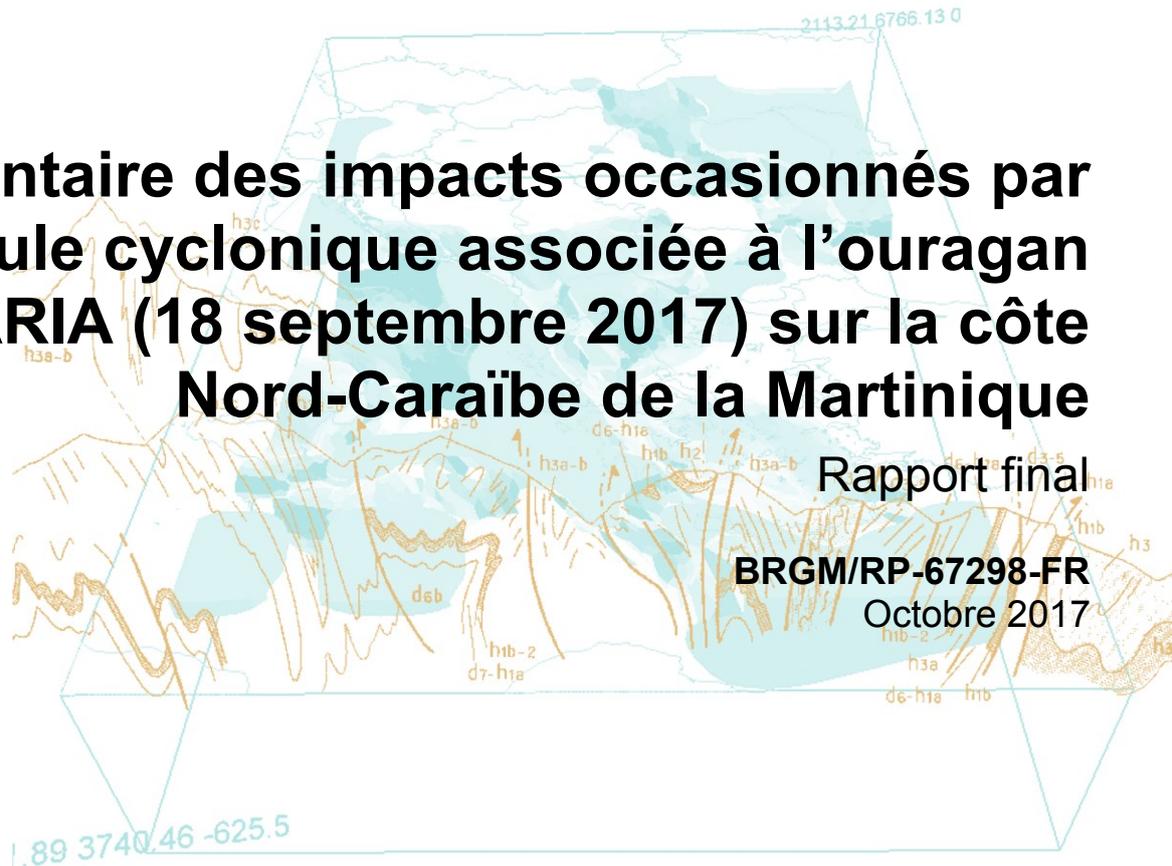


Document public



Inventaire des impacts occasionnés par la houle cyclonique associée à l'ouragan MARIA (18 septembre 2017) sur la côte Nord-Caraïbe de la Martinique



Rapport final

BRGM/RP-67298-FR

Octobre 2017



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document public

Inventaire des impacts occasionnés par la houle cyclonique associée à l'ouragan MARIA (18 septembre 2017) sur la côte Nord-Caraïbe de la Martinique

Rapport final

BRGM/RP-67298-FR

Octobre 2017

Étude réalisée dans le cadre de l'appui et de l'expertise ponctuels multirisques à
l'administration du BRGM au titre de l'année 2017

M. Lombard, A. Nachbaur

Vérificateur :

Nom : Y. BALOUIN

Fonction : Littoraliste expert

Date : 20/10/2017

Signature :

Approbateur :

Nom : B. VITTECOQ

Directeur BRGM Martinique

Date : 26/10/2017

Signature :

Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots-clés : Antilles, Martinique, MARIA, IRMA, JOSE, Houle, Cyclone, Ouragan, Littoral, Erosion.

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

Lombard M., Nachbaur A. (2017) – Inventaire des impacts occasionnés par la houle cyclonique associée à l'ouragan MARIA (18 septembre 2017) sur la côte Nord-Caraïbe de la Martinique. Rapport final. BRGM/RP-67298-FR, 51 p., 65 ill., 10 ann.

Synthèse

Dans le cadre de ses missions d'appui et expertise ponctuels multirisques à l'administration, le BRGM a réalisé à la demande de la DEAL un inventaire « à chaud » des effets de la houle générée par l'ouragan MARIA (18-19 septembre 2017) sur le littoral Nord-Caraïbe de la Martinique.

Les observations et mesures sur le terrain ont été réalisées les 20 et 21 septembre 2017 sur les communes et plages suivantes :

- Madiana, plage du bourg, Anse Madame, Anse Collat (Schœlcher) ;
- Vétiver, plage du bourg (Case-Pilote) ;
- Bellefontaine ;
- Plage du Carbet ;
- Anse Turin et Anse Latouche (Le Carbet) ;
- Saint-Pierre ;
- Plage des Abymes, Anse Belleville et Anse Céron (Le Prêcheur).

Ce rapport présente, pour chaque site :

- une description des observations et des constats des dégâts ou marqueurs d'érosion repérés, avec reportage photographique détaillé à l'appui ;
- les hauteurs des talus d'érosion mesurées ;
- des comparaisons des états du littoral à l'aide de photographies prises à trois dates : un mois après l'ouragan DEAN (2007), un mois après l'ouragan OMAR (2008), et juste après l'ouragan MARIA (2017).
- En complément, des cartes précisant le tracé du talus d'érosion et sa hauteur par tronçon ont été réalisées pour la plage du Carbet et les quatre plages de Schœlcher ;
- enfin, pour la plage du Carbet, la comparaison des états du littoral à l'aide de photographies prises aux dates suivantes : avant les ouragans IRMA et JOSE (août 2017), après le passage de ces ouragans (mi-septembre 2017) et après le passage de MARIA (fin septembre 2017).

Ces observations permettent de montrer que l'ensemble des plages observées sur la côte Nord-Caraïbe a subi un impact de la houle cyclonique générée par le passage de l'ouragan MARIA. Trois groupes peuvent être dissociés selon l'importance des marqueurs d'érosion et l'endommagement au bâti :

- (1) Les plages de Madiana et Anse Madame (Schœlcher), de Vétiver (Case-Pilote) et la partie sud de la plage des Abymes (Le Prêcheur) ont subi un impact relativement faible de la houle cyclonique ; elles présentent ainsi peu de marqueurs d'érosion.
- (2) Les plages d'Anse Collat (Schœlcher), Bellefontaine, Anse Turin et Anse Latouche (Le Carbet), la partie nord de la plage des Abymes, Anse Belleville et Anse Céron (Le Prêcheur) ont subi un impact modéré à important de la houle cyclonique. Elles présentent soit de nombreux marqueurs d'érosion, soit des marqueurs d'érosion de fort degré (très haut talus d'érosion par exemple). Il est important de noter qu'hormis la plage de Bellefontaine, ces plages sont peu ou pas anthropisées et présentent par conséquent des enjeux moindres que les plages de la catégorie suivante.
- (3) Les plages du bourg de Schœlcher, du bourg de Case-Pilote et la plage du Carbet en particulier, ont subi un fort impact de la houle cyclonique. Les marqueurs d'érosion sont importants sur ces sites et en tant que sites anthropisés, les enjeux associés à ces plages (essentiellement restaurants, bars) ont subi des dommages.

Sommaire

1. Cadre et objectifs de l'inventaire.....	9
2. Caractérisation du phénomène	11
2.1. SAISON CYCLONIQUE 2017	11
2.2. L'OURAGAN MARIA.....	11
2.3. HOULE CYCLONIQUE	13
3. Observations du 20/09/2017 sur les plages de la côte Nord-Caraïbe	15
3.1. VETIVER – 17H45	15
3.2. BOURG DE CASE-PILOTE – 17H30	16
3.3. BELLEFONTAINE – 9H45	17
3.4. ANSE TURIN – 14H15.....	18
3.5. ANSE LATOUCHE – 14H30	19
3.6. SAINT-PIERRE – 14H45	19
3.7. LES ABYMES – 15H45.....	23
3.8. ANSE BELLEVILLE – 16H.....	24
3.9. ANSE CERON – 16H15.....	25
4. Observations du 21/09/2017 sur le littoral de la commune de Schoelcher.....	27
4.1. ANSE COLLAT – 9H45.....	27
4.2. ANSE MADAME – 10H30	30
4.3. PLAGES DU BOURG – 10H45	34
4.4. MADIANA – 11H15	37
4.5. CONCLUSION	39
5. Observations du 20/09/2017 (10h15) sur la plage du Carbet	40
5.1. OBSERVATIONS DE L'IMPACT DE LA HOULE CYCLONIQUE (EROSION, DOMMAGES)	41
5.2. PRECISIONS SUR LE TALUS D'EROSION (HAUTEUR, POSITION).....	48
5.3. COMPARAISON DES ETATS DU LITTORAL AVANT ET APRES MARIA	49

5.4. CONCLUSION.....	51
6. Conclusion	53
7. Bibliographie	55

Liste des illustrations

Illustration 1 : Carte de localisation des lieux visités	9
Illustration 2 : Image satellite de Météo France du 18 septembre 2017 à 17h30	12
Illustration 3 : Image radar de Météo France du 18 septembre 2017 à 17h30	12
Illustration 4 : Hauteur significative et direction des vagues simulées (Source : IFREMER).....	13
Illustration 5 : Hauteurs significatives et maximales des vagues du houlographe de Fort-de-France du 18 au 20 septembre 2017	14
Illustration 6 : Hauteurs significatives et maximales des vagues du houlographe de Basse-Pointe du 17 au 20 septembre 2017	14
Illustration 7 : Vue générale sur la plage de Vétiver	15
Illustration 8 : Vue d'ensemble sur le littoral du bourg de Case-Pilote	16
Illustration 9 : Dépôt de sable dans la rue devant Le Shells	16
Illustration 10 : Amas de débris (branches, détritus) en haut de plage	17
Illustration 11 : Vues générales sur la plage de Bellefontaine.....	17
Illustration 12 : Vue sur le talus d'érosion d'1 m de haut devant le cabanon-restaurant.....	18
Illustration 13 : Vues générales de la plage de l'Anse Turin	18
Illustration 14 : Talus d'érosion d'1 m de haut devant le restaurant	19
Illustration 15 : Portion de dalle béton de l'habitation effondrée.....	20
Illustration 16 : Plage dans la partie sud de Saint-Pierre (à gauche) et état de la mer devant la place centrale de Saint-Pierre (à droite).....	20
Illustration 17 : Habitations en bord de plage, au sud du ponton, à Saint-Pierre.....	21
Illustration 18 : Débris sur la place centrale.....	21
Illustration 19 : Ponton endommagé.....	22
Illustration 20 : Vue sur le talus d'érosion dans les remblais et la plage au de galets au sud	22
Illustration 21 : Vue d'ensemble sur la plage des Abymes	23
Illustration 22 : Amas de débris en fond de plage	23
Illustration 23 : Zone au nord du ponton des Abymes.....	24
Illustration 24 : Immersion de la petite plage de l'Anse Belleville	24
Illustration 25 : Vues générales sur l'Anse Céron, en juillet 2017 et après l'ouragan MARIA.....	25
Illustration 26 : Vue générale sur l'Anse Collat (à droite : érosion marquée par les morphologies rythmiques en croissant).....	27
Illustration 27 : Talus d'érosion très reculé laissant apparaître les racines des arbres (1)	28

Illustration 28 : Vue vers le sud du talus de forme localement circulaire (2).....	28
Illustration 29 : Catalpa couché et partiellement déraciné en haut de plage (3).....	29
Illustration 30 : Faible largeur de plage devant le muret dans la partie nord-ouest (4) – Formation du talus d'érosion à 3,7 m en retrait du muret (5).....	29
Illustration 31 : Observations et tracé du talus d'érosion le long de l'Anse Collat.....	30
Illustration 32 : Vue générale sur l'Anse Madame.....	31
Illustration 33 : Partie nord de la plage de largeur réduite et présence de galets (6).....	31
Illustration 34 : Talus d'érosion dans la partie nord de la plage (7).....	32
Illustration 35 : Amas de galets au pied du talus d'érosion constitué d'un mélange de sable fin et de débris végétaux et détritiques (8).....	32
Illustration 36 : Partie sud de la plage à pente forte au niveau de l'estran (9).....	33
Illustration 37 : Observations et tracé du talus d'érosion le long de l'Anse Madame.....	33
Illustration 38 : Vue générale sur la plage du bourg de Schoelcher.....	34
Illustration 39 : Talus d'érosion à l'extrémité nord-ouest de la plage (10).....	34
Illustration 40 : Partie nord de la plage (11).....	35
Illustration 41 : Vue sur les parties centrale et méridionale de la plage et abondance des galets et débris (12).....	35
Illustration 42 : Vue sur la partie sud de la plage (13).....	36
Illustration 43 : Observations et tracé du talus d'érosion le long de la plage du bourg de Schoelcher.....	36
Illustration 44 : Vue générale sur la plage de Madiana.....	37
Illustration 45 : Talus d'érosion de 50 cm constitué de sable fin.....	37
Illustration 46 : Disposition linéaire du talus d'érosion dans la moitié nord de la plage.....	38
Illustration 47 : Observations et tracé du talus d'érosion le long de la plage de Madiana.....	38
Illustration 48 : Tracé du talus d'érosion en fonction de sa hauteur le long des plages de Schoelcher.....	39
Illustration 49 : Localisation des photographies.....	41
Illustration 50 : Impacts de la houle cyclonique sur l'extrémité sud de la plage du Carbet (DSCN6656 et DSCN6666).....	42
Illustration 51 : Hauteur d'1,7 m du talus d'érosion jusqu'au restaurant Kay Jacko en arrière-plan (DSCN6721).....	42
Illustration 52 : Embouchure du petit cours d'eau au sud du ponton (DSCN6741).....	43
Illustration 53 : Profil de plage au sud du ponton (DSCN6743).....	43
Illustration 54 : Ponton de la plage du Carbet endommagé (DSCN6746).....	44
Illustration 55 : Dépôt de débris de toutes sortes après le ponton (DSCN6752).....	44
Illustration 56 : Erosion très marquée devant le restaurant Les Pêcheurs, endommagé (DSCN6766 et DSCN6770).....	45
Illustration 57 : Talus d'érosion haut d'1,5 m devant le Wahoo Café, sévèrement endommagé (DSCN6770).....	45
Illustration 58 : Abondance de galets et blocs émoussés et présence d'un haut talus d'érosion à l'intérieur du Beach Grill (DSCN6777).....	45
Illustration 59 : Cocotier participant à limiter l'érosion (DSCN6791).....	46

