

**CARACTERISTIQUES METEOROLOGIQUES
DE L'OURAGAN DEAN EN MARTINIQUE**

16 ET 17 AOUT 2007

Rapport du 27/08/2007

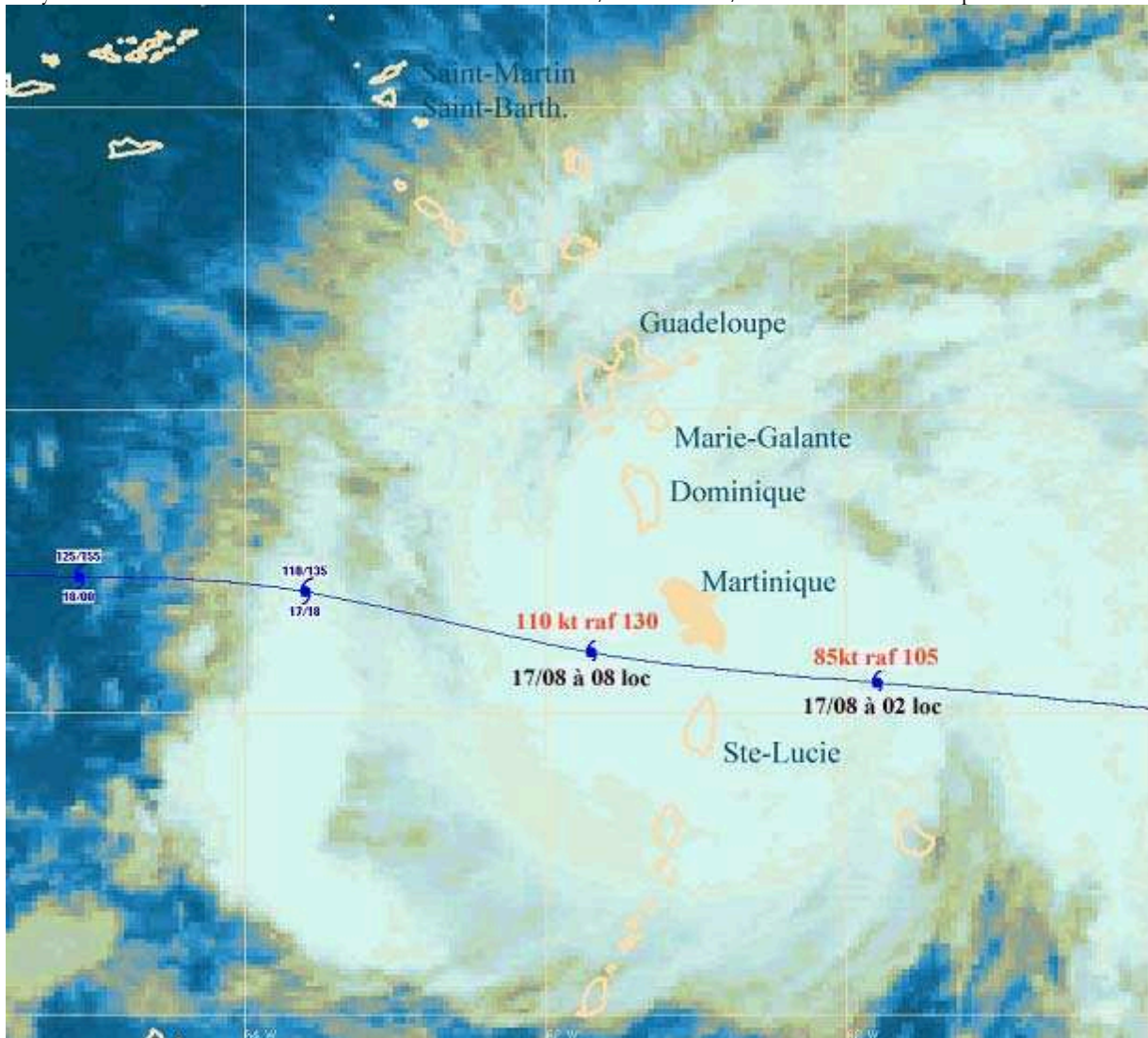
CARACTERISTIQUES METEOROLOGIQUES DE L'OURAGAN DEAN EN MARTINIQUE 16 et 17 AOUT 2007

Préambule

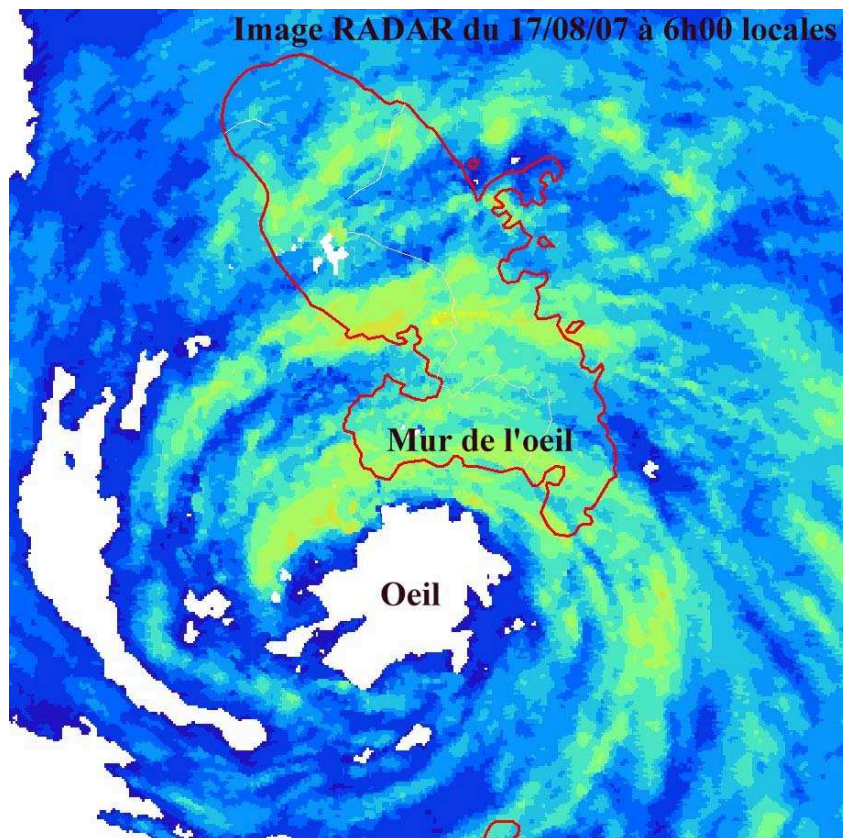
Ce document a été réalisé à partir des mesures disponibles à la date de rédaction. La collecte des données s'avère délicate, notamment sur le Sud de l'île où certains capteurs ont été endommagés par les vents violents et du fait des difficultés de télécommunication. Il est donc possible que d'autres données viennent compléter notre étude et ce rapport pourrait être ultérieurement amélioré, si besoin est, avec ces nouvelles valeurs.

Le passage de DEAN sur l'arc antillais

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



Le centre n'est passé qu'à quelques kilomètres des côtes Sud de la Martinique (15 km de Sainte-Anne, 30 km de l'aéroport du Lamentin), avec un œil en formation bien visible sur les images du radar météorologique de Martinique. Le mur de l'œil a balayé les régions côtières du Sud de la Martinique entre 4 et 7h du matin, en heures locales. Le cyclone était alors dissymétrique et générait les vents les plus forts dans les quadrants nord à proximité du centre.



CARACTERISTIQUES METEOROLOGIQUES DE L'OURAGAN DEAN EN MARTINIQUE

1 Précipitations

1.1 Mesures des pluviomètres

On donne dans le tableau ci-dessous les cumuls de précipitations relevés lors des journées des 16 et 17/08/2007 par les stations de Météo-France et du Conseil Général de Martinique. On rappelle la correspondance : 1 mm = 1 litre d'eau / m².

Station (altitude)	Cumul max sur 1 h	Cumul max sur 3 h	Cumul max sur 6 h	Cumul max sur 24 h	Cumul épisode 36 h
Fort de France Colson (561 m)	67	160	186	311	332
Bellefontaine Verrier (556 m)	58	<i>139</i>	<i>159</i>		<i>304</i>
Marin Usine (16 m) poste bénévole				198	274
Sainte Anne Salines (13 m)	103	160	170	<i>192</i>	<i>260</i>
Fort de France DDST (93 m)	71	156	186	252	260
Saint Pierre Galère (33 m)	66	133	163	214	225
Fonds St Denis Cadets (510 m)	43	93	125	193	208
Sainte Marie Pérou (200 m)	23	63	79	167	181
Robert Villarson (105 m)	27	63	77	155	162
Trinité Réservoir (145 m)	18	39	48	109	118

Tableau 1 : cumuls de précipitations (mm) mesurés lors du passage de Dean. Les chiffres en italique sont des estimations.

On constate que les cumuls sur les 2 jours ont souvent dépassé les 250 mm en 36 heures, aussi bien dans le Sud à Sainte Anne que dans la région de Fort de France. Un maximum de 332 mm a été enregistré à la station de Fort de France Colson. Il faut noter que les 214 mm relevés en 24 heures à Saint Pierre dépassent le précédent record d'août 1980 sur cette zone (200 mm).

Sur des périodes plus courtes, on a mesuré des cumuls également très élevés : supérieurs à 130 mm en 3 heures à Saint Pierre et à Fort de France. Sur une heure, le cumul a même dépassé les 100 mm à Ste Anne. Il faut indiquer que ces mesures sont probablement en deçà de la réalité car il est bien établi que les vents violents génèrent des turbulences qui gênent la captation des gouttes par les pluviomètres¹. Avec les vents rencontrés lors du passage de Dean, il n'est donc pas exclu que les précipitations aient été sous-estimées par un facteur 2, voire plus dans les zones les plus ventées.

1.2 Durées de retour

Les cumuls de pluie les plus forts mesurés sur 24 heures correspondent à des durées de retour² estimées de l'ordre de :

- 40 ans pour les cumuls relevés à St Pierre (établi à partir des données du poste voisin de St Pierre Stade disposant de 26 ans de mesures) ;
- 30 ans pour le poste de Fort de France DDST (estimation à partir du poste de Desaix disposant de 69 ans de mesures) ;
- 15 ans pour le poste de Fort de France Colson (estimation à partir du poste voisin de La Médaille disposant de 35 ans de mesures) ;

¹ Dans la note interne 42 de la Direction des Systèmes d'Observation de Météo-France, il est précisé que les turbulences entraînées par le vent autour du cône d'un pluviomètre peut conduire à des sous-estimations de la quantité de précipitations de l'ordre de 25 à 35% pour des vents compris entre 18 et 36 km/h, et de 30 à 50% pour des vents > 36 km/h.

² Utilisation de la loi GEV (Generalized Extreme Values) adaptée aux postes disposant de 25 ans de mesures ou plus.

- 10 ans pour Fonds Saint Denis Cadets (disposant de 99 ans de mesures);
- 7 ans pour Ste Anne (estimé à partir du poste voisin de Ste Anne Crève Cœur disposant de 26 ans de mesures).

