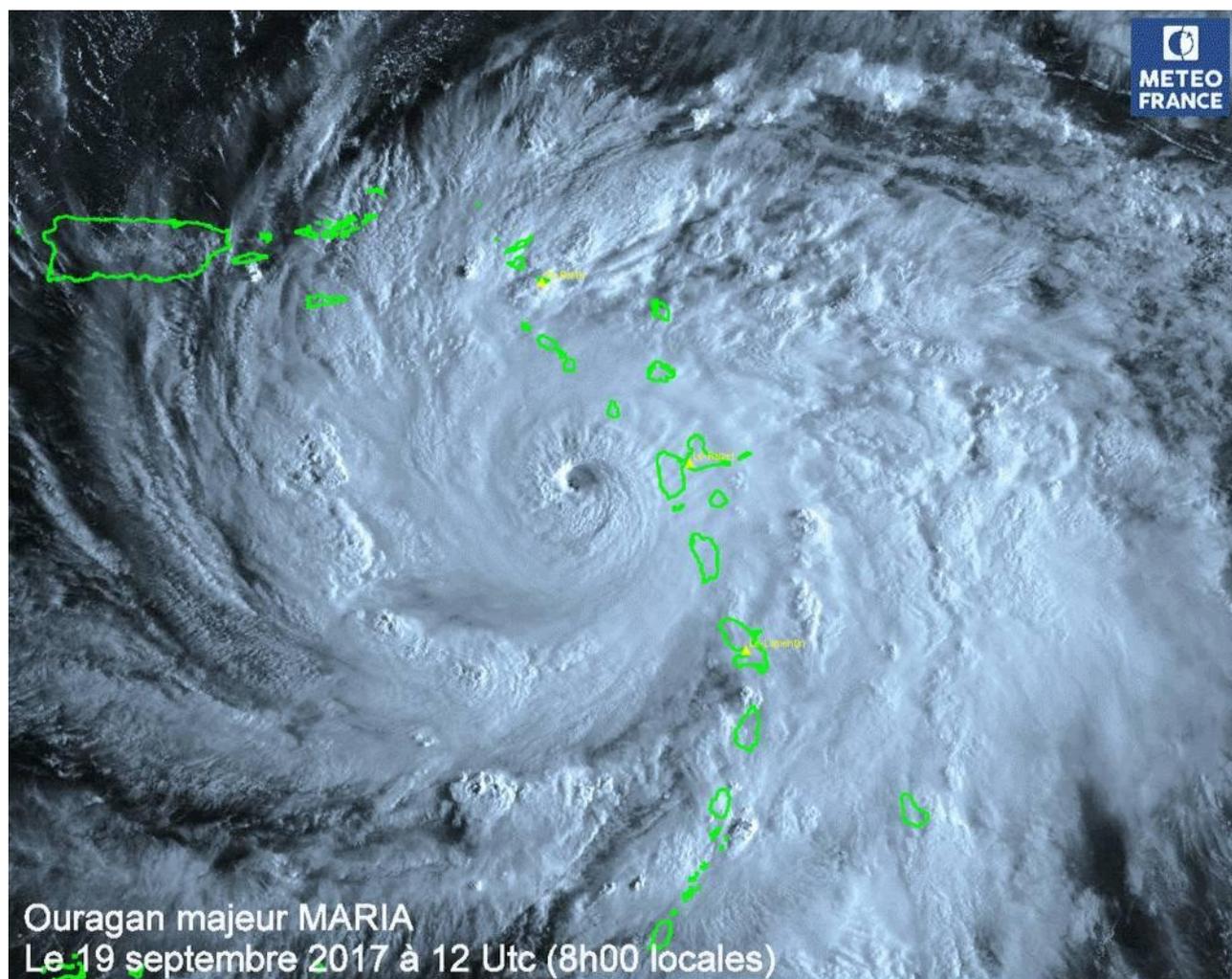


BILAN METEOROLOGIQUE**PASSAGE de l'OURAGAN MARIA sur les ANTILLES
FRANÇAISES les 18 et 19 SEPTEMBRE 2017**

Début septembre 2017, l'ouragan exceptionnel IRMA avait impacté fortement le nord des Petites Antilles. Dans la foulée, un nouvel ouragan intense JOSE avait menacé et été passé à proximité immédiate de la même région. Quelques jours plus tard, ce fut au tour de MARIA, 2^e ouragan majeur de catégorie 5 du mois de septembre 2017, de semer la désolation sur les Antilles. La Dominique et Porto Rico ont subi l'atterrissage puis la traversée de MARIA, ce qui a engendré des conditions catastrophiques d'une ampleur jusqu'alors inconnue sur ces îles.

Les îles françaises des Petites Antilles ont eu davantage de chance en échappant aux conditions les plus sévères même si des impacts importants ont été observés sur l'archipel guadeloupéen.