Illustration 60 : Cocotiers déracinés au nord de l'embouchure de la rivière du Carbet (DSCN6861)	46
Illustration 61 : Déchaussement du trottoir au bord de la RN2 et de la structure bétonnée devant le carbet (DSCN6828)	47
Illustration 62 : Dégâts sur la chaussée de la RN2 et derrière la route (DSCN6832)	47
Illustration 63 : Observations et tracé du talus d'érosion le long de la plage du Carbet	48
Illustration 64 : Repères photographiques numérotés le long de la plage du Carbet	49
Illustration 65 : Comparaison du tracé du talus d'érosion formé par l'événement MARIA avec les traits de côte relevés en juillet 2017 par DGPS (à gauche, moitié sud – à droite, moitié nord)	50
Illustration 66 : Classification des plages du Nord-Caraïbe en fonction de leur degré d'endommagement par la houle cyclonique générée par l'ouragan MARIA	53

Liste des annexes

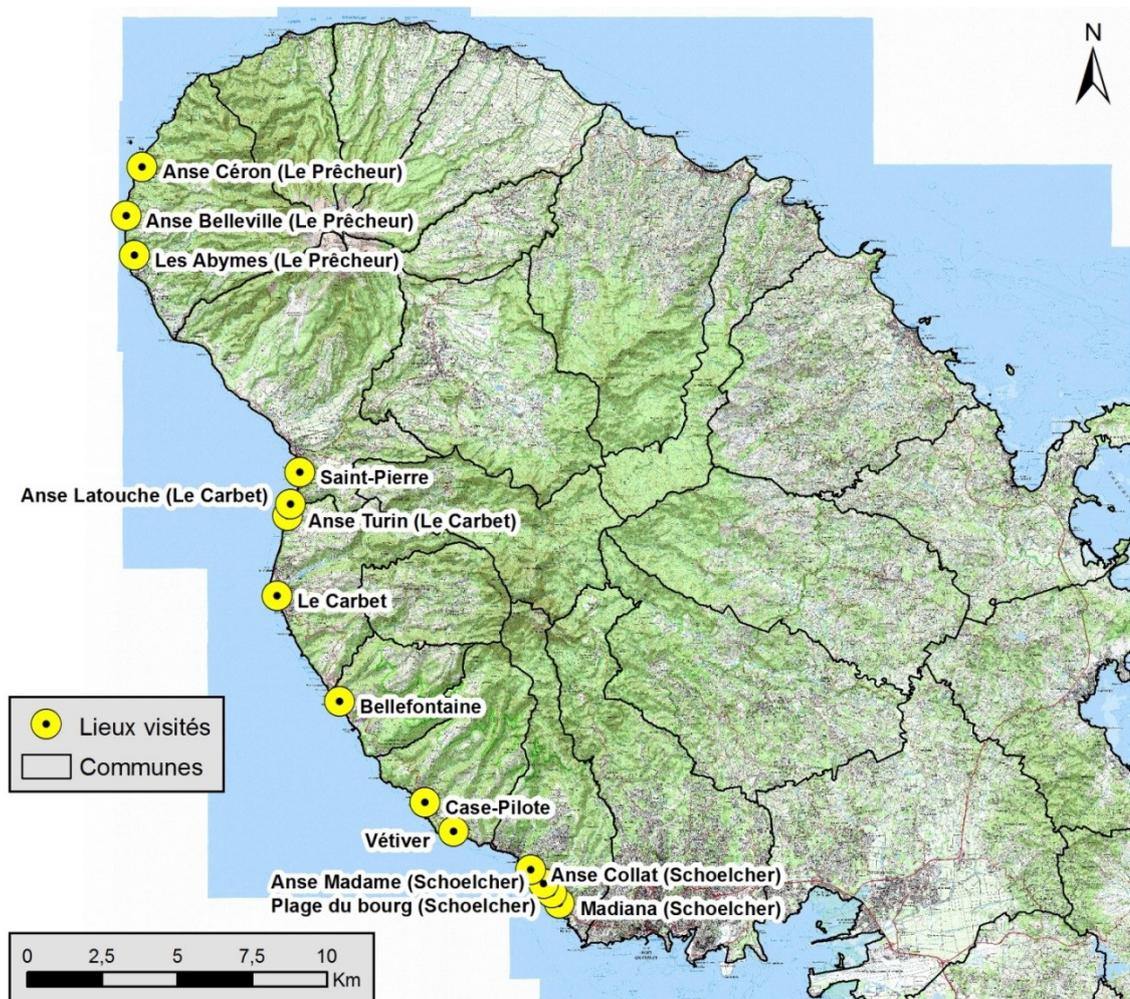
Annexe 1 Bulletin de vigilance météorologique diffusé par Météo-France pour l'ouragan MARIA	57
Annexe 2 Données des houlographes de Fort-de-France et Basse-Pointe du 18 au 20 septembre 2017	61
Annexe 3 Comparaison des états du littoral à Case Pilote en 2007, 2008 et 2017	67
Annexe 4 Comparaison des états du littoral à Bellefontaine en 2007, 2008 et 2017	71
Annexe 5 Comparaison des états du littoral à l'Anse Turin et l'Anse Latouche en 2007, 2008 et 2017	75
Annexe 6 Comparaison des états du littoral aux Abymes en 2007, 2008 et 2017	79
Annexe 7 Comparaison des états du littoral à l'Anse Belleville en juillet et septembre 2017	83
Annexe 8 Comparaison des états du littoral à l'Anse Céron en 2007, 2008 et 2017	85
Annexe 9 Comparaison des états du littoral à Schoelcher en 2014 et 2017	87
Annexe 10 Comparaison des états du littoral au Carbet en août et septembre 2017	91

1. Cadre et objectifs de l'inventaire

Suite au passage de l'ouragan MARIA le 18 septembre 2017, le BRGM est intervenu sur la côte Nord-Caraïbe afin de mener un inventaire des impacts occasionnés par la houle cyclonique sur la partie du littoral martiniquais la plus affectée. Comme pour l'ensemble des épisodes de houle cyclonique précédents, il est important d'intervenir « à chaud » pour recueillir les informations les plus fraîches, si possible avant intervention humaine de remise en état.

Cet inventaire a consisté à visiter 14 sites du littoral Nord-Caraïbe (Illustration 1), au cours des journées de terrain des 20 et 21 septembre 2017 et listés ci-dessous :

- Madiana, plage du bourg, Anse Madame, Anse Collat (Schœlcher) ;
- Vétiver, plage du bourg (Case-Pilote) ;
- Bellefontaine ;
- Plage du Carbet ;
- Anse Turin et Anse Latouche (Le Carbet) ;
- Saint-Pierre ;
- Plage des Abymes, Anse Belleville et Anse Céron (Le Prêcheur).



Source : IGN Scan 25

Illustration 1 : Carte de localisation des lieux visités

Il s'est agi de réaliser sur l'ensemble de ces plages :

- Un reportage photographique détaillé ;
- Des observations des impacts générés (recul de la plage, arbres déracinés, restaurants endommagés, marqueurs d'érosion) ;
- Des mesures de la hauteur du talus d'érosion et des relevés GPS de sa position lorsqu'il est présent.

Les plages de Schoelcher et la plage du Carbet ont fait l'objet d'observations et de mesures plus détaillées.

Le rapport BRGM/RP57555-FR (Barras et Koller, 2010) présentait l'état du littoral de la Martinique un mois après l'ouragan DEAN (17 août 2007) et suite à l'épisode de houle cyclonique OMAR (16 octobre 2008). Le présent rapport est donc également l'occasion de comparer les différents états du littoral en 2007, 2008 et 2017, en reprenant les photographies prises fin septembre 2007, soit un mois après l'ouragan DEAN et mi-octobre 2008, soit un mois après l'ouragan OMAR.

Cette opération est menée à la demande de la DEAL dans le cadre de la mission d'appui et expertise ponctuels multirisques à l'administration.

Les effets observés sont liés à l'effet conjoint de la submersion marine et de l'impact mécanique de la houle.

2. Caractérisation du phénomène

2.1. SAISON CYCLONIQUE 2017

L'ouragan MARIA est la treizième dépression tropicale enregistrée dans le bassin atlantique nord tropical, depuis le début de la saison cyclonique 2017 au mois de juin. En moyenne, environ douze phénomènes cycloniques se produisent chaque année (avec un record en 2005 avec 26 phénomènes cycloniques enregistrés entre début juin avec l'ouragan ARLENE et début décembre avec l'ouragan EPSILON).

La saison cyclonique 2017 est exceptionnelle car il est extrêmement rare d'avoir quatre ouragans majeurs si rapprochés dans le temps dans une même région :

- L'ouragan HARVEY de catégorie 4 qui a frappé le Texas fin août 2017 ;
- L'ouragan IRMA de catégorie 5 qui s'est développé du 29 août au 12 septembre 2017 est l'un des plus puissants ouragans enregistrés dans l'Atlantique nord depuis Hugo en 1989. Il a causé de sévères dégâts dans les îles de Barbuda, Saint-Barthélemy, Anguilla et les îles Vierges, avant d'affecter la côte nord de Cuba et la Floride.
- L'ouragan JOSE de catégorie 4 qui s'est développé du 5 au 22 septembre 2017 passa suffisamment au large des côtes antillaises et nord-américaines pour ne pas accroître les dommages déjà occasionnés par IRMA quelques jours auparavant.

2.2. L'OURAGAN MARIA

Comme les autres ouragans concernant les Antilles, l'ouragan MARIA s'est formé au large de l'Afrique occidentale. L'onde tropicale initialement formée s'est renforcée près de l'arc antillais d'abord en forte tempête tropicale le 17 septembre puis en ouragan de classe 1 le 17 septembre à 12h (heure locale). L'ouragan MARIA s'est finalement rapidement renforcé en ouragan de classe 4 (vents moyens maximum de 215 km/h – rafales à 260 km/h), le 18 septembre à 12h, lors de son passage à 50 km au nord-est de la Martinique, dans le canal de la Dominique. La vigilance cyclonique rouge a été émise par Météo France tôt dans la matinée. En fin de matinée, la vigilance violette correspondant au confinement de la population a été émise par Météo France : le centre de l'ouragan (pression : 959 hPa) se situe alors à environ 80 km à l'est de la Martinique, générant des passages pluvieux fréquents localement d'intensité soutenue et accompagnés de violentes rafales. Le vent souffle assez fort de secteur nord-est. La mer est très forte avec des vagues moyennes de 4 à 4,5 m.

Le pic du phénomène a été atteint mardi 19 septembre à 3h lors de son passage sur l'île de la Dominique, avec une intensification de l'ouragan en catégorie 5 (vents moyens maximum de 260 km/h – rafales à 315 km/h).

Après avoir traversé la Dominique, l'ouragan a poursuivi sa trajectoire au sud-ouest de Basse-Terre de Guadeloupe, en passant à 20 km des Saintes le 19 septembre au matin. Il s'est ensuite dirigé vers Porto Rico, où il est passé le 20 septembre

L'illustration 2 et l'illustration 3 montrent les images satellite et radar du phénomène le 18 septembre, diffusées par Météo France.

En Annexe 1 est présenté le bulletin météorologique de Météo-France indiquant le passage en vigilance violette pour l'ouragan MARIA.

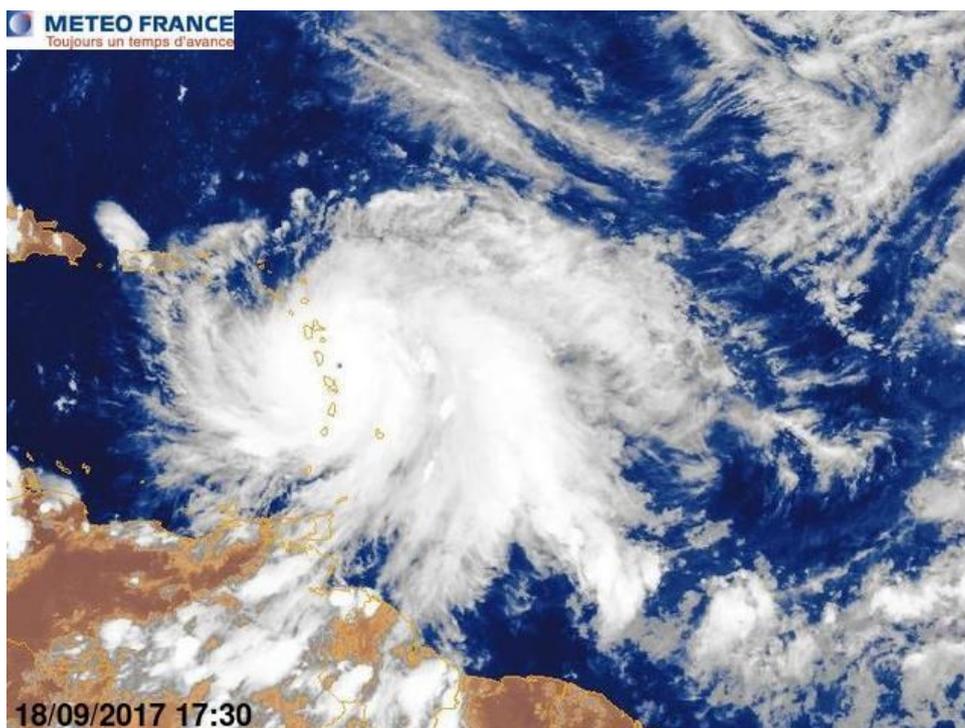


Illustration 2 : Image satellite de Météo France du 18 septembre 2017 à 17h30

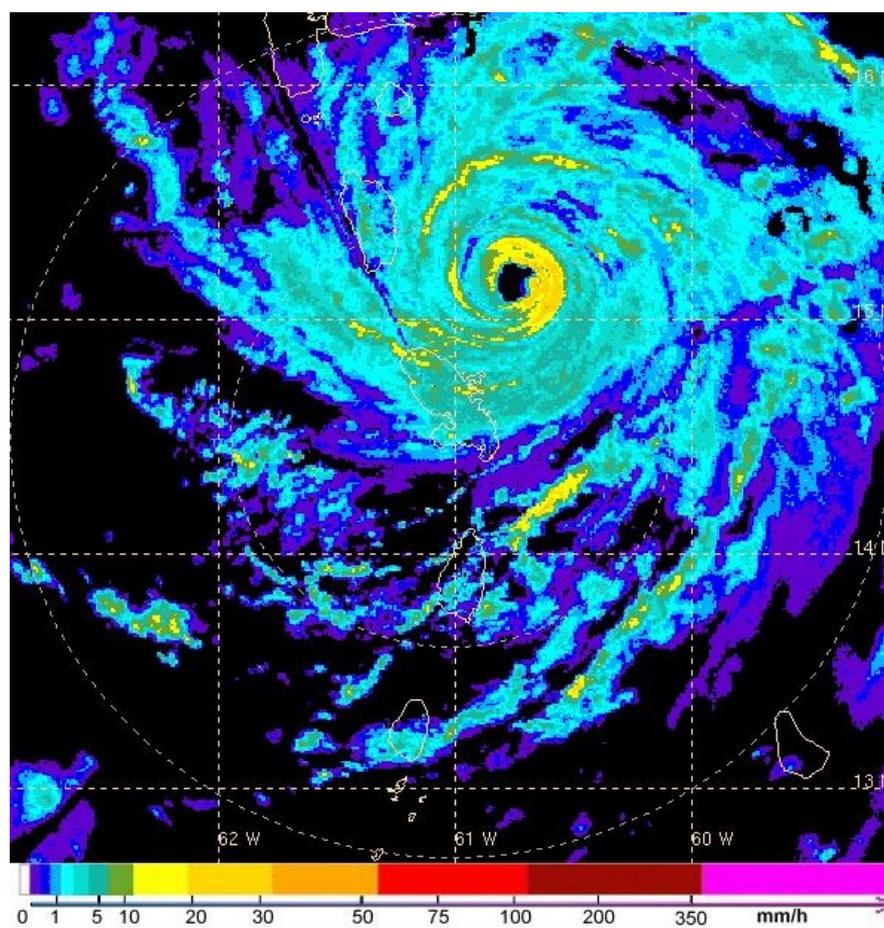


Illustration 3 : Image radar de Météo France du 18 septembre 2017 à 17h30

2.3. HOULE CYCLONIQUE

D'après le bulletin de suivi n°9 de Météo France émis à 15h le 18 septembre 2017 dans le cadre de l'alerte cyclonique de l'ouragan MARIA pour la Martinique, la mer devient très forte en Atlantique et dans le canal de la Dominique. Les creux varient entre 8 et 10 m en moyenne, jusqu'à 15 m maximum. A partir du soir, une forte houle, venue du nord-ouest s'oriente ouest à sud-ouest en soirée : les vagues moyennes montent à 3 m et provoquent de forts déferlements sur les côtes.

