

RAPPORTS

Service Risques Energie
Déchets

Pôle Risques Naturels

Unité Inondation

Avril 2015

CARTOGRAPHIE DU TERRITOIRE A RISQUE D'INONDATION IMPORTANT (TRI)

Centre Guadeloupe

LES ABYMES - BAIE-MAHAULT - LE GOSIER - MORNE-A-L'EAU -

LE MOULE - POINTE-A-PITRE - SAINTE-ANNE

I - RAPPORT DE PRESENTATION

Mise en œuvre de la Directive Inondation en Guadeloupe - Phase 2



Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
GUADELOUPE

SOMMAIRE

ACRONYMES ET ABREVIATIONS.....	6
1 - INTRODUCTION.....	7
2 - PRESENTATION GENERALE DU TRI.....	9
2.1 - TOPOGRAPHIE.....	9
2.1.1 - LE PIEMONT DE LA CHAINE AXIALE DE LA BASSE-TERRE.....	9
2.1.2 - LES GRANDS-FONDS DE LA GRANDE-TERRE.....	9
2.2 - LITTORAL.....	10
2.3 - HYDROGRAPHIE ET HYDROLOGIE.....	10
2.3.1 - LES RIVIERES DE PIEMONT DU NORD-OUEST DE LA BASSE-TERRE.....	11
2.3.2 - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA GRANDE-TERRE	11
2.3.2.1 - Les ravines des Grands-Fonds.....	12
2.3.2.2 - Les cours d'eau / canaux de plaines orientales et du sud.....	12
2.3.2.3 - Les cours d'eau du plateau de l'est	12
2.4 - ORGANISATION ET ENJEUX DU TERRITOIRE.....	12
2.5 - CARACTERISTIQUES DES INONDATIONS.....	14
2.5.1 - PHENOMENES D'INONDATIONS.....	14
2.5.2 - INONDATIONS HISTORIQUES.....	15
2.5.3 - ETUDES ANTERIEURES ET ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES.....	17
3 - CARTOGRAPHIE DES SCENARIOS D'INONDATIONS PAR DEBORDEMENT DE COURS D'EAU ET PAR RUISSELLEMENT	21
3.1 - ANALYSE DES DONNEES DISPONIBLES.....	21
3.2 - DONNEES ET METHODES.....	22
3.2.1 - L'OUTIL CARTINO.....	22
3.2.2 - DISTINCTION ENTRE PHENOMENE D'INONDATION PAR DEBORDEMENT DE COURS D'EAU ET PHENOMENE D'INONDATION PAR RUISSELLEMENT.....	23
3.2.3 - COURS D'EAU ET RAVINES ETUDIES.....	23
3.2.4 - DONNEES HYDROLOGIQUES.....	24
3.2.5 - DONNEES TOPOGRAPHIQUES.....	25
3.2.6 - PRISE EN COMPTE DES OUVRAGES.....	25
3.2.7 - PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	25
3.2.8 - LIMITES ET INCERTITUDES.....	26
3.3 - RESULTATS.....	26
3.3.1 - CANAL DES ROTOURS ET RAVINE DES COUDES (MORNE-A-L'EAU).....	26
3.3.2 - CANAL DESCOSTIERES (MORNE-A-L'EAU).....	27
3.3.3 - CANAL DE BELLE ESPERANCE (MORNE-A-L'EAU).....	27
3.3.4 - CANAL DE PERRIN ET PETITE RIVIERE (LES ABYMES - MORNE-A-L'EAU).....	27
3.3.5 - CANAL DE BELLE PLAINE (LES ABYMES).....	28

3.3.6 -RAVINE DOTHEMARE (LES ABYMES).....	28
3.3.7 -RAVINE MONCHERI (LES ABYMES).....	28
3.3.8 -RAVINE DE LA RD103 (LE GOSIER).....	29
3.3.9 -GRANDE RAVINE (LE GOSIER).....	29
3.3.10 -RAVINES DE SAINTE-ANNE (SAINTE-ANNE).....	30
3.3.11 -RIVIERE AUDOIN (LE MOULE).....	30
3.3.12 -RAVINE DU NORD-OUEST (LE MOULE).....	30
3.3.13 -RIVIERE MAHAULT (BAIE-MAHAULT).....	31
3.3.14 -RAVINE SANS NOM (BAIE-MAHAULT).....	31
3.3.15 -RIVIERE HOUAROMAND (BAIE-MAHAULT).....	31
3.3.16 -RIVIERE DU COIN (BAIE-MAHAULT).....	32
4 - CARTOGRAPHIE DES SCENARIOS D'INONDATIONS PAR SUBMERSION MARINE.....	33
4.1 - ANALYSE DES DONNEES DISPONIBLES.....	33
4.2 - METHODE.....	33
4.2.1 -CHOIX DES NIVEAUX MARINS RETENUS.....	33
4.2.1.1 - La marée.....	33
4.2.1.2 - La surcote météorologique.....	35
4.2.1.3 - La surcote liée à la houle.....	36
4.2.1.4 - Le changement climatique.....	37
4.2.1.5 - Synthèse des niveaux marins retenus.....	37
4.2.2 -PRISE EN COMPTE DES OUVRAGES	37
4.2.3 -METHODE DE CARTOGRAPHIE.....	37
4.2.4 -LIMITES ET INCERTITUDES.....	38
4.3 - RESULTATS.....	39
5 - QUALIFICATION DES ENJEUX EN ZONE INONDABLE.....	40
5.1 - POPULATION PERMANENTE.....	40
5.2 - EMPLOIS.....	42
5.3 - BATIMENTS.....	45
5.4 - ACTIVITES ECONOMIQUES.....	45
5.5 - INSTALLATIONS POLLUANTES.....	45
5.6 - ZONES PROTEGEES.....	46
5.7 - ETABLISSEMENTS, INFRASTRUCTURES, OU INSTALLATIONS SENSIBLES DONT L'INONDATION PEUT AGGRAVER OU COMPLIQUER LA GESTION DE CRISE.....	46
5.8 - GESTION DES DONNEES.....	47
6 - USAGES DE LA CARTOGRAPHIE.....	48
7 - RESUME NON TECHNIQUE.....	49

8 - CONSULTATION DES PARTIES PRENANTES.....	52
9 - BIBLIOGRAPHIE.....	53

ACRONYMES ET ABBREVIATIONS

AZI	Atlas des zones inondables
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CEREMA	Centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement ¹
CETE	Centre d'études techniques de l'équipement
CETMEF	Centre d'études techniques maritimes et fluviales
COVADIS	Commission de validation des données pour l'information spatialisée
DCE	Directive cadre sur l'eau
DI	Directive Inondation
DEAL	Direction de l'environnement de l'aménagement et du logement
EH	Équivalent habitant
EPRI	Évaluation préliminaire des risques d'inondation
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement
IGN	Institut géographique national
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
IPPC	Integrated pollution prevention and control
IRSTEA	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
LIDAR	Light detection and ranging (télédétection laser)
MNT	Modèle numérique de terrain
ONERC	Observatoire national des effets du réchauffement climatique
ORSTOM	Office de recherche scientifique et technique outre-mer
PGRI	Plan de gestion des risques d'inondation
PPR	Plan de prévention des risques naturels
RN	Route nationale
SARA	Société anonyme de la raffinerie des Antilles
SDIS	Service départemental d'incendie et de secours
SIG	Système d'information géographique
SHOM	Service hydrographique et océanographique de la marine
SIRENE	Système informatique pour le répertoire des entreprises et de leurs établissements
STEU	Station de traitement des eaux usées
TRI	Territoire à risque d'inondation important
UAG	Université des Antilles et de la Guyane

¹ Depuis le 01/01/2014, les 8 CETE, le CERTU, le CETMEF et le SETRA ont fusionné pour donner naissance au CEREMA

1 - INTRODUCTION

La directive européenne 2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondation dite « directive inondation » ou « DI », a pour objectif d'établir un cadre pour l'évaluation et la gestion globale des risques d'inondation, visant à réduire les conséquences négatives pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique associées aux différents phénomènes d'inondations.

Un plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) à l'échelle du bassin hydrographique Guadeloupe définira des objectifs et des moyens pour la réduction des conséquences dommageables des inondations. Le PGRI devra être arrêté avant le 22 décembre 2015 par le préfet coordonnateur de bassin, pour une mise en œuvre sur la période 2016-2021.

Le PGRI constitue un document de planification pour la gestion des risques d'inondation sur le bassin. À ce titre, au-delà de dispositions communes à l'ensemble du bassin, il doit porter les efforts en priorité sur les territoires à risque d'inondation important (TRI).

La qualification d'un territoire en TRI signifie que les conséquences des inondations y sont potentiellement les plus graves par rapport à la situation moyenne du département. Elle implique une nécessaire réduction de son exposition au risque en engageant l'ensemble des acteurs territoriaux dans l'atteinte de cet objectif.

À cette fin, une stratégie locale de gestion du risque d'inondation devra être élaborée sur le TRI. Leurs objectifs, adaptés aux situations locales, tiendront aussi compte des priorités de la stratégie nationale de gestion du risque d'inondation et de sa déclinaison dans le plan de gestion du risque d'inondation du bassin de Guadeloupe. Elles engageront l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement.

En Guadeloupe, sur la base du diagnostic de l'EPRI (évaluation préliminaire des risques d'inondation, arrêtée le 16 mars 2012², qui pose un diagnostic global à l'échelle du département) et d'une concertation avec les parties prenantes du bassin, deux TRI ont été identifiés par arrêté du préfet coordonnateur de bassin du 17 décembre 2012³.

Le TRI « Centre Guadeloupe » (ou TRI « Centre ») regroupe les communes de Baie-Mahault, Pointe-à-Pitre, Les Abymes, Morne-à-l'Eau, Le Moule, Sainte-Anne et Le Gosier. Il a été retenu en raison de la forte concentration d'enjeux (population, activités économiques, installations stratégiques, etc.) potentiellement exposée aux inondations. Les phénomènes d'inondation prépondérants identifiés sur le TRI et cartographiés dans le cadre de cette étude sont les inondations par débordement de cours d'eau, les inondations par ruissellement, et les inondations par submersion marine.

Dans la perspective de l'élaboration prochaine des stratégies locales, afin d'éclairer les choix à faire et de partager les priorités, la connaissance des inondations sur chaque TRI a été approfondie en réalisant une cartographie des risques pour plusieurs phénomènes d'inondation selon trois scénarios d'inondation : un événement fréquent (forte probabilité), un événement moyen et un événement extrême (faible probabilité).

La circulaire du 16 juillet 2012⁴ relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive inondation précise ces gammes d'événements :

- l'aléa de forte probabilité est un événement provoquant les premiers dommages conséquents, dont la période de retour est comprise entre 10 ans et 30 ans. On appellera cet événement l'événement (ou scénario) fréquent ;

2 Consulter le rapport "Evaluation préliminaire des risques d'inondation, District de la Guadeloupe, Mise en œuvre de la directive inondation, phase 1 – Rapport DEAL – Décembre 2012" sur www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr

3 Consulter le rapport "Identification des Territoires à Risque d'Inondation important (TRI), District de la Guadeloupe, Mise en œuvre de la directive inondation, phase 2 – Rapport DEAL – Décembre 2012" sur www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr

4 Circulaire du 12/07/2012 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

- l'aléa de probabilité moyenne est un événement ayant une période de retour comprise entre 100 et 300 ans qui correspond dans la plupart des cas à l'aléa de référence des plans de prévention des risques. On appellera cet événement l'événement (ou scénario) moyen ;
- l'aléa de faible probabilité est un phénomène d'inondation extrême inondant toute la surface alluviale fonctionnelle. À titre indicatif, une période de retour d'au moins 1000 ans sera recherchée. On appellera cet événement l'événement (ou scénario) extrême.

Les documents relatifs à la cartographie du TRI Centre sont les suivants :

1. **un rapport de présentation** (présent rapport) situant le contexte, présentant le TRI, puis détaillant les méthodes employées pour réaliser la cartographie. Ce rapport contient également un rappel sur les usages des cartes et un résumé non technique destiné au grand public.
2. **un atlas cartographique**, composé de cartes au 1/25 000 , incluant pour chaque phénomène (inondations par débordement de cours d'eau, inondations par ruissellement, inondations par submersion marine) :
 - des cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême).⁵ Elles représentent l'extension des inondations et les classes de hauteurs d'eau ;
 - des cartes de synthèse des surfaces inondables des différents scénarios étudiés. Elles synthétisent sur une même carte les scénarios étudiés pour le phénomène et représentent uniquement l'extension des inondations ;
 - des cartes des risques d'inondation. Elles représentent la superposition des cartes de synthèse avec les enjeux présents dans les surfaces inondables (bâti ; activités économiques ; installations polluantes ; établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise).
3. **un complément méthodologique** regroupant les notes détaillées sur les méthodes et données employées pour réaliser la cartographie.

Ces trois documents sont indissociables. En particulier la consultation des cartes ne peut-être réalisée indépendamment des rapports qui détaillent les hypothèses retenues pour leur réalisation, les méthodes et données employées, ainsi que leurs limites.

⁵ Selon le phénomène d'inondation considéré (inondation par débordement de cours d'eau, inondation par ruissellement, ou inondation par submersion marine), le cadre réglementaire précise que tous les scénarios ne sont pas à cartographier, ou, au contraire, qu'un scénario supplémentaire prenant en compte les effets du changement climatique est à étudier.

2 - PRESENTATION GENERALE DU TRI

Le TRI est composé des communes de Baie-Mahault, Pointe-à-Pitre, Les Abymes, Morne-à-l'Eau, Le Moule, Sainte-Anne et Le Gosier. Il s'étend sur une superficie de 397 km² et compte 193 674 habitants (INSEE, 2010).

2.1 - TOPOGRAPHIE

Le territoire est situé sur les deux îles principales de l'archipel de la Guadeloupe. Une majorité du territoire concerne la Grande-Terre, tandis qu'une superficie d'environ 10 % est située sur le nord-est de la Basse-Terre. On distingue ainsi deux grands ensembles morphologiques, séparés par le bras de mer de la rivière Salée :

- une partie du piémont de la chaîne axiale de l'île de la Basse-Terre ;
- la région des Grands-Fonds de la Grande-Terre au sens large (c'est-à-dire en considérant le relief des Grands-Fonds proprement dit et ses plaines littorales avoisinantes).

2.1.1 - LE PIEMONT DE LA CHAÎNE AXIALE DE LA BASSE-TERRE

Cette partie du territoire concerne la commune de Baie-Mahault au nord-est de la Basse-Terre, sur une superficie d'environ 46 km².

Le relief de la Basse-Terre s'organise selon un axe nord-sud, dont le profil est dissymétrique. À l'ouest, les versants sont pentus et le relief plonge abruptement dans la mer. À l'est, les pentes sont également fortes mais on distingue, sur la partie aval, un glacis d'épandage jusqu'à la mer.

Ainsi, le territoire de la commune de Baie-Mahault occupe une partie de la plaine du piémont du nord-est. Sa pente est décroissante vers le nord-est et l'est. Des zones de mangroves assurent la transition terre-mer.

2.1.2 - LES GRANDS-FONDS DE LA GRANDE-TERRE

Le reste du territoire (six communes) est situé sur le territoire des bassins versants des Grands-Fonds. Le plateau central (les Grands-Fonds sensu stricto) constitue le réceptacle et le centre de dispersion des eaux vers les plaines littorales.

Le plateau est caractérisée par un enchevêtrement de mornes d'environ 100 m d'altitude et de vallons à fond plat, formant un réseau ramifié sans orientation dominante. Cette topographie particulière est souvent qualifiée de « chenillée ». Couvrant une surface d'environ 160 km², le relief des Grands-Fonds résulte de la karsitification d'un plateau calcaire surélevé et plissé.

Il est encadré par des plaines littorales aux superficies d'inégale importance:

- au nord, la plaine des Grippons : grabben orienté NW-SE d'une largeur d'environ 2 kilomètres, situé principalement sur le territoire de la commune de Morne-à-l'Eau ;
- à l'ouest, la Plaine des Abymes: vaste plaine, qui s'étend aussi sur une partie du territoire des communes de Morne-à-l'Eau au nord (Vieux-Bourg) et de Pointe-à-Pitre au sud ;
- au sud deux plaines de taille beaucoup plus modestes :

- au sud-ouest une plaine large d'environ 2 kilomètres, et longue d'environ 7 kilomètres, orientée est-ouest sur le territoire de la commune du Gosier entre la Pointe de la Verdure et la Pointe de la Saline ;
- au sud-est, une autre plaine étroite s'étire sur environ 8 kilomètres sur le territoire de la commune de Sainte-Anne, entre la Pointe de l'Accul et l'Anse à la Barque ;

A l'est, le plateau des Grands-Fonds est limité par un autre plateau calcaire : le plateau du Moule. Celui-ci fait partie des plateaux calcaires tabulaires du nord et de l'est de la Grande-Terre. Ils sont caractérisés par une altitude moindre (altitude maximale d'une trentaine de mètres) et une karstification moins développée que celle du plateau des Grands-Fonds. Cette unité morphologique couvre la majorité du territoire de la commune du Moule.

2.2 - LITTORAL

Toutes les communes du territoire disposent d'une façade maritime. Le littoral est un espace très convoité et présente de multiples modes d'utilisation, dont l'urbanisation. Les pressions sur cet espace sont constantes et génèrent parfois des conflits d'usages.