On constate donc que certaines pluies mesurées revêtent un caractère exceptionnel avec des durées de retour de l'ordre de 30 ans ou plus. Par ailleurs, si l'on considère que les pluies effectivement tombées peuvent être de l'ordre de 1,5 à 2 fois plus importantes que les pluies mesurées, à cause des perturbations dues au vent fort, on peut estimer que de nombreux secteurs ont subi des fortes pluies dont la durée de retour est largement supérieure à 10 ans.

2 Vents

2.1 Observations

Station (altitude)	Intensité maximale du vent moyen sur 10 min	Estimation du max de vent moyen sur 1 min	Intensité maximale du vent instantané (rafale)	Record précédent pour la rafale (intensité, date, et début des mesures)
Le Vauclin (19 m)	131,5 km/h à 7 h*	144-157 km/h*	172,4 km/h à 7 h*	158,4 km/h (1994) (depuis 1992)
Sainte Anne (13 m)	108,0 km/h à 7 h	119-130 km/h	187,2 km/h à 6 h	86,4 km/h (2002) (depuis 1993)
Trinité Caravelle (38 m)	105 km/h à 7 h	115-126 km/h	140 km/h à 6 h	220 km/h (1979) (depuis 1978)
Fort de France Desaix (140 m)	118,8 km/h à 7h	131-143 km/h	183,6 km/h à 7 h	213 km/h (1963) (depuis 1960)
Fonds Saint Denis (510 m)	118,8 km/h à 7 h	131-143 km/h	208,8 km/h à 8h	154,8 km/h (1994) (depuis 1981)
Lamentin Aéroport (3m)	88 km/h à 6 h*	97-106 km/h	151,2 km/h à 6h*	204 km/h (1963) (depuis 1960)
Diamant Morne Pavillon (353 m)	90 km/h à 4 h*	99-108 km/h*	151,2 km/h à 4h*	136,8 km/h (2004) (depuis 1995)

Tableau 2 : mesures de la force du vent la journée du 17/08 et estimation du vent moyen sur 1 minute.

*=dernière mesure avant rupture de l'anémomètre ou coupure de la liaison téléphonique.

Dans le tableau, on constate que les vents moyens générés par l'ouragan (colonne 2) ont dépassé les 110 km/h sur plusieurs zones, avec un maximum supérieur à 130 km/h relevé au Vauclin, sur la côte Atlantique. Plusieurs stations, comme Le Vauclin, Le Lamentin ou Le Diamant, ont vu leurs mesures interrompues brutalement sous la force de l'ouragan. Pour ces postes repérés par un astérisque dans le tableau, les vents ont très probablement dépassé les intensités reportées.

Concernant les rafales (colonne 4), on peut noter que des records ont été battus à cette occasion sur 4 postes : Le Vauclin (15 ans de mesures), Sainte Anne (14 ans de mesures), Fonds Saint Denis (26 ans de mesures), Diamant Morne Pavillon (12 ans de mesures). De plus, l'effet « Venturi » (accélération des particules d'air du fait du rétrécissement de leur zone de circulation) sur le relief a pu contribuer à donner des rafales comprises entre 200 et 220 km/h (Cul de sac Marin, relief de Ste-Luce, premier relief de la côte Sud-Atlantique, ...).

Dans le tableau précédent, on a reporté en troisième colonne une estimation du vent moyen sur une minute, qui est souvent un des paramètres utilisés pour caractériser les cyclones et pour calculer des durées de retour. Cette estimation a été réalisée en considérant que l'intensité du vent moyen sur une minute est de 10 à 20% supérieure à l'intensité du vent moyen sur 10 min².

² Dans plusieurs publications de référence, on applique un facteur 1,14.

2.2 Evolution temporelle

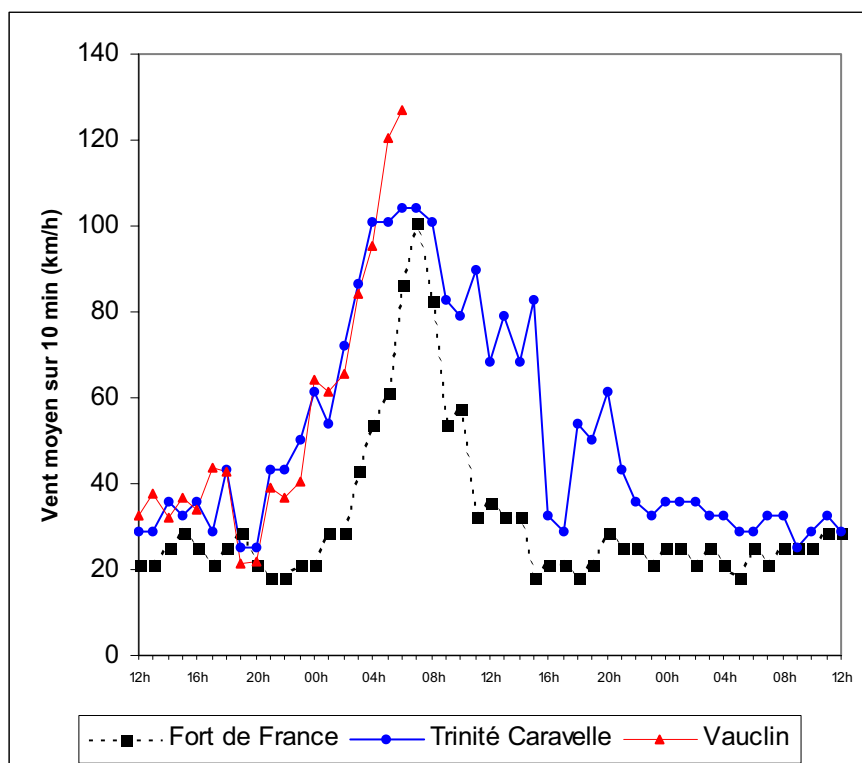


Fig. 1 Evolution de la force du vent horaire moyen sur 10 min, du 16/08 à 12h locales au 18/08 à 12h locales.

Pour la station du Vauclin, qui a enregistré les vents moyens les plus forts, l'intensité des rafales a entraîné l'interruption des mesures à 7h du matin, laissant supposer que des vents encore plus intenses ont concerné cette région.

2.3 Durées de retour

- Pour le vent, les durées de retour sont assez souvent exprimées, dans différents travaux, par rapport à l'intensité du vent moyenné sur 1 minute et non sur 10 minutes. De ce fait, si l'on considère la valeur de vent la plus forte reportée en colonne 3 du tableau 2, soit 144 à 157 km/h pour le Vauclin, la durée de retour correspondante est comprise entre 30 et 50 ans. Pour Fort de France où le vent a été légèrement moins fort, la durée de retour estimée est comprise entre 20 et 30 ans.

N.B. : Ces durées de retour ont été estimées à partir des résultats de Marino (1997)³ qui a utilisé les méthodes de Gumbel et du Renouvellement pour déterminer des durées de retour de vent fort sur les Antilles. Les deux méthodes ont été appliquées sur une période d'observation de 111 ans pour finalement aboutir à des durées de retour assez proches. Avec une telle période d'échantillonnage, seules les durées de retour inférieures à 4 fois cette période peuvent être calculées, ce qui est le cas ici.

- D'après les travaux de Delaunay (1986)⁴, la durée de retour associée à un vent moyen (mesuré à 10 m sur 10 min) de 126 km/h est de l'ordre de 50 ans en Martinique. Elle est de 25 ans pour un vent moyen de 104 km/h et de 100 ans pour un vent moyen de 140 km/h. La méthode d'estimation semble assez robuste, et ses résultats ont été confirmés par d'autres études réalisées par les scientifiques américains. Avec cette deuxième méthode (Delaunay), on trouve que le vent moyen relevé au Vauclin (131,5 km/h) correspond à une durée de retour de l'ordre de 50 ans, supérieure à l'estimation précédente.

³ Source : Le risque cyclonique aux Antilles françaises, Etudes et développements DIRAG/SRMA, Marino (1997).

⁴ Vents extrêmes dus aux cyclones tropicaux dans les DOM-TOM, Delaunay, cahier 2078 du CSTB, 1986.

- Enfin, à titre de comparaison, on a reporté sur le tableau suivant les relevés de mesures de vents pour les ouragans qui ont marqué fortement la Martinique lors de ces 60 dernières années.

Nom de l'ouragan	Maximum du vent moyen sur 10 minutes	Rafale maximale
Dean (17/08/2007)	131 km/h* au Vauclin 119 km/h à Fonds Saint Denis 119 km/h à Fort de France Desaix	172 km/h* au Vauclin 209 km/h à Fonds Saint Denis 184 km/h à Fort de France Desaix
Allen (12/08/1980)	100 km/h à Desaix	167 km/h à Desaix 155 km/h à Trinité Caravelle
David (29/08/1979)	140 km/h à Trinité Caravelle 95 km/h à Lamentin Aéroport	Estimé > 220 km/h à Trinité la Caravelle 158 km/h à Fort de France Desaix 126 km/h à Lamentin Aéroport
Edith (25/09/1963)	145 km/h à Trinité Caravelle 119 km/h à Fort de France Desaix	172 km/h à Trinité Caravelle 213 km/h à Fort de France Desaix 204 km/h à Lamentin-Aéroport
Dog (02/09/1951)	110 km/h à Fort de France Desaix	180 km/h à Fort de France Desaix

Tableau 3 : intensités des vents pour les ouragans qui ont marqué la Martinique ces 60 dernières années.
 *=dernière mesure avant rupture de l'anémomètre ou coupure de la liaison téléphonique

On constate qu'il faut remonter dans le passé à près de 30 ans (David, 1979), voire plus (Edith, 1963) pour retrouver des ouragans avec des vents de force comparable à ceux engendrés par Dean sur la Martinique en 2007.

En résumé, le passage de Dean a engendré sur la Martinique des vents mesurés dont l'intensité est exceptionnelle, avec une durée de retour comprise entre 30 et 50 ans. De plus, l'effet « Venturi » (accélération des particules d'air du fait du rétrécissement de leur zone de circulation) sur le relief a pu contribuer à donner des rafales vraisemblablement comprises entre 200 et 220 km/h (Cul de sac Marin, relief de Ste-Luce, premier relief de la côte Sud-Atlantique, ...)

3 Pression

Dans la figure ci-dessous est reportée l'évolution de la pression au niveau de la mer enregistrée à la station de Fort de France Desaix lors du passage de Dean. On retrouve bien le signal symétrique de l'ouragan avec une baisse rapide de la pression à partir du 16/08 à 22h, le passage par un creux de 990 hPa à 6h, puis la remontée progressive jusqu'à 12h.