L'illustration 4 présente l'évolution de la hauteur significative et de la direction des vagues (mer du vent et houle) pendant le passage de l'ouragan MARIA près des côtes martiniquaises.

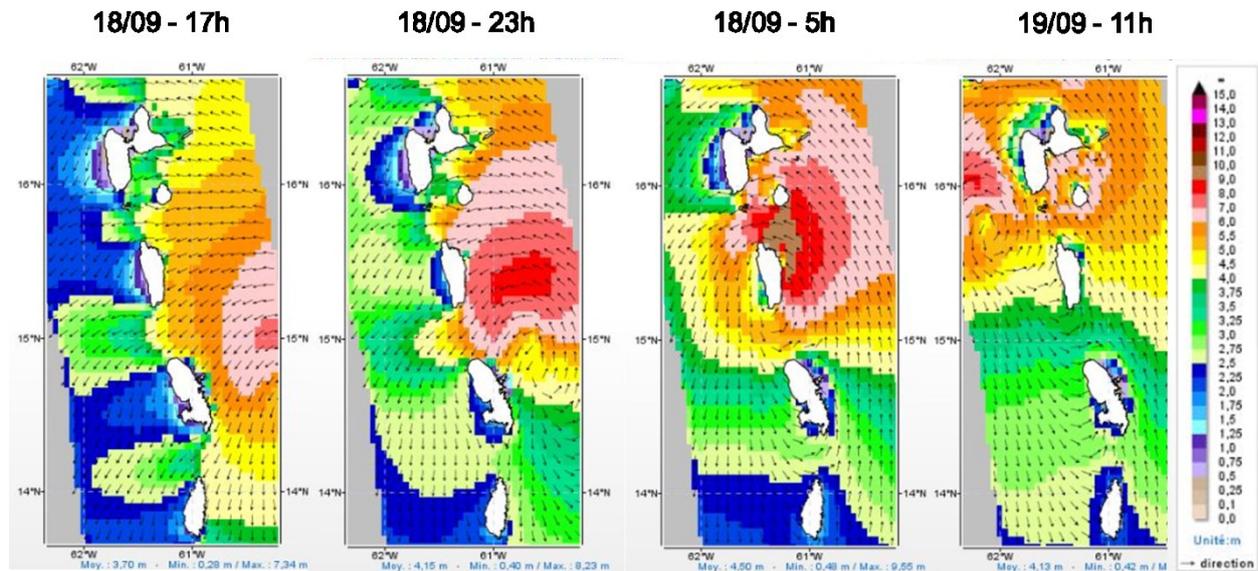


Illustration 4 : Hauteur significative et direction des vagues simulées (Source : IFREMER)

Les houlographes de Fort-de-France et de Basse-Pointe, gérés par le réseau de houlographes CANDHIS, et dont les données sont fournies par le CEREMA, ont enregistré des vagues de hauteur significative¹ de l'ordre de 2 à 3 m à Fort-de-France et de 4 m à Basse-Pointe (dans la période disponible, où les vagues n'avaient pas atteint leur maximum de hauteur). Le détail des données est fourni en Annexe 2.

Les graphiques construits à partir de ces données sont proposés ci-après en Illustration 5 et Illustration 6.

¹ La hauteur $H_{1/3}$ correspond à la hauteur significative, valeur moyenne du tiers supérieur des hauteurs des vagues observées sur une durée de 30 minutes.

La hauteur H_{\max} correspond à la hauteur de la plus grande vague observée sur une période de 30 minutes.

La hauteur H_{m0} correspond à l'estimation de la hauteur significative des vagues à partir du moment d'ordre zéro de la densité spectrale (Source : <http://candhis.cetmef.developpement-durable.gouv.fr/>).

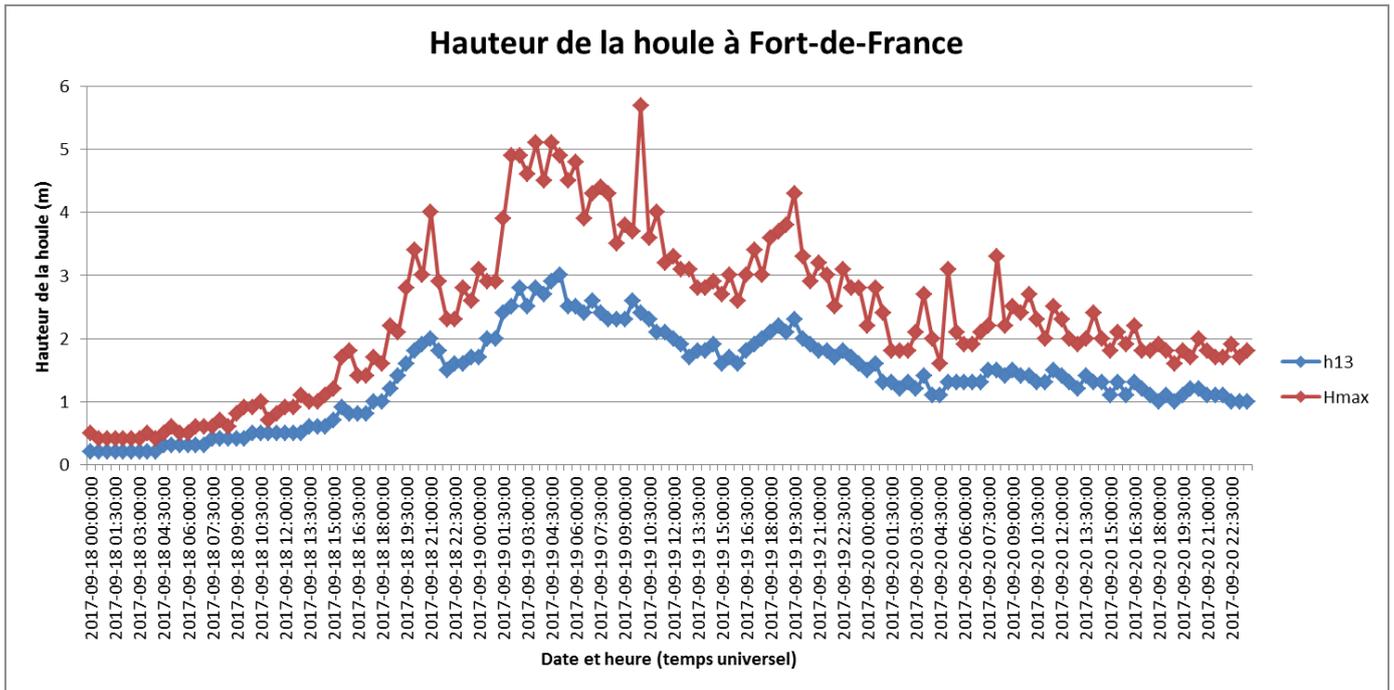


Illustration 5 : Hauteurs significatives et maximales des vagues du houlographe de Fort-de-France du 18 au 20 septembre 2017

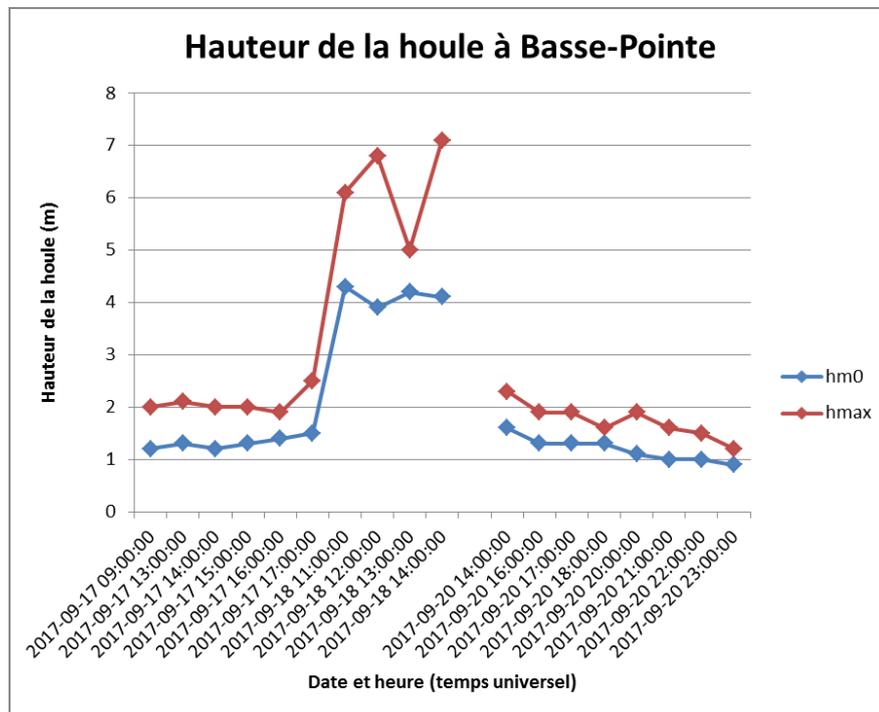


Illustration 6 : Hauteurs significatives et maximales des vagues du houlographe de Basse-Pointe du 17 au 20 septembre 2017

3. Observations du 20/09/2017 sur les plages de la côte Nord-Caraïbe

Les sites visités sont présentés dans l'ordre géographique du sud vers le nord, avec précision de l'heure d'arrivée sur le site.

Pour chacun des sites parcourus seront présentés les observations réalisées, les mesures de talus d'érosion et les dommages occasionnés. Dans la mesure du possible, une comparaison de l'état du littoral sera réalisée pour chaque site entre les trois dates suivantes : juste après l'ouragan MARIA (20 septembre 2017), un mois après un mois après l'ouragan DEAN (fin septembre 2007) et un mois après l'ouragan OMAR (mi-octobre 2008). Une conclusion sur le niveau d'impact (relatif) du site sera formulée.

3.1. VETIVER – 17H45

Un important dépôt de galets a été observé sur la plage de Vétiver (commune de Case-Pilote), essentiellement dans la partie nord. Une faible largeur de plage et une pente assez forte dans la partie sud ont également été constatées (Illustration 7).



Vue vers le nord



Vue vers le sud

Illustration 7 : Vue générale sur la plage de Vétiver

Aucun talus d'érosion n'a été observé sur cette plage. Aucune photographie de cette plage en 2007 et 2008, après DEAN et OMAR n'est disponible pour comparaison.

La plage de Vétiver a subi un faible impact de la houle cyclonique.

3.2. BOURG DE CASE-PILOTE – 17H30

Sur la commune de Case-Pilote, de nombreux débris ont été déposés dans la rue du front de mer ainsi que sur le haut de plage (Illustration 8). Après le passage de l'ouragan MARIA, la plage est moins large qu'après le passage de DEAN (2007) et OMAR (2008) (cf. Annexe 3).



Vue vers le nord



Vue vers le sud

Illustration 8 : Vue d'ensemble sur le littoral du bourg de Case-Pilote

Une quantité non négligeable de sable volcanique sombre grossier s'est déposée en arrière de la plage, dans la rue sur la terrasse du bar-restaurant Le Shells (Illustration 9).



Illustration 9 : Dépôt de sable dans la rue devant Le Shells

La plage du bourg de Case-Pilote a donc subi un impact relativement important de la houle cyclonique.

3.3. BELLEFONTAINE – 9H45

A Bellefontaine, les surverses engendrées par les vagues ont déposé des graviers et bois morts sur le haut de la plage, mais peu de traces subsistent encore puisque les services techniques de la commune de Bellefontaine étaient en train de nettoyer efficacement la plage (Illustration 10).



Illustration 10 : Amas de débris (branches, détritus) en haut de plage

L'illustration 11 offre une vue d'ensemble sur la plage de Bellefontaine, montrant l'énergie encore forte de la mer.

Habituellement, il s'agit d'une plage plutôt sableuse, en particulier au nord du ponton. L'ouragan MARIA accuse donc un départ de sable de la plage.

Un talus d'érosion peu marqué a été observé près du ponton et de l'embouchure du Marigot. Il est absent sur les autres tronçons.



Vue vers le nord



Vue vers le sud

Illustration 11 : Vues générales sur la plage de Bellefontaine

Le ponton a été légèrement endommagé au centre (soulèvement des planches en surface).

Après comparaison des photographies de 2007, 2008 et 2017 en Annexe 4, la largeur de la plage de Bellefontaine juste après le passage de l'ouragan MARIA est encore plus étroite (entre 5 et 10 m) qu'après le passage d'OMAR et DEAN.

La plage de Bellefontaine a ainsi subi un impact modéré de la houle cyclonique.

3.4. ANSE TURIN – 14H15

L'Anse Turin a également subi une érosion marquée par :

- la présence d'un talus d'érosion d'1 m de haut en bordure du restaurant,
- et la forte pente de la plage en pied de talus (Illustration 12 et Illustration 13).



Illustration 12 : Vue sur le talus d'érosion d'1 m de haut devant le cabanon-restaurant



Vue vers le nord



Vue vers le sud

Illustration 13 : Vues générales de la plage de l'Anse Turin

Après comparaison des photographies de 2007, 2008 et 2017 en Annexe 5, on observe que la largeur de la plage juste après le passage de l'ouragan MARIA est encore plus étroite qu'après le passage d'OMAR et DEAN. Néanmoins, ce constat est à nuancer puisque deux jours après l'ouragan MARIA, une surcote² de plusieurs dizaines de centimètres induit un niveau d'eau plus élevé qu'habituellement, contribuant ainsi à l'impression de rétrécissement de la plage.

L'Anse Turin a donc subi un impact important de la houle cyclonique. Peu anthropisée, elle ne présente pas d'enjeux impactés.

3.5. ANSE LATOUCHE – 14H30

L'Anse Latouche est marquée par la présence d'un talus d'érosion d'1,1 m de haut et une pente modérée à forte en pied de talus (Illustration 14). L'Annexe 5 montre qu'après l'ouragan OMAR en 2008, un talus d'érosion était également présent au même endroit, devant la cabane.



Illustration 14 : Talus d'érosion d'1 m de haut devant le restaurant

3.6. SAINT-PIERRE – 14H45

Ci-après sont présentées quelques photographies montrant l'état de la zone littorale de Saint-Pierre le surlendemain de l'ouragan. L'illustration 15 montre l'effondrement d'une portion de dalle béton d'une habitation sur la côte, au sud de la ville.

² La surcote est une augmentation du niveau marin induite par des conditions météorologiques exceptionnelles. La dépression atmosphérique associée à un cyclone entraîne ainsi une augmentation du niveau de la mer. Après le passage du cyclone, le niveau surélevé de la mer décroît progressivement jusqu'à atteindre un retour à la normale au bout de quelques jours.