Le linéaire côtier du territoire, d'environ 96 kilomètres, s'organise selon trois façades maritimes, aux caractéristiques naturelles et anthropiques variées :

- au sud : rivages des communes de Baie-Mahault, Pointe-à-Pitre, Le Gosier, et Sainte-Anne ;
- au nord-est : rivages des communes de Baie-Mahault, Les Abymes, et Morne-à-l'Eau ;
- au nord-ouest : rivages de la commune du Moule.

La principale façade maritime, d'un linéaire d'environ 50 kilomètres, est orientée plein sud. Elle est constituée du nord de la baie du Petit Cul-de-Sac Marin aux rivages fortement urbanisés, et d'un littoral étirant vers l'est ses longues plages de sables blancs (plages du Gosier et de Sainte-Anne), alternées avec des zones urbanisées, des zones d'urbanisation diffuse, et plus ponctuellement des espaces naturels préservés. Cette façade est bien protégée des houles atlantiques par des récifs coralliens.

Au nord-ouest, la côte est bordée sur environ 26 kilomètres par la baie du Grand Cul-de-Sac Marin. Cette large baie de 15 000 hectares est fermée au large par la plus grande barrière de corail des Petites Antilles, dont une des fonctions est la protection du littoral contre la houle. La côte est occupée par une alternance de zones urbanisées (Baie-Mahault, Vieux Bourg), de mangroves, forêts marécageuses et marais herbacés.

Enfin, au nord-ouest, la troisième façade maritime du territoire est ouverte sur l'océan Atlantique sur un linéaire d'environ 20 kilomètres. Elle est composée d'une succession d'anses abritant des plages, de falaises calcaires, et d'une zone urbaine dense au niveau du centre-bourg de Morne-à-l'Eau.

Un étroit bras de mer, la rivière Salée sépare les communes du Baie-Mahault et de Pointe-à-Pitre, et plus largement l'île de la Basse-Terre de l'île de la Grande-Terre.

2.3 - HYDROGRAPHIE ET HYDROLOGIE

La pluviométrie de la Grande-Terre est caractérisée par un faible gradient des moyennes annuelles de 1 100 millimètres à 1 800 millimètres selon un axe est-ouest. Cette augmentation de la pluviosité est due, non pas à l'influence de l'altitude, assez uniforme, mais à l'influence de l'axe montagneux de la Basse-Terre qui s'exerce assez loin vers l'est. La pluviométrie moyenne annuelle de la zone des plateaux (plateau du Moule) est comprise entre 1 100 millimètres et 1 500 millimètres à 1 600 millimètres. Sur la zone des Grands-Fonds, la pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 1 500 millimètres et 1 700 millimètres.

Enfin, dans la plaine des Abymes, elle est comprise entre 1 700 millimètres et 1 800 millimètres (ORTSOM, 1985).

La pluie décennale journalière est voisine de 150 millimètres au droit des Grands-Fonds, et la valeur centennale se situe aux environs de 205 millimètres (ANTEA, 2005). Malgré la taille relativement restreinte du territoire, les maxima journaliers ne se produisent pas de façon simultanée sur l'ensemble de ce territoire. Les périodes de retour d'un événement pluvieux varient donc d'une commune à l'autre du territoire, et d'un bassin versant à l'autre.

Le réseau hydrographique du territoire peut être divisé en deux entités hydrologiquement déconnectées :

- Les rivières de piémont du nord-est de la Basse-Terre ;
- Le réseau hydrographique de la Grande-Terre.

2.3.1 - LES RIVIERES DE PIEMONT DU NORD-OUEST DE LA BASSE-TERRE

Le TRI est concerné par l'aval des rivières. Dans ces zones de plaine littorale, la décroissance de la vitesse du courant se traduit par une sédimentation, qui recouvre le lit majeur puis le lit moyen, parfois le lit mineur. Les enjeux sont généralement concentrés à l'aval (habitations, aménagements dont les ouvrages de franchissement de la route nationale RN2).

Des ravines de taille plus modeste peuvent s'intercaler entre les bassins versants des principales rivières. Contrairement à ces dernières leur écoulement n'est pas nécessairement continu. Elles drainent les pentes les plus proches du littoral.

Les cours d'eau du TRI sont alimentées principalement par les eaux de ruissellement des précipitations, mais sont soutenus également par de petites nappes perchées. Leur régime hydrologique est de type torrentiel et largement influencé par les pluies journalières et les variations climatiques saisonnières.

Les débits de crues sont élevés. Le temps de réponse des cours d'eau est en outre très rapide, en raison des fortes pentes, de la faible superficie de leur bassin versant, et de leur linéaire réduit. Ces caractéristiques confèrent également aux cours d'eau un fort potentiel pour le transport d'éléments solides (blocs, pierre, boues,...) qui peuvent s'accumuler sous les ouvrages de franchissement ou les autres obstacles naturels à l'écoulement.

D'ouest en est, les cours d'eau du TRI sont les suivants : la ravine Sans Nom (qui constitue la limite avec le territoire de la commune de Lamentin) la ravine Gobain, la rivière Mahault, la rivière Houaromand, et la rivière Du Coin.

2.3.2 - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE LA GRANDE-TERRE

Il n'existe pas de cours d'eau pérenne en Grande-Terre. On ne peut classer dans le réseau hydrographique actif, ni les fonds de vallées ennoyées de l'est (rivière d'Audoine), ni les canaux des mangroves de la côte occidentale (canal des Rotours, canal de Perrin, canal de Belle Plaine, etc.) (ORSTOM, 1985).

Les talwegs des cours d'eau temporairement actifs sont bien marqués mais l'écoulement est sporadique. Le régime hydrologique des bassins versants du territoire est conditionné par la faiblesse relative de la pluviométrie, par la forte évapotranspiration potentielle, la modération du relief et le caractère pseudo-karstique des formations calcaires.

On distingue trois ensembles ayant des caractéristiques différentes. Deux présentent une continuité amont-aval (les ravines des Grands-Fonds s'écoulant vers les canaux et cours d'eau des plaines orientales et du sud) et constituent les bassins versants des Grands-Fonds au sens large.

2.3.2.1 - *Les ravines des Grands-Fonds*

Le réseau de ravines à fonds plats très ramifié des Grands-Fonds constitue les parties amont des bassins versants. Les pentes latérales des talwegs, très abruptes, favorisent le ruissellement. Cet encaissement limite de fait l'étendue des inondations. Les vitesses d'écoulement peuvent, par contre, être relativement importantes et occasionner à proximité du lit mineur des dégâts significatifs. En fond de talweg, le manque d'espace est parfois tel que des travaux de contournement des lits des cours d'eau ont été nécessaires pour permettre un aménagement du territoire. Ainsi, une même ravine peut passer d'un côté à l'autre de la chaussée à plusieurs reprises en quelques kilomètres (BRGM, 2011).

Il est intéressant de noter une répartition spatiale différente des enjeux. Dans l'ouest des Grands-Fonds, les habitations se situent en très grande majorité au fond des talwegs le long des routes. A contrario, dans les bassins versants de l'est, la quasi-totalité des maisons se situe principalement en crête et par conséquent les risques aux biens et aux personnes sont limités (DEAL, 2012).

2.3.2.2 - *Les cours d'eau / canaux de plaines orientales et du sud*

Les cours d'eau et canaux des plaines des Abymes, des Grippons et du sud sont des axes de drainage des eaux de ruissellement en provenance des Grands-Fonds. Ils jouent un rôle hydraulique majeur lors des fortes pluies en évacuant les eaux vers la mer. Ils s'écoulent en zone basse côtière et le niveau marin constitue le niveau de base.

Dans leur partie aval, ils ont souvent subi une transformation d'origine anthropique : dans de nombreux cas, un canal prolonge une ravine. Ces canaux, qui jouent un rôle hydrologique majeur, sont des témoins de l'histoire industrielle. Le réseau ancien de canaux dans la mangrove de la Grande-Terre servi principalement dans la deuxième moitié au XIX^{ème} siècle au transport par chaland de la canne à sucre vers la sucrerie de Darbousier à Pointe-à-Pitre. Le plus célèbre, le canal Des Rotours, est une voie navigable qui servit jusqu'en 1979 au transport fluvial du sucre. Il est drainé par le canal Pointe-à-Retz, lui-même drainé par le canal De Pinette. Les canaux s'organisaient en voies secondaires et principales pour constituer de véritables axes de communication à travers la mangrove.

Le fonctionnement de ce réseau de drainage est régulièrement compromis par la proximité de la nappe, la faiblesse des pentes ou le comblement par sédimentation. L'état de la mer conditionne également ses capacités d'évacuation. En effet, lors d'épisodes pluvieux importants concomitants à un phénomène de surcote marine (cas fréquent lors des passages de phénomènes dépressionnaires), le niveau marin anormalement élevé ralenti voir empêche l'évacuation des eaux.

2.3.2.3 - *Les cours d'eau du plateau de l'est*

L'ensemble des ravines des plateaux de l'est peut-être assimilée à un axe de drainage mineur de la zone des Grands-Fonds. Elles s'écoulent en direction du nord-est, et sont caractérisées par un écoulement intermittent (ravines sèches), par un faible linéaire (inférieur à 10 kilomètres), et une pente faible. Compte tenu de l'altitude de leur lit, elles ne sont pas en relation directe avec la nappe. Elles contribuent néanmoins, en phase d'écoulement, à la recharge de celle-ci. Les principales ravines sont la ravine Du Nord-Ouest et la rivière Audoin.

2.4 - ORGANISATION ET ENJEUX DU TERRITOIRE

De manière générale, chaque commune du territoire présente dans des proportions variables des zones urbaines, des espaces ruraux (à l'exception de Pointe-à-Pitre) et des zones commerciales et industrielles. Les zones urbaines sont constituées des centre-bourgs (habitat traditionnel ancien) à proximité desquels se sont développés dès le milieu des années 1950 des quartiers d'habitat social dense et des zones

d'habitat spontané pour la plupart en cours de rénovation. En périphérie, un phénomène de périurbanisation se traduit par de l'étalement urbain et le mitage des espaces naturels et agricoles (quartiers de campagne). Des zones d'activités industrielles et commerciales ponctuent aléatoirement l'espace communal, et contribuent à renforcer son caractère déstructuré.

Adjacentes et particulièrement développées, les zones urbaines, industrielles et commerciales des communes de Pointe-à-Pitre, Baie-Mahault, des Abymes, et du Gosier constituent l'agglomération pointoise. Cette aire urbaine centrale dans le département est le principal pôle de vie de la Guadeloupe. Elle concentre un certain nombre de structures et d'équipements amenés à se développer dans les prochaines années qui, ajouté à son poids démographique, lui confèrent, des dimensions de métropole :

- porte d'entrée de l'île avec ses infrastructures de transport : l'aéroport international Pôle Caraïbes (Les Abymes) et les infrastructures du Port Autonome de Guadeloupe (Baie-Mahault et Pointe-à-Pitre)
- présence d'équipements d'ampleur régionale : Centre Hospitalier Universitaire et Université des Antilles et de la Guyane à Pointe-à-Pitre ;
- dynamisme économique grâce à de nombreuses zones d'activités, dont la zone de Jarry (Baie-Mahault), plus grande zone d'activité économique de France. Développée autour des infrastructures du port autonome de commerce, la zone regroupe le terminal pétrolier de la SARA, deux centrales thermiques, et plus de 3 500 entreprises industriellement et commerciales ;
- rayonnement culturel : Centre des Arts (Pointe-à-Pitre), nombreux musées.

Le réseau routier est le principal guide de l'étalement urbain. Il est développé autour de l'agglomération pointoise. A l'ouest, la RN1 traverse le territoire de la commune de Baie-Mahault après avoir franchi la rivière Salée au pont de la Gabarre, et rallie Basse-Terre, le chef-lieu, au sud. Un peu plus au nord, le pont de l'alliance porte la RN11 qui connecte Les Abymes et Baie-Mahault. Au nord-est, la RN5 rejoint la commune Le Moule via Morne-à-l'Eau. Au sud-est, la RN4 longe le littoral en croisant les communes du Gosier, puis Sainte-Anne. Entre la RN4 et la RN5, un réseau de routes secondaires sinueuses quadrille le territoire des Grands-Fonds. Ce réseau routier est rapidement saturé aux heures de pointe en raison d'une organisation des transports marquée par l'écrasante domination de la voiture. Les points noirs sont notamment situés sur la RN1 et les trois axes desservants la zone de Jarry : RN10, RD32 et RD24.

Sur le littoral sud (commune de Gosier, Sainte-Anne) l'urbanisation de la façade littorale est due à la concentration des principales activités et infrastructures touristiques de l'île. L'aménagement de "La Riviera" (côte sud de la Grande-Terre) reflète l'engouement pour le tourisme balnéaire.

Les Grands-Fonds sensu stricto sont un espace largement résidentiel. Le développement péri-urbain s'exprime par une prolifération depuis les années 1970 de villas disséminées, principalement linéairement le long des axes. Le réseau routier est très développé et est constitué de routes généralement en crête comportant de nombreux passages en fond de vallée. Un grand nombre d'ouvrages hydrauliques (publics ou privés), principalement des ouvrages busés, permettent l'écoulement des eaux de ruissellement et le franchissement des ravines en fond de vallée. Ces ouvrages sont majoritairement sous-dimensionnés, les conséquences sont la formation d'embâcles au droit des ouvrages. Les nombreux débordements ainsi générés détournent les écoulements sur les axes routiers et augmentent la vitesse d'écoulement (BRGM, 2011).

Plus précisément, une étude menée suite aux inondations de janvier 2011 dans les Grands-Fonds (BRGM, 2011) a désigné certaines pratiques d'urbanisation et d'aménagement du territoire comme facteurs d'aggravation des inondations, parmi lesquelles :

- construction d'habitations dans les talwegs potentiellement inondables avec un non respect, dans certains cas, des PPR ;
- remblaiement fréquent des fonds de vallées allant jusqu'à obstruer le lit mineur de certains cours d'eau ;

- imperméabilisation de certains secteurs pouvant servir de zone d'expansion de crue ;
- construction d'une multitude d'ouvrages d'accès aux habitations particulières, franchissant les ravines et largement sous dimensionnés, redirigeant les écoulements sur les voie de circulation ;
- manque d'entretien des ouvrages, des fossés, des réseaux de drainage.

2.5 - CARACTERISTIQUES DES INONDATIONS

2.5.1 - PHENOMENES D'INONDATIONS

Le TRI est affecté par trois phénomènes d'inondation prépondérants, qui peuvent être concomitants :

- les inondations par débordement de cours d'eau, liées aux débordements des rivières et ravines lors d'épisodes de crues. Le débit de crue, qui dépasse plusieurs fois le débit moyen annuel, est supérieur à la capacité du lit mineur et s'écoule dans le lit majeur, provoquant un débordement. L'intensité, la répartition et la durée de la pluie, mais aussi le comportement hydrologique du bassin versant sont des paramètres qui conditionnent l'étendue spatiale et l'intensité de l'inondation. Sur le secteur d'étude, les pentes fortes, la petite taille des bassins versants ainsi que les linéaires réduits des cours d'eau impliquent une dynamique torrentielle. En crue, les débits et les vitesses d'écoulement sont élevés. Les pluies journalières ont une forte influence sur le débit. Le temps de concentration (temps écoulé entre les précipitations à l'origine de la crue et la crue elle-même) est de l'ordre de quelques heures. En outre, ces crues sont caractérisées par une vitesse d'écoulement élevée, qui implique d'une part une forte capacité de charriage (transport solide), d'autre part un pouvoir érosif important (affouillement de berges).
- les inondations par ruissellement sont fréquemment associées aux inondations par débordement de cours d'eau, car elles ont la même origine (un épisode de précipitations particulièrement intenses). Le ruissellement pluvial est la conséquence d'un phénomène d'anthropisation qui perturbe les conditions naturelles de l'écoulement. D'une part, la capacité d'infiltration des sols est diminuée du fait de leur imperméabilisation, ce qui augmente le ruissellement. D'autre part, des aménagements inconsidérés modifient les axes d'écoulement naturels, ce qui perturbe voir empêche l'évacuation de l'eau. Ainsi, dans un premier temps le ruissellement est diffus et généralisé, puis les surfaces imperméabilisées concentrent les écoulements et accélèrent le transit, enfin l'eau stagne dans les points bas, en particulier si le réseau d'assainissement pluvial est sous dimensionné ou mal entretenu. Les zones urbaines du secteur d'étude sont concernées par ce phénomène d'inondation.

Le point commun de ces deux premiers phénomènes d'inondation, est leur cinétique rapide (durées de crue et décrue infra-journalières). Les crues peuvent intervenir à n'importe quelle période de l'année compte tenu de l'imprévisibilité du climat. Des pluies dites "averses exceptionnelles" peuvent faire tomber plusieurs centimètres d'eau en quelques minutes. On retiendra que les inondations ne sont pas uniquement associées à des phénomènes atmosphériques de grande échelle comme les cyclones ou les ondes d'Est, mais peuvent aussi être provoquées par des perturbations atmosphériques stationnaires de petite échelle. Par ailleurs, les phénomènes cycloniques les plus forts ne s'accompagnent pas nécessairement de crues et d'inondations.

