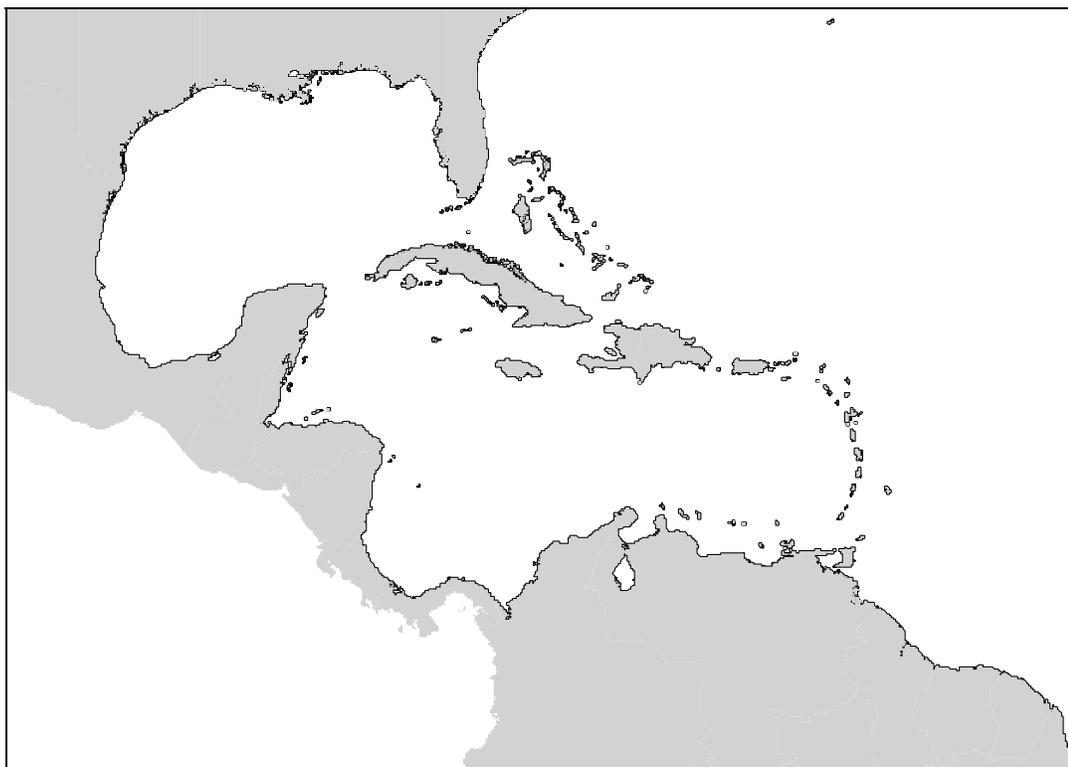




Programme pour l'environnement des Caraïbes

Programme des Nations Unies pour l' environnement

Evaluation des conséquences économiques de l'ouragan Gilbert sur les ressources côtières et marines de la Jamaïque



**Rapport technique du PEC No. 4
1989**



TABLE DES MATIERES

	Page
<i>Liste des cartes et illustrations</i>	<i>iv</i>
<i>Liste des tableaux</i>	<i>v</i>
<i>Resumé</i>	<i>vi</i>
1. INTRODUCTION	
1.1 Evaluation des dégâts causés par l'ouragan	
1.2 Descriptif	
2. METHODES	
2.1 Ressources à être étudiées	2
2.2 Sources et collecte de données	2
2.3 Evaluation écologique	4
2.4 Evaluation économique	7
3. ETUDES D'IMPACT	
3.1 Plages	9
3.2 Qualité des eaux côtières	10
3.3 Récifs coralliens	11
3.4 Lits d'herbiers	12
3.5 Mangroves et autres marécages	13
3.6 Bois littoraux et végétation de rivage	14
3.7 Ressources halieutiques	15
3.8 Oiseaux de mer et oiseaux de rivage	16
4. CADRE POUR L'EVALUATION ECONOMIQUE DES EFFECTS DE L'OURAGAN	
4.1 Valeur économique (marchande et non marchande) des ressources	18
4.2 Evaluation des pertes économiques	21
4.3 Coût de la reconstitution des ressources et de la prévention des dégâts	24
5. DISCUSSION	
5.1 Utilité de cette évaluation	25
5.2 Domaines prioritaires pour les efforts de rétablissement	26
5.3 Domaines clé de la recherche des ressources marines et les mesures de gestion	27

6.	REMERCIEMENTS	28
7.	BIBLIOGRAPHIE	29

ANNEXES

			Page
1.	<i>Aiken, K.A.</i>	L'ouragan Gilbert et ses effets sur les ressources halieutiques	32
2.	<i>Alleng, G.</i>	Dégâts causés par l'ouragan à Port Royal	42
3.	<i>Bacon, P.R.</i>	Dégâts causés par l'ouragan aux marais de Jamaïque	43
4.	<i>Clarke, P.</i>	Rapport sur l'ouragan Gilbert: Llandoverly et Port Royal	60
5.	<i>Greenaway, A. M.</i>	Effets physiques et chimiques de l'ouragan Gilbert sur les marais voisins de l'Hôtel Wyndham à Rose Hall	62
6.	<i>Jones, M.A.</i>	Effets de l'ouragan Gilbert sur les plages et état de la pollution par les hydrocarbures	64
7.	<i>NRCD</i>	Extraits du dossier 11/2/7 du NRCD relatif aux dégâts causés par l'ouragan	69
8.	<i>USAC</i>	Examen du Parc marin d'Ocho Rios pour des dégâts causés par l'ouragan Gilbert	79
9.	<i>Woodley, J. D.</i>	Effets de l'ouragan Gilbert sur les récifs de corail dans la zone de Discovery Bay	82
10.	<i>Wright, S. -</i>	Effets de l'ouragan Gilbert sur les sites d'ostréiculture sélectionnés	86
11.		Listes des documents relatifs aux effets de l'ouragan sur les zones de ressources marines et côtières à la Jamaïque	88

LISTE DESCARTES ET ILLUSTRATIONS

	Page	
A1.1	Zones de pêche de la Jamaïque et isobathe de 200 m	33
A3.1	Localisation des marais	44
A3.2	Pourcentage de défoliation, Great Salt Pond	46
A3.3	Dégâts au Conocarpus, au Terminalia et à la noix de coco à Mammee Bay	49
A3.4	Dégâts mineurs causés par le vent à la Rhizophora en bordure à Priory	49
A3.5	Sable déversé dans un marais à Llandovery	50
A3.6	Debris d'herbiers d'algues de Rhizophora en bordure à Llandovery	50
A3.7	Bois littoraux, dont Conocarpus et Laguncularia, déracinés à Pear Tree Bottom	52
A3.8	Rhizophora détruit au perchoir de l'aigrette à Pear Tree Bottom	52
A3.9	Dégâts causés à la forêt de Rhizophora dans le bassin du Lac Crater à Discovery Bay	53
A3.10	Rhizophora penché sur les éperons du Lac Crater à Discovery Bay	53
A3.11	Debris de coraux échoués dans les mangroves en bordure endommagés par le vent et dans les bois littoraux à Rio Bueno	55
A3.12	Défoliation de Rhizophora dans les Florida Lands à Falmouth	55
A3.13	Grande Rhizophora cassée au-dessus des éperons dans les Florida Lands à Falmouth	56
A3.14	Bois d'Avicennia défolié dans les Florida Lands à Falmouth	56

	Page	
A3.15	Avicennia déracinés à Salt Marsh	58
A3.16	Arbres déracinés dans le marais de Wyndham Rose Hall	58
A5.1	Sites d'échantillonnage dans le marais de Wyndham Rose Hall	63
A6.1	Carte de la Jamaïque illustrant les sites de prise d'échantillons avant et après l'ouragan Gilbert	66
A7.1	Localisation des plages	71
A8.1	Emplacement des sites de plongée de l'USAC	80

LISTE DES TABLEAUX

	Page	
A1.1	Ressources étudiées dans ce rapport	3
A1.2	Terminologie utilisée dans ce rapport	5
A1.3	Quelques aspects météorologiques de l'ouragan Gilbert	6
A5.1	Niveau et conductivité de Peau dans le marais de Wyndham Rose Hall	62
A6.1	Quantités de goudron	65

RESUME

1. *A la suite d'une étude rapide, les effets de l'ouragan sur les plages, la qualité des eaux côtières, les récifs de corail, les lits d'herbiers, les marais, la végétation côtière, les ressources halieutiques et les oiseaux aquatiques sont enregistrés.*
2. *Il y eut une érosion plus avec des plages, avec de pires dégâts sur les côtes est et nord.*
3. *La reconstitution naturelle des plages est en cours.*
4. *La qualité des eaux côtières, a détérioré, résultant due en particulièrement des eaux de ruissellement chargées de sédiments.*
5. *Clarification des eaux en trois semaines environ à l'exception des zones à proximité des embouchures où la turbidité persiste.*
6. *Les dégâts causés aux récifs de corail ont été désastreux sur les côtes est et nord.*
7. *La reconstitution des récifs depuis l'ouragan Allen (1980) a été retardée par l'ouragan Gilbert.*
8. *Tous les types d'organismes de récifs ont été sévèrement diminués, et une partie des poissons des récifs a été perdue.*
9. *Dégâts superficiels ont été causés aux lits d'herbiers.*
10. *Les mangroves ont été sévèrement touchées avec des pertes allant jusqu'à 60% des arbres dans certaines zones. Les dégâts ont été pires sur les côtes est et nord.*
11. *Les dégâts causés aux mangroves se limitaient aux parties supérieures des arbres. Le sol et les habitats aquatiques ont été moins sévèrement touchés.*
12. *Les oiseaux de mer et autres animaux des marais ont été légèrement touchés.*
13. *La reconstitution naturelle des zones de mangroves est en cours.*
14. *Les bois côtiers et les rivages ont été sévèrement détruits sur les côtes nord et est.*
15. *Il y eut une perte considérable des équipements et infrastructure de pêche, en particulier, sur les côtes nord et est.*
16. *Il y eut interruption de la pêche artisanale pendant trois à quatre mois à la suite de l'ouragan Gilbert.*

17. *Rareté des preuves de dégâts aux ressources halieutiques primaires (poissons, homards, lambis, etc.).*
18. *L'ostréiculture et les structures artificielles de récifs ont subi des dégâts sur la côte sud.*
19. *Les dommages causés aux oiseaux de mer et des côtes semblent être minimes.*
20. *Les données disponibles sont inadéquates pour une évaluation précise des effets économiques de l'ouragan Gilbert sur les ressources côtières et marines à la Jamaïque.*
21. *Les pertes immédiates de ressources côtières et marines sont estimées à environ 200 millions de dollars E.U.*
22. *Les pertes à long terme devraient être beaucoup plus élevées.*
23. *La plupart des ressources devraient se reconstituer naturellement, même si la période de perte économique dure plusieurs années dans certains cas.*
24. *L'investissement dans des efforts de reconstitution n'est recommandé que pour certaines ressources telles que les plages et les pêcheries.*
25. *Le rétablissement des forêts des bassins hydrographiques doit être soutenu afin de réduire les effets négatifs des eaux de ruissellement sur les eaux côtières.*
26. *Ce rapport souligne le besoin d'une étude plus approfondie de l'économie des ressources côtières et marines.*
27. *Liste dressée des domaines-clé pour la recherche sur les ressources marines ainsi que les effets des catastrophes.*
28. *Le rapport comprend 10 annexes qui fournissent des informations plus détaillées sur les effets de l'ouragan Gilbert.*
29. *Le rapport représente la première compilation de données et d'opinions professionnelles relatives aux effets des ouragans sur une grande variété de ressources côtières et marines à la Jamaïque.*
30. *L'objectif du rapport est de créer un cadre pour une étude plus détaillée des impacts économiques de L'ouragan Gilbert.*

1. INTRODUCTION

1.1 Evaluation des dégâts causés par l'ouragan

La Jamaïque a été frappée le 12 septembre 1988 par l'ouragan Gilbert qui a engendré la perte de vie et la destruction considérable de propriétés publiques et privées. Le gouvernement et la communauté scientifique ont agi rapidement pour créer des groupes de travail dont la tâche était d'évaluer les dégâts dans les différents secteurs de l'économie (voir Anon, 1988a), et d'aider la réparation et la réhabilitation.

Bien que des groupes de travail ayant comme mandat l'Environnement et la Conservation" ainsi que "l'Agriculture" (qui comprenait, naturellement, la pêche), aient été créés, l'Unité de coordination régionale du Programme pour l'environnement des Caraïbes du PNUE a estimé qu'une attention particulière devait être portée aux ressources côtières et marines, étant donné leur importance pour l'économie de l'île. Il a été décidé d'entreprendre, en deux phases, l'évaluation des effets de l'ouragan Gilbert sur ces ressources: a) faire une étude rapide afin d'évaluer l'importance des dégâts et de déterminer les types d'impact économique qui en ont résulté et, si le financement le permettait, de suivre cette étape par b) une étude à plus long terme qui comprendrait une évaluation économique détaillée des dégâts, de la réparation, du rétablissement et l'introduction de mesures pour réduire les pertes à l'avenir.

Ce rapport vise tout particulièrement la première phase de cette évaluation économique des impacts et tente de fournir un cadre pour les études plus détaillées qui la suivront. De plus, après une étude critique des informations disponibles, il expose les grandes lignes de la recherche qui seront nécessaires pour évaluer de manière plus précise les effets de l'ouragan Gilbert sur les ressources côtières et marines.

1.2 Descriptif

Le descriptif reçu le 16.11.88 a stipulé que:

"Sous l'égide directe de l'Unité de coordination régionale du Programme pour l'Environnement des Caraïbes, le consultant préparera une évaluation écologique du point de vue économique des dégâts et des effets de l'ouragan Gilbert sur les ressources côtières et marines de la Jamaïque.

Plus particulièrement, il:

- Fera une évaluation rapide de l'importance d'altération et/ou de dégâts causés par l'ouragan Gilbert aux écosystèmes côtiers et ressources marines (plages, récifs de corail, pêcheries, mangroves et lits d'herbiers).

- Évaluera les implications économiques de ces effets afin de:
 - déterminer les zones prioritaires pour les efforts de rétablissement,
 - réduire les pertes économiques des ouragans futurs,
 - désigner des domaines clé pour la recherche sur les ressources marines et les efforts de gestion.

Toutes les informations disponibles relatives aux effets de l'ouragan sur les ressources côtières et marines seront recueillies et collationnées par le consultant, y compris, toute information résultant d'entretiens avec des responsables d'agences gouvernementales et d'organes semi-gouvernementaux.

Le travail sera entrepris pendant un homme-mois.”

2. METHODES

2.1 Ressources à être étudiées

Conformément au descriptif, le consultant a désigné les principales ressources naturelles des milieux côtiers et marins de la Jamaïque. Celles-ci figurent dans le Tableau 1.

Ce rapport ne fait état que rapidement des structures artificielles utilisées dans l'exploitation et la gestion des ressources côtières et marines, telles que la protection des plages et des littoraux (brise-lames, digues), les infrastructures pour la pêche (cabanes, magasins d'outils, bateaux) et les bâtiments ou installations dans les sites touristiques ou de récréation. Conformément au descriptif, on a souligné des dégâts causés aux ressources primaires.

