

Impact de l'ouragan DEAN sur les forêts côtières inondables de la Martinique : le cas de la mangrove de Ducos et de la forêt marécageuse du Galion



Etude réalisée par

Daniel Imbert et Jonathan Migeot
Equipe DYNECAR
Université des Antilles et de la Guyane

A la demande de

la **Direction Régionale pour l'Environnement de la Martinique**

Janvier 2009

Sommaire

1. Introduction.....	3
2. Matériel et méthodes.....	4
2.1. Les sites d'étude.....	4
2.2. Techniques utilisées.....	6
3. Résultats.....	7
3.1. La mangrove.....	7
3.2. La forêt marécageuse.....	10
4. Conclusion.....	11
5. Bibliographie.....	12

Annexes

- Annexe 1 : Les ouragans et la Martinique
- Annexe 2 : Dégâts causés aux peuplements (A- Mangrove ; B- Forêt marécageuse)
- Annexe 3 : Liste des espèces végétales inventoriées avant et après le passage de l'ouragan Dean sur les sites d'étude

1 Introduction

Les ouragans constituent une forme de perturbation naturelle majeure pour les forêts côtières des îles antillaises (F. Pagney-Benito-Espinal & E. Benito-Espinal, 1991). Outre leur exposition directe aux vents, ces forêts doivent également faire face au déchaînement de la mer (embruns, marée de tempête, et houle cyclonique pouvant générer plusieurs mètres de surcôte). Si les spécialistes ne peuvent affirmer que le réchauffement climatique actuel entraînera une augmentation de la fréquence des ouragans, tous s'accordent pour dire qu'ils seront de plus en plus violents (McCarthy *et al.*, 2001).

Il importe donc de mieux connaître la réaction des forêts côtières à ces cataclysmes et les adaptations qu'elles ont pu développer au cours des âges pour y faire face, afin d'intégrer ces connaissances dans les mesures de conservation à leur égard (Imbert *et al.* 2000, Flower & Imbert, 2006). En effet, ces forêts qui rendent d'incalculables services aux populations humaines établies à leur proximité (rétention et stabilisation des sédiments terrigènes nocifs pour les écosystèmes marins, protection des terres émergées face aux incursions marines cataclysmiques, forte production primaire, habitat/lieux de reproduction pour diverses espèces d'intérêt économique...), sont surtout menacées par les activités humaines qui se produisent à leurs dépens (Bossi & Cintron, 1990) ; outre l'effet destructeur direct de certaines de ces activités (défrichements, remblaiements, drainage...), les atteintes moins visibles (morcellement forestier, pollutions, altération des écoulements, prélèvements divers...) sont susceptibles d'altérer de façon irréversible les fragiles équilibres développés par ces écosystèmes soumis à des contraintes édaphiques fortes (inondation et salinité des sols) et aux aléas climatiques.

Le passage récent de l'ouragan DEAN sur la Martinique (figure 1) a provoqué des dégâts considérables sur la végétation, particulièrement au voisinage des côtes. Ces formations végétales n'avaient pas connu de tel cataclysme depuis les ouragans David (1979), Edith (1963) ou surtout le cyclone de 1903 (annexe 1). Dans la nuit du 16 au 17 août 2007, et durant la matinée suivante, la pression atmosphérique est descendue à 967 mb (Franklin 2008) ; des rafales atteignant 209 km/h ont été enregistrées à Fonds St Denis (Météo France 2007) et les vents maxima soutenus ont atteint 165 km/h, faisant de Dean un ouragan de classe 2 lors de son passage sur la Martinique.

L'objectif de cette étude est de fournir une première estimation de l'impact de cette perturbation sur les deux formations forestières inondables des côtes martiniquaises, la mangrove et la forêt marécageuse à *Pterocarpus officinalis*, et de comparer cet impact aux résultats disponibles dans la littérature.

Deux sites ont déjà fait l'objet d'inventaires dans les forêts côtières inondables de la Martinique : le site de Ducos, en mangrove (Imbert & Ménard 1997), et le site du Galion (Imbert & Leblond 2004) en forêt marécageuse. Cette étude consistait donc avant tout à ré-inventorier ces peuplements pour mesurer l'impact de l'ouragan sur la densité de tiges et la surface-terrière des peuplements, en mettant en évidence l'influence éventuelle de l'espèce et des conditions stationnelles.

Ce travail, financé par la DIREN-Martinique, a bénéficié du concours logistique et technique du PRAM (pesée des échantillons de bois) et de l'Unité Territoriale Nord de l'Office National des Forêts en Martinique (MMrs Ganter et Pitoula).