L'HISTORIQUE de MARIA

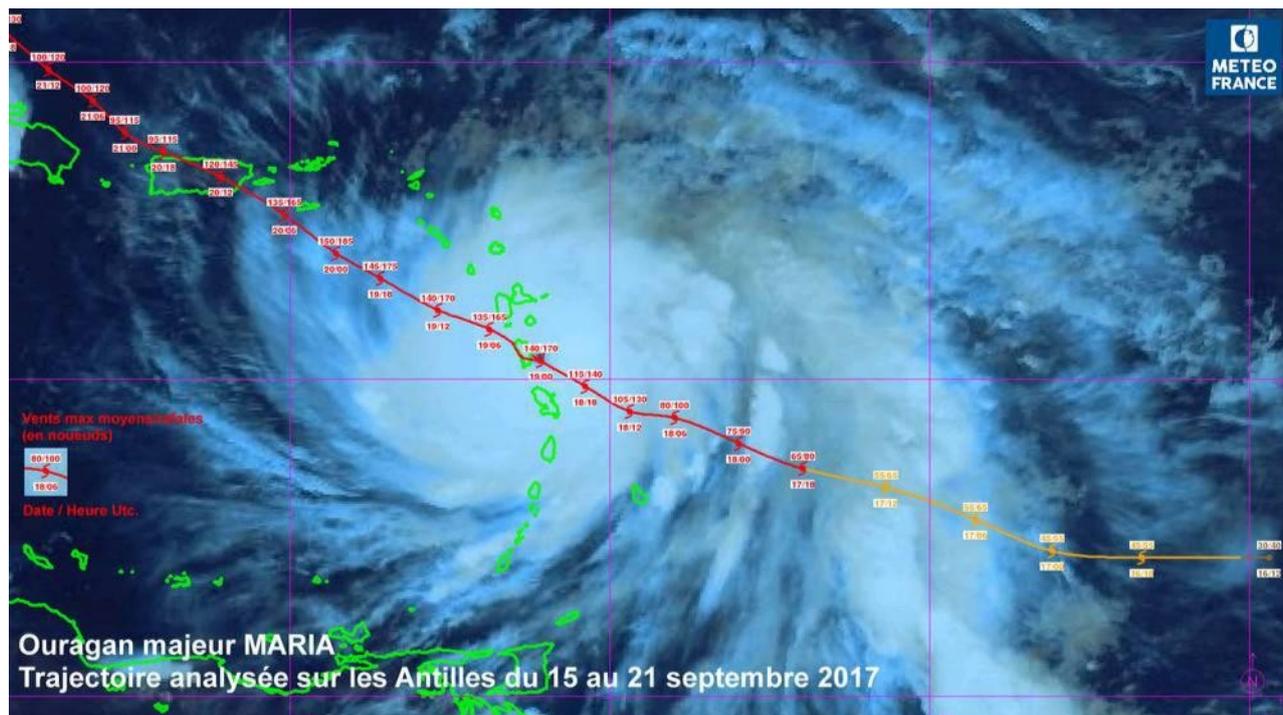


Figure 1

Le samedi 16 septembre 2017 après-midi, un avion de reconnaissance de la NOAA (administration américaine des sciences océanographiques et atmosphériques) fournit des informations météorologiques permettant de classer un système dépressionnaire centré par 12,3° Nord et 52,6° Ouest au stade d'intensité de tempête tropicale. Baptisée MARIA, elle se déplace à environ 25 km/h vers l'ouest puis ouest-nord-ouest en direction des Petites Antilles en se renforçant graduellement. Le 17 septembre à 17 heures, elle est devenue un ouragan de catégorie 1.

Alors que celui-ci se rapproche des côtes de la Martinique, le lundi 18 septembre au matin, MARIA atteint la catégorie 3 des ouragans intenses. Il ralentit alors à une vitesse de déplacement de l'ordre de seulement 10 km/h, prend une route vers l'ouest-nord-ouest, et se trouve dans une phase d'intensification rapide.

Cette trajectoire l'amène au plus près de la Martinique dans l'après-midi du 18. En début d'après-midi, MARIA, alors de catégorie 4 (vents maximaux soutenus de 210 km/h, rafales 260 km/h) a son mur de l'œil à environ 45 km dans l'est de la presqu'île de Caravelle. Il longe la côte nord-est de l'île en se renforçant, et atteint la classe 5 en fin de journée à environ 70 km au nord de Macouba. Ses caractéristiques sont alors des vents maximaux soutenus de 260 km/h, avec rafales supérieures à 300 km/h, et une pression centrale au niveau de la mer de l'ordre de 920 hPa.

(cf l'imagerie issue du radar de la Martinique en figure 2, notamment les 3 premières images de 11 à 17 h locales).

MARIA « atterrit » sur la côte sud-est de la Dominique vers 21 heures locales. Son œil traverse cette île d'est en ouest puis longe la côte « caraïbe » en remontant vers le nord (cf les 2 dernières images de la figure 2 de la nuit du 18 au 19).

DIRECTION INTER-RÉGIONALE ANTILLES-GUYANE

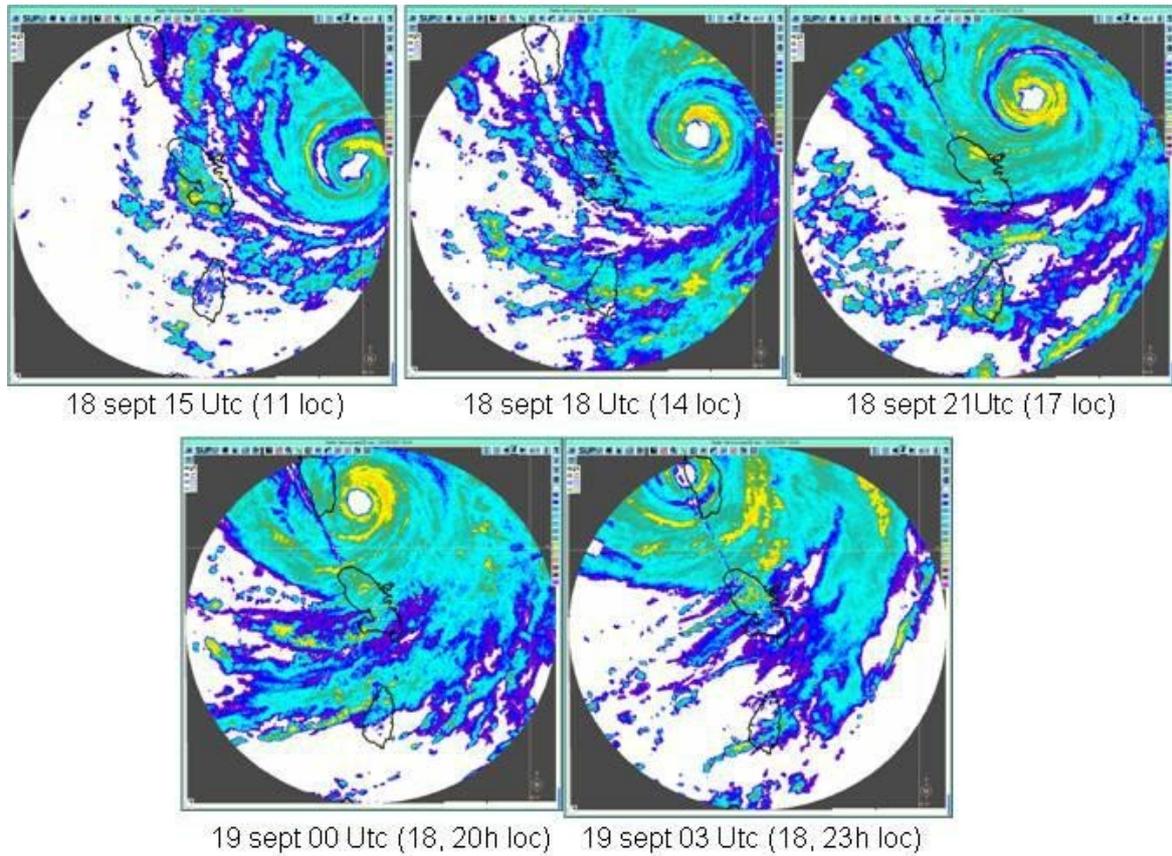


Figure 2

En deuxième partie de nuit du 18 au 19 septembre, le quadrant nord du mur de l'ouragan frôle les îles des Saintes, en particulier Terre-de-Bas qui n'est qu'à une vingtaine de kilomètres du centre (par 15,7° Nord et 61,9° Ouest) et à moins de 10 km du mur de l'œil (cf figure 3).