2.2 Sources et collecte de données

Les informations contenues dans ce rapport ont été tirées des sources suivantes:

- **Rapports écrits:** 11 a été demandé à sept chercheurs de l'Université des Indes occidentales, Mona, ayant des projets en cours dans différents milieux côtiers, de fournir des observations pertinentes et des mesures sur le terrain ou des informations qu'ils avaient reçues. Ces rapports ont été reproduits intégralement et font l'objet des Annexes 1, 2, 4, 5, 6, 9 et 10.
- **Département pour la conservation des ressources naturelles (NRCD):** Les rapports d'études faits par le personnel du NRCD du Ministère de l'Agriculture, et qui font partie de ses archives ont été gracieusement mis à disposition par le Directeur, le Dr. Marcel Anderson. Ceux-ci comprennent des observations faites sur le terrain par A. Bailey, P. Campbell, E. Foster, L. Gardner, J. Miller, O. Morgan, J. Taylor et L. Thompson. Ces études sont résumées à l'Annexe 7. Des discussions ont été entretenues avec certains de

ces observateurs dans le but d'éclaircir certains points soulevés dans leurs rapports. Le NRCO possède, en plus, des photographies illustrant les dégâts causés aux plages et à l'infrastructure côtière dont une partie a été étudiée par le consultant. *Des contacts avec le personnel d'autres agences ont révélé qu'il y a très peu d'informations relatives aux dégâts faits aux ressources côtières primaires dans leurs archives. Celles-ci n'ont donc pas été consultées.*

- Etudes: Des marais et zones côtières associées ont été étudiés par l'auteur le 24, 28 et 29 novembre, le 8, 9 et 30 décembre 1988 et le 1 janvier 1989. Le résultat de ces études est résumé à l'Annexe 3. Un rapport photographique des dégâts causés aux marais a été fait à chaque occasion et une partie de celui-ci se trouve en Annexe. *On avait demandé au Club de plongée de l'Université des Indes occidentales d'étudier le Parc marin d'Ocho Rios, mais en raison de la condition de la mer, les membres de l'équipe n'ont pu plonger qu'une seule fois avant la préparation de ce rapport. Les détails de cette étude faite par R. Robinson, M. Lindo, K Roberts et G. Elliott sont fournis à l'Annexe 8.*

Tableau 1. Ressources étudiées dans ce rapport

Ressources	Utilisation et valeur
1. Plages	Récréation et tourisme ; propriété côtière.
2. Eaux côtières	Critères de qualité des eaux (couleur, transparence, propreté) pour le tourisme et les loisirs (leur utilisation pour la navigation et l'évacuation des déchets n'a pas été étudiée).
3. Récifs coralliens	Protection de la côte, pêcheries, loisirs, appui à la vie marine et à la productivité (comprend la flore et la faune associées).
4. Lits d'herbiers	Appui à la vie marine et à la productivité (comprend la flore et la faune associées).
5. Mangroves	Protection de la côte, productivité, bois, charbon, crustacés, appui à la vie marine (comprend la flore et la faune associées).
6. Bois littoraux	Protection de la côte, stabilité des dunes et du littoral, qualité du paysage.
7. Pêcheries	Production alimentaire (poissons, crabes, crevettes, lambis, huîtres, homards, tortues).
8. Oiseaux de mer	Production alimentaire, vie sauvage, récréation et éducation.

- **Communication personnelle:** Des commentaires divers faits à l'auteur par plusieurs personnes et qui sont relatifs aux dégâts causés par l'ouragan figurent dans ce rapport. L'auteur accepte toute responsabilité pour la fiabilité de ces commentaires.

Les limitations des données obtenues de ces sources sont traitées dans la partie 4.

Le temps consacré aux différentes activités de ce projet a été le suivant:

Jour	Activité
1	<i>Planification du projet, définition des termes, identification des sources d'information.</i>
2-4	<i>Collecte d'information et de rapports disponibles.</i>
5-12	<i>Etudes sur le terrain (terrestre et aérien).</i>
13-22	<i>Sous-traitance du travail par des spécialistes participants; interviews et discussions, visites aux agences.</i>
23-25	<i>Analyse de l'information ; mise au point avec les spécialistes participants.</i>
26-30	<i>Préparation du rapport.</i>

2.3 Evaluation écologique

Il n'existe pas de critères généraux pour l'évaluation de l'impact des ouragans sur les systèmes naturels; une terminologie très vaste a été utilisée dans des rapports précédents relatifs aux dégâts causés par les ouragans aux écosystèmes côtiers et marins dans la région des Caraïbes (Craighead et Gilbert, 1962; Alexander, 1968; Lugo et Snedaker, 1974; Zack, 1986).

Les rapports faisant partie des archives du Département pour la conservation des ressources naturelles ne contiennent ni la définition des critères utilisés dans l'évaluation des dégâts ni la signification de certains termes utilisés tels que "grave" et "extensive". De plus, il n'y a pas eu de normalisation de la terminologie de la part des spécialistes ayant préparé les rapports présentés dans les annexes.

A la suite d'une révision des ces rapports, ainsi que des études sur le terrain et de l'examen des documents disponibles, il a été décidé d'adopter les termes figurant dans le Tableau 2 pour décrire les secteurs de l'environnement côtier et le degré des dégâts.

Comme les ouragans précédents, l'ouragan Gilbert a eu des effets sur les systèmes naturels de plusieurs manières, y compris par:

- Les vents - vents anormalement forts atteignant plus de 130 milles (208 km) à l'heure.

- Les vagues - hauteur et force des vagues plus élevées à cause de l'action du vent et le phénomène associé d'érosion causée par le sable et les déchets emportés par les eaux.
- Raz de marée - hauteur plus élevée du niveau des eaux stagnantes à cause des changements dans la pression atmosphérique qui, ajoutée à l'action des vagues, a causé des dégâts à des niveaux plus élevés sur la côte et à l'intérieur des terres.
- Précipitations - des précipitations accrues, engendrant une augmentation du ruissellement qui aura des effets sur la salinité et la sédimentation et l'inondation des zones basses.

Tableau 2. Terminologie utilisée dans ce rapport

1. Termes généraux

Littoral	- zone côtières sous l'influence des marées
Côte	- zone active des côtes (principalement des plages)
Près de la côte/vers la côte	- zone entre le niveau des eaux basses et les récifs ou îles-barrières
Zone au large des côtes	- côté mer des récifs ou des îles-barrières
Terre ferme	- la terre, <u>terra firma</u> , au-dessus du niveau des marées, y compris les falaises et les caps

2. Catégories de destruction causée par les ouragans

Faible	- <10%
Moyen	- 10-50%
Grave	- >50%

Une destruction grave, en ce qui concerne une population d'organismes, peut être décrite, en employant la terminologie de Highsmith et autres, 1980, de la manière suivante:

Désastreuse	- les dégâts sont tels que la population est capable de se reconstituer.
Catastrophique	- les dégâts ont presque éliminé les moyens d'existence de la population locale, sa reconstitution n'étant possible qu'avec un apport extérieur à la zone touchée.

Le Tableau 3 fournit quelques données sur les vents et précipitations pendant l'ouragan Gilbert.

Tableau 3 *Quelques aspects météorologiques de l'ouragan Gilbert*

Paramètres	Date (sept.)	Heure	Direction	Vitesse moyenne (noeud)	Vitesse maximale (noeud)
Vents d'orage tropical	12	0900	320	35	62
Vents d'ouragan	12	1200	330	65	110
Oeil de l'ouragan	12	-	-	-	-
Vents d'ouragan	12	1500	-	67	114
Vents d'orage tropical	13	0600	-	35	45

Précipitation atmosphérique du 12 septembre : 223.4 mm

(Source: Service météorologique, Aéroport International de Norman Manley, novembre 1988)

L'ouragan Gilbert est passé directement sur la Jamaïque. L'intensité de ces paramètres et la localisation de leur impact ont varié en fonction de la géographie du littoral. L'intensité et la localisation de l'impact ont également été différentes de celles de l'ouragan Allen qui est passé au nord de File en 1980, en particulier en ce qui concerne le raz de marée.

Les paramètres cités ci-dessus ont pu avoir, à eux seuls ou avec d'autres paramètres, des effets sur les différents systèmes côtiers, ou parties de systèmes pendant plusieurs heures ou au cours d'une période de forte intensité. L'orientation et l'aspect des différentes baies, caps et autres aspects côtiers devraient avoir une influence sur l'intensité des impacts; le biote dans les systèmes naturels réagira différemment aux différents impacts possibles.

Néanmoins, alors qu'on n'a pas pu évaluer de façon précise les causes spécifiques et la séquence des impacts sur les ressources côtières et marines pendant l'ouragan Gilbert, leur niveau a été calculé comme le pourcentage des déchets physiques (dégradation, érosion, déplacement) et la nature du changement biologique (mortalité, déclin de la population, modification de la dominance relative des espèces).

Une description précise des ressources ou des systèmes naturels qui les appuient (plages, zones de mangrove) n'a été faite que dans très peu de cas avant le passage de l'ouragan Gilbert, ce qui a rendu très difficile des mesures précises du degré des impacts écologiques. De plus, les contraintes de temps qui sont mentionnées dans le descriptif n'ont pas permis que les dégâts évidents soient enregistrés de la manière détaillée qui aurait été possible avec plus de personnel et de crédits. L'évaluation écologique est donc en grande partie qualitative.

La dégradation de l'écologie des zones côtières et marines de la Jamaïque a été documentée quelques jours après le passage de l'ouragan au cours d'une période de trois mois seulement.

Etant donné qu'aucun effet immédiat n'a été observé (sur la faune marine, en particulier), les données ont fourni des preuves d'effets à court terme. Néanmoins, en faisant cette évaluation, nous avons essayé de prendre en compte les dégâts et les changements biologiques dans une perspective à plus long terme. D'après Woodley (voir Annexe 9), les ouragans font partie de la fonction naturelle des écosystèmes côtiers des Caraïbes; ainsi la modification d'un système par un seul ouragan doit être considérée dans le cadre d'un développement structurel à long terme, des changements successifs, des adaptations et la dynamique des populations afin de pouvoir apprécier le sens des effets écologiques enregistrés. Lors d'une évaluation écologique, les effets éventuels à long terme sont notés, en particulier la possibilité du rétablissement d'un écosystème ou d'une population et les effets des impacts humains d'avant ouragan sur l'état des systèmes naturels sous la pression de l'ouragan.

Pour aider dans l'évaluation écologique, une recherche a été faite dans des bibliothèques pour trouver des rapports sur les effets environnementaux des ouragans précédents à la Jamaïque. Leurs effets sur les récifs coralliens ont été bien documentés mais il y avait très peu de littérature scientifique sur d'autres écosystèmes ou ressources. L'Annexe 11 comporte une liste des rapports identifiés.

2.4 Evaluation économique

Comme le Tableau & l'illustre, un certain nombre de ressources de valeur directe et indirecte a été identifié dans les milieux côtiers et marins de la Jamaïque. On a essayé d'étudier les conséquences économiques de l'ouragan Gilbert sur ces ressources sous les rubriques suivantes:

- Valeur des ressources perdues ou endommagées;
- Perte de revenu à cause de a);
- Coût de substitution des ressources;
- Coût de reconstitution des ressources;
- Coût de la protection des ressources contre des événements futurs.

Pour faire une évaluation sérieuse, il faudrait calculer la valeur des ressources perdues ou endommagées pour des scénarios à court et à long terme en fonction de leur valeur en "capital" ou économique. Ceci serait particulièrement important dans le cas de valeurs indirectes, telle que la protection des côtes contre les récifs ou l'appui aux pêcheries fourni par les pépinières de mangroves.

Une perte de revenu est calculée plus directement mais doit être considérée sur des échelles de temps similaires. Les pertes peuvent être supportées de façon privée comme c'est le cas pour l'érosion des plages d'hôtel, ou de façon publique quand il y a perte d'une plage publique. Il est difficile d'évaluer la perte de revenu causée par des dégâts survenus à la propriété publique, tels que les lieux de pêche sur les récifs et d'obtenir des données de groupes artisanaux dont le revenu provient de procédures informelles de vente.

En ce qui concerne la substitution des ressources, cela peut entraîner des coûts, si, par exemple, un hôtel est obligé de faire d'autres arrangements pour ses clients à cause de la destruction d'une plage, ou si des pêcheurs doivent se procurer d'autres équipements que ceux qu'ils utilisent habituellement sur le récif endommagé. La substitution des ressources peut être temporaire si l'on anticipe une reconstitution naturelle ou artificielle. Dans des cas où la survie dépend de plusieurs activités, le processus de substitution peut être plus facile et les coûts moins importants.

L'économie obtenue grâce à la reconstitution des ressources doit être évaluée en termes de faisabilité et de volonté d'agir. Les systèmes naturels, y compris les plages, sont capables, avec le temps, de se reconstituer à la suite d'un dérangement causé par un ouragan. Le coût d'une stratégie des "bras croisés" (c'est-à-dire, subir des pertes supplémentaires pendant que le système se reconstitue naturellement) doit être calculé contre celui d'une action concrète (rensablage des plages, réenracinement des mangroves) qui peut remettre le système plus rapidement en état d'utilisation productive. Cela comprend le coût de l'appui aux activités de recherche et de surveillance. La reconstitution naturelle peut être facilitée par la fermeture au public des zones, par l'interdiction de la pêche sur les récifs endommagés mais ceci implique une réflexion sur les conséquences socio-économiques.

Une législation appropriée sur la conception, l'éloignement et l'emplacement pourrait éviter une partie des dégâts aux infrastructures conçues pour faciliter l'utilisation des ressources côtières. Le coût d'une nouvelle conception ou d'un déplacement doit être comparé à la valeur et au bénéfice qui auraient été réalisés si les structures avaient conservé leur emplacement antérieur à l'ouragan Gilbert. Bien que les dégâts causés aux structures artificielles soient importants d'un point de vue économique, cela ne fait pas partie du sujet de cette étude.

Bien que les actions à prendre pour protéger les ressources des dégâts causés par les ouragans ne soient pas nombreuses, il est probable que la fragilité de quelques systèmes tels que les plages, les zones de mangrove et les lits d'herbiers, augmente lorsque ces zones ont été modifiées auparavant par les activités de l'homme. En plus des avantages liés à des écosystèmes naturels en bon état, le coût de leur gestion peut être acceptable si les dégâts sont réduits proportionnellement.

Pour la première étape d'une évaluation économique des facteurs précédemment traités, on a essayé de trouver des informations correspondantes sur la valeur des différentes ressources côtières et marines de la Jamaïque, leur utilisation actuelle, leur importance pour l'emploi et le revenu ainsi que la vitesse ou la possibilité d'une reconstitution naturelle. La précision, l'exhaustivité et la disponibilité de ces informations ont été évaluées et le cadre d'une étude plus détaillée a été ensuite défini.

3. ETUDE D'IMPACT

3.1 Plages

Les annexes 1, 4, 6 et 7 fournissent des informations sur l'impact de l'ouragan sur les plages et les sites terrestres associés. Elles indiquent également les effets des vagues et des raz-de-marée de différentes intensités sur certaines zones de la côte.

Sur les 56 plages étudiées par le NRCD (Annexe 7, illustration A7.1), 57% ont été érodées. Le sable en provenance de l'avant de la plage a été soit transporté loin du site ou, le plus souvent, entassé à l'arrière de la plage en formant des terrasses de plage. Dans de nombreux cas (Roxburgh, Pear Tree Bottom), des débris de coraux ont été déposés à la surface du sable des plages, alors que dans d'autres cas, il a été étalé à l'intérieur des terres au-delà des limites de la plage (Illustration A3. 1 l). On a fréquemment signalé le dépôt de débris de plantes, brins d'herbiers, fragments de végétation littorale ou bois flottant. La distance à laquelle le raz-de-marée a transporté le sable, les coraux ou les débris de plantes, varie en fonction du degré d'exposition de la plage et de la topographie de la zone arrière de cette plage. Etant donné que ces facteurs n'ont pas été enregistrés en même temps que les observations sur le degré d'érosion, il est difficile de tirer des conclusions sur la hauteur du raz-de-marée, quelque soit le moment de l'ouragan.