- les inondations par submersion marine sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer lors de conditions météorologiques et océaniques défavorables (basses pressions atmosphériques et fort vent d'afflux). Elles peuvent durer de quelques heures à quelques jours. Trois modes de submersion marine sont distingués. Les submersions par débordement surviennent lorsque le niveau marin est supérieur à la côte du terrain naturel (ou des éventuels

ouvrages de protection littoraux). Les submersions par franchissements de paquets de mer liés aux vagues surviennent lorsque après déferlement de la houle, les paquets de mer dépassent la cote du terrain naturel (ou des éventuels ouvrages de protection littoraux). Enfin, les submersions par rupture du système de protection, lorsque les terrains situés en arrière sont en dessous du niveau marin, surviennent lors de la défaillance d'un ouvrage de protection suite à l'attaque de la houle. D'autres aléas accompagnent la submersion marine. Il s'agit principalement des effets de dissipation d'énergie des phénomènes marins induisant des chocs mécaniques pouvant être extrêmement violents, par exemple le choc des vagues.

Une submersion peut être aggravée par des phénomènes qui ne sont pas maritimes, en raison des concomitances éventuelles des différentes sources possibles d'inondation : débordements de cours d'eau, ruissellements, accumulations dues aux pluies. Les volumes d'eau liés à ces différents phénomènes d'inondations s'additionnent. Par ailleurs, la concomitance des niveaux marins hauts et des débits de crue freine l'évacuation des eaux intérieures vers la mer.

2.5.2 - INONDATIONS HISTORIQUES

Le rapport sur l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (DEAL, 2012) recense les événements historiques d'inondation qui ont marqué le département. Parmi ceux-ci, on peut retenir ceux qui ont plus particulièrement impacté le TRI :

- Les inondations dues au passage de l'ouragan Lenny en novembre 1999 : Le passage de l'ouragan Lenny est à l'origine d'une forte houle cyclonique et de très importantes précipitations. Son intensité (classe 4) pour cette époque de l'année (17-19 novembre) est atypique, de même que sa trajectoire d'ouest en est depuis la mer des Caraïbes. Les précipitations sur trois jours sont exceptionnelles et touchent la quasi-totalité des communes de la Grande-Terre (cf. figure 1). Leurs périodes de retour sont voisines de 100 ans à Port-Louis et Morne-à-l'Eau. Les pluies génèrent de nombreuses inondations tant par ruissellement que par débordement de rivière. Outre les dégâts dus aux importantes précipitations on relève aussi de nombreux dommages liés à l'action de la houle. Sur le littoral, elle bloque l'évacuation du réseau pluvial et aggrave ainsi les inondations d'origine terrestre. Pour les mêmes raisons, l'eau de mer projetée dans les terres reste piégée derrière les ouvrages ou dans les points bas. Le bilan est lourd. On dénombre au total neuf victimes : cinq en Guadeloupe et quatre disparus à Saint-Barthélemy. Plus de 1500 familles sont sinistrées et quelque 650 habitations sont détruites. Le montant des dégâts est estimé à 737 millions de Francs (dont 610 pour les routes, ouvrages d'art et bâtiments ; 86 pour le secteur agricole et 41 pour la pêche et les ports), soit environ 112 millions d'euros. Une cinquantaine de ponts sur les axes de communication sont coupées par les inondations, particulièrement dans la zone des Grands-Fonds.

- Les inondations de janvier 2011 : Le 4 janvier 2011, d'importantes précipitations surviennent dans le secteur des Grands-Fonds. Une bande frontale active est présente entre la Dominique et les Iles du Nord du 3 au 5 janvier, engendrant des pluies orageuses sur toute la Guadeloupe. Le cumul en deux jours atteint 196 millimètres à la station du Raizet, 148 millimètres sur 24 h. Aux Abymes, la période de retour des cumuls du 4 janvier (158 millimètres) est estimée à 15 ans. C'est la deuxième valeur quotidienne aussi forte observée en quinze ans après le record établi lors du cyclone Lenny en novembre 1999 (200 millimètres). Sur 48 h (293 millimètres), la période de retour dépasse les 10 ans. Elle atteint 30 ans sur 4 h. Les inondations du 4 janvier 2011 ont essentiellement affecté les communes de Morne-à-l'eau, du Gosier et des Abymes. Cinq personnes sont décédées dans leur voiture alors qu'elles tentaient de franchir un gué submergé dans la commune des Abymes. Les dégâts matériels s'observent essentiellement au niveau des routes et des ouvrages de franchissement, également dans quelques habitations. Celles-ci sont généralement situées le long des routes, elles-mêmes situées le long des thalwegs. Les ouvrages de franchissement sont généralement sous dimensionnés pour évacuer sans débordement les crues trop importantes (au-dessus du temps de retour décennal). De nombreuses routes sont coupées durant les inondations (cf. figure 2). Dans les basses plaines périphériques aux Grands-Fonds, les débordements sont liés à une défaillance des réseaux de drainage des eaux. Les canaux principaux, à savoir ceux des Rotours et de Perrin ainsi que le réseau de canaux localisé au sud de la commune du Gosier, présentent là encore un sous-dimensionnement. Des dégâts agricoles ainsi que des noyades de bétail sont également à déplorer. Sur la commune des Abymes, les dégâts aux ouvrages sont estimés à plus de 3 millions d'euros

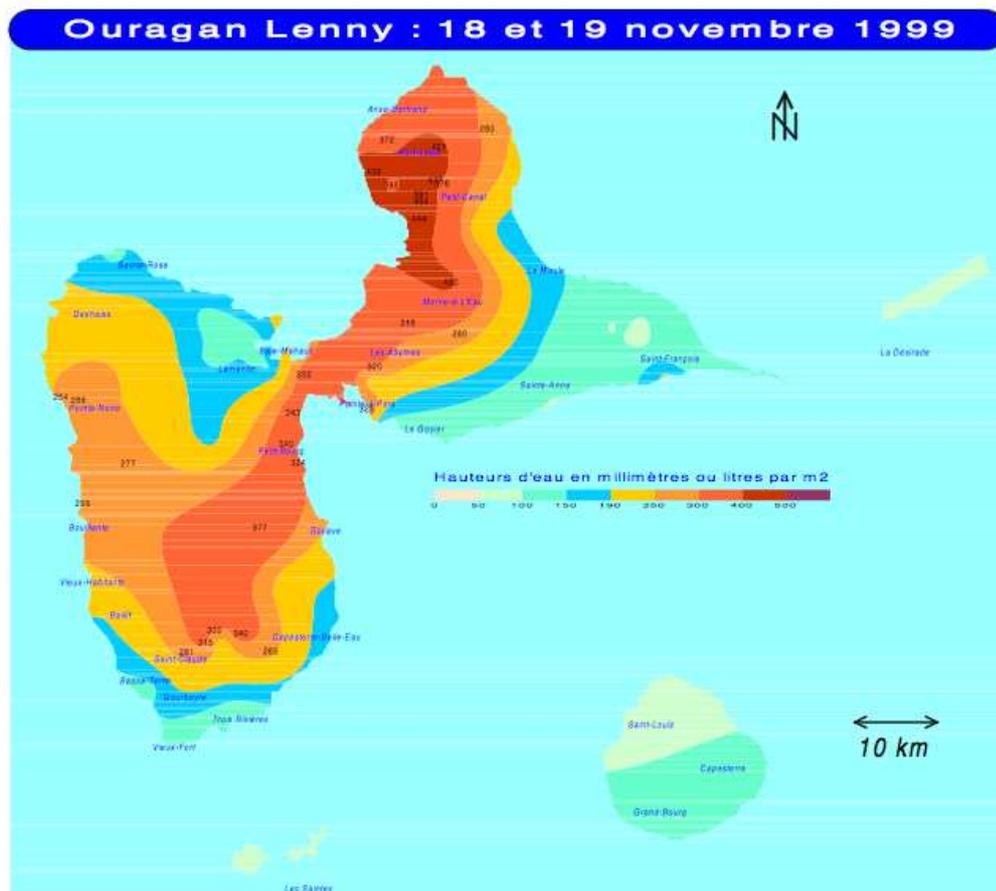


Figure 1 : Pluviométrie sur la Guadeloupe lors de l'ouragan LENNY
(source :Météo France)

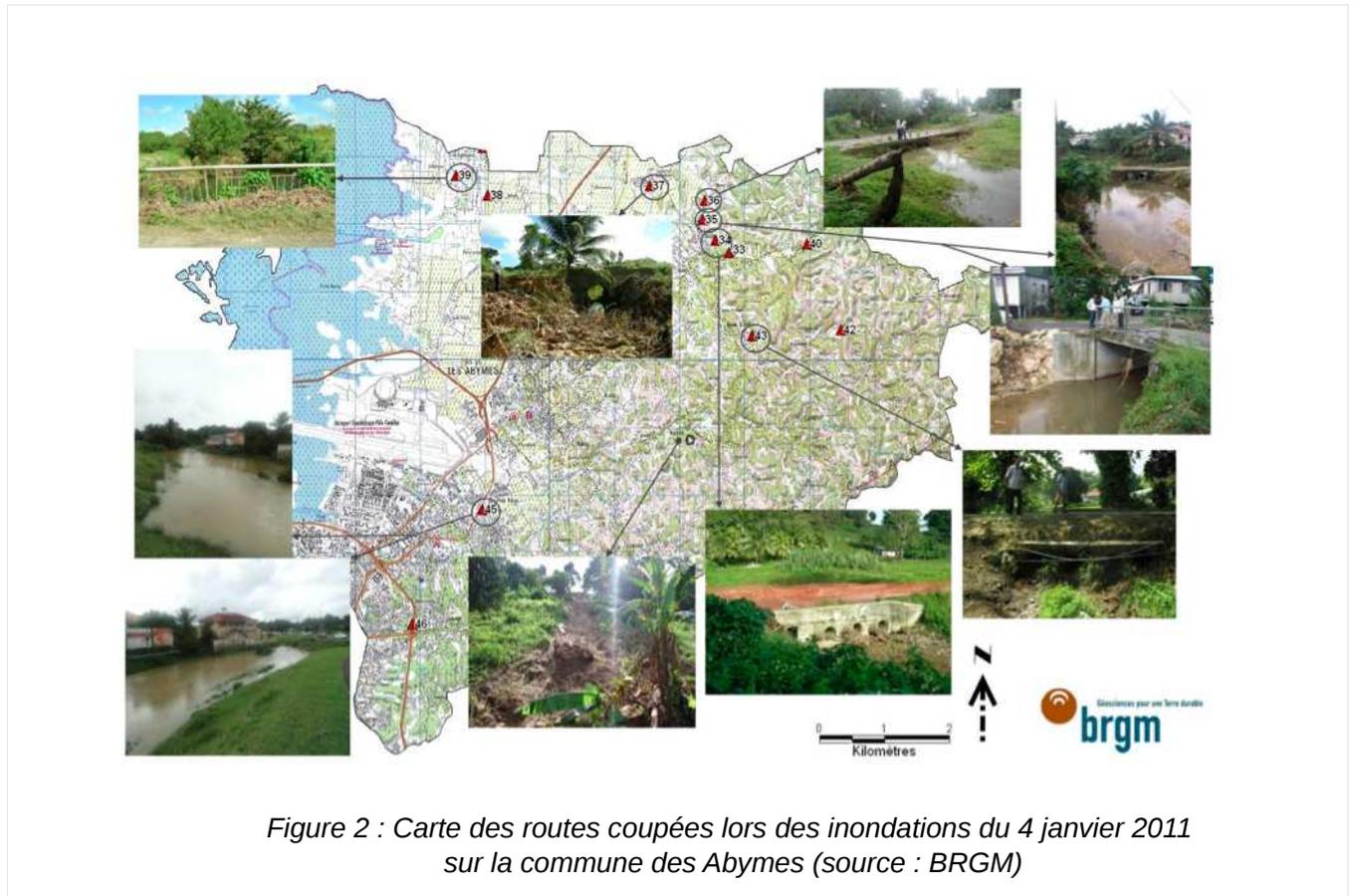


Figure 2 : Carte des routes coupées lors des inondations du 4 janvier 2011 sur la commune des Abymes (source : BRGM)

2.5.3 - ETUDES ANTERIEURES ET ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES

On recense sur le TRI plusieurs études hydrauliques ponctuelles (échelle infra-communale) pilotées par divers maîtres d'ouvrage publics ou privés, et dont la finalité est le dimensionnement d'ouvrages ou des études d'aménagement, dans des zones d'inondations fréquentes. Ces études techniques fournissent des estimations de débits en fonction de diverses périodes de retour et les gabarits d'ouvrages correspondants. Elles ne sont toutefois généralement pas utilisables pour la cartographie des zones inondables, et elles ne sont pas abordées dans cet état des lieux.

Depuis la loi du 22 juillet 1987 et son décret d'application du 13 octobre 1990, l'État doit porter à la connaissance des collectivités l'existence d'un risque avéré sur leur territoire, en vue de sa prise en compte dans l'élaboration des documents d'urbanisme (article L.121-2 du code de l'urbanisme).

Cette obligation est à l'origine de la première vague d'études globales visant à améliorer la connaissance du risque inondation en Guadeloupe (entre autres risques naturels auxquels le territoire est exposé). Dans les années 1990-2000 les services de l'État confient au BRGM la réalisation des « atlas communaux des risques naturels » (les communes du TRI ont été dotée d'un tel atlas entre 1992 et 1997). Ces documents multirisques sont composés, pour chaque commune, d'une série de cartes accompagnées de légendes explicatives précisant le niveau d'aléa pour des phénomènes donnés, et d'une notice d'utilisation générale. Valable pour l'ensemble des communes, cette notice comporte pour chaque phénomène une description de ce dernier, le type de dégât qu'il est susceptible d'occasionner, et l'explication du mode de représentation cartographique. La connaissance des risques naturels ainsi présentée est élaborée avec

les connaissances scientifiques et techniques du moment. En particulier, l'aléa inondation est cartographié via une approche naturaliste.

Ces atlas avaient pour objet de rappeler aux services de l'État, aux collectivités et au public l'existence et les conséquences des événements historiques et de montrer les caractéristiques des aléas pour une période de retour donnée, en général un événement centennal. Ils ne constituaient pas un document réglementaire directement opposable mais contribuaient à une prise en compte des risques. Ils avaient vocation à guider les collectivités territoriales dans leurs réflexions sur le développement et l'aménagement du territoire, en favorisant l'intégration du risque dans les documents d'urbanisme. Les phénomènes d'inondation majeurs de ces années (ouragans Marylin en 1995 et Lenny en 1999) bénéficient de retours d'expérience conduits par le BRGM. Les données recueillies permettent une comparaison entre les emprises de zones inondables déterminées dans les atlas et les effets observés sur le terrain.

En 1995, suite à des inondations catastrophiques dans le sud de la France métropolitaine entre 1988 et 1992, la politique de prévention des risques naturels prend un nouvel élan, notamment à travers la promulgation de la loi relative au renforcement de la protection de l'environnement le 02 février 1995, qui crée un nouvel outil de prise en compte des risques naturels dans l'aménagement du territoire : le plan de prévention des risques naturels (PPR).

En Guadeloupe, dès les années 2000, les PPR sont prescrits et les études d'aléa, confiés à des bureaux d'études, démarrent. Les atlas constituent alors une importante base de connaissance et sont largement exploités pour l'élaboration des cartes d'aléa des PPR. En parallèle, le guide édité en 1999 par le ministère chargé de la prévention des risques « Plan de prévention des risques, risque inondation » préconise l'approche hydrogéomorphologie pour établir les cartes d'aléa. Toutefois, si l'approche hydrogéomorphologique est bien adaptée dans un contexte où les zones inondables sont formées de plaines alluviales, elle présente des limites appliquée au contexte hydrologique et hydraulique de la Guadeloupe. Cette méthode d'analyse hydrogéomorphologique n'est donc pas appliquée rigoureusement, dans le cadre de l'élaboration des cartes d'aléas des PPR, mais adaptée aux spécificités locales. Cette approche naturaliste, basée à dire d'expert, est empreinte de subjectivité, et les différents bureaux d'études intervenants sur l'élaboration des cartes d'aléa réalisent l'exercice de façon très hétérogène (au moins trois bureaux d'études sont intervenus dans l'élaboration des cartes d'aléas inondation des PPR des sept communes du TRI). Dans certains cas des études hydrauliques avec modélisation ont été utilisées, mais de manière très marginale et sans traçabilité des données, hypothèses et choix méthodologiques retenus. De manière générale, les rapports de présentation et notices méthodologiques accompagnant les plans de prévention des risques sont très mal documentés, et l'événement de référence n'est pas systématiquement précisé.