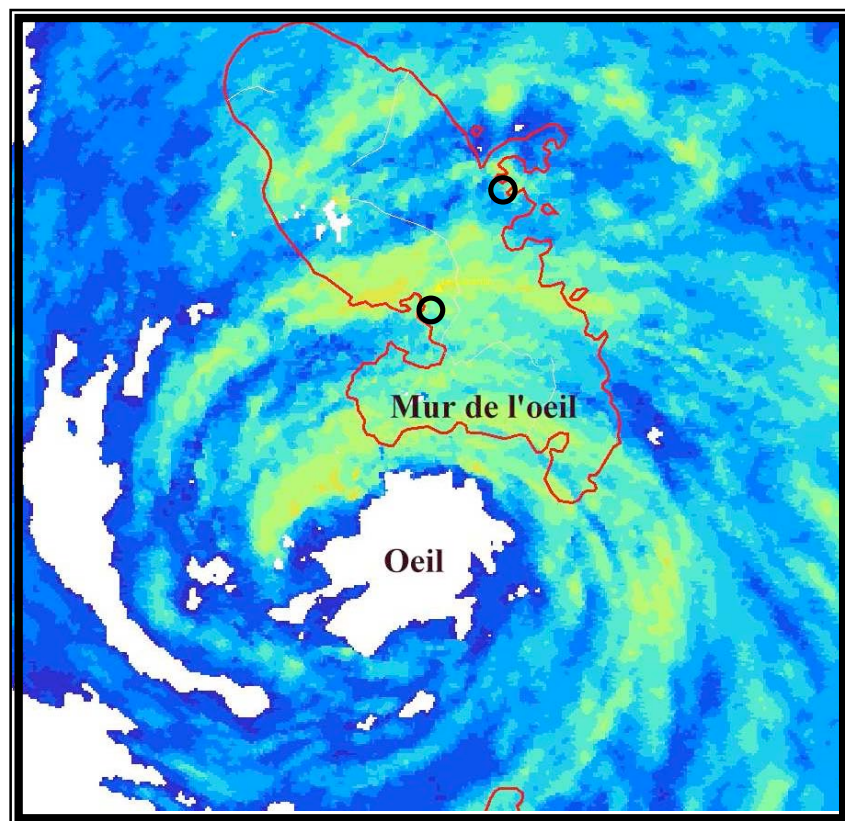


Figure 1- Position de l'ouragan Dean par rapport aux côtes de la Martinique et aux 2 sites étudiés, le 17 août 2007 (Image radar – MétéoFrance, 2007).

2 Matériel et méthode

2.1. Les sites d'étude

- La mangrove de Ducos :

Situés à 15 km environ au sud de Fort de France, dans le secteur du château d'Alesso, commune de Ducos, deux transects avaient été mis en place en 1990 pour caractériser les principaux peuplements de la mangrove (figure 2).

Le transect A est caractéristique d'un système sous influence exclusivement marine. Le périmètre d'étude s'étend du front de mer jusqu'à l'arrière-mangrove, au Nord de la Baie de Génipa, entre la Pointe Merle et l'ancien lit de la Rivière Lézarde. Il a une direction N/NE-S/SW; sa longueur est de 385 m

Le transect B (orienté W-E, 365 m de longueur) est localisé aux abords d'un canal de drainage qui recueille les eaux des hauteurs voisines du bourg de Ducos (La Salette, Morne Coco, Morne Lapointe, Fond Panier). La partie amont de cette vallée est occupée par des marécages d'eau douce, le "Pays Noyé". La portion aval, où est implanté le dispositif expérimental, est couverte par la mangrove. Celle-ci s'étire le long du canal sur 1,6 km, et constitue une digitation de 100 à 600 m de large qui occupe une soixantaine d'hectares. Le canal n'étant plus entretenu dans son cours inférieur, la mangrove est périodiquement inondée par les eaux provenant du Pays Noyé. Ces eaux proviennent également des petits bassins versants latéraux (au plus 1 km²), et de l'ancien lit de la Lézarde lors de fortes crues. Le canal se déverse dans le Canal Ducos.

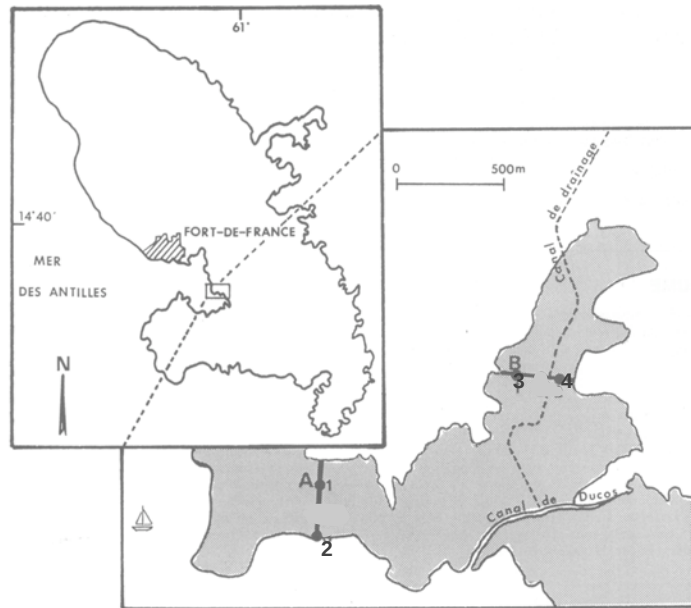


Figure 2- Localisation des stations d'étude dans la mangrove de Ducos

Parmi les faciès de végétation présents le long de ces transects, quatre peuvent être considérés comme forestiers (hauteur de la voûte supérieure ou égale à 8m). Ils sont dominés alternativement par deux palétuviers, *Rhizophora mangle* (Palétuvier rouge) et *Avicennia germinans* (Palétuvier noir). Une station d'inventaire a été constituée pour chacun de ces peuplements qui se caractérisent comme suit (cf Brossard *et al.* 1991, Imbert & Ménard 1997) :