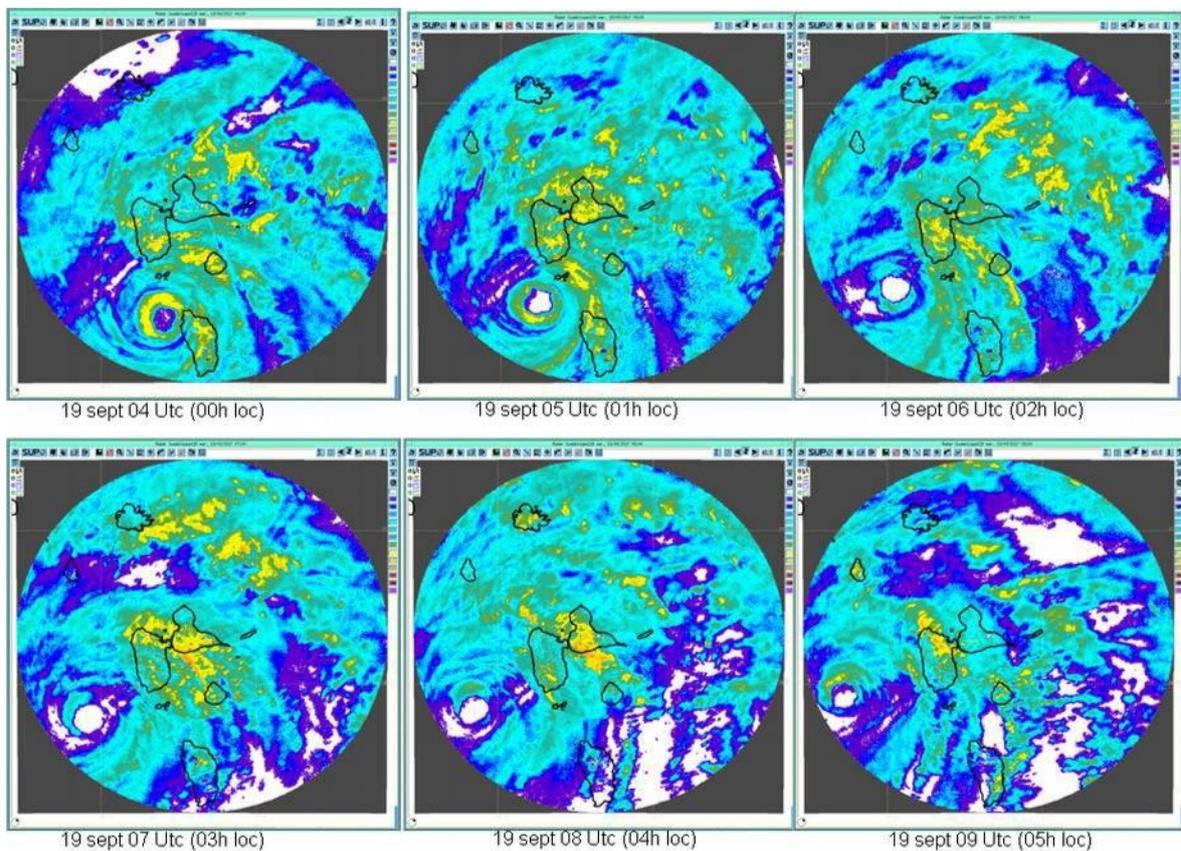


Figure 3

DIRECTION INTER-RÉGIONALE ANTILLES-GUYANE

Dans la matinée du 19, bien que l'ouragan s'éloigne en mer des Caraïbes en direction du nord-ouest, les vents violents touchent encore le sud de la Basse-Terre. Cette trajectoire quasi rectiligne jusqu'à Porto Rico, maintiendra le centre de MARIA, toujours ouragan majeur, à plus de 150 km dans le sud-ouest de Saint-Martin. Cela limitera les effets hydro-météorologiques sur les îles du Nord.

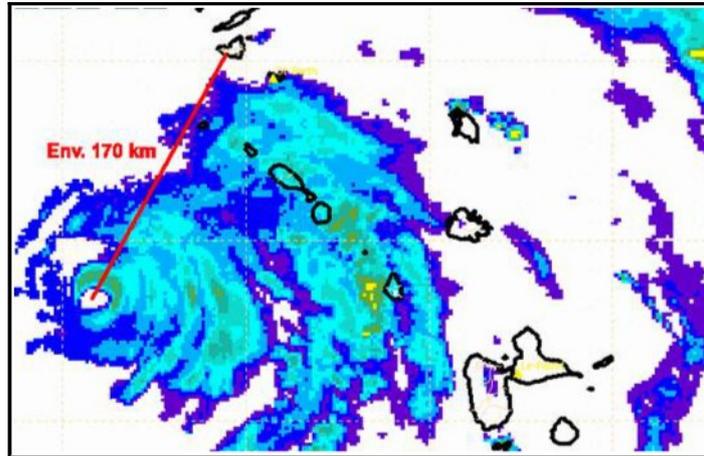


Figure 4

Son CARACTÈRE SINGULIER et UNIQUE :

D'abord, une succession exceptionnelle de cyclones intenses en septembre 2017 ...

Si l'on se réfère à la base de données cycloniques HurDat sur le bassin Atlantique/mer des Caraïbes, IRMA fut le premier ouragan (depuis 1851, date de début de cette base) à atterrir en tant que classe 5 sur des îles des Petites Antilles, en l'occurrence Barbuda, Saint-Barthélemy, Saint-Martin, Anguilla et les Îles Vierges.

À sa suite, un autre ouragan majeur, JOSE, de catégorie 4, est venu menacer directement le nord de l'arc antillais, en passant à peine à quelques dizaines de kilomètres. Quelques jours plus tard, c'est MARIA, qui atterrit sur la Dominique en catégorie 5, puis sur Porto-Rico en catégorie 4. Une telle activité, concentrée sur deux semaines et sur la même région ne s'était jamais vue !!!

La carte ci-dessous montre l'ensemble des ouragans majeurs sur le zone Proche Atlantique et proche Caraïbes entre 1970 et 2017. Les 2 seuls ouragans catégorie 5 (en rouge) ayant menacé et/ou impacté les îles sont IRMA et MARIA.

