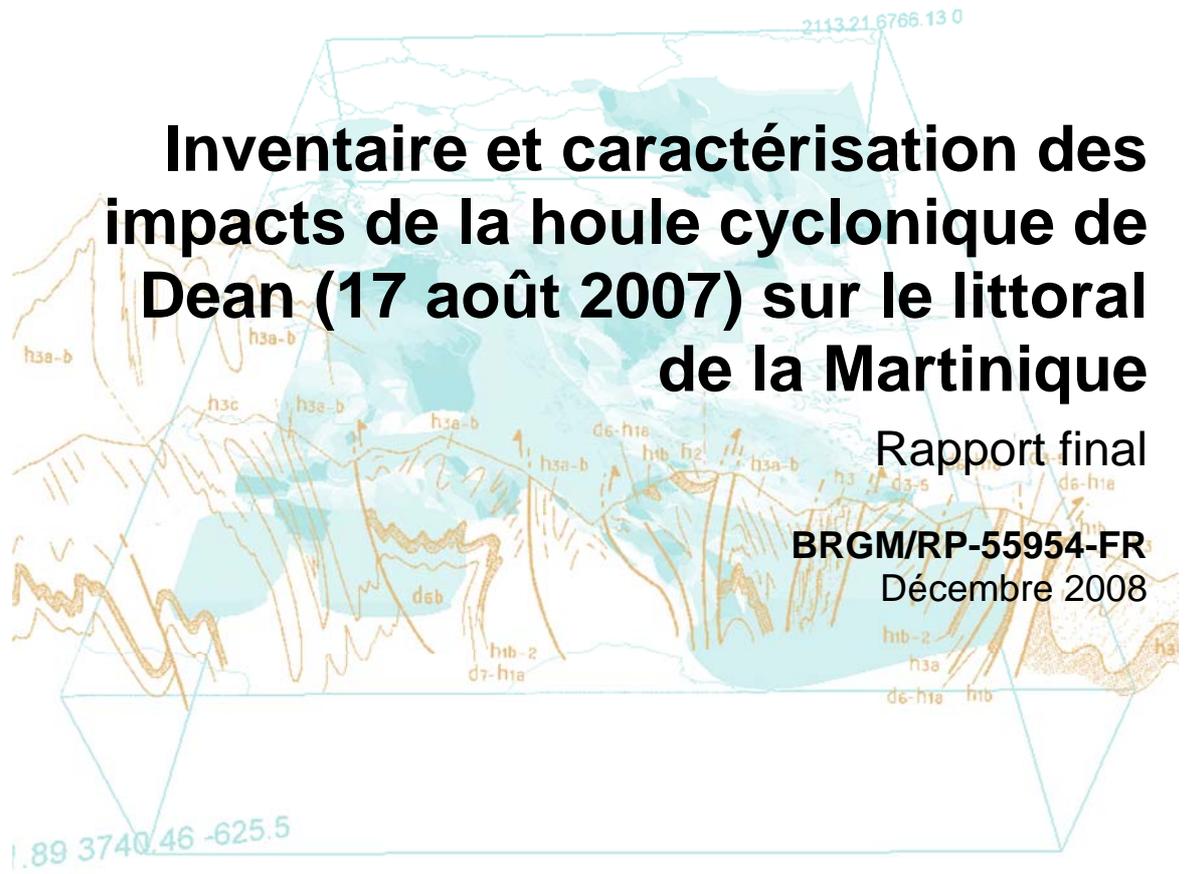




Document public



Inventaire et caractérisation des impacts de la houle cyclonique de Dean (17 août 2007) sur le littoral de la Martinique

Rapport final

BRGM/RP-55954-FR
Décembre 2008



Inventaire et caractérisation des impacts de la houle cyclonique de Dean (17 août 2007) sur le littoral de la Martinique

Rapport final

BRGM/RP-55954-FR
Décembre 2008

Étude réalisée dans le cadre des projets de Service public du BRGM 2007 LITA20

A.V Barras, C. Oliveros, B. Joseph, C. Marimoutou

Vérificateur :

Nom : N. Lenôtre

Date : 10/12/2008

Approbateur :

Nom : J.P Comte

Date : 10/12/2008

Signature :

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : Antilles, Martinique, Dean, Houle, Cyclone, Ouragan, Littoral, Erosion, Zonage PPR

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

A.V. Barras, C. Oliveros, B. Joseph, C. Marimoutou (2008) – Inventaire et caractérisation des impacts de la houle sur le littoral de la Martinique au passage de l'ouragan Dean (17 août 2007). 53 p. hors annexes, 33 illustrations, 4 annexes, Rapport BRGM/RP-55954-FR.

Synthèse

L'ouragan Dean (au stade 2) a traversé l'arc des Petites Antilles le 17 août 2007, avec un passage de l'œil au sud de l'île de la Martinique. Une houle, certes plus modeste que celle de Lenny en 1999, a accompagné ce cyclone endommageant le littoral martiniquais, notamment ses côtes Atlantique et Nord Caraïbe.

Comme cela s'est fait dans le passé pour des ouragans dévastateurs en Guadeloupe (Maryline, Luis, Lenny) ou à la Réunion, il s'est avéré nécessaire de faire un inventaire « à chaud » de l'ensemble des effets de la houle affectant le littoral martiniquais afin d'en tirer un maximum d'enseignements relatifs à la prévention des risques littoraux.

L'opération a été conduite par le BRGM du 12 septembre au 7 octobre 2007, soit moins d'un mois après l'épisode cyclonique. Elle a été financée par la DIREN à 70% (BOP « Ecologie et développement durable », programme 181) et par le BRGM à 30 % (crédits de Service Public 2007). Une mission comparable a été réalisée en Guadeloupe (BRGM-RP55911).

35 sites ont été visités sur tout le pourtour du littoral. Les observations et les mesures du trait de côte sont présentées sous la forme de fiches de synthèse en annexe.

Les constats de ces visites sont les suivants :

- Un recul du trait de côte par rapport à celui de 2004 observable sur les photos aériennes de l'IGN a été constaté pour plus de 25 %. Il s'agit de la plage des Abymes au Prêcheur, de la plage du port de pêche de Grand-Rivière, de la plage de Belgrade à Trinité et de plusieurs plages au Sud (Diamant, Salines, Anse Trabaud et Anse Grosse Roche) ;
- Des sites, comme par exemple la plage du Coin au Carbet, ont pu être considérablement remodelés (création d'un talus important) sans pour autant connaître une variation de leur trait de côte. Ces observations attestent d'un important départ de sable ;
- A contrario, 2 sites (le bourg du Prêcheur et la plage du cap Macré) ont connu un engraissement significatif révélé par une avancée du trait de côte. Le plus important concerne la plage du Prêcheur avec une avancée de plus de 10 mètres qui est probablement dû en partie à un apport de matériaux par la rivière du Prêcheur et par des apports sédimentaires proches. On notera que la plage des Abymes qui se trouve à proximité immédiate a, elle, connu une érosion importante avec une disparition partielle de la plage ;
- Plusieurs sites (Le Lorrain, le Marigot, Ste-Marie, le Vauclin, Ste-Anne, Ste-Luce) ont connu des inondations temporaires accompagnées de dépôts de sable (un demi-mètre de sable a été laissé par la mer dans une rue du Vauclin située à un mètre du trait de côte).

Par ailleurs, la comparaison systématique entre les effets relevés sur le terrain (impacts des vagues, immersion des terres, talus d'érosion) et le zonage des aléas de houle cyclonique et de submersion marine montre que dans la moitié des cas, les dégâts se sont produits en zone d'aléa fort ou moyen. Pour l'autre moitié, malgré la période de retour de la houle de Dean nettement inférieure à la houle de référence retenue pour l'établissement des PPR, les zonages réglementaires ont été pris en défaut en plusieurs points. Des modifications ou parfois uniquement des ajustements locaux seraient nécessaires. Pour l'aléa érosion marine, le niveau d'exposition est majoritairement sous-estimé.

A présent, il convient de mener plusieurs missions à savoir :

1. procéder un an après, à la visite des sites qui ont connu des modifications importantes liées au passage du cyclone Dean, afin d'évaluer le retour « à la normale »
2. conduire, à l'échelle de la Martinique, une évaluation globale de la dynamique côtière
3. capitaliser après chaque évènement de ce type l'information en prenant des prédispositions techniques (cahier des charges pré-établi en concertation, ordre de mission permanent) et financières (budget alloué à ce type de travaux pré-programmé en début de chaque saison cyclonique);
4. mener une réflexion quant aux aléas littoraux dans le cadre de la révision générale des PPR
5. intégrer les écarts mis en évidence entre les zonages et les limites des désordres observés consécutifs à Dean lors de mises à jour des P.P.R. L ;
6. modéliser la houle de Dean puis faire varier les paramètres des conditions cycloniques et ainsi modéliser des houles extrêmes et des surcotes marines correspondant aux situations les plus défavorables. Les résultats apporteront alors des éléments d'aide à la préparation d'exercice de crise conformément à ce qui est préconisé dans le cadre de la refonte des plans ORSEC.

Sommaire

1. Cadre et objectifs de l'étude	9
2. Caractérisation du phénomène	11
2.1. L'OURAGAN DEAN : CHRONOLOGIE ET PRINCIPALES CARACTERISTIQUES	11
2.2. HOULE CYCLONIQUE.....	12
2.3. EFFETS AU RIVAGE.....	14
3. Travaux menés par le BRGM	17
3.1. DEROULEMENT	17
3.2. OBSERVATIONS DE TERRAIN.....	17
3.3. TRAVAUX COMPLEMENTAIRES.....	21
3.4. RESTITUTION DES RECONNAISSANCES DE TERRAIN.....	21
3.4.1. Fiches de synthèses.....	21
3.4.2. Données géoréférencées et documents informatiques	24
4. Effets de la houle constatés	25
4.1. EROSION MARINE	25
4.1.1. Recul du trait de côte.....	25
4.1.2. Formation de talus d'érosion	28
4.2. APPORTS DE SEDIMENTS.....	29
4.3. ABSENCE DE MODIFICATION DU TRAIT DE COTE	31
4.4. DEGATS OCCASIONNES DANS LES BOURGS ET SUR LES OUVRAGES DE DEFENSE COTIERE	32
4.5. DEGATS SUR LA VEGETATION	35
4.6. BILAN	36
5. Principaux enseignements vis-à-vis des zonages de l'aléa littoral des PPR recommandations éventuelles pour des modifications.....	41

5.1. RAPPEL DES DEFINITIONS DE L'ALEA LITTORAL DANS LES PPR DE MARTINIQUE	41
5.1.1. Aléa submersion marine	41
5.1.2. Aléa houle cyclonique	42
5.1.3. Aléa érosion	42
5.2. COMPARAISON DES DONNEES DE L'INVENTAIRE AVEC LES PPR LITTORAUX (HOULE, SUBMERSION ET EROSION)	42
5.2.1. Adéquation entre les observations et les zonages PPR littoraux.....	43
5.2.2. Adéquation avec réserves entre les observations et les zonages PPR littoral et modifications à apporter	44
5.3. BILAN ET ENSEIGNEMENTS	46
6. Conclusions et perspectives.....	51
7. Bibliographie	53

Liste des illustrations

Illustration 1 : Image satellite de Météo France du 16 août 2007	11
Illustration 2 : Trajectoire de l'ouragan Dean (source, National Hurricane Center)	12
Illustration 3 : Hauteur moyenne et max des vagues de la bouée de Ste Lucie du 16 au 18 août 2007 (d'après les données fournies par le Conseil Général)	13
Illustration 4 : Hauteur moyenne et max des vagues de la bouée de Fort-de-France du 16 au 18 août 2007 (d'après les données fournies par le Conseil Général)	13
Illustration 5 : Comparaison entre "Prédictions de marée du SHOM" et "Observations des niveaux de la mer au marégraphe de Fort-de-France" Sources = SONEL et www.shom.fr (En abscisse Date et heure en TU - heure locale = TU-4h ; en ordonnée, niveau de la mer en mètres par rapport au zéro hydrographique local)	14
Illustration 6 : Localisation des sites étudiés	19
Illustration 7 : Liste des sites étudiés.....	20
Illustration 8 : Exemple de fiche synthétique (rubrique Identification, observations et mesures).....	23
Illustration 9 : Disparition d'une partie de la plage des Abymes (en rouge rayée)	26
Illustration 10 : Plage des Abymes, vue par hélicoptère (déc. 2008)	26
Illustration 11 : Plage du Diamant (extrémité Est) – disparition de la plage.....	27
Illustration 12 : Littoral grignoté à l'Anse Belgrade	27
Illustration 13 : Talus d'érosion de la plage de Macouba	28
Illustration 14 : Plage du Coin avant Dean	28

Illustration 15 : Plage du Coin après Dean	28
Illustration 16 : Anse Turin avant Dean.....	29
Illustration 17 : Anse Turin après Dean.....	29
Illustration 18 : Avancée du trait de côte et engraissement (en jaune) de la plage du Prêcheur –coté Nord	30
Illustration 19 :Cap Macré, coté Sud en févr. 2008.....	30
Illustration 20 : Cap Macré, coté Sud en sept.2007	30
Illustration 21 : Endommagemente et ensablement – Ex du carbet des Anses d'Arlet	31
Illustration 22 : Coupure de presse du France Antilles du 20/08/2007	32
Illustration 23 : Exemple de dégâts affectant les infrastructures des bourgs - cas du Marigot	33
Illustration 24 : Bourg de Ste-Marie, déstabilisation de talus.....	33
Illustration 25 : Au Vauclin, mur en partie détruit par les vagues et traces de dépôts de sable dans les rues	34
Illustration 26 : Objets charriés sur la plage du bourg de Ste-Luce.....	34
Illustration 27 : Dégâts causés sur dans les bourgs de la côte sous le vent , à gauche Les Anses d'Arlet, à droite, Bellefontaine	35
Illustration 28 : Endommagement des bateaux de plaisance, drossés sur les côtes	35
Illustration 29 : Dégâts sur la végétation : l'Anse Grosse Roche (à gauche) et la plage du Diamant (à droite)	36
Illustration 30 : Carte de synthèse de l'évolution du trait de côte	37
Illustration 31 : Carte de synthèse des effets dans les bourgs des communes.....	39
Illustration 32 : Exemple de destruction à l'anse Belgrade	45
Illustration 33 : Bilan par type d'aléa littoral de l'adéquation entre les observations et les zonages PPR	50

Liste des annexes

Annexe 1 Communiqué de presse météorologique de Météo France	55
Annexe 2 Valeurs de houle des bouées de Ste-Lucie et de Fort-de-France durant le cyclone Dean	57
Annexe 3 Bilan des observations.....	59
Annexe 4 Fiche d'observation pour chaque site	61

1. Cadre et objectifs de l'étude

L'ouragan Dean (de catégorie 2 à ce stade) a traversé l'arc des Petites Antilles le 17 août 2007, avec un passage de l'œil au sud de l'île de la Martinique, à 15 km de la pointe de Ste-Anne.

Le cyclone s'est manifesté par des vents exceptionnels (maximum 209 km/h mesuré) et des fortes pluies engendrant des dégâts importants. Il a également généré une forte houle (vagues de plus de 8 mètres enregistrées au Nord par le houlographe de Basse-Pointe selon Météo France) affectant le littoral martiniquais.

Comme cela s'est fait dans le passé pour des ouragans dévastateurs en Guadeloupe (Maryline, Luis, Lenny) ou à la Réunion, il s'est avéré nécessaire de faire un inventaire des effets de la houle affectant le littoral martiniquais « à chaud », lorsque les conséquences n'ont pas encore été effacées par les travaux de remise en état des sites sinistrés. Il permet de mieux comprendre les phénomènes en cause et d'en tirer un maximum d'enseignements relatifs à la prévention des risques littoraux.