- Station n°1 : peuplement bas à *Avicennia* (en amont du transect A). Situé sur des sols argileux sursalés (65 g/l en moyenne), ce peuplement est constitué exclusivement par l'espèce *A. germinans*. La plupart des souches portent des réitérations basses donnant un aspect de taillis à cette formation forestière. Les troncs sont généralement tortueux, portant souvent des branches mortes, et les houppiers, peu fournis, ont de nombreux rameaux dont les extrémités sont mortes. La hauteur de la voûte est d'environ 9 m.
- Station n° 2 : front-de-mer à *Rhizophora* (transect A, partie aval). A proximité du rivage, la voûte atteint une dizaine de mètres de hauteur, puis s'abaisse brusquement à la lisière avec le lagon. *R. mangle* est la seule espèce présente. Les arbres sont relativement vigoureux, développant un entrelacs de racines aériennes à plus d'un mètre au-dessus du sol. Le sol est tourbeux, et la salinité de l'eau interstitielle est proche de celle de la mer (40 g/l en moyenne)
- Station n° 3 : futaie de bord de canal à *Avicennia* (ouest transect B). Cette formation s'étend sur environ 150 m, dès la lisière avec les prairies d'arrière-mangrove. Le couvert est plus dense que celui de la formation à *Avicennia* du transect A, et les arbres sont plus vigoureux : dans l'ensemble, les fûts sont relativement droits, et peu de souches comportent plusieurs troncs. La structure horizontale du peuplement est très variable mais la hauteur de la voûte est toujours supérieure à 12m. Le sol est argileux et très salé (50 g/l en moyenne), mais moins que dans la station1.
- Station n° 4 : futaie de bord de canal à *Rhizophora* (est transect B). A l'est du canal, et sur une soixantaine de mètres, se développe un peuplement dominé par *R. mangle*. Cette espèce y atteint 16 mètres de hauteur. Les houppiers forment un couvert homogène

relativement dense, alors que le sous-bois est dégagé : il est essentiellement occupé par les fûts, par les racines aériennes, et par une strate basse de plantules en attente. Le sol est argileux en profondeur et tourbeux en surface. La salinité moyenne est très faible (de l'ordre de 10 g/l).

- La forêt marécageuse du Galion :

Le site d'étude est localisé dans une petite plaine côtière largement ouverte sur la Baie du Galion, sur la façade Atlantique de la Martinique, au sud de la presqu'île de La Caravelle (commune de Trinité). La forêt marécageuse occupe une 15ne d'ha, à la partie aval d'un vallon drainé par un petit cours d'eau temporaire qui traverse la forêt de façon diffuse, et se jette dans la Baie à travers le cordon sableux. La forêt est entourée au nord, au sud et à l'ouest par des champs de Canne à sucre. A l'est, un habitat précaire s'est installé le long du rivage et une zone commerciale s'est développée récemment dans la plaine. La RN 1, qui relie Le Robert à Trinité depuis une trentaine d'années, traverse la forêt dans l'axe nord/sud.

Dans le plan vertical, la végétation du massif est caractérisée par une strate unique, arborescente, formée essentiellement par *Pterocarpus officinalis* (Imbert & Leblond 2004). Il faut cependant noter la relative abondance de deux espèces de lianes ligneuses atteignant la voûte : *Cydista aequinoctalis* sur les lisières et, à l'ouest du site, *Entada polystachia*. La hauteur moyenne du couvert croît de 22 m (à l'est) à 26 m (à l'ouest). Le sous-bois est très ouvert : hormis les plantules de *Pterocarpus officinalis*, la végétation basse est inexistante, sauf lorsque la topographie s'élève à la périphérie du massif. Les troncs sont quasiment dépourvus de plantes épiphytes.

La répartition spatiale des arbres montre une structure en mosaïque qui souligne la difficulté qu'ont les plantules à s'établir dans les dépressions qui séparent les buttes formées par les souches des gros arbres. La forte représentation des gros individus ayant entre 1,0 et 1,5 m de circonférence donnait, avant le passage de l'ouragan Dean, une impression visuelle de « forêt cathédrale ».

Deux stations avaient été inventoriées en 2004 (Imbert & Leblond 2004) ; l'une à l'ouest (amont) et l'autre à l'est (aval) de la route. Dans l'une et l'autre, le substrat est constitué d'alluvions très argileuses, arrachées aux ferrisols des collines environnantes (Colmet-Daage 1977). Les premiers décimètres du sol sont très organiques, avec un niveau supérieur hétérogène caractérisé par l'accumulation d'organes végétaux divers, et un niveau sous-jacent constitué par un matériau argilo-organique plus homogène. La salinité moyenne est inférieure à 5g/l.

2.2. Les techniques utilisées

La méthode de travail a dû être adaptée aux difficultés rencontrées sur le terrain. En mangrove, une des stations de référence (futaie de bord de canal à *Rhizophora*) n'a pu être correctement localisée en raison des dégâts considérables ayant affecté le peuplement et de son envahissement par la végétation cicatricielle. D'autre part, en forêt marécageuse, la station de référence située en amont de la route du Galion était inaccessible même durant le Carême en raison de sa submersion par plus d'un mètre d'eau par endroits.

En conséquence, lors de la présente étude, un inventaire quantitatif n'a pu être réalisé que dans les stations 1, 2 et 3 du site de mangrove, et dans la station en aval de la route pour le site de forêt marécageuse.

Tous les arbres de diamètre supérieur ou égal à 5 cm ont été mesurés à 1,30 m du sol (ou au-dessus de la plus haute racine aérienne pour *Rhizophora*), leur état (mort/vivant) noté, et le type de dégât déterminé (renversé, tronc cassé au-dessous ou au-dessus de 1,30m, étriqué, ébranché, intact).

La taille des parcelles d'inventaire a été adaptée à la densité des peuplements. Elle est ainsi de 25 m² (station 2) et 100 m² (station 1 et 3) en mangrove, et de 400 m² en forêt marécageuse. Trois

à cinq parcelles ont été inventoriées par station. A partir des mesures effectuées, la densité et la surface-terrière des peuplements ont été calculées.

La mortalité due à l'ouragan a pu être estimée en distinguant les individus récemment morts (écorce peu ou pas décollée) des individus morts de longue date (aspect de l'écorce, consistance du bois...). La perte de surface-terrière a été estimée en ajoutant aux individus morts ceux qui ont été renversés ou brisés en-dessous du point de mesure.