Les rapports indiquent que les dégâts occasionnés aux plages ont été plus importants à l'extrémité est de l'île, de Rozelle round à Manchioneal et le long des côtes nord-ouest et centre-nord. La côte sud a subi moins de dégâts. Un chercheur a noté que la vague d'orage a atteint plus de 1,20 m sur la côte est et une partie de la côte nord, mais seulement 1m ou moins sur la côte sud et sur la plus grande partie de la côte nord (communication personnelle, J. Lethbridge). L'ouragan arrivant de l'est, on s'attendait à ce que les effets les plus importants de la marée qui l'accompagnait interviennent sur la côte est et qu'il s'atténue au fur et à mesure qu'il continuait dans le pays. Les vents dominants (Tableau No. 3) ont concentré les vagues et les effets de marée sur les côtes nord et est à différents moments du passage de l'ouragan, entraînant de plus grands dégâts dans ces zones.

L'enregistrement de concrétion de plage à Burnwood et à Club Paradise (Annexe 7) et la forme de certaines plages entre Ocho Rios et Wyndham Rose Hall indiquent un mouvement net de sédiments de plages vers l'ouest.

Au moment des rapports du NRCD (Annexe 7), on avait débarrassé de leurs débris de nombreuses plages privées. Au cours des deux mois suivants, de nombreuses plages ont montré qu'elles avaient commencé à se rétablir et à retrouver leur état d'avant ouragan comme à Mammee Bay, St. Ann (Illustration A3.3) et à l'Hôtel Trelawny Beach (communication privée d'un membre du personnel voulant rester anonyme). Le rétablissement des plages a été facilité dans certains cas par le déplacement mécanique du sable qui avait été entassé à l'arrière des plages.

Il sera difficile de déterminer la vitesse à laquelle le profil des plages sera rétabli, dans la mesure où les photos aériennes n'avaient pas été prises assez récemment avant l'ouragan Gilbert. Néanmoins, il est clair qu'une reconstitution naturelle a lieu très rapidement dans certaines zones.

Jones (Annexe 6) donne davantage d'informations sur l'érosion et la modification des plages qui, en général, confirment les rapports du NRCD. Elle a également montré comment la pollution des plages a changé après l'ouragan. Dans la majorité des cas, il y avait un transport de boules de goudron vers l'arrière des plages, mais sur certaines plages les résidus pétroliers ont été nettoyés.

3.2 Qualité des eaux côtières

Généralement, on considère que la définition de la qualité des eaux comprend toute modification de sa couleur, de sa clarté et de sa salinité ainsi que de sa teneur en particules en suspension. Cette dernière est due à une sédimentation accrue dans les eaux côtières.

Il est possible qu'une détérioration de la qualité des eaux côtières ait eu lieu tout autour de la Jamaïque, en raison de la forte quantité de particules en suspension (sable, matières organiques) pendant l'ouragan Gilbert et immédiatement après. Il semble néanmoins, que les eaux claires se soient reconstituées assez rapidement, car aucun des participants à ce rapport n'a noté une turbidité élevée sur la côte au cours des semaines suivant la tempête. Woodley (Annexe 9) est le seul à fournir des informations détaillées, en indiquant qu'à Discovery Bay, la visibilité sous-marine est revenue au bout de deux semaines environ.

Le rapport établi par le NRCD (voir Annexe 7) fait état des dépôts de boue dans les fleuves après le passage de l'ouragan Gilbert, en particulier dans les fleuves de Morant et de Plantain Garden, ainsi que d'une traînée d'eau turbide dans le fleuve Rio Bueno. Un plus fort ruissellement, à la suite des pluies intenses accompagnant l'ouragan, a dû contribuer de façon significative à l'accroissement de la turbidité et de la sédimentation dans les milieux marins à proximité de l'embochure des principaux cours d'eau. C'est un phénomène assez fréquent après une tempête à Rio Bueno, à Great River et à d'autres endroits bien que ses effets soient peu décrits. Les dégâts causés aux bassins versants par la destruction de la couverture forestière et l'érosion qui en a résulté, peuvent, au cours des prochaines années, être déterminants pour la qualité des eaux et la sédimentation dans les milieux marins à cause de la lenteur de la reconstitution du milieu terrestre.

A la fin du mois de novembre 1988, l'Autorité portuaire a signé un accord avec les navires d'études hydrographiques de la Royal Navy, le Beagle et le Fawn pour la surveillance de la Baie de Kingston, afin de vérifier si le ruissellement causé par l'ouragan avait entraîné l'envasement du chenal (Anon, 1988 b). On craignait que tout envasement important, y compris le dépôt de déchets domestiques et d'arbres, fasse obstacle au commerce maritime. Néanmoins, les mesures effectuées par sonar n'ont indiqué aucun envasement important depuis l'étude précédente faite en 1987 (communication personnelle du Cap. P. Prawl). Si le Rio Cobre et autres canaux de drainage avait déposé une grande quantité de sédiments ce n'est pas dans le Port, mais dans Hunt's Bay qu'ils l'auraient fait.

Alleng a noté que la salinité de la Baie de Kingston a été réduite après le passage de l'ouragan et est restée au-dessous de la normale pendant plusieurs jours (voir l'Annexe 2).

3.3 Récifs coralliens

Etant donné que les chercheurs du laboratoire marin de Discovery Bay possèdent des stations de surveillance sur les récifs et qu'ils avaient enregistré les effets de L'ouragan précédent (Ouragan Allen, 1980), c'est leur institution qui possède les meilleures données sur l'ouragan Gilbert.

Woodley (voir l'Annexe 9) note que les dégâts causés aux récifs dans la zone de la Baie de Discovery ont été très importants. Néanmoins, les dégâts ont été moins importants que ceux causés par l'ouragan Allen car au moment du passage de Gilbert, le récif n'avait pas retrouvé la structure et la complexité qui étaient les siennes avant. Les types de dégâts étaient similaires et comprenaient le bris et l'écrasement des polypes et des blocs de corail, l'érosion et l'abrasion par des déchets transportés par l'eau, une nouvelle apparition de ceux-ci, ainsi que l'arrachement et le bris des gorgones éventails et autres organismes des récifs. L'on a également noté une certaine perturbation de l'habitat et du comportement des poissons. L'ouragan Gilbert a eu comme effet général de ramener les récifs à leur état immédiatement postérieur au passage de l'ouragan Allen.

Les effets de L'ouragan se manifesteront probablement par une perte de productivité, en particulier, la diminution de la pêche à cause des dégâts infligés à L'habitat. La structure de base du récif n'a pas été autant modifiée dans la même mesure que la couverture des organismes vivants. Les valeurs structurelles, telles que la protection côtière, ne devraient donc pas diminuer.

Comme pendant la période suivant l'ouragan Allen, la reconstitution des récifs à Discovery Bay a été très nette après quelques semaines et devrait continuer. Le rétablissement devrait être un processus à long terme; le niveau d'écologie et de productivité d'avant Allen n'avait pas été retrouvé quand l'ouragan Gilbert a frappé plus tard (une période de 8 ans). De plus, les récifs de Discovery Bay sont appelés à se reconstituer sans réduction de la pression actuelle de la pêche ou d'autres sources d'agression.

Une étude préliminaire du parc marin d'Ocho Rios fournit d'autres informations sur les récifs de la côte nord. Robinson et autres (voir l'Annexe 8) signalent la rupture du corail près du sommet du récif, la redistribution des déchets de récifs dans les zones d'arrière-récif et l'érosion de la couverture des algues.

Des quantités plus grandes de déchets de récifs ont été observées dans la zone d'arrière-récif à Pear Tree Bottom et les déchets des "Iles Allen" à Discovery Bay, menés par les vents de l'ouragan Allen (surges en 1980), avaient été balayés sur le littoral et redistribué dans la lagune par l'ouragan Gilbert, réduisant ainsi la hauteur de ces îles.

De plus, des dégâts causés dans la zone du sommet des récifs ont été observés à Orange Bay (communication personnelle de Ralph Robinson) et comprenaient le creusement du côté du vent, des éperons de corail, le blocage des chenaux et l'ensevelissement de certains traits topographiques familiers. Dans certains endroits, il semblait que plus d'un mètre de sable avait été déposé à l'entrée des chenaux et qu'une barre de sable était apparue dans la zone arrière des récifs avec du sable de couleur sombre éventuellement d'origine fluviale.

Aucune donnée n'a pu être obtenue des zones de récifs de la côte sud.

3.4 Lits d'herbiers

Il existe très peu d'information sur la portée des dégâts causés aux lits d'herbiers autour de la Jamaïque.

Aiken (Annexe 1) signale un dérangement modéré des lits d'herbiers, y compris l'érosion des angles des "zones ravagées" pré-existantes. L'examen des souches d'algues dans la zone de Discovery Bay révèle une déchirure des brins. On aperçoit une certaine réduction des populations de poissons et de crustacés, mais celle-ci a dû être temporaire.

Les observations suivantes faites par l'auteur rejoignent les conclusions d'Aiken:

(24.11.88) Hellshire:

Les quantités de déchets de Thalassia sur les plages de Half Moon et de Great Salt Pond (côté est) n'étaient pas anormalement élevées (voir Witter, 1983; Bacon et Head, 1985; Head et Hendry, 1986). Néanmoins, sur la plage de Salt Pond, plusieurs coquilles récemment rejetées sur la plage et appartenant au bivalve, Atrina *seminuda* ont été trouvées et laissent entendre que les sédiments benthiques ont été sérieusement dérangés par les houles de l'ouragan.

(29.11.88) Plage voisine de l'Hôtel Wyndham Rose Hall à St. James:

Quantités légèrement accrues de déchets d'algues sur la plage. Dans deux des échantillons examinés, le contenu de brin de Thalassia était respectivement de 72 et de 68% (poids humide). Cela indique une perturbation modérée des rhizomes sous les sédiments et par conséquent, des dégâts superficiels aux bancs d'algues.

(08.12.88) Llandoverly:

D'après l'illustration A3.6, les quantités de déchets d'algues ont été jetées entre les racines aériennes des mangroves. Les quantités semblaient être plus importantes que la normale et contenaient, selon les estimations, plus de 80% de brins. Les dégâts dans ce site semblent être également limités à la partie souterraine des plantes au-dessus de la terre.

En l'absence de chiffres antérieurs, il est difficile d'analyser le niveau de déchets dans certains sites, mais, ajouté à l'impression visuelle minimale d'érosion des lits mêmes, l'on peut

déduire que les dégâts causés aux écosystèmes des herbiers n'ont pas été importants. L'on peut s'attendre à une nouvelle croissance de brins à partir des rhizomes qui n'avaient pas été perturbés.

3.5 Mangroves et autres marécages

Les marécages ont été étudiés dans 25 sites (voir l'illustration A3. 1). A la différence des récifs coralliens, les mangroves ont été plus sévèrement touchés par l'ouragan Gilbert que par l'ouragan Allen.

Certaines zones, telles que Crater Lake et Florida Lands sur la côte nord, contenaient des arbres adultes et bien développés à cause de l'absence de dégâts préalables. Des dégâts causés à ces forêts par les vents de l'ouragan Gilbert ont été sévères, et une grande partie des arbres élevés a été perdue. Lugo et Snedaker suggèrent que, dans les îles des Caraïbes, la structure de la forêt de mangroves et la biomasse maximale sont limitées par les ouragans. Les mangroves atteignent leur maturité après 20 à 25 ans. Si un ouragan se produit tous les 20 ans, les forêts atteignent rarement leur maturité avant d'être détruites. La taille des mangroves rouges et noires dans certains sites de la côte nord (voir l'Annexe 3) suggère que ces forêts n'ont pas été les victimes de vents d'ouragan plus de 25 ans. D'après Woodley (voir l'Annexe 9), même si les récifs de la côte nord avaient déjà été détruits par l'ouragan Allen lors du passage de l'ouragan Gilbert, les forêts de mangroves étaient dans leur état d'avant Allen et les dégâts ont, par conséquent, été plus importants.

La situation sur la côte sud est moins claire mais plusieurs facteurs sont peut-être à l'origine du niveau plus réduit de dégâts enregistrés. Les vents semblent avoir été moins forts, une grande partie de la mangrove côtière pousse dans des conditions édaphiques qui ne permettent pas le plein développement des arbres et certains dégâts causés avant l'ouragan Gilbert sont évidents.

Dans certains cas, les dégâts causés à la végétation des marécages étaient dus à l'action des vagues ou aux déchets transportés. Les principaux dégâts ont, néanmoins, été causés par le vent. Des vents d'ouragan et de tempête soufflant pendant une longue période ont engendré la défoliation, des dégâts aux branches et au tronc d'arbres et l'abattage des mangroves mais l'effet le plus étendu a été la défoliation. Tous les types de mangroves Rhizophora, Avicennia, Laguncularia et Conocarpus ont été touchés, mais à différents degrés selon les sites. En général, la côte nord a été plus sévèrement touchée que la côte sud, à l'exception de Great Morass à l'extrême sud-est de l'île (St. Thomas). Sur la côte sud, l'on a remarqué une variation du niveau des dégâts avec des zones successivement moins touchées au fur et à mesure que l'on s'éloigne de Kingston vers l'ouest. Aucune variation n'a été détectée sur la côte nord.

Comme il a déjà été dit, les forêts de les plus développées ont été les plus sévèrement endommagées (voir les Illustrations A3.7, 11 et 12). La grande palétuvier rouge (Rhizophora) a souffert de la défoliation (Illustration A3.10) ou a été abattue après avoir été brisée au niveau des racines de soutien (Illustration A3.8), tandis que l'Avicennie adulte (Avicennia) a été déracinée dans plusieurs sites (Illustration A3.13). Près de 60% des arbres sont morts dans certaines forêts bien que les dégâts n'aient pas été uniformément répartis. Dans d'autres forêts, telles que Great Morass à St. Thomas) et Florida Lands à Trelawny, la défoliation/rupture des branches,

représente entre 75 et 100% des dégâts. La partie supérieure de la voûte était plus touchée par la défoliation tandis que la partie inférieure a présenté moins de modifications dans la plupart des zones de mangrove. De plus, dans les marécages examinés sur les côtes nord et sud, l'on a trouvé très peu de mangroves déracinées. Bien que les milieux arborescents aient été détruits, les racines de soutien et leur biote associé sont restés intacts.

D'autres espèces animales associées aux zones de mangrove ne semblaient pas avoir été réduites après l'ouragan. Dans plusieurs sites de la côte nord, où les informations sont enregistrées depuis des années, il n'y eu aucune réduction des populations d'oiseaux aquatiques. Même dans le cas de dégâts aux perchoirs habituels, comme dans le cas de Florida Lands (voir l'illustration A3.12 et 13), les pélicans et les hérons ont continué à se servir des arbres endommagés. Les aigrettes pique-boeuf continuaient aussi à se servir d'un perchoir dans la mangrove endommagée à Pear Tree Bottom (Illustration A3.8).

Bien qu'ils soient sévères, les dégâts ne semblent pas avoir été catastrophiques dans les zones de mangrove examinées. L'on s'attend à ce que certains arbres défoliés meurent, mais la plupart d'entre eux: devraient en réchapper. Même dans le cas de la perte d'un grand nombre d'arbres très grands, des arbres jeunes sont présents, ce qui indique la possibilité du rétablissement des écosystèmes. Un examen des groupes de mangroves rouges à Crater Lake et à Falmouth a révélé la forte présence de semis dont la croissance devrait être améliorée par l'éclaircissement de la voûte des feuilles. Bien que le groupe de mangroves noires à Saltmarsh ne contiennent qu'un nombre réduit de semis (voir l'illustration A3.15), l'on a noté une abondance de jeunes arbres et une nouvelle croissance des arbres adultes en taillis. La composition des espèces dans la forêt de Crater Lake pourrait changer au cours de la période de croissance car il y a une prépondérance de semis de mangrove blanche sur le sol d'une forêt dominée préalablement par des mangroves rouges. Il n'est pas certain que les zones de mangrove noire puissent se rétablir complètement s'il y a un assèchement des marécages à cause de la perte de feuillage. Néanmoins, les forêts de mangrove partout dans l'île devraient se rétablir.

Il faut noter que, dans plusieurs zones de la côte où l'impact humain avait été grave avant l'ouragan Gilbert, il a été difficile d'interpréter l'importance relative des dégâts causés par l'homme et par l'ouragan. Ceci a été particulièrement vrai pour Hellshire (voir l'illustration A3.2) et pour Half Moon Bay à Falmouth, où l'on brûle du charbon depuis 1987 au moins.