Sur le TRI, les communes de Pointe-à-Pitre et de Baie-Mahault sont les premières à voir leur PPR approuvé en 2005 sur la base d'une approche naturaliste de l'aléa inondation. La méthode montre toutefois ses limites, notamment dans les ravines des Grands-Fonds, pour lesquelles les lits mineur, moyen, et majeur sont souvent confondus. Par pallier à ce problème, une étude complémentaire spécifique à ce secteur particulier est menée en 2005⁶, différant les approbations des PPR des communes de Gosier, des Abymes, et de Sainte-Anne qui surviennent finalement entre 2008 et 2009. Cette étude est motivée par la complexité topographique du secteur et a pour ambition de réaliser une caractérisation de l'aléa inondation (et de l'aléa mouvement de terrain) en innovant non pas sur la méthode employée, qui reste globalement la même (approche naturaliste), mais sur les données utilisées. Un levé topographique précis du secteur des Grands-Fonds est réalisé avec une technologie LIDAR. Des calculs hydrologiques et hydrauliques simples viennent compléter l'approche sur les secteurs à enjeux. Puis, le PPR de Morne-à-l'Eau est approuvé en 2008, intégrant notamment les conclusions de l'étude de microzonage des Grands-Fonds, et les résultats d'une étude réalisée en 2002 sur le canal des Rotours. Cette dernière avait vocation à définir les zones à risque d'inondation (modélisation 1D à casier), et à proposer un programme d'aménagement pour protéger ces zones. Enfin, le PPR du Moule est approuvé en 2010, sur la portion de

6 Direction Départementale de l'Équipement DDE, ANTEA (2005) – Mouvements de terrain et inondations. Microzonage des risques. Secteur des Grands-Fonds. Rapport n°A37824.

territoire concernée, la cartographie a été établie sur la base des conclusions de l'étude de microzonage des Grands-Fonds.

En 2008, l'île de la Basse-Terre fait l'objet d'un atlas des zones inondables par analyse hydrogéomorphologique (DIREN – EGIS, 2008). L'île de la Grande-Terre est logiquement exclue du projet, l'analyse hydrogéomorphologique ayant montré ces limites dans ce contexte hydrographique.

En 2011, un retour d'expérience des inondations de janvier 2011 dans les Grands-Fonds est mené dans l'objectif de caractériser cet événement, ses conséquences et de mettre en évidence les facteurs ayant contribué à aggraver les inondations. L'étude montre que pour avoir été submergés trois fois en moins de douze ans (cyclone Lenny en 1999, précipitations de 2004 et intempéries de janvier 2011), certains axes de circulation présentent une forte vulnérabilité à l'aléa inondation. Les zones les plus sensibles correspondent au réseau routier de la section Chazeau-Doubs (Abymes) ainsi que la Départementale 103 reliant Chauvel à Cocoyer (Gosier). L'étude montre également que l'influence anthropique au travers de son aménagement du territoire, a joué un rôle prépondérant dans l'aggravation du phénomène inondation engendré. Les facteurs montrés du doigt sont : le sous-dimensionnement des ouvrages hydrauliques, l'urbanisation expansive dans les vallées et l'imperméabilisation des terrains ainsi que le manque d'entretien des réseaux de drainage. Les recommandations à l'issue de cette expertise préconisent le redimensionnement des ouvrages hydrauliques problématiques, le respect des PPR approuvés pour les futures constructions ainsi que la réhabilitation des cours d'eau et canaux assurant l'évacuation des eaux ruisselées. Enfin, l'accent doit être mis sur l'accentuation de la sensibilisation et de l'information préventive sur le risque inondation en Guadeloupe auprès des populations.

Concernant plus spécifiquement les inondations par submersion marine, depuis 1997, la direction régionale Antilles Guyane de Météo-France a largement contribué à la connaissance des risques à la côte en fournissant des durées de retour des houles et des surcotes cycloniques aux abords des Antilles. On peut citer les études suivantes :

- Rapport METEO-FRANCE DIRAG (1997). Cartographie des zones menacées par les risques de marées de tempête. Volume II : Guadeloupe. 20 pages. 2 annexes.
- Rapport METEO-FRANCE DIRAG (2002). Évaluation du risque lié aux houles cycloniques sur les Antilles Françaises. Rapport DIRAG, 72p.
- Rapport METEO-FRANCE DIRAG (2002). Évaluation du risque lié aux surcotes cycloniques sur les Antilles Françaises. 61p, 10 annexes. 79p, 8 annexes.

Dans cette approche réalisée par Météo France entre 1997 et 2002, les durées de retour de houle et de surcote cycloniques ont été étudiées séparément, les statistiques sur les houles et les surcotes ayant été analysées sans concomitance. Cette approche ne permet donc pas de déterminer de manière précise la période de retour d'un événement donné en fournissant une vision complète du déferlement à la côte.

Ces travaux sont néanmoins restés la référence durant plus d'une décennie, et ont servi de base à la plupart des études relatives à l'évaluation de l'aléa submersion marine dans les Antilles Françaises, dont la cartographie de l'aléa submersion marine dans les plans de prévention des risques. La méthodologie employée par les bureaux d'études reste la même: estimation d'une surcote cyclonique sur la base des travaux de Météo-France, ajout éventuel d'autres composantes du niveau marin (marée, effet de houle) puis croisement avec la topographie disponible pour délimiter les secteurs soumis à submersion.

Dans les PPR de Pointe-à-Pitre et de Baie-Mahault, le niveau marin de référence est basé sur les données issues de l'étude de 1997, mais sans prise en compte de la marée astronomique ou de l'effet de la houle. Dans les PPR du Gosier, des Abymes, du Moule et de Sainte-Anne, le niveau marin de référence est basé sur les données issues de l'étude de 2002, ajoutées à la marée astronomique et à un effet de houle défini de manière variable et parfois très divergentes d'une commune à l'autre. Enfin dans le PPR de Morne-à-l'Eau, l'aléa submersion marine n'est pas cartographié en tant que tel, et est assimilé à l'aléa inondation. Il est ainsi qualifié sur la base de témoignage et d'observations. Pour finir, il convient de noter que la hausse

du niveau marin dû au changement climatique n'est prise en compte dans aucun des PPR des communes de la zone d'étude.

Avec le projet « Tsunahoule », financé par INTERREG 2011-2014, l'Université des Antilles et de la Guyane améliore de manière significative la caractérisation et la compréhension des aléas tsunami et submersion marine d'origine cyclonique dans les Antilles. Un des objectifs est d'établir de nouvelles cartes de surcotes centennales et millénales, en mettant à profit les récents développements apportés par la communauté scientifique en termes de modèles numériques et d'approches statistiques. L'utilisation d'une base de données de cyclone plus complète, la prise en compte de l'effet des vagues, la meilleure résolution à la cote des modèles utilisés, et l'améliorant les conditions aux limites à la côte en prenant en compte les effets de l'inondation sont les principaux progrès sur la connaissance des surcotes réalisés dans le cadre de ce projet.

3 - CARTOGRAPHIE DES SCENARIOS D'INONDATIONS PAR DEBORDEMENT DE COURS D'EAU ET PAR RUISSELLEMENT

3.1 - ANALYSE DES DONNEES DISPONIBLES

En dépit de son caractère nouveau, notamment par la représentation de trois niveaux de crues avec les enjeux, la cartographie de la directive inondation se situe dans la continuité des préconisations techniques et stratégiques faites depuis plusieurs années par le ministère chargé de la prévention des risques pour les cartographies des inondations. Les cartographies existantes sont néanmoins très disparates selon leur méthodologie d'élaboration et selon les caractéristiques retenues pour leur élaboration.

L'analyse technique et juridique des données et cartographies déjà existantes a donc été le premier axe de travail, dans l'optique d'une éventuelle réutilisation pour la cartographie des TRI. L'évaluation de la pertinence des cartes au regard des critères retenus pour la cartographie est basée sur les éléments suivants :

- 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,
- les 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.

Dans le cas de cartographies basées sur des relevés de crues historiques, des critères complémentaires ont été examinés :

- identification et caractérisation du type de relevés à l'origine des enveloppes : laisses de crues (densité, fiabilité), lignes d'eau et densité de points, photos aériennes,
- identification du processus de restitution : qualité des supports, problèmes de digitalisation et numérisation (déformations des plans d'origine), qualité globale de la restitution,
- possibilité de rattacher clairement un débit (mesuré ou reconstitué) et une probabilité d'aléa à chacune des surfaces d'inondation cartographiées,
- validité des cartes en situation actuelle : être en mesure de qualifier les évolutions importantes en lit mineur et/ou lit majeur.

Dans le cas de cartographies issues de modélisations hydrauliques classiques, des critères complémentaires ont été examinés :

- l'hydrologie doit être récente ou encore valable, établie conformément aux règles de l'art sur le tronçon de cours d'eau,

- 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,
- 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.

Comme expliqué précédemment (cf. chapitre 2.5.3) les documents comportant des données susceptibles d'être réutilisées dans le cadre de cette étude pour la cartographie de l'événement moyen sont les cartes d'aléas issues des PPR.

Cependant, suite à leur analyse via les critères rappelés ci-dessus, aucune de ces données n'a été réutilisée pour la cartographie de l'événement moyen, entre autre pour les raisons suivantes :

- la méthodologie mise en œuvre ne permet qu'une approche très approximative des hauteurs d'eau atteintes. Sa subjectivité entraîne de forte hétérogénéité de résultats d'une commune à l'autre ;
- les informations sur les choix méthodologiques et les données d'entrée (MNT par exemple) ne sont pas suffisamment renseignées ;
- les périodes de retour des événements de référence soit ne correspondent pas à la fourchette retenue, soit n'ont pas été définies.

3.2 - DONNEES ET METHODES

En l'absence de données exploitables dans le cadre de la présente étude, la cartographie des surfaces inondables a été réalisée pour les trois scénarios d'inondation par débordement de cours d'eau et pour les deux scénarios d'inondation par ruissellement à partir des résultats d'un outil de modélisation simplifiée.

3.2.1 - L'OUTIL CARTINO

CARTINO est un outil pour réaliser des modélisations 1D simplifiées, développé par le CETE Méditerranée avec l'appui du CETMEF, qui permet d'élaborer des cartographies de surfaces inondables à partir de données hydrologiques et de données topographiques (Modèle Numérique de Terrain). Une présentation plus détaillée de l'outil est disponible dans les compléments méthodologiques.

Cet outil est plus particulièrement adapté pour la caractérisation des surfaces inondables d'un événement extrême, mais peut également être utilisé pour les événements fréquents et moyens, accompagné alors d'une expertise hydraulique plus forte.

Il a notamment été développé dans le cadre de la mise en œuvre de la directive inondation pour aider les services à caractériser les surfaces inondables là où aucune étude ne pouvait être exploitée.

Sur le TRI Centre, il a été mis en œuvre par le CETE Méditerranée pour le compte de la DEAL.

3.2.2 - DISTINCTION ENTRE PHENOMENE D'INONDATION PAR DEBORDEMENT DE COURS D'EAU ET PHENOMENE D'INONDATION PAR RUISSELLEMENT

De manière générale, les inondations par ruissellement sont définies comme des événements très locaux affectant de petits bassins versants, caractérisées par leur caractère soudain en réponse à un événement pluvieux et leur courte durée. La transcription de cette définition dans le contexte hydrologique et hydraulique guadeloupéen pose dans certains cas la question de leur distinction avec des inondations par débordement de cours d'eau qui affectent les ravines.

Dans ces conditions, afin de répondre aux exigences de la directive inondation concernant la cartographie du phénomène d'inondation par ruissellement, le choix a été fait d'associer le phénomène d'inondation caractérisant un cours d'eau à son statut juridique.

L'arrêté préfectoral n°2008-2005 AD/1/4 du 18/12/2008 identifie les cours d'eau du département appartenant au domaine public fluvial (cf. compléments méthodologiques).

Ainsi, pour le secteur d'étude, sont considérés comme cours d'eau domaniaux :

- sur la Grande-Terre :
 - le canal de Belle-Plaine, de la maison de la mangrove à son embouchure (commune des Abymes) ;
 - le canal de Perrin, de la section Les Palétuviers à son embouchure (commune des Abymes et de Morne-à-l'Eau) ;
 - le canal Decostière, du pont de la RD107 à son embouchure (commune de Morne-à-l'Eau) ;
 - le canal des Rotours, du pont amont du centre-ville à son embouchure (communes de Morne-à-l'Eau et de Petit-Canal) ;
 - la rivière Audoin, y compris la ravine Gardel, de l'aval du barrage de Letaye à son embouchure (commune du Moule) ;
- sur la Basse-Terre : tout ou partie de ravine et rivière figurant en trait plein sur les cartes à l'échelle du 25 000^{ème} de l'IGN.

Cette définition réglementaire a l'avantage de prendre en considération le caractère intermittent ou permanent de l'écoulement, critère qui peut-être employé pour distinguer un réseau hydrographique sujet aux inondations par ruissellement d'un réseau hydrographique sujet aux inondations par débordement de cours d'eau.

Dans le cadre de cette étude, on considère que tout bassin versant ayant tout ou partie de son réseau hydrographique inclus dans le domaine public fluvial est étudié pour le phénomène d'inondation par débordement de cours d'eau. Ceux ne répondant pas à cette définition sont étudiés pour des inondations par ruissellement.

3.2.3 - COURS D'EAU ET RAVINES ETUDIÉS

Les principaux cours d'eau et ravines du TRI ont été étudiés dans le cadre de cette étude. Le phénomène d'inondation associé (débordement de cours d'eau ou ruissellement) est précisé dans la liste ci-dessous :

- Cartographie des inondations par débordement de cours d'eau :
 - le canal des Rotours et la ravine Des Coudes (commune de Morne-à-l'Eau) ;
 - le canal Decostière (commune de Morne-à-l'Eau) ;
 - la Petite Rivière, prolongée par le canal de Perrin (limite des communes de Morne-à-l'Eau et

- des Abymes) ;
- le canal de Belle-Plaine (commune des Abymes) ;
- la ravine Sans Nom (limite des communes de Lamentin et de Baie-Mahault) ;
- la rivière Mahault (commune de Baie-Mahault);
- la rivière Houaromand (commune de Baie-Mahault);
- la rivière du Coin (commune de Baie-Mahault);
- Cartographie des inondations par ruissellement :
 - le canal de Belle-Espérance, qui alimente le canal de Perrin (commune de Morne-à-l'Eau) ;
 - une ravine non nommée sur les cartes IGN au 25 000^{eme}, ci-après désignée sous le nom de « ravine Dothémare »
 - la ravine Bacadore, également connue sous les noms de ravine Bouliqui ou ravine Mon Chéri (commune des Abymes) ;
 - une ravine non nommée sur les cartes IGN au 25 000^{eme} ci-après désignée sous le nom de « ravine de la RD103 » (commune du Gosier) ;
 - la Grande Ravine (commune du Gosier) ;
 - trois ravines non nommées sur les cartes IGN au 25 000^{eme}, ci-après désignées sous les noms de « Ravines de Sainte-Anne » ;
 - la rivière Audoin (commune du Moule) ;
 - la ravine du Nord-Ouest (commune du Moule).

3.2.4 - DONNEES HYDROLOGIQUES

Une analyse hydrologique a été réalisée pour évaluer les débits de crue associés à différentes périodes de retour.

Un débit dépendant de la surface du bassin versant amont doit être injecté à chaque profil du modèle CARTINO. En l'absence de données hydrologiques, des débits pseudo-spécifiques ont été calculés par le CETE Normandie – Centre. Une formulation des débits sous la forme $Q = aS^b$ a été donc recherchée. La méthodologie mise en œuvre pour estimer les paramètres régionaux a et b est détaillée dans les compléments méthodologiques.

Le tableau suivant synthétise les résultats obtenus pour les cours d'eau étudiés. Compte-tenu des deux ensembles hydrographiques distincts du TRI, on peut dissocier les résultats obtenus en deux groupes, les débits étant fonction des caractéristiques des bassins versants.

	SCENARIO FREQUENT	SCENARIO MOYEN	SCENARIO EXTREME
Rivières de la commune de Baie-Mahault (Basse-Terre)	$Q = 14,6 S^{0,8}$	$Q = 28,4 S^{0,8}$	$Q = 38 S^{0,8}$
Rivières des autres communes (Grande-Terre)	$Q = 2 S^{0,8}$	$Q = 7 S^{0,8}$	$Q = 14 S^{0,8}$

Tableau 1 : Récapitulatif des formulations de débit pour chaque cours d'eau étudié et pour chaque scénario (Q : débit ; S : surface drainée)

3.2.5 - DONNEES TOPOGRAPHIQUES

Les données topographiques utilisées pour le calcul sont issues du modèle numérique de terrain (MNT) de la base de données altimétrique et bathymétrique Litto3D®.

Réalisé en co-production par le SHOM pour l'acquisition des données bathymétriques et par l'IGN pour la mesure du relief, ce programme met en œuvre des moyens de levés par lasers aéroportés (LIDAR). Avec une résolution de 1 mètre, le MNT Litto3D® fournit une description précise des formes de terrain.

Le MNT Litto3D® est livré (janvier 2012) sous la forme de données de type raster (fichiers ASCII). Il forme une grille en plan dont l'espacement (ou le pas) est de 1 mètre, chaque point de la grille ayant un positionnement en coordonnées géographiques connu. Cette matrice est remplie de valeurs d'élévation ou d'altitude. Le MNT est ré-échantillonné au pas de 5 mètres avant d'être utilisé pour la modélisation.

La synthèse de la fiche des métadonnées du MNT Litto3D® est présente dans les compléments méthodologiques.

3.2.6 - PRISE EN COMPTE DES OUVRAGES

Les ouvrages de type barrage écreteur de crue, comme le barrage de Petit-Pérou sur la commune des Abymes, ont un rôle régulateur et diminuent les hauteurs d'eau et les vitesses à l'aval. Certains barrages qui n'ont pas cette vocation peuvent jouer le même rôle : par exemple le barrage d'irrigation de Letaye sur la commune du Moule.

Cependant, compte tenu de l'absence de données spécifiques concernant les ouvrages de protection (digues, barrages écreteur de crue), l'hypothèse sécuritaire de transparence totale des ouvrages pour l'ensemble des scénarios étudiés a été retenue.