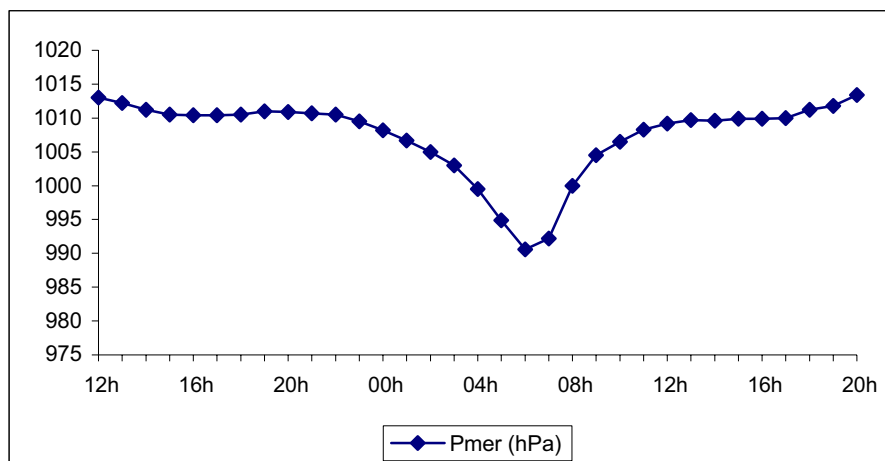


Fig. 2 Evolution de la pression au niveau de la mer à Desaix du 16/08/2007 à 12h au 17/08 à 20h locales.

4 Houle et Vagues

Une forte houle cyclonique essentiellement de composante est a accompagné le déplacement de l'ouragan depuis le 15 août alors que le phénomène était encore loin en Atlantique. Une bouée (ind OMM 41040 par 14N et 53W) avait déjà mesuré des creux moyens de 8,1 m le 16 au matin alors que le centre passait à plus de 100 km au sud.

Sur le littoral Atlantique et dans le canal de Ste-Lucie, la houle très énergétique (valeurs d'énergie 10 à 20 fois supérieures à une houle d'alizé) est arrivée en milieu de nuit de jeudi 16 à vendredi 17, peu de temps avant le passage du centre du cyclone à proximité de la Martinique. Ce « timing » presque phasé du vent et des vagues est dû essentiellement au déplacement rapide de DEAN (entre 35 à 40 km/h en moyenne).

D'abord de secteur est, la houle s'est rapidement amplifiée jusqu'à générer des vagues de plus de 10 m (mesures des 2 houlographes de Basse-Pointe et de Ste-Lucie) et n'a faibli en tournant sud-est que dans l'après-midi dans le canal de Sainte-Lucie et le Sud Atlantique.

Sur la côte Caraïbe, les vagues soulevées par le vent localement d'abord d'est ont tourné à l'ouest dès que le centre du cyclone eût dépassé la Martinique et ce dès le vendredi matin vers 8h00 locales. Sur ce littoral, la houle d'est ne passe pas. C'est d'abord la mer du vent (vagues d'est) puis la houle d'ouest beaucoup plus faible qu'en Atlantique mais inhabituelle et arrivant sur un littoral sans aucune protection qui a pu causer des dégâts.

4.1 Mesures des houlographes (équipements exploités en partenariat avec le Conseil Général)

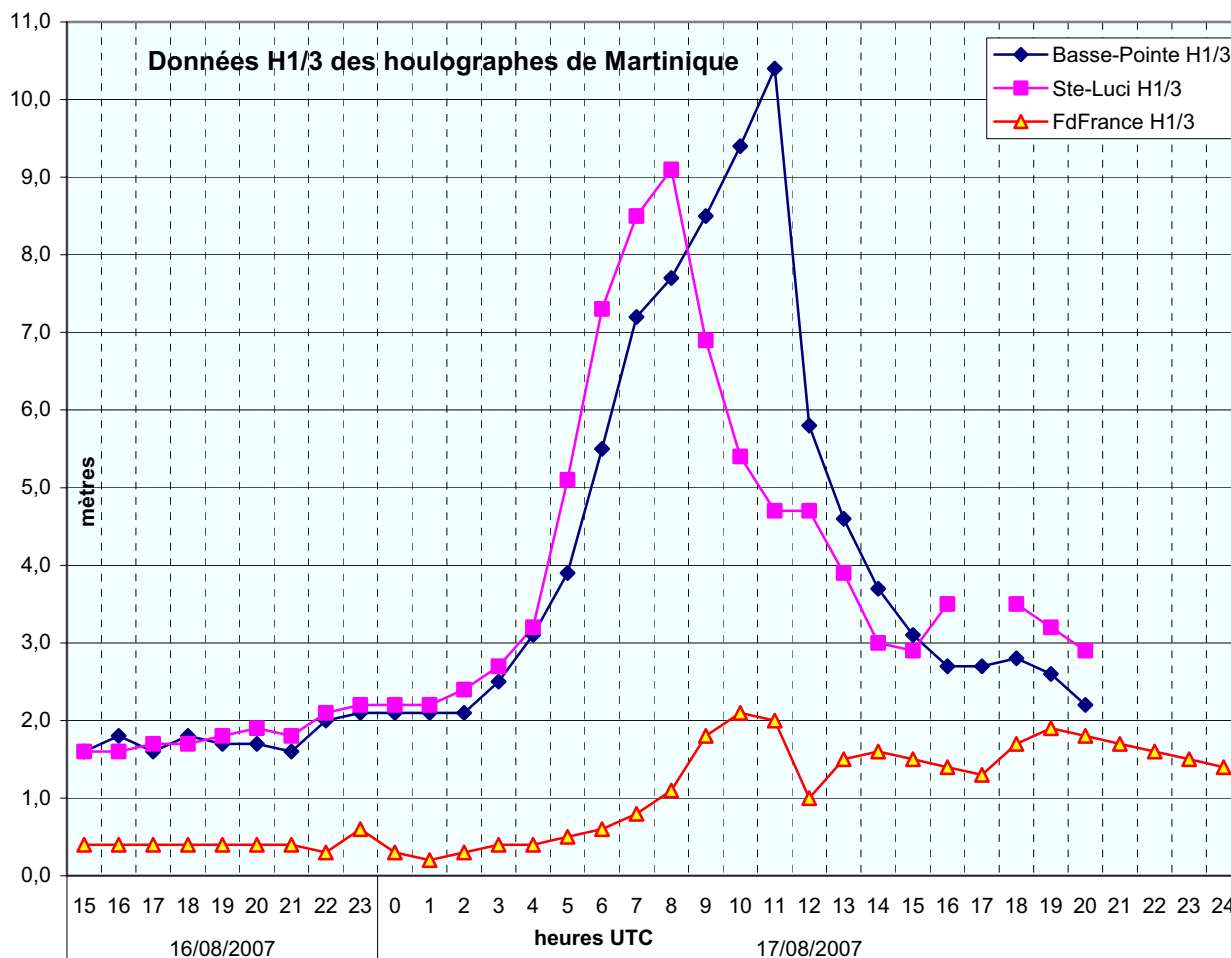


Fig. 3 Evolution des creux moyens (m) pour les 3 houlographes de Martinique.
 NB les heures indiquées sont UTC (retrancher 4 h pour avoir l'heure locale).

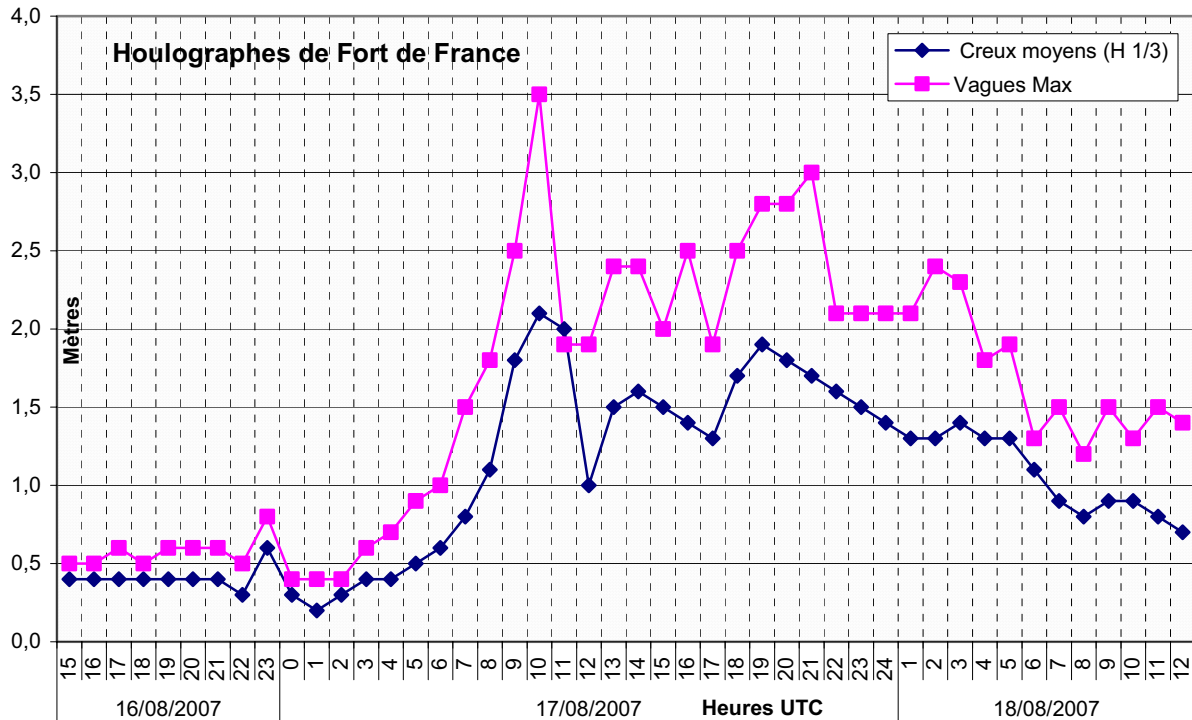
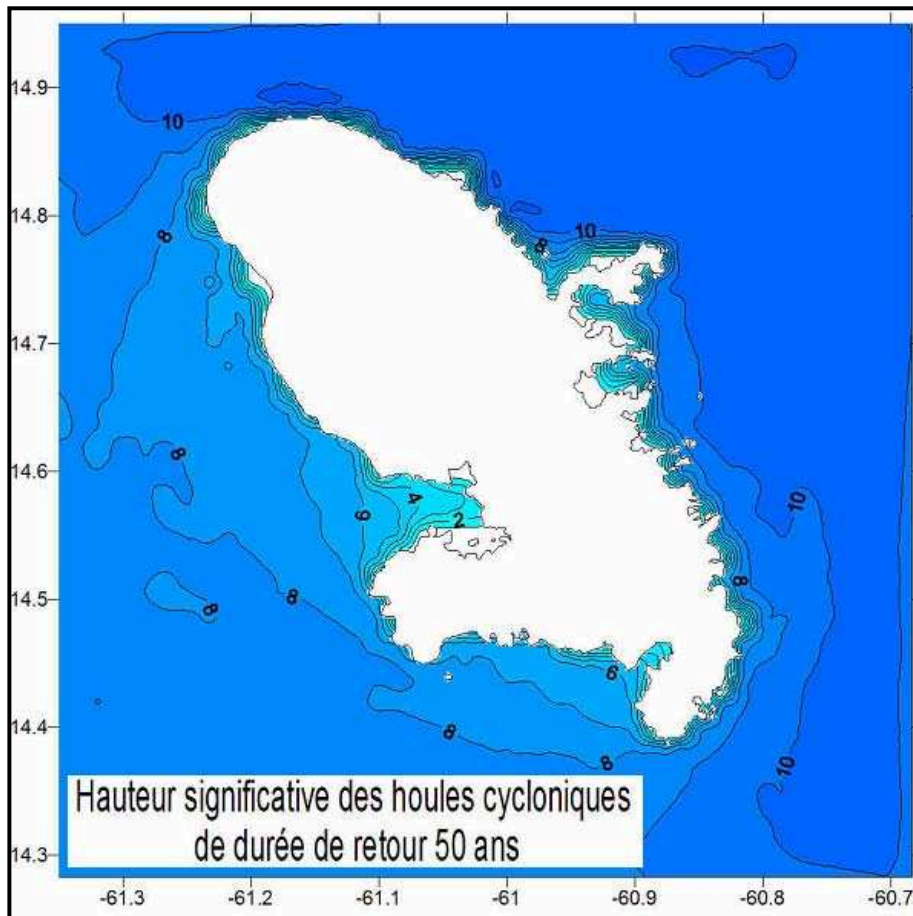


Fig. 4 Evolution des creux moyens et vagues max (m) pour le houlographe de Fort de France.
 NB les heures indiquées sont UTC (retrancher 4 h pour avoir l'heure locale).