L'opération a été conduite par le BRGM du 12 septembre au 7 octobre 2007, soit moins d'un mois après l'épisode cyclonique. Elle a été financée par la DIREN à 70% (BOP « Ecologie et développement durable », programme 181) et par le BRGM à 30 % (crédits de Service Public 2007).

Cette étude a eu pour objectifs de :

- compiler l'ensemble des données relatives aux dégâts générés par la houle
- établir une « photographie » la plus complète possible de l'impact du phénomène afin de capitaliser des données pouvant permettre, ultérieurement, de comprendre les effets de la houle en fonction des configurations littorales ;
- vérifier que les zonages PPR existants sont cohérents avec les effets de la houle cyclonique afin de proposer le cas échéant les mesures pour des éventuelles révisions des PPR ;
- tirer des enseignements globaux sur la nature et la cause des dégâts en fonction de l'ensemble des observations effectuées.

Un travail similaire a été réalisé en Guadeloupe où une forte houle de sud-est s'est propagée jusqu'à l'île sœur et a fortement endommagé les côtes exposées (notamment la côte au vent de la Basse-Terre, le sud Grande-Terre, La Désirade, Marie-Galante et les Saintes). *Voir rapport BRGM-RP55911-FR.*

2. Caractérisation du phénomène

2.1. L'OURAGAN DEAN : CHRONOLOGIE ET PRINCIPALES CARACTERISTIQUES¹

Le 13 août 2007, la quatrième dépression tropicale de l'année, baptisée « Dean », prend naissance à 3220 km à l'Est des Petites Antilles et se déplace vers l'ouest. Son passage au stade tempête a lieu le 14 à 2400 km des Antilles et au stade ouragan le 16 à environ 950 km de la Martinique. L'après-midi du 16 août 2007, Dean se renforce en ouragan de catégorie 2 avec des vents de plus de 160 km/h et se dirige sur l'arc antillais (Cf. *Illustration 1*). La Martinique et la Guadeloupe sont placées en vigilance rouge à 17h puis pour la Martinique en vigilance violet (confinement) le 17, à 1 heure du matin. L'œil du cyclone passe dans le canal de Ste Lucie à une quinzaine de kilomètre de la pointe Sainte-Anne.

Au niveau de la Martinique, les vents moyens sont de l'ordre de 150 à 180 km/h avec les rafales les plus fortes enregistrées entre 6 et 8h le 17 août : 209 km/h à Fonds-St-Denis (max enregistré), 187 km/h à Sainte-Anne et 178 km/h à Fort-de-France. Les bandes pluvieuses associées à l'ouragan génèrent des cumuls sur 24h de l'ordre de 311 mm à Fort de France Colson, 214 mm à St-Pierre, 192 mm à Ste-Anne.

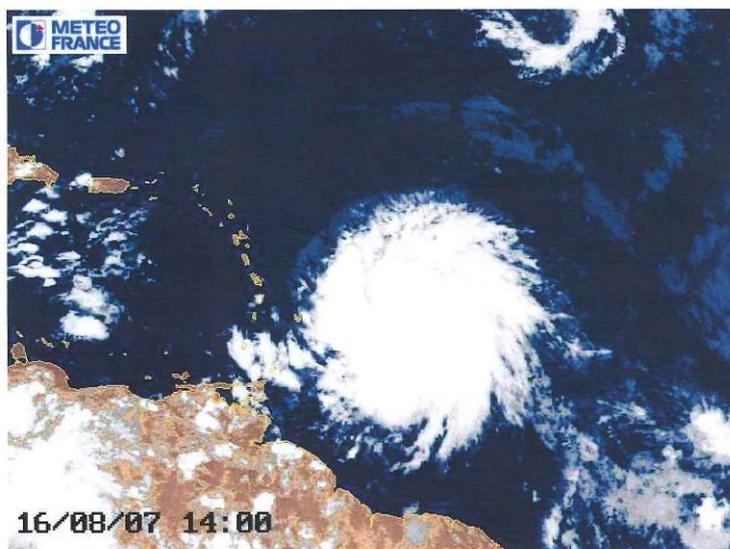


Illustration 1 : Image satellite de Météo France du 16 août 2007

¹ Les informations ci-dessous sont tirées en grande partie du bulletin climatologique mensuel de la Martinique de Météo France (annexe 1)

L'ouragan Dean poursuivra sa route vers les côtes de la République Dominicaine, d'Haïti, de la Jamaïque et se renforcera pour atteindre, au stade 5, le Yucatan (Cf. *Illustration 2*).



Illustration 2 : Trajectoire de l'ouragan Dean (source, National Hurricane Center)

2.2. HOULE CYCLONIQUE

L'ouragan donne naissance à une houle d'abord de secteur Nord-Est puis basculant Sud-Est qui s'amplifie rapidement générant des vagues de plus de 8 mètres. Alors que les vents les plus violents ont été mesurés dans le canal de Ste-Lucie, les bouées du Conseil Général de la Martinique ont enregistré une hauteur moyenne ($H_{1/3}^2$) de 8,50 m dans le canal de Sainte-Lucie (vague maximale de 13,28 m – voir graphique *Illustration 3*) et de l'ordre de 10 m dans le canal de la Dominique, au large de Basse-Pointe.

La côte caraïbe sud et la baie de Fort de France sont elles relativement épargnées. Le houlographe du Conseil Général de Fort-de-France enregistre des vagues de l'ordre de 2,50 mètres (vague maximale de 3,80 m – voir graphique *Illustration 4*).

La houle se propage bien au delà des côtes martiniquaises. En Guadeloupe, la hauteur ($H_{1/3}$) de houle en pleine mer à l'approche des côtes est estimée entre 7 et 8 m.

L'expérience montre que des ouragans majeurs peuvent générer une houle de valeur moyenne $H_{1/3}$ de 10 à 12 m.

² Les valeurs maximales de certaines vagues peuvent atteindre entre 1,6 et 2 fois la valeur $H_{1/3}$

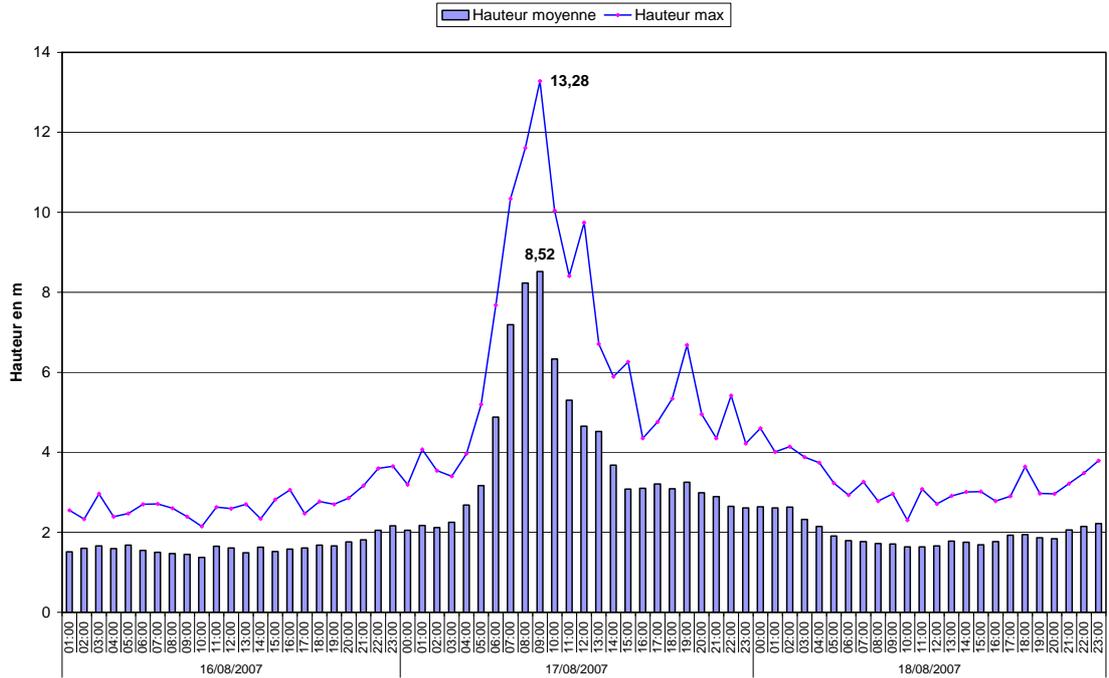


Illustration 3 :Hauteur moyenne et max des vagues de la bouée de Ste Lucie du 16 au 18 août 2007 (d'après les données fournies par le Conseil Général)

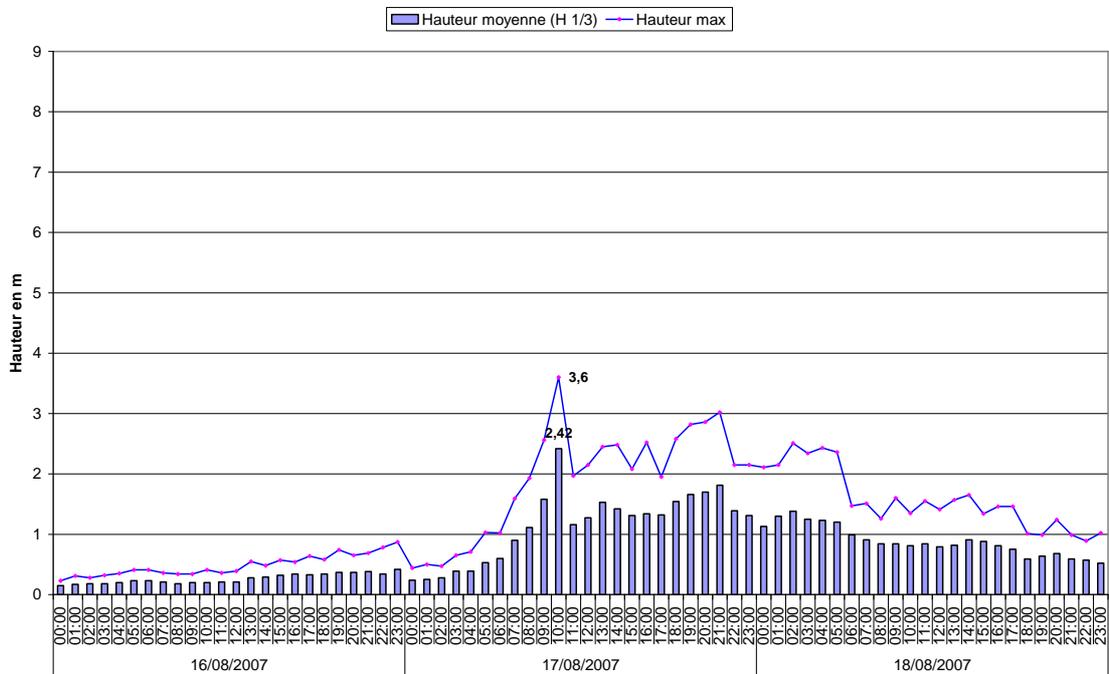


Illustration 4 : Hauteur moyenne et max des vagues de la bouée de Fort-de-France du 16 au 18 août 2007 (d'après les données fournies par le Conseil Général)

2.3. EFFETS AU RIVAGE

L'effet conjugué des vents et de la dépression atmosphérique provoque une surélévation du niveau de la mer, appelée marée de tempête.

En ce qui concerne la montée des eaux (uniquement) après déferlement, les seules données disponibles sont celles du marégraphe de Fort-de-France (Cf. *Illustration 5*) du réseau SONEL. Elles indiquent une surcote (vis-à-vis des prédictions marée du SHOM) de 20 cm au passage de l'ouragan. Cette surcote s'est manifestée pendant une douzaine d'heures entre le 17/08 à 6h TU (0h heure locale) et le 17/08 à 18h TU (12h heure locale). Il est vraisemblable que des valeurs plus importantes ont été atteintes en d'autres endroits (canal de Ste Lucie, canal de la Dominique, côte Nord Caraïbe) et ont pu ainsi accentuer l'impact dynamique des eaux au rivage. Seule une modélisation de la houle au rivage est susceptible de fournir des estimations précises en ce qui concerne les surcotes.

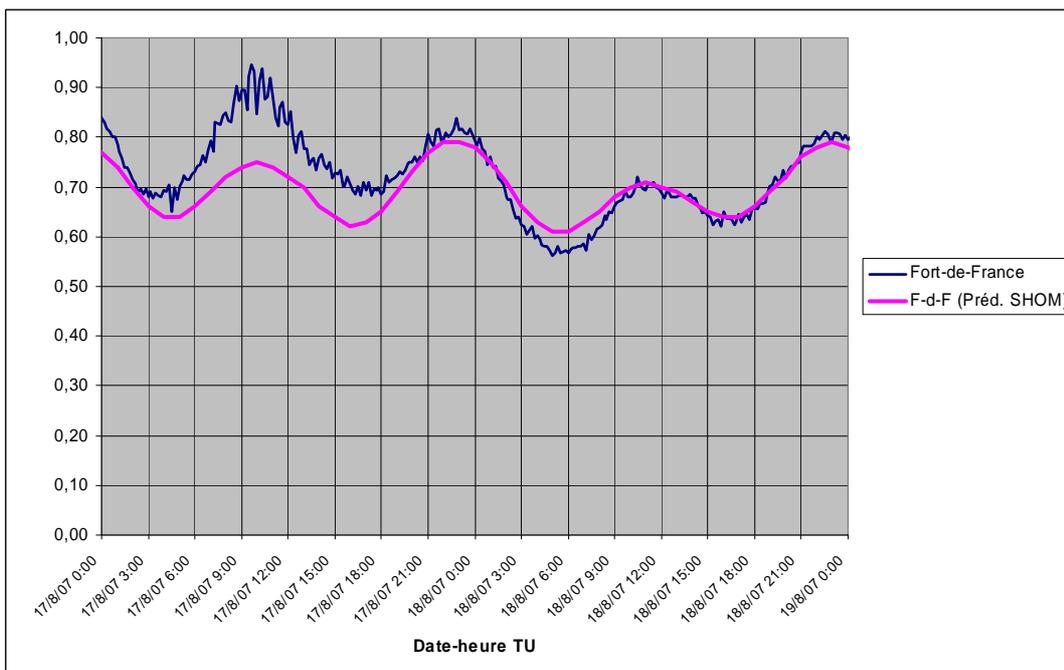


Illustration 5 : Comparaison entre "Prédictions de marée du SHOM" et "Observations des niveaux de la mer au marégraphe de Fort-de-France" Sources = SONEL et www.shom.fr (En abscisse Date et heure en TU - heure locale = TU-4h ; en ordonnée, niveau de la mer en mètres par rapport au zéro hydrographique local)

La submersion marine résulte de la marée tempête et du déferlement de la houle cyclonique sur le rivage.

A l'approche des côtes, la houle interagit avec le fond marin (remontée progressive du fond, présence de récif frangeant, de barrière récifale continue, ...) et déferle. Au delà

de la zone de déferlement, le niveau de la mer augmente et une houle résiduelle moins haute que la houle au large se propage. Au rivage, les effets sont potentiellement de plusieurs ordres :

- Impact de la houle à l'origine de phénomènes rapides d'érosion (entraînant des reculs spectaculaires du trait de côte pour les plages sableuses) ou d'endommagement des ouvrages hydrauliques (enrochements, appontements, quais et autres) ; cet impact est d'autant plus fort que la zone de déferlement est proche du rivage. Il est également d'autant plus fort que la surélévation de la mer après déferlement est importante ;
- Projection de galets et débris divers ;
- Transport solide important lié à de forts courants côtiers au sein des lagons (remobilisation des sédiments remplissant les lagons, débris issus des platiers récifaux) ;
- Inondations, par surverse en haut de plage, apportant des matériaux divers (sables et débris) en arrière plage, après déferlement de la houle au rivage ;
- Inondation liée à la montée des eaux uniquement (sans effet notable des vagues) dans les lagons relativement fermés (phénomène d'ensachage).