3.6 Bois littoraux et végétation de rivage

Les bois littoraux constituent une frange d'arbres et de buissons à l'arrière des plages et sur les plages; ils contiennent des espèces telles que la conocarpe, Conocarpus erectus (voir la partie 3.5), le raisin de mer, Coccoloba uvifera, le mahoe maritime, Thespesia populnae, et le badanier, Terminalia catappa. La communauté d'herbes et d'arbustes sur les dunes et les plages et qui s'étendent vers la mer est connue sous le nom de végétation de rivage. Elle comprend des espèces telles que le liseron de plage, Ipomoea pes-carprae brasiliensis, le pois sabre maritime, Canavalia maritima, et l'herbe Sporobolus virginicus.

Des informations ponctuelles sur la végétation littorale sont fournies par Bacon (voir l'Annexe 3) et par le NRCD (Annexe 7). Celles-ci vont de l'érosion aux racines ou de la fracture des branches des arbres du littoral (l'Hôtel Couples et Ocho Rios), à la destruction totale des arbres de la frange côtière (Priory et Fautoroute Bengal-Queens) en passant par le déracinement important (Eden 11 et Pear Tree Bottom) (voir l'illustration A3.7). Des dégâts ont été produits sur la quasi-totalité des côtes est et nord de l'île.

Dans les endroits où l'érosion de la plage a été enregistrée, il est probable que la végétation de rivage ait été perdue ou endommagée, bien qu'aucune information spécifique n'ait été obtenue. " reconstitution de cette végétation sera importante pour la rééquilibrisation du sable au niveau supérieur des plages.

3.7 Ressources halieutiques

Aiken traite en détail des dégâts causés aux ressources halieutiques (voir l'Annexe I). Us pêcheurs et le Département gouvernemental des pêcheries ont subi d'énormes pertes en équipement (bateaux, pièges) et en infrastructure (immeubles, radeaux pour la conchyliculture, récifs artificiels). Néanmoins, la nature et l'importance des dégâts causés aux ressources primaires (poissons, homards, conques, etc.) étaient moins nettes. Aiken (voir l'Annexe 1) et Woodley (voir l'Annexe 9) décrivent la perturbation des milieux de récifs coralliens et y ajoutent des observations qualitatives relatives aux effets de l'ouragan sur les populations halieutiques. On ne peut pas énoncer avec précision si une importante réduction de la population halieutique sur les récifs ou si une modification de la composition des espèces a eu lieu, la durée de ces effets, la nature et la date de la reconstitution des populations halieutique à envisager. Malheureusement, les données de base permettant l'évaluation des changements ne contiennent pas les détails nécessaires. Ce n'est pas le cas pour les récifs coralliens de Discovery Bay (Woodley, voir l'Annexe 9).

De plus, aucune étude ne semble avoir été faite sur les effets de l'ouragan Allen sur les ressources halieutiques des récifs coralliens, ou sur le schéma du rétablissement à la suite de cet ouragan. Celle-ci aurait peut-être donné une indication des effets possibles à long terme de l'ouragan Gilbert sur ce secteur de l'économie.

On estime que la mortalité directe des poissons, crustacés ou mollusques causée par l'ouragan Gilbert a été minime mais que les ressources pourraient diminuer en raison des dégâts infligés à l'habitat d'alimentation et de reproduction, en particulier sur les récifs coralliens. Les dégâts causés aux lits d'herbiers ne semblent pas avoir été importants et les habitats aquatiques des zones de mangroves paraissent moins touchés que les habitats arborescents (tronc et voûte). Les habitats de racines de soutien dans les zones de mangroves rouges et qui sont importants pour l'alimentation et pour l'élevage des jeunes poissons n'ont pas été dérangés de façon significative. De plus, les populations d'huîtres de bouchot à Saltmarsh et les populations naturelles d'huîtres cupulaires de mangroves près du site de culture d'huîtres à Bowden ne font aucune preuve de mortalité ou de déplacement à cause de L'ouragan.

Bien qu'Ajken (Annexe 1) signale que l'ouragan est survenu pendant la saison de ponte des tortues de mer, son passage a eu lieu après la période normale de ponte intense (Bacon, et autres, 1984), éliminant ainsi les dégâts directs aux œufs et aux nouveaux nés. L'important c'est le degré de rétablissement de l'érosion des plages nécessaire pour la prochaine ponte des tortues de mer.

Bien que la perte en équipement et en revenus est à regretter, les effets à long terme de l'ouragan Gilbert sur l'habitat des ressources halieutiques côtières et des invertébrés est peut-être la question la plus importante à laquelle doit faire face l'industrie de la pêche. Le manque de données est regrettable.

3.8 Oiseaux de mer et oiseaux de rivage

Près de 40 espèces d'oiseaux de mer (hirondelles de mer, pélicans, hérons, pluviers, bécasseaux, canards, etc.) s'alimentent, se perchent et se nichent dans les habitats côtiers autour de la Jamaïque et dans les zones au large des côtes. La plupart de ces espèces y vivent en permanence mais d'autres y vivent de façon saisonnière pendant leur passage migratoire à la Jamaïque. Bien qu'il existe des informations suffisantes sur l'état des oiseaux de mer et de rivage (leur nombre exact et leurs habitudes de nidation), il n'en est pas de même pour leur degré de dépendance sur certains sites pour leur alimentation et leur reproduction. Par conséquent, il est difficile de lier les dégâts causés par l'ouragan dans un site particulier à un dérangement des populations d'oiseaux. De plus, les échassiers, tels que les hérons et les aigrettes, se déplacent régulièrement entre les sites d'alimentation en fonction des niveaux changeants et de la disponibilité en alimentation (changements de marée et de saisonniers et de marée). Des dégâts causés à une partie de leur habitat engendrera donc une meilleure utilisation d'une autre partie plutôt qu'un dérangement de la population. Dans le cas où les sites de perchoir et de nidation ont été endommagés, on pourrait s'attendre à des effets sur les populations présentes et futures, mais seulement si des sites de substitution ne sont pas disponibles.

Haynes-Sutton (1988) a signalé les importants dégâts causés par l'ouragan Gilbert aux populations d'oiseaux à la Jamaïque sans en fournir de preuves. Elle a été particulièrement préoccupée par la perte des espèces endémiques à cause des dégâts causés aux forêts terrestres. Aucun oiseau de mer ou de rivage endémique ne se trouvant à la Jamaïque, cet aspect du problème n'a donc pas d'importance pour les ressources côtières et marines. Clark (1988) a signalé la destruction de certains oiseaux de mer au Mexique comme effet direct de l'ouragan Gilbert, mais aucune information n'a été reçue sur la mortalité des oiseaux adultes à la Jamaïque.

Le rapport selon lequel un site de perchoir/nidation à Refuge Cay dans la Baie de Kingston a été sévèrement endommagé pendant que des pélicans étaient en cours de nidification constitue l'unique preuve de dégâts directs. Une partie des œufs et des jeunes oiseaux a été perdue. Néanmoins, la colonie de pélicans s'est déplacée de 150 mètres environ vers l'ouest dans un autre groupe de mangroves à Gallows Point et, trois semaines plus tard, elle était assise sur une nouvelle couvée (communication personnelle de I. Goodbody).

Etant donné que l'ouragan a frappé en dehors de la principale période de nidation (mi-avril à juin, Haynes, 1986), aucune perte d'œufs ni de jeunes oiseaux n'est attendue à Morant Cays dans

les sites de nidation des hirondelles de mer qui sont si importants du point de vue économique. En l'absence d'informations relatives au niveau des vagues ou de la marée, on ignore l'importance des dégâts causés aux sites de nidation situés sur les bancs de sable.

De plus, L'ouragan Gilbert a frappé avant l'arrivée principale d'automne des oiseaux migrateurs.

Selon des informations, certains perchoirs ont été endommagés (voir l'Annexe 3). A Pear Tree Bottom, une colonie d'aigrettes et d'hérons n'a pas été dérangée par les importants dégâts causés aux arbres qui servent de perchoir (Illustration A3.8), mais se sont plutôt habitués à utiliser les mangroves restantes. Malgré les énormes dégâts dans la zone de Falmouth, les pélicans, hérons, aigrettes et autres oiseaux ont fait preuve d'attachement à leurs perchoirs.

Des informations diverses suggèrent que les oiseaux de mer et de rivage n'ont pas été sévèrement touchés par L'ouragan. La quantité de gibiers d'eau signalée par l'auteur dans les marécages de Florida Lands, Hellshire, Slatmarsh et Wyndham Rose Hall n'indiquent aucun changement par rapport à leur niveau avant Gilbert. Dans le dernier de ces sites, où la végétation a été détruite et où l'eau de mer est entrée dans le marécage (Greenaway, Annexe 5), l'on a noté la présence de grèbes, poules d'eau, canards et échassiers dans les quantités prévues quelques semaines après le passage de l'ouragan Gilbert.

Malgré les dégâts causés aux plages, qui ont probablement provoqué un dérangement de l'alimentation des oiseaux de rivage tels que les pluviers et les bécasseaux, les habitudes alimentaires des oiseaux de mer semblent avoir été très peu modifiées par l'ouragan Gilbert. Dans les zones de mangroves, les dégâts au niveau du sol semblent être beaucoup moins importants que ceux causés au niveau supérieur des arbres. L'accumulation de déchets et l'inondation de certaines zones basses pourraient y entraîner de façon temporaire l'alimentation. Néanmoins, les effets sur les populations d'oiseaux de mer devraient être minimes.

4. CADRE POUR L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DES EFFETS DE L'OURAGAN

Préface: Il faut dire clairement qu'une évaluation économique valable des effets de L'ouragan Gilbert sur les ressources côtières et marines de la Jamaïque ne pourra pas être faite à partir des données existantes.

Étant donné les contraintes de temps imparties à cette étude par le descriptif, l'état économique des ressources précédent L'ouragan n'a été effectué que pour certains aspects des ressources halieutiques; la base de données écologiques était si limitée que la portée des effets n'a pu être déterminée que dans très peu de cas; la recherche économique sur les ressources naturelles de la Jamaïque n'est pas très développée et aucun économiste spécialisé dans le domaine des ressources côtières et marines ne travaillait à la Jamaïque pour déterminer l'importance des changements survenus.

Néanmoins, en raison de l'importance de ces ressources pour l'économie de la Jamaïque, nous essaierons de fournir un cadre pouvant permettre une analyse économique avec une révision des données déjà existantes et un examen critique des informations nouvelles. En dépit d'une longue tradition de recherche dans les domaines côtiers et marins à l'Université des Indes occidentales et dans d'autres institutions, l'inventaire et l'évaluation des plages, récifs, mangroves, etc. du point de vue de leur valeur pour la nation en sont encore à leurs débuts. On ne pourra comprendre les vrais effets des ouragans et d'autres "catastrophes" que lorsque des mesures seront prises pour intégrer ces aspects de la gestion des ressources.

4.1 Valeur économique (marchande et non marchande) des ressources

4.1.1 Plages

Bien que le Profil environnemental de la Jamaïque (gouvernement de la Jamaïque, 1987) note l'importance des plages pour le secteur touristique, aucune tentative n'est faite pour quantifier leur valeur. Aucune évaluation de la valeur totale des plages ne semble être disponible.

En tant que l'une des ressources primaires du secteur du tourisme, la valeur des plages pourrait être estimée en fonction de la valeur de ce secteur, de la manière suivante:

Le revenu brut en devises dans le secteur du tourisme s'élevait à 595 millions de dollars E.U. en 1987 (PIJ, 1988) et à 530 millions de dollars en 1988 (Green, 1989). Le secteur du tourisme repose principalement sur trois ressources naturelles - le sable, le soleil et la mer. Par conséquent, la valeur qui pourrait être attribuée aux plages équivaldrait au tiers du revenu du secteur, à savoir, 200 millions de dollars E.U. environ.

Une autre approche consisterait à examiner la valeur immobilière du terrain côtier. Morris (1989), évalue la propriété côtière à Negril à 1,4 millions de dollars jamaïquains/acre (demi-hectare). Si la longueur linéaire de la propriété côtière (par acre) est de 69,6 yards (63,64 mètres) et la longueur totale de la plage est de 7 milles (11,2 km), la valeur de Negril Beach pourrait être estimée à 247 millions de dollars jamaïquains ou 35 millions de dollars jamaïquains/mille (soient 6.5 (4,06) millions de dollars E.U. par mille (kilomètres) de plage).

Sachant que Negril est un pôle de développement touristique, l'estimation ci-dessus serait exagérée si on l'appliquait à la totalité de l'île. Néanmoins, elle donne un ordre de grandeur pour chaque ressource.

En plus de leur utilité dans le domaine du tourisme, les plages sont importantes en tant que sites de récréation publique, bien que les domaines relatives à leur utilisation soient très réduites. Des informations non publiées pour Half Moon Bay et Hellshire, à l'occasion d'un jour férié en 1986, indiquent qu'environ 15,000 personnes étaient sur la plage. Le nombre de personnes dans d'autres sites pourraient être similaire. Dans les quelques cas où des plages privées sont utilisées par le public, la vente des tickets d'entrée pourrait être un moyen de calculer ce que les gens sont prêts à payer par an pour utiliser les plages. La plage de Puerto Seco, à Discovery Bay, qui est entretenue par Kaiser Bauxite dans l'intérêt du public, en constituerait un bon exemple.

De plus, certaines "plages de pêcheurs" sont importantes pour le mouillage des bateaux et la vente de poissons tandis que d'autres constituent la résidence de communautés de pêcheurs. Ces plages contribuent donc indirectement à l'économie du pays.

4.1.2 Qualité des eaux côtières

Le calcul de la valeur économique de l'eau de mer de très haute qualité autour de la Jamaïque pourrait être fondé sur les bénéfices au secteur touristique, selon le calcul ci-dessus. Une baisse éventuelle de la production des pêcheries, de récifs et la production d'herbiers causée par la réduction de la qualité des eaux (augmentation de la turbidité, etc.) devrait être quantifiable, bien qu'il faille tenir compte d'autres variantes. La dépendance des récifs coralliens et, dans un moindre mesure, des lits d'herbiers sur des eaux claires, salines et libres de boue a en effet déjà fait l'objet de nombreuses publications.

4.1.3 Récifs coralliens

A la différence des zones de terre ferme, aucune valeur immobilière n'existe pour les écosystèmes côtiers. Par conséquent, l'analyse de leur valeur économique doit être fondée sur d'autres critères.

Etant donné que les récifs coralliens protègent les plages et constituent une source majeure de particules de sable, leur valeur doit être au moins aussi grande que celle des plages. Il faut y ajouter leur valeur directe pour la plongée sous-marine de loisir et pour d'autres types d'utilisation par les touristes. L'encore, aucun calcul distinct n'était disponible pour ce secteur de l'industrie touristique.

Aiken (Annexe 1) signale que la plus grande partie de la pêche se passe sur les récifs coralliens et/ou près de ceux-ci. Les récifs constituent une source de revenu pour la plupart des 12 000 pêcheurs enregistrés et pour les 38 000 vendeurs qui dépendent de cette activité et fournissent près de 7 000 tonnes/an⁻¹. En tant que ressource primaire pour l'industrie de la pêche, une valeur pourrait y être attribuée aux récifs en fonction de la contribution de cette industrie à l'économie nationale.

De plus, les récifs sont des sources de produits secondaires tels que le corail noir, des coquillages et des spécimens de coraux utilisés dans la production de bijoux et de souvenirs. Aucun chiffre n'était disponible sur ce commerce le plus souvent illégal.

Si tous ces facteurs, y compris la protection de la côte et le soutien de la vie sauvage sont pris en compte, la valeur économique totale (récifs de la Jamaïque s'élève peut-être à plus de 500 millions de dollars E.U./an.

4.1.4 Lits d'herbiers

Aucune donnée disponible.