Pour la forêt marécageuse, nous avons mesuré la perte de biomasse en pesant le bois mort au sein de quatre sous-parcelles de 100 m². Les troncs et branchages ont été débités à la tronçonneuse et pesés sur place au moyen d'une balance verticale accrochée à une potence ; la conversion en poids sec a été faite après détermination du taux d'humidité sur quelques échantillons de bois (48 h en étuve ventilée à 70 °C).

En mangrove, l'accroissement des peuplements entre 1990 et 2007 a été estimé en comparant les valeurs de densité et de surface-terrière obtenues lors des inventaires correspondants, et en étudiant l'accroissement en circonférence de quelques arbres équipés de rubans dendrométriques en 1990, et qui ont été retrouvés vivants.

L'intervention éventuelle d'espèces héliophiles « cicatricielles » a été recherchée en dressant la liste floristique des peuplements étudiés et en affectant à chaque espèce un indice d'abondance-dominance.

3 Résultats

3.1. La mangrove

- Dégâts causés par l'ouragan Dean sur la structure forestière (annexe 2A):

Du point de vue de la surface-terrière, la figure 3 montre que les peuplements les plus touchés par l'ouragan sont, par ordre décroissant : la futaie à *Rhizophora* du bord de canal (station n°4), la futaie à *Avicennia* à proximité du canal (station n°3), le front de mer à *Rhizophora* (station n°2), et les peuplements bas à *Avicennia* (station n°1).

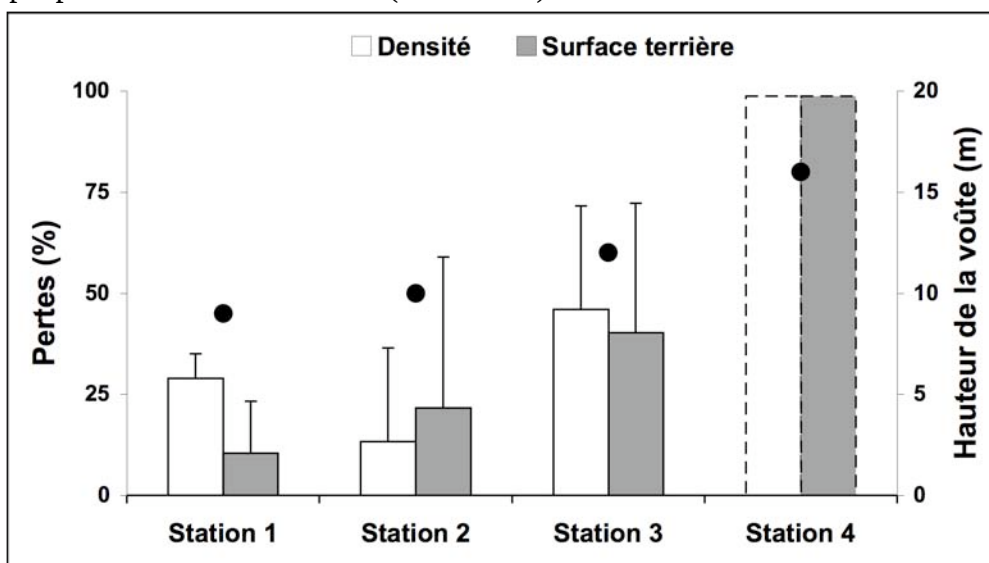


Figure 3- Impact de l'ouragan sur la structure des peuplements de la mangrove
Les valeurs concernant les pertes de la station 4 (histogrammes) constituent une estimation. Les cercles pleins indiquent la hauteur de la voûte avant l'ouragan.

Comme cela avait été mis en évidence lors du passage du cyclone Hugo en Guadeloupe, les peuplements à *Rhizophora* les plus vigoureux sont les plus sensibles à ce type de traumatisme. Selon nos estimations, le peuplement de la station 4 a été détruit à plus de 90% ; quelques arbres ont été observés morts sur pied, mais la plupart ont été cassés à différentes hauteurs : moins de 10 arbres par ha ont survécu et présentaient quelques branches feuillées lors de l'inventaire.

Au-delà de la grande sensibilité spécifique de *Rhizophora* (Imbert *et al.* 1998), il semble que les dégâts soient d'autant plus importants que les peuplements sont élevés. Ainsi, pour une espèce donnée, les conditions de croissance (que traduit, dans un peuplement à l'équilibre, la hauteur de la voûte) seraient corrélées négativement à la résistance des arbres au vent. En effet, avant l'ouragan, les peuplements des stations 1 et 2 avaient respectivement une hauteur moyenne de 9 et 10 m, alors que dans les stations 3 et 4 la voûte forestière avait une hauteur moyenne de 12 et 16 m, respectivement. On note toutefois une grande hétérogénéité spatiale dans la répartition des dégâts pour les stations 2 et 3.

- Types de dommages :

La diminution de la densité et de la surface-terrière ne traduit pas seulement le phénomène de mortalité : pour *Avicennia*, seuls 30% des arbres ayant disparu du peuplement après avoir été déracinés ou cassés à la base du tronc (inventaire à la hauteur standard de 1,3m), étaient morts au moment de l'inventaire.

Alors que la mortalité des *Rhizophora* est essentiellement liée à la brisure de leur tronc, ce type de dommage n'intervient que pour 12% dans la mortalité des *Avicennia* (figure 4).