L'étude menée permet d'évaluer plus particulièrement les effets dynamiques de la houle liée au cyclone Dean.

3. Travaux menés par le BRGM

3.1. DEROULEMENT

Le BRGM a présenté à la DIREN son programme d'interventions et les objectifs de la mission le 13 septembre 2007 en présence, entre autres, de l'Etat Major de Zone Antilles (EMZA), de la D.D.E et du Conseil Général.

Des premières observations sur la côte sud ont été faites dans la semaine qui a suivi le passage du cyclone. Puis, une fois la convention précisant les modalités d'intervention du BRGM en partenariat avec la DIREN signée, la campagne de reconnaissance a été menée. Elle s'est déroulée du 12 septembre au 7 octobre 2007. Il est à noter qu'il était crucial d'intervenir rapidement avant que les impacts n'aient été atténués par les différentes interventions nécessaires à la restauration des sites et que les témoignages perdent de leur véracité.

En complément des moyens locaux, un appui des services centraux du BRGM a été mis en œuvre avec un ingénieur-expert littoraliste en mission en Martinique du 12 au 16 septembre 2007.

Une réunion de présentation des principaux résultats a été faite au Club Risques Antilles-Guyane organisé le 7 avril 2008 à la Martinique par la DIREN.

3.2. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Les observations de terrain ont été réalisées le plus rapidement possible mais pour certaines quelques semaines tout de même après l'évènement. Ainsi des traces des effets de la houle ont été effacées naturellement ou à la suite de travaux. Toutefois, il a été possible de caractériser les principaux effets dans la plupart des cas. Les zones étudiées ont fait l'objet d'un parcours à pied avec recueil de témoignages auprès des riverains lorsque cela était possible.

Les principaux relevés ont concerné :

- La position du trait de côte (limite d'action des vagues du jour et/ou berme), après le passage du cyclone, levée au GPS ; les points sont reportés sur l'orthophoto IGN de 2004, ce qui permet de caractériser en première approche les effets de Dean en terme d'avancée ou de recul du trait de côte, étant donné qu'aucun cyclone ne s'est produit en Martinique entre 2004 et Dean.
- L'identification des zones en forte érosion qui peuvent exister sans recul notable du trait de côte avec le levé au GPS des talus d'érosion ;

- La position de la limite de la végétation au GPS, comparée à celle de 2004, qui a pu subir un net recul suite au déracinement des arbres (cocotiers notamment) de bordure de plage.
- L'identification ponctuelle (points GPS) de transferts massifs de sables en arrière de plage ;
- L'identification ponctuelle de dépôts sableux (points GPS) ;
- Le repérage d'aménagements ayant subi des dommages (points GPS)
- L'identification des zones de pénétration des eaux ou surverse dues à la houle (submersion marine), sachant qu'un véritable zonage des zones inondées s'est avéré impossible plusieurs jours après l'évènement. Des données relativement fiables existent cependant ponctuellement (points GPS) à partir des observations et le recoupement de témoignages recueillis.
- Pour chaque site, a été établi. un catalogue des photos, avec position des prises de vue géoréférencées,

Les observations ont été réalisées sur 35 sites, repartis sur tout le pourtour martiniquais (*Cf. Illustration 6*). Ils concernent des plages remarquables et tous les bourgs des communes littorales, à l'exception de Schoelcher, Fort-de-France, Ste Anne et le Marin qui ont été directement peu impactés par la houle cyclonique. La liste des sites se trouve dans le tableau ci-dessous (*Cf. Illustration 7*).

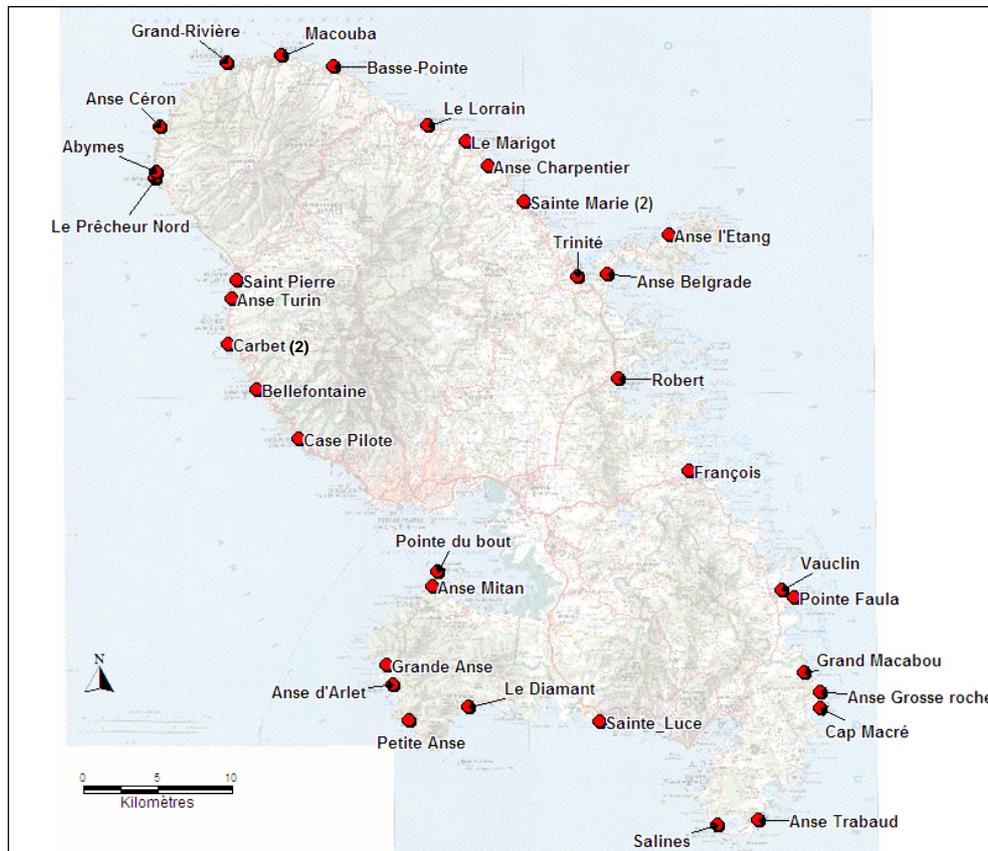


Illustration 6 : Localisation des sites étudiés

	CÔTE	COMMUNE	NOM	Bourg	Bourg avec plage	Plage naturelle	Date des levés
1	NORD ATLANTIQUE	GRAND RIVIERE	Port et le bourg		X		27/09/2007
2		MACOUBA	Le bourg		X		27/09/2007
3		BASSE POINTE	Le bourg	X			27/09/2007
4		LORRAIN	Le bourg		X		26/09/2007
5		MARIGOT	Anse Charpentier			X	26/09/2007
6			Pte Marigot-Baie de Fond d'Or	X			26/09/2007
7		SAINTE MARIE	Le bourg	X			26/09/2007
8			Rade		X		26/09/2007
9		TRINITE	Centre ville	X			25/09/2007
10			Anse Belgrade			X	25/09/2007
11			Anse l'Etang				X
12	SUD ATLANTIQUE	VAUCLIN	Le bourg	X			18/09/2007
13			Pointe Faula			X	18/09/2007
14		ROBERT		X			22/09/2007
15		FRANCOIS		X			22/09/2007
16	SUD	ST ANNE	Les Salines			X	13/09/2007
17			Anse Trabaud			X	07/10/2007
18		MARIN	Grande Anse Macabou			X	16/09/2007
19			Cap Macré			X	30/09/2007
20			Anse Grosse Roche			X	30/09/2007
21		ST LUCE	Anse Corps de Garde + Le bourg			X	13/09/2007
22		DIAMANT	Grande Anse			X	20/09/2007
23		ANSE D'ARLET	Anse d'Arlet		X		14/09/2007
24			Grande Anse			X	21/09/2007
25			Petite Anse				X
26	BAIE DE FDF	TROIS ILETS	Pointe du Bout	X			14/09/2007
27			Anse Mitan		X		14/09/2007
28	NORD CARAÏBE	BELLEFONTAINE	Bourg		X		24/09/2007
29		CARBET	Anse Turin			X	24/09/2007
30			Le coin			X	19/09/2007
31		CASE PILOTE	Bourg		X		24/09/2007
32		SAINT PIERRE	Bourg		X		24/09/2007
33		PRECHEUR	Anse Céron			X	12/09/2007
34			Plage Nord		X		12/09/2007
35			Plage des Abymes		X		13/09/2007
Total :				8	10	17	
				23%	29%	48%	

Illustration 7 : Liste des sites étudiés

3.3. TRAVAUX COMPLEMENTAIRES

Parallèlement à la campagne de terrain, des travaux complémentaires indispensables ont été conduits. Il s'est agi :

- De la recherche de photographies et de vidéos (reportages RFO) prises pendant ou après l'évènement.
- De la collecte auprès de la DDE des dossiers PPR (cartes réglementaires au format MapInfo) des communes littorales
- De la collecte et l'archivage des articles parus dans le quotidien France-Antilles sur Dean et ses conséquences sur le littoral
- De la consultation (téléphone ou visite) de services techniques communaux : Rivière Salée, Le Vauclin, St-Pierre, Case-Pilote
- De la collecte des données auprès du Conseil Général (courrier du 2/10/2007) sur les dégâts ayant affecté ses installations (enrochements de bord de mer, installations portuaires, pontons, etc.) et les mesures correctives qu'il a apportées ainsi que les données des houlographes de Ste Lucie et de Fort-de-France (Annexe 2).
- De la recherche de données météorologiques auprès de Météo France (Annexe 1)
- De la collecte des coefficients de marée des jours de relevé de terrain sur le site internet du SHOM

3.4. RESTITUTION DES RECONNAISSANCES DE TERRAIN

3.4.1. Fiches de synthèses

Pour chacun des 35 sites, une fiche de synthèse (*Cf. Illustration 8*) a été réalisée qui consigne les observations et le traitement des données réalisés. Elle comprend les rubriques suivantes :

- **Rubrique IDENTIFICATION**
 - Nom du site, de la commune, de la côte
 - Nature (et origine) du sable présent, exprimée de manière qualitative (couleur, granulométrie).

- Nature et dimensions du site : plage naturelle ou bourg d'une commune ; longueur de la baie ; dans le cas d'une plage, sa largeur
 - Exposition à la mer (direction perpendiculaire à l'orientation générale de la côte) ;
 - Usage (à savoir les activités courantes pratiquées : tourisme, pêche, loisirs nautiques, ...) ;
 - Nature des fonds marins au large (en l'état des connaissances) :
 - Occupation du haut de plage (type de végétation, types d'aménagement présents, présence ou non d'une rivière, d'une mangrove, ...) ;
- **Rubrique OBSERVATIONS / TEMOIGNAGES**
- Date de la visite de terrain, les conditions de marées correspondantes (marée montante / descendante et coefficient de la marée concernée)
 - Nom(s) de (s) l'opérateur
 - Description des éléments remarquables
- **Rubrique MESURES** : L'ensemble des observations et des recoupements de témoignages recueillis a été reporté dans un S.I.G. (MapInfo). Une carte de synthèse a été extraite de ce SIG. L'échelle de celle-ci est variable d'une fiche à une autre, la priorité ayant été donnée à la lisibilité avec le souci d'un affichage d'une même zone d'un seul tenant. Sur cette carte sont observables les données mesurées sur le terrain à savoir :
- Les waypoints (= points repères GPS) et leur numéro qui se réfèrent à des commentaires de la rubrique précédente ou à des lieux de prises de vues ou à des éléments pour s'assurer de la précision du GPS et du bon géoréférencement des traces levées au GPS.
 - Le trait de côte et la limite de la végétation levés. Pour certains sites, une limite de talus d'érosion ou une berme a été levée lorsqu'un de ces deux éléments existait.
 - Les surverses avérées (flèches) et zones submergées (en bleu) dans certains cas

 Géosciences pour une Terre durable Direction régionale de Poitou-Charentes NANTES					
Cote : Nom :	Carabe Les Salines	Sud Commune :	Sainte Anne	No trace : No WP :	10-11-12 WP157-170
Caractéristiques générales du site					
Type de site :	Plage naturelle	Longueur :	1336m	Exposition :	SSO à ONO
Nature :	Sable blanc fin	Largeur :	20m	Au large	
Usage(s) :	Tourisme, très fréquentée	Occupation haut de plage :	Bande arborée, (dang côté Est, tables pique nique, poste de surveillance		
Carte de localisation		Carte locale (extrait carte IGN)			
Observations / Témoignages					
Date :	13/09/07	Heure :	13.00	Marée :	Marée montante
Opérateur (s) :	AV Barras / C. Oliveros				
Un levé du trait de côte correspondant à la limite sable/ sable mouillé et ou à une berme active coté Ouest été réalisé sur toute la plage. Un levé de la limite de la végétation correspondant à également à un talus (vs profil) a été réalisé. Une importante quantité de sable non compacté semble s'être récemment déposée ou a été remobilisée. Effet, le profil est un peu différent de celui que l'on observait auparavant avant Dean. La pente entre l'eau la berme est notamment plus forte. Des quantités de sable importante ont été déposées à l'arrière de la plage. La cabane des sauveteurs penche désormais vers l'avant. On peut supposer un premier phénomène d'affouillement, qui a fait basculer la cabane, puis un second d'ensablement visible. Ce phénomène est même au niveau de certaines tables de pique-nique. Dans la partie sud de la plage, une quantité importante d'éponges et de gorgones morts se sont déposés sur la plage. Par ailleurs, la route menant à la fin à la savane, a été partiellement érodée et la mer est pass					

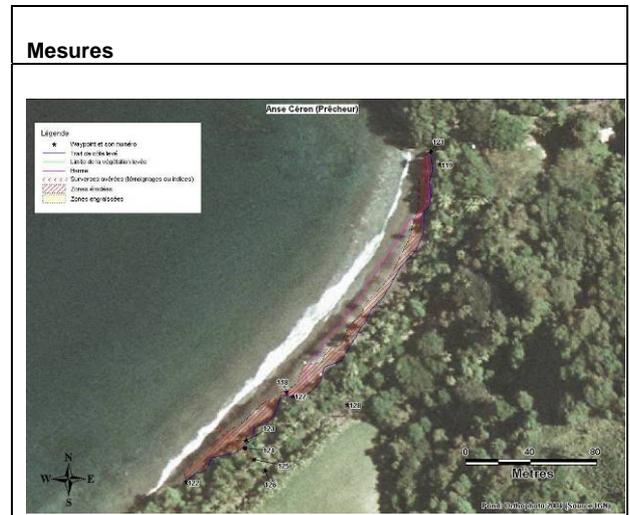


Illustration 8 : Exemple de fiche synthétique (rubrique Identification, observations et mesures)

Ces données ont été positionnées sur les photos aériennes de l'IGN de 2004. Les zones érodées (en rouge sur la carte) ou les zones engraisées (en orange) ont été identifiées et sont reportées sur la carte.

- **Rubrique ILLUSTRATION** : elle présente quelques photos illustrant le site en général et quelques dégâts remarquables. Elles viennent en appui des commentaires de la rubrique Observations.
- **Rubrique ANALYSE** : elle reprend les principaux éléments d'observation et d'interprétation. Il s'agit notamment d'un commentaire sur un éventuel recul ou une avancée du trait de côte vis en lumière par la carte de synthèse précédente. De plus, est faite dans cette rubrique, une comparaison des effets de la houle Dean avec le zonage PPR existant. Par défaut, seule une carte indiquant l'aléa houle est présentée. Pour des raisons de lisibilité, les deux autres aléas (submersion et érosion) ne figurent pas. Cependant, dans certains cas (mauvaise cohérence entre les événements et les PPR), une carte supplémentaire indiquant l'aléa submersion ou l'aléa érosion est également présentée.