Illustration 15 : Portion de dalle béton de l'habitation effondrée

L'illustration 16 montre l'état du littoral de Saint-Pierre, au sud sur la plage de galets et au centre près du ponton. On observe, notamment dans la partie sud, une quantité importante de galets déposés sur la plage et l'absence de sable.



Illustration 16 : Plage dans la partie sud de Saint-Pierre (à gauche) et état de la mer devant la place centrale de Saint-Pierre (à droite)

En temps normal, la partie sud de la plage est recouverte de sable, et le niveau de la plage atteint le rez-de-chaussée des habitations de bord de plage (repéré par la ligne jaune sur l'illustration 17). Un départ de sable conséquent (d'environ 1m d'épaisseur) a été généré par la houle cyclonique.



Illustration 17 : Habitations en bord de plage, au sud du ponton, à Saint-Pierre

Sur la place centrale de Saint-Pierre jonchent de nombreux débris de toutes sortes (Illustration 18).



Illustration 18 : Débris sur la place centrale

Le ponton devant la place centrale de Saint-Pierre a été endommagée (planches en bois détériorées), comme le montre l'illustration 19.



Illustration 19 : Ponton endommagé

Un talus de 2,3 m de hauteur, constitué d'un mélange hétérogène de sable, de galets et gros blocs anguleux et de débris anthropiques, a été observé au nord de la ville (Illustration 20), sans que l'on connaisse l'état de ce talus avant MARIA.



Illustration 20 : Vue sur le talus d'érosion dans les remblais et la plage au de galets au sud

La partie côtière du bourg de Saint-Pierre a été assez fortement affectée par la houle cyclonique générée par l'ouragan MARIA, en termes d'érosion. En revanche, en termes d'impact sur les enjeux anthropiques, elle a été peu affectée (dommages mineurs sur les habitations, ponton endommagé, quelques débris végétaux en arrière de la plage).

3.7. LES ABYMES – 15H45

L'illustration 21 propose une vue d'ensemble de la partie sud de la plage des Abymes, composée d'un sable grossier et volcanique de couleur sombre et en pente douce.



Vue vers le nord



Vue vers le sud

Illustration 21 : Vue d'ensemble sur la plage des Abymes

La plage des Abymes (entre le restaurant le Melody et le ponton des Abymes) ne montre pas de marqueur d'érosion particulier et elle semble à l'opposé en accrétion par rapport à 2007 et 2008 (Annexe 6) : elle semble plus large qu'après DEAN et OMAR.

Un amas de débris déposés par les vagues a été observé en fond de plage (Illustration 22).



Illustration 22 : Amas de débris en fond de plage

Au nord du ponton de la plage des Abymes était présente une plage de sable d'une dizaine de mètres de large (jusqu'en bordure gauche de l'illustration 23). Cette photographie, prise le 8 octobre 2017, atteste le départ d'une quantité importante de sable et une immersion de la zone.

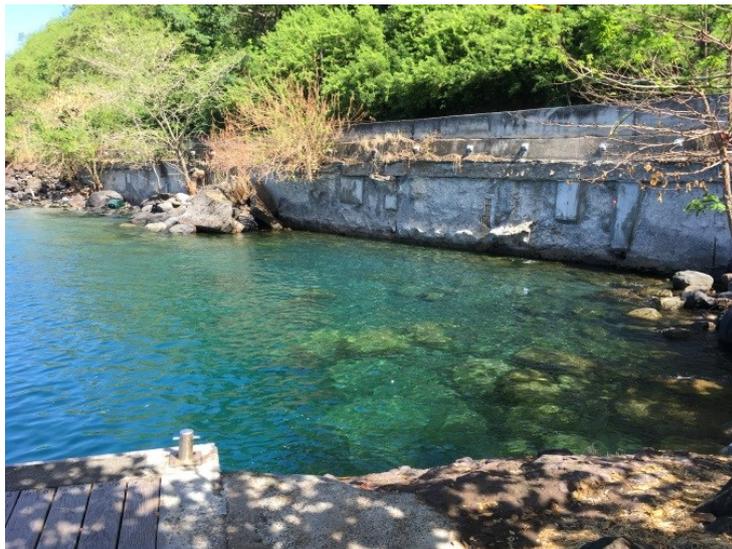


Illustration 23 : Zone au nord du ponton des Abymes

Deux zones peuvent donc être distinguées à la plage des Abymes :

- La partie sud a subi un impact relativement faible de la houle cyclonique, elle semble être stable voire même en accrétion ;
- La partie nord a été marquée par un départ de sable conséquent, ce qui traduit un impact important de la houle cyclonique.

3.8. ANSE BELLEVILLE – 16H

La petite plage d'Anse Belleville, en contrebas d'un virage de la route nationale RN2 et au niveau de l'embouchure d'un cours d'eau a subi un départ massif de sable (d'ordre métrique) conduisant à un enfoncement du profil de plage aujourd'hui immergé, en partie à cause de la surcote due à la houle cyclonique (Illustration 24). La photographie de juillet 2017 présentée en Annexe 7 montre la plage émergée.



Illustration 24 : Immersion de la petite plage de l'Anse Belleville

L'Anse Belleville a ainsi subi un impact relativement important de la houle cyclonique.

3.9. ANSE CERON – 16H15

La largeur de la plage de l'Anse Céron est considérablement plus étroite après MARIA qu'après le passage d'OMAR et DEAN (Annexe 8).

La pente au nord de la plage est élevée, des arbres déracinés ont été observés, au niveau du talus d'érosion formé dans la partie sud de la plage, en limite de végétation (Illustration 25).

Par comparaison avec les photographies prises en juillet 2017 (Illustration 25), avant les épisodes cycloniques, on observe que la largeur de la plage est rétrécie après le passage des ouragans, la pente de la plage est davantage marquée (pas de « plateau » comme en juillet). De plus, un départ de sable s'est fait au sud de la plage laissant place à des galets (photographie en haut à droite de l'illustration 25).



Vue vers le nord (20/09/2017)



Vue vers le sud (20/09/2017)



Vue vers le nord (18/07/2017)



Vue vers le sud (18/07/2017)

Illustration 25 : Vues générales sur l'Anse Céron, en juillet 2017 et après l'ouragan MARIA

L'Anse Céron a donc subi un impact important de la houle cyclonique en termes d'érosion.

4. Observations du 21/09/2017 sur le littoral de la commune de Schoelcher

Les quatre plages de Schœlcher visitées sont présentées dans l'ordre géographique du nord vers le sud, ordre dans lequel elles ont été parcourues.

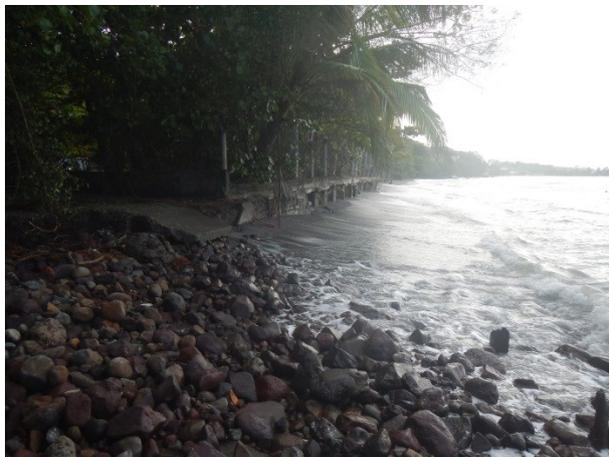
Cette partie présente, pour chaque plage de Schœlcher :

- une description des observations et des constats des dégâts ou marqueurs d'érosion repérés, avec reportage photographique détaillé à l'appui ;
- une carte précisant le tracé du talus d'érosion et sa hauteur par tronçon.

Hormis pour la plage d'Anse Madame, aucune comparaison des états du littoral de Schœlcher entre différentes périodes ne peut être proposée, faute d'archives disponibles.

4.1. ANSE COLLAT – 9H45

La largeur de l'Anse Collat a été fortement réduite suite à la forte houle cyclonique, surtout dans sa partie nord qui se retrouve immergée par le jet de rive, celui-ci atteignant le muret implanté devant l'habitation. La plage est constituée de sable grossier bicolore et ponctuellement recouverte de galets. L'érosion de la plage est marquée d'une part par le talus d'érosion haut d'environ 80 cm en haut de plage et par la présence de morphologies rythmiques en croissant sur toute l'étendue de la plage (Illustration 26).



Vue vers le nord



Vue vers le sud

Illustration 26 : Vue générale sur l'Anse Collat (à droite : érosion marquée par les morphologies rythmiques en croissant)

Les observations qui suivent sont formulées dans le sens de parcours de la plage, du sud-est vers le nord-ouest.

Dans la partie sud de la plage, le talus d'érosion est situé en haut de plage, presque au niveau du mur. La présence de végétation (catalpas, raisiniers, cocotiers) tout le long du haut de plage permet de retenir une partie du sable et limite l'érosion. Sur les secteurs sans végétation, le talus d'érosion est reculé par rapport aux zones pourvues de végétation (cf. Illustration 27 et Illustration 28).



Illustration 27 : Talus d'érosion très reculé laissant apparaître les racines des arbres (1)

Le talus laisse apparaître un sable fin gris, tandis que la pente de transition entre le talus et la plage est pourvue de sable fin noir. Le reste de la plage est en pente douce et est constitué de sable grossier blanc et noir et de quelques galets (Illustration 28).



Illustration 28 : Vue vers le sud du talus de forme localement circulaire (2)

Un catalpa présent au niveau d'un talus naturel rocheux bréchiq ue a été déraciné (Illustration 29).



Illustration 29 : Catalpa couché et partiellement déraciné en haut de plage (3)

L'illustration 30 montre :

- sur la photographie de gauche l'étroite bande de plage restante devant le muret, dans la partie nord-ouest de la plage, étant donné l'avancée du jet de rive ;
- sur la photographie de droite l'important retrait du talus d'érosion en arrière du muret.

A cet endroit, la veille du passage de MARIA, le talus d'érosion atteignait 1 m de hauteur et était situé 1 m devant le muret, suggérant un recul de 5 m de distance sur 1 m de hauteur.



Illustration 30 : Faible largeur de plage devant le muret dans la partie nord-ouest (4) – Formation du talus d'érosion à 3,7 m en retrait du muret (5)

L'illustration 31 ci-dessous synthétise les observations faites sur le site, localise le talus d'érosion et indique les repères des photographies qui précèdent.



Illustration 31 : Observations et tracé du talus d'érosion le long de l'Anse Collat

La plage d'Anse Collat a ainsi subi un fort impact de la houle cyclonique : elle présente une érosion marquée. Néanmoins, la houle cyclonique n'a pas porté atteinte aux enjeux anthropiques de bord de plage (habitations), hormis le départ de sable sur le terrain de l'habitation en nord de plage (Illustration 30).

4.2. ANSE MADAME – 10H30

L'Anse Madame présente une largeur de plage plus réduite et une pente plus douce au nord qu'au sud (Illustration 32). De plus, un talus d'érosion est visible sur une longueur d'environ 40 m dans la partie nord de la plage, tandis qu'il est absent de la partie sud.

Néanmoins, toute la partie sud avait déjà été partiellement déblayée et nettoyée par les services de la commune, masquant éventuellement les traces potentielles d'un talus d'érosion.

La morphologie de la zone sud de la plage semble avoir peu changé, par comparaison des photographies du 21/09/2017 et du 19/05/2014, hors période cyclonique (cf. Annexe 9).



Vue vers le nord



Vue vers le sud

Illustration 32 : Vue générale sur l'Anse Madame

Les observations qui suivent sont exposées dans le sens de parcours de la plage, du nord vers le sud.

La partie nord de la plage est constituée de sable fin grisâtre. Elle présente une faible largeur de plage, un dépôt conséquent de galets en bas de plage (Illustration 33), et des arbres aux racines apparentes.



Illustration 33 : Partie nord de la plage de largeur réduite et présence de galets (6)

Le talus à cet endroit se trouve à 5/6 m devant le muret en arrière de la plage. Un deuxième talus a été observé juste devant le muret. De nombreux débris végétaux et détritiques jonchent le haut de la plage (Illustration 34).



Illustration 34 : Talus d'érosion dans la partie nord de la plage (7)

Devant le bar-restaurant au niveau du repère n°8, se trouve un talus d'érosion isolé constitué de sable fin brunâtre et surmonté d'un tas de débris. Un amas de galets d'est déposé en pied de talus (Illustration 35). La comparaison des photographies de 2014 (hors période cyclonique) et de 2017 (après le passage de l'ouragan MARIA) met en évidence la présence du talus et des dépôts de débris sur la zone nord de la plage, après l'ouragan (cf. Annexe 9).



Illustration 35 : Amas de galets au pied du talus d'érosion constitué d'un mélange de sable fin et de débris végétaux et détritiques (8)

La partie sud de la plage, naturellement beaucoup plus large, est composée d'un sable fin grisâtre et son estran présente une pente relativement forte, contrastant avec une arrière-plage plate (Illustration 36).



Illustration 36 : Partie sud de la plage à pente forte au niveau de l'estran (9)

L'illustration 37 ci-dessous synthétise les observations faites sur le site, localise le talus d'érosion et indique les repères des photographies qui précèdent.



Illustration 37 : Observations et tracé du talus d'érosion le long de l'Anse Madame

Finalement, l'Anse Madame a donc subi un impact relativement modéré de la houle cyclonique, hormis dans sa partie nord qui a été davantage affectée. Les impacts sur les enjeux anthropiques sont négligeables.

4.3. PLAGES DU BOURG – 10H45

La vue sur la plage du bourg de Schoelcher est saisissante, du fait de l'abondance des débris et des repères visuels formés par les parasols en bord de mer habituellement plus distants du jet de rive (Illustration 38).

Bars et restaurants implantés sur l'arrière-plage ont été impactés par la submersion marine générée par la houle cyclonique. D'innombrables débris végétaux et anthropiques jonchent la plage.



Vue vers le nord



Vue vers le sud

Illustration 38 : Vue générale sur la plage du bourg de Schoelcher

La plage a été parcourue du nord-ouest vers le sud-est, les observations ci-dessous suivent cette orientation.

Dans la partie nord-ouest de la plage, un talus d'érosion de 50 cm de haut est observable, environ 2 mètres en avant de la limite de végétation. Il est constitué d'un mélange de sable fin brunâtre, de galets voire blocs de taille pluricentimétrique et de débris (Illustration 39). Le pied de talus est composé d'un sable plus grossier gris à noir.



Illustration 39 : Talus d'érosion à l'extrémité nord-ouest de la plage (10)

L'illustration 40 offre une vue de la partie nord de la plage : l'estran est constitué d'un sable assez fin grisâtre et surmonté de quelques galets et le haut de l'estran recoupé par un talus d'érosion. L'arrière-plage est recouverte de débris.



Illustration 40 : Partie nord de la plage (11)

Dans la partie centrale de la plage, l'implantation des cocotiers délimite le talus d'érosion. Devant le talus sont déposés en abondance des débris, des galets et du sable grossier (Illustration 41). Des morphologies rythmiques en croissant se sont formées dans l'estran.



Illustration 41 : Vue sur les parties centrale et méridionale de la plage et abondance des galets et débris (12)

La partie sud de la plage ne présente pas de talus d'érosion mais est également jonchée de tous types de débris. Les galets déposés sur l'estran sont en moindre abondance (Illustration 42).