Figure 4- Types de dommages associés à la mortalité des arbres (en proportion des arbres morts).
R : arbre renversé ; C1 : tronc brisé ; C2 : grosses branches brisées ; I : faibles dommages

Le système de racines aériennes en arc-boutant semble avoir efficacement préservé les *Rhizophora* du déracinement (figure 5). Cependant, deux tiers des arbres du peuplement de bord de mer n'ayant subi aucun traumatisme architectural apparent ont été trouvés morts sur pied. Leur mort est vraisemblablement due à une rupture de conduction hydraulique dans les tissus du bois soumis à d'énormes contraintes mécaniques de tension et de torsion lors des rafales de vent.

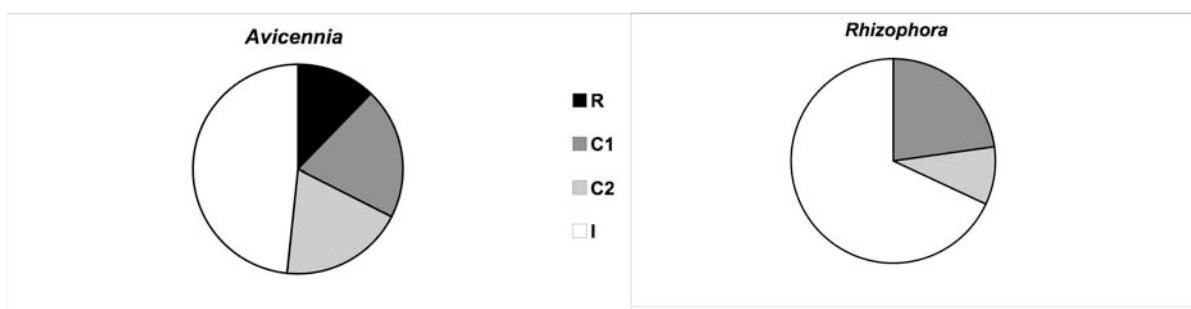


Figure 3- Types de dommages résultant du passage de l'ouragan (arbres morts et survivants). Même légende que la figure 2.

- Croissance des arbres :

Il semble que tous les peuplements aient évolué dans leur structure au cours des 16 années qui ont précédé l'ouragan Dean. D'une façon générale, la surface-terrière (donc la biomasse) a augmenté (figure 6) ; ceci montre que ces peuplements n'étaient pas encore parvenus à un équilibre structural.

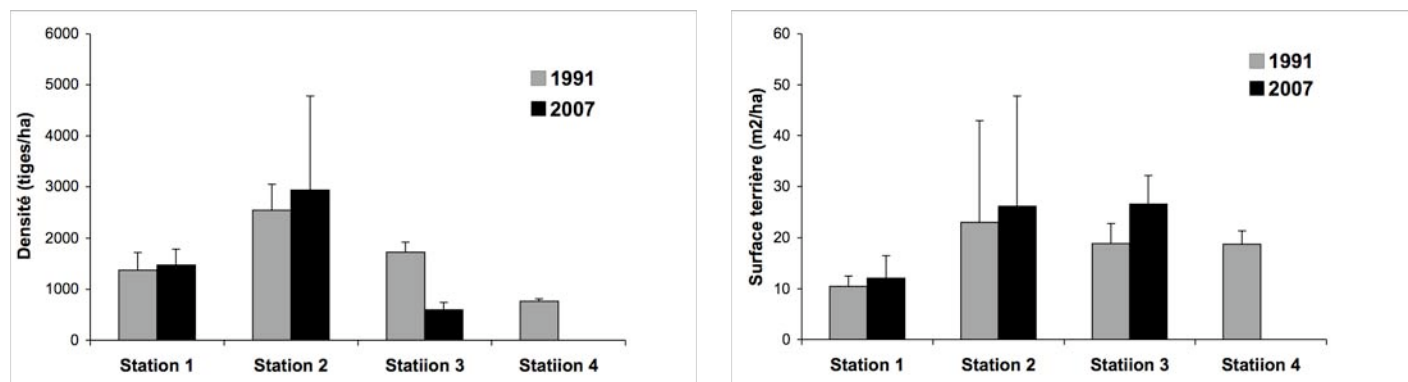


Figure 4- Evolution de la structure des peuplements entre 1991 et 2007

On remarque à cet égard une différence de stratégie entre les peuplements des stations 1 et 2 d'une part, pour lesquels cette augmentation de biomasse est accompagnée d'une augmentation du nombre d'arbres, et ceux de la station 3 (et de la station 4 probablement bien que son ré-inventaire n'ait pas pu être réalisé), d'autre part, qui présentent parallèlement une diminution du nombre de tiges. Ce phénomène a été montré également en Guadeloupe à la suite du passage de l'ouragan Hugo (Imbert en préparation). Il s'explique par une croissance très lente et un recrutement très progressif en conditions de confinement hydrologique (stations 1 et 2), alors que dans les peuplements où l'environnement édaphique permet une croissance beaucoup plus rapide (stations 3 et 4), le recrutement massif de jeunes après une catastrophe se traduit par un phénomène d'auto-éclaircie qui se prolonge durablement.

Les mesures de croissance faites grâce à la pose de rubans dendromètres sur des arbres témoins (Imbert & Ménard 1997) dont certains ont été retrouvés vivants en 2008, montre en effet qu'avant l'ouragan, la croissance des arbres dans les stations 3 et 4 était deux à trois fois supérieure à celle des arbres des stations 1 et 2 (figure 7).