4.1.5 Mangroves (et autres marécages)

Aucune estimation n'est disponible pour la valeur des écosystèmes de mangrove à la Jamaïque. La superficie exacte n'est pas quantifiée, mais elle doit être de l'ordre de 5 500 hectares approximativement répartis sur 10-15% de la côte.

Browder (1976) a estimé la valeur des zones de mangrove en Floride à 13 000 dollars E.U./hectare⁻¹/an. Si l'on ce chiffre à titre indicatif, la valeur des ressources nationales de mangrove s'élèverait à environ 71,5 millions de dollars/an⁻¹.

La valeur des écosystèmes de mangrove est déterminée par leur rôle dans la protection des côtes, l'appui aux ressources halieutiques et à d'autres biotes aquatiques et terrestres, la production de produits directement commercialisables tels que le bois, le charbon, les crabes et les crustacés ainsi que par leur utilisation actuelle et potentielle dans les domaines du tourisme, des loisirs et de l'éducation.

Les mangroves à Bowden et dans d'autres sites, soutiennent indirectement une industrie d'ostréiculture commercialement viable.

4.1.6 Bois littoraux et végétation de rivage

Les bois littoraux et la végétation de rivage ont des propriétés de stabilisation du paysage et de la côte qui ne sont pas encore reconnues et ont des rapports avec les valeurs immobilières, le tourisme et les loisirs. Ils jouent un rôle mineur dans la production de matière organique dans les milieux côtiers et fournissent des habitats pour les espèces sauvages. Aucune estimation de ces contributions indirectes à l'économie n'est disponible.

4.1.7 Ressources halieutiques

La valeur des ressources halieutiques est attestée et des données sont disponibles sur l'importance et les pourcentages des pêches, leur emploi direct et indirect dans l'industrie et les prix du marché. Certains aspects économiques de l'industrie de la pêche qui ont été révisés par Aiken (Annexe 1) sont mentionnés ci-dessus (voir la partie 4.1.3).

4.1.8 Oiseaux de mer et oiseaux de rivage

La collecte des oeufs constitue l'utilisation la plus directe des oiseaux de mer et oiseaux de rivage. Haynes (1986) signale que plus de 600 000 oeufs étaient ramassés chaque année sur les bancs de Pedro et de Morant dans les années 20. En 1975, ce chiffre était tombé à 100 000. La récolte continue à l'heure actuelle, sans que l'on connaisse sa valeur commerciale.

La valeur indirecte des oiseaux et autres formes de vie sauvage pour l'éducation et les loisirs n'a pas été calculée mais semble minime pour l'instant.

4.2 Evaluation des pertes économiques causées par l'ouragan Gilbert

4.2.1 Plages et qualité des eaux

L'impossibilité totale d'utiliser les plages pendant trois mois après l'ouragan Gilbert aurait entraîné une perte de 48 millions de dollars E.U., si l'on considère que la valeur probable au secteur du tourisme est de 200 millions de dollars E.U. par an ou 16 millions de dollars E.U. par mois.

Néanmoins, le NRCD (voir l'Annexe 7) n'a enregistré de dégâts que sur 57% des plages examinées; ceux-ci n'étaient pas suffisamment sérieux pour arrêter complètement l'utilisation des plages. La perte de revenu liée directement à l'érosion et à l'accumulation de déchets a dû être minime.

On ignore le nombre d'annulations de réservations par les touristes consécutif à l'impossibilité d'utilisation des plages après l'ouragan Gilbert et de même que les coûts incombant aux hôteliers pour fournir d'autres loisirs à leurs clients. On note, néanmoins, que dans la plupart des cas les plages avaient été débarrassées de leur débris et remises en état quelques jours après l'ouragan. Cela a donc engendré certaines dépenses.

La réduction des possibilités baignade et de pratique des sports aquatiques à cause de la mauvaise qualité des eaux a probablement subi la même tendance. La clarté des eaux a été retrouvée relativement rapidement après l'ouragan Gilbert (voir Woodley, Annexe 9).

Les informations fournies par l'office du Tourisme de la Jamaïque (Green, 1989) montrent qu'il y a une chute de 19% du nombre des touristes "à Cause de l'ouragan Gilbert au cours de 4 derniers mois de 1988 par rapport à la période de septembre à décembre 1987. On peut, d'après l'article de Green, évaluer la perte de revenu consécutive au manque de 79 000 touristes, à 33 millions de dollars E.U.

Dans la plupart des cas, la perte en Superficie de plage et en quantité de sable ne devait pas durer. Ces plages devraient retrouver leur qualité dans la plupart des zones, comme c'est déjà le cas dans certains endroits. Le rapport fait par le NRCD (Annexe 7) décrit des sites ayant Une accréation nette de sable, y compris la "ré-apparition" d'une plage qui avait été antérieurement érodée.

Le Département pour la Conservation des ressources naturelles (NRCD, 1988 et l'Annexe 7) évalue entre 40 et 50 millions de dollars jamaïquains les dépenses occasionnées par la réparation des installations, des plages et des infrastructures des plages endommagées, ainsi que les dégâts associés dans les zones littorales.

4.2.2 Récifs coralliens et lits d'herbiers

Les dégâts catastrophiques causés par l'ouragan ont été apparemment limités aux récifs des côtes est et nord (aucune donnée n'est disponible pour la côte sud). Ces dégâts n'ont pas été uniformes et la perte de valeur fonctionnelle n'a pas été totale. Les pertes étaient apparentes en ce qui concerne les ressources halieutiques des récifs, le support biologique et peut-être l'attrait des

récifs pour la plongée sous-marine de loisir, mais non en ce qui concerne leur structure physique liée à la protection des côtes ou au rensablage. Le résultat final de l'action directe de L'ouragan Gilbert est comparable à celui de l'ouragan Allen (Woodley et autres, 1981 et l'Annexe 9).

La valeur des ressources qui se trouvent sur les récifs de la Jamaïque a probablement été réduite de moins de la moitié, mais seulement dans certaines parties de la côte et seulement dans certaines zones de récifs par site endommagé. Sur la base d'une valeur d'environ 500 millions de dollars E.U. par an, les pertes dues aux dégâts causés aux récifs par l'ouragan s'élèveraient à moins de 100 millions de dollars E.U.

Si, d'après Woodley (Annexe 9), les effets de l'ouragan sont un aspect normal de l'écologie des récifs à la Jamaïque, les "dégâts" ne devraient pas être considérés comme une "perte". Au fur et à mesure que les processus de rétablissement se normalisent avec la rentrée dans l'ordre de l'horloge des récifs", une productivité biologique beaucoup plus élevée que celle que l'on trouverait d'un récif stable et adulte est possible. Du point de vue économique, les dégâts devraient être évalués à court terme; la perte directe causée par les rendements réduits de poissons et de crustacés et l'usage récréationnel réduit sont les seuls paramètres mesurables, dès que les données seront disponibles.

L'importance des dégâts dans le Parc marin d'Ocho Rios n'a pas pu être complètement évaluée et le Parc marin de Montego Bay n'a pas été examiné mais les dégâts n'ont pas été assez graves pour y empêcher le bon déroulement de visites guidées.

Aucune donnée n'est disponible pour l'évaluation économique des pertes causées par les dégâts modérés enregistrés sur les bancs d'algues.

4.2.3 Mangroves et autres types de végétation côtière

Des pertes directes du bois de mangrove, comme à Crater Lake et à Falmouth (voir l'Annexe 3) sont mesurées site par site. A l'exception de poteaux pour l'usage domestique, très peu de bois de mangrove est collecté et le prix du marché n'est donc pas disponible.

Dans la plupart des cas, le bois abattu n'est pas complètement perdu car il peut être collecté et utilisé dans la production du charbon. De ce point de vue, la disponibilité de cette ressource a augmenté temporairement, bien que le nombre des arbres restants ait été diminué. Néanmoins, l'aspect économique de l'industrie du charbon de mangrove n'a pas été complètement étudié.

A partir des estimations de la valeur économique des mangroves d'environ 70 millions de dollars/an et du niveau probable des dégâts causés aux arbres de la mangrove inférieur à 20% dans toute l'île les pertes totales de cette ressource s'élèveraient à entre 10 et 15 millions de dollars E.U.

En ce qui concerne les récifs, les dégâts n'ont pas été catastrophiques dans aucun des groupes de mangroves, et le rétablissement devrait se poursuivre normalement. Des études sur le terrain suggèrent qu'une nouvelle croissance de forêts de mangroves se produit très rapidement.

On peut s'attendre à Un rétablissement de cette ressource et à sa valeur fonctionnelle dans la plupart des zones. Néanmoins, dans les endroits où les jeunes arbres sont rares, comme c'est le cas des groupes d'Avicennia à Saltmarsh, ou la forêt adulte a été endommagée, comme à Crater Lake, la mangrove peut se développer différemment au cours du processus de rétablissement.

Les habitats aquatiques dans les zones de mangroves ne semblent pas avoir été sévèrement détruits. Les pertes de ressources halieutiques et d'espèces sauvages ont dû y être mineures.

Certains dégâts ont été enregistrés dans les marécages ayant des implications commerciales plus directes. Le Petroleum Corporation of Jamaica effectue des remises en état au Royal Palm Park à Negril à un coût considérable. Les importants dégâts causés au Hellshire Recreational Park pourraient avoir des conséquences sur le développement futur des installations de loisirs et d'éducation. Les principaux dégâts causés au marécage de Canoe Valley consistaient en arbres abattus dont le déblayage a été estimé par le NRCD en 1988 à 5 mille dollars jamaïcains.

4.2.4 Ressources halieutiques

Le Ministère de l'Agriculture a estimé à 25 millions de dollars jamaïcains les pertes totales subies par l'industrie de lit pêche (y compris les plages de pêche, nasses, bateaux et infrastructures). Les pêcheurs n'ont probablement pas pu travailler pendant 10 jours au moins après l'ouragan Gilbert, entraînant une perte de revenu pour eux-mêmes et pour leurs vendeurs associés. Aiken (voir l'Annexe 1) signale que les niveaux de pêche étaient encore réduits même de deux mois après l'ouragan.

Les pertes immédiates et futures dues aux dégâts causés aux habitats ainsi qu'aux jeunes poissons ne peuvent pas être évaluées avec les données existantes.

4.2.5 Oiseaux de mer et oiseaux de rivage

Il n'y a pas eu de pertes consécutives à l'ouragan en ce qui concerne les ressources ornithologiques exploitables ou l'utilisation des oiseaux ou d'autres formes de vie sauvage à des fins récréatives ou éducatives. On a constaté une certaine destruction des habitats, mais ses effets ne peuvent pas être mesurés à l'heure actuelle.

4.3 Coût de la reconstitution des ressources et de la prévention des dégâts

Comme il a été signalé ci-dessus, tout ou partie des ressources qui ont été endommagées dans les milieux côtiers et marins de la Jamaïque devrait se reconstituer naturellement. Bien que rien ne puisse être fait pour aider ce processus de reconstitution, la stratégie des "bras croisés" semble, dans la plupart des cas, être la plus prudente du point de vue économique.

Les plages privées et celles qui sont très fréquentées ont été nettoyées et, dans certains cas, le sable emporté a été remplacé par des moyens mécaniques. En l'absence de documentation

détaillée sur la dynamique du sable côtier autour de la Jamaïque, il est presque impossible de suggérer les options d'ingénierie qui pourraient accélérer les processus de rétablissement des plages.

La reconstitution de la végétation côtière, en particulier sur les dunes, pourrait aider à stabiliser le sable, mais aucun investissement dans ce domaine ne doit être envisagé jusqu'à ce que la vitesse de la repousse naturelle ait été étudiée dans les sites critiques.

Dans plusieurs zones, le sable qui avait été amoncelé par L'ouragan à l'arrière des plages a été récupéré pour la construction. Il a été suggéré (communication personnelle de M. Hendry) que ce "vol de sable" pourrait retarder le processus de reconstitution des plages. Dans ce cas, il faudrait l'interdire pour faciliter le reensablage naturel. Pour empêcher les gens de se servir de cette source accessible de sable, d'autres sources devraient être identifiées et mises à la disposition de l'industrie de la construction.

Il est recommandé de construire les immeubles et autres installations derrière les plages pour minimiser les dégâts causés par les orages et pour éliminer les pressions à l'avant des plages, mais cette mesure n'aidera pas à prévenir les dégâts causés aux plages elles-mêmes. La conception des constructions sur les plages devrait tenir compte de la nature des plages, de la possibilité d'érosion ainsi que des autres types de dégâts que peuvent entraîner les orages. L'aide à la reconstitution naturelle des récifs endommagés ne semble pas être une option prudente. Il n'y a aucune preuve que la réduction des pressions causées aux récifs endommagés par la pêche aiderait leur rétablissement, mais cette possibilité devrait être examinée. La prévention des dégâts futurs est certainement peu réaliste.

Le Département pour la conservation des ressources naturelles (NRCD, 1988) recommande d'investir dans un programme de reconstitution des algues pour favoriser dans le rétablissement post ouragan. Bien que cela puisse être positif, il devrait être précédé d'une étude détaillée de l'état actuel des lits d'herbiers dans différentes parties de la côte ainsi que d'une ré-évaluation des projets antérieurs de réintroduction d'herbiers. Le degré de rétablissement de certains groupes de mangroves plus sévèrement endommagés devrait être surveillé et l'utilité d'un projet de replantation devrait être étudié. Comme dans le cas de la proposition de replantation des herbiers, ceci pourrait être très coûteux et nécessiterait une main d'oeuvre importante.

On estime qu'il y a très peu à entreprendre pour éviter les dégâts causés aux lits d'herbiers et aux marécages par les futurs ouragans. Il a été suggéré que si le bois de mangrove dans des sites tels que Crater Lake et Florida Lands avaient été récolté dès que les arbres étaient assez grands pour être utilisés, des dégâts et des pertes de bois auraient pu être évitées.

La végétation des bois littoraux pourrait se rétablir très lentement ou pas du tout à cause des conditions édaphiques peu propices dans lesquelles poussent les plantes. La replantation pourrait être avantageuse (dans beaucoup de zones de la côte) pour briser le vent et pour contribuer à l'attraction du paysage. La production de jeunes plantes et les coûts de plantation devraient être estimés.

Quant à l'industrie de la pêche, il y a très peu de preuves des dégâts causés aux ressources primaires. Son rétablissement ne constitue donc pas un problème. Les coûts principaux concernent la réparation et la reconstruction de l'infrastructure de support. On note que les plans d'urgence en cas de catastrophe causée par les ouragans ne tenaient pas compte du remplacement des équipements utilisés par les pêcheurs, ce qui a engendré une interruption de la pêche pendant une période trop longue. La viabilité économique de tels plans devrait être recherchée en vue des pertes considérables subies par cette industrie.

L'évaluation économique d'un processus de rétablissement assisté doit anticiper le niveau et la vitesse prévues de la reconstitution naturelle. Des dépenses supplémentaires sur la recherche écologique de base serait très utile.

5. DISCUSSION

5.1 Utilité de cette évaluation

Dans l'optique de faire un bilan des conséquences économiques de l'ouragan Gilbert, deux problèmes majeurs ont été identifiés: i) l'absence d'un inventaire détaillé des ressources côtières et marines du pays; ii) le manque d'informations sur la valeur et l'utilisation actuelle de ces ressources. Les types de dégâts survenus ont été décrits et les secteurs économiques qui ont subi des pertes ont été inventoriés. Néanmoins, il est particulièrement difficile d'évaluer les pertes en l'absence d'informations biologiques détaillées sur l'étendue des dégâts aux stocks et sur les possibilités de rétablissement.

Les variations qui étaient prévues du schéma de rétablissement des ressources ont soulevé des difficultés supplémentaires pour déterminer une période de perte dans l'évaluation économique. Les pertes de satisfaction, pour les touristes et les résidents, résultant de l'érosion des plages ont été évaluées pour une période de trois à quatre mois, grâce à la reconstitution rapide de cette ressource. Les pertes pour la pêche pourraient être évaluées pour une période similaire en comparant, dans les mois qui ont suivi, l'ouragan, devant les prises prévues aux prises réelles. Mais si le rétablissement des habitats des récifs coralliens durait plus de huit ans, il serait nécessaire d'étendre cette période de perte.