Illustration 42 : Vue sur la partie sud de la plage (13)

L'illustration 43 ci-dessous synthétise les observations faites sur le site, localise le talus d'érosion et indique les repères des photographies qui précèdent.



Source : BD Ortho 2010

Illustration 43 : Observations et tracé du talus d'érosion le long de la plage du bourg de Schoelcher

Ainsi, la plage du bourg de Schoelcher a subi un fort impact de la houle cyclonique, tant d'un point de vue de l'érosion naturelle, que des dommages aux enjeux (bars, restaurants).

4.4. MADIANA – 11H15

La plage de Madiana est composée de sable fin et quelques galets se sont déposés sur l'estran, en pied de talus. La moitié nord-ouest de la plage a été affectée par la formation d'un talus d'érosion d'environ 50 cm de haut. La largeur de la plage est quasiment constante sur toute sa longueur (Illustration 44).



Vue vers le nord



Vue vers le sud

Illustration 44 : Vue générale sur la plage de Madiana

D'une hauteur de 50 cm, le talus d'érosion laisse apparaître un litage du sable, de granulométrie globalement homogène et fine, et de couleur grisâtre à noire (Illustration 45).



Illustration 45 : Talus d'érosion de 50 cm constitué de sable fin

En pied de talus sont déposés une quantité de débris essentiellement végétaux et quelques galets (Illustration 46). Le talus se situe à une distance comprise entre 1 et 4 m de l'implantation des cocotiers.



Vue vers le nord



Vue vers le sud

Illustration 46 : Disposition linéaire du talus d'érosion dans la moitié nord de la plage

L'illustration 47 ci-dessous synthétise les observations faites sur le site, localise le talus d'érosion et indique les repères des photographies qui précèdent.



Illustration 47 : Observations et tracé du talus d'érosion le long de la plage de Madiana

La plage de Madiana a donc subi un impact relativement faible de la houle cyclonique générée par l'ouragan MARIA.

4.5. CONCLUSION

L'illustration 48 ci-dessous présente le tracé du talus d'érosion et sa hauteur par tronçon, d'après les relevés effectués par GPS sur les quatre plages de la commune de Schœlcher.

Un talus d'érosion s'est constitué sur l'ensemble des plages, pour une hauteur variant de 25 cm à 1 m. Le talus d'érosion le plus marqué, en termes d'étendue et de hauteur, a été observé à l'Anse Collat.

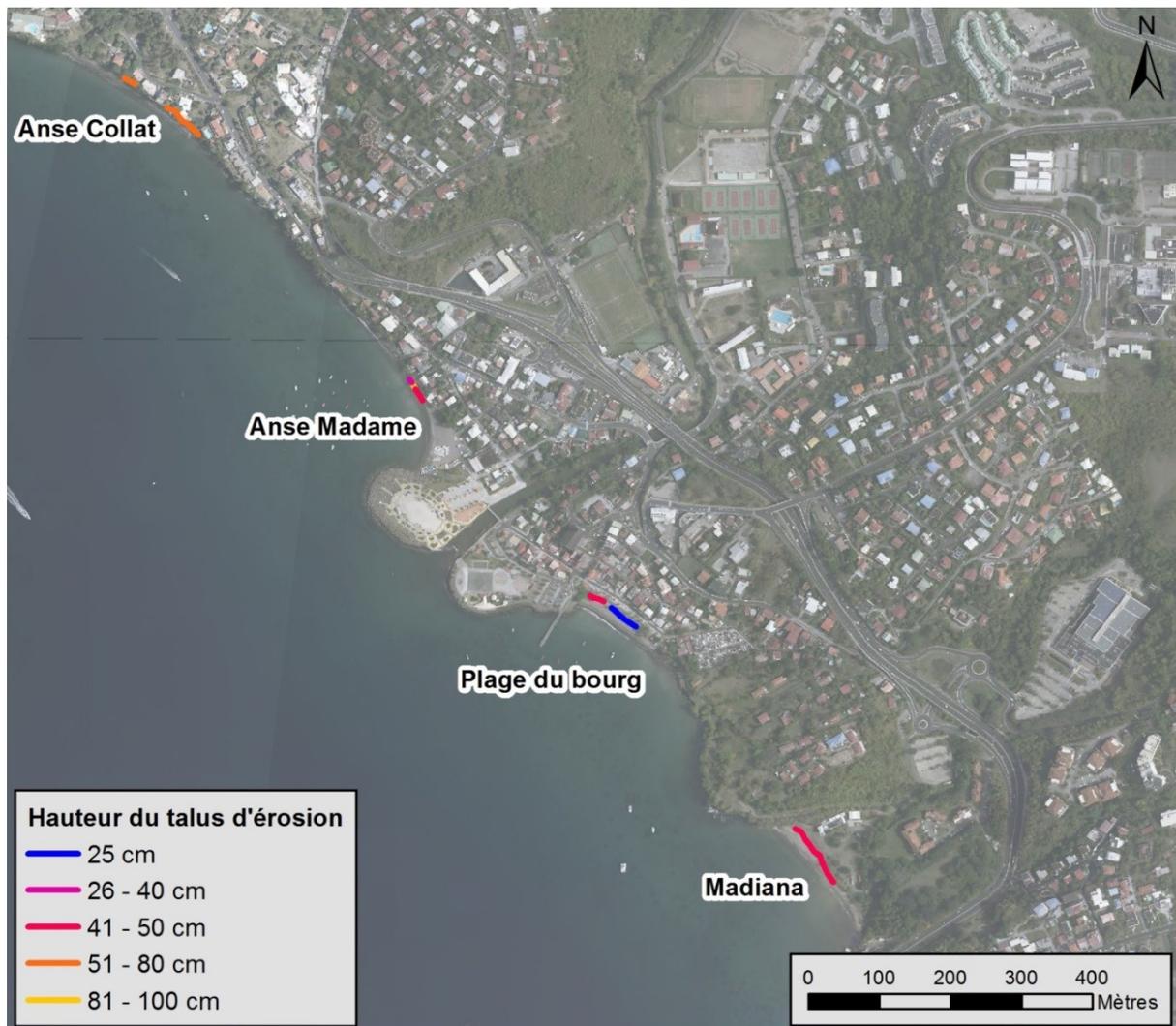


Illustration 48 : Tracé du talus d'érosion en fonction de sa hauteur le long des plages de Schoelcher

Ainsi, les plages de Schœlcher peuvent être divisées en trois groupes, en fonction de l'impact relatif de la houle cyclonique qu'elles ont subi :

- L'Anse Madame et la plage de Madiana ont subi un impact faible à modéré de la houle cyclonique ;
- L'Anse Collat a subi un fort impact de la houle cyclonique, essentiellement en termes d'érosion ;
- La plage du bourg de Schoelcher a subi un fort impact de la houle cyclonique, tant en termes d'érosion qu'en termes de dommages aux enjeux anthropiques.

5. Observations du 20/09/2017 (10h15) sur la plage du Carbet

Etant donné l'étendue de la plage du Carbet (2 km linéaires parcourus) et le fort niveau d'impact de la houle cyclonique sur cette plage, une expertise plus détaillée a été menée et fait l'objet de ce chapitre. La plage a été parcourue du sud vers le nord, et les observations menées seront présentées selon cette orientation.

Cette partie présente :

- une description des observations et des constats des dégâts ou marqueurs d'érosion repérés, avec reportage photographique détaillé à l'appui ;
- des cartes précisant le tracé du talus d'érosion et sa hauteur par tronçon ;
- la comparaison des états du littoral à l'aide de photographies prises aux dates suivantes : avant les ouragans IRMA et JOSE (août 2017), après le passage de ces ouragans (mi-septembre 2017) et après le passage de MARIA (fin septembre 2017).

5.1. OBSERVATIONS DE L'IMPACT DE LA HOULE CYCLONIQUE (EROSION, DOMMAGES)

Pour compléter les photographies de l'Annexe 10, d'autres photographies, dont la localisation est indiquée sur l'illustration 49, sont proposées ci-après.

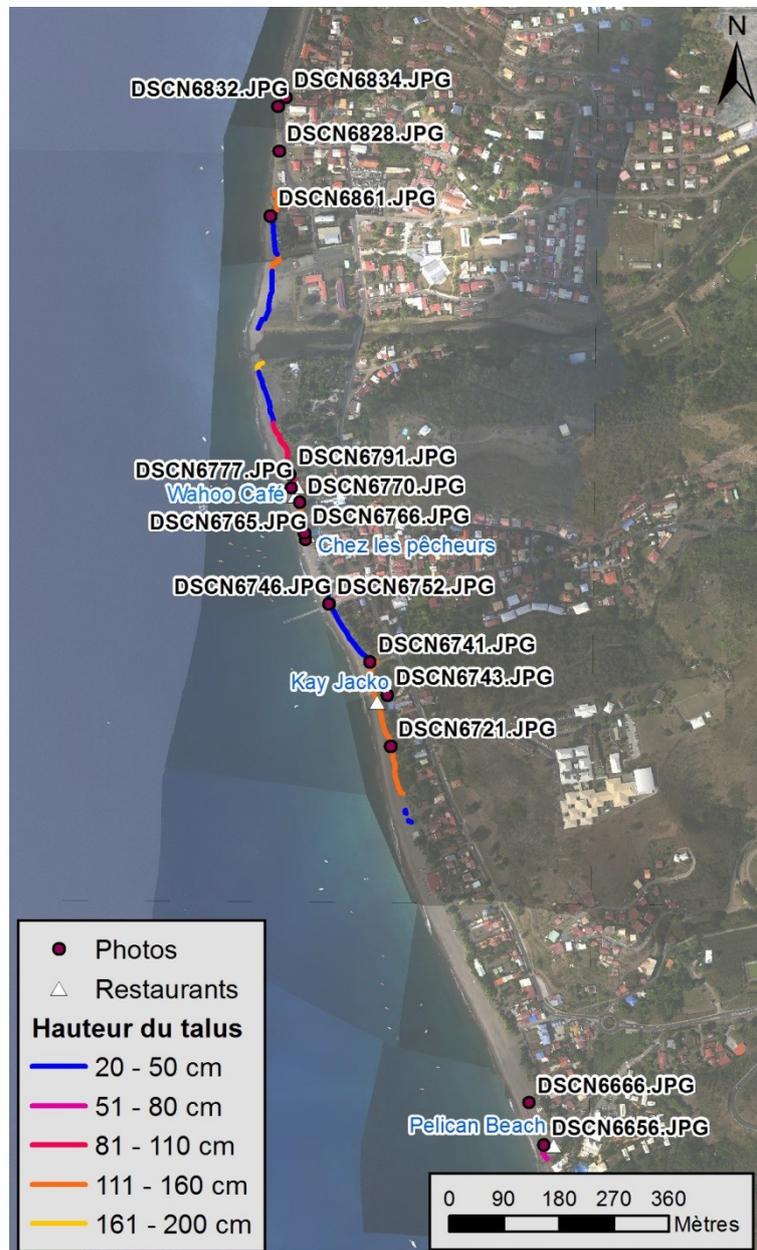


Illustration 49 : Localisation des photographies

Comme le montre l'illustration 50, au sud de la plage, les restaurants de bord de mer ont subi des dégâts, la largeur de la plage a diminué et certains arbres ont été affectés (arbre déraciné).



Illustration 50 : Impacts de la houle cyclonique sur l'extrémité sud de la plage du Carbet (DSCN6656 et DSCN6666)

Au sud du restaurant Kay Jacko, la largeur de la plage est rétrécie, de nombreux galets sont déposés au pied du talus d'érosion qui atteint une hauteur de 1,7 m, en limite de la végétation. L'érosion de la plage a engendré le déracinement du raisinier situé au niveau de Kay Jacko. Au pied du talus, la pente de la plage est assez douce (Illustration 51).



Illustration 51 : Hauteur d'1,7 m du talus d'érosion jusqu'au restaurant Kay Jacko en arrière-plan (DSCN6721)

Au niveau de l'embouchure du petit cours d'eau (sans toponyme sur la carte IGN) situé au sud du ponton, une quantité de débris végétaux et de détritus jonchent le sol (Illustration 52).



Illustration 52 : Embouchure du petit cours d'eau au sud du ponton (DSCN6741)

Entre l'embouchure du petit cours d'eau et le ponton, la plage présente un talus d'érosion dont la hauteur varie de 20 à 50 cm et dont la limite se situe juste devant les cocotiers dont les racines ont été mises à nu (Illustration 53). Au pied de ce talus, la pente de la plage est modérée.



Illustration 53 : Profil de plage au sud du ponton (DSCN6743)

Le ponton se trouvant au centre de la plage du Carbet a été endommagé (soulèvement des planches en bois), comme le montre l'illustration 54.



Illustration 54 : Ponton de la plage du Carbet endommagé (DSCN6746)

Juste après le ponton, au nord de celui-ci, une importante quantité de débris de toutes sortes, charriée par les vagues, s'est déposée (Illustration 55).



Illustration 55 : Dépôt de débris de toutes sortes après le ponton (DSCN6752)

Au nord du ponton, l'érosion est très marquée devant la série de restaurants de bord de mer qui ont été sévèrement affectés par le déferlement des vagues et l'érosion de la plage. Chez Les Pêcheurs, un important volume de sable s'est déposé sur le plancher du restaurant, sur une hauteur d'environ 50 cm, mesurable au niveau du talus à l'intérieur même de la structure du restaurant (Illustration 56). Le recul de la plage est très marqué dans cette zone et aisément repérable du fait de la présence des restaurants comme repères.

De même, l'illustration 57 montre un talus d'érosion d'1,5 m de haut traversant la structure du Wahoo Café complètement démolie, et laissant affleurer les racines du cocotier.

L'illustration 58 offre une vue similaire du restaurant Beach Grill voisin du Wahoo Café. Les galets et blocs arrondis abondent devant ces restaurants, en pied de talus.



Illustration 56 : Erosion très marquée devant le restaurant Les Pêcheurs, endommagé (DSCN6766 et DSCN6770)



Illustration 57 : Talus d'érosion haut d'1,5 m devant le Wahoo Café, sévèrement endommagé (DSCN6770)



Illustration 58 : Abondance de galets et blocs émoussés et présence d'un haut talus d'érosion à l'intérieur du Beach Grill (DSCN6777)

Plus au nord des restaurants, le talus d'érosion atteint sa hauteur maximale (1,8 m). Les cocotiers participent aussi à maintenir le sable de la plage (Illustration 59) puisque le talus d'érosion est limité au niveau des racines des cocotiers, alors que de part et d'autre il se trouve en position reculée. Le jet de rive atteint le talus d'érosion dans cette zone. Au pied du talus se sont déposées de nombreux galets.



Illustration 59 : Cocotier participant à limiter l'érosion (DSCN6791)

Au nord de l'embouchure de la rivière du Carbet, plusieurs cocotiers ont été déracinés à cause de l'érosion induite par la houle cyclonique (Illustration 60). Le talus d'érosion est haut d'environ 50 cm sur cette portion.



Illustration 60 : Cocotiers déracinés au nord de l'embouchure de la rivière du Carbet (DSCN6861)

L'énergie des vagues qui ont déferlé sur le littoral a abouti au déchaussement du trottoir en bordure de la RN2 et à l'affaissement du bout de la structure bétonnée devant le carbet ainsi que de la statue (Illustration 61). La chaussée de la route nationale RN2 est sous-cavée par endroits.