Trajectoires des ouragans majeurs (catégorie 3, 4 et 5) ayant intéressé l'arc Antillais depuis 1970

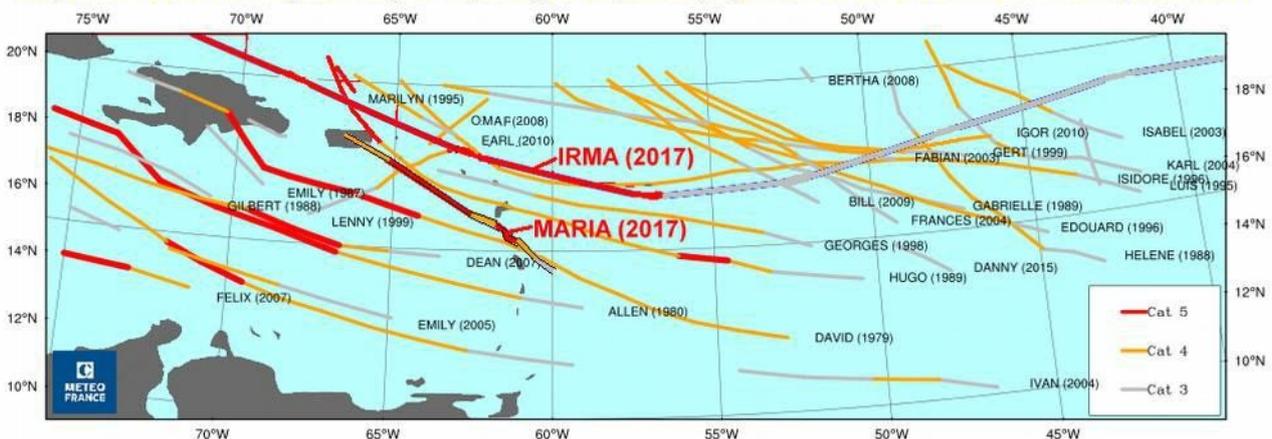


Figure 5

Une phase d'intensification rapide impressionnante

Une intensification « explosive »

En général, les ouragans de type « barbadien », c'est-à-dire qui naissent et s'intensifient du côté de l'arc antillais plutôt qu'en sortie d'Afrique (en opposition aux ouragans cap-verdiens), n'atteignent pas le stade d'ouragan majeur. L'intensification explosive de MARIA est donc exceptionnelle, avec un quasi-doublement de l'intensité des vents d'ouragan en 24 heures : 130 km/h en vents moyens maximaux le 17 à 20 h locales puis 260 km/h le 18 à 20 h locales.

Cette intensification rapide a été particulièrement marquée entre le passage au large de la Martinique (vents moyens maximaux de 200 km/h) et l'arrivée sur la Dominique (vents moyens maximaux de 260 km/h), soit une augmentation de 60 km/h en 6 heures ! Dans quasiment le même temps, les données mesurées dans l'œil de MARIA par les avions « chasseurs de cyclones » de l'U.S. Air Force, ont permis de valider une chute de 30 hPa de la pression minimale, soit presque 5 hectoPascal par heure, ce qui représente là encore une variation exceptionnelle !

Une telle intensification était-elle prévisible ?

L'anticipation des cyclogenèses (naissance des cyclones) et la prévision de trajectoires des cyclones tropicaux ont fait d'énormes progrès depuis la fin du siècle dernier. IRMA, JOSE et MARIA en sont de bons exemples. Mais la prévision d'intensité s'améliore plus difficilement et demeure un vrai challenge pour les prévisionnistes.

En effet, les processus extrêmement complexes qui interagissent dans les changements d'intensité des ouragans se produisent à très petite échelle (de l'ordre du kilomètre) au cœur même de celui-ci, et ne sont pas tous complètement connus.

Même les modèles de simulations numériques opérationnels les plus performants au monde ne sont pas encore capables d'appréhender les processus à une échelle aussi fine.

Quand cette intensification est explosive et exceptionnelle, on est dans le domaine de l'imprévisible... même si de nombreux éléments permettaient d'envisager une intensification de MARIA avant son arrivée sur l'arc antillais.

En effet, de nombreuses conditions favorables intrinsèques et dans l'environnement proche de MARIA étaient présentes :

- une taille réduite avec un rayon d'intensité très concentré (moins de 100 km de diamètre) ainsi qu'une vitesse de déplacement faible à modérée.
- un fort potentiel énergétique pour alimenter l'ouragan grâce à une température de l'océan superficiel très chaude (entre 28 et 29°C)
- un faible cisaillement de vent sur la verticale de la troposphère, permettant à la « cheminée centrale » de l'ouragan de rester bien alignée et de rester alimentée
- des vents de très haute altitude (8000-12000 m) bien organisés, favorisant l'échappement énergétique en haute troposphère sans « étouffer » le moteur de l'ouragan
- une alimentation d'air humide sur une couche importante de la troposphère

Mais si une intensification était prévisible et prévue dans les modèles météorologiques, un tel degré et une telle rapidité ne l'étaient pas.

DIRECTION INTER-RÉGIONALE ANTILLES-GUYANE

Les paramètres météorologiques sur les îles

Ci-dessous, la carte montrant les régions potentiellement concernées par des conditions de tempête tropicale (vents moyens maximaux > 63 km/h) ou ouragan (> 117 km/h), en fonction des analyses réalisées en temps réel de la structure de MARIA par le centre spécialisé (NHC) à Miami (NOAA).



figure 6

MARTINIQUE

Même si l'œil de MARIA, alors en pleine intensification rapide, est passé à moins de 50 km des côtes nord-atlantiques de l'île, la Martinique a eu la chance de rester dans le quadrant sud-ouest le moins actif de l'ouragan. Elle a quand même connu des conditions de tempête tropicale les 18 et 19 septembre.

VENTS

Voici le tableau récapitulatif des vitesses maximales (direction et heure) enregistrées en Martinique (le 18 septembre sauf autre mention)

Communes	Altitude	Rafale maxi	Direction	Heure rafale	Max du vent soutenu (moyenné sur 1 min)
DIAMANT	366m	112 km/h	Ouest	18 h 01	70 km/h
FONDS-ST-DENIS	493m	107 km/h	Sud-ouest	13 h (le 19)	57 km/h
FORT-de-FRANCE	143m	99 km/h	Ouest	21 h 14	51 km/h
LAMENTIN	3m	93 km/h	Ouest	19 h 53	72 km/h
LORRAIN	83m	97 km/h	Nord-ouest	17 h 08	56 km/h
SAINT-JOSEPH	65m	98 km/h	Sud-ouest	21 h 34	62 km/h
SAINT-PIERRE	27m	94 km/h	Ouest	22 h 05	66 km/h
SAINTE-ANNE	22m	87 km/h	Sud-ouest	19 h 04	62 km/h
SAINTE-LUCE	44m	80 km/h	Sud-ouest	20 h 56	50 km/h
TRINITÉ Caravelle	26m	130 km/h	Nord	14 h 56	109 km/h
VAUCLIN	12m	96 km/h	Nord-est	5 h 05	67 km/h