L'ensemble des fiches se trouve en Annexe 4.

3.4.2. Données géoréférencées et documents informatiques

L'ensemble des observations (à quelques exceptions près) a été reporté dans un S.I.G. Concernant le report graphique des aires d'érosion ou d'engraissement, des dépôts de sables etc., il n'est pas souvent possible d'arrêter avec certitude le contour des zones affectées. Le parti a été pris de représenter ces aires selon des surfaces hachurées sans contour. Toutes les tables MapInfo correspondant à ces données sont fournies à la DIREN en complément du présent rapport.

Les nombreuses photos prises par le BRGM, répertoriées selon un classement communal ainsi qu'un scan de toutes les coupures de presse du quotidien de France Antilles sont également joints à ce rapport.

4. Effets de la houle constatés

Les actions conjuguées du vent, de la houle et des surcotes marines ont eu des conséquences plus ou moins dévastatrices sur le littoral martiniquais.

4.1. EROSION MARINE

L'énergie de la houle se dissipant sur les côtes sableuses peut provoquer une érosion des plages et ainsi entraîner un recul du trait de côte qui correspond généralement à la limite entre les espaces terrestres et marins.

Sur les 35 sites étudiés, 27 correspondent à des plages et ont fait l'objet d'évaluation du degré d'érosion causé par Dean. Les 7 autres sites restants (total de 35) correspondent à des bourgs sans plage (voir paragraphe 4).

Les mesures révèlent un phénomène érosif pour **11 des 27 sites soit 41 %**. Il se traduit soit par un recul du trait de côte par rapport à celui observable sur les photos aériennes IGN datant de 2004 soit par la formation d'un talus au sein de la plage.

4.1.1. Recul du trait de côte

Pour estimer ce phénomène d'érosion, le trait de côte du jour, levé sur le terrain (avec une précision du GPS $\pm 2-3$ m) après le passage du cyclone, a été comparé à celui visible sur les clichés de l'IGN de 2004. Cette comparaison doit être considérée avec prudence, dès lors qu'elle fait abstraction des variations saisonnières du trait de côte et des évolutions « naturelles » (c'est-à-dire non liées à Dean) des plages depuis la date des prises de vues aériennes, soit 2004. On notera qu'il n'y a pas eu d'évènement d'houle cyclonique en 2003 qui aurait pu modifier significativement les rivages juste avant la prise des vues aériennes.

D'après les mesures, un recul du trait de côte par rapport à celui de 2004 est constaté pour **7 sites sur 27 soit un peu plus de 25 %**. Il s'agit de la plage des Abymes au Prêcheur, de la plage du port de pêche de Grand-Rivière, de la plage de Belgrade à Trinité et de plusieurs plages au Sud (Diamant, Salines, Anse Trabaud et Anse Grosse Roche). Pour une moitié, ce recul est important, pour l'autre, le recul peut être localisé et ne pas concerner l'ensemble du site. Le recul le plus spectaculaire est celui de la plage des **Abymes au Prêcheur** où pratiquement les $\frac{3}{4}$ de la plage (ce qui représente un recul de 20 mètres) ont disparu entraînant la destruction de plusieurs cabanes de pêcheurs qui s'y trouvaient ainsi que la dégradation des infrastructures avoisinantes (ponton, escaliers d'accès à la mer). Cf. *Illustration 9 et Illustration 10*

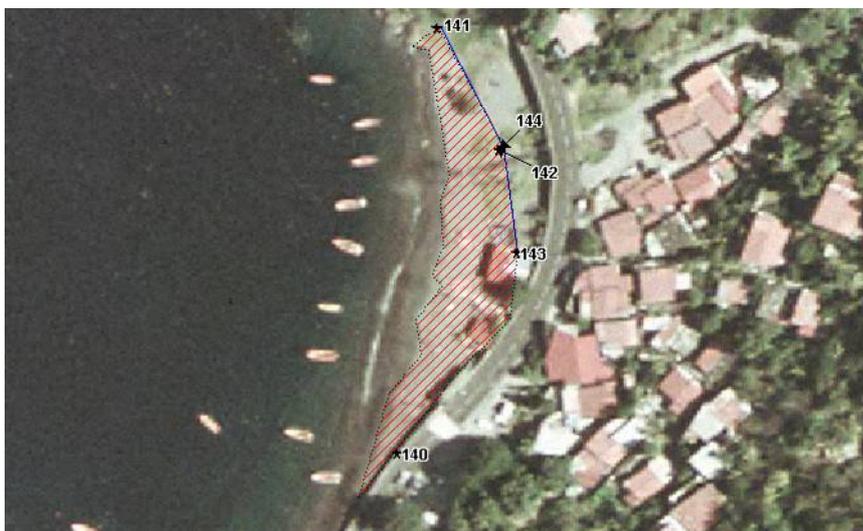


Illustration 9 : Disparition d'une partie de la plage des Abymes (en rouge rayée)
Fond : @Orthophotos de l'IGN



Illustration 10 : Plage des Abymes, vue par hélicoptère (déc. 2008)

Ailleurs, le recul est de l'ordre de plusieurs mètres.

Le trait de côte de la plage du port de pêche de **Grand-Rivière** a reculé de plusieurs mètres (6 mètres \pm 2-3 m).

La plage **du Diamant** montre, elle, un recul de son trait de côte de l'ordre d'une dizaine de mètres (\pm 2-3 m) à plusieurs endroits qui est corroboré par le témoignage des riverains. C'est au niveau du bourg que l'érosion est la plus importante une quasi-disparition de la plage avec à l'Est du cimetière. Cf. *Illustration 11*



Illustration 11 : Plage du Diamant (extrémité Est) – disparition de la plage

A l'**anse Belgrade (Trinité)**, occupée par des habitations qui ont subi de lourdes pertes, présente un littoral grignoté sur tout son long. Au niveau de la plage, le recul du trait de côte est estimé entre 4 et 6 mètres ($\pm 2-3$ m). Cf. *Illustration 12*



Illustration 12 : Littoral grignoté à l'Anse Belgrade

Enfin, pour les plages sableuses des **Salines**, de l'**Anse Trabaud** et de l'**Anse Grosse Roche**, l'érosion qui s'est faite au gré des courants et de la géométrie propre du site, est limitée à seulement une partie de la plage ; la position du trait de côte s'étant maintenue sur le reste de la zone.

4.1.2. Formation de talus d'érosion

Pour **4 plages sur 27** à savoir la plage de Macouba, la plage du Coin (Le Carbet), l'Anse Turin (Le Carbet) et la Pointe Faula (Le Vauclin), le positionnement de leur trait de côte entre 2004 et au moment des relevés n'a pas été changé mais la morphologie de leur plage a été fortement remaniée par la houle avec généralement la formation d'un talus d'érosion.

La hauteur de ce talus, de quelques dizaines de centimètres par endroits, a pu atteindre plusieurs mètres à **Macouba** (Cf. *Illustration 13*), à la plage du Coin au **Carbet** (Cf. *Illustration 14* et *Illustration 15*) ou encore à **l'Anse Turin** (Carbet – Cf. *Illustration 16* et *Illustration 17*). Ils témoignent d'une ablation conséquente de sédiments, transportés vers la mer ou l'arrière-plage.



Illustration 13 : Talus d'érosion de la plage de Macouba



Illustration 14 : Plage du Coin avant Dean



Illustration 15 : Plage du Coin après Dean



Illustration 16 : Anse Turin avant Dean



Illustration 17 : Anse Turin après Dean

A la **Pointe Faula** (Le Vauclin), la houle a eu pour effet d'éroder la plage, marquée par la présence d'un talus d'une trentaine de centimètres. D'après les observations de terrain, la zone du Club de voile détruit et celle plus au nord ont, dans un premier temps, été attaquées par la houle puis dans un second ré-ensablées naturellement. La comparaison des traits de côte de 2004 et post-Dean montre alors un engraissement de la plage dans ces secteurs à mettre en lien avec l'évènement Dean. Les témoignages corroborent cette thèse : « La plage est plus large » indique le responsable du Club de planche à voile.

4.2. APPORTS DE SEDIMENTS

L'énergie de la houle se dissipant sur les côtes sableuses provoque une érosion. Mais le sable mobilisé peut venir engraisser d'autres points du littoral.

Par ailleurs, les cours d'eau, très turbides en période de pluies intenses, vont déposer leur charge solide sur la plage à leur embouchure. Ces sédiments sont également remobilisables.

Ainsi, **2 plages soit 7 %** ont connu un engraissement, marqué par une avancée significative de leur trait de côte :

- L'avancée du trait de côte, la plus importante, concerne la plage du **Bourg du Prêcheur**. Elle est de l'ordre de 10 à 25 m. Elle résulte d'un engraissement de la plage qui est corroboré par l'observation d'un dépôt important de galets au niveau de la partie la plus renflée et par le témoignage de pêcheurs (*Cf. Illustration 18*). Fait remarquable : la plage des Aymes située à proximité a connu une des plus importantes érosions avec la disparition partielle de la plage et la destruction de cabanes de pêcheurs (20 mètres).



Illustration 18 : Avancée du trait de côte et engraissement (en jaune) de la plage du Prêcheur – coté Nord

- Au **cap Macré** (Marin), la partie sud montre une avancée du trait de cote de près d'une dizaine de mètres. Une observation 5 mois plus tard montre un démaigrissement de la plage traduisant probablement un retour à l'équilibre de son profil (Cf. *Illustration 19 et Illustration 20*). Coté Nord-Est, c'est plutôt un phénomène de régression qui est constaté. Un transit sédimentaire s'est probablement opéré depuis la côte orientée Est, plus exposée à la houle vers la côte Sud qui constituait un abri relatif.



Illustration 19 : Cap Macré, côté Sud en févr. 2008



Illustration 20 : Cap Macré, côté Sud en sept.2007

La petite plage de la **rade de Ste Marie** a connu elle aussi une avancée de son trait de côte. Cependant, la différence, de seulement quelques mètres, est trop voisine de la valeur de l'incertitude des levés GPS pour être validée.

4.3. ABSENCE DE MODIFICATION DU TRAIT DE COTE

Pour **14 sites soit 52 % des plages étudiées**, la comparaison entre le levé de terrain effectués après Dean et celui observable sur les clichés IGN de 2004 ne montre pas d'évolution significative. Parfois, les extrémités de certaines plages ont tout de même été remodelées caractérisant probablement des effets de sites.

Les 14 sites se répartissent sur tout le pourtour de l'île :

- à la presqu'île des Trois Ilets et au Diamant : **Anse Mitan, Anse d'Arlets, Petite Anse, Grande Anse**
- la côte Nord Atlantique plage du bourg du **Lorrain, Ste-Marie la Rade, l'Anse Charpentier,**
- **l'Anse l'Etang** sur la presqu'île de la Caravelle
- sur la côte sud : **Grand Macabou, Anse Corps de Garde** (Ste Luce)
- sur la côte Nord caraïbe : **Anse Céron, St-Pierre, Case Pilote et Bellefontaine.**

L'absence d'évolution du trait de côte et de la morphologie de la plage ne présage pas qu'il n'y ait eu aucun dégât. La houle a eu souvent eu pour effet de jeter sur la plage des débris et de remplacer le sable de la plage par des graviers ou encore d'endommager des appontements (Cf. *Illustration 21*).



Illustration 21 : Endommagement et ensablement – Ex du carbet des Anses d'Arlet

Par ailleurs, les fortes rafales de vents ont très souvent provoqué le déracinement des arbres, transporté du sable, endommagé les installations des pêcheurs donnant une image de désolation au réveil du 17 août 2007 comme en témoignent les coupures de presse du quotidien Le France Antilles (Cf. Illustration 22).



Illustration 22 : Coupure de presse du France Antilles du 20/08/2007

4.4. DEGATS OCCASIONNES DANS LES BOURGS ET SUR LES OUVRAGES DE DEFENSE COTIERE

L'ensemble des bourgs qui présentent un front de mer (à l'exception de Schoelcher et de Fort-de-France), a fait l'objet d'une visite. Cela correspond à 21 communes. Certaines communes ont un littoral en grande partie aménagé (digue, enrochement), d'autres possèdent une petite plage pour lesquelles le trait de cote a été levé.

Les vagues ont submergé les digues de protection des ports de pêche de **Grand-Rivière** et de **Basse-Pointe** laissant sur place de nombreux galets et déchets mais les enrochements ont suffisamment dissipé l'énergie de la houle pour que les cases des pêcheurs et les embarcations ne soient pas touchées. Les dégâts ont plutôt été causés par le vent. Il n'y a pas eu de submersion et les deux bourgs n'ont pas été inondés.

Le bourg du **Lorrain** a été relativement épargné. Toutefois l'eau a pénétré dans les rues au SE du bourg laissant sur place des dépôts de sable sur 20 cm d'épaisseur.

Au bourg du **Marigot**, la houle a provoqué la dégradation de nombreux aménagements côtiers (appontements, enrochements béton, quai en bois) et selon les

témoignages, la surcote a été importante : l'eau a envahi la RN1 en plusieurs points bas (Cf. *Illustration 23*).



source : Conseil Général de la Martinique – Direction des Infrastructures et de l'Eau

Illustration 23 : Exemple de dégâts affectant les infrastructures des bourgs - cas du Marigot

Toujours concernant la côte Nord Atlantique, quelques inondations et des dégâts le long de la côte (talus déstabilisés, mur fissuré – Cf. *Illustration 24*) sont à signaler à **Ste-Marie**.



Illustration 24 : Bourg de Ste-Marie, déstabilisation de talus

A **Trinité**, la houle n'a pas vraiment touché les rives du bourg. Seuls deux pontons dont celui de la Préfecture au Nord, ont été emportés.

Au **Robert**, les vagues ont déferlé contre la digue qui a été endommagée. Les maisons du front de mer n'ont en revanche pas été touchées.

Au **Vauclin**, la houle a provoqué de très nombreux dommages sur les habitations du front de mer et la dégradation de plusieurs aménagements côtiers (enrochements béton, quai). La submersion a été importante et atteint le centre du bourg laissant sur place une épaisseur importante de sable dans les rues (*Cf. Illustration 25*).



Illustration 25 : Au Vauclin, mur en partie détruit par les vagues et traces de dépôts de sable dans les rues

Les bourgs de **Ste-Anne** et de **Ste-Luce** avaient été visités préalablement, le 28 août 2007. La houle a endommagé les installations qui se trouvaient sur la plage et charrié de nombreux objets (*Cf. Illustration 26*) mais causée peu de dégâts. Conjuguée au vent, elle a déposée une quantité de sable importante dans ces bourgs, toutefois rapidement évacué à l'aide d'engins.



Illustration 26 : Objets charriés sur la plage du bourg de Ste-Luce

De par sa position au fond de la baie, le bourg du **Marin**, n'a pas subi de dégâts importants. Au niveau de la marina, certains bateaux ont été arrachés à leur mouillage et sont venus s'échouer sur les bancs de sables au milieu de la baie ou ont été coulés.

Les **bourgs de la côte sous le vent** ont été relativement épargnés par la houle. Cette dernière a souvent eu pour effet de jeter dans les rues des débris et des graviers ou encore d'endommager des appontements. Beaucoup des dégâts ont été causés par le vent ainsi que par des inondations consécutives aux fortes pluies et à la surcote (Cf. *Illustration 27*).



Illustration 27 : Dégâts causés sur dans les bourgs de la côte sous le vent , à gauche Les Anses d'Arlet, à droite, Bellefontaine

Aux **Trois-Ilets**, des bateaux de plaisance ont connu des dégâts importants (Cf. *Illustration 28*) et nombreux sont ceux qui ont été drossés sur les rivages, notamment sur le terrain de golf.