4.2 Durée de retour

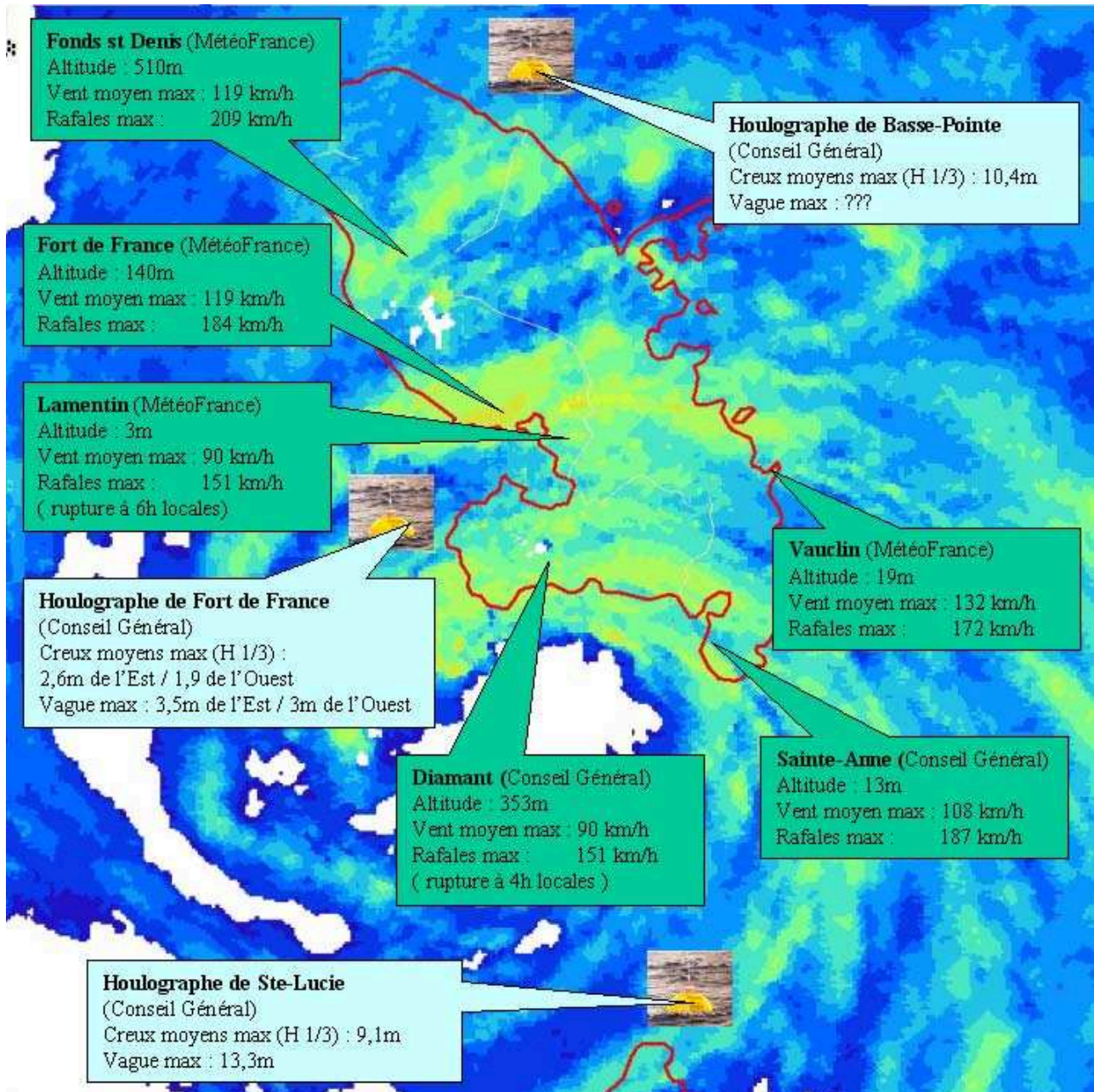


Au vu des valeurs mesurées sur les 3 houlographes et des cartes de durées de retour de la houle cyclonique, on peut estimer que la durée de retour de la houle générée par DEAN est de l'ordre de 50 ans sur la façade Atlantique et le littoral Sud.

Référence de la carte ci-contre : Etude DPPR, Evaluation du risque lié aux houles cycloniques sur les Antilles françaises (Etudes et développements DIRAG n°12), V. Pourret, S. Hatton, F. Cadet, 2001.



5 Cartographie des points de mesures exploités

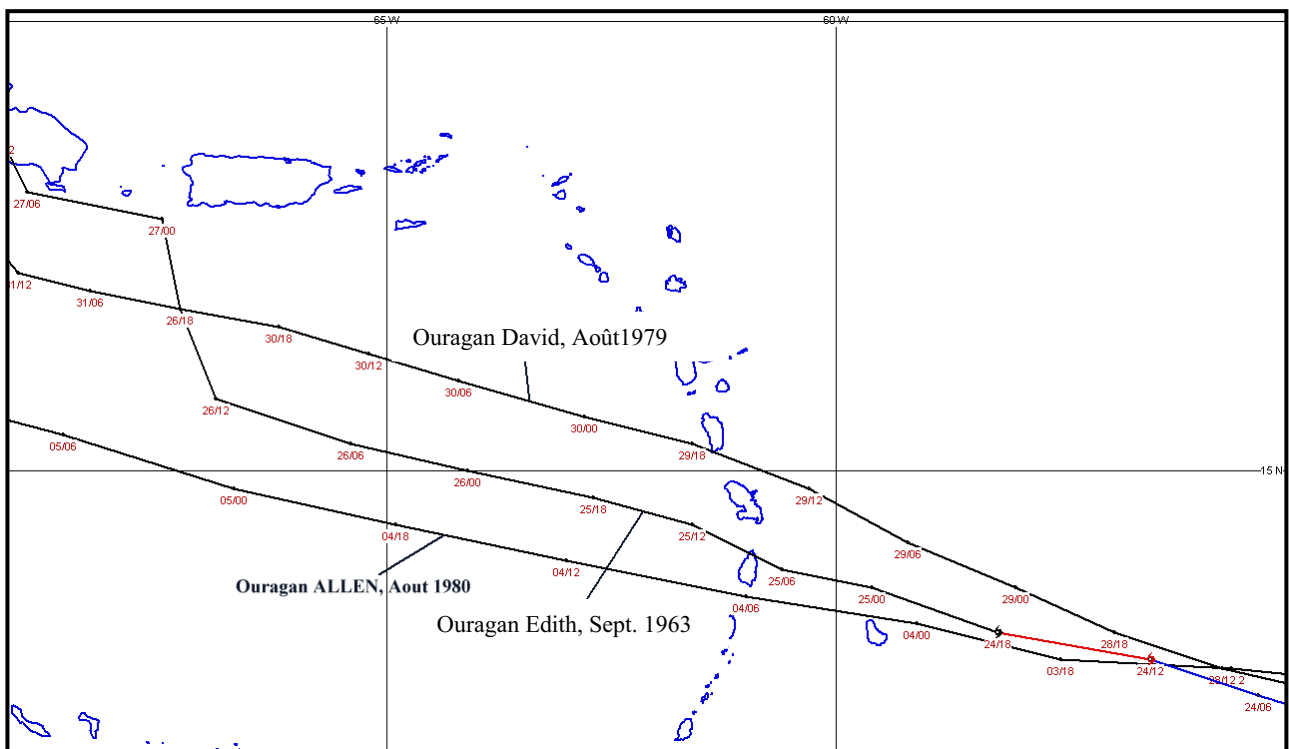


Conclusion

Le passage de l'ouragan DEAN de catégorie 2 sur la Martinique est un événement exceptionnel par la proximité de l'œil en formation et la valeur de certains paramètres mesurés – vent, houle ou précipitations.

Les durées de retour de ces paramètres sont souvent supérieures à 20 ans voire 30 ans et des records ont été souvent battus ou approchés sur les paramètres de vent et de pluie depuis l'ouverture des stations.

Il faut remonter à 1963 (Edith), ou 1979 (David) pour retrouver des conditions similaires d'ouragan sur la Martinique.