Illustration 61 : Déchaussement du trottoir au bord de la RN2 et de la structure bétonnée devant le carbet (DSCN6828)

En arrière de la chaussée, des dégâts ont également été occasionnés sur les habitations, la végétation et les réseaux électrique et téléphonique, avec la chute de poteaux sur les habitations (Illustration 62).



Illustration 62 : Dégâts sur la chaussée de la RN2 et derrière la route (DSCN6832)

5.2. PRECISIONS SUR LE TALUS D'ÉROSION (HAUTEUR, POSITION)

Des mesures de la hauteur et de la position (relevés GPS) du talus d'érosion, dans les zones où il s'était formé, ont été réalisées tout le long de la plage du Carbet. L'ensemble de ces mesures et les observations réalisées sur cette plage sont synthétisées sur l'illustration 63.

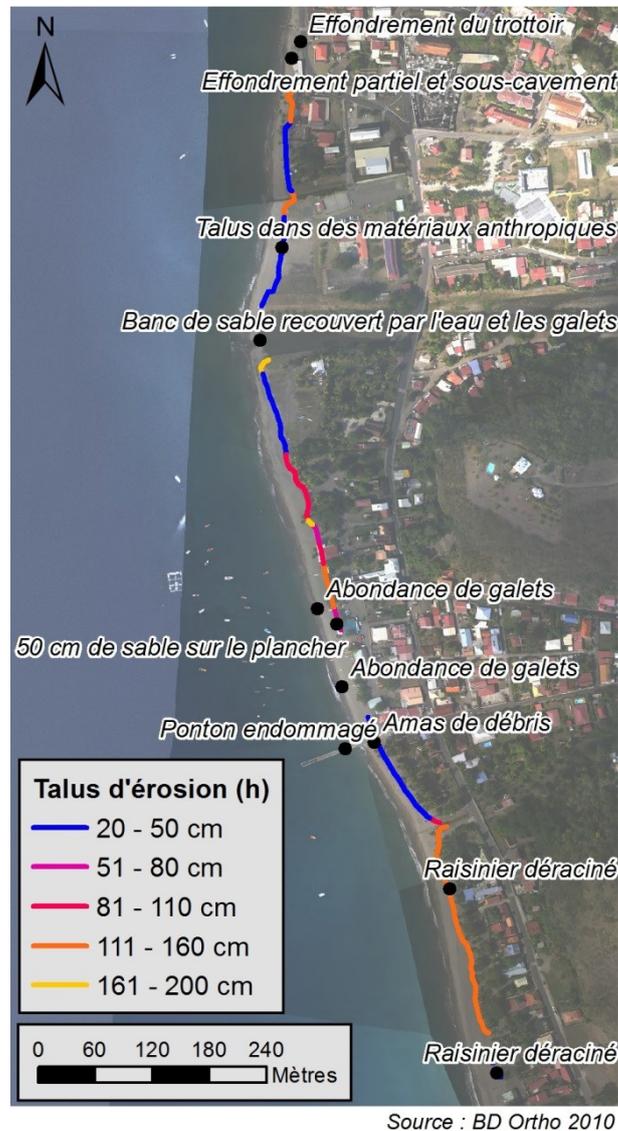


Illustration 63 : Observations et tracé du talus d'érosion le long de la plage du Carbet

Le talus d'érosion a été observé sur quasiment toute la partie centrale et septentrionale de la plage :

- sur une longueur de 340 m au sud du ponton (plage du Coin) ;
- sur une longueur de 300 m de longueur entre le ponton et l'embouchure de la rivière du Carbet ;
- sur une longueur de 240 m au nord de l'embouchure de cette même rivière.

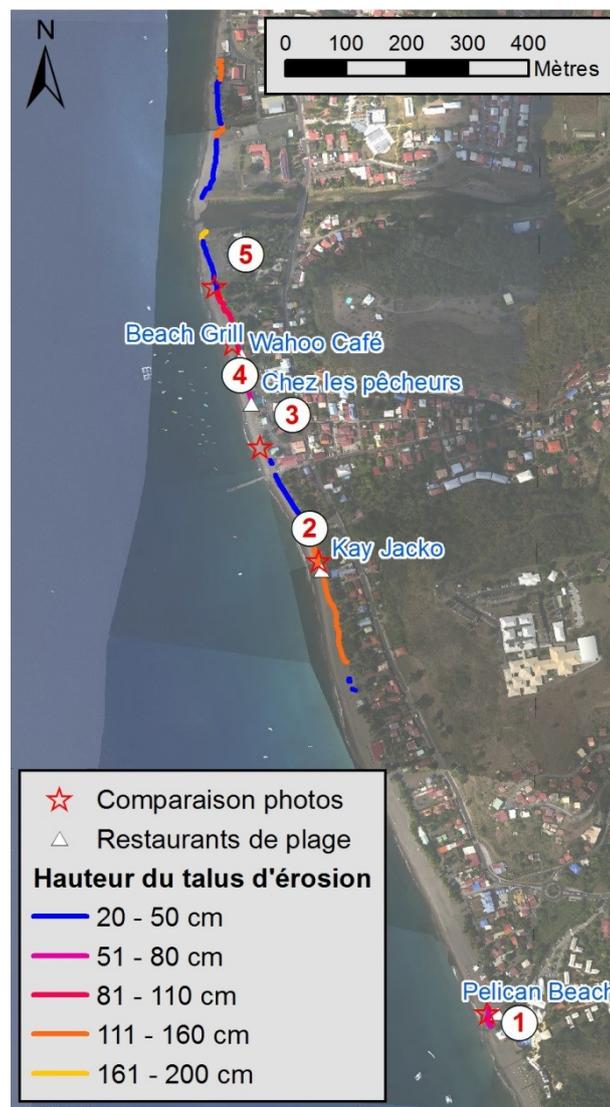
Dans la partie méridionale, le talus d'érosion apparaît uniquement devant le restaurant Pelican Beach, sur une longueur de 30 m (Illustration 64).

Les hauteurs des talus observés varient entre 20 cm et 2 m selon les endroits. Les hauteurs de talus maximales repérées se trouvaient à 120 m au sud du ponton, sur une portion de 220 m de long passant devant le restaurant Kay Jacko, et devant les bars et restaurants Chez les Pêcheurs, Wahoo Café et Beach Grill, qui ont tous été endommagés par les effets de la houle cyclonique.

5.3. COMPARAISON DES ETATS DU LITTORAL AVANT ET APRES MARIA

Les repères numérotés sur l'image de gauche de l'illustration 64 correspondent aux localisations des photographies prises successivement :

- (1) le 22 août 2017 avant le passage des ouragans ;
- (2) le 12 septembre 2017 après le passage des ouragans IRMA et JOSE ;
- (3) le 20 septembre 2017, après le passage de l'ouragan MARIA.



Source : BD Ortho 2010

Illustration 64 : Repères photographiques numérotés le long de la plage du Carbet

Ces photographies sont proposées et commentées en Annexe 10.

Elles illustrent le fort impact de la houle cyclonique générée par l'ouragan MARIA sur le littoral du Carbet : important recul de la plage, hauteurs maximales du talus d'érosion impressionnantes, dégâts occasionnés sur les restaurants de plage.

En résumé, on observe entre le 22 août et le 12 septembre : un engraissement de la partie sud (points d'observation 1 et 2) au détriment d'un recul de la partie nord (points d'observation 3, 4 et 5). Ces modifications sont liées au passage des ouragans IRMA et JOSE. Entre le 12 et le 20 septembre, la plage présente des marqueurs d'érosion, associés au passage de l'ouragan MARIA, à tous les points d'observations.

Les impacts provoqués par MARIA sur la morphologie de la plage du Carbet ont également pu être évalués avec précision par comparaison des mesures GPS du 20 septembre 2017 avec le levé topographique précis réalisé le 4 juillet 2017 lors de la première campagne de suivi du trait de côte, représenté par trois indicateurs différents (jet de rive, limite de végétation et pied du talus d'érosion éventuel), menée dans le cadre de la convention DEAL BRGM Littoral 2017. L'illustration 65 illustre cette comparaison.

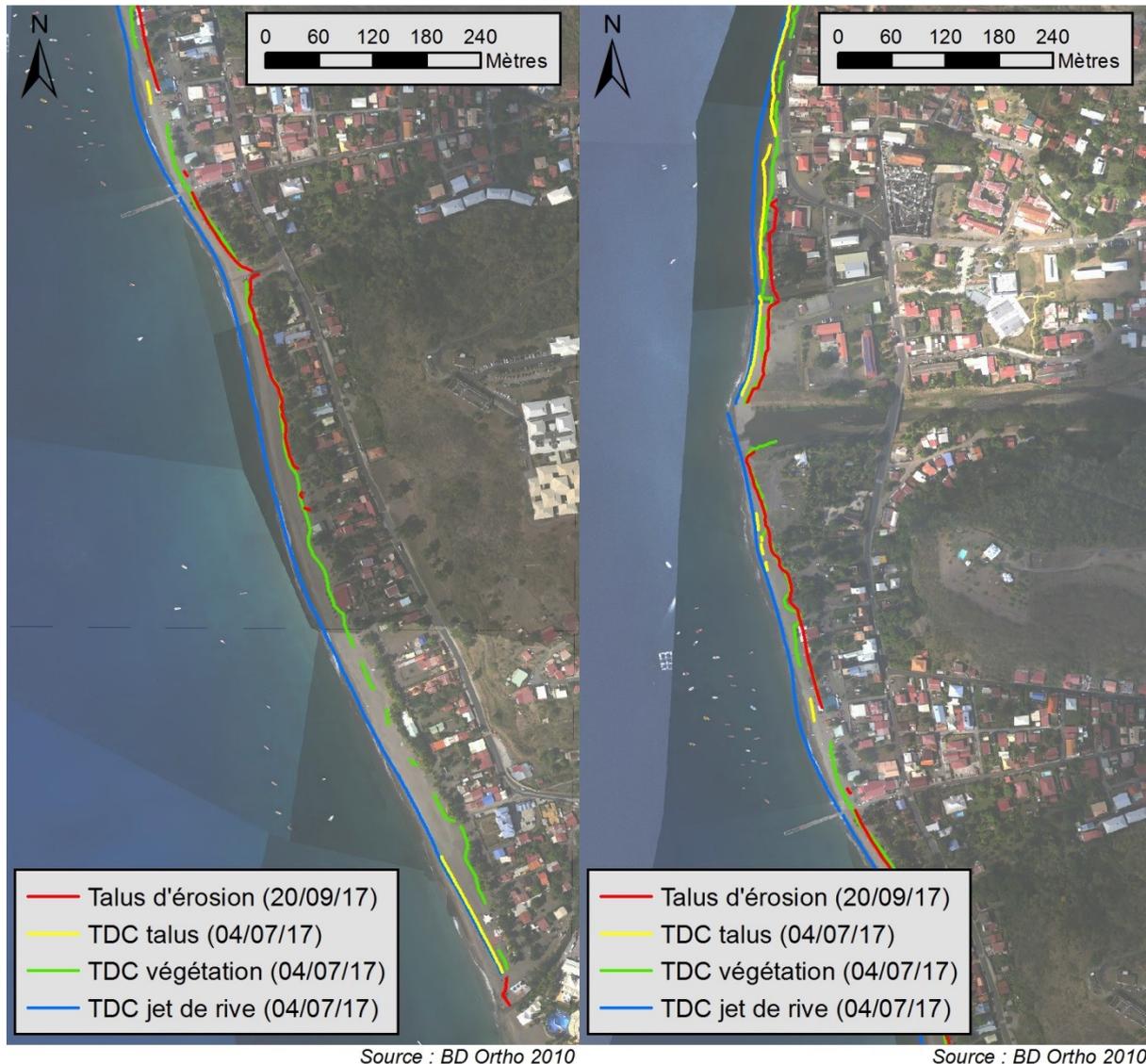


Illustration 65 : Comparaison du tracé du talus d'érosion formé par l'événement MARIA avec les traits de côte relevés en juillet 2017 par DGPS (à gauche, moitié sud – à droite, moitié nord)

On constate que le talus d'érosion généré par le passage de l'ouragan MARIA présente un fort recul (estimé à 14 m au maximum au sud de l'embouchure de la rivière du Carbet) par rapport aux talus relevés en juillet 2017, notamment dans la partie nord. Ce talus correspond relativement bien au trait de côte végétation de juillet 2017 : ce constat s'explique probablement par le fait que la végétation, par son système racinaire, participe à retenir le sable et représente un facteur limitant de l'érosion. Le talus d'érosion est donc généralement situé en limite des systèmes racinaires des arbres et laisse apparaître les racines.

5.4. CONCLUSION

La plage du Carbet a été fortement affectée par la houle cyclonique générée par l'ouragan MARIA :

- Les plus hauts talus d'érosion (2 m) du littoral Nord-Caraïbe formés au cours de l'épisode cyclonique ont été relevés sur cette plage ;
- Le talus d'érosion est présent sur toute la partie centrale et septentrionale de la plage, soit sur une longueur cumulée de 910 m ;
- Outre la présence du talus d'érosion, de nombreux autres marqueurs d'érosion ont été observés (recul et modification de la pente de la plage, départ de sable laissant affleurer des galets, arbres déracinés) ;
- De nombreux débris végétaux jonchent l'arrière-plage ;
- D'importants dommages ont été causés aux enjeux anthropiques du bord de plage (restaurants, bars).

6. Conclusion

L'ensemble des plages observées sur la côte Nord-Caraïbe a subi un impact de la houle cyclonique générée par le passage de l'ouragan MARIA. Le degré d'impact a pu être catégorisé en trois classes (faible, modéré et fort), en fonction de la quantité et de l'intensité des marqueurs d'érosion et de la présence ou non d'enjeux anthropiques sur les sites.

L'illustration 66 propose une carte synthétique des plages du Nord-Caraïbe classées en fonction de l'intensité d'impact (relative) de la houle cyclonique observée sur ces plages.