Illustration 28 : Endommagement des bateaux de plaisance, drossés sur les côtes

4.5. DEGATS SUR LA VEGETATION

Dans de nombreuses situations, l'action commune du vent et de l'érosion liée à l'action des vagues au rivage a fait tomber de nombreux cocotiers de bords de plage et mis à nu les racines des arbres situés un peu plus en arrière. L'accès aux plages a été consécutivement rendu impossible durant de nombreuses semaines.

La limite de la végétation levée et comparée à celle observable sur les photos aériennes de 2004 de l'IGN montre un net recul comme par exemple au Diamant ou à l'anse Grosse Roche avec des reculs de l'ordre de 6 à 8 mètres (Cf. *Illustration 29*).



Illustration 29 : Dégâts sur la végétation : l'Anse Grosse Roche (à gauche) et la plage du Diamant (à droite)

On peut craindre qu'en l'état, les arbres dépérissent et ne jouent plus à terme avec leurs racines, leur rôle de stabilisation du sable et entraînent donc une accélération des phénomènes érosifs.

4.6. BILAN

Bilan pour les plages

Pour les 27 plages étudiées réparties sur tout le pourtour de la Martinique, les résultats des investigations mises en œuvre et l'observation des effets de la houle associée à l'ouragan Dean, appellent les commentaires suivants :

- Un phénomène érosif est constaté pour 11 sites **soit 41 %**. Il se manifeste soit par un recul du trait de côte soit par la formation d'un talus au sein de la plage indiquant un départ de sable. La répartition est la suivante :
 - Un recul du trait de côte par rapport à celui de 2004 observable sur les photos aériennes de l'IGN a été constaté pour 7 sites soit 26 %
 - Pour les autres sites soit 15 %, les plages ont été considérablement remodelées (création d'un talus important, comme par exemple à la plage du coin du Carbet), sans pour autant connaître un changement de position du trait de côte.

- A contrario, 2 sites sur 27 **soit 7 %** ont connu un engraissement significatif révélé par une avancée du trait de côte. Le plus important concerne la plage du Prêcheur. Or on constate que la plage des Abymes à proximité a, elle, connu une érosion importante avec une disparition partielle de celle-ci
- Enfin, pour **52 % des plages étudiées**, aucune évolution notable n'a été mesurée. Cela ne présage toutefois pas qu'il n'y ait eu aucun dégât. La houle a souvent eu pour effet de jeter sur la plage des débris et de remplacer le sable de la plage par des graviers. Dans la plupart des cas, le sable a été retiré au niveau du rivage et a été poussé en arrière-plage demeurant pour partie à proximité du rivage. Par exemple, de nombreuses tables de pique-nique, qui constituent un bon repère fixe ont été ensablées jusqu'au niveau du banc soit sur un demi-mètre.

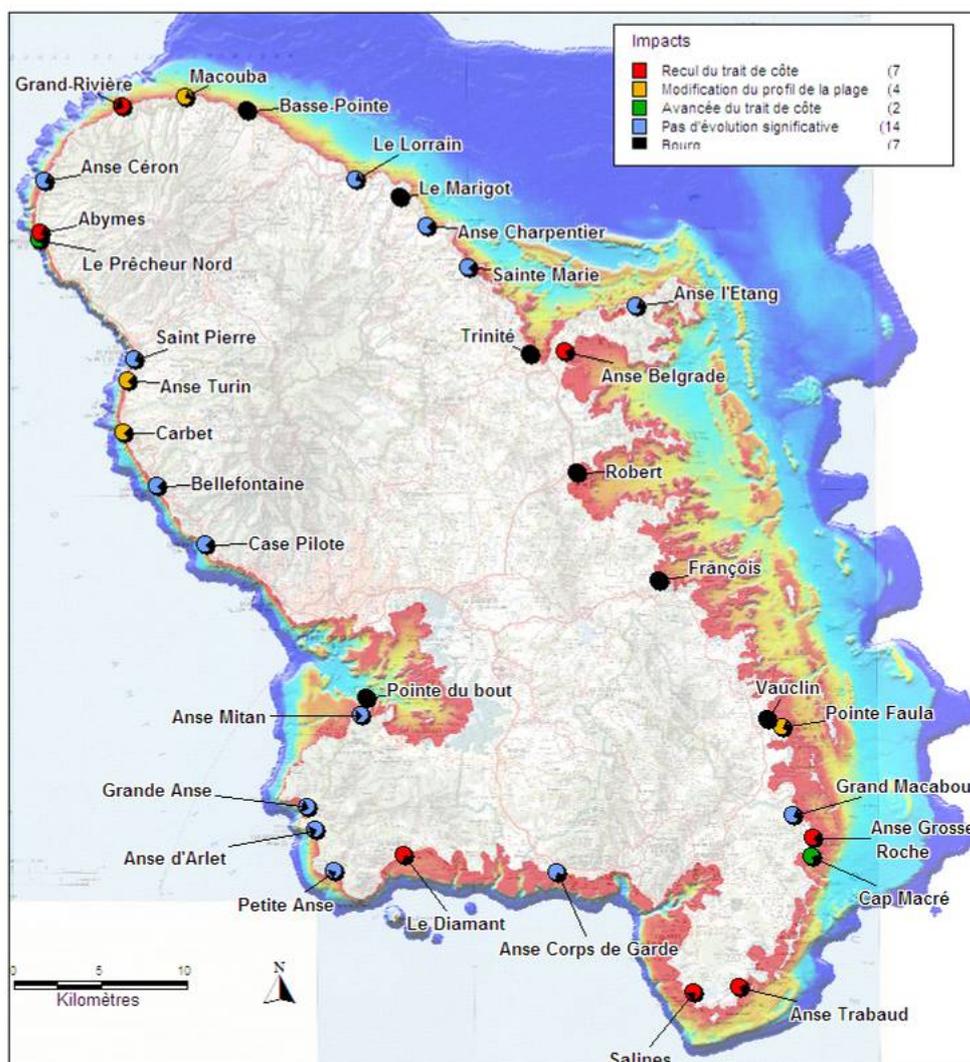


Illustration 30 : Carte de synthèse de l'évolution du trait de côte
Fond topo IGN (terrestre) et SHOM modifié BRGM (maritime)

Les côtes directement exposées à la houle à savoir la côte sud (Le Diamant, Les Salines) et sud-est (Le Vauclin, Anse Belgrade à Trinité) ont souffert de celle-ci. La côte Sud-Caraïbe (notamment la presqu'île des Trois-Ilets), moins directement exposée a été relativement épargnée. Enfin, la côte Nord Caraïbe (Le Carbet, Le Prêcheur), plus vulnérable, de par la remontée rapide des fonds à l'approche des côtes, a aussi subi des dégâts remarquables sur ses plages. (Cf. *Illustration 30*)

L'importance des dégâts causés sur la frange littorale dépend donc de son exposition par rapport à la direction de la houle mais également de la bathymétrie qui peut être très contrastée d'un endroit à un autre.

Bilan pour les bourgs

L'ensemble des bourgs qui présentent un front de mer (à l'exception de Schoelcher et de Fort-de-France), a fait l'objet d'une visite.

- L'impact est globalement fort sur l'ensemble des bourgs de la côte au vent, plus particulièrement au Vauclin avec des dégâts notables sur les constructions et les aménagements.
- Seuls les bourgs plus protégés de par leur position au fond d'une baie comme Trinité, le Robert et le François ont eu comparativement peu de dégâts. Il est également possible que la barrière récifale présente dans ce secteur ait joué également un rôle de protection. Cf. *Illustration 31*. Le niveau de dommage dépend donc de la direction de la houle, de la configuration du bourg (présence ou non d'un bord de mer aménagé ex. Le François) et de sa position au fond d'une baie qui le protège à condition que l'axe ne s'aligne pas avec la direction de la houle (risque de surcote).
- Au niveau des aménagements, plusieurs appontements (Le Prêcheur - Abymes, Le Carbet - bourg, Bellefontaine-bourg, Schoelcher-bourg) ont été affectés (*source : Conseil général*) et les ports de pêche ont souvent subi de lourds dégâts : yoles coulées ou transportées sur plusieurs mètres dans les terres, infrastructures démolies, perte de matériels.
- La houle, de par sa direction sud-est, n'a pas attaqué de manière frontale la côte sous le vent qui par la remontée brutale des fonds marins le long de celle-ci (ce qui a normalement pour effet d'augmenter la hauteur des vagues) est plus vulnérable. D'après de nombreux témoignages, de ce point de vue, la houle cyclonique de Dean n'était en rien comparable à la houle d'ouest de Lenny (novembre 1999) qui avait causé des dégâts autrement plus importants. Seules les plages, comme vu précédemment, ont été affectées (le Coin au Carbet, les Abymes au Prêcheur).

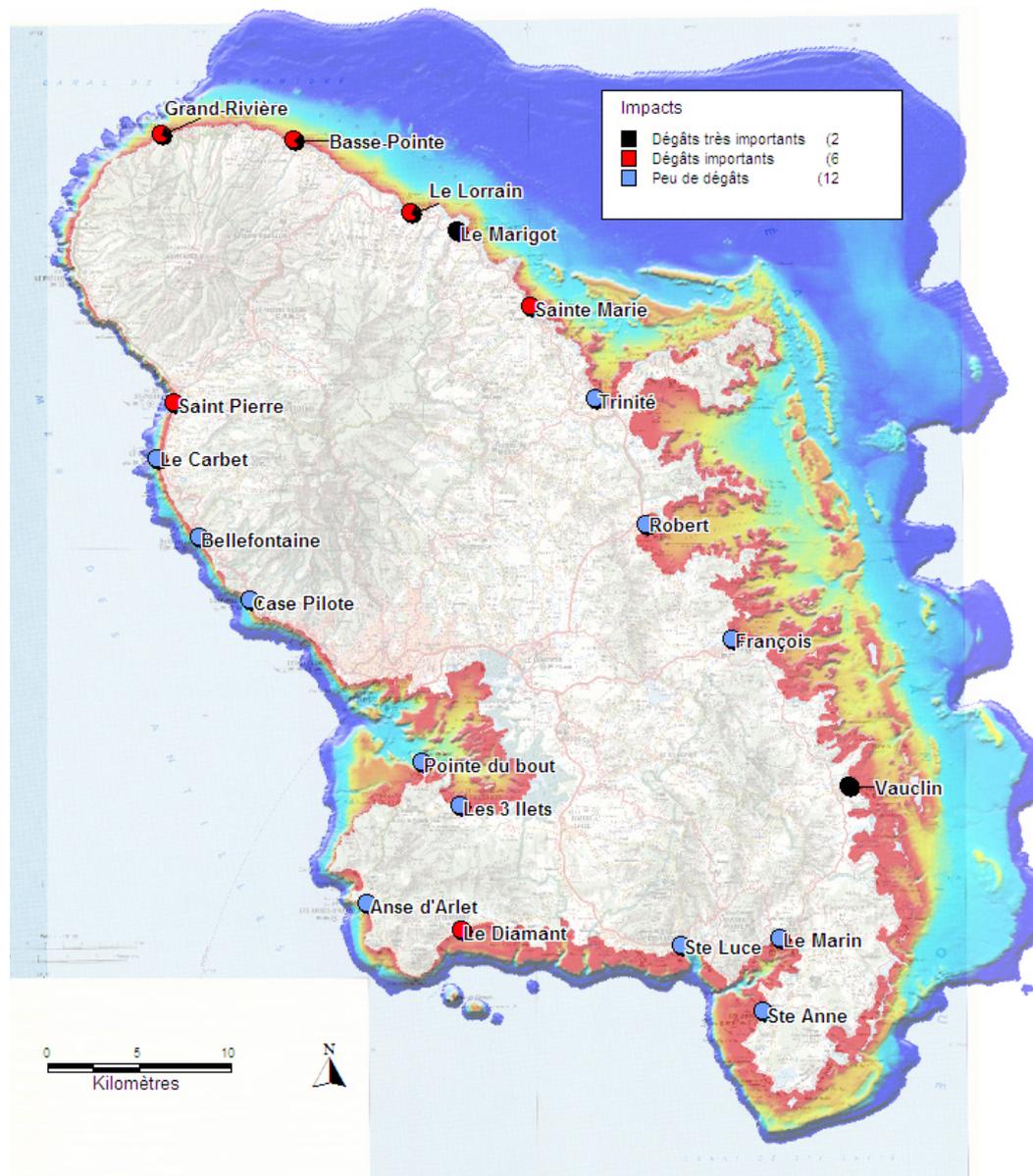


Illustration 31 : Carte de synthèse des effets dans les bourgs des communes

5. Principaux enseignements vis-à-vis des zonages de l'aléa littoral des PPR recommandations éventuelles pour des modifications

5.1. RAPPEL DES DEFINITIONS DE L'ALEA LITTORAL DANS LES PPR DE MARTINIQUE

L'ensemble des communes littorales martiniquaises possède depuis 2004 un Plan de Prévention des Risques naturels (PPR) comprenant un zonage de l'aléa littoral, structuré en trois composantes :

- aléa submersion marine
- aléa houle cyclonique
- aléa érosion marine

5.1.1. Aléa submersion marine

Il s'agit de l'inondation des terres par la mer. Les zones de submersion sont cartographiées suite au calcul des surcôtes qui tient compte de (d'après la note de présentation des PPR de la Préfecture de la région Martinique) :

- la marée astronomique (marée de pleine mer de vive-eaux) ;
- la surcôte cyclonique générée au large par un cyclone d'un temps de retour de 100 ans (en fonction de la pression atmosphérique, du vent, des courants et des vagues) ;
- l'effet de set-up : surélévation du niveau de la mer d'environ de 8 % des vagues au large (Hs) qui touchent le rivage ;
- l'ensachage qui se produit en présence d'une barrière de corail ;
- l'effet de site lié à la morphologie du rivage et des fonds.

L'aléa fort correspond à une submersion de plus d'un mètre de hauteur d'eau ; l'aléa moyen correspond à une submersion de moins d'un mètre.

5.1.2. Aléa houle cyclonique

Il s'agit de l'impact des vagues sur les rivages. Les vagues sont générées par une houle qui déferle sur les côtes et/ou par une mer de vent. Il est considéré que la houle déferle lorsque le rapport H / d avec d égale à la profondeur de l'eau est inférieur à 0.8. En conséquence, la hauteur des vagues est limitée à $0.8 \times d$.

Les terrains cartographiés en houle cyclonique sont des zones soumises à l'impact des vagues mais pas forcément à la submersion (ex. zone arrière d'un enrochement). Dans les zones urbanisées, la zone concernée par l'aléa houle est limitée à la première rangée de maison considérant que celles-ci atténuent fortement la propagation des vagues.

Une zone qui ne peut être protégée efficacement ou qui présente un risque de dégâts irréversibles est classée en aléa fort.

La puissance dévastatrice des vagues est liée à une remontée brusque des fonds. Partant de ce principe, les plages et les fonds de baie ont été classés en aléa moyen.

5.1.3. Aléa érosion

L'aléa érosion prend en compte à la fois les phénomènes d'érosion continus et épi-phénoménales (relatif à un évènement ponctuel générant des dommages irréversibles). Le zonage de l'aléa, uniquement de niveau fort, se présente comme un trait de côte probable à une échéance de 100 ans. L'étude de cet aléa est basée sur une approche naturaliste, de terrain. Elle prend notamment en compte l'exposition du site, la nature des sols et si possible se base sur des témoignages.

Le zonage des aléas littoraux a été établi au 1/10 000^{ème} et mis en forme sous SIG (MapInfo). Les fichiers informatiques nous ont été transmis par la D.D.E.