**CARACTERISTIQUES METEOROLOGIQUES
DE L'OURAGAN DEAN EN GUADELOUPE**

17 AOUT 2007

Rapport du 27/08/2007

Le passage de DEAN sur l'arc antillais

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

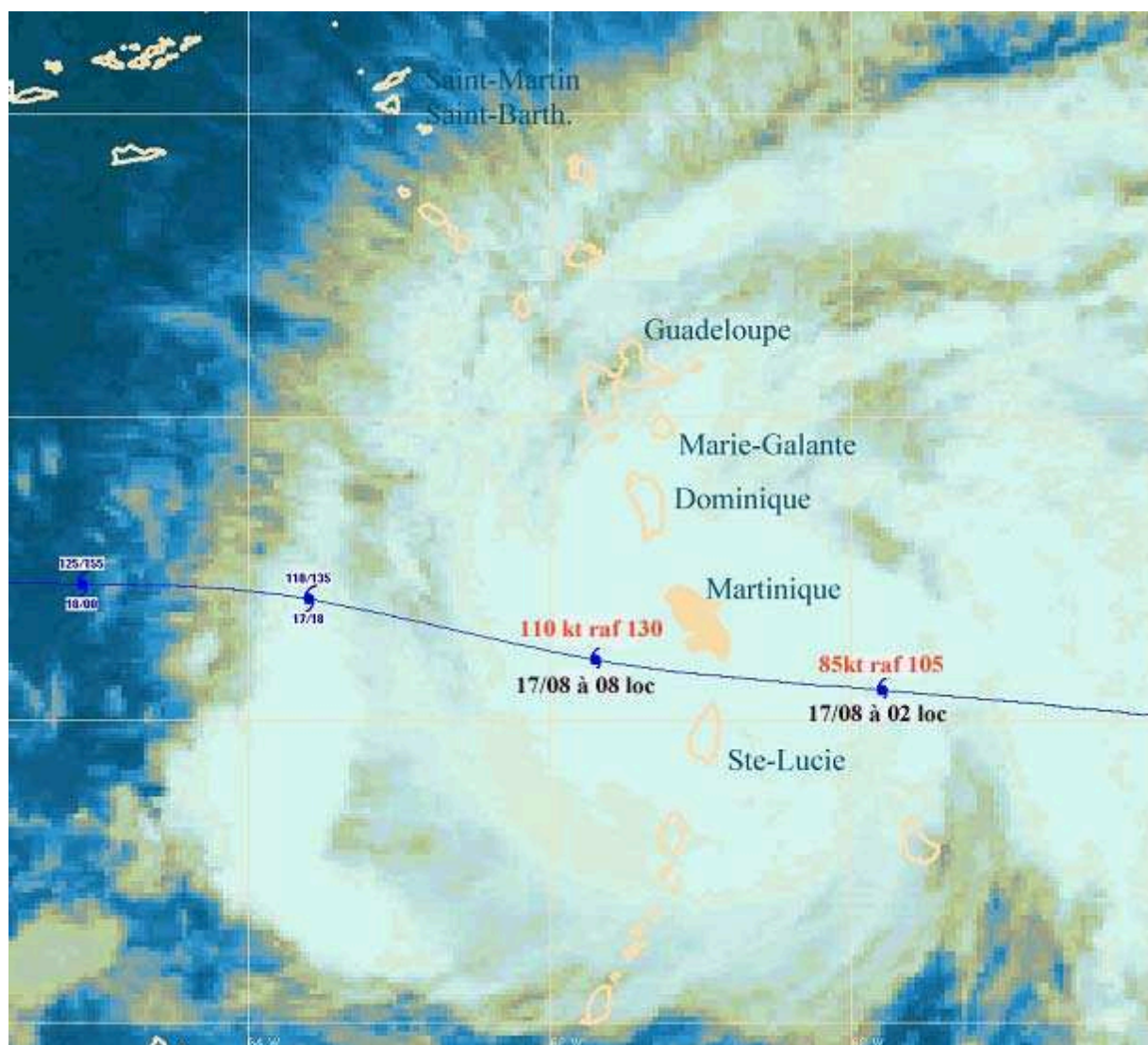


Figure 1 : trajectoire de l'ouragan DEAN à proximité de l'arc antillais

Le centre n'est passé qu'à quelques kilomètres des côtes Sud de la Martinique (15 km de Sainte-Anne, 30 km de l'aéroport du Lamentin). Le mur de l'œil a balayé les régions côtières du Sud de la Martinique entre 4 et 7 heures du matin, en heures locales. Le cyclone était alors dissymétrique et générait les vents les plus forts dans les quadrants nord à proximité du centre. Bien que l'œil du cyclone soit passé au plus près à 160 km au sud-sud-ouest, la Guadeloupe est située dans ce quadrant nord ; elle a subi des vents de force tempête qui ont perduré l'après-midi du vendredi 17 août à cause de deux faits : d'une part la trajectoire s'infléchit vers le nord (voir figure 3 où l'on observe un angle de 5° entre la trajectoire de 00 UTC à 12 UTC d'une part et celle ultérieure) et d'autre part le phénomène se renforce et atteint la classe 3 (vents maximums soutenus sur une minute près de l'œil supérieurs à 178 km/h).

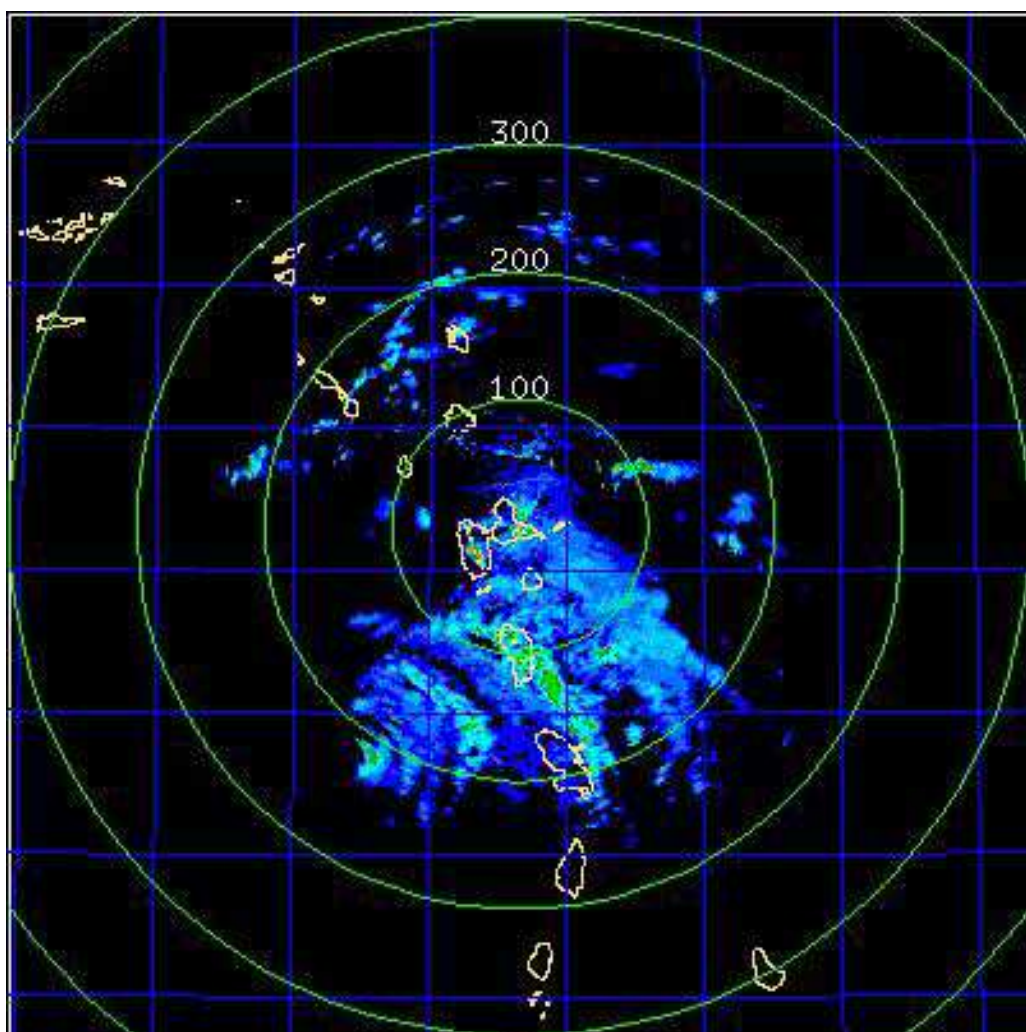


Figure 2 : image du radar météorologique de Guadeloupe le 17 août 2007 à 11 h locales. L'œil de l'ouragan DEAN est alors à 180 km, à peu près à égale distance de la Martinique et de la Guadeloupe.

Tableau 1 : Caractéristiques de l'ouragan DEAN à proximité de l'arc antillais
 (à partir des advisories du National Hurricane Center de Miami).

En rouge les caractéristiques de son renforcement et de l'incurvation de sa trajectoire vers le nord.

Date/heure UTC (heure locale + 4)	Lat	Lon	Vent maximal près du centre (km/h)	rafale (km/h)	Rayon des vents force ouragan (≥ 64 kt) (km)	Rayon des vents force tempête (≥ 34 kt) (km)	direction de déplacement	vitesse de déplacement (km/h)	Etat
17/08/2007 0000	14.0 N	57.7 W	160	195	37 au NE 37 au NW	220 au NE 220 au NW	275	37	Ouragan catégorie 2
17/08/2007 0600	14.2 N	59.8 W	160	195	37 au NE 37 au NW	220 au NE 220 au NW	275	41	Ouragan catégorie 2
17/08/2007 1200	14.4 N	61.7 W	205	250	37 au NE 37 au NW	220 au NE 300 au NW	275	37	Ouragan catégorie 2
17/08/2007 1800	14.8 N	63.6 W	205	250	45 au NE 45 au NW	300 au NE 300 au NW	280	35	Ouragan catégorie 3

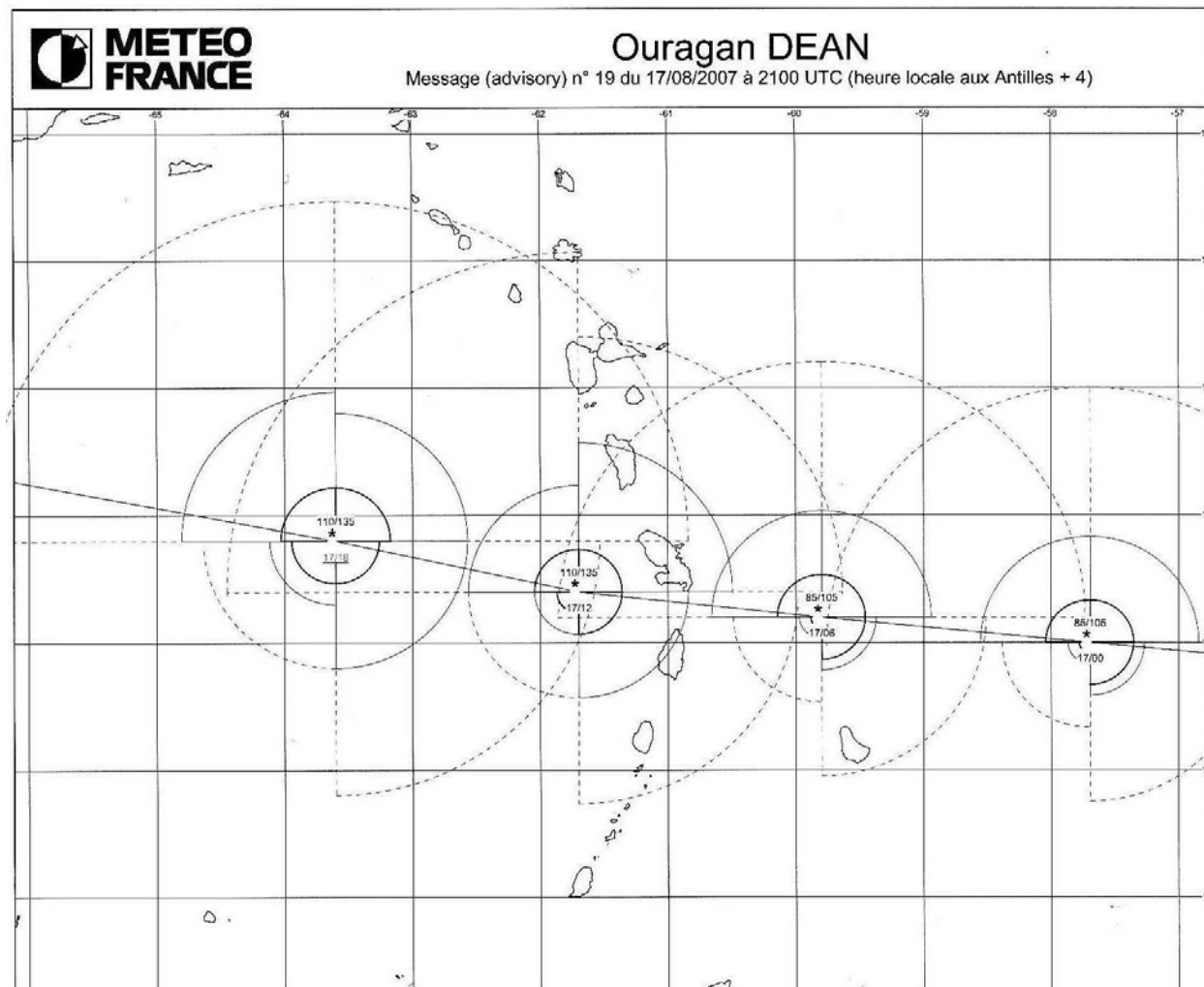


Figure 3 : trajectoire de l'ouragan DEAN traversant l'arc antillais.

