont référencés dans : « gares », « aéroports », « autoroutes, quasi-autoroute », « routes, liaisons principales », « voies ferrées principales » ;
- les établissements ou installations susceptibles d'aggraver la gestion de crise, ils sont référencés dans : « installations d'eau potable », « transformateurs électriques », « autre établissement sensible à la gestion de crise » (cette catégorie recense principalement les installations SEVESO et les installations nucléaires de base (INB)).

7.8.1 Données utilisées

Les données SIG utilisées pour la caractérisation des établissements sensibles à la gestion de crise sont issues de la BD TOPO® de l'IGN.

Les données suivantes de la base de données ont été utilisées :










Thème	Classe	Valeurs de l'attribut « Nature » à sélectionner
Réseau routier	ROUTE	Attribut « Importance » valant 1, 2 ou 3
Voies ferrées	PAI_TRANSPORT	Gare voyageur uniquement, Gare voyageurs et fret
	TRONCON_VOIE_FERREE	Principale
Transport aérien	PAI_TRANSPORT	Aérodrome non militaire, Aéroport international, Aéroport quelconque
Énergie	POSTE_TRANSFORMATION	
Eau	RESERVOIR_EAU	
Établissements difficilement évacuables	PAI_ADMINISTRATIF_MILIT AIRE	Etablissement pénitentiaire
	PAI_CULTURE_LOISIRS	Camping, Village de vacances
	PAI_SCIENCE_ENSEIGNEMENT	Enseignement primaire
	PAI_SANTE	Etablissement hospitalier, Hôpital
Établissements utiles à la gestion de crise	PAI_ADMINISTRATIF_MILIT AIRE	Caserne de pompiers, Gendarmerie, Poste ou hôtel de police, Préfecture, Préfecture de région

7.8.2 Représentation

Les établissements sensibles à la gestion de crise sont figurés sur les cartes de risque du TRI.

Un extrait des enjeux sensibles à la gestion de crise est présenté ci-après :

Figure 32 : Extrait des enjeux sensibles à la gestion de crise

-  Voie rapide
-  Route liaison principale
-  Installation eau potable
-  aéroport
-  Autre établissement sensible pour la gestion de crise
-  Etablissement d'enseignement
-  Etablissement utile à la gestion de crise
-  Centrale électrique
-  Etablissement hospitalier