5.2. COMPARAISON DES DONNEES DE L'INVENTAIRE AVEC LES PPR LITTORAUX (HOULE, SUBMERSION ET EROSION)

Les PPR ont été établis à partir de données historiques et de modèles qui nécessitent de poser des hypothèses. Notre inventaire permet de disposer de données supplémentaires de calage, liées à un évènement donné, un cyclone de catégorie 2 avec passage de l'œil au sud de la Martinique dans ce cas. La houle de Lenny (cyclone particulier se déplaçant d'Ouest en Est) en novembre 1999 avait permis de connaître le degré d'exposition et la vulnérabilité de la côte caraïbe.

En conséquence, il a été procédé, pour chaque site étudié, à une comparaison systématique entre les effets relevés sur le terrain (impacts des vagues, immersion des terres, talus d'érosion) et le zonage des aléas littoraux : submersion marine, houle cyclonique et dans une moindre mesure érosion marine.

Auparavant, il convient de rappeler qu'a priori la période de retour de la houle générée au passage de Dean est estimée à 10 à 20 ans³, relativement modérée en comparaison de la période de retour centennale qui sert de référence pour le zonage PPR. Evènement centennal ne signifie pas effets 10 fois plus importants qu'un évènement décennal, toutefois il est logique d'attendre des effets de Dean en deçà des zonages PPR correspondant à un aléa fort.

Les éléments qui suivent résultent d'une analyse globale visant à mettre en évidence les principaux éléments de comparaison à retenir et les enseignements qui en découlent.

5.2.1. Adéquation entre les observations et les zonages PPR littoraux

Les constats de dégâts dus à l'impact des vagues, d'inondations (surverses) et de recul du trait de côtes sont en relative bonne cohérence avec les zonages des PPR littoraux (respectivement houle cyclonique / submersion marine / érosion) pour les huit sites suivants :

- à **Macouba** où la plage et les ruines les plus avancées menacées par le talus d'érosion (de 4 à 5 m de haut) et atteintes par les vagues de Dean sont bien classées en zone fort d'aléa houle et érosion
- au **bourg de Trinité** qui n'a connu que l'inondation d'habitations situées au Nord vers la Pointe et classées en zone d'aléa submersion moyen (hauteur d'eau inférieure à 1 m).
- au bourg du **Robert** où seule la digue de protection, qui a bien jouée son rôle, de protection, a été endommagée et est classée en aléa houle fort et où les zones de surverses qui ont été pointées sur le terrain sont classées en zone d'aléa submersion moyen.
- au **Prêcheur** où les observations et des témoignages recueillis sur les effets de la houle (déferlement, submersion) et les zonages des aléas houle (niveau fort) et submersion (niveau moyen) sont en adéquation. A **l'Anse Céron** (Prêcheur), la plage et une partie du cordon boisé en haut de plage sont classés aléa houle fort et les surverses pointées sur le terrain sont en zone d'aléa submersion fort.
- au **Carbet**, les désordres se sont restés relativement limités du point de vue de leur extension et se situent dans le zonage de l'aléa houle fort. La zone d'aléa moyen qui concerne toutes les habitations de bord de mer du Carbet n'a pas été affectée. Au niveau des **plages du Carbet (le Coin et l'Anse Turin)**, Dean

³ D'après la note de Météo France : établissement de la période de retour de la houle Dean en Guadeloupe (rapport BRGM RP - 55911)

a eu pour effet de modifier la morphologie de la plage, avec la création d'un talus, qui sont classées en zonage de l'aléa houle fort

- Sur les plages de **Grand Macabou et des Salines**, où les phénomènes, relativement modérés (pas de recul spectaculaire du trait de cote) se sont produits dans la zone d'aléa houle moyen. Cependant, il est légitime de s'interroger s'il y a une bonne adéquation lorsque des dégâts se sont produits en zone d'aléa moyen. Ne devraient-ils pas être cantonnés à la zone d'aléa fort étant donné que l'ouragan n'était que de catégorie 2 sur une échelle de 5 ?

On notera qu'à **Grande Anse, Petite Anse et aux Anses d'Arlet**, les impacts de la houle de Dean ont été négligeables et en rien comparables avec ceux causés par l'ouragan Lenny. Pour tous ces sites de la côte au vent sud, cette houle n'est pas donc une référence en matière de définition des plans de prévention des risques.

5.2.2. Adéquation avec réserves entre les observations et les zonages PPR littoral et modifications à apporter

Pour un peu moins de la moitié des sites, les PPR ont été pris en défaut : la houle cyclonique Dean ayant généré des impacts au delà de la zone d'aléa houle fort et/ou des surverses s'étant produites au delà de la zone de submersion moyenne. Des modifications pourraient être apportées localement, à savoir :

- à **Basse-Pointe**, selon les témoignages, la houle, estimée à 10m de haut, a atteint une maison qui n'est que partiellement classée en aléa houle fort et, en toute invraisemblance, épargnée une autre située pourtant près de l'eau. La zone aléa fort qui incorpore uniquement les habitations en extrémité de la pointe de Basse-Pointe pourrait être élargie. De plus, l'envahissement des eaux dans le cours de la rivière suggère d'étendre au minimum la zone d'aléa submersion moyen à ce secteur. Un reclassement de la dite zone en aléa fort peut être considéré.
- au **Lorrain**, où la houle a généré des dégâts relativement modérés mais qui se sont produits en zone d'aléa houle moyen. Des modifications pourraient également être faites au niveau des rues perpendiculaires au rivage, où l'eau s'est engouffrée à classer en aléa moyen.
- Au **Marigot**, la houle a provoqué la dégradation de nombreux aménagements côtiers et la surcote a été importante. Les zonages de l'aléa houle et de l'aléa submersion ne prennent pas bien en compte tous ces événements. L'ensemble des installations devrait être classé en aléa houle fort et le marché aux poissons en aléa moyen (après vérification). Le zonage submersion prend relativement bien en compte la zone d'extension des eaux mais devrait, lors d'une révision, intégrer le marché aux poissons et une partie de la RN1.

- à **Ste Marie**, au bourg, la digue en enrochement a subi des désordres et pourrait être reclassée en aléa houle fort. De plus, la zone sud, non protégée par la digue (voir fiche « Bourg – Ste Marie ») et qui a connu des dégâts serait à classer en aléa fort.
- à **l'Anse l'Etang**, les effets de la houle (ensablement, surverse) ont été constatés au delà des zones d'aléa moyen houle et submersion.
- à **l'Anse Belgrade**, la plage, les berges et les jardins de la première rangée des habitations sont classés en aléa houle moyen. Il serait pertinent de classer les berges en aléa fort (destruction irréversible) et les habitations en aléa moyen (Cf. Illustration 32), en l'absence de moyen de protection efficace. De façon plus certaine, la zone classée en aléa moyen de submersion, limitée aux façades des habitations de la première rangée devrait être étendue afin de prendre en compte les surverses qui ont pu être pointées sur le terrain.



Illustration 32 : Exemple de destruction à l'anse Belgrade

- **au Vauclin**, la houle a provoqué de très nombreux dommages sur les habitations du front de mer et la dégradation de plusieurs aménagements côtiers. Seule la plage est à ce jour, classée en aléa houle fort. Nous recommandons d'étendre cette zone aux maisons du front de mer qui ont été touchées ou au minimum de les classer en aléa moyen. Par ailleurs, la surcote a été importante : les surverses ont atteint la zone nord près de la rivière et la zone sud. Ces observations sont, elles, bien en cohérence avec le zonage submersion ; ces deux zones étant toutes deux classées en aléa submersion moyen.
- à **la Pointe Faula**, la zone d'aléa houle moyen qui intègre toute la plage et le parking, pourrait être étendue aux restaurants et au club UCPA
- à **l'Anse Grosse Roche**, dans la partie sud, les vagues ont pénétré sur plus d'une quarantaine de mètres dans les terres et avec une énergie importante

comme en témoigne les racines et débris accrochées sur les troncs de cocotiers sur plus de 2 mètres de haut. L'aléa houle estimé de niveau moyen pourrait être revu à la hausse. De plus, des surverses ont été observées au delà de la zone d'aléa moyen de submersion ; celle-ci devrait être étendue.

- à **l'Anse Trabaud**, une large bande de la plage est classée en aléa houle moyen en toute cohérence. Cependant, la pointe de l'anse Trabaud pourrait être reclassée en aléa fort au vu des nos observations (érosion importante).
- au **Diamant**, même lorsqu'il y a un recul du trait de côte (par endroits d'une dizaine de mètres), ce dernier se trouve toujours dans la zone d'érosion forte. Seule la partie Est du bourg, non classée mais ayant pourtant subi un net recul de son trait de côte serait également à classer en l'aléa fort lors.

Pour une majorité, le zonage aléa érosion est mal pris en compte :

- à **Grand Rivière** où le recul de la plage s'il persiste n'est pris en compte par aucun aléa érosion.
- au **Lorrain** où le trait de côte levé se trouve déjà plus haut que la position de celui estimé dans 100 ans.
- à **l'Anse Belgrade** où la zone érodée mise en évidence est en aléa nul alors que de part et d'autre la zone est couverte par une zone d'aléa fort.
- Pour plusieurs sites (**Cap Macré, Grand-rivière, Anse l'Etang, Le Vauclin**) où aucun zonage ne figure dans les PPR actuels alors que des phénomènes de recul du trait de côte sont déjà constatés 3 ans seulement après leur mise en vigueur.

5.3. BILAN ET ENSEIGNEMENTS

Après comparaison, les principaux éléments à retenir sont les suivants :

Pour l'aléa houle cyclonique

- pour **la moitié** des sites (*Cf. Illustration 33*), les effets dommageables se sont produits dans des secteurs classés en aléa houle cyclonique fort (traduite dans le plan de zonage réglementaire en zone inconstructible) ou moyen ;
- Pour l'autre moitié des sites, **des effets significatifs ont été constatés au delà de la zone d'aléa fort**. Des modifications aux PPRL devraient être apportées lors d'une prochaine révision;

- Il est légitime de s'interroger s'il y a une bonne adéquation lorsque des dégâts se sont produits en zone d'aléa houle moyen. Ne devraient-ils pas être cantonnés à la zone d'aléa fort étant donné que l'ouragan n'était que de catégorie 2 sur une échelle de 5 ;
- Les cours d'eau qui débouchent sur les plages permettent généralement une propagation des effets de houle plus en arrière dans les terres qui n'est pas toujours prise en compte par le zonage.

Pour l'aléa submersion marine

- pour **la moitié** des sites, les surverses, de moins d'un mètre (pas d'accumulation véritable bien souvent) se sont produites dans la zone d'aléa de submersion marine moyen
- la zone est bien souvent limitée, comme pour l'aléa houle, à la première rangée de maison considérant que celles-ci atténuent fortement la propagation des vagues. Nous avons observé que dans plusieurs cas, l'eau contourne les maisons et s'engouffre dans les rues, pouvant même atteindre les rues de la deuxième rangée. Seul le zonage de quelques bourgs font exception à ce principe et ce à juste titre.

Pour l'aléa érosion

- pour de nombreux sites, cet aléa n'est pas défini ;
- **dans les cas où il est défini, le zonage n'est pas adapté pour la moitié des sites** et adapté avec des réserves pour 13% soit 63 % au total ;
- cet aléa en constante évolution et basé sur des estimations nécessite d'être régulièrement revu.

No site	COMMUNE	NOM	Aléa HOULE	Aléa SUBMERSION	Aléa EROSION
1	GRAND RIVIERE	Port et le bourg	adapté	adapté	non adapté (zonage inexistant)
2	MACOUBA		adapté	non adapté (nécessite vérification)	adapté
3	BASSE POINTE	Le bourg	non adapté	non adapté	<i>sans objet</i>
4	LORRAIN	Le bourg	adapté	Non adapté (zone aléa fort / moyen à étendre voir fiche)	Non adapté
5	MARIGOT	Anse Charpentier	Adapté	<i>Pas d'information</i>	adapté
6		Baie de Fond d'Or	non adapté	non adapté	Sans objet (à vérifier)
7	SAINTE MARIE	Le bourg	adapté -	adapté	adapté
8		Rade	adapté	adapté -	adapté
9	TRINITE	Centre ville	adapté	adapté	<i>sans objet</i>
10	TRINITE	Anse Belgrade	non adapté	non adapté	non adapté
11		Anse l'Etang	non adapté	non adapté	Pas de zonage – non adapté
12	VAUCLIN	Le bourg	non adapté	adapté	Pas de zonage – non adapté
13		Pointe Faula	non adapté	adapté	Pas de zonage
14	ROBERT		adapté	adapté	<i>Sans objet</i>
15	FRANCOIS		adapté	non adapté	Pas de zonage

No site	COMMUNE	NOM	Aléa HOULE	Aléa SUBMERSION	Aléa EROSION
16	ST ANNE	Les Salines	adapté	adapté	adapté
17		Anse Trabaud	Adapté sauf à la pointe	adapté	adapté sauf à la pointe
18	MARIN	Grande Anse Macabou	adapté	<i>Pas d'information</i>	Pas de zonage
19		Cap Macré	non adapté	non adapté (trait de côte au delà)	Pas de zonage – non adapté
20		Anse Grosse Roche	non adapté	non adapté	Pas de zonage
21	ST LUCE	Anse Corps de Garde	non adapté	adapté	non adapté
22	DIAMANT	Grande Anse	adapté	adapté	Adapté sauf extrémité Est
23	ANSE D'ARLET	Anse d'Arlet	Pas une référence	Pas une référence	Pas une référence
24		Grande Anse	Pas une référence	Pas une référence	Pas une référence
25		Petite Anse	Pas une référence	Pas une référence	Pas une référence
26	RIVIERE SALEE		Sans objet	Non adapté	Sans objet
27	TROIS ILETS	Pointe du Bout	Pas une référence	Pas une référence	Pas une référence
28		Anse Mitan	Pas une référence	Pas une référence	Non adapté
29	BELLEFONTAINE	Bourg	Adapté toutefois pas une référence	Adapté toutefois pas une référence	Pas de zonage
30	CARBET	Anse Turin	Adapté toutefois pas une référence	Adapté toutefois pas une référence	Pas de zonage

31		Le coin	Adapté toutefois pas une référence	Adapté toutefois pas une référence	Pas de zonage
32	CASE PILOTE	Bourg	Adapté toutefois pas une référence	Adapté toutefois pas une référence	Pas de zonage
33	SAINT PIERRE	Bourg	Adapté toutefois pas une référence	Adapté toutefois pas une référence	Pas de zonage
34	PRECHEUR	Anse Céron	Adapté toutefois pas une référence	Adapté toutefois pas une référence	Pas de zonage
35		Plage Nord	Adapté toutefois pas une référence	Adapté toutefois pas une référence	Adapté

	Aléa HOULE		Aléa SUBMERSION		Aléa EROSION	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
Total adapté	12	54%	11	52%	5	37%
Total adapté sauf localement	1	5%	0	0%	2	13%
Total non adapté	9	41%	10	48%	9	50%
Autre (sans objet, référence)	13		14		19	
Nbre de sites pour le calcul	35	22	35	21	35	16

Illustration 33 : Bilan par type d'aléa littoral de l'adéquation entre les observations et les zonages PPR

6. Conclusions et perspectives

Même si les observations ont été faites pour l'essentiel 3 à 4 semaines après l'évènement et donc après que des effets dommageables aient été en partie effacés du fait des travaux entrepris ou des phénomènes naturels, l'impact de la houle semble globalement moins important que ne le laissent paraître les premières remontées d'information (presse, télé). Pour 52 % des plages étudiées, aucune évolution du trait de côte ou de changement de la morphologie du site n'a été mesuré. Cela ne présage toutefois pas qu'il n'y ait eu aucun dégât. La houle a souvent eu pour effet de jeter sur la plage des débris et de remplacer le sable de la plage par des graviers.