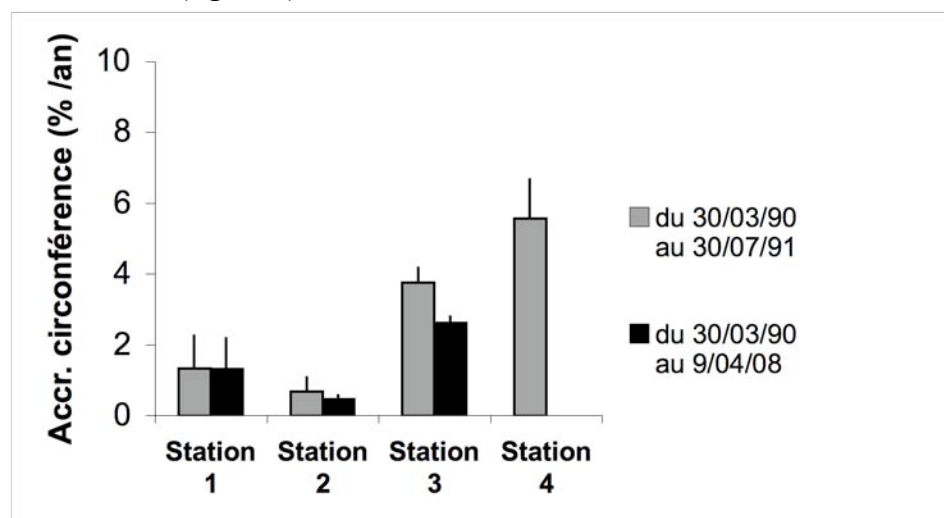


Figure 7- Croissance des arbres dans les 4 stations étudiées, avant le passage de l'ouragan Dean

- Processus de « cicatrisation » :

Tous les peuplements de la mangrove s'auto-régénèrent sans qu'il y ait intervention de processus successionnels (Imbert *et al.* 1998). Dans les stations 1 et 3, dominées par *Avicennia*, la reconstitution du couvert se fait principalement par multiplication végétative (réitération des axes traumatisés). Dans les stations dominées par *Rhizophora*, la régénération du couvert forestier est assurée exclusivement par le recrutement de plantules en attente dans le sous-bois. Toutefois, dans la station 4, il a été observé une prolifération de plantes herbacées et de lianes à la suite de la disparition de la canopée (annexe 3): *Acrostichum aureum* (également présente dans la station 3), *Cydista aequinoctalis*, *Machaerium lunatum*, *Mikania micrantha*...

3.2. La forêt marécageuse

- Dégâts sur la structure forestière :

En forêt marécageuse, l'ouragan n'a que très peu affecté la densité et la surface-terrière pré-existantes. En revanche, une grande partie de la voûte forestière a été détruite. Cette particularité est due à l'espèce constituant cette forêt, *Pterocarpus officinalis*, qui possède un bois particulièrement cassant mais de puissants contreforts.

Sur la parcelle de 400 m², un seul arbre a été retrouvé mort. Il s'agissait d'un jeune individu qui a été renversé par la chute d'une grosse branche. Tous les autres arbres ont survécu ; mais leur architecture a été considérablement affectée (annexe 2B) par la perte de grosses branches (arbres « étriqués ») ou par le bris du tronc à une hauteur généralement supérieure à 5 m au dessus du sol (« chandelles »).

L'estimation quantitative des dégâts a donc porté sur la perte de biomasse subie par le peuplement. Les mesures exhaustives réalisées dans les 4 parcelles contiguës de 100m² (tableau 1) permettent d'estimer la perte moyenne de biomasse ligneuse à 41 t/ha. En l'absence de données concernant l'estimation de la biomasse initiale du peuplement, on peut penser, en première approximation, que les dégâts provoqués par l'ouragan représentent entre 30 et 40 % de la biomasse initiale de la forêt ce qui, sous cet angle, rapprocherait la forêt à *Pterocarpus* du peuplement à *Avicennia* de la station 3.

Tableau 1- Mesure des pertes de biomasse ligneuse consécutives à l'ouragan, en forêt marécageuse

N° parcelle	1			2			3		4		
Humidité (%)	0,50	0,23		0,50	0,23	0,37	0,50	0,23	0,50	0,46	0,51
Poids frais (kg)	185	160		293	254	83	340	408	343	265	448
Poids sec(kg)	92	123		146	195	53	170	314	171	143	220

- Processus de « cicatrisation » :

Huit mois après le passage de l'ouragan, tous les arbres présentaient de nombreux rejets le long des axes traumatisés. La plupart mesuraient entre 2 m et 2,5 m de longueur, mais les

réitérations apparues sur les arbres les plus sévèrement touchés (« chandelles »), particulièrement vigoureuses, dépassaient 4 m de long.

En raison de la rapidité de ce processus de régénération, la hauteur moyenne de la voûte mesurée lors du ré-inventaire n'était que de 2 m inférieure à la hauteur initiale. En revanche, la fermeture horizontale du couvert était encore peu prononcée (entre 25 et 50% de recouvrement). Cet afflux de lumière au niveau du sol explique la présence de nombreuses espèces herbacées opportunistes et de lianes, absentes de la parcelle avant l'ouragan (cf annexe 3), comme *Ludwigia octovalvis*, *Strachium sparganophorum*, *Aeschynomene sensitiva*, *Mikania micrantha*...

Quelques individus appartenant à des espèces arborescentes ou arbustives longévives ont également fait leur apparition (*Pisonia fragrans*, *Tabernaemontana citrifolia*, *Erythroxylum havanense*...). Leur persistance dans le peuplement est probable, et conforte l'idée que de telles perturbations naturelles sont un facteur de biodiversité pour les forêts en interrompant momentanément les processus d'inhibition compétitive (Connel 1978).