Légende : pour chacune des positions de l'œil du cyclone sont indiqués au-dessus : vent maximal moyenné sur une minute / rafale (en nœuds) ; au-dessous : date / heure UTC. Les portions de cercles concentriques correspondent respectivement en s'éloignant du centre à l'extension maximale des vents de force ouragan (≥ 64 kt), des vents supérieurs à 50 kt et des vents de force tempête (≥ 34 kt). Noter qu'il s'agit de vent estimé par le NHC (Miami).

CARACTERISTIQUES METEOROLOGIQUES DE L'OURAGAN DEAN EN GUADELOUPE LE 17 AOUT 2007

1 Vents

1.1 Observations

Station (altitude)	Intensité maximale du vent moyen sur 10 min (Heure)	Direction du vent moyen	Estimation du max de vent moyen sur 1 min	Intensité maximale du vent instantané, rafale (Heure)	Direction du vent instantané
Les Abymes (7 m)	54 km/h (08h18)	080 ENE	59-65 km/h	97 km/h (16h33)	010 NNE
Sainte Anne (5 m)	43 km/h (08h00)	060 ENE	47-52 km/h	90 km/h (15h15)	
Basse-Terre (120 m)	40 km/h (07h30)	070 ENE	44-48 km/h	115 km/h (08h15)	040 NNE
Désirade (33 m)	76 km/h (07h50 et 08h32)		84-91 km/h	108 km/h (07h49 et 08h10)	
Marie-Galante (10 m)	79 km/h (09h00)	100 ESE	87-95 km/h	119 km/h (08h15)	090 E
Le Moule (20 m)	40 km/h (03h30)	050 ENE	44-48 km/h	79 km/h (07h45)	100 ESE
Petit-Bourg (110 m)				89 km/h (09h15)	
Petit-Canal (35 m)				103 km/h (07h45)	
Saint-Barthélemy (44 m)	58 km/h (09h00)	070 ENE	64-70 km/h	94 km/h (11h45)	140 SSE
Saint-Martin (2 m)	50 km/h (11h30)	060 ENE	50-60 km/h	94 km/h (12h15)	090 E

Tableau 2 : Mesures de la force du vent la journée du 17/08 et estimation du vent moyen sur 1 minute.

Dans le tableau précédent, on a reporté en quatrième colonne une estimation du vent moyen sur une minute, qui est souvent un des paramètres utilisés pour caractériser les cyclones et pour calculer des durées de retour. Cette estimation a été réalisée en considérant que l'intensité du vent moyen sur une minute est de 10 à 20% supérieure à l'intensité du vent moyen sur 10 min¹.

L'effet « Venturi » (accélération du vent du fait du rétrécissement de la zone de circulation) a pu contribuer à donner localement des rafales supérieures à 150 km/h (accélération de 1,4 pour une diminution de section de la vallée de moitié). Les effets de côte, de contournement du relief et de convergence lors du franchissement de celui-ci ont aussi contribué à accélérer le vent localement. Les données de radiosondage au Raizet montrent d'autre part que le vent se renforce fortement avec l'altitude (effet de frottement dans les basses couches de l'atmosphère). Une rafale à 175 km/h a ainsi été mesurée à la station située au sommet de la Soufrière (information Observatoire Vulkanologique de la Guadeloupe, IPGP).

¹ Dans plusieurs publications de référence, on applique un facteur 1,14.

Vent moyen sur 10 minutes (km/h) les 16 et 17 août 2007

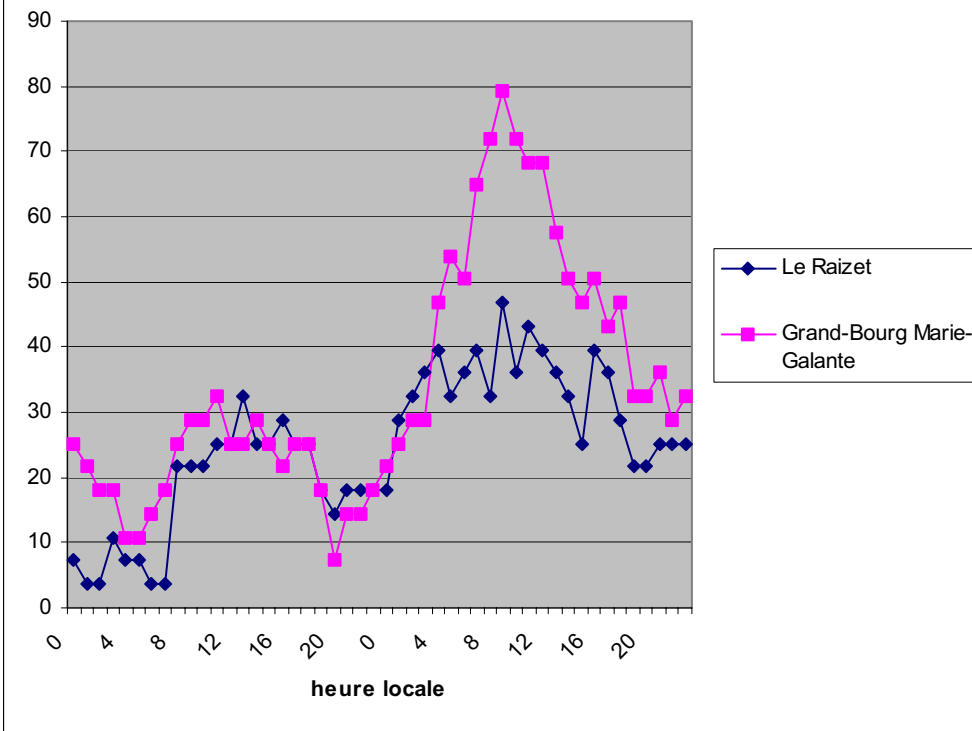


Figure 4 : évolution de la force du vent horaire moyen sur 10 minutes, les 16 et 17 août 2007.

Evolution de la pression mer du 16 au 17 Aout 2007 à la station du Raizet

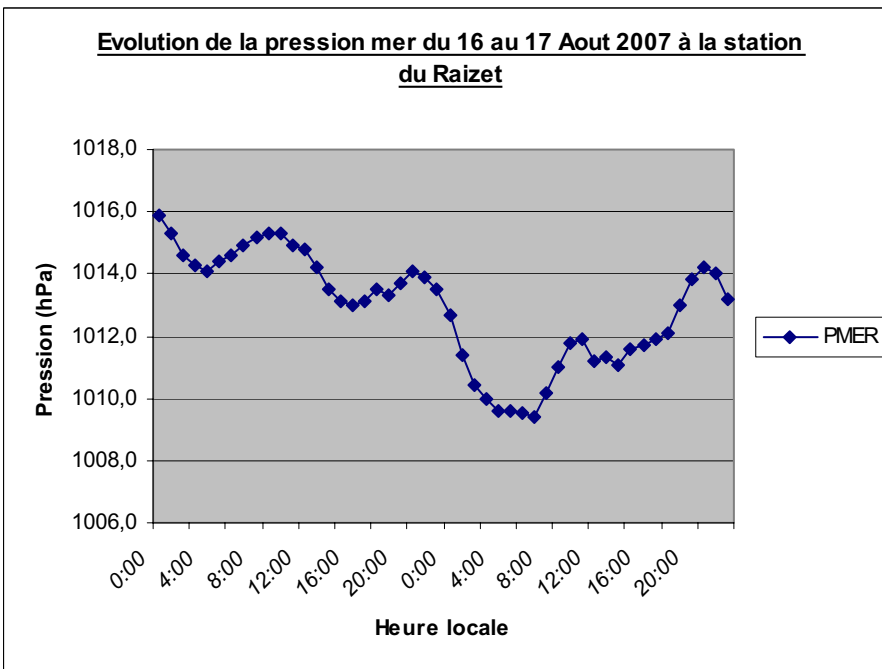


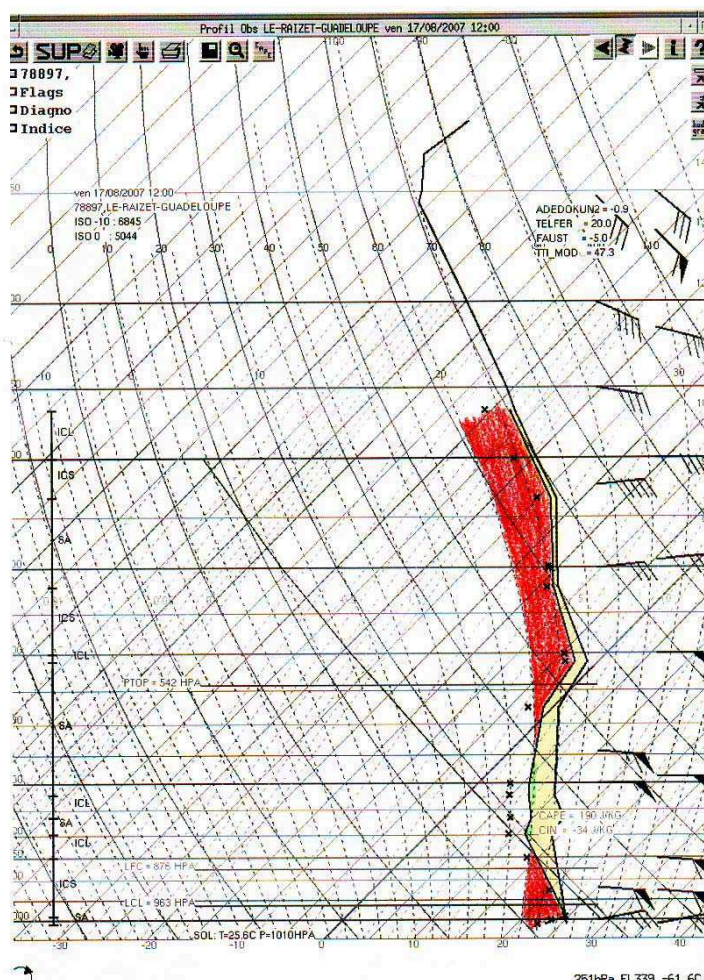
Figure 5 : évolution de la pression niveau mer au Raizet les 16 et 17 août 2007, à mettre en parallèle avec la figure 4 ci-dessus.