A l'exception des plages d'hôtel et des autres ressources du secteur touristique pour lesquelles des données officielles sur les coûts de l'ouragan commencent à être disponibles, la plus grande partie des ressources à l'examen est utilisée directement ou indirectement au niveau de subsistance. C'est une autre raison qui explique la difficulté d'obtention des données du marché, ce qui suggère, à part l'exception précédemment citée, que le coût des dégâts causés par l'ouragan était plus important dans les secteurs les plus pauvres de l'économie.

Cette étude fournit un cadre pour une recherche et une analyse plus poussées en identifiant les lacunes dans la base de données sur les ressources et leur utilisation. Bien qu'elle ne puisse fournir des données indiscutables, elle indique les effets à long terme de l'ouragan et identifie les domaines prioritaires d'aide au rétablissement. Ces suggestions sont détaillées ci-dessous:

5.2 Domaines prioritaires pour les efforts de rétablissement

On prévoit une reconstitution naturelle dans toutes les zones de l'environnement naturel exposées aux impacts de l'ouragan, mais il faut reconnaître les effets possibles à long terme de cette reconstitution. Pour certains systèmes tels que les récifs de coraux, il faut se demander s'il est utile ou faisable d'aider le processus de rétablissement, en particulier quand on examine l'importance des dégâts et le manque de techniques appropriées.

Pour d'autres, tels que les mangroves où les techniques de reboisement sont bien développées, investir dans le rétablissement ne serait peut-être pas justifié avant que l'on en sache davantage sur le niveau de dépendance économique sur des ressources de la mangrove. Les domaines prioritaires pour les efforts de rétablissement devraient être ceux où la perte supplémentaire de ressources naturelles ou les impacts environnementaux négatifs sont possibles en l'absence d'une action appropriée. En attendant des études supplémentaires sur les effets de L'ouragan Gilbert, les domaines suivants ont été identifiés:

i) Gestion des bassins versants

Les preuves présentées par le NRCD (Annexe 7) suggèrent un ruissellement accru d'eau douce et l'entassement des sédiments causés par des dégâts aux zones boisées à l'intérieur des terres. La reconstitution des forêts endommagées et la prévention de l'érosion des sols sont très urgentes pour empêcher la détérioration de la qualité des eaux côtières et leurs effets écologiques et esthétiques négatifs sur la côte.

ii) Réparation des infrastructures de pêche et des installations de protection des côtes

Selon les informations fournies par Aiken (Annexe 1) et le NRCD (Annexe 7), les dégâts causés aux plages et à l'équipement de pêche a engendré des pertes sensibles à un secteur important de l'économie. Il est également possible de quantifier les efforts nécessaires pour le rétablissement de l'industrie. Deuxièmement les installations de protection des côtes doivent être réparées pour que les routes, les propriétés côtières et les installations puissent être remises à nouveaux utilisables.

iii) Réparation des plages publiques

La réparation des plages publiques et des autres installations du secteur touristique est effectivement en cours et cette activité devrait être particulièrement visée à cause de son importance directe pour l'économie nationale. Mais le danger existe que les plages réservées aux résidents ne reçoivent pas l'attention qu'exige leur utilisation fréquente et qu'une détérioration supplémentaire en résulte.

iv) Replantation des bois littoraux

On sera certainement obligé de replanter les bois littoraux car leur vitesse de reconstitution naturelle pourrait être particulièrement lente. Les caractéristiques esthétiques, de coupe-vent et de stabilisation, du sable de cette végétation rendent la proposition de replantation viable d'un point de vue économique. Ceux qui possèdent des propriétés côtières devraient être encouragés à replanter des arbres mais un effort public sera nécessaire pour certaines zones de la côte.

5.3 Domaines clé de la recherche des ressources marines et les mesures de gestion.

Les domaines des efforts de recherche et de gestion ont tous trait aux effets de l'ouragan, non seulement en ce qui concerne l'amélioration de la base de données relative aux ressources et à l'importance des dégâts mais aussi pour fournir une meilleure compréhension des effets à long terme des catastrophes sur les ressources côtières et marines. L'ordre de priorité suivant est proposé:

- i) La préparation d'un **inventaire** précis et détaillé des ressources côtières et marines de la Jamaïque (plages, mangroves, herbiers, récifs coralliens, oiseaux de mer, etc.).
- ii) Une étude approfondie des **ressources économiques** comprenant les stocks disponibles, l'identification et la quantification de l'utilisation des ressources, les emplois directs et indirects qui en découlent, les marchés, etc.
- iii) La surveillance du **ruissellement et des sédiments** provenant des fleuves principaux et l'analyse de leurs effets sur les écosystèmes côtiers. Ces mesures devraient être accompagnées de la mise en place d'une stratégie de gestion des bassins versants avec un accent particulier sur la protection du milieu marin.
- iv) Une étude de la vitesse de reprise de la **pêche artisanale** dans les sites où les équipements et l'infrastructure avaient été endommagés. Cette étude a pour objectif la mise en place d'un plan d'urgence de rétablissement pour l'industrie de la pêche pouvant être mis en oeuvre lors de futures catastrophes.
- v) Une étude du rétablissement des **ressources halieutiques** commerciales dans les eaux voisines des récifs coralliens où des dégâts ont été enregistrés.
- vi) La comparaison de **profils** à long terme des plages (à partir de photos aériennes) pour surveiller la vitesse et l'orientation du renouveau.

- vii) Une étude détaillée du **régime du sable** dans l'île (modèles d'approvisionnement, dérive littorale, stockage et perte) pour comprendre les processus d'érosion et de reconstitution des plages et pour identifier les sources de sables qui seraient à la disposition de l'industrie du bâtiment. Cette dernière mesure vise à contrôler l'enlèvement illégal de sable, ce qui pourrait être important pour la reconstitution des plages.
- viii) Une étude de la vitesse et de la portée de la régénération de différents groupes de **mangroves**. Cette étude aidera non seulement à évaluer de manière précise les dégâts ou pertes éventuelles causées par L'ouragan, mais aussi à identifier des sites où l'aide au rétablissement serait nécessaire.
- ix) Une étude de **l'économie du charbon** de bois de mangrove en vue d'une bonne gestion (assurer des stocks adéquats, surveiller le rétablissement des terrains coupés ou endommagés par l'ouragan pour assurer la régénération des espèces les plus adaptées, etc.).
- x) Une étude des sites de **nidation des oiseaux de mer** sur les Morant et Pedro Cays pour voir si une assistance est nécessaire après L'ouragan et pour aider les recherches en cours sur les techniques de réglementation de la récolte des oeufs.

6. REMERCIEMENTS

On apprécie énormément que l'Unité de coordination régionale du Programme pour l'environnement des Caraïbes ait fourni l'occasion de faire cette étude.

On remercie le Dr. Marcel Anderson et le reste du personnel du Département pour la conservation des ressources naturelles du Ministère de l'Agriculture ainsi que les chercheurs dont le nom figure en annexe de ce rapport pour leur coopération. Wings Jamaïque, SARL, a fourni un excellent service de transport pour l'étude aérienne des zones côtières touchées par l'ouragan.

On remercie les personnes suivantes pour leurs suggestions et pour des informations: Professeur Ivan Goodbody, Université des Indes occidentales; le Dr. Malcolm Hendry de l'Université des Indes occidentales; M. John Lethbridge, Banque Mondiale, Washington; Capitaine Patrick Prawl, Autorité portuaire, Kingston; et M. Peter Reeson de la Société pétrolière de la Jamaïque, (PCJ).

On remercie également Mme. Tyra Bacon pour ses utiles commentaires sur l'évaluation économique.

7. BIBLIOGRAPHIE

ANON. 1988a. Scientists to study and report on Hurricane Gilbert damage. Jamaica Record, 7.11.88; p. 3A.

ANON. 1988b. Royal Navy tests Harbour's depth. Daily Gleaner, 29.11.88; p. 33.

Alexander, T. R. 1968. Effect of Hurricane Betsy on the south-eastern Everglades. Quarterly J. Florida Academy of Sciences, 30 (1); 10-24.

Browder, J. A. 1976. An estimate of the value of mangroves to the economy based on net primary productivity. Rapport non publié, National Marine Fisheries Service, Miami; 3 pages.

Craighead, F. C. & Gilbert, V. C. 1962. The effects of Hurricane Donna on the vegetation of southern Florida. Quarterly J. Florida Academy of Sciences, 25 (1); 1-28.

Bacon, P. R., Berry, F. D., et autres, 1984. Proceedings of the Western Atlantic Turtle Symposium, San Jose, Costa Rica, July 1983; 3 vols, 1138 pages.

Bacon, P. & Head, S. 1985. Formation of a Caribbean Coastal Management Unit. Coastzone '85, 1; 280-299.

Clark, J. 1988. Hurricane Gilbert Assails Caribbean. ICBP Pan American Bulletin, 3 (2); 2.

G.O.J. 1987. Jamaica Country Environmental Profile. Government of Jamaica, Ministry of Agriculture, Natural Resources Conservation Division, and Ralph M. Field Ass. Inc., au nom de l'Institut international pour l'environnement et le développement; 362 pages.

Green, A. 1989. Tourist arrivals fell two per cent in 1988. Financial Gleaner, 27.01.89; p. 1 & 13.

Haynes, A. M. 1986. Preliminary report on status and conservation of booby terns at Morant Cays, Jamaica, 1982-1985. Natural Resources Conservation Department; 19 pages.

Haynes-Sutton, A. 1988. Hurricane Gilbert strikes Jamaica's unique birdlife. World Bird-watch, 10, (3-4-); 1 & 11.

Highsmith, R. C., Riggs, A. C., & D'Antonio, C. M. 1980. Survival of hurricane-generated coral fragments and a disturbance model of reef calcification/growth rates. Oecologia (Berlin), 46; 322-329.

Lugo, E. & Snedaker, S. C. 1974. The ecology of mangroves. Annual Review of Ecology and Systematics; 39-64.

Meteorological Service. 1988. Letter to G. Alleng, University of the West Indies, dated 09.11.88, provenant du Service météorologique, Aéroport international du Norman Manley, plus annexes; 3 pages.

Morris, M. 1989. Can Negril be saved from destruction through greed? *Sunday Gleaner*, 15.01.89; p. 11.

P.I.J. 1988. Economic and Social Survey; Jamaica 1987. Planning Institute of Jamaica; 1-24.7.

Woodley, J. D. et autres, 1981. Hurricane Allen's impact on Jamaican coral reefs. *Science*, 214; 749-755.

Zack, A. 1986. Hydrology of wetlands in the West Indies. Projet de rapport à l'atelier des Iles des Caraïbes sur les marécages, Octobre 28-29, 1986, Rio Piedras, Puerto Rico.

ANNEXES

ANNEXE 1

L'OURAGAN GILBERT ET SES EFFETS SUR LES RESSOURCES HALIEUTIQUES

*Karl A. Aiken
Département de Zoologie
Université de Indes occidentales
Mona, Jamaïque*

Général

Les ressources halieutiques de la Jamaïque ont été considérablement affectées par le passage de l'un des ouragans les plus puissants de ce siècle, L'ouragan Gilbert. Pour mieux apprécier les effets de cet ouragan sur la pêche, il est peut être utile d'examiner brièvement l'organisation de la pêche, et les endroits où cette activité se pratique.

Il y a environ 12 000 pêcheurs enregistrés qui pratiquent à plein temps la pêche commerciale des poissons de récifs, des poissons pélagiques et des homards et lambis disponibles autour de l'île, principalement sur les lisières où le développement des récifs de coraux est le plus important. Les équipements le plus souvent utilisés sont les pièges à poissons appelés, "pièges antillais de Type Z", qui occupent une place importante dans l'histoire de la pêche. Ces pièges interviennent pour environ 45% du total des prises. Pour le reste des prises, on utilise les lignes et hameçons, les gabards les seines et les harpons.

Les pièges sont installés à partir d'environ 4 000 canots qui opèrent autour de File. Ils sont placés individuellement, sur ou près des accumulations de corail, à une profondeur variant généralement entre 25 et 50 mètres. C'est la localisation du plateau continental qui détermine à quelle distance du littoral les pièges sont installés. D'après l'illustration A1.1, ce plateau où le développement de coraux est le plus important se situe en moyenne à 2 km du rivage le long de la côte nord mais peut se retrouver jusqu'à une distance maximale de 20 km du rivage sur la côte sud. Environ 30% du nombre total des pêcheurs travaillent au nord et 70% sur la côte sud.

Les activités d'un très grand nombre de pêcheurs sous-marins principalement sur la côte nord, où les récifs sont le plus près du rivage, sont d'une très grande importance. Ces pêcheurs sous-marins qui capturent des poissons et des crustacés de toutes tailles, y compris le prélèvement de coraux pour les vendeurs de souvenirs, ont contribué au sévère déclin des poissons des récifs sur la côte nord. Il y a eu une augmentation considérable des ces pêcheurs sous-marins surtout depuis 1978, à cause, entre autres, du capital à investir relativement peu important et du ralentissement de l'économie.

Illustration A1.1 Zones de pêche de la Jamaïque et isobathe de 200m

Etat des ressources halieutiques avant l'ouragan Gilbert

Les ressources halieutiques de la Jamaïque, y compris les poissons et les langoustes qui proviennent d'abord des récifs et des rebords tout autour de l'île sont actuellement surexploitées et exigent des mesures correctives de gestion de façon urgente. Le niveau des prises pour la période de 20 ans entre 1968 et 1988 est resté à environ 7 000 tonnes par an tout autour de l'île, en dépit du fait que les moyens employés aient presque doublé durant cette période (Aiken et Haughton, 1987a; O'Callaghan, et autres, 1988).

Le résultat d'études faites par plusieurs chercheurs (Aiken et Haughton, 1987a, 1987b) démontrent que l'intensité de la pêche avait atteint, déjà en 1975 un niveau maximal de rendement tout autour de l'île. Depuis ce temps, la pêche est entrée dans une période de surexploitation des ressources, caractérisée par une diminution du taux de prise au fur et à mesure de l'augmentation des efforts de pêche.

La surexploitation des poissons des récifs a entraîné une modification de la structure même des populations de poisson; par exemple, il y a eu une diminution importante de l'abondance des poissons prédateurs tel que le tilapia (*Lutjanidae*), le mérrou (*Serranidae*) et autres dont la valeur commerciale est la plus élevée. Simultanément, des variétés de poissons de moindre valeur telles que les perroquets (*Scaridae*), les chirurgiens (*Acanthuridae*) et les écureuils (*Holocentridae*) ont commencé à être plus dominantes dans les captures (Aiken et Haughton, 1987a).

L'économie de la pêche a donc été modifiée de façon négative et en termes réels, la valeur des captures diminue progressivement. Dans certaines régions, à cause de la surpêche, même les poissons herbivores des récifs ont été largement décimés, entraînant une augmentation de la croissance des algues. Une surabondance d'algues marines peut étouffer les coraux et, à travers des interactions dynamiques complexes, réduire la capacité du récif à supporter les niveaux normaux de poissons des récifs (O'Callaghan et autres, 1988).

Structure des récifs et les ressources halieutiques

Les profils ou les sections des récifs jamaïquains tels que décrit par Goreau (1959), Goreau et Goreau (1973) et autres, sont caractérisés par un avant et un arrière de récif très distincts, clairement séparés par un récif plat et une zone d'écumes. Derrière ces deux dernières zones se trouve la zone arrière (immédiatement après l'émergence du récif plat) et la zone de lagune. Les endroits les plus souvent exploités à l'aide de pièges se trouvent toutes dans la zone d'avant récif à environ 20 ou 25 m, jusqu'à 50 m de profondeur. La majorité des 180 espèces de poissons adultes ou presque adultes des récifs ainsi que quatre variétés de langoustes proviennent de cette zone d'avant récif, tandis que les plus petits poissons jeunes vivent dans des eaux peu profondes.