4 Conclusion

Cette étude a permis un premier diagnostic sur la sensibilité à l'ouragan Dean des forêts côtières de la Martinique. En première approche, il semble que, globalement, les dégâts constatés soient comparables à ceux qui ont accompagné l'ouragan Hugo en Guadeloupe (tableau 2), bien que des différences importantes apparaissent d'un peuplement à l'autre. L'ouragan Hugo a pourtant été beaucoup plus violent que l'ouragan Dean et sa trajectoire a traversé directement les sites étudiés sur l'archipel de la Guadeloupe. L'importance relative des dégâts observés en Martinique après Dean pourrait s'expliquer par une sous-estimation de la puissance de cet ouragan en raison de relevés anémométriques tronqués par la déficience des transmissions et du matériel de mesure lors du cataclysme (MétéoFrance 2007) ; on peut également penser que la sensibilité des forêts aux ouragans n'est pas simplement proportionnelle à la force des vents, mais qu'elle passe par un seuil critique atteint lors du passage de l'ouragan Dean.

Tableau 2- Comparaison des pertes subies par les peuplements de la mangrove lors de l'ouragan Dean (cette étude) et lors de l'ouragan Hugo (Guadeloupe).

Peuplement	Densité (%)		S. terrière (%)	
	Hugo	Dean	Hugo	Dean
Bord de mer (Rh)	59	13	68	34
Mang. arbustive (Av)	26	29	23	8,7
Mang. haute (Rh)	78	>90	71	>90
Mang. haute (Av)	3	46	3	35,5

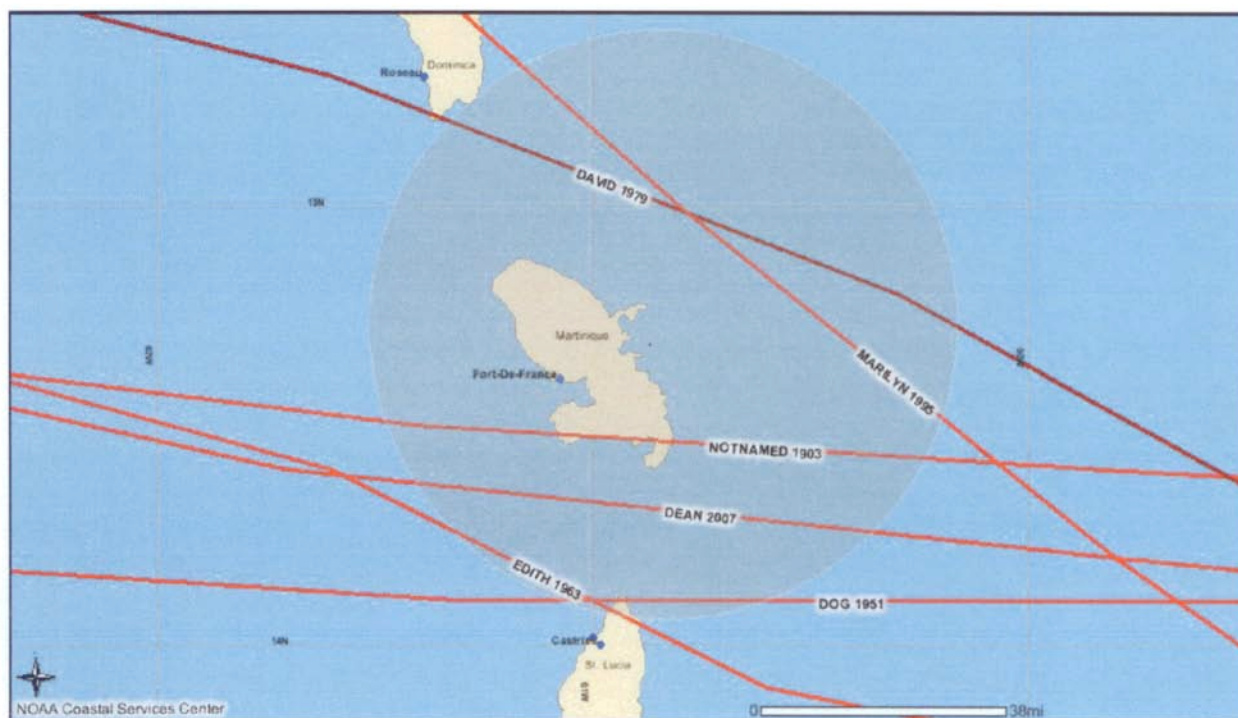
Concernant les peuplements étudiés en Martinique, l'existence de données antérieures à la perturbation a permis une approche assez détaillée ; cependant cette étude est localisée, et la représentativité des sites étudiés à l'égard de ce cataclysme, n'a pas pu être précisée. Il reste donc important de pouvoir accéder à une vision plus large de l'impact de cet ouragan à travers une approche par télédétection pour laquelle les sites étudiés serviraient de référence.