Tableau 3 : Données du radiosondage du Raizet du 17 août 2007 à 12UTC (08h locales) :

Altitude (en mètres)	Pression (en hPa)	Direction du vent (rose de 360)	Force du vent (en m/s)	Force du vent (en km/h)
8	1009.6	80	14	50
92	1000.0	82	16	58
543	950.0	90	25	90
776	925.0	95	30	108
836		96	31	112
1014	900.0	96	31	112
1506	850.0	95	30	108
2021	800.0	94	29	104
2292	775.0	93	29	104
2568	750.0	92	28	101
3143	700.0	91	27	97
3280		91	27	97
3753	650.0	94	33	119
3833		95	34	122
4405	600.0	94	31	112
5870	500.0	90	25	90
7598	400.0	86	16	58
9719	300.0	89	20	72
10990	250.0	98	18	65

Figure 6 : Radiosondage du Raizet du 17 août 2007 à 12UTC.

La couche de vent de force tempête (supérieurs à 63 km/h) s'étend de 100 mètres à 6000 mètres d'altitude, avec des vents supérieurs à 100 km/h entre 750 mètres et 4500 mètres d'altitude.



2.3 Durées de retour

Le maximum du vent moyen sur 1 minute relevé en Guadeloupe au niveau de la mer est de 91 km/h à Grand-Bourg de Marie-Galante, soit 49 kt.

La durée de retour d'un vent de 50 kt en Guadeloupe est de 5 ans (méthode du renouvellement ; référence : Jean-Luc Marino, 1997.- Le risque cyclonique aux Antilles françaises, Météo-France).

Selon la même référence, **la durée de retour de vents supérieurs au seuil de tempête tropicale (34 kt soit 63 km/h) en Guadeloupe est de 3 ans**. Ce seuil de 63 km/h a été franchi en Guadeloupe en certains points de mesure (La Désirade, Grand-Bourg, Le Raizet) mais pas partout (les mesures au Moule et Sainte-Anne n'ont pas dépassé ce seuil).

- Enfin, à titre de comparaison, on a reporté sur le tableau suivant les relevés de mesures de vents pour les ouragans qui ont marqué fortement la Guadeloupe lors de ces 40 dernières années.

Nom de l'ouragan	Maximum du vent moyen sur 10 minutes	Rafale maximale
Inez (1966)	95 km/h	144 km/h à Désirade
Hugo (1989)	235 km/h (estimation)	Estimé 320 km/h
Luis (1995)	130 km/h	> 160km/h
Marilyn	120 km/h	130 km/h
Georges (1998)	127 km/h	144 km/h

Tableau 4 : intensités des vents pour les ouragans qui ont marqué la Guadeloupe ces 40 dernières années

En résumé, la durée de retour des vents mesurés sur le sud de la Guadeloupe (Marie-Galante) est de l'ordre de 5 ans ; les conditions de tempête tropicale ont été atteintes sur une grande partie de l'archipel guadeloupéen, ce qui assure une durée de retour supérieure à 3 ans. Le phénomène dans son ensemble a donc une durée de retour comprise entre 3 et 5 ans en ce qui concerne le paramètre vent.

2 Houle et Vagues

Une forte houle cyclonique essentiellement de composante est a accompagné le déplacement de l'ouragan depuis le 15 août alors que le phénomène était encore loin en Atlantique. Une bouée (ind OMM 41040 par 14N et 53W) avait déjà mesuré des creux moyens de 8,1 m le 16 au matin alors que le centre passait à plus de 100 km au sud. Des creux moyens de 7,20 m ont été mesurés le 16 août à 22 heures locales par la Bouée Antilles 1 située par 15,94N et 57,92W, soit à 380 km à l'est du Canal des Saintes.

Sur le littoral Atlantique de Martinique et dans le canal de Ste-Lucie, la houle très énergétique (valeurs d'énergie 10 à 20 fois supérieures à une houle d'alizé) est arrivée en milieu de nuit de jeudi 16 à vendredi 17, peu de temps avant le passage du centre du cyclone à proximité de la Martinique. Ce « timing » presque phasé du vent et des vagues est dû essentiellement au déplacement rapide de DEAN (entre 35 à 40 km/h en moyenne).

D'abord de secteur est en Martinique, la houle s'est rapidement amplifiée jusqu'à générer des vagues de plus de 10 m (mesures des 2 houlographes de Basse-pointe et de Ste-Lucie) et n'a faibli en tournant sud-est que dans l'après-midi dans le canal de Sainte-Lucie et le Sud Atlantique.

En Guadeloupe, la houle vient de l'est-sud-est puis tourne au sud-est. Son arrivée sur les côtes est légèrement déphasée par rapport au passage de l'ouragan à cause de l'éloignement.

4.1 Mesures des houlographes

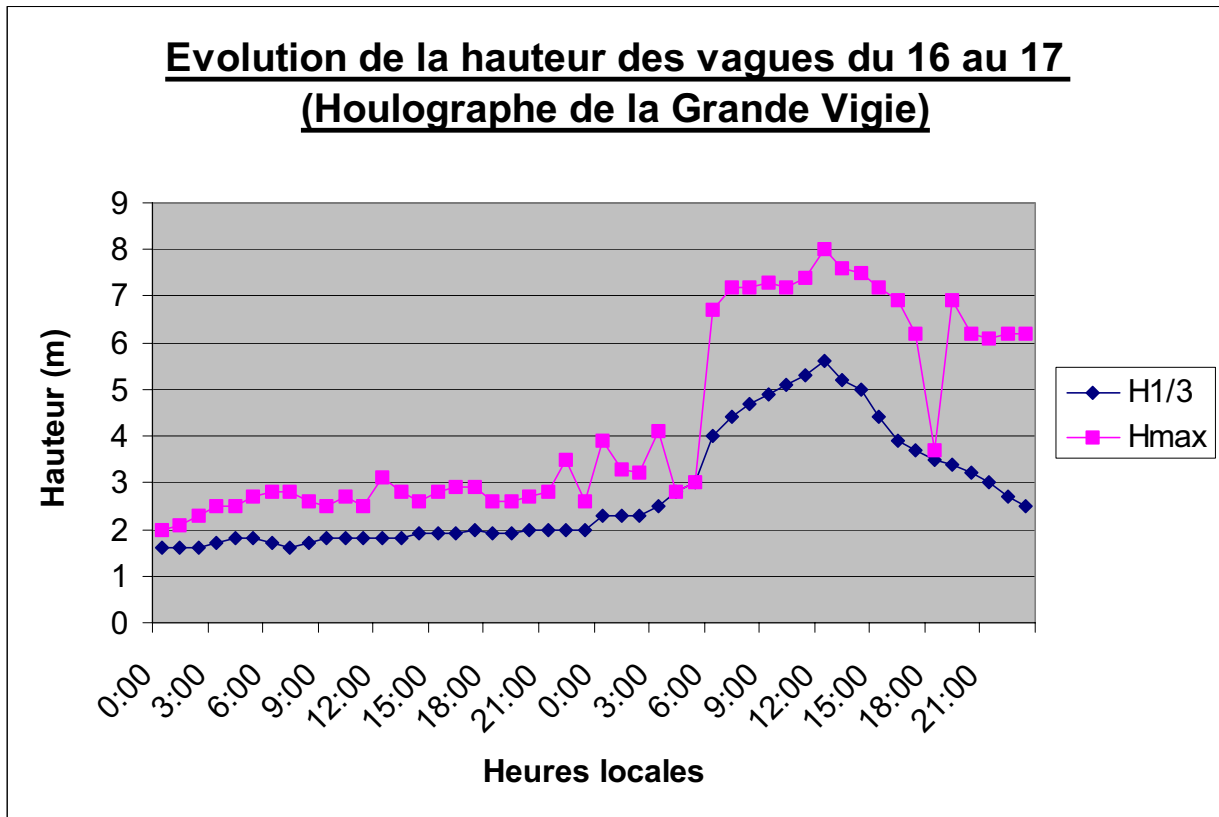


Figure 7 : évolution des creux moyens et vagues maximales (en mètres) pour le houlographe de la Grande Vigie au nord de la Grande-Terre en Guadeloupe.

Près de la Martinique, le houlographe de Basse-Pointe situé au nord de l'île et le houlographe de Sainte-Lucie situé à 25 km des côtes Sud de l'île ont enregistré des vagues de plus de 10 mètres.

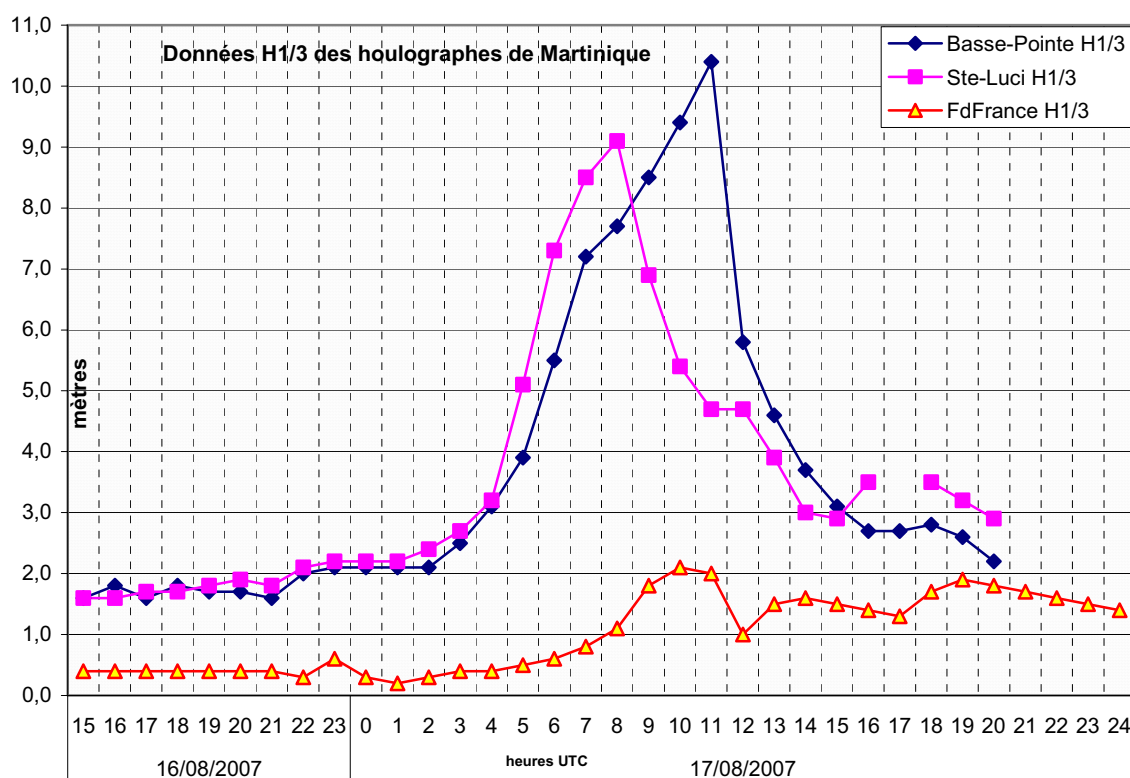


Fig. 8
 Evolution des creux moyens (en mètres) pour les trois houlographes de Martinique. NB les heures indiquées sont UTC (retrancher 4 h pour avoir l'heure locale).