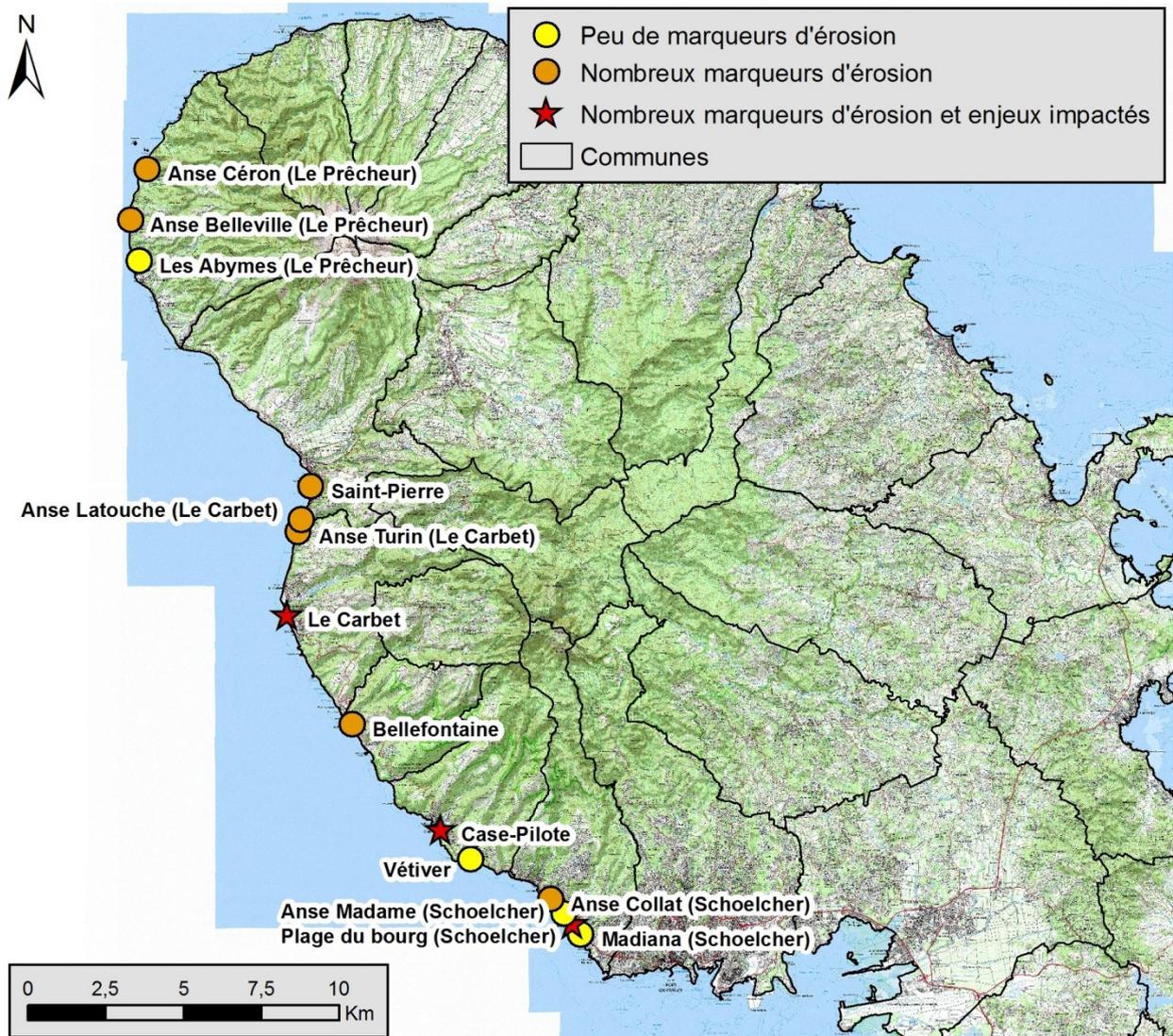


Illustration 66 : Classification des plages du Nord-Caraïbe en fonction de leur degré d'endommagement par la houle cyclonique générée par l'ouragan MARIA

Les plages de Madiana et Anse Madame (Schœlcher), de Vétiver (Case-Pilote) et de la partie sud de la plage des Abymes (Le Prêcheur) présentent peu de marqueurs d'érosion. Elles ont ainsi subi un impact relativement faible de la houle cyclonique.

Les plages d'Anse Collat (Schœlcher), Bellefontaine, Anse Turin et Anse Latouche (Le Carbet), la partie nord de la plage des Abymes, Anse Belleville et Anse Céron (Le Prêcheur) présentent soit de nombreux marqueurs d'érosion, soit des marqueurs d'érosion de fort degré (très haut talus d'érosion par exemple) ; elles ont ainsi subi un impact modéré à important de la houle cyclonique. Il est à noter qu'hormis la plage de Bellefontaine, ces plages sont peu ou pas anthropisées et présentent par conséquent des enjeux moindres que les plages de la catégorie suivante.

Enfin, les plages du bourg de Schœlcher et du bourg de Case-Pilote et la plage du Carbet, en particulier, présentent des marqueurs d'érosion importants. Sur ces sites anthropisés, les enjeux associés à ces plages (essentiellement restaurants, bars) ont subi des dommages. Ces plages ont ainsi subi un fort impact de la houle cyclonique.

L'évaluation du temps de retour à la normale (ou à un état d'équilibre) serait intéressante à définir, afin de connaître le potentiel de résilience de ces plages. Cette étude permet également de pointer l'intérêt et la nécessité d'établir un suivi régulier du littoral pour :

- avoir des points de repères temporels permettant de comparer les états du littoral à différentes dates (par exemple avant et après la saison cyclonique, ou avant et après des événements météorologiques) ;
- caractériser au mieux la dynamique des plages.

7. Bibliographie

Amis G., Kergadallan X., Le Berre A., Sanquer R. (2011) – Fiches synthétiques de mesure des états de mer – Détail des traitements – Rapport du Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable des Transports et du Logement.

Barras A.V. (2008) – Inventaire des impacts de la houle cyclonique OMAR (16 octobre 2008) sur la côte caraïbe de la Martinique – Compte-rendu du 18/10/2008.

Barras A.V., Koller M.M. (2010) – Etat du littoral de la Martinique un an après le cyclone DEAN (17 août 2007) et suite à l'épisode de houle cyclonique OMAR (16 octobre 2008). Rapport BRGM/RP-57555-FR. 61 p., 48 ill., 4 ann. Hors rapport.

Barras A.V., Koller M.M. (2010) – Etat du littoral de la Martinique un an après le cyclone DEAN (17 août 2007) et suite à l'épisode de houle cyclonique OMAR (16 octobre 2008). Rapport annexes BRGM/RP-57555-FR, 242 p.

Annexe 1

Bulletin de vigilance météorologique diffusé par Météo-France pour l'ouragan MARIA



Centre Météorologique
de MARTINIQUE

Bulletin de suivi n° 8 pour la Martinique
du Lundi 18 septembre 2017 à 11h46 légales (soit 15:46 UTC)
Episode n°22

Niveau de vigilance : VIOLET

Danger : Cyclone

Validité :

Début d'événement : En cours

Fin estimée : Mercredi 20 septembre en journée.

Situation en cours :

Ouragan de catégorie 3 MARIA

Position estimée le 18-09-2017 à 15 UTC : 14.7 N 60.1 W.

Distance de la Martinique au centre du phénomène cyclonique : 97 km

Déplacement : ouest-nord-ouest 285 degrés à 17 km/h - Pression au centre : 959 hPa

Vent max sur 1 mn : 105 nœuds Rafales : 130 nœuds

L'ouragan MARIA est devenu CATÉGORIE 3. A 11 heures, son centre se situe à environ 80 km à l'Est de la Martinique. Il génère des passages pluvieux fréquents localement d'intensité soutenue et accompagnés de violentes rafales. Le vent souffle assez fort de secteur Nord-Est. La mer est très forte dans des vagues moyennes de 4 mètres à 4m50.

Prévisions :

MARIA va transiter le long de la façade atlantique tout au long de l'après-midi.

Pour la mer :

En Atlantique et dans le canal de la Dominique, la mer se creuse et devient très grosse : les creux varient entre 8 et 10 mètres en moyenne, jusqu'à 15 mètres au maximum. Amélioration en seconde partie de nuit avec une mer très forte autour de 6 mètres. Dans le canal de Sainte Lucie, les vagues ne dépasseront pas les 5 mètres en moyenne.

En Caraïbe, la dégradation est attendue à partir de ce soir. Une forte houle, venue du Nord-Ouest,

s'orientera au Sud-Ouest : les vagues passeront alors de 2m50 à 3 mètres et provoqueront de forts déferlements sur les côtes.

Pour le vent :

Le vent de Nord-Est à Nord se renforce fortement : les violentes rafales varient entre 130 et 150 km/h, mais jusqu'à 200 km/h sur la moitié Nord, y compris la côte Nord-Atlantique. Le vent tournera au Nord-Ouest cet après-midi, puis au Sud cette nuit.

Pour les fortes pluies et orages :

Les passages pluvieux deviendront de plus en plus fréquents en gagnant en intensité et en durée. Par endroit, ces pluies seront orageuses. Le cumul des précipitations prévus pour les prochaines 24h varient entre 180 et 250 mm sur la moitié Nord et 80 à 180 mm sur le reste de l'île.

Données observées :

Houlographe de Basse Pointe : creux moyens estimés 4m, jusqu'à 7m en maxi.

Houlographe de Sainte Lucie : creux moyens estimés 3m50, jusqu'à 7m en maxi.

Les hauteurs de précipitations durant les six dernière heures sont généralement comprises entre 10 et 25 mm, jusqu'à 30 à 40 mm à proximité des mornes du Nord.

Prochain bulletin :

Lundi 18 septembre vers 15h00 légales.

MESURES INDIVIDUELLES DE COMPORTEMENT PRÉCONISÉES PAR LA PRÉFECTURE :

Violet : Restez à l'abri

V1 : Restez informés des conditions météo observées et prévues et respectez les consignes des autorités (Internet, kiosque, radio, télévision),

V2 : Ne circulez pas à l'extérieur (à pied ou en véhicule) sous peine de sanctions ou de poursuites,

V3 : Préparez la consolidation des portes intérieures,

V4 : Restez à l'abri et ne sortez sous aucun prétexte,

V5 : Eloignez vous des ouvertures pour éviter les projections de verre en cas de rupture,

V6 : Réfugiez vous, si nécessaire, dans la pièce la plus sûre de votre habitation,

V7 : Préparez vous à subir des coupures d'électricité et d'eau potable,

V8 : N'utilisez le téléphone qu'en cas d'absolue nécessité,

V9 : Quelque soit la situation, restez calme et ne paniquez pas,

V10 : Attendez impérativement les consignes des autorités avant de changer de posture.

METEO FRANCE – Centre Météorologique de Martinique - BP 379 - 97288 Le Lamentin Cedex

Téléphone : 0596 57 23 23 Télécopieur : 0596 51 29 40 Site Web de Météo France aux Antilles Guyane : www.meteofrance.gp

Annexe 2

Données des houlographes de Fort-de-France et Basse-Pointe du 18 au 20 septembre 2017

Fort de France 18 – 20 septembre 2017

Date heure TU	hmax	h13	th13	dirpic	etalpic	tmer
	(m)	(m)	(s)	(°)	(°)	(°C)
2017-09-18 00:00:00	0,5	0,2	3,3	41	30	29,6
2017-09-18 00:30:00	0,4	0,2	2,7	31	36	29,6
2017-09-18 01:00:00	0,4	0,2	2,8	29	42	29,6
2017-09-18 01:30:00	0,4	0,2	3,2	36	35	29,6
2017-09-18 02:00:00	0,4	0,2	2,7	318	33	29,6
2017-09-18 02:30:00	0,4	0,2	3	22	31	29,6
2017-09-18 03:00:00	0,4	0,2	3,1	20	28	29,5
2017-09-18 03:30:00	0,5	0,2	3,3	30	33	29,5
2017-09-18 04:00:00	0,4	0,2	2,9	313	26	29,5
2017-09-18 04:30:00	0,5	0,3	2,6	40	42	29,5
2017-09-18 05:00:00	0,6	0,3	2,8	16	38	29,5
2017-09-18 05:30:00	0,5	0,3	2,9	26	44	29,5
2017-09-18 06:00:00	0,5	0,3	3,2	19	37	29,4
2017-09-18 06:30:00	0,6	0,3	3,4	317	23	29,4
2017-09-18 07:00:00	0,6	0,3	3,5	314	35	29,5
2017-09-18 07:30:00	0,6	0,4	3,4	307	20	29,4
2017-09-18 08:00:00	0,7	0,4	3,4	314	20	29,4
2017-09-18 08:30:00	0,6	0,4	3,6	314	28	29,4
2017-09-18 09:00:00	0,8	0,4	3,6	310	27	29,4
2017-09-18 09:30:00	0,9	0,4	3,2	313	31	29,4
2017-09-18 10:00:00	0,9	0,5	3,2	9	47	29,4
2017-09-18 10:30:00	1	0,5	3,2	7	36	29,3
2017-09-18 11:00:00	0,7	0,5	3,7	36	48	29,3
2017-09-18 11:30:00	0,8	0,5	3,7	314	22	29,4
2017-09-18 12:00:00	0,9	0,5	3,7	314	17	29,4
2017-09-18 12:30:00	0,9	0,5	3,6	317	20	29,4
2017-09-18 13:00:00	1,1	0,5	3,7	315	20	29,4
2017-09-18 13:30:00	1	0,6	4	311	25	29,4
2017-09-18 14:00:00	1	0,6	3,9	314	24	29,3
2017-09-18 14:30:00	1,1	0,6	4,3	310	25	29,3
2017-09-18 15:00:00	1,2	0,7	4,2	315	27	29,4
2017-09-18 15:30:00	1,7	0,9	4,3	315	21	29,1
2017-09-18 16:00:00	1,8	0,8	4,3	314	20	29,1
2017-09-18 16:30:00	1,4	0,8	4,4	314	21	29,1
2017-09-18 17:00:00	1,4	0,8	4,7	320	24	29,1
2017-09-18 17:30:00	1,7	1	4,6	307	22	29,3
2017-09-18 18:00:00	1,6	1	4,5	304	23	29,3
2017-09-18 18:30:00	2,2	1,2	4,5	306	25	29,4
2017-09-18 19:00:00	2,1	1,4	4,9	300	20	29,3
2017-09-18 19:30:00	2,8	1,6	5,2	306	22	29,3
2017-09-18 20:00:00	3,4	1,8	5,4	313	19	29,3
2017-09-18 20:30:00	3	1,9	5,5	313	18	29,3
2017-09-18 21:00:00	4	2	5,6	311	30	29,3
2017-09-18 21:30:00	2,9	1,8	5,3	317	21	29,3
2017-09-18 22:00:00	2,3	1,5	5,4	320	18	29,3

2017-09-18 22:30:00	2,3	1,6	5,1	310	21	29,2
2017-09-18 23:00:00	2,8	1,6	4,9	308	24	29,2
2017-09-18 23:30:00	2,6	1,7	5,1	299	28	29,2
2017-09-19 00:00:00	3,1	1,7	5,1	297	28	29,2
2017-09-19 00:30:00	2,9	2	5,5	306	29	29,2
2017-09-19 01:00:00	2,9	2	5,8	313	21	29,2
2017-09-19 01:30:00	3,9	2,4	6,1	322	16	29,2
2017-09-19 02:00:00	4,9	2,5	6,2	322	16	29,2
2017-09-19 02:30:00	4,9	2,8	6,7	321	17	29,2
2017-09-19 03:00:00	4,6	2,5	6,6	317	13	29,2
2017-09-19 03:30:00	5,1	2,8	6,7	321	16	29,2
2017-09-19 04:00:00	4,5	2,7	6,9	318	15	29,2
2017-09-19 04:30:00	5,1	2,9	7	315	19	29,2
2017-09-19 05:00:00	4,9	3	7,1	320	22	29,2
2017-09-19 05:30:00	4,5	2,5	7,6	262	27	29,2
2017-09-19 06:00:00	4,8	2,5	7	322	21	29,2
2017-09-19 06:30:00	3,9	2,4	6,9	245	36	29,2
2017-09-19 07:00:00	4,3	2,6	6,6	232	27	29,2
2017-09-19 07:30:00	4,4	2,4	6,3	240	26	29,2
2017-09-19 08:00:00	4,3	2,3	6,3	244	29	29,2
2017-09-19 08:30:00	3,5	2,3	6,6	251	34	29,2
2017-09-19 09:00:00	3,8	2,3	6,5	237	28	29,2
2017-09-19 09:30:00	3,7	2,6	6,8	244	32	29,2
2017-09-19 10:00:00	5,7	2,4	6,8	244	30	29,2
2017-09-19 10:30:00	3,6	2,3	6,8	232	28	29,2
2017-09-19 11:00:00	4	2,1	6,7	248	31	29,2
2017-09-19 11:30:00	3,2	2,1	6,8	242	30	29,2
2017-09-19 12:00:00	3,3	2	6,4	241	34	29,2
2017-09-19 12:30:00	3,1	1,9	6,6	244	38	29,2
2017-09-19 13:00:00	3,1	1,7	6,6	255	31	29,2
2017-09-19 13:30:00	2,8	1,8	6,8	263	37	29,2
2017-09-19 14:00:00	2,8	1,8	6,8	240	32	29,2
2017-09-19 14:30:00	2,9	1,9	6,4	258	30	29,1
2017-09-19 15:00:00	2,7	1,6	6,5	247	30	29,2
2017-09-19 15:30:00	3	1,7	6,2	269	30	29,2
2017-09-19 16:00:00	2,6	1,6	6,3	254	34	29,2
2017-09-19 16:30:00	3	1,8	6,4	241	32	29,1
2017-09-19 17:00:00	3,4	1,9	6,4	248	34	29,1
2017-09-19 17:30:00	3	2	6,5	247	37	29,1
2017-09-19 18:00:00	3,6	2,1	6,6	238	31	29,1
2017-09-19 18:30:00	3,7	2,2	6,8	235	33	29,1
2017-09-19 19:00:00	3,8	2,1	6,6	232	30	29,1
2017-09-19 19:30:00	4,3	2,3	6,4	221	28	29,1
2017-09-19 20:00:00	3,3	2	6,5	213	25	29,1
2017-09-19 20:30:00	2,9	1,9	6,4	217	27	29,1
2017-09-19 21:00:00	3,2	1,8	6,5	218	21	29,1
2017-09-19 21:30:00	3	1,8	6,8	228	29	29,1
2017-09-19 22:00:00	2,5	1,7	6,9	242	33	28,9
2017-09-19 22:30:00	3,1	1,8	6,4	247	35	29
2017-09-19 23:00:00	2,8	1,7	6,5	237	30	29