De plus, aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées.

Les ouvrages hydrauliques n'étant pas pris en compte, les niveaux d'eau peuvent sembler surestimés. Ceci permet dans une certaine mesure de prendre en compte les risques importants d'embâcles, en particulier pour une crue extrême.

3.2.7 - PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les connaissances actuelles de l'effet du changement climatique sur les phénomènes de débordement de

cours d'eau et de ruissellement n'ont pas été jugées suffisantes pour pouvoir le prendre en compte dans la cartographie.

3.2.8 - LIMITES ET INCERTITUDES

Les limites des résultats obtenus sont d'abord liées aux limites du modèle utilisé (cf. compléments méthodologiques). Ensuite, elles sont liées aux hypothèses de calcul retenues pour le calcul des débits (cf. compléments méthodologiques) et à la précision des données topographiques. En particulier dans certains secteurs très encaissés ou boisés le MNT n'est pas suffisamment précis pour représenter le fond du lit, on peut par conséquent observer des déconnexions dans le lit mineur.

3.3 - RESULTATS

Les résultats obtenus sont présentés dans les cartes des surfaces inondables (cf. atlas cartographique). Elles représentent l'extension des inondations et les classes de hauteurs d'eau pour chaque phénomène (inondations par débordement de cours d'eau et inondations par ruissellement) et pour chaque scénario (fréquent, moyen, extrême pour les inondations par débordement de cours d'eau, et moyen et extrême pour les inondations par ruissellement).

Une vectorisation, un lissage des petites surfaces (100m²) et une simplification de géométrie des résultats CARTINO ont été effectués pour un rendu au 1/25 000.

L'aléa est représenté par le paramètre hauteur d'eau, classé selon des iso-classes de hauteur en utilisant les limites suivantes 0 m ; 0,5 m ; 1 m ; 2 m ; > 2 m.

Une carte de synthèse des surfaces inondables pour chaque phénomène présente l'ensemble des scénarios avec l'indication des limites des surfaces inondables.

3.3.1 - CANAL DES ROTOURS ET RAVINE DES COUDES (MORNE-A-L'EAU)

La ravine Des Coudes et son prolongement, le canal Des Rotours, drainent un bassin versant dont la surface est de 45 km². C'est le plus grand bassin versant des Grands-Fonds. La ravine Des Coudes alimente sporadiquement le canal Des Rotours, qui la prolonge à partir du bourg de Morne-à-l'Eau, et se jette dans le Grand Cul-de-Sac Marin après avoir traversé une vaste zone de mangrove.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 11 profils en travers, sur un linéaire de 5 kilomètres, et est limité en aval par la zone de mangrove telle que définie sur les cartes IGN au 1/25 000. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. Ainsi, le remblai de la RN6 n'a pas été pris en compte.

Cartographie de l'événement fréquent

Le débit pris en compte pour la crue fréquente est de 45 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 150 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 300 m³/s à l'exutoire.

3.3.2 - CANAL DESCOSTIERES (MORNE-A-L'EAU)

Il draine un bassin versant de 4 km², et se jette dans le Grand Cul-de-Sac Marin après avoir traversé une vaste zone de mangrove.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 20 profils en travers, sur un linéaire de 3,8 kilomètres. Il est limité en aval par la zone de mangrove telle que définie sur les cartes IGN au 1/25 000. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Cartographie de l'événement fréquent

Le débit pris en compte pour la crue fréquente est de 6 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 20 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 40 m³/s à l'exutoire.

3.3.3 - CANAL DE BELLE ESPERANCE (MORNE-A-L'EAU)

Il draine un bassin versant de 6 km², et se jette dans le Grand Cul-de-Sac Marin après avoir traversé une vaste zone de mangrove.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 23 profils en travers, sur un linéaire de 4,9 kilomètres. Il est limité en aval par la zone de mangrove telle que définie sur les cartes IGN au 1/25 000. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 30 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 60 m³/s à l'exutoire.

3.3.4 - CANAL DE PERRIN ET PETITE RIVIERE (LES ABYMES - MORNE-A-L'EAU)

Son bassin versant est parmi les plus grands des Grands-Fonds (environ 27 km²).

Le canal de Perrin prolonge la Petite Rivière, et se jette dans le Grand Cul-de-Sac Marin après avoir traversé une vaste zone de mangrove. La Petite Rivière a été en janvier 2011 à l'origine d'une crue qui a provoqué le décès de cinq personnes dans la section Doubs-Chazeau.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 238 profils en travers, sur un linéaire de 13 kilomètres. Il est limité en aval par la zone de mangrove telle que définie sur les cartes IGN au 1/25 000. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. Ainsi, le remblai de la RN5 n'a pas été pris en compte.

Cartographie de l'événement fréquent

Le débit pris en compte pour la crue fréquente est de 30 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 100 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 200 m³/s à l'exutoire.

3.3.5 - CANAL DE BELLE PLAINE (LES ABYMES)

Il draine un bassin versant de 10 km², et se jette dans le Grand Cul-de-Sac Marin après avoir traversé une vaste zone de mangrove.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 33 profils en travers, sur un linéaire de 6,2 kilomètres. Il est limité en aval par la zone de mangrove telle que définie sur les cartes IGN au 1/25 000. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. Ainsi, le remblai de la RN5 n'a pas été pris en compte.

Cartographie de l'événement fréquent

Le débit pris en compte pour la crue fréquente est de 80 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 40 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 10 m³/s à l'exutoire.

3.3.6 - RAVINE DOTHEMARE (LES ABYMES)

Elle draine un bassin versant de 4 km². Elle rejoint la rivière Salée après avoir traversé une vaste zone de mangrove.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 16 profils en travers, sur un linéaire de 3 kilomètres. Il est limité en aval par la zone de mangrove telle que définie sur les cartes IGN au 1/25 000. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. Ainsi, le remblai de la RN5 n'a pas été pris en compte.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 20 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 45 m³/s à l'exutoire.

3.3.7 - RAVINE MONCHERI (LES ABYMES)

La ravine Moncheri également connue sous les noms de ravine Bouliqui ou ravine Bacadore, draine un bassin versant de 23 km².

Le linéaire de cette ravine est marqué par la présence d'une zone d'écrêtement de crue située entre l'aval

du pont de Caraque (RD102) et le barrage de Petit Pérou. En aval, elle est relayée par le canal de Malmaison qui draine l'ensemble de la zone aéroportuaire et joue un rôle important dans les écoulements de la zone basse jusqu'à la rivière Salée.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 275 profils en travers, sur un linéaire de 11,5 kilomètres. La modélisation s'arrête à la limite de la zone de mangrove. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur. Le remblai de la RN11 n'a pas été pris en compte.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 85 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 170 m³/s à l'exutoire.

3.3.8 - RAVINE DE LA RD103 (LE GOSIER)

Cette ravine non nommée est bien connue pour les débordements et inondations qu'elle a engendrée suite aux pluies de novembre 2004 ou de Lenny en 1999. Cette ravine emprunte le même talweg que la RD103, d'où son nom. Elle draine un bassin versant de 8 km², et rejoint la mer à la Marina de Bas-du-Fort.

En amont, le talweg est jalonné de nombreux ouvrages de franchissements, souvent sous dimensionnés pour une crue décennale et systématiquement pour une crue centennale, génèrent des débordements et une augmentation de la vitesse des écoulements (ANTEA, 2005).

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 80 profils en travers, sur un linéaire de 5,6 kilomètres. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. Le remblai de la RN1 n'a pas été pris en compte.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 35 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 70 m³/s à l'exutoire.

3.3.9 - GRANDE RAVINE (LE GOSIER)

La Grande Ravine franchit la RN4 au niveau de la section du même nom. Son bassin versant est parmi les plus grands des Grands-Fonds (environ 25 km²). La partie aval est constituée d'une zone de plaine.

A noter que ce bassin versant a été équipé d'une station hydrométrique entre les années 1968 à 1981, implantée au droit de la RN4. Son module (débit moyen annuel) est de 0,026 m³/s (ORSTOM, 1985).

Aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. Ainsi, le remblai de la RN4 n'a pas été pris en compte.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 108 profils en travers, sur un linéaire de 7,3 kilomètres. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 95 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 190 m³/s à l'exutoire.

3.3.10 - RAVINES DE SAINTE-ANNE (SAINTE-ANNE)

Les ravines de Sainte-Anne drainent un bassin versant de 10 km² environ.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 3 biefs comprenant 66 profils en travers, sur un linéaire de 7,2 kilomètres. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. Ainsi, le remblai de la RN4 n'a pas été pris en compte.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 45 m³/s à l'exutoire à l'exutoire de chaque ravine.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 90 m³/s à l'exutoire de chaque ravine

3.3.11 - RIVIERE AUDOIN (LE MOULE)

La rivière Audoin draine un bassin versant de 50 km² environ. Son module (débit moyen annuel) est de 0,140 m³/s (ORSTOM, 1985). La ravine Gardel, son affluent, alimente de façon intermittente la retenue de Letaye.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 185 profils en travers, sur un linéaire de 7,2 kilomètres. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur. La modélisation remonte à l'amont à partir de la ravine Gardel, soumise à l'effet du barrage.

Aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. Ainsi, le remblai de la RD117 n'a pas été pris en compte.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 330 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 163 m³/s à l'exutoire.

3.3.12 - RAVINE DU NORD-OUEST (LE MOULE)

La ravine du Nord-Ouest draine un bassin versant 25 km².

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 214 profils en travers, sur un linéaire de 6,1 kilomètres. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 95 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 190 m³/s à l'exutoire.

3.3.13 - RIVIERE MAHAULT (BAIE-MAHAULT)

La rivière Mahault prend sa source hors du territoire. Elle draine un bassin versant de 12 km². Entre la limite communale et la RN2, elle s'écoule dans une vallée à fond plat. Une plaine alluviale se structure avec l'apparition d'un lit moyen au sein duquel le lit mineur sinue. Au-delà de la RN2, la plaine littorale est marquée par la présence de mangroves et de zones humides.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 74 profils en travers, sur un linéaire de 6,4 kilomètres. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. Ainsi, le remblai de la RN2 n'a pas été pris en compte.

Cartographie de l'événement fréquent

Le débit pris en compte pour la crue fréquente est de 120 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 215 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 290 m³/s à l'exutoire.

3.3.14 - RAVINE SANS NOM (BAIE-MAHAULT)

La ravine Sans Nom se jette dans le Grand Cul-de-Sac marin, après avoir traversé la mangrove de la baie du Lamentin. La surface de son bassin versant est de 2 km².

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 9 profils en travers, sur un linéaire de 1,3 kilomètres. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur. Le modèle construit ne prend pas en compte la zone de mangrove.

Aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. Ainsi, le remblai de la RN2 n'a pas été pris en compte.

Cartographie de l'événement fréquent

Le débit pris en compte pour la crue fréquente est de 25 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 50 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 65 m³/s à l'exutoire.

3.3.15 - RIVIERE HOUAROMAND (BAIE-MAHAULT)

La rivière Houaromand prend sa source au lieu-dit La Retraite, à une soixantaine de mètre d'altitude. Elle

draine un bassin versant de 6 km². Jusqu'à la RN2 au niveau du vélodrome, la pente diminue progressivement et la sinuosité du lit mineur augmente. L'interface versant/plaine alluviale est nette, identifiable par une brusque variation de pente. Au-delà de la RN2, la pente est douce dans ce secteur qui se trouve à proximité d'une vaste zone de mangrove. Le cours d'eau est fortement anthropisé avec une rectification du lit et de nombreux remblais réduisant la plaine alluviale. Le secteur, très urbanisé, est sensible au ruissellement pluvial.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 19 profils en travers, sur un linéaire de 1,3 kilomètres. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur. Le modèle construit ne prend pas en compte la zone de mangrove.

Cartographie de l'événement fréquent

Le débit pris en compte pour la crue fréquente est de 60 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 120 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 150 m³/s à l'exutoire.

3.3.16 - RIVIERE DU COIN (BAIE-MAHAULT)

La rivière du Coin prend sa source au lieu-dit Bragelone. Elle draine un bassin versant de 6 km². Jusqu'au lieu-dit Cacao et la RN1, la pente diminue progressivement, favorisant la sinuosité du lit mineur. La plaine alluviale s'élargit et un lit moyen apparaît. En amont de la RN1, l'ouvrage et les remblais de l'infrastructure ne permettent pas une évacuation rapide des eaux et favorisent les débordements latéraux. En aval, le lit majeur est fortement perturbé par des constructions et des remblais.

Le modèle 1D construit à l'aide de CARTINO est caractérisé par 29 profils en travers, sur un linéaire de 3,7 kilomètres. Le coefficient de Strickler utilisé est de 15 sans distinction entre le lit mineur et le lit majeur.

Aucun ouvrage hydraulique de type passage inférieur, pile, pont, tunnel n'a été pris en compte dans le calcul CARTINO. Seules les éventuelles ouvertures dans les remblais présentes dans le MNT ont été modélisées. Ainsi, le remblai de la RN1 n'a pas été pris en compte.

Cartographie de l'événement fréquent

Le débit pris en compte pour la crue fréquente est de 60 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement moyen

Le débit pris en compte pour la crue moyenne est de 120 m³/s à l'exutoire.

Cartographie de l'événement extrême

Le débit pris en compte pour la crue extrême est de 160 m³/s à l'exutoire.

4 - CARTOGRAPHIE DES SCENARIOS D'INONDATIONS PAR SUBMERSION MARINE

4.1 - ANALYSE DES DONNEES DISPONIBLES

L'analyse technique et juridique des données et cartographies déjà existantes dans l'optique d'une éventuelle réutilisation pour la cartographie des TRI, a été réalisée selon les mêmes critères que pour les scénarios d'inondation terrestre (cf. chapitre 3.1).

Ainsi, les cartographies de l'aléa submersion marine issues des plans de prévention des risques n'ont pas été retenues en raison de l'hétérogénéité (et ponctuellement de la mauvaise traçabilité) des composantes du niveau marin de référence utilisé. La méthode de superposition du niveau marin sur la topographie est reproduite dans le cadre de cette étude. L'innovation réside dans les données utilisées, qu'il s'agisse des données relatives à la topographie ou celles relatives aux surcotes.

Comme vu précédemment (cf. chapitre 2.5.3), les travaux de Météo France (ci-après dénommés « étude MF2002 ») ont été pendant plus d'une décennie la référence sur laquelle s'appuient les études d'évaluation de l'aléa submersion marine. Compte-tenu de leur relative ancienneté, ces résultats souffrent logiquement d'un certain nombre de limitations : non prise en compte des surcotes associées aux vagues, résolution bathymétrique, conditions aux limites à la côte, etc.

Récemment, le projet « Tsunahoule » de l'Université des Antilles et de la Guyane (ci-après dénommée « étude UAG2013 ») améliore de manière significative la connaissance des durées de retour des surcotes cycloniques aux Antilles, en utilisant une base de données de cyclone plus complète, en tenant compte de l'effet des vagues, en utilisant des modèles avec une meilleure résolution à la côte, et en améliorant les conditions aux limites à la côte en prenant en compte les effets de l'inondation.

Les résultats des études MF2002 et UAG2013, dont une description figure dans les compléments méthodologiques, ont été exploitées dans le cadre de cette étude.

4.2 - METHODE

4.2.1 - CHOIX DES NIVEAUX MARINS RETENUS

L'étape préalable à la cartographie de l'aléa submersion marine est la détermination des niveaux moyens de références utilisés pour chaque événement. Les principales composantes du niveau marin sont : la marée, la surcote météorologique, la surcote liée à la houle, et l'impact du changement climatique

4.2.1.1 - *La marée*

La marée théorique est un phénomène déterministe : il s'agit de la partie prédictible des variations du niveau de la mer, dont la composante principale est la marée astronomique liée à l'action gravitationnelle des astres (Lune et Soleil essentiellement).

Le niveau moyen (NM) de la marée est la valeur moyenne de l'amplitude de la marée.