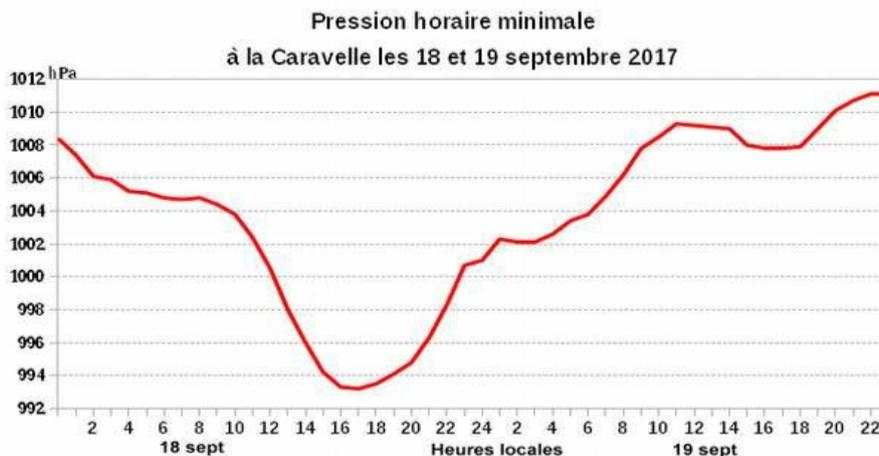
Les vents soutenus mesurés confirment les conditions de tempête tropicale (> 63 km/h) sur la Martinique. Le seuil d'ouragan (> 117 km/h) n'a pas été atteint.

DIRECTION INTER-RÉGIONALE ANTILLES-GUYANE

Les rafales ont dépassé le seuil de 100 km/h sur les hauteurs et mornes, et la plus forte a été enregistrée à la station de la Caravelle qui était au plus près du centre du cyclone. Les communes du nord-atlantique (malheureusement non pourvues d'instrumentation de mesures du vent) ont probablement été affectées par des rafales supérieures à 100 km/h dans la journée du 18 septembre. Le 19, c'est la façade caraïbe qui a subi les plus fortes rafales de secteur sud-ouest.

PRESSION ATMOSPHERIQUE

La station de la Caravelle s'est trouvée au plus près de l'œil de l'ouragan (à un peu plus de 50 km du centre) le 18 septembre à la mi-journée. La pression atmosphérique a alors chuté de 10 hPa en 6 heures jusqu'à 993,2 hPa au minimum vers 16 heures locales.



PLUIE

Dès le dimanche 17 vers 17 heures, la Martinique est touchée par les averses liées au cyclone. La pluie devient continue le lundi 18 au matin, et persiste jusqu'à la nuit. Ensuite le 19, ce sont des averses intenses et orageuses issues des bandes spiralées à l'arrière de MARIA qui prennent le relais. L'intensité des pluies ne présente pas de caractère exceptionnel mais le cumul sur 24 heures est très important sur le nord de l'île, avec des valeurs dépassant 200 mm.

Le tableau ci-dessous ne mentionne que les communes dont les postes ont mesuré des pluies décennales (dont la durée de retour est supérieure ou égale à 10 ans).

Communes	Altitude	Cumul mesuré en 24 heures (1 mm = 1 litre / m ²)	« Valeur décennale »
BASSE-POINTE	45m	188 mm	176 mm
FONDS-ST-DENIS	367m	213 mm	172 mm
SAINT-JOSEPH	220m	190 mm	173 mm
SAINTE-MARIE	77m	208 mm	202 mm
FORT-de-FRANCE	472m	209 mm	202 mm

Cumuls de pluie spatialisés du 17 septembre 2017 à 20 h locales au 19 septembre 2017 à 20 h locales