Au niveau des bourgs, les habitations et les infrastructures ont pu être largement malmenées. Des clôtures ou des portes ont éclaté sous la pression des vagues, des bateaux ont été coulés ou drossés sur la côte, les routes submergées et ensablées. Toutefois, aucune victime n'est à déplorer et le retour à la normale a été relativement rapide.

Cette caractérisation des effets de la houle cyclonique tend à montrer que l'érosion d'une frange littorale (principalement au niveau des plages) dépend de son exposition par rapport à la direction de la houle, à la présence d'ouvrages de défense et à la pente sous-marine de la portion littorale considérée

En l'absence de données fiables sur la dynamique sédimentaire globale des plages et plus généralement du littoral martiniquais, il est difficile d'attribuer exclusivement les évolutions de la morphologie côtière relevées lors de cette étude aux seuls effets associées à Dean. Toutefois, une bonne connaissance du terrain par des visites répétées permet la plupart du temps d'attribuer certaines observations, telles que la création de talus d'érosion à la houle cyclonique Dean sans aucun doute.

Le littoral n'a pas pu être étudié dans son intégralité ; une sélection de sites fréquentés et répartis sur l'ensemble du pourtour a du être faite. Faute d'identification des sites les plus sensibles par des études préalables de longue durée, nous n'avons pas été en mesure d'orienter plus spécifiquement nos investigations de terrains. En conséquence, il se peut que des évènements spectaculaires se soient produits sans qu'ils ne figurent dans ce rapport. De même, les côtes rocheuses du littoral, plus difficilement accessibles par voies terrestres n'ont pas été étudiées. Aucun effondrement de falaise ou de glissement de terrain n'a été signalé mais il se peut qu'il s'en soit produit. Une reconnaissance en hélicoptère suite au séisme du 29 novembre 2007 de la côte rocheuse nord, entre le Prêcheur et Grand-Rivière a montré des instabilités récentes. Faute de reconnaissance suite à Dean, nous n'avons pas d'élément nous permettant de les attribuer à Dean ou au séisme.

La comparaison systématique entre les effets relevés sur le terrain (impacts des vagues, immersion des terres, talus d'érosion) et le zonage des aléas littoraux : submersion marine, houle cyclonique et dans une moindre mesure érosion marine a

montré globalement une bonne adéquation mais avec une sous-évaluation entre les dommages et les zonages PPR. Dans certains cas même, les zonages réglementaires ont été pris en défaut en plusieurs points malgré une période de retour de la houle de Dean nettement inférieure à la houle de référence retenue pour l'établissement des PPR.

Au vu des constats qui précèdent, il convient de :

1. procéder un an après, à la visite des sites qui ont connu des modifications importantes liées au passage du cyclone Dean, afin d'évaluer le retour « à la normale » ou au contraire les effets persistants d'un événement cyclonique tel que Dean, et d'en déduire des recommandations en terme de pertinence ou non d'actions correctives sur les sites à enjeux ;
2. conduire, à l'échelle de la Martinique, une évaluation globale de la dynamique côtière historique et actuelle reposant sur l'analyse comparée de photographies aériennes et des cartes topographiques, sur la bathymétrie et sur les données disponibles à propos de l'hydrodynamique côtière ; cela permettra d'avoir un réel état de référence et ainsi de pouvoir connaître l'impact d'évènements futurs
3. capitaliser après chaque évènement de ce type l'information en prenant des prédispositions techniques (cahier des charges pré-établi en concertation, ordre de mission permanent) et financières (budget alloué à ce type de travaux pré-programmé en début de chaque saison cyclonique) ;
4. mener une réflexion quant aux aléas littoraux dans le cadre de la révision générale des PPR pour une meilleure prise en compte des processus naturels d'érosion dans le zonage et lors des futures démarches d'aménagement du littoral ;
5. intégrer les écarts mis en évidence entre les zonages et les limites des désordres observés consécutifs à Dean lors de mises à jour des P.P.R. L ;
6. modéliser la houle de Dean et la confronter aux observations tel que cela a été fait en Guadeloupe avec succès. Une fois le modèle calé, il est possible de faire varier les paramètres des conditions cycloniques et ainsi modéliser des houles extrêmes et des surcotes marines correspondant aux situations les plus défavorables. Les résultats apportent alors des éléments d'aide à la préparation d'exercice de crise conformément à ce qui est préconisé dans le cadre de la refonte des plans ORSEC.

7. Bibliographie

Chauvet M. Bodéré G. Mompelat J.M., Oliveros C., Bozorgan A. (2007) – Caractérisation des impacts de la houle sur les rivages de la Guadeloupe au passage de l'ouragan Dean (août 2007) – Phase I & II. 44 p. hors annexes, 10 fig., 3 tabl., 6 annexes., Rapport BRGM/RP-55911-FR.

GUENNOC.P., DUCLOS.P.(2008) - Cartographie morpho-sédimentologique du domaine côtier de la Martinique. Rapport final, Rapport BRGM/RP-56062-FR.

Météo France, Direction Interrégionale des Antilles Guyane (2007) – Communiqué météorologique de presse, « Premier bilan météorologique du passage de l'ouragan Dean sur les Antilles françaises » du 21 Août 2007, Jean-Noël Degrace.

Direction des Infrastructures et de l'Eau du Conseil Général de la Martinique (2007), Ouragan Dean : Bilan des dégâts sur les ouvrages portuaires et maritimes

Météo France, Direction Interrégionale des Antilles Guyane (2007) – Etablissement de la période de retour de la houle associée à Dean en Guadeloupe.

SHOM, Prédiction de marées du 17 & 18/08/07 à Fort-de-France, www.shom.fr

SONEL, Observation des niveaux de la mer – Marégraphe de Pointe à Pitre le 17 & 18/08/07, www.sonel.org

Pour chaque commune, Rapport de présentation - PPR de la Préfecture de la Martinique, consultable sur le site <http://www.martinique.equipement.gouv.fr/risques/>

Annexe 1

Communiqué de presse météorologique de Météo France

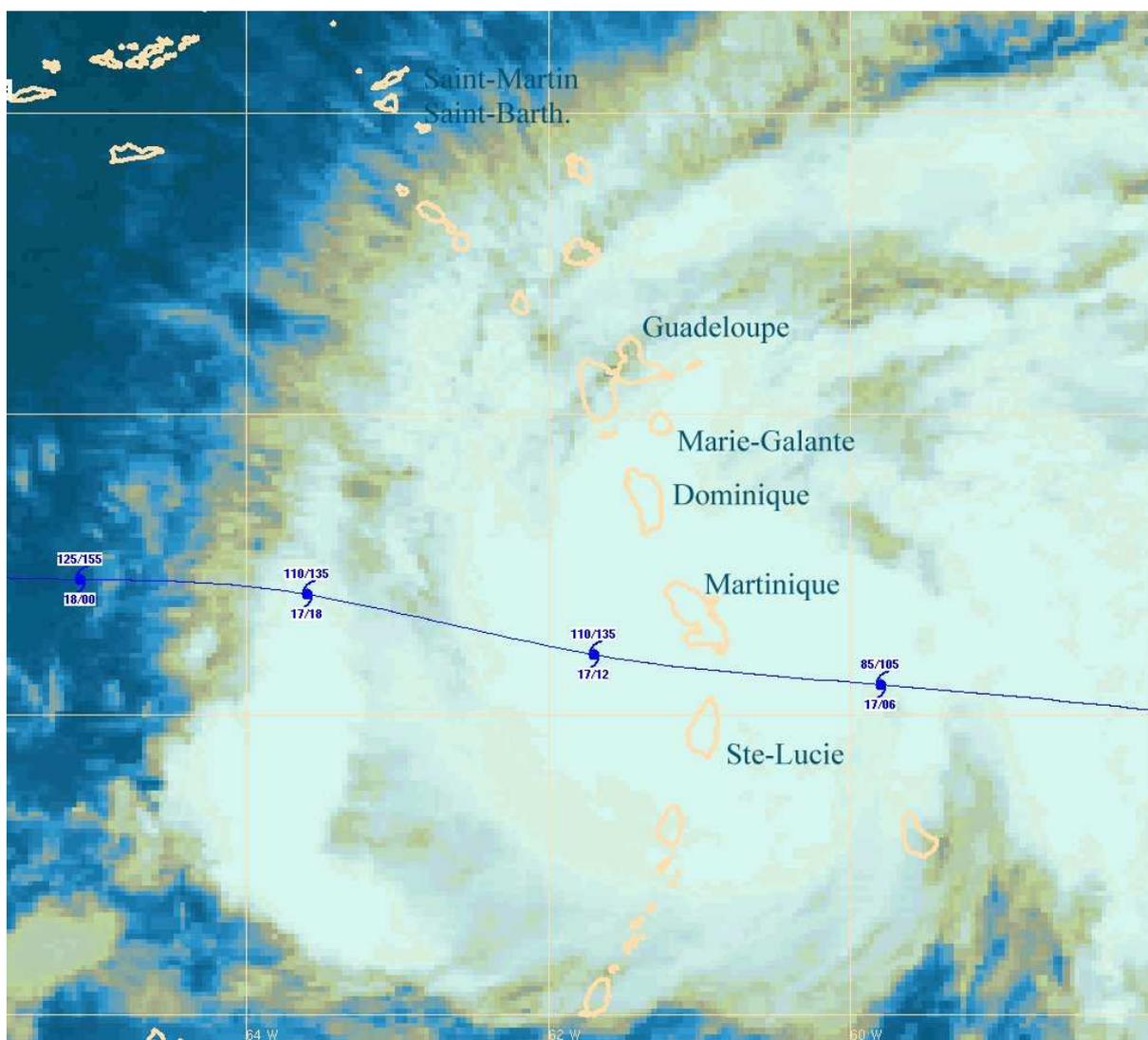
COMMUNIQUE METEOROLOGIQUE DE PRESSE

Le 21 août 2007 à 12h00 locales

Premier bilan météorologique du passage de l'ouragan DEAN sur les Antilles Françaises

L'ouragan DEAN a traversé le centre de l'arc antillais en fin de nuit de Jeudi 16 à Vendredi 17. De catégorie 2 à l'approche de la Martinique, il s'est renforcé progressivement lors de son passage dans le canal de Sainte-Lucie, au Sud de la Martinique pour devenir catégorie 3 à peine après avoir quitté nos îles. Il générait alors près de son centre des vents moyens maximum sur une minute de l'ordre de 160km/h à 180km/h avec des rafales dépassant les 200km/h.

Le centre n'est passé qu'à quelques kilomètres au sud de la Martinique (15km de Sainte-Anne, 30km de l'Aéroport du Lamentin) avec un œil en formation bien visible sur les images du radar météorologique de Martinique. Le mur de l'œil a balayé les régions côtières du sud de la Martinique entre 4 et 7 heures du matin.



Le vent :

Les vents très violents ont intéressé toute la Martinique. Ils étaient au plus forts près du centre mais ont augmenté aussi avec le relief. Des vents moyens sur 10 minutes ont été de l'ordre de 110 à 130km/h un peu partout sur l'île mais ce sont surtout les rafales à répétition qui ont causés le plus de dégâts en étant souvent comprises entre 160 et 190km/h voire un peu plus sur le relief. On a mesuré en rafales maximales 187km/h à Sainte-Anne et 172km/h au Vauclin, au niveau de la mer. Un peu plus en altitude, la station de Fort-de-France Desaix (145m) mesurait des rafales de 184km/h et celle du Morne des Cadets (510m) 209km/h.

L'archipel de Guadeloupe étant resté toujours à au moins 200km du centre n'a pas subi de vent aussi forts. Les plus fortes rafales ont été enregistrées sur les îles les plus au sud avec 126km/h aux Saintes et 119km/h à Marie-Galante. Sur le reste de l'île, à l'exception du haut relief (175km/h au sommet de la Soufrière), les vents maximum sont restés en général inférieurs à 100km/h.

La mer :

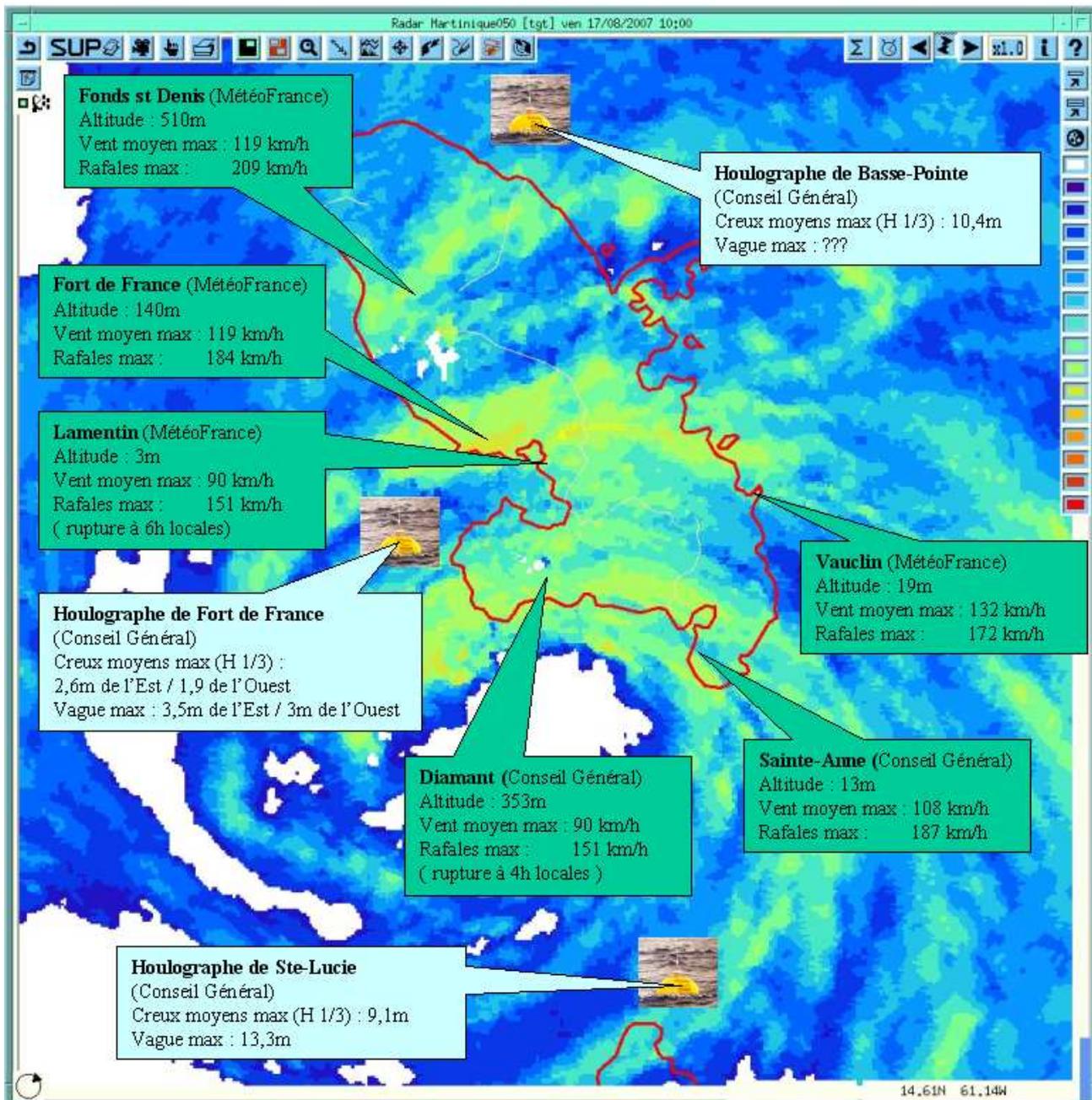
La mer est devenue bien sûr aussi très dangereuse avec une très forte houle cyclonique d'Est-Nord-Est puis Est-Sud-Est sur les façades Atlantiques et dans les canaux, y compris dans un rayon de 200km au Nord du centre.