Bibliographie

- Bossi, R., and G. Cintron. 1990. Mangroves of the wider caribbean: toward sustainable management. The United Nations Environment Programme (Nairobi, Kenya), the Caribbean Conservation Association (Barbados), and the Panos Institute (Washington).
- Brossard M., Imbert D., Ménard S., et Cuny P., 1991. La mangrove de la Baie de Fort-de-France : relations sols-végétation et dynamique actuelle. Contribution au rapport final de l'action "Protection et Valorisation du Milieu Naturel dans la Baie de Fort-de-France", réalisée dans le cadre du Plan d'Action pour l'Environnement de la Caraïbe (Programme des Nations-Unies pour l'Environnement –U.N.E.P.) ; Rapport multigr., Univ. Ant. - Guyane, 89p.
- Colmet Daage, 1977. Pédologie. Atlas des Départements d'Outre-Mer. CNRS, Boreaux.
- Connel, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199, 1302-1310.
- Flower J.M. et Imbert D., 2006. Recovery deficiency following tree mortality in mangroves of two Caribbean islands: field survey and statistical classification. *Wetlands Ecology and Management* 14, 185-199.
- Franklin J. l., 2008. Hurricane Dean, 13-23 August 2007. Tropical Cyclone Report, National Hurricane Center, Miami, 23p.
- Imbert D., Labbé P., Rousteau A., 1996. Hurricane damage and forest structure in Guadeloupe. *Journ. Trop. Ecol.*, 12, 663-680.
- Imbert D. et Menard S., 1997. Structure de la végétation et production primaire dans la mangrove de la Baie de Fort-de-France, Martinique. *Biotropica*, 29 (4), 413-426.
- Imbert D., Rousteau A., Labbé P., 1998. Ouragans et diversité biologique dans les forêts tropicales ; l'exemple de la Guadeloupe. *Acta Œcologica* , 19 (3), 251-262.
- Imbert D., Rousteau A., Scherrer P., 2000. Ecology of mangrove growth and recovery in the Lesser Antilles : state of knowledge and basis for restoration projects. *Restor. Ecol.*, 8, 230-236.
- Imbert D. et Leblond G., 2002. Diagnostic écologique de la forêt marécageuse du Galion (commune de Trinité, Martinique) I Approche structurale et fonctionnelle des biocénoses animales et végétales. Rapport multigr., Université des Antilles et de la Guyane /Parc Naturel Régional de la Martinique /BIOS Sarl, 29p.
- McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S., 2001. Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of working group II to the third assessment report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge (UK).
- Météo France, 2007. Le temps du mois : août 2007. SRMA, Lamentin (Martinique).
- Pagney-Benito-Espinal F et E. Benito-Espinal, 1991. L'ouragan Hugo, genèse, incidences géographiques et écologiques sur la Guadeloupe, eds., Désormeaux (Fort-de-France) ISBN 2-907637-03-7.

Annexe 1

Les ouragans et la Martinique



**Trajectoires des ouragans ayant approché la Martinique
dans un rayon de 50km (depuis 1900)**

YEAR	MONTH	DAY	STORM NAME	WIND SPEED (KTS)	PRESSURE(MB)	CATEG.
1903	8	9	NOTNAMED	90	970	H2
1916	8	28	NOTNAMED	70	-	H1
1951	9	2	DOG	95	-	H2
1956	8	11	BETSY	100	-	H3
1963	9	25	EDITH	85	993	H2
1979	8	29	DAVID	125	938	H4
1995	9	14	MARILYN	70	983	H1
2007	8	17	DEAN	85	975	H2

(1 kt = 1 mile nautique par heure = 1,84 km/h)

Principales caractéristiques des ouragans ayant affecté la Martinique

Annexe 2

Dégâts causés aux peuplements

A- Mangrove



Station 1, avant Dean.



Station 1, après Dean.



Station 3, avant Dean.



Station 3, après Dean



Station 4, avant Dean



Station 4, après Dean

B- Forêt marécageuse



Sous-bois, avant Dean



Reconstitution des houppiers de *P. officinalis*



Débardage et pesée du bois tombé à terre

Annexe 3

Liste des espèces végétales inventoriées avant et après le passage de l'ouragan Dean sur les sites d'étude

Espèce	Famille	Type biol.	Mangrove (station 4)		Forêt marécageuse (parcelle B)	
			Avant	Après	Avant	Après
<i>Achyranthes aspera</i>	Amaranthacées	herb.				+
<i>Acrostichum aureum</i>	Polypodiaceae	herb.	+	++		
<i>Aeschynomene sensitiva</i>	Mimosacées	herb.				+
<i>Cayaponia americana</i>	Cucurbitacées	lian.				+
<i>Calophyllum calaba</i>	Clusiaceae	arbo.			+	
<i>Casearia decandra</i>	Flacourtiacées	arbo.				+
<i>Cydista aequinoctialis</i>	Bignoniaceae	lian.		++	+	
<i>Cytharexylum spinosum</i>	Verbenaceae	arbo.				+
<i>Eclipta alba</i>	Astéracées	herb.				+
<i>Erythroxylum havanense</i>	Erythroxylacées	arbu.				+
<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	Poacées	herb.				+
<i>Ludwigia sp</i>	Oenothéracées	herb.				+
<i>Machaerium lunatum</i>	Fabacées	lian.		+		
<i>Mariscus ligularis</i>	Cypéracées	herb.				+
<i>Mikania micrantha</i>	Astéracées	lian.		+		+
<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitacées	lian.				+
<i>Nephrolepis sp.</i>	Polypodiaceae	h. épi.				+
<i>Paullinia pinnata</i>	Sapindaceae	lian.		+	+	+
<i>Pisonia fragrans</i>	Nyctagynacées	arbo.				+
<i>Pterocarpus officinalis</i>	Fabacées	arbo.			+	
<i>Rhizophora mangle</i>	Rhizophoracées	arbo.	+++	+		
<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiacées	arbu.				+
<i>Solanum torvum</i>	Solanacées	arbu.				+
<i>Struchium sparganophorum</i>	Astéracées	herb.				+
<i>Terminalia cattapa</i>	Combrétacées	arbo.				+
<i>Tabernaemontana citrifolia</i>	Apocynaceae	arbu.				+
<i>Sp 1</i>	Papilionacées	lian.				+

arbo. : arborescent ; arbu. : arbustif ; a. épi. : arborescent épiphyte ; herb. : herbacé ; h. épi. : herbacé épiphyte ; lian. : lianescent.