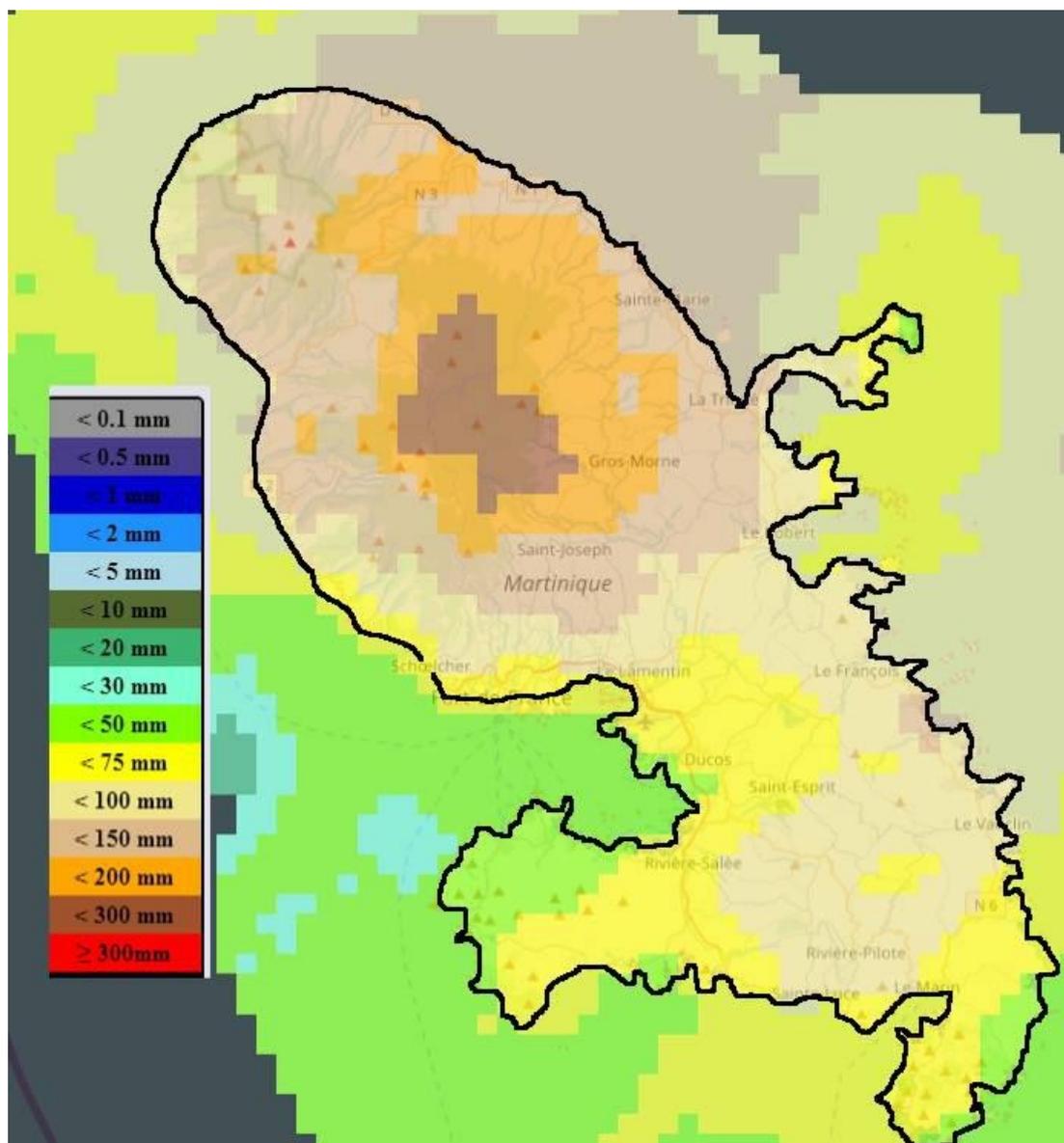


figure 7

MER

Le 18 septembre en fin de matinée, l'ouragan Maria s'intensifie en catégorie 4, alors qu'il se trouve à 80 km des côtes de la Martinique. La mer est alors très forte avec des vagues dont la hauteur moyenne atteint 4 mètres.

Ralentissant sa progression, l'ouragan qui s'intensifie rapidement passe à moins de 50 km au nord-est de l'île. Les effets de la mer du vent et de la houle se conjuguent alors, et une nette croissance de la hauteur des vagues est constatée sur l'Atlantique avec des creux moyens de 4 à 5 mètres et des hauteurs maximales pouvant atteindre 7 à 8 mètres (une hauteur de 7m10 est enregistrée par la bouée-houlographe de Basse Pointe à 18 h et de 7m30 à celle située dans le canal de Sainte-Lucie). Ces fortes vagues se sont propagées sur les côtes nord-atlantiques en déferlant puissamment.

La chute rapide de pression atmosphérique a entraîné une surcote estimée entre 15 et 30 cm dans certaines baies, mais ce n'est pas exceptionnel.

DIRECTION INTER-RÉGIONALE ANTILLES-GUYANE

Avec le passage de l'ouragan sur la Dominique puis en mer des Caraïbes, ce sont les vents et les vagues de secteur Ouest qui dominent alors. L'état de la mer sur la façade occidentale de l'île devient très fort avec des trains de vagues d'Ouest qui se lèvent en soirée du 18 dont les hauteurs moyennes sont voisines de 2,50 à 3 mètres.

La persistance des vents d'Ouest fait grossir les vagues jusqu'à 3 mètres en moyenne avec des vagues maximales entre 5 et 6 m (une hauteur maximale de 5m70 est mesurée par le houlographe de Fort de France, dans la journée du 19 septembre, hauteur remarquable voire exceptionnelle sur ce site).

Les vagues ont entraîné de violents déferlements sur le littoral caraïbe où la bathymétrie côtière a favorisé des effets de submersion.

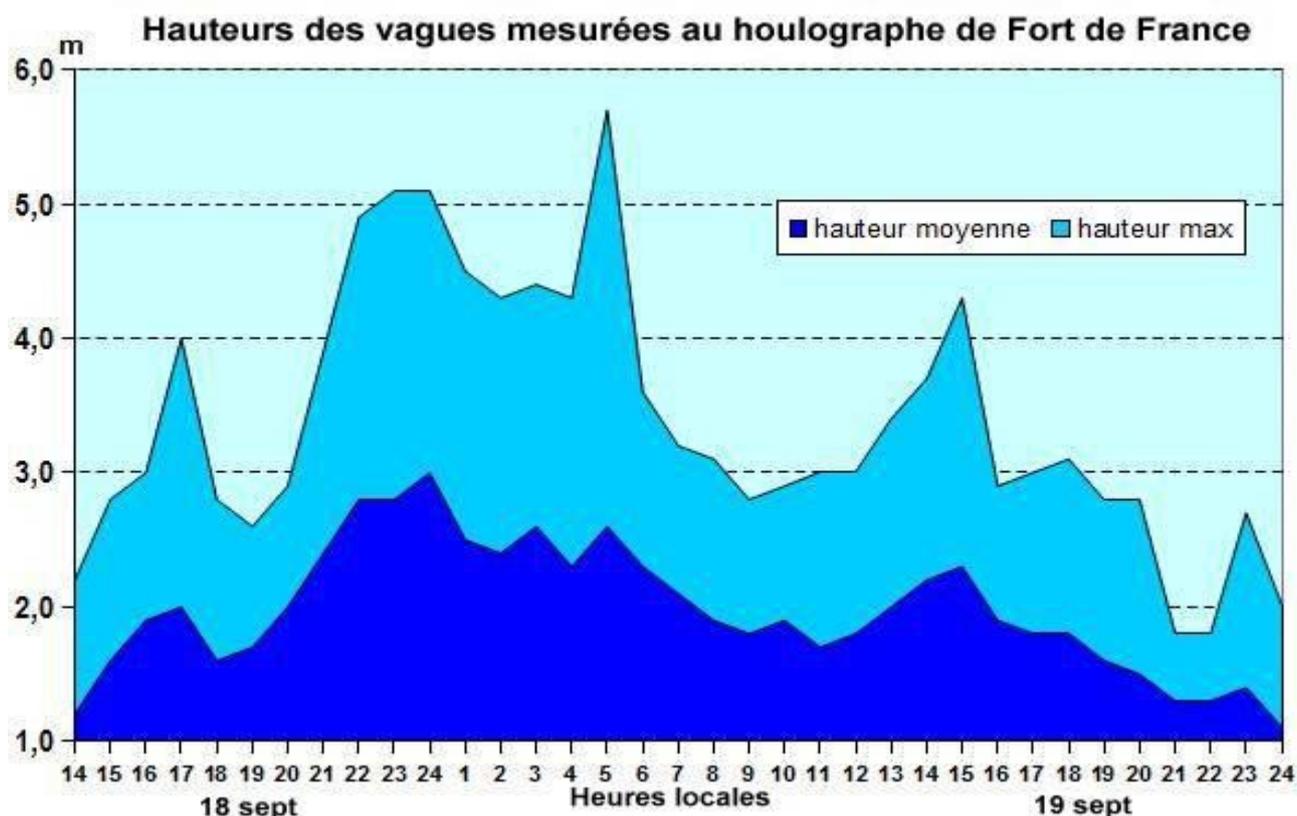


Figure 8 : Hauteurs des vagues moyennes et maximales du houlographe en baie de Fort de France

GUADELOUPE

Au vu de l'historique de MARIA et de sa trajectoire, on comprend facilement que c'est l'archipel guadeloupéen qui a été le plus touché parmi les territoires français des Petites Antilles, et en particulier les Saintes qui ont vu l'œil de MARIA passer à une poignée de kilomètres dans l'ouest de Terre-de-Bas.