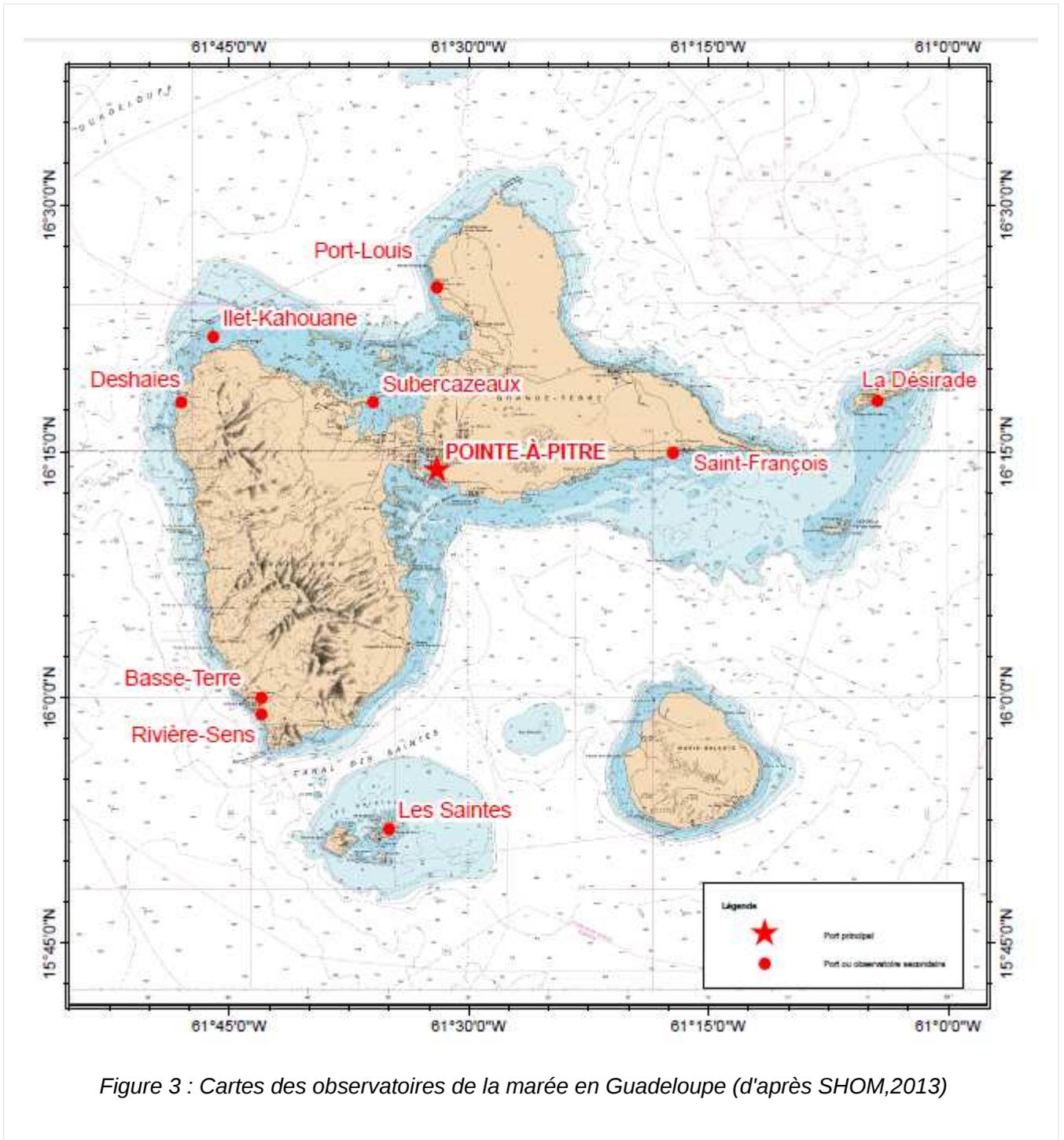
Le niveau des plus hautes mers astronomiques (PHMA), également appelé niveau de pleine mer astronomique maximale ou niveau de pleine mer de vive-eau exceptionnelle, correspond au niveau

maximum susceptible d'être atteint par la marée théorique.

La référence utilisée pour cette étude est l'ouvrage du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) : "Références altimétriques maritimes, ports de France métropolitaine et d'outre-mer : cotes du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée, édition 2013".

Cet ouvrage propose pour les ports de France métropolitaine et d'outre-mer, les références altimétriques maritimes, c'est-à-dire les niveaux caractéristiques de la marée et les cotes des zéros hydrographiques dans les systèmes de référence altimétriques légaux.

Les sites de Guadeloupe pour lesquels des informations sont disponibles figurent sur la carte suivante :



Les ports de la zone d'étude et les niveaux caractéristiques de la marée correspondants figurent dans le tableau ci-dessous.

	Niveau de la plus haute mer astronomique (PHMA)		Niveau moyen (NM)	
	(par rapport au zéro hydrographique)	(dans le système altimétrique)	(par rapport au zéro hydrographique)	(dans le système altimétrique)
Pointe-à-Pitre	0,86 m	0,40 m NGG	0,55 m	0,09 m NGG
Saint-François	0,86 m	0,38 m NGG	0,55 m	0,07 m NGG
Port-Louis	0,55 m	0,09 m NGG	0,38 m	- 0,08 m NGG
Subercazeaux	0,79 m	non disponible	0,47 m	non disponible
La Désirade	0,83 m	0,28 m NGG	0,55 m	0,00 m NGG

Tableau n°2 : Observatoires de la marée dans la zone d'étude et niveaux caractéristiques de la marée (d'après SHOM, 2013)

L'amplitude de la marée est apparemment variable dans le Grand Cul-De-Sac Marin selon les sites considérés, cependant les informations disponibles ne permettent pas de la définir précisément. Les valeurs enregistrées à Subercazeaux sont dans le même ordre de grandeur que les valeurs de Pointe-à-Pitre. En l'absence d'autres informations, les niveaux de marée de Pointe-à-Pitre sont donc retenus dans le cadre de cette étude.

On utilise la valeur de PHMA comme valeur de marée pour le scénario extrême. Ce choix sécuritaire sous entend que l'on considère la concomitance de deux phénomènes : une marée maximale concomitante au passage d'un cyclone, additionnée à une surcote météorologique et une surcote liée à la houle extrêmes.

Par contre, pour le scénario moyen et fréquent, cette concomitance ne se justifie pas. Le niveau à prendre en compte peut être déterminé par produit de convolution (marée et surcotes étant considérées comme indépendantes). Cette méthode ne pourra pas être mise en œuvre dans le cadre de la présente étude car elle demande la réalisation d'une étude statistique complète. Par conséquent, on propose de retenir arbitrairement une valeur comprise entre les valeurs de NM et de PHMA : 0,25 m NGG.

4.2.1.2 - La surcote météorologique

De manière générale, la surcote peut-être définie comme la différence entre le niveau marin prédit et le niveau marin observé. Cette différence est principalement d'origine météorologique, liée au passage de dépressions atmosphériques. L'action combinée du vent et des faibles pressions atmosphériques provoque une élévation anormale du niveau de la mer. On emploie parfois le terme de « marée de tempête ».

On peut statistiquement calculer des probabilités d'événement ou des périodes retour d'une surcote dès que l'on dispose d'observations suffisantes. C'est l'objet des études MF2002 et UAG2013, dont les résultats sont exploités dans le cadre de la présente étude (cf. chapitre 4.1).

Les données fournies par Météo France et l'Université se présentent sous la forme de fichiers de points, associant à chaque valeur de latitude / longitude une valeur de surcote de période de retour donnée.

Les périodes de retour des surcotes étudiées varient : les périodes de retour de l'étude MF2002 sont de 10, 100 et 500 ans, tandis que les périodes de retour de l'étude UAG2013 sont de 100 et 1000 ans. En effet les résultats obtenus dans le cadre de cette dernière ne peuvent pas être utilisés pour estimer des valeurs de surcote pour des périodes de retour inférieures à 100 ans, dans la mesure où seuls les événements susceptibles de générer des surcotes au moins centennales ont été sélectionnés. Les tempêtes tropicales, qui contribuent de manière importante aux surcotes décennales, n'ont par exemple

pas été modélisées,

D'autre part, les modèles utilisés, différents dans les deux études, n'ont pas les mêmes résolutions. La résolution à la côte du modèle de l'étude UAG2013, de l'ordre de 50 à 60 mètres, permet de disposer d'un grand nombre de données (cf. figure 4).



Figure 4 : Carte présentant les points de surcotes issues des études MF2002 (triangles bleus) et UAG2013 (ronds verts) à 1 kilomètre des côtes dans le Petit Cul-De-Sac Marin.

En conclusion, il a semblé pertinent d'utiliser les données de surcote suivantes :

- pour la cartographie de l'événement fréquent : données de surcote de période de retour égale à 10 ans issues de l'étude MF2002 ;
- pour la cartographie de l'événement moyen : données de surcote de période de retour égale à 100 ans issues de l'étude UAG2013 ;
- pour la cartographie de l'événement extrême : données de surcote de période de retour égale à 1000 ans issues de l'étude UAG2013.

4.2.1.3 - La surcote liée à la houle

Les houles se propagent sans déformation tant que la profondeur d'eau est grande. À l'approche des côtes, elles subissent de fortes modifications. En effet lorsque que la profondeur d'eau est de l'ordre de grandeur de la hauteur de la vague, la vague se « cambre », devient instable : on dit qu'elle déferle. Le déferlement est un phénomène dissipatif de l'énergie des vagues qui peut prendre différentes formes selon les caractéristiques bathymétriques et morphologiques. Le déferlement provoque localement une surélévation temporaire du plan d'eau que l'on appelle le set-up.

Le traitement de la surcote liée à la houle n'est pas le même dans les données utilisées. Alors qu'elle est prise en compte de l'étude UAG2013, cette composante n'est pas traitée dans l'étude MF2002 (cf.

compléments méthodologiques).

4.2.1.4 - *Le changement climatique*

L'impact du changement climatique est à étudier sur un seul événement : l'événement moyen à échéance 100 ans. L'impact du changement climatique sur l'aléa submersion marine est non négligeable, du fait de l'importance du niveau moyen de la mer dans sa définition. L'hypothèse d'élévation du niveau de la mer est basée sur le scénario pessimiste de l'ONERC: 0,60 mètre à échéance 2100. Cette élévation est ajoutée au niveau marin retenu pour l'événement moyen. Le choix de l'hypothèse de travail du scénario pessimiste de l'ONERC a fait l'objet d'une large concertation dans le cadre de la révision de la doctrine d'élaboration des plans de prévention des risques littoraux (cf. circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques littoraux).

4.2.1.5 - *Synthèse des niveaux marins retenus*

Le tableau suivant récapitule les valeurs associées aux principales composantes du niveau marin retenues dans le cadre de cette étude.

	Marée (m)	Surcote météorologique (m)	Surcote liée à la houle (m)	Hausse du niveau marin dû au changement climatique (m)
Événement fréquent	0,25	Données MF2002	npc	npc
Événement moyen	0,25	Données UAG2013		npc
Événement moyen + changement climatique	0,25	Données UAG2013		0,6
Événement extrême	0,4	Données UAG2013		npc

Tableau 3 : Récapitulatif des composantes des niveaux marins retenus pour la cartographie des quatre événements d'inondation par submersion marine (npc : non pris en compte)

4.2.2 - PRISE EN COMPTE DES OUVRAGES

Compte tenu de l'absence de données spécifiques concernant les ouvrages de protection l'hypothèse sécuritaire de transparence totale des ouvrages pour l'ensemble des scénarios étudiés a été retenue.

4.2.3 - METHODE DE CARTOGRAPHIE

La méthode de cartographie retenue est conforme aux préconisations méthodologiques du ministère chargé de la prévention des risques en matière de cartographie de l'aléa submersion marine.

Pour les quatre événements étudiés, on utilise une méthode de superposition du niveau marin retenu avec la topographie à l'aide d'un outil SIG. La figure 5 illustre le principe.



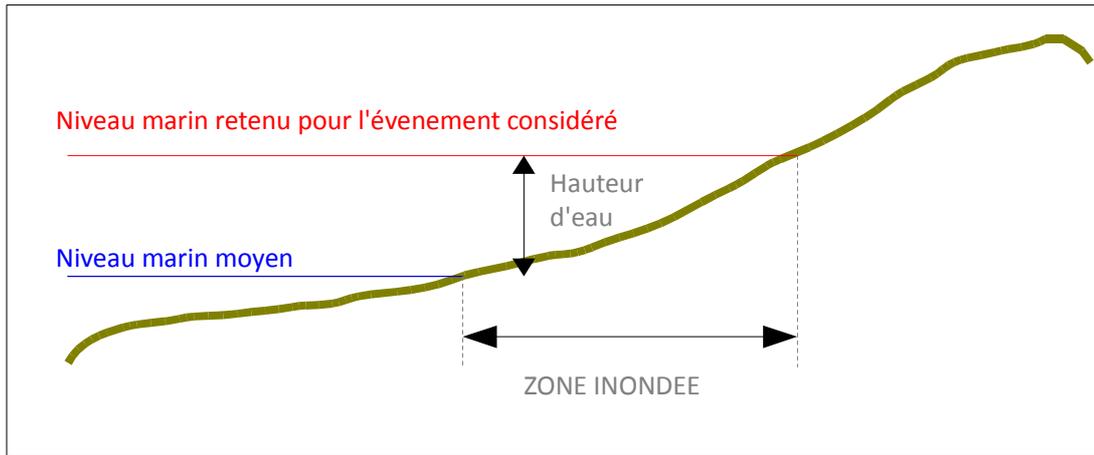


Figure 5 : Principe de la superposition du niveau marin à la topographie pour la détermination des zones inondées et des hauteurs de submersion.

Cette méthode consiste à superposer la cote d'un plan d'eau (correspondant niveau marin retenu) à la topographie, pour cartographier les espaces continentaux situés à une altitude inférieure à la cote considérée. On en déduit ensuite des hauteurs d'eau.

Les données utilisées pour mettre en œuvre cette méthode sont :

- la topographie issue du MNT Litto3D (cf.chapitre 3.2.5)
- les niveaux marins déterminés précédemment (cf. chapitre 4.2.1)

La mise en œuvre de la méthode (constitution du plan d'eau) diffère légèrement selon l'événement considéré, compte-tenu de la différence de résolution entre les deux sources de données :

- Pour la cartographie des événements moyen et extrême, le plan d'eau est calculé pour l'ensemble de la zone d'étude par interpolation des données UAG2013 (création d'un raster), auquel on ajoute des composantes rappelées dans le tableau 3.
- Pour la cartographie de l'événement fréquent, la faible densité des données MF2002 ne permet pas une interpolation. Le choix a donc été de travailler avec un plan d'eau à cote constante. Or, la configuration de la zone d'étude justifie que l'on considère trois plans d'eau distincts correspondants aux trois façades maritimes (cf. chapitre 2.2). La plus forte valeur de surcote de chaque façade a été retenue pour déterminer la côte du plan d'eau correspondant. A cette valeur, on ensuite été ajoutées les composantes rappelées dans le tableau 3.

Le traitement a ensuite consisté, pour l'ensemble des événements cartographiés, à soustraire le plan d'eau à la topographie.

4.2.4 - LIMITES ET INCERTITUDES

Les limites des résultats obtenus sont d'abord liées aux limites des données utilisées (cf. compléments méthodologiques). En particulier, la précision du zonage dépend de celle des données topographiques utilisées, la mauvaise qualité du MNT dans certains secteurs (mangroves, zones humides) peut pénaliser la qualité des résultats obtenus.

Ensuite, elles sont liées à la méthode choisie (superposition du niveau marin avec la topographie). Celle-ci, dont la mise en œuvre est compatible avec les délais de réalisation de la cartographie, présente

quelques limites, notamment lorsque la topographie arrière littorale est complexe, ou lorsque les obstacles à l'écoulement sont nombreux (ouvrages de protection, remblais, etc.). En outre, cette méthode ne fournit aucune indication sur la dynamique du phénomène.

4.3 - RESULTATS

Les résultats obtenus sont présentés dans les cartes des surfaces inondables (cf. atlas cartographique). Elles représentent l'extension des inondations et les classes de hauteurs d'eau pour le phénomène d'inondation par submersion marine pour chaque événement étudié (fréquent, moyen, moyen avec prise en compte du changement climatique, et extrême).

L'aléa est représenté par le paramètre hauteur d'eau, classé selon des iso-classes de hauteur en utilisant les limites suivantes 0 m ; 0,5 m ; 1 m ; 2 m ; > 2 m.

Une carte de synthèse des surfaces inondables par submersion marine présente l'ensemble des événements étudiés avec l'indication des limites des surfaces inondables.

5 - QUALIFICATION DES ENJEUX EN ZONE INONDABLE

L'article R. 566-7 du code de l'environnement demande de tenir compte a minima des enjeux suivants :

- Le nombre indicatif d'habitants potentiellement touchés ;
- Les types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée ;
- Les installations ou activités visées à l'annexe I de la directive européenne 2010/75/UE 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 européenne 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ;
- Les installations relevant de l'arrêté ministériel prévu au b du 4° du II de l'article R. 512-8 ;
- Les établissements, les infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public.

Les enjeux situés dans l'emprise des surfaces inondables sont présentés sur les cartes de risque (cf. atlas cartographique). La carte de risque, présentée pour chaque aléa, est construite à partir du croisement des cartes de synthèse avec les enjeux.

Une estimation de la population permanente et des emplois a été comptabilisée par commune et par scénario. Les résultats sont présentés dans des cartouches figurant sur les cartes de risques.

5.1 - POPULATION PERMANENTE

La population permanente du TRI a été évaluée à partir d'un semis de point discrétisant l'estimation de la population légale INSEE 2010. Le semis de point est obtenu par répartition de la population communale au prorata des surfaces développées des bâtiments de la BD Topo® de l'IGN.

Le nombre indicatif d'habitants touchés pour chaque scénario d'inondation est déterminé par croisement du semis de points avec la surface inondable.

Des précisions sur la méthode sont fournies dans les compléments méthodologiques.

Les données d'habitants permanents par scénario d'inondation sont affichées sur la carte de risques dans les cartouches des communes du TRI. Ils figurent également dans le tableau récapitulatif présenté ci-dessous.

Compte-tenu de la méthode employée (cf. compléments méthodologiques), les chiffres relatifs à la population présentés dans le cadre de cette étude sont à considérer avec une marge de +/- 20 habitants.