Domages causés aux récifs par l'ouragan Gilbert

A titre d'introduction, pour résumer les dommages de l'ouragan, l'île peut être divisée en deux zones, à savoir, la zone du nord, de Portland à l'est jusqu'à Hanover à l'ouest, et la zone du sud allant de St. Thomas à l'est jusqu'à Westmoreland à l'ouest.

Les phénomènes ayant des effets sur les ressources halieutiques sont les suivants: a) le raz de marée; b) l'action des vagues; c) la vitesse du vent; et d) le ruissellement terrestre occasionné par les précipitations accompagnant la tempête.

a) Le raz de marée

Généralement, le niveau de la mer le long de la côte nord s'est élevé moins que dans le sud. Selon des informations, les niveaux les plus élevés auraient été enregistrés le long de la section est de île comme à Portland. Dans cette paroisse des dégâts importants ont été occasionnés aux récifs de coraux à une profondeur approximative de 20m. L'avant des récifs, le long de cette ligne côtière a été sévèrement endommagé par les vagues accompagnant le raz de marée. Celle-ci, produite par Faction des vents violents accumulant littéralement de l'eau devant eux, ont poussé l'eau de mer à l'intérieur des terres dans des endroits habituellement hors de portée des vagues.

Sur plusieurs plages basses, des dommages considérables ont été occasionnés aux bateaux, ces derniers ayant été projetés sur la terre et brisés par les vagues et/ou se heurtant à des objets immobiles.

Les plages du sud ont enregistré moins de houle et celles visitées à St. Thomas, à Kingston, à St. Catherine et à Westmoreland ont porté les marques d'une houle de 1,5 à 2,0 m au dessus du niveau de la mer. Sur la côte nord, le niveau de la houle a été un peu plus élevé, atteignant environ 2,0 m le long de la section nord est.

b) L'action des vagues

L'action des vagues, selon toute apparence, a été la plus importante sur la section nord est de la Jamaïque où la vitesse des vents a été la plus forte et la côte la plus exposée. Les plages de pêche où, les dommages les plus lourds ont été enregistrés se trouvent à Portland, St. Mary et St. Ann. Des dommages moins importants ont été signalés à Trelawny, St. James et Hanover. Il a été signalé que les mangroves à Trelawny, de même que celles de Falmouth ont subi des dommages considérables. Les effets les plus évidents ont été la défoliation de toutes les mangroves, la cassure de branches et de racines aériennes, particulièrement chez le Rhizophora mangle, la mangrove rouge, au bord de l'eau.

Les zones de première croissance

La plupart des ressources (poissons, crustacés, etc.) ont des zones de première croissance clairement définies (Ross, 1982) qui se résument en régions de récifs peu profonds (10 m) et des régions près du rivage où l'on retrouve un mélange de corail, de débris de récifs et d'algues. Les bancs peu profonds de *Thalassia* (herbe-tortue), des zones de mangroves et quelques régions de récifs plus profonds sont également importantes pour la culture.

Les effets de l'ouragan Gilbert ont été probablement plus graves dans ces régions qui, à cause du manque de profondeur, ont été celles où l'action des vagues et de la houle ont été les

plus dévastatrices. L'examen de plusieurs zones de culture type, sur la côte nord près de Discovery Bay a révélé, cependant, que les bancs de Thalassia ne furent que modérément dérangés malgré la ligne côtière très exposée. Cela est peut-être dû en grande partie à l'énergie des vagues dégagee par l'effet de plusieurs brins dans ce phanéogram marin. Il est évident, cependant, que les zones de culture le long de la ligne côtière du nord est ont subi des dommages plus importants.

Des effets visibles dans ces zones ont été l'augmentation des "déchirures" du Thalassia (bords érodés d'énormes lits d'herbiers), le dépôt de débris sur le Thalassia, ce qui a entraîné la mort de la plupart des plantes et des souches d'herbiers où il y avait une abondance d'arbres adultes. Dans toutes les régions examinées (Rocky Point, St. Thomas; Discovery Bay; Ocho Rios; et Falmouth) on a remarqué une diminution très nette de la quantité réduite de jeunes poissons. Avant l'ouragan, le nombre de ces poissons était supérieur d'environ 50%.

Les plages de pêcheurs

L'estimation officielle de la totalité des dégâts causés par l'ouragan Gilbert aux plages de pêcheur et à l'infrastructure du Département de la pêche est d'environ 25 millions de dollars jamaïcains. Cela comprend: les toitures arrachées ou endommagées, les dommages aux pompes de carburant, etc. (communication personnelle de R. Moo Young). Généralement, la plupart des dégâts ont eu fleu sur les plages de pêcheurs de la côte nord est, particulièrement à Manchioneal et à Buff Bay dans Portland car ces plages étaient complètement exposées. Les rapports du Département de la pêche indiquent qu'il y a eu sensiblement moins de dégâts sur la côte sud et que les plages dotées d'abris pour l'équipement avec des toits d'aluminium ont été touchées. Cependant, la plus grande partie de ces dégâts sur la côte sud ont déjà été réparés par les personnes travaillant sur ces plages. Les plages de Rae Town, Greenwich Town et Old Harbour Bay, sur la côte sud, ont signalé des dommages plus importants causés aux toits des hangars. Sur ces trois dernières plages, il y a de nombreux abris qui avaient été construits pour les pêcheurs.

Sur la c6te nord, les plages de Manchioneal et de Buff Bay furent parmi celles qui ont subi des dommages particulièrement t sévères. A Manchioneal, la station externe et sa pompe ont été complètement inondées par la mer et sont restées enterrées par la sable, les débris sur la plage et les rochers projetés par l'énorme force du raz de marée et de ses vagues. Sur cette plage, les pompes doivent être complètement remplacées et la structure de la station exige des réparations importantes. Il faudrait mentionner que toute la commune est située à 20 m seulement du rivage, presque au niveau de la mer; ce qui Fa rendue particulièrement vulnérable aux violences de la mer. Buff Bay, dans l'ouest de Portland, a aussi subi des dégâts considérables causés par le fait que la plage, dans son ensemble, a été couverte d'énormes rochers projetés par le raz de marée et les vagues. De plus, l'action des vagues a complètement détruit deux digues qui avaient été construites pour retenir le sable. Au moment où nous écrivons (novembre 1988), cette plage, complètement couverte de rochers, ne peut plus être utilisée correctement par les pêcheurs ou le public.

Même si cela ne fait pas strictement partie de ce rapport, on pourrait mentionner que presque 90% des pièges ont été perdus et 200 bateaux ont été endommagés tout autour de l'île. Il en résulte une modification considérable des habitudes de pêche après la tempête. Etant donné

que le remplacement des pièges perdus demandera beaucoup de temps, car ils sont fabriqués à la main par les artisans, la pêche au piège s'en trouve donc actuellement encore ralentie.

Dégâts causés aux récifs de Discovery Bay et effets sur les ressources halieutiques

Les récifs de corail de Discovery Bay sont bien décrits dans des publications et suffisent, à peine, à un certain nombre de pêcheurs de deux petites régions, à savoir, Top Beach et Old Folly. Les deux principaux sites de pêche sont l'avant récif est et l'avant-récif ouest. Le premier, l'extrémité est de la baie, est dominée par une large pente au fond plat, presque exempte de coraux, qui descend jusqu'à une trentaine de mètres où se trouve une falaise entourée de coraux. La forme convexe de cette région a, lors de L'ouragan Allen (1980) contribué à concentrer les vagues à l'intérieur et les déferlantes les plus importantes ont été observées dans cette région (O'Callaghan et autres, 1981). L'avant récif ouest comprend tous les récifs qui font face au laboratoire marin de Discovery Bay. Les récifs forment un système bien développé où alternent élévations et crevasses en direction du large; les zones, classées selon la profondeur, sont les suivantes:

1. La crête du récif (0 à 2 m).
2. L'avant récif peu profond/zone Acropora palmata (-2 à -10 m).
3. La zone Acropora cervicornis (-10 à -20 m).
4. L'avant récif (-20 à -50 m).
5. Le premier escarpement (-50 m).

Les pêcheurs signalent que de nombreux pièges ont été emportés par les forts courants lors de l'ouragan ; par conséquent, la prise de poisson a diminuée pendant plusieurs semaines. La perte de 50% des pièges a été cruciale.

Les plongées a Discovery Bay ont permis d'observer les dégâts considérables causés à la zone A. cervicornis de l'avant du récif lors de l'ouragan Allen en 1980; plusieurs "extensions" de corail ont été brisées, se dispersant en masse vers les fonds marins. En novembre, différents types d'algues ont élu domicile sur ces masses coralliennes mortes, les cimentant au fond.

Récifs de pêche au large

a) Morant Cays

Les abris de bois sur la côte sont de Morant Bank, mis à la disposition des pêcheurs de Morant Cays par le Ministère de l'agriculture, ont été légèrement endommagés par l'ouragan Gilbert. Les toits de ces abris sont tous en tôle ondulés, et la presque totalité d'entre eux a été endommagée à différents degrés. Etant plus éloigné que Kingston de l'oeil de la tempête, les raz de marée ont été limités et les effets moins importants (les Morant Cays se trouvent à 100 km au sud-est de Kingston). Selon les pêcheurs, des coraux et des débris de coraux ont échoués sur les plages, laissant croire que les coraux des eaux peu profondes ont été endommagés. La survie des langoustes et des jeunes poissons peut, par conséquent, être affectée dans cette zone.

Etant donné que L'ouragan s'est produit lors de la ponte des oeufs des tortues marines, il est probable que les plages propices à l'emplacement des nids, qui se trouvent généralement sur les petits bancs non-habités, aient été sévèrement érodées par le raz de marée.

b) Pedro Cays

Les événements furent similaires aux Pedro Cays à 200 km au sud-ouest de Kingston; les vents ont légèrement détruit la toiture des abris des pêcheurs, et la houle a endommagé le corail situé en eau peu profonde à l'abord est des îles, zones peu protégées des vents.

Le port de pêche de Kingston

Les vents violents, accompagnant l'ouragan Gilbert ont ravagé et emporté les entrepôts de pêcheurs de Kingston situés à East Bustamante Port. Tous les bâtiments avaient des toits d'aluminium et les installations pour la préparation de la glace, la cafétéria et le marché couvert ont subi des dommages considérables. Les dégâts causés au port de pêche ont été estimés à environ 500 000 dollars jamaïcains. De plus, deux bateaux de pêches, ancrés au port ont été sévèrement touchés par la tempête, et ont coulés. Toutefois, ils ont été remis à flot ultérieurement.

Ostréiculture

L'île a développé, en particulier depuis 1980, une industrie d'ostréiculture basée sur la culture sur radeaux des huîtres de mangroves, Crassostrea rhizophorae. La baie intérieure de Port Morant à St. Thomas était, vu sa population importante d'huîtres naturelles, sa facilité d'accès, et sa location relativement protégée des vents et des vagues, le site principal d'ostréiculture.

Le développement, ou la technologie de culture a, depuis la mise en place du projet, été basé sur l'utilisation de surfaces de culture artificielles. Il s'agit de pièces, découpées dans des pneus de véhicule, placées à environ 10 cm une de l'autre, et suspendues à des cordons uniques qui sont, à leur tour, accrochés à de grands radeaux construits à l'aide de bambou et de barils d'huile de 44 gallons vides.

Avant l'ouragan, Bowden Bay comptait environ 80 radeaux ancrés dans ses parages. Durant l'ouragan, le raz de marée et l'action des vagues leur ont causé des dégâts. Il y a eu un déplacement des radeaux vers le nord et beaucoup d'entre eux se sont retrouvés empilés les uns sur les autres à cause de la houle venant de la partie sud, non protégée, de la baie. Plusieurs ont coulés, et ont été détruits par hautes vagues. On estime la perte des radeaux à 50%, en plus de la perte du toit du bureau d'ostréiculture et de celui de l'atelier. Cette perte a été estimée à environ 75 000 dollars jamaïcains (voir note en bas de page).

Selon des informations reçues, les radeaux d'ostréiculture dans le port de Port Antonio ont aussi été endommagés par le raz de marée et l'action des vagues. Ces installations étant privées, les pertes subies ne sont pas connues. Les pertes liées au domaine de l'ostréiculture à Green

Island, Hanover, ne sont également pas connues en ce moment; toutefois, elles sont probablement mineures puisque l'importance de cette activité est réduite par rapport à celle de Bowden.

Récifs artificiels

Il y a quatre récifs artificiels dans les eaux côtières de la Jamaïque. Le premier, et le plus gros, est situé à Jackson's Bay, Clarendon. Les trois autres sont situés à Pigeon Island, St. Catherine, Rackham's Cay et South Cay dans les Port Royal Cays. Ces récifs furent construits à l'aide de pneus de véhicules automobiles remplis de béton, ensuite attachés par groupes de trois à six. Le Département de la pêche du Ministère de l'Agriculture a construit la plupart de ces récifs au milieu des années soixante-dix, et un en 1986. Ils sont localisés dans des baies peu profonde au fond recouvert d'algues qui évoque un environnement de type lagune. Mis à part la location des récifs de Rackham's Cay, le fond marin est composé de sable calcaire grossier, de bancs de Thalassia (herbes-tortue), et parsemé de tête de corail et de récifs de coraux. La profondeur moyenne des différents sites est d'environ 10 m.

Le récif artificiel de Jackson's Bay contenait le plus grand nombre de pneus, soit plus de 3 000 (Haughton et Aiken dans la presse); le nombre est moins élevé sur les autres sites. Plusieurs de ces récifs ont été endommagés par l'ouragan Allen en 1980; le récif de South Cay a été presque complètement détruit par Faction des vagues qui a entraîné de nombreux groupes de pneus (modules) vers le large. Entre janvier et juillet 1986, un récif d'environ 1000 pneus divisé en 6 modules a été construit à South Cay à une profondeur de 25 à 30 m. L'état de ce récif est actuellement inconnu, vu l'absence de plongée ou de rapports à ce sujet. Toutefois, la profondeur à laquelle il est situé laisse penser qu'il n'a pas subi de dégâts; en effet les vagues n'endommagent généralement pas les récifs situés à plus de 20 m de profondeur,

Les rapports suggèrent encore que L'ouragan Gilbert à causé certains dégâts au récif artificiel de Jackson Bay. Ces dégâts ont pour effet de réduire la capacité d'hébergement du récif. Les récifs de Pigeon Island et de Rackham's Cay sont extrêmement petits et auront probablement un effet très minime sur l'augmentation des ressources halieutiques.

Il est actuellement trop tôt pour estimer les dommages financiers mais il faudra au M.V. Dolphin (23m, conçu sur le modèle d'un chalutier à crevette à double gréement) environ 5 voyages chargés à pleine capacité de 500 pneus, pour remplacer le récif. Si l'on considère que la préparation des pneus coûte 5 dollars jamaïquains chacun et que chaque voyage coûte en tout 2 000 dollars, la totalité sera d'environ 13 000 dollars jamaïquains.

Note de l'éditeur: *Très peu de dégâts semblent avoir été causé à l'habitat naturel d'huîtres à Bowden Bay qui est une source importante de jeunes huîtres pour le projet d'ostréiculture.*

Effets socio-économiques

En règle générale, l'ouragan a créé des problèmes en occasionnant des dégâts physiques à l'infrastructure, en particulier, aux équipements de pêche submergés. Il y a en également des pertes de revenu puis que les pêcheurs n'ont pas pu faire aucune prise pendant une semaine à cause de la perte totale des pièges partout dans l'île et des bateaux endommagés. Bien qu'il soit impossible d'évaluer avec précision le montant de ces pertes, nous savons qu'entre 7 et 10 jours se sont écoulés avant que les activités de pêche n'aient repris et ce à des niveaux très nettement inférieurs à la normale. Même, au moment où nous écrivons, 2 mois après le passage de L'ouragan, le niveau de la pêche est encore très bas à cause surtout d'un manque de filets de fer importés, pour remplacer les pièges perdus.