VENT

Les vents ont atteint ou dépassé le seuil de 100 km/h en vitesse moyennée sur 1 minute sur la majorité des postes de mesures de l'île de la Guadeloupe. Ils ont atteint la force d'ouragan (au moins 118 km/h) sur 4 stations de mesures conventionnelles.

Des valeurs de rafales à plus de 150 km/h ont été mesurées sur plusieurs postes de la Basse-Terre. Compte-tenu du relief, on peut affirmer que des rafales ont probablement dépassé la valeur de 200 km/h sur cette partie du territoire.

Le centre de MARIA est passé à 40 km de la ville de Basse-Terre et à 20 km seulement de l'archipel des Saintes qui a donc subi des vents beaucoup plus violents. Compte-tenu des mesures enregistrées sur l'île de Basse-Terre, on peut estimer que l'archipel des Saintes a subi, pendant plusieurs heures, des rafales supérieures à 215 km/h et probablement bien au-delà.

Communes	Altitude	Rafale maxi	Heure rafale le 19	Max du vent soutenu (moyenné sur 1 min)
LES ABYMES	11 m	125 km/h	1 h 48	90 km/h
BAILLIF	6 m	148 km/h	3 h 23	120 km/h
CAP. BELLE-EAU	253 m	136 km/h	1 h 19	125 km/h
GOURBEYRE	477 m	162 km/h	1 h 05	110 km/h
MORNE A L'EAU	11 m	X	X	120 km/h
POINTE NOIRE	213 m	159 km/h	2 h 36	130 km/h
SAINTE-ROSE	10 m	X	X	105 km/h

PLUIE

Les pluies quotidiennes sur l'archipel guadeloupéen, mesurées par des stations conventionnelles ou estimées par le radar de précipitation, présentent un caractère anormalement abondant pour l'ensemble des communes du département.

Ci-dessous un tableau des valeurs les plus remarquables enregistrées par les stations (1 mm = 1 litre / m²)

Communes	Altitude	Cumul en 24 heures	« Valeur décennale »
LES ABYMES	11 m	237 mm	153 mm
BAILLIF	6 m	261 mm	128 mm
VIEUX HABITANTS	136 m	273 mm	157 mm
SAINT-CLAUDE	650 m	497 mm	171 mm
BAIE MAHAULT	22m	237 mm	202 mm
DESHAIES	42 m	404 mm	139 mm

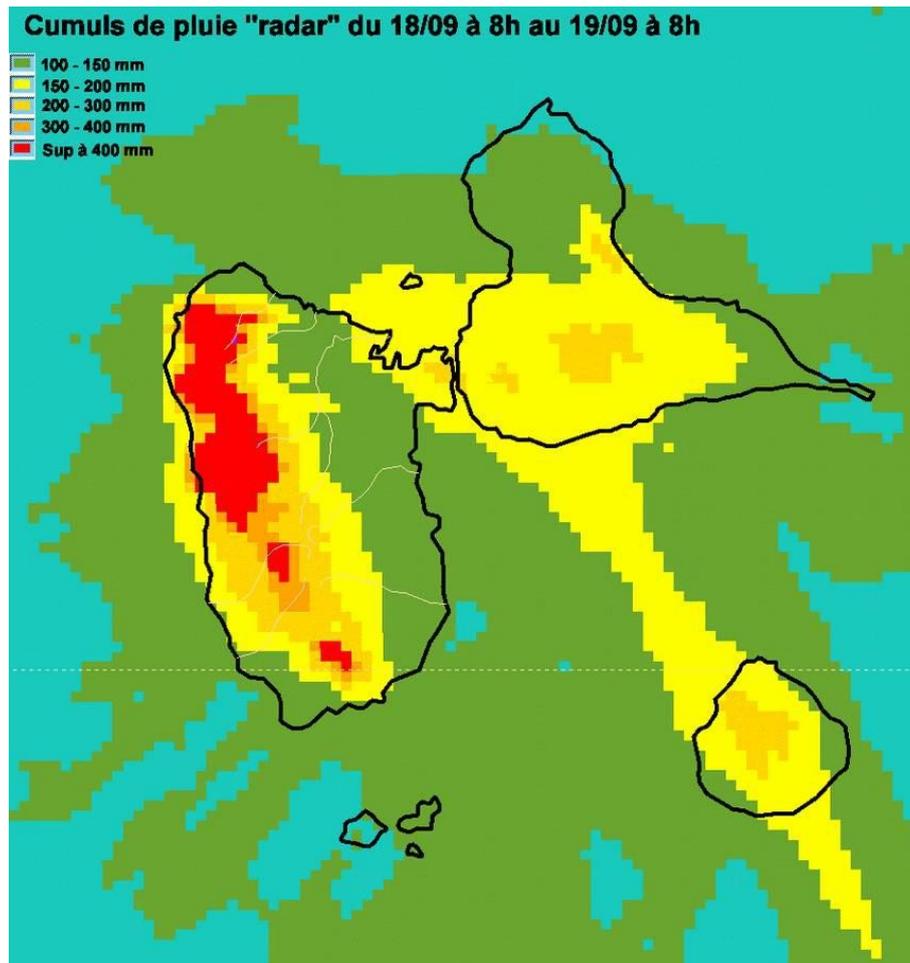


figure 9

MER

L'archipel de la Guadeloupe a été largement affecté par l'action des vagues sur son littoral et des effets de submersion marine.

Dès le lundi 18 après-midi, une longue houle énergétique de période d'au moins 15 secondes, déferle violemment sur les rivages de Marie-Galante, des Saintes, de l'intérieur du Petit Cul-de-Sac marin et du sud de la Basse-Terre. Cette houle s'amplifie en soirée et atteint son maximum dans la nuit de lundi à mardi, tandis que le pic d'énergie est centré sur des périodes de 10 à 12 secondes. Les hauteurs moyennes des vagues au large sont estimées à environ 8 mètres au plus fort de l'épisode. Ces déferlements provoquent des submersions dont la quantification est difficile.

Une submersion marquée s'est ensuite manifestée en milieu de nuit du 18 au 19 septembre au fond du Petit Cul-de-Sac marin (rade de Pointe-à-Pitre, zone de Moudong, Petit-Bourg) du fait de l'effet de marée de tempête avec une surcote atmosphérique conjuguée à la réaction dynamique de l'océan. Cette surcote, estimée entre 50 et 70 cm, est confirmée par la mesure du marégraphe de Pointe à Pitre (surcote maximale d'environ 50 cm en cours de nuit, vers 2 h le 19 septembre). On peut noter que c'est la valeur de surcote la plus élevée depuis celle provoquée par l'ouragan HUGO le 17 septembre 1989 et qu'elle peut donc être qualifiée d'exceptionnelle.