Tableau 4 : Population permanente en zone inondable, par scénario et par commune

Type d'inondation	Scenario	Population en zone inondable	Proportion par rapport à la population totale de la commune
BAIE – MAHAULT (30 251 habitants)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	68	0,2%
	Scenario moyen	121	0,4%
	Scenario extrême	144	0,5%
Ruissellement	Scenario moyen	<20	
	Scenario extrême	<20	
Submersion marine	Scenario fréquent	34	0,1%
	Scenario moyen	82	0,3%
	Scenario moyen + changement climatique	182	0,6%
	Scenario extrême	377	1,2%
POINTE-A-PITRE (16 427 habitants)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	<20	
	Scenario moyen	<20	
	Scenario extrême	<20	
Ruissellement	Scenario moyen	<20	
	Scenario extrême	<20	
Submersion marine	Scenario fréquent	160	1,0%
	Scenario moyen	6 190	37,7%
	Scenario moyen + changement climatique	10 802	65,8%
	Scenario extrême	14 266	86,8%
LES ABYMES (58 534 habitants)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	88	0,2%
	Scenario moyen	261	0,4%
	Scenario extrême	422	0,7%
Ruissellement	Scenario moyen	3 464	5,9%
	Scenario extrême	4 888	8,4%
Submersion marine	Scenario fréquent	60	0,1%
	Scenario moyen	499	0,9%
	Scenario moyen + changement climatique	1 720	2,9%
	Scenario extrême	6 345	10,8%
MORNE-A-L'EAU (16 725 habitants)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	175	1,0%
	Scenario moyen	328	2,0%
	Scenario extrême	432	2,6%
Ruissellement	Scenario moyen	289	1,7%
	Scenario extrême	351	2,1%
Submersion marine	Scenario fréquent	75	0,4%
	Scenario moyen	259	1,6%
	Scenario moyen + changement climatique	896	5,4%
	Scenario extrême	1 659	9,9%
LE MOULE (22 381 habitants)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	<20	0,1%
	Scenario moyen	<20	0,1%
	Scenario extrême	<20	0,0%
Ruissellement	Scenario moyen	<20	
	Scenario extrême	<20	
Submersion marine	Scenario fréquent	<20	
	Scenario moyen	<20	0,1%
	Scenario moyen + changement climatique	200	0,9%
	Scenario extrême	280	1,3%
SAINTE-ANNE (24 192 habitants)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	<20	
	Scenario moyen	<20	
	Scenario extrême	<20	
Ruissellement	Scenario moyen	357	1,5%
	Scenario extrême	478	2,0%
Submersion marine	Scenario fréquent	<20	
	Scenario moyen	1 228	5,1%
	Scenario moyen + changement climatique	2 415	10,0%
	Scenario extrême	2 806	11,6%
LE GOSIER (26 311 habitants)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	<20	
	Scenario moyen	<20	
	Scenario extrême	<20	
Ruissellement	Scenario moyen	538	2,0%
	Scenario extrême	775	2,9%
Submersion marine	Scenario fréquent	<20	0,0%
	Scenario moyen	83	0,3%
	Scenario moyen + changement climatique	1 198	4,6%
	Scenario extrême	1 683	6,4%

A l'échelle du TRI, quel que soit le scénario considéré, ce sont les inondations par submersion marine qui impactent le plus grand nombre. Ainsi, on dénombre 27 416 habitants dans l'emprise de la zone inondable par submersion marine pour un événement extrême, contre 7 502 habitants dans l'emprise de la zone inondable par inondation terrestre (débordement de cours d'eau et ruissellement confondus) pour le même événement, soit respectivement 14 % et 4 % de la population totale du TRI.

Pour les inondations terrestres toutes communes confondues (débordement de cours d'eau et ruissellement confondus), le nombre d'habitants impactés est multiplié par 1,4 entre le scénario moyen et le scénario extrême, passant de 5 372 à 7 502. La commune des Abymes est la plus vulnérable : on dénombre 3 725 habitants dans l'emprise de la zone inondable d'un événement moyen et 5 310 habitants dans l'emprise de la zone inondable d'un événement extrême, ce qui représente respectivement 6 % et 9 % de la population communale totale. Suit la commune de Morne-à-l'Eau, avec 618 habitants dans l'emprise de la zone inondable de l'événement moyen et 782 habitants dans l'emprise de la zone inondable de l'événement extrême, ce qui représente respectivement 4 % et 5 % de la population communale totale. Enfin, on peut noter qu'au moins 0,2 % de la population du TRI habite en zone inondable par inondation terrestre, dès la survenue d'un événement fréquent. La commune de Morne-à-l'Eau est la plus concernée, avec 1 % de sa population vivant dans la zone inondable d'un événement fréquent. Ces chiffres concernant l'événement fréquent sont très probablement sous-estimés, puisque le phénomène d'inondation par ruissellement n'a pas été déterminé pour ce scénario.

Pour les inondations par submersion marine toutes communes confondues, le nombre d'habitants impactés est multiplié par 3 entre le scénario moyen et le scénario extrême, passant de 8 811 à 27 416. La commune de Pointe-à-Pitre est largement la plus vulnérable : on dénombre 6 190 habitants dans l'emprise de la zone inondable d'un événement moyen et 14 266 habitants dans l'emprise de la zone inondable d'un événement extrême, ce qui représente respectivement 38 % et 87 % de la population communale totale. Si la majeure partie des 8 811 habitants en zone inondable pour un événement moyen se concentrent donc sur la commune de Pointe-à-Pitre, d'autres communes contribuent à alimenter le nombre d'habitants en zone inondable pour un événement extrême : Les Abymes (6 345 habitants, soit 11 % de la population communale totale), Sainte-Anne (2 806 habitants, soit 12 % de la population communale totale), Morne-à-l'Eau (1 659 habitants, soit 10 % de la population communale totale) et Le Gosier (1 683 habitants, soit 6 % de la population communale totale). Enfin, on peut noter la présence de 343 habitants du TRI (0,2 % de la population du TRI) impactés par les inondations par submersion marine, dès la survenue d'un événement fréquent. Toutes les communes sont concernées sauf la commune du Moule.

Ces résultats montrent la grande vulnérabilité de la population du TRI aux risques de submersion marine. Si la vulnérabilité de la commune de Pointe-à-Pitre est plus marquée pour des événements moyen et extrême, les communes des Abymes, de Sainte-Anne, de Morne-à-l'Eau et du Gosier sont également vulnérables dans le cas de la survenue d'un événement extrême. Par ailleurs, ces résultats montrent qu'au moins 0,4 % de la population du TRI (environ 700 habitants) est impactée par les inondations dès la survenue d'un événement fréquent, habitants dont il est urgent de réduire la vulnérabilité.

5.2 - EMPLOIS

L'estimation du nombre d'emplois en zone inondable se présente sous forme de fourchette (minimum-maximum). Elle a été définie à partir de l'exploitation des données de la base SIRENE de l'INSEE, présentant les caractéristiques économiques des entreprises du TRI (cf. compléments méthodologiques).

Les données d'emplois (moyenne de la fourchette) par scénario d'inondation sont affichées sur la carte de risques dans les cartouches des communes du TRI. Ces données figurent également dans le tableau récapitulatif présenté ci-dessous (cf. tableau 5).

Compte-tenu de la méthode employée (cf. compléments méthodologiques), les chiffres relatifs aux emplois présentés dans le cadre de cette étude sont à considérer avec une marge de +/- 50 emplois.

Des tendances similaires se dessinent pour la population en zone inondable et pour l'emploi en zone inondable.

A l'échelle du TRI, quel que soit le scénario considéré, ce sont les inondations par submersion marine qui impactent le plus grand nombre d'emplois. Ainsi, on dénombre 24 159 emplois dans l'emprise de la zone inondable par submersion marine pour un événement extrême, contre 5 173 emplois dans l'emprise de la zone inondable par inondation terrestre (débordement de cours d'eau et ruissellement confondus) pour le même événement, soit respectivement 15 % et 3 % de l'emploi total du TRI.

Pour les inondations terrestres toutes communes confondues (débordement de cours d'eau et ruissellement confondus), le nombre d'emplois impactés est quasiment similaire pour un événement moyen et pour un événement extrême, passant de 4 952 à 5 173. Cette similitude entre le nombre d'emploi concernés par un événement moyen et ceux concernés un événement extrême se retrouve dans les trois communes les plus impactées : Les Aymes (8,2 % et 8,7 % de l'emploi total communal dans les zones inondables respectivement d'un événement moyen et d'un événement extrême), Le Gosier (même proportion, à savoir 3,7 % de l'emploi total communal dans les zones inondables respectivement d'un événement moyen et d'un événement extrême), Morne-à-L'Eau (même proportion, à savoir 2,2 % de l'emploi total communal dans les zones inondables respectivement d'un événement moyen et d'un événement extrême). Enfin, on peut noter la quasi-absence d'emploi dans les zones inondables par un événement fréquent. Il convient toutefois de garder en mémoire que les chiffres concernant l'événement fréquent sont très probablement sous-estimés, puisque le phénomène d'inondation par ruissellement n'a pas été déterminé pour ce scénario.

Pour les inondations par submersion marine toutes communes confondues, le nombre d'emplois impactés est multiplié par 3,4 entre le scénario moyen et le scénario extrême, passant de 7 130 à 24 159. La commune de Pointe-à-Pitre est largement la plus vulnérable : on dénombre 10 512 emplois dans l'emprise de la zone inondable d'un événement moyen et 15 189 emplois dans l'emprise de la zone inondable d'un événement extrême, ce qui représente respectivement 45 % et 67 % de l'emploi communal total. En nombre d'emplois, la seconde place est occupée par la commune de Baie-Mahault, avec 1 906 emplois dans l'emprise de la zone inondable d'un événement moyen et 3 952 emplois dans l'emprise de la zone inondable d'un événement extrême, ce qui représente respectivement 4 % et 9 % de l'emploi communal total. En proportion d'emploi impactés par rapport à l'emploi communal total, la commune de Sainte-Anne arrive en seconde position : 1 387 emplois dans l'emprise de la zone inondable d'un événement moyen et 1 493 emplois dans l'emprise de la zone inondable d'un événement extrême, ce qui représente respectivement 17 % et 18 % de l'emploi communal total. Enfin, on peut noter la quasi-absence d'emploi dans les zones inondables par un événement fréquent.

Ces résultats montrent en premier lieu la faible vulnérabilité des emplois⁷ à la survenue d'événements fréquents, quel que soit le phénomène d'inondation considéré. Le nombre d'emploi impacté par un événement moyen peut-être considéré comme sensiblement le même tout phénomène d'inondation confondu (environ 3 à 4 % de l'emploi total du TRI). Par contre, les emplois sont très vulnérables à la survenue d'un événement extrême de submersion marine (un quart des emplois du TRI). Les communes de Pointe-à-Pitre, Baie-Mahault, Sainte-Anne et Le Gosier sont les plus concernées.

⁷ La vulnérabilité indirecte des emplois n'est pas étudiée : coupures d'électricité, réseau routier paralysé, etc. sont par exemple des facteurs de vulnérabilité pouvant accroître l'impact économique d'un épisode d'inondation.

Type d'inondation	Scenario	Emploi en zone inondable	Proportion par rapport au nombre total d'emploi de la commune
BAIE – MAHAULT (44 002 emplois)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	<50	
	Scenario extrême	<50	
Ruissellement	Scenario moyen	<50	
	Scenario extrême	<50	
Submersion marine	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	1 377	3,1%
	Scenario moyen + changement climatique	1 906	4,3%
	Scenario extrême	3 952	9,0%
POINTE-A-PITRE (23 470 emplois)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	<50	
	Scenario extrême	<50	
Ruissellement	Scenario moyen	<50	
	Scenario extrême	<50	
Submersion marine	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	5 213	22,2%
	Scenario moyen + changement climatique	10 512	44,8%
	Scenario extrême	15 189	64,7%
LES ABYMES (49 315 emplois)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	<50	
	Scenario extrême	<50	
Ruissellement	Scenario moyen	4 051	8,2%
	Scenario extrême	4 270	8,7%
Submersion marine	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	<50	
	Scenario moyen + changement climatique	343	0,7%
	Scenario extrême	1 429	2,9%
MORNE-A-L'EAU (5 205 emplois)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	102	2,0%
	Scenario extrême	102	2,0%
Ruissellement	Scenario moyen	<50	
	Scenario extrême	<50	
Submersion marine	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	<50	
	Scenario moyen + changement climatique	99	1,9%
	Scenario extrême	160	3,1%
LE MOULE (9 193 emplois)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	<50	
	Scenario extrême	<50	
Ruissellement	Scenario moyen	<50	
	Scenario extrême	<50	
Submersion marine	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	<50	
	Scenario moyen + changement climatique	<50	
	Scenario extrême	<50	
SAINTE-ANNE (8 263 emplois)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	<50	
	Scenario extrême	<50	
Ruissellement	Scenario moyen	<50	
	Scenario extrême	<50	
Submersion marine	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	541	
	Scenario moyen + changement climatique	1 387	16,8%
	Scenario extrême	1 493	18,1%
LE GOSIER (20 541)			
Débordement de cours d'eau	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	<50	
	Scenario extrême	<50	
Ruissellement	Scenario moyen	762	3,7%
	Scenario extrême	762	3,7%
Submersion marine	Scenario fréquent	<50	
	Scenario moyen	<50	
	Scenario moyen + changement climatique	354	1,7%
	Scenario extrême	1 890	9,2%

Tableau 5 : Emplois en zone inondable, par phénomène d'inondation, par scénario et par commune

5.3 - BATIMENTS

Seuls les bâtiments dans la zone inondable sont représentés dans les cartes de risque. Cette représentation est issue de la BDTopo® de l'IGN⁸. Elle tient compte de l'ensemble des bâtiments de plus de 20m² (habitations, bâtiments industriels, bâtis remarquables, ...).

5.4 - ACTIVITES ECONOMIQUES

Il s'agit de surfaces décrivant un type d'activité économique inclus, au moins en partie, dans une des surfaces inondables. Cette information est issue de la BDTopo® de l'IGN. Elle tient compte des zones d'activités commerciales et industrielles, ainsi que des zones portuaires ou aéroportuaires.

5.5 - INSTALLATIONS POLLUANTES

Deux types d'installations polluantes sont prises en compte : les IPPC et les stations de traitement des eaux usées.

Les IPPC sont les ICPE (Installations classées pour la protection de l'environnement) les plus polluantes, définies par la directive IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), visées à l'annexe I de la directive européenne 2010/75/UE du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles. Il s'agit d'une donnée établie par les services déconcentrés du ministère (DEAL Guadeloupe dans ce cas) et collectée dans la base S3IC.

Il y a trois IPPC en zone inondable dans le TRI :

- SOFADIG à Baie-Mahault (stockage de produits d'entretien et d'hygiène) en zone inondable par submersion marine ;
- Centre emplisseur de Rubis Antilles Guyane (stockage de gaz pétrole liquéfiés) à Baie-Mahault, en zone inondable par submersion marine ;
- GEIAP de l'aéroport du Raizet aux Abymes, en zone inondable par submersion marine et par ruissellement.

Les stations de traitement des eaux usées (STEU) prises en compte sont les installations de plus de 2 000 équivalents-habitants (EH) présentes dans la surface inondable du TRI. La localisation de ces stations est issue d'une base de donnée nationale « BDERU ».

Il y a quatre STEU en zone inondable dans le TRI :

- STEU de Destrellan à Baie-Mahault (capacité de 3 000 EH), en zone inondable par débordement de cours d'eau ;
- STEU de Poucet au Gosier (capacité de 15 000 EH) en zone inondable par submersion marine ;
- STEU de Rigaud à Morne-à-l'Eau (capacité de 4 000 EH) en zone inondable par ruissellement ;
- STEU de l'Anse du Belley à Sainte-Anne (capacité de 12 500 EH) en zone inondable par ruissellement et débordement de cours d'eau.

⁸ Pour plus de détails sur la BDTopo® : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>

5.6 - ZONES PROTEGEES

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.

5.7 - ETABLISSEMENTS, INFRASTRUCTURES, OU INSTALLATIONS SENSIBLES DONT L'INONDATION PEUT AGGRAVER OU COMPLIQUER LA GESTION DE CRISE

Il s'agit des enjeux dans la zone potentiellement touchée 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 » ;
- les réseaux et installations utiles pour la gestion de crise, ils sont référencés dans : « gares », « aéroports », « autoroutes, quasi-autoroute », « routes, liaisons 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)).

Parmi les enjeux utiles pour la gestion de crise situés en zone inondable sur le TRI, on recense la gendarmerie de Sainte-Anne, et la mairie de Pointe-à-Pitre. Ensuite, on dénombre plus d'une dizaine d'écoles dans les zones inondables par submersion marine, réparties sur les communes de Pointe-à-Pitre, Les Abymes, Morne-à-l'Eau, et Sainte-Anne. L'école du Raizet aux Abymes est exposée aux inondations par submersion marine et aux inondations par ruissellement, et l'école de Bosrédon dans la même commune est exposée aux inondations par ruissellement. Enfin, les installations de gestion de réseau en zones inondables sont les transformateurs électriques de Grand Camp aux Abymes et de Chavel-Besson,

à la limite des communes des Abymes et du Gosier, ainsi que les réservoirs d'eau potable de Darbousier et de la Darse à Pointe-à-Pitre en zone inondable par submersion marine.

5.8 - GESTION DES DONNEES

Un système d'information géographique (SIG) est réalisé pour le TRI, regroupant l'ensemble des données et métadonnées produites dans le cadre de cette étude. Ce SIG est en conformité avec un standard de données dit « COVADIS » (commission de validation des données pour l'information spatialisée) qui est conforme à directive Inspire et permet le lien avec le système d'information sur l'eau (SIE)⁹.