Le houlographe de la Grande Vigie (maximum des creux moyens : 5m60 à 12h30) situé au nord de la Grande Terre est protégé des houles de sud-est par la Désirade et la Pointe des Châteaux.

La bouée Antilles 1 à 380 km à l'est du Canal des Saintes a mesuré 7m20 alors que Dean n'était encore qu'en classe 1.

Le houlographe de Basse Pointe à une centaine de kilomètres au sud a enregistré des hauteurs dépassant 10m.

La hauteur moyenne de houle sur les côtes exposées du Sud de l'archipel guadeloupéen est estimée entre 7 et 8 mètres. Le Canal des Saintes peut avoir localement encore amplifié le phénomène.

4.2 Durée de retour

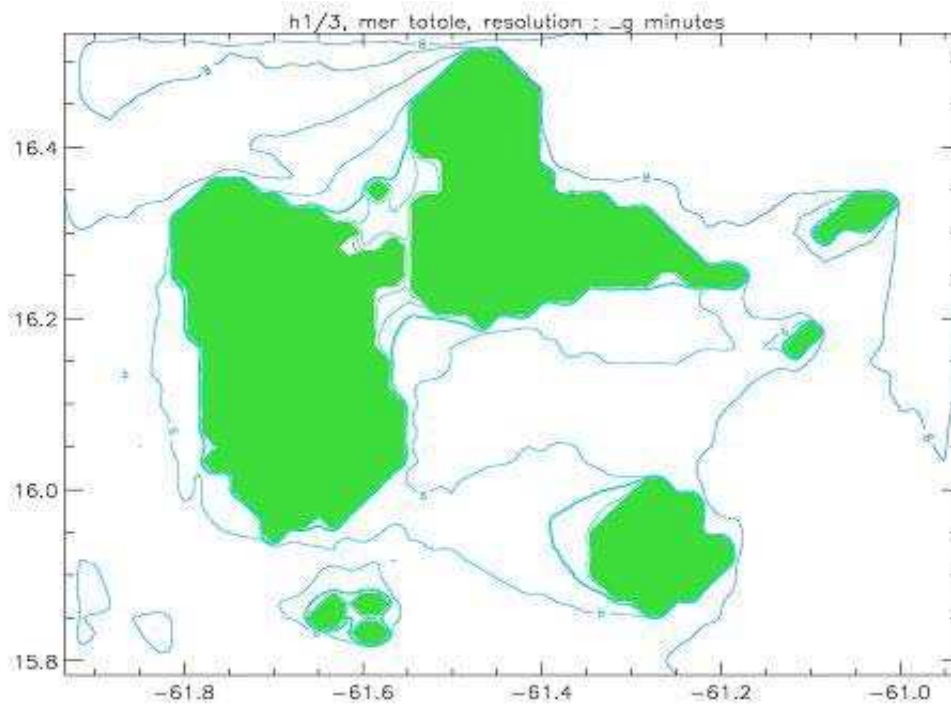


Figure 9 : creux moyens en mètres atteints pour une durée de retour de 10 ans (référence : Cadé F., Hatton S., Pourret V., 2001.- Evaluation du risque lié aux houles cycloniques sur les Antilles françaises. Rapport de l'action DPPR 5/99. Météo-France, Direction InterRégionale Antilles Guyane.

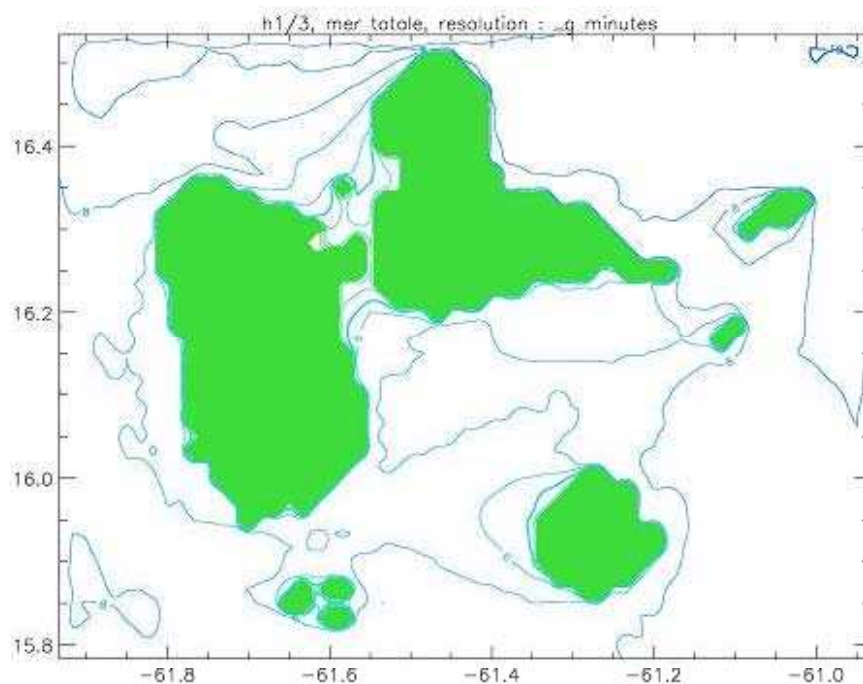
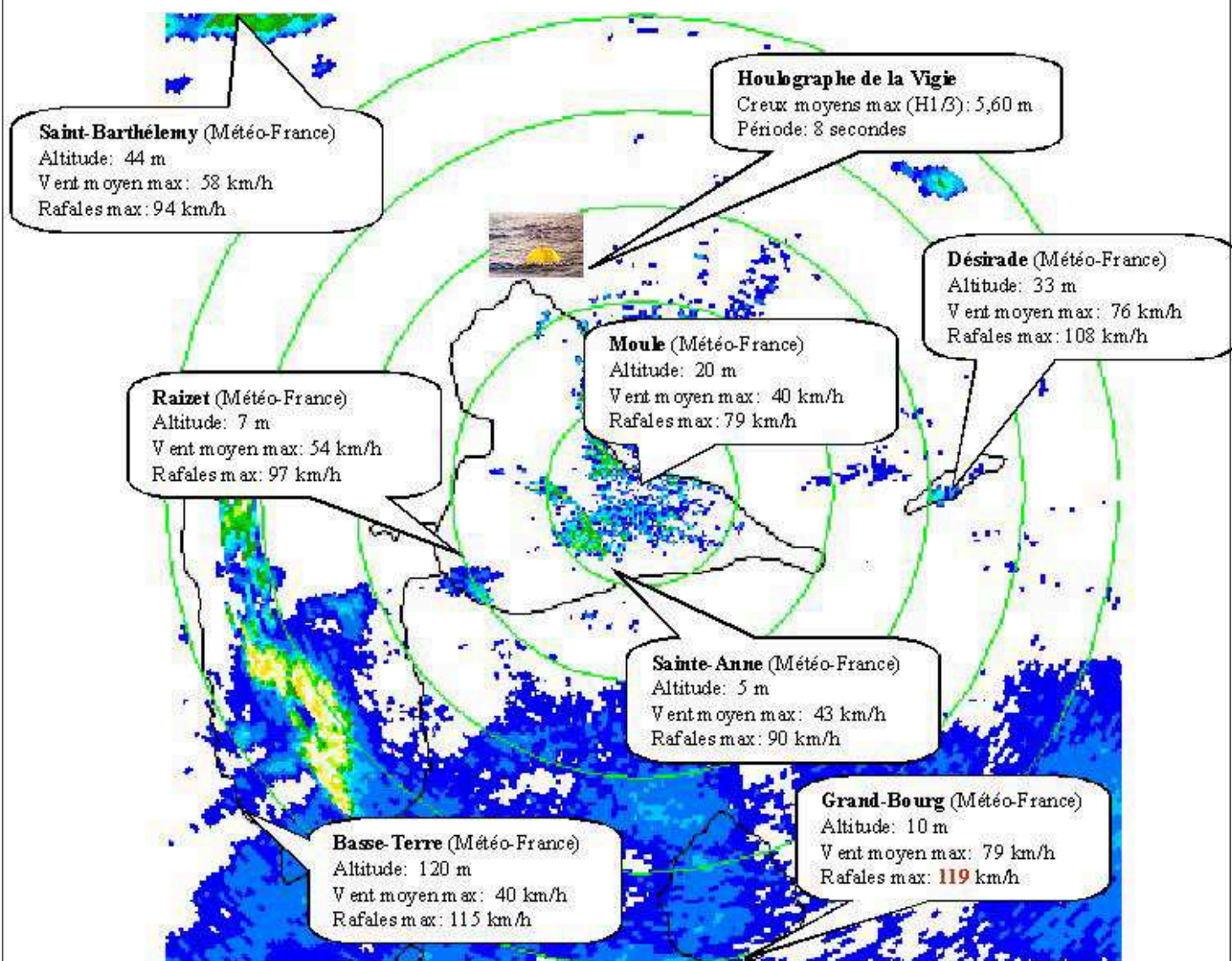


Figure 10 : creux moyens en mètres atteints pour une durée de retour de 20 ans (référence : Cadé F., Hatton S., Pourret V., 2001.- Evaluation du risque lié aux houles cycloniques sur les Antilles françaises. Rapport de l'action DPPR 5/99. Météo-France, Direction InterRégionale Antilles Guyane.

Conclusion : au vu des valeurs mesurées sur les 3 houlographes et sur les deux bouées et des cartes de durées de retour de la houle cyclonique, on peut estimer que la durée de retour de la houle générée par DEAN en Guadeloupe est de l'ordre de 10 à 20 ans sur la façade Atlantique et le littoral Sud.

Cartographie des points de mesures exploités



Cartographie des données maximales mesurées pour le vent et la mer au passage de l'ouragan Dean (superposée à l'image du radar de la Guadeloupe du 17 août 2007 à 13h20 UTC)

Conclusion

Le passage de l'ouragan DEAN de classe 2 sur la Guadeloupe, à environ 100 milles nautiques est un événement exceptionnel surtout pour ce qui concerne la houle.

Les durées de retour, pour les valeurs estimées de ce paramètre, sont supérieures à 10 ans.

Il faut remonter à 1966 (Inez) , 1989 (Hugo) pour retrouver des conditions similaires sur la Guadeloupe.

* * *