Le littoral exposé a subi des vagues dont la hauteur a parfois oscillé entre 6 et 10 mètres. Nous avons mesurés sur les houlographes (partenariat Conseil Général de Martinique) des creux moyens de 10,4m au large de Basse pointe (Martinique Nord-Atlantique), de 9m à l'entrée du Canal de Sainte Lucie et des vagues maximales dépassant 10m . Sur le littoral de Guadeloupe, on estime que la hauteur des vagues a pu atteindre 6 à 8m par endroit, estimation basée sur les mesures de plus de 7m d'une bouée MétéoFrance située à la latitude du canal des Saintes.

La pluie :

Les pluies ont été les plus impressionnantes dans le mur de l'œil sur l'extrême Sud de la Martinique. De très fortes intensités ont été mesurées à son passage avec, par exemple, plus de 100mm (soit 100 litres d'eau au m²) en 1 heure à Sainte-Anne. Les cumuls sur l'épisode (12 heures) sont de l'ordre de 150 à 250mm en Martinique ... en sachant que les mesures de pluies peuvent manquer de précision (sous-estimation possible des mesures de 30 à 50% au moins) dans le cas de vent soufflant à plus de 150km/h.

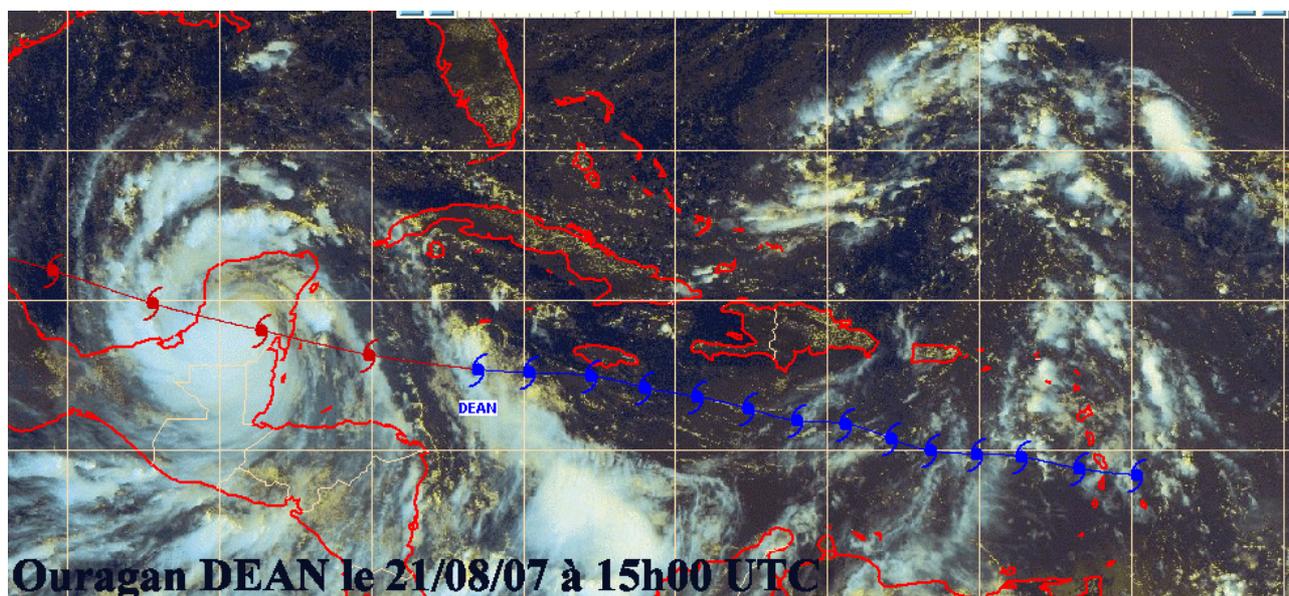
La Guadeloupe, elle, a été plutôt concernée par les bandes de précipitations s'enroulant parfois assez loin du centre et les cumuls relevés restent normaux pour la saison avec des valeurs sur 24 heures proches des 100mm en l'absence de relief marqué.



Cartographie des données maximales mesurées pour le vent et la mer au passage de DEAN

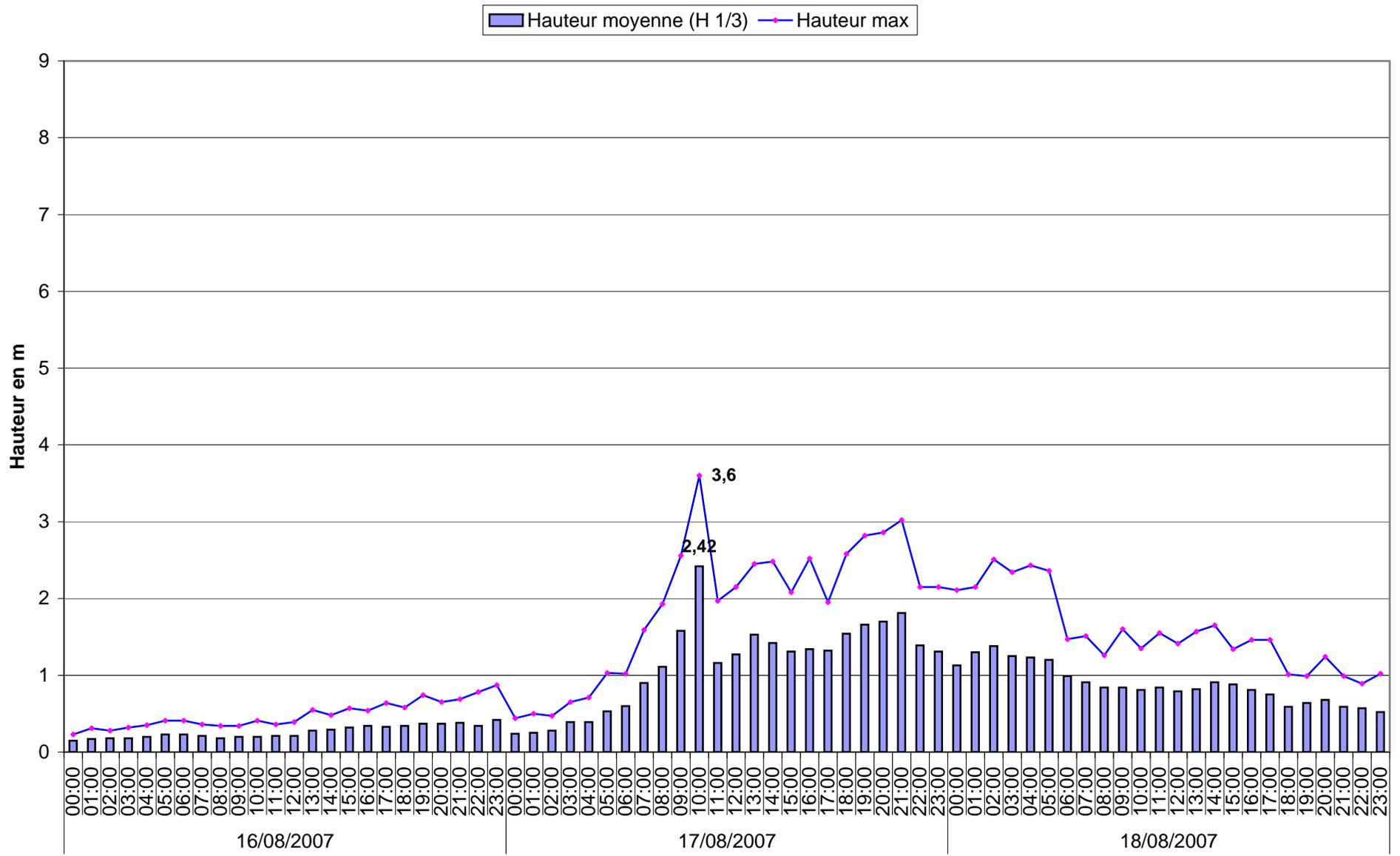
Même si les îles de Sainte-Lucie à la Guadeloupe ont subi des vents violents, des conditions de mer très dangereuses et des fortes précipitations orageuses, c'est surtout la Martinique qui a été frappée par les conditions d'ouragan les plus sévères au niveau de l'arc Antillais. Il faut remonter à 1979 (ouragan David) et 1980 (ouragan Allen) pour retrouver des conditions similaires.

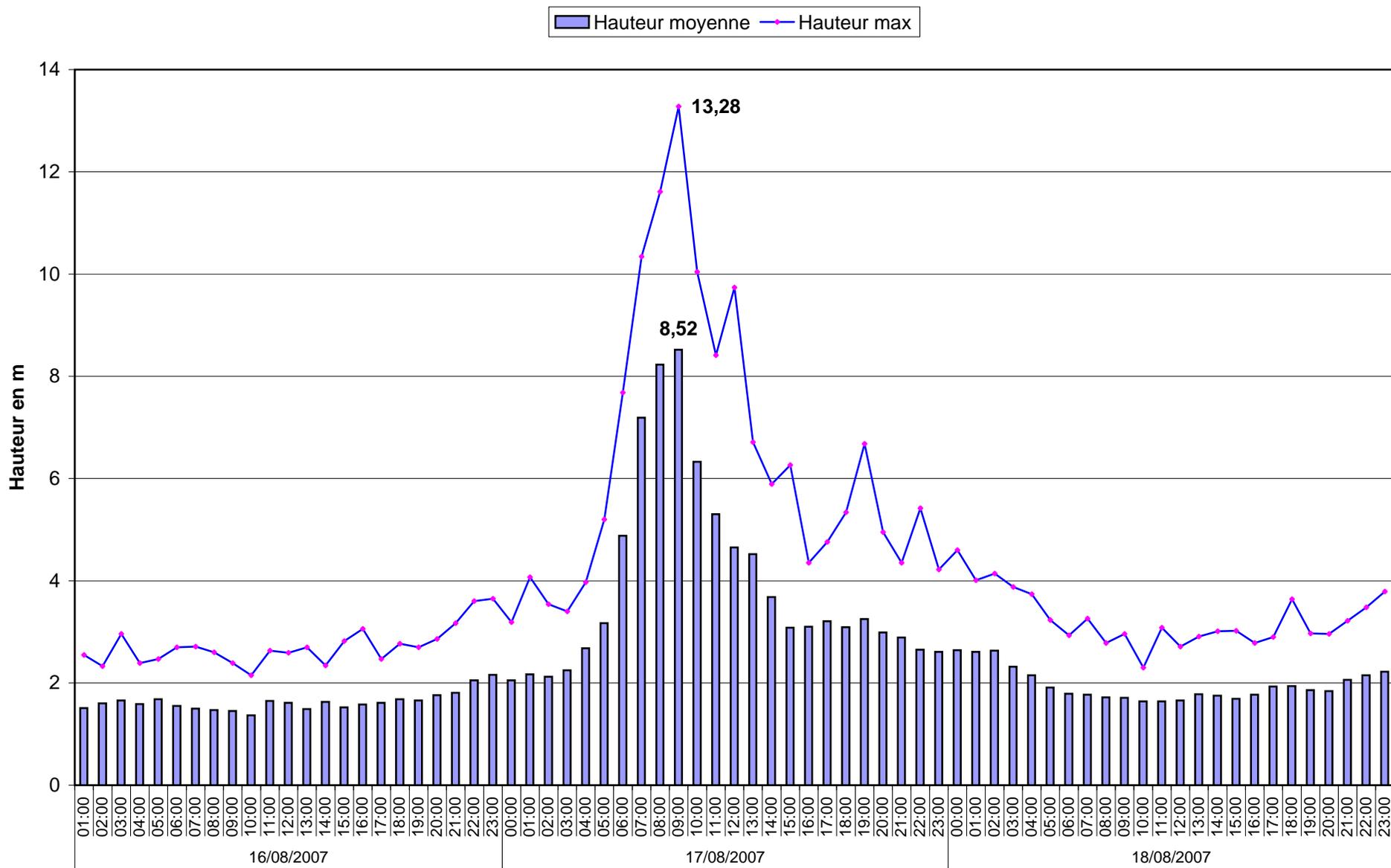
Malheureusement, l'ouragan DEAN ne s'est pas arrêté là et a continué de se renforcer en catégorie 4 en mer des Caraïbes puis 5 au large de la péninsule du Yucatan , avec des vents moyens maximum près de 260 km/h et des rafales pouvant atteindre 300km/h. Son œil est passé à seulement 30 à 50km des côtes sud de la Jamaïque puis a abordé le Yucatan (Mexique) juste au Nord de la frontière avec le Belize. Il continue toujours sa trajectoire vers l'Ouest après s'être affaibli sur terre mais pourrait reprendre de la vigueur sur les eaux très chaude de la baie de Campêche..



Annexe 2

Valeurs de houle des bouées de Ste-Lucie et de Fort-de-France durant le cyclone Dean





Annexe 3

Bilan des observations

	CÔTE	COMMUNE	NOM	Bourg	Bourg avec plage	Plage naturelle	Exposition	Evolution du trait de cote
1	NORD	GRAND RIVIERE	Port et le bourg		X		WSW à NNW	Recul
2	ATLANTIQUE	MACOUBA			X		NE à NNE	Talus d'érosion
3		BASSE POINTE	Le bourg	X				x
4		LORRAIN	Le bourg		X		NE	Pas d'évolution
5		MARIGOT	Anse Charpentier			X	NE	Pas d'évolution
6			Pointe Marigot-Baie de Fond d'Or	X			SW à NW	x
7		SAINTE MARIE	Le bourg	X			NE	x
8			Rade		X			Pas d'évolution
9		TRINITE	Centre ville	X			E à NNE	x
10			Anse Belgrade			X	SSE à ESE	Recul localisé
11	SUD	VAUCLIN	Le bourg	X			ESE à NNE	x
12	ATLANTIQUE		Pointe Faula			X	NE à ENE	Talus d'érosion
13		ROBERT		X			S à E	x
14		FRANCOIS		X			NE	x
15	SUD	ST ANNE	Les Salines			X	SSW à WNW	Recul localisé
16			Anse Trabaud			X		Recul localisé
17		MARIN	Grande Anse Macabou			X	ESE À NW	Pas d'évolution
18			Cap Macré			X	E à SSE	Recul et avancée
19			Anse Grosse Roche			X	E à NE	Recul localisé
20		ST LUCE	Anse Corps de Garde			X	SSW à SSE	Pas d'évolution
22		DIAMANT	Grande Anse			X	SE	Recul
23		ANSE D'ARLET	Anse d'Arlet		X		SW	Pas d'évolution
24			Grande Anse		X		SW à W	Pas d'évolution
25			Petite Anse		X		SSW	Pas d'évolution
	RIVIERE SALEE						x	
26	BAIE DE FDF	TROIS ILETS	Pointe du Bout	X			W à E	x
27			Anse Mitan		X		WSW à NNW	Pas d'évolution
28	NORD CARAÏBE	BELLEFONTAINE	Bourg		X		SW	Pas d'évolution
29		CARBET	Anse Turin			X	W à WNW	Talus d'érosion
30			Le coin			X	WSW	Talus d'érosion
31		CASE PILOTE	Bourg		X		SW	Pas d'évolution
32		SAINT PIERRE	Bourg		X		W à WNW	Pas d'évolution
33		PRECHEUR	Anse Céron			X	O à NO	Pas d'évolution
34			Plage Nord		X		O à SSW	Avancée
35	Plage des Abymes			X		O	Recul	
Total :				8	10	17		
				22%	28%	47%		

plage

11	Erosion	41%
2	Engraissement	7%
14	Pas d'évolution	52%
Total (plage) :	27	100%

Annexe 4

Fiche d'observation pour chaque site



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional de Martinique
Adresse : 4 lot. Miramar
Adresse : Route Pointe des Nègres
97200 – Fort de France - France
Tél. : 05 96 71 17 70