⁹ La description du standard Covadis est disponible sur internet <http://www.certu.fr/geostandard-directive-inondationa326.html>.

6 - USAGES DE LA CARTOGRAPHIE

L'objectif premier de la cartographie est de servir de guide à l'élaboration du PGRI et de la stratégie locale, en présentant des éléments quantitatifs permettant d'évaluer plus finement la vulnérabilité du territoire pour trois niveaux de probabilité d'inondation. La cartographie devra, parmi d'autres éléments, servir de support pour identifier des objectifs de réduction du risque puis des mesures pertinentes possibles pour gérer le risque, à l'échelle du district et à l'échelles du TRI.

Ensuite, les cartes visent à enrichir le porter a connaissance de l'État dans le domaine des inondations et à contribuer à la sensibilisation du public. Elles constituent un enrichissement de la connaissance complémentaire aux éléments existants (PPR, AZI..).

Les cartes seront largement diffusées dans un souci de transparence sur l'application de la directive, et constituent aussi un outil de communication et d'information vers le public, dans un objectif de prise de conscience de l'importance des enjeux concernés et de développement de la culture du risque. Un effort d'explication particulier doit être fait sur les événements de faible probabilité notamment.

En fonction de l'événement d'inondation, les cartes pourront également avoir des usages spécifiques :

- Événement fréquent : il s'agit de l'événement prioritaire pour la réduction de la vulnérabilité, car ce type d'événement est celui qui cause en moyenne les dommages économiques les plus importants pour un territoire. Les opérations d'aménagement de grande envergure (renouvellement urbain par exemple) situées dans ces zones devront faire l'objet d'une attention particulière.
- Événement moyen : il s'agit de l'événement de référence du PPR. Les connaissances acquises dans le cadre de cette étude sur cette fréquence d'événement pourront utilement être valorisées dans le cadre de la prochaine révision des PPR. À ce stade, les cartes n'ont pas de valeur réglementaire, **elles n'ont pas vocation à se substituer aux cartes d'aléa des PPR.**
- Événement extrême : il a vocation à être pris en compte essentiellement pour faciliter la gestion de crise afin d'éviter autant que possible les conséquences catastrophiques et faciliter le retour à la normale. Les cartes pourront être utilisées pour la préparation des plans communaux de sauvegarde (PCS). Elles fournissent des scénarios utiles pour s'assurer du fonctionnement minimum des services de secours par exemple en évitant leur implantation en zones inondables, pour étudier l'évacuation des populations, pour éviter les pollutions graves, protéger ou adapter les installations sensibles, éviter la perte irréversible d'un patrimoine exceptionnel...

7 - RESUME NON TECHNIQUE

Une stratégie locale va être définie sur le territoire à risque d'inondation important (TRI) Centre Guadeloupe pour limiter les effets préjudiciables des inondations. Afin de définir les mesures à mettre en œuvre, la connaissance des inondations doit être préalablement approfondie. C'est l'objet de cette étude.

CONTEXTE

La mise en œuvre de la directive européenne « directive inondation » vise à fixer un cadre d'évaluation et de gestion des risques d'inondation à l'échelle du bassin de la Guadeloupe tout en priorisant l'intervention de l'État et des collectivités sur les territoires à risque d'inondation important (TRI).

Deux TRI ont été identifiés en Guadeloupe, sur la base d'un diagnostic préalable global (Évaluation préliminaire des risques d'inondation) et d'une concertation entre les acteurs de la gestion des inondations, au premier rang desquels les collectivités territoriales et l'État. Il s'agit de deux bassins de vie du département particulièrement impactés par les inondations :

- le TRI « Centre » regroupe les communes de Baie-Mahault, Pointe-à-Pitre, Les Abymes, Morne-à-l'Eau, Le Moule, Sainte-Anne et Le Gosier ;
- le TRI « Basse-Terre – Baillif », qui regroupe les deux communes du même nom.

L'identification des TRI obéit à une logique de priorisation des actions et des moyens apportés par l'État dans sa politique de gestion des inondations. À cet effet, les deux TRI sélectionnés devront faire l'objet :

- d'ici fin 2013, d'une cartographie des surfaces inondables et des risques pour les phénomènes d'inondation affectant le territoire ;
- d'ici fin 2014, de la définition des objectifs, du périmètre et des acteurs impliqués dans la stratégie locale du TRI ;
- d'ici fin 2016, de l'élaboration de cette stratégie locale.

Ce programme nécessite un engagement des acteurs locaux s'appuyant notamment sur un partage des responsabilités et la recherche d'une synergie avec les autres politiques publiques.

OBJECTIF ET USAGES DES CARTES

La cartographie du TRI Centre constitue un approfondissement de la connaissance des surfaces inondables et des risques pour les inondations par débordements de cours d'eau, pour les inondations par ruissellement, et pour les inondations par submersion marine.

Les inondations par débordement de cours d'eau sont provoquées par une augmentation du débit (débit de crue) d'une rivière ou d'une ravine en réponse à des précipitations importantes. On dit communément que la rivière « sort de son lit » et vient envahir les secteurs adjacents, habituellement hors d'eau, que l'on désigne sous le nom de lit majeur.

Les inondations par ruissellement ont la même origine : elles surviennent consécutivement à un épisode de précipitations intenses. Ce phénomène apparaît en zone urbaine, en raison de l'imperméabilisation des sols et de la modification des axes d'écoulements naturels. Dans un premier temps les voiries concentrent les écoulements et accélèrent le transit, puis l'eau stagne dans les points bas, en particulier si le réseau d'assainissement pluvial est sous dimensionné ou mal entretenu.

Les inondations par submersion marine sont des inondations de la zone côtière par la mer lors de conditions météorologiques et océaniques défavorables (basses pressions atmosphériques et forts vents).

En fonction de leur période de retour (ou de leur probabilité d'apparition) plusieurs événements en ont été cartographiés. La période de retour d'un événement (par exemple : dépassement d'une certaine valeur de débit dans un cours d'eau donné) peut se définir comme l'intervalle de temps moyen, estimé statistiquement, séparant deux réalisations de cet événement. À titre indicatif, les inondations générées par les cours d'eau de l'ouest de la Basse-Terre, consécutives au passage du cyclone MARYLIN en 1995, ont une période de retour estimée de l'ordre de 100 ans (ANTEA, 1996)

- L'événement fréquent à une forte probabilité d'apparition. Sa période de retour est comprise entre 10 et 30 ans. Il provoque les premiers dommages conséquents.
- L'événement moyen a une période de retour comprise entre 100 et 300 ans.
- L'événement extrême a une faible probabilité d'apparition, sa période de retour est de 1000 ans.

La cartographie apporte ainsi de nouvelles connaissances sur le territoire, et fournit un premier support d'évaluation des conséquences préjudiciable de ces trois événements en vue de la définition de stratégie locale. 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. Toutefois, cette cartographie du TRI n'a pas vocation à se substituer aux cartes d'aléa inondation des plans de prévention des risques (PPR) qui restent le document réglementaire de référence pour la maîtrise de l'urbanisation.

PRINCIPES D'ELABORATION

La cartographie d'un événement d'inondation repose en premier lieu sur la définition de la fréquence d'apparition du phénomène (plus la fréquence est grande, moins l'inondation est importante, cf. ci-dessus). Ensuite, la cartographie de l'événement consiste à déterminer l'emprise de la zone inondable, et pour chaque point de cette emprise, à déterminer la hauteur d'eau, et éventuellement la vitesse du courant et la durée de submersion, trois paramètres traduisant l'intensité du phénomène.

Différentes méthodes existent pour évaluer l'aléa inondation (qu'il s'agisse de débordement de cours d'eau, de submersion marine, ou de ruissellement). Schématiquement on peut distinguer des méthodes basées sur des modèles numériques plus ou moins complexes, et des méthodes naturalistes basées sur le principe de l'hydrogéomorphologie. Chaque méthode présente ses avantages et ses inconvénients, aucune n'étant meilleure qu'une autre. Le choix est effectué en fonction des données disponibles, des résultats attendus, et des limites d'utilisation.

Dans le cas de la cartographie des inondations par débordement de cours d'eau et par ruissellement du TRI, compte-tenu des délais de réalisation impartis et de l'absence de données réutilisables, un outil de modélisation semi-automatique « CARTINO » a été utilisé. Les données obtenues à partir de cet outil ont fait l'objet d'une analyse hydraulique complémentaire.

Les limites de la méthode sont à garder à l'esprit lors de la consultation des cartes présentant les résultats. Parmi celles-ci :

- on suppose que l'écoulement a une direction privilégiée, les résultats obtenus ne sont pas pertinents quand la rivière s'écoule dans plusieurs chenaux par exemple.
- les digues ne sont pas prises en compte. Pour rappel les digues sont des ouvrages longitudinaux par rapport à l'axe d'écoulement. Ils séparent les enjeux de l'aléa. Ils protègent le secteur à enjeu jusqu'à un certain niveau au-delà duquel la surverse provoque une inondation brutale.
- le transport solide n'est pas pris en compte, ainsi les phénomènes d'érosion de berges ou de glissements de terrain ne peuvent pas être cartographiés dans l'emprise de la zone inondable. Les effets embâcles (accumulation de matériaux contre un obstacle à l'écoulement tel un pont) ne sont pas modélisés.

Dans le cas de la cartographie par submersion marine, la méthode utilisée consiste à superposer le niveau marin avec la topographie à l'aide d'un outil informatique, ce qui permet de délimiter les zones inondées. Une des principales limites de la méthode est qu'elle ne rend pas compte de la dynamique du phénomène d'inondation. Le niveau marin a été défini sur la base de données de surcotes marines en fonction des durées de retour des cyclones dans les Antilles françaises. Pour l'événement fréquent, les données sont issues de travaux réalisés par Météo France en 2002. Des données plus récentes ont été utilisées pour les événements moyen et extrême, issues des travaux réalisés par l'Université des Antilles et de la Guyane dans le cadre du projet INTERREG « Tsunahoule ». La hausse du niveau marin dû au changement climatique a été prise en compte pour l'événement moyen. Une élévation de 0,60 m a été retenue, conformément aux prévisions de l'ONERC.

Les cartes des surfaces inondables ainsi élaborées ont ensuite été croisées avec des données relatives aux enjeux du territoire. Plusieurs types d'enjeux ont été pris en compte, notamment le nombre d'emplois et la population en zone inondable.

PRINCIPAUX RESULTATS

La cartographie du TRI Centre est présentée dans trois documents indissociables :

1. un rapport de présentation (présent rapport) situant le contexte, présentant le TRI, puis détaillant les méthodes employées pour réaliser la cartographie. Ce rapport contient également un rappel sur les usages des cartes et un résumé non technique destiné au grand public.
2. un atlas cartographique, composé de cartes au 1/25 000 , incluant pour chaque phénomène (inondations par débordements des cours d'eau, inondations par ruissellement, inondations par submersion marine) :
 - des cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême). Elles représentent l'extension des inondations et les classes de hauteurs d'eau ;
 - des cartes de synthèse des surfaces inondables des différents scénarios étudiés. Elles synthétisent sur une même carte les scénarios étudiés pour le phénomène et représentent uniquement l'extension des inondations ;
 - des cartes des risques d'inondation. Elles représentent la superposition des cartes de synthèse des deux phénomènes étudiés avec les enjeux présents dans les surfaces inondables (bâti ; activités économiques ; installations polluantes ; établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise).
3. un complément méthodologique regroupant les notes détaillées sur les méthodes et données employées pour réaliser la cartographie.

8 - CONSULTATION DES PARTIES PRENANTES

La réduction de ces conséquences négatives repose sur la mobilisation de chaque acteur concerné par les risques d'inondation.

Conformément à la circulaire du 17 juillet 2012, les parties prenantes sont informées de l'avancement de la mise en œuvre de la directive inondation en Guadeloupe. Plus spécifiquement sur l'étape de cartographie des TRI, les démarches suivantes ont été menées à destination des acteurs locaux :

- avril 2013 : réunion d'information sur la mise en œuvre de la directive inondation, incluant une présentation des objectifs et résultats attendus de la cartographie en avril 2013 ;
- dernier trimestre 2014 : diffusion pour avis d'une version projet des cartes du TRI Centre, accompagnées du rapport de présentation et des compléments méthodologiques (annexe 2). Les cartes en version projet sont également mises en ligne sur le site internet de la DEAL.

Les commentaires et avis reçus sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Date	Expéditeur	Type	Commentaire / avis
16/01/2015	DAAF	Mail	Pas d'observation particulière sur la cartographie du territoire à risque d'inondation important (TRI). Dans le cadre de l'analyse des documents d'urbanisme sous l'angle de la protection des espaces agricoles, naturels et forestier ou pour l'expertise de projets d'aménagement, la DAAF est très intéressée par les données au format SIG.
10/02/2015	Association des Maires de Guadeloupe	Courrier	Apprécie le travail effectué. Demande pour son information et afin que les maires concernés s'impliquent, quelles sont les communes qui ont été consultées dans le cadre de cette étude et de l'élaboration des cartes.
16/03/2015	Ville de Baie-Mahault	Courrier	Les services municipaux ont relevé un certain nombre de secteurs touchés par des inondations générées par des débordements de cours d'eau de réseau d'évacuation des eaux pluviales et de ruissellement : <ul style="list-style-type: none"> • RN 2002, Ravine Négresse (se trouvant à proximité du lycée Charles Coeffin) au boulevard de la Réconciliation ; • Angle des routes de Trioncelle et rue Jaurès ; • Boulevard de Destrellan – Giratoire d'entrée du Bourg.

9 - BIBLIOGRAPHIE

Bureau de Recherches Géologiques et Minières BRGM (1995) – Conséquences du passage des cyclones Iris, Luis et Marylin aux Antilles Françaises (Guadeloupe et Martinique).

Centre d'Études Techniques Maritimes et Fluviales CETMEF (2012) – Étape de cartographie des surfaces inondables et des risques dans la cadre de la directive « inondations ». Rapport de mission « inondations par submersions marines et tsunamis. »

Centre d'Études Techniques Maritimes et Fluviales CETMEF, Centre d'Étude Technique de l'Équipement CETE Méditerranée – Centre d'Étude Technique de l'Équipement CETE de l'Ouest (2012) – Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux. Outre-Mer.

Chaperon P., L'Hote Y., Vuillaume G. (1985) – Les ressources en eau de surface de la Guadeloupe. Monographies hydrologiques ORSTOM.

Direction Départementale de l'Équipement DDE, ANTEA (2005) – Mouvements de terrain et inondations. Microzonage des risques. Secteur des Grands-Fonds. Rapport n°A37824.

Direction Départementale de l'Équipement DDE, GEOTER, ACSES (2005) – Plan de prévention des risques de la commune du Gosier. Rapport GTR/DDEG/0406-273 Rev2.

Direction Départementale de l'Équipement DDE, GEOTER, ACSES (2005) – Plan de prévention des risques de la commune des Abymes. Rapport GTR/DDEG/0406-272 Rev1.

Direction Départementale de l'Équipement DDE, IMSRN (2007) – Plan de prévention des risques de la commune de Morne-à-l'Eau. Rapport de présentation.

Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement DEAL (2011) – Profil environnemental régional de la Guadeloupe.

Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement DEAL (2012) – Evaluation préliminaire des risques d'inondation, District de la Guadeloupe, Mise en œuvre de la directive inondation, Phase 1.

Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement DEAL, Urbis, Biodiversité, Urbater, Botanik paysage (2012) – Les Grands-Fonds : diagnostic stratégique d'un territoire en mutation.

Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement DEAL (2012) – Identification des territoires à risque d'inondation important, District de la Guadeloupe, Mise en œuvre de la directive inondation, Phase 2.

Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement DEAL, ACSES, GEOTER, C2R (2013) – Plans de prévention des risques naturels de la Guadeloupe : état des lieux, évaluation et propositions.

Krien Y., Budon B., Zahibo N., Roger J. (en préparation) – Probabilistic Hurricane-Induced Storm Surge Hazard Assessment in Guadeloupe, Lesser Antilles.

Météo-France (2002). – Evaluation du risque lié aux surcotes cycloniques sur les Antilles françaises

Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (2013) – Guide méthodologique : plan de prévention des risques littoraux. Direction générale de la prévention des risques, Service risques naturels et hydrauliques.

Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer, CETMEF, CEMAGREF (2007) – Guide méthodologique pour le pilotage des études hydrauliques.

Préfecture de la Région Guadeloupe – Plan de prévention des risques de la commune du Moule. Rapport

de présentation.

Préfecture de la Région Guadeloupe – Plan de prévention des risques de la commune de Pointe-à-Pitre. Rapport de présentation.

Préfecture de la Région Guadeloupe (2002) – Plan de prévention des risques de la commune de Baie-Mahault. Rapport de présentation.

Préfecture de la Région Guadeloupe (2008) – Plan de prévention des risques de la commune de Sainte-Anne. Rapport de présentation.

Région Guadeloupe (2011) – Schéma d'Aménagement Régional.

Service hydrographique et océanographique de la marine SHOM (2013) – Références altimétriques maritimes, Ports de France et d'Outre-mer, Cotes du zéro hydrographiques et niveaux caractéristiques de la marée.



**Direction de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
GUADELOUPE**

Route de Saint-Phy
BP 54 - 97102 BASSE-TERRE Cedex
Tél : 0590 99 43 43 / 0590 99 46 46