2017-09-19 23:30:00	2,8	1,6	6,6	231	23	29,1
2017-09-20 00:00:00	2,2	1,5	6,6	241	31	29,1
2017-09-20 00:30:00	2,8	1,6	6,8	247	34	29,1
2017-09-20 01:00:00	2,4	1,3	6,9	254	27	29,1
2017-09-20 01:30:00	1,8	1,3	7	237	26	29,1
2017-09-20 02:00:00	1,8	1,2	6,8	261	41	29,1
2017-09-20 02:30:00	1,8	1,3	6,4	242	32	29,1
2017-09-20 03:00:00	2,1	1,2	6,8	241	30	29,1
2017-09-20 03:30:00	2,7	1,4	6,9	249	26	29,1
2017-09-20 04:00:00	2	1,1	6,6	241	18	29,1
2017-09-20 04:30:00	1,6	1,1	6,8	235	22	29,1
2017-09-20 05:00:00	3,1	1,3	6,7	238	27	29,1
2017-09-20 05:30:00	2,1	1,3	6,6	232	22	29,1
2017-09-20 06:00:00	1,9	1,3	6,5	241	29	29,1
2017-09-20 06:30:00	1,9	1,3	6,7	234	26	29,1
2017-09-20 07:00:00	2,1	1,3	6,9	235	25	28,6
2017-09-20 07:30:00	2,2	1,5	7,3	234	27	28,6
2017-09-20 08:00:00	3,3	1,5	7,1	300	22	28,5
2017-09-20 08:30:00	2,2	1,4	6,9	303	22	28,7
2017-09-20 09:00:00	2,5	1,5	6,9	231	21	28,8
2017-09-20 09:30:00	2,4	1,4	7,7	240	21	28,9
2017-09-20 10:00:00	2,7	1,4	7,2	301	21	28,9
2017-09-20 10:30:00	2,3	1,3	7	301	18	28,9
2017-09-20 11:00:00	2	1,3	7,1	235	20	29
2017-09-20 11:30:00	2,5	1,5	7,2	303	19	29
2017-09-20 12:00:00	2,3	1,4	7,3	224	23	29
2017-09-20 12:30:00	2	1,3	7,4	301	23	29
2017-09-20 13:00:00	1,9	1,2	7,2	304	19	29,1
2017-09-20 13:30:00	2	1,4	7,8	310	28	29
2017-09-20 14:00:00	2,4	1,3	7,8	308	23	29
2017-09-20 14:30:00	2	1,3	7,8	311	24	29
2017-09-20 15:00:00	1,8	1,1	7,8	314	18	29,1
2017-09-20 15:30:00	2,1	1,3	8,4	311	23	29,1
2017-09-20 16:00:00	1,9	1,1	8	308	21	29,2
2017-09-20 16:30:00	2,2	1,3	8,2	314	24	29,1
2017-09-20 17:00:00	1,8	1,2	7,6	313	18	29,1
2017-09-20 17:30:00	1,8	1,1	7,4	310	19	29,2
2017-09-20 18:00:00	1,9	1	7,4	314	19	29,2
2017-09-20 18:30:00	1,8	1,1	7,5	308	22	29,2
2017-09-20 19:00:00	1,6	1	7,6	304	28	29,2
2017-09-20 19:30:00	1,8	1,1	7,7	300	24	29,2
2017-09-20 20:00:00	1,7	1,2	7,7	307	22	29,2
2017-09-20 20:30:00	2	1,2	8,1	307	14	29,2
2017-09-20 21:00:00	1,8	1,1	7,9	308	27	29,2
2017-09-20 21:30:00	1,7	1,1	7,5	308	26	29,2
2017-09-20 22:00:00	1,7	1,1	7,2	306	25	29,2
2017-09-20 22:30:00	1,9	1	6,7	304	25	29,2
2017-09-20 23:00:00	1,7	1	7,5	303	20	29,1
2017-09-20 23:30:00	1,8	1	8,1	310	20	29

Basse-Pointe 17 – 20 septembre 2017

Date heure TU	hmax	hm0	t02	dirpic	tmer
	(m)	(m)	(s)	(°)	(°C)
2017-09-17 09:00:00	2	1,2	4,5	70	29,5
2017-09-17 13:00:00	2,1	1,3	4,3	68	29,4
2017-09-17 14:00:00	2	1,2	4,2	58	29,5
2017-09-17 15:00:00	2	1,3	4,3	68	29,5
2017-09-17 16:00:00	1,9	1,4	4,6	69	29,6
2017-09-17 17:00:00	2,5	1,5	4,7	65	29,5
2017-09-18 11:00:00	6,1	4,3	7,4	79	29,4
2017-09-18 12:00:00	6,8	3,9	6,8	77	29,4
2017-09-18 13:00:00	5	4,2	7	73	29,5
2017-09-18 14:00:00	7,1	4,1	6,7	83	29,5
2017-09-20 14:00:00	2,3	1,6	5,6	314	28,9
2017-09-20 16:00:00	1,9	1,3	4,7	328	28,9
2017-09-20 17:00:00	1,9	1,3	4,9	329	29
2017-09-20 18:00:00	1,6	1,3	4,7	336	28,9
2017-09-20 20:00:00	1,9	1,1	5,4	324	28,9
2017-09-20 21:00:00	1,6	1	6,1	317	28,9
2017-09-20 22:00:00	1,5	1	5,2	324	28,9
2017-09-20 23:00:00	1,2	0,9	5,7	24	28,9

Définitions (Amis et al., 2011) :

- $H_{1/3}$: Hauteur significative, valeur moyenne du tiers supérieur des hauteurs des vagues observées sur une durée de 30 minutes.
- $H_{1/10}$: Valeur moyenne du dixième supérieur des hauteurs des vagues observées sur une durée de 30 minutes.
- H_{\max} : Hauteur de la plus grande vague observée sur une période de 30 minutes.
- T_{avd} : Période moyenne des vagues observées sur une durée de 30 minutes définies par passage au niveau moyen par valeurs décroissantes.
- $T_{H1/3}$: Période significative, définie par la valeur moyenne des périodes du tiers supérieur des plus grandes vagues observées sur une durée de 30 minutes.
- $T_{H1/10}$: Valeur moyenne des périodes du dixième supérieur des plus grandes vagues observées sur une durée de 30 minutes.
- $T_{H_{\max}}$: Période de la vague de la plus grande hauteur observée sur une durée de 30 minutes.
- H_{m0} : Estimation de la hauteur significative des vagues à partir du moment d'ordre zéro de la densité spectrale.
- T_{02} : Période moyenne calculée en prenant la racine carrée du rapport du moment d'ordre zéro sur le moment d'ordre deux de la densité spectrale.
- T_E : Période d'énergie définie par le rapport du moment d'ordre moins un sur le moment d'ordre zéro de la densité spectrale.
- T_p : Période correspondant au maximum de la densité spectrale.
- Dir : Direction moyenne de provenance des vagues au pic du spectre d'énergie. L'angle est compté positivement, suivant le sens des aiguilles d'une montre, entre le Nord géographique et la direction de provenance des vagues.
- $Etal$: Largeur directionnelle, caractérise l'étalement directionnel de l'énergie autour de la direction moyenne au pic (fonction de répartition angulaire de l'énergie associée à la fréquence de pic du spectre d'énergie).

Annexe 3

Comparaison des états du littoral à Case Pilote en 2007, 2008 et 2017

CASE PILOTE

	20/09/2017	04/11/2008	Septembre 2007
VUE VERS LE NORD	 <p>Dépôt de débris dans la rue.</p>		
VUE VERS LE SUD	 <p>Dépôts de débris sur la plage et réduction de la largeur de plage.</p>		

Annexe 4

Comparaison des états du littoral à Bellefontaine en 2007, 2008 et 2017

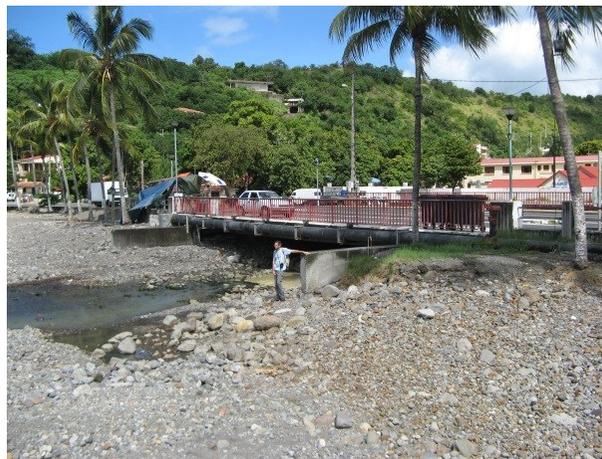
BELLEFONTAINE

20/09/2017



Présence d'un talus d'érosion

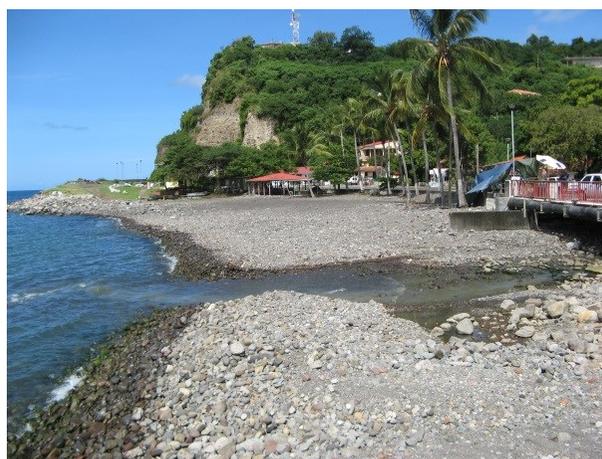
07/11/2008



24/09/2007



Avancée de la mer due à la houle cyclonique



20/09/2017



Réduction de la largeur de la plage

07/11/2008



24/09/2007



Annexe 5

Comparaison des états du littoral à l'Anse Turin et l'Anse Latouche en 2007, 2008 et 2017

ANSE TURIN

20/09/2017	07/11/2008	24/09/2007
		
<p>Présence d'un haut talus d'érosion (1 m) juste devant la cabane en bois</p>	<p>Cabane en bois installée sur une pente modérée</p>	

	20/09/2017	07/11/2008	24/09/2007
VUE VERS LE NORD	 <p>Talus d'érosion d'1 m de haut – Pente notable en bas de talus – Réduction de la largeur de plage par rapport à 2007 et 2008</p>		
VUE VERS LE SUD	 <p>Mêmes remarques qu'au-dessus</p>		

ANSE LATOUCHE

20/09/2017



Talus d'érosion haut d'1,1 m

20/09/2017



16/10/2008



Présence d'un talus d'érosion

Annexe 6

Comparaison des états du littoral aux Abymes en 2007, 2008 et 2017

LES ABYMES

	20/09/2017	05/11/2008	Septembre 2007
VUE VERS LE SUD			
VUE VERS LE NORD			



Annexe 7

Comparaison des états du littoral à l'Anse Belleville en juillet et septembre 2017

ANSE BELLEVILLE

20/09/2017



18/07/2017



Annexe 8

Comparaison des états du littoral à l'Anse Céron en 2007, 2008 et 2017

ANSE CERON

	20/09/2017	05/11/2008	Septembre 2007
VUE VERS LE NORD	 <p>Réduction de la largeur de la plage et accentuation de la pente. Apport de galets.</p>	 <p>Erosion de la plage par rapport à 2007</p>	
VUE VERS LE SUD	 <p>Réduction de la largeur de la plage et accentuation de la pente de la plage.</p>		

Annexe 9

Comparaison des états du littoral à Schoelcher en 2014 et 2017

ANSE MADAME

	21/09/2017	19/05/2014
VUE VERS LE NORD		

<p>VUE VERS LE NORD</p>	 <p>Présence d'un talus d'érosion et abondance de débris.</p>	
<p>VUE VERS LE SUD</p>	 <p>Dépôts de débris sur la plage.</p>	

Annexe 10

Comparaison des états du littoral au Carbet en août et septembre 2017

LE CARBET (Vues vers le nord)

	20/09/2017	12/09/2017	22/08/2017
1	 <p>Présence d'un talus de 70 cm de haut devant le cocotier. Réduction de la largeur de plage. Abondance de galets sur l'estran. Restaurants endommagés.</p>	 <p>Absence de talus – Plage en pente douce</p>	 <p>Présence d'un petit talus d'érosion (30/40 cm)</p>
2	 <p>Présence d'un haut talus d'érosion (1,3 m) devant les cocotiers. Important recul de la plage.</p>	 <p>Pas de modification notable. Plus au nord avant le ponton : talus d'érosion de 50 cm de haut et estran en forte pente.</p>	

	20/09/2017	12/09/2017	22/08/2017
3	 <p>Fort recul de la plage. Dépôt de galets. Structure en bois endommagée.</p>	 <p>Accentuation de la pente de la plage.</p>	
4	 <p>Haut talus d'érosion (1,8 m) laissant apparaître les racines du cocotier. Abondance de galets en pied de talus. Extrême réduction de la largeur de la plage</p>	 <p>Talus d'érosion de 50 cm de haut devant les cocotiers et pente modérée de l'estran.</p>	

	20/09/2017	12/09/2017	22/08/2017
5	 <p>Recul du talus d'érosion de quelques mètres supplémentaires. Hauteur maximale de 70 cm du talus. Végétation rampante affectée par l'érosion. Forte pente entre le talus et le jet de rive.</p>	 <p>Présence d'un talus d'érosion haut d'1,2 m en limite de la végétation rampante, en recul de quelques mètres par rapport à celui observé le 22/08. Pente douce entre le talus et le jet de rive.</p>	



Géosciences pour une Terre durable

brgm

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

Direction régionale de la Martinique
4 Lot. Miramar
Route Pointe des Nègres
97200 – Fort de France – France
Tél. : 05 96 81 17 70