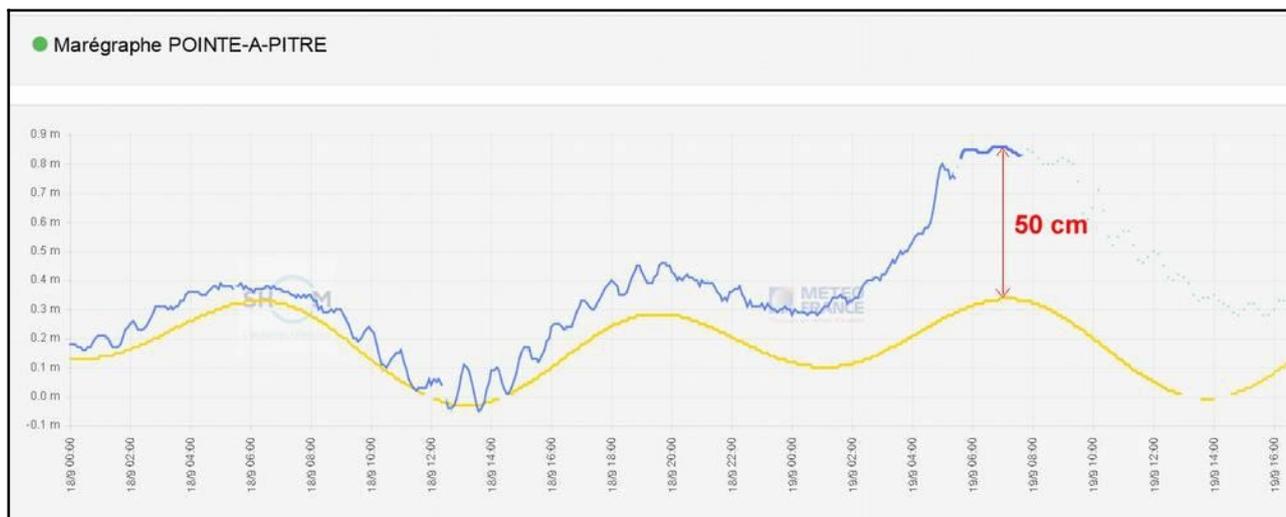


Figure 10

À peu près au même moment (vers 2 h du matin en ce 19 septembre), des trains de vagues de secteur Sud pénètrent le long de la côte caraïbe de la Guadeloupe (hauteur moyenne estimée par simulation numérique de 8 m environ). Ces vagues, conjuguées à une surcote estimée à 40 cm provoquée par la pression atmosphérique très basse, submergent les parties basses de ce littoral.

SAINT-BARTHELEMY et SAINT-MARTIN

MARIA est restée suffisamment éloignée des Îles du Nord pour ne pas occasionner un nouvel impact direct, peu de temps après IRMA. Elle y a tout de même généré du mauvais temps inhabituel et l'interruption des ponts maritimes et aériens durant deux jours.

Le centre de MARIA ne s'est jamais approché à moins de 150 km de ces îles du Nord. Il est passé au plus près dans l'après-midi du mardi 19 septembre. L'ouragan, qui était encore de catégorie 5, a occasionné tout de même des effets importants.

Le vent a soufflé à 70/80 km/h en vitesse moyenne, avec des rafales qui ont avoisiné 100 km/h au cours de l'après-midi du mardi 19 et la nuit suivante. Il s'agit de valeurs suffisantes pour transformer en projectile les nombreux débris légers qui jonchaient le sol.

Durant cette période, la mer s'était bien formée et les creux ont atteint 4 à 5 mètres.

Enfin, les précipitations sont restées modestes et se sont manifestées sous forme discontinue. Les quantités n'ont pas excédé une hauteur cumulée de 50 mm, mais sont malgré tout importantes face à un habitat gravement endommagé récemment et aux toitures souvent encore précaires.

Les valeurs présentées ci-dessus sont estimées. Elles n'ont pas pu être mesurées, car tous les instruments étaient inopérants depuis le passage de l'ouragan IRMA. Météo-France n'avait pas encore rétabli le réseau de mesures sur ces deux îles, le retour à la normale étant prévu d'être effectif au cours de la première quinzaine du mois d'octobre.

DIRECTION INTER-RÉGIONALE ANTILLES-GUYANE

Les DIFFUSIONS de « VIGILANCE » par METEO-FRANCE pour l'ouragan MARIA

Rappel : La procédure de vigilance météorologique contient l'expertise de Météo-France pour les autorités de Sécurité Civile et est complétée en temps réel par les mesures d'alertes déclenchées par le Préfet. La procédure de vigilance de Météo-France aux Antilles-Guyane a été mise en œuvre au 1^{er} janvier 2006. C'est une procédure probabiliste, qui croise la probabilité de survenue de l'évènement avec la force de l'impact. C'est aussi une procédure progressive, intégrant les difficultés de prévisions et les incertitudes et qui permet d'anticiper de plusieurs jours (3 jours) la survenue d'un évènement majeur en montant « en puissance » en fonction de l'augmentation du risque d'impact. Elle permet aussi le rétrogradage progressif après le passage d'un phénomène ou si la prévision devient plus favorable.

Elle gère 4 types de dangers - Vents forts, Fortes pluies/Orages, Mer dangereuse à la côte et Cyclone -. Ce dernier n'est utilisé que pour des conditions observées et/ou prévues sur le territoire de forte tempête tropicale et/ou d'ouragan. (Seuil de vents moyens de 90 km/h ou plus, déclinable en rafales généralisées à 120 km/h ou plus). Il combine les risques liés à tous les paramètres dangereux liés à un cyclone violent. Le niveau de risque (danger et sa probabilité) est donné par des couleurs habituelles maintenant connues et reconnues : Jaune, Orange et Rouge. Dans le cas d'un ouragan avec risque d'impact important, voire catastrophique, 2 couleurs ont été ajoutées aux 3 habituelles. Le « Violet » signifie que les conditions sévères sont quasi certaines et imminentes sur le territoire. Ce niveau se complète en général par la mesure de confinement (couvre-feu). Le niveau « Gris », une fois que les conditions les plus extrêmes sont passées, permet en général de déclencher une phase de reconnaissance et de secours tout en gardant la population à l'abri, car différents dangers peuvent encore persister.

Chronogramme de déclenchement de la vigilance (heures arrondies)