De plus, si nous considérons qu'il y a environ trois commerçants qui dépendent directement de chaque pêcheur, (Aiken et Haughton, 1986b) avec 12 000 pêcheurs commerciaux à la Jamaïque, environ 38 000 commerçants ont été touchés et ont souffert des pertes de revenu pendant plusieurs jours.

Conclusion

L'ouragan Gilbert qui a frappé l'île de plein fouet a touché l'industrie de la pêche de façon considérable. Il y a eu une perte presque totale des pièges à poissons utilisés et 5% des bateaux ont été endommagés. Les plages de pêcheurs ont été considérablement touchées partout dans l'île mais les dommages les plus importants se sont produits le long de la côte nord est, en particulier, de Portland à St. Mary. Le raz de marée a causé des dégâts très importants aux récifs à une profondeur d'environ 20 m, en particulier, parmi les ramoses (coraux branchants). Les pertes les plus importantes de pièges et de bateaux proviennent de cette partie de l'île. Les zones de culture ont été affectées par l'érosion et par la réduction de la taille des brins d'algues. Il y a eu également une diminution notable du nombre de jeunes poissons dans les zones où ils vivent. Il est impossible de prédire actuellement avec précision les effets à long terme de ces dommages qui viennent s'ajouter à la surpêche grave mais ces conséquences seront certainement considérables.

Les dégâts causés à l'industrie de l'ostréiculture ont également été très sévères avec des pertes de la production en cours sur les radeaux évaluées à environ 50%, à savoir, près de 75 000 dollars jamaïcains. Le récif artificiel de Jackson's Bay a été affecté par la houle et les modules de pneus ont été emportés sur le rivage. Le coût approximatif de remplacement serait de 13 000 dollars jamaïcains. Les récifs artificiels plus profonds ont subi moins de dégâts. Les pêcheurs ont souffert des pertes de revenu significatives, en particulier, ceux qui utilisaient des pièges à poissons. Les pertes enregistrées par les pêcheurs s'évaluent à 90% de leur actif. La totalité des pertes de plages de pêcheurs de pièges, de bateaux et en infrastructures, pour l'ensemble de l'île a été chiffrée par le Ministère de l'agriculture à 25 millions de dollars jamaïcains.

Selon l'auteur, les effets sur les ressources halieutiques, en particulier, sur la côte nord est de l'île ont été considérables. D'autres interactions d'écosystème complexes entre les poissons et les coraux endommagés sont plus subtiles et sont à plus long terme. Les effets ne se feront sentir qu'avec le temps à court et à moyen termes. Ces effets peuvent être semblables à ceux qui

avaient été observés après le passage de l'ouragan Allen en 1980 quand les quantités anormalement grandes de différentes macro-algues se sont mises à croître sur les récifs, étouffant certains coraux déjà endommagés dans la tempête. Nous recommandons que de plus amples recherches soit faites au cours de l'année 1989 pour analyser les effets de l'ouragan Gilbert sur la pêche.

Bibliographie

Aiken, K. A. and Haughton, M.O. 1987a. Status of the Jamaican reef fishery and proposals for its management. Proc. 38th Ann. Gulf & Caribb. Fish. Inst. Nov. 1985. Martinique, University of Miami Press; 469-484.

Aiken, K. A. & Haughton, M.O. 1987b. A Management Plan for the Jamaican Fishery. Report to the Ministry of Agriculture Science & Technology; 42 pages.

Goreau, T.F. 1959. The ecology of Jamaican coral reefs: **I.** Species composition and zonation. Ecology, 40; 67-90.

Goreau, T.F. & Goreau, N.I. 1973. Coral reef project - papers in memory of Dr. T. F. Goreau, 17. The ecology of Jamaican coral reefs. 11. Geomorphology, zonation and sedimentary phases. Bull. Mar. Sci. 23 (2); 399-464.

O'Callaghan, P.A., Woodley, J.D., Aiken, K.A. & Haughton, M.O. 1988. Marine Park Development Jamaica. Report to the OAS Tourism Development Plurinational Project, Montego Bay, Jamaica; 205 pages.

Ross, F. E. 1982. Distribution, abundance and development of young Jamaican reef fishes, Pt. 3(2) Fish nursery grounds. Scientific Report ODA/UWI Fish. Ecol Res. Project, 1974-1979, Zoology Department, University of the West Indies, Mona; 121 pages.

Reçu le 5 novembre 1988.

ANNEXE 2

DEGATS CAUSES PAR L'OURAGAN A PORT ROYAL

Gerard Alleng
Département de Zoologie
Université des Indes Occidentales
Mona, Jamaïque

Les dégâts dans les zones de mangroves à Port Royal étaient très étendus, avec 30% environ des arbres sévèrement touchés ou détruits. Les zones en bordure des mangroves, en particulier du côté de la Baie de Kingston, c'est-à-dire, les parties ouest et nord-ouest des marécages, ont subi les dégâts les plus importants. Les principaux dégâts ont été causés aux palétuviers rouges (Rhizophora mangle), mais des grands arbres de palétuviers rouges, d'avicennie (Ayicennia germinans) et blanches (Laguncularia racemosa) ont été déracinés. La zone la plus sévèrement touchée a été Refuge Cay, qui servait de colonie principale à un certain nombre d'oiseaux. Un document photographique en a été obtenu.

La défoliation des mangroves était généralement importante. Dans une station d'échantillonnage de la zone en bordure de mangroves, les débris de mangroves ont été estimés à plus de 149 g/m²/jour (poids sec). (On ignore l'efficacité des pièges d'échantillonnage pendant l'ouragan parce qu'une partie des feuilles aurait pu être emportée par le vent. L'évaluation est donc approximative).*

Des informations du Bureau de météorologie à l'Aéroport Norman Manley ont indiqué que 223.4 mm de pluie sont tombés le 12 septembre. Des entrées d'eau douce dans la Baie de Kingston, ont fait baissé la salinité pendant plusieurs jours après L'ouragan. Des échantillon d'eau de surface ont révélé le suivant:

Date	Salinité o/oo	Station d'échantillonnage
le 14 sept.	14	Laboratoire marin de Port Royal
le 17 sept.	22	Laboratoire marin de Port Royal
le 17 sept	18	Mangroves de Port Royal
le 17 sept	18	Lagune de Plumb Point

Reçu le 9 décembre 1988

***Note de l'éditeur:** Des données non publiées sur une forêt de Rhizophora de Falmouth indiquent une chute de débris de 6 glm²/jour.

ANNEXE 3

ETUDE ET EVALUATION DES DECHETS CAUSES AUX MARAIS PAR L'OURAGAN

*Peter R. Bacon
Département de Zoologie
Université des Indes Occidentales
Mona, Jamaïque*

L'article suivant est un catalogue d'observations des marécages dans plusieurs parties de la côte jamaïcaine (Illustration A3.1) qui a été établi au cours d'études terrestres et aériennes en novembre et décembre 1988 et en janvier 1989. Il faut également mentionner les données relatives aux marécages figurant dans d'autres Annexes. Des informations sur la végétation des bois littoraux associés y figurent, quand cela s'avère nécessaire.

A. COTE SUD

1. Great Morass, St. Thomas

(28.11.88) Défoliation extrême observée dans 75% de la zone de mangrove, avec une cassure sévère des branches supérieures, et environ 30% de troncs brisés. Ceci a été confirmé par John Lethbridge (communication personnelle) qui, d'avion a vu des traces d'inondations causées par les pluies et des effets d'érosion causés par le ruissellement autour du Morass.

2. Palisadoes

(24.11.88) Dégâts minimes aux mangroves et aux bois littoraux à Palisadoes (près de l'aéroport); cassure des branches, supérieures et un certain degré de défoliation. Les grands arbres ont perdu leur sommet et leurs branches supérieures mais aucun déracinement n'a été constaté. Des troncs de *Rhizophora* (mangrove rouge), jusqu'à 15 cm d.n.p. (diamètre au niveau de la poitrine) se brisèrent entre 4 et 5 m au dessus du sol. Il a été estimé que 50% de la mangrove en bordure avait des signes de dégâts.

La présence au sol d'une couverture épaisse de propagules et de semis germinés devrait mener à la régénération rapide de la zone de mangrove. Les mangroves dans cette zone n'ont pas une grande valeur économique, sauf des coupes minimes pour faire du charbon de bois et des poteaux. Cette augmentation d'arbres tombés devrait fournir davantage de bois à l'industrie du charbon.

3. Baie de Kingston/Port Royal

(09.12.88) Relevé aérien: Dégâts importants visibles autour de Dawkins Pond dus, peut-être, aux coupes et au déblaiement plutôt qu'à l'ouragan.

Illustration A3.1 Localisation des marécages

A Port Royal, les dégâts sont les plus sévères du côté nord (baie), avec 10 à 20% de cassures. 10% des arbres, des Rhizophora en particulier, sont tombés, avec 30% environ de défoliation.

4. Hellshire

(24.11.88) Us Rhizophora autour du Great Salt Pond (D'Aguilar's Pond) ont perdu leur sommet et leurs branches supérieures, mais très peu de troncs cassés. Déracinement de Rhizophora non remarqué.

Comme mentionné précédemment, une couverture épaisse bien développé de mangroves jeunes. Un certain déboisement à Hellshire pour faire du charbon de bois mais très peu autour du marécage principal.

(09.12.88) Relevé aérien. Dégâts importants autour du Great Salt Pond accompagnés de défoliation et d'arbres cassés (Illustration A3.2). Mangroves de Long Pond légèrement défoliées avec cassures minimales. L'examen de la zone de Flashes révèle 20 à 30% d'arbres abattus mais on a remarqué également que beaucoup de mangroves et d'autres arbres de long fût ont été coupés pour faire du charbon de bois. On ne sait pas quel pourcentage des dégâts a été causé par l'ouragan.

(09.12.88) Relevé aérien: Wreck Bay - Zone de mangrove d'Hellshire Point indiquant 20 à 30% de cassure, en particulier du Rhizophora, mais seulement 2 ou 3 arbres tombés.

5. Fresh River/Ferry

(08.12.88) Aucun dégât visible dans les mangroves ou zones de marécages herbacées du côté sud de Washington Boulevard/Spanish Town Road. Le niveau des eaux sera identique à celui des deux dernières années. Les aigrettes et autres oiseaux marins s'alimentent comme d'habitude.

6. Canoe Valley

(09.12.88) Relevé aérien. Aucun dégât aux arbres visible et aucun aplatissement des plantes herbacées des marécages.

7. Milk River Bay

(09.12.88) Relevé aérien. Dégâts causés à 10 à 20% des branches supérieures, en particulier dans la zone de grandes mangroves noires. Aucune défoliation visible dans les zones en bordure. Des mangroves érodées sont présentes le long de la baie avec une coupe considérable causée par l'action des vagues. Ce phénomène a déjà été remarqué et ne pourra donc pas être attribué à l'ouragan.

Illustration A3.2 Pourcentage de défoliation et de cassure des branches supérieures autour de Great Sait Pond, Heilshire, et les zones de l'impact destructif causé par l'homme

8. Macarry Bay

(09.12.88) Relevé aérien: Grandes mangroves cassées ou tombées du côté arrière des lagunes; Dégât causé à 10 à 205c. Des quantités importantes de débris d'arbres, dont des mangroves, à l'embouchure du Rio Minho. Grandes colonies d'échassiers dans cette zone.

9. West Harbour

(09.12.88) Relevé aérien. Très peu de dégâts causés par l'ouragan évidents dans la mangrove en bordure de la zone de la baie principale/lagune. La zone nord-ouest en bordure a subi une défoliation légère et des dégâts aux branches tandis que la défoliation et la mortalité se sont produites dans les marécages arrière (qui avaient été examinés avant l'ouragan Gilbert). Une partie de cette mortalité pourrait être due à la culture et à l'élevage des poissons en bassins et à la production du sel dans la zone, tandis que, dans d'autres zones ceci pourrait être dû aux effets de la mortalité normale des mangroves.

De la même façon, une certaine mortalité avait été observée au centre des petites îles de mangroves dans la zone est de l'embouchure de la baie rendant difficile la constatation des dégâts de l'ouragan. La frange du côté mer et les crêtes d'avant-plage émergée ont subi une défoliation peu importante et des dégâts mineurs de 3 à 5% des parties supérieures uniquement. A Dolphin Island, on a remarqué une défoliation partout, mais notamment sur la frange est.

10. Rocky Point

(09.12.88) Relevé aérien: Les dégâts causés par l'ouragan ne pourront pas être évalués à cause des dégâts préexistants. Il n'y a presque plus d'arbres vivants dans la zone de mangroves de Burial Ground et l'on remarqué des arbres morts des deux côtés de la route menant au quai de bauxite.

11. Salt River Bay/Cockpit-Salt River Swamp

(09.12.88) Relevé aérien: Une certaine défoliation (environ 10%) évidente à Long Island. Aucun dégât évident au nord de Sait River et la grand zone de marécage n'a pas été aplanie ni autrement dérangée. Au nord de la Cockpit River, 10% des arbres sont tombés.

12. Goat Islands

(09.12.88) Relevé aérien: 20 à 30clc de défoliation le long de la côte sud des mangroves, en particulier entre Little Great Island et Great Goat Island. A l'extrémité sud-est de Great Goat Island, 5 à 10% des arbres sont tombés.

13. Cabarita Swamp (St. Catherine)

(09.12.88) Relevé aérien: Cabarita Swamp contenait beaucoup de mangroves mortes et mourantes avant l'ouragan, en particulier, dans les bassins intérieurs, ce qui rend impossible la différenciation avec les dégâts causés par l'ouragan. Dans la partie principale (ouest) de

marécage, il n'y avait aucune preuve de défoliation ou d'autres dégâts et aucun arbre tombé dans les zones de frange. Dans la frange sud-est, à travers des Needles ouest de Coquar Bay, il y avait seulement 10 à 201%, de défoliation.

14. Coquar Bay - Manatee Bay

(09.12.88) Relevé aérien: Une cassure minimale (moins de 5% de perte de feuilles et de branches) alors que celle-ci est très évidente dans certaines zones. Une certaine défoliation des arbres plus grands dans les zones arrières marécageuses.

Aucun dégât ni défoliation évident à Old House Point.

B. COTE NORD

15. Mammee Bay (St. Ann)

Dégâts importants causés à la côte et à la végétation littorale, y compris la perte de plusieurs Conocarpus erectus (conocarpe) (Illustration A3.3).

Une certaine défoliation et cassure des mangroves à l'extrémité ouest de la plage.

16. Priory

(08.12.88) Dégâts minimes causés aux mangroves. Branches supérieures des Rhizophora cassées à 3 m au-dessus du sol (Illustration A.3.4). Très peu de défoliation et de perte de branches (environ 5% du côté est/sur le vent).

17. Llandoyery

(08.12.88) Dégâts mineurs (environ 50% de cassure des branches Supérieures) au Rhizophora bas en bordure. Perte de deux ou trois grands Laguncularia, et de sable et des débris de coraux jetés dans le marécage sur 30 à 40 m couvrant la surface de boue (Illustration A3.5.). Des crabes (Cardisoma) ont déjà creusé un chemin à travers cette couverture de sable. La marée a jeté des débris dans le jardin de la station balnéaire voisine et des dégâts causés par l'eau sont évidents dans les marécages au sud du chemin.

De grandes quantités de débris d'herbiers jetées dans les racines aériennes de la frange de mangroves (Illustration A3.6). Les algues croissant de manière épiphytique sur les racines aériennes ne semblent pas avoir subi de dégâts.

18. Pear Tree Bottom

(29.11.88) Bois littoraux sévèrement endommagés et perte de quelques conocarpes (Conocarpus) et de petits Rhizophora (Illustration A3.7). Le groupe de grand Rhizophora situé

Illustration A3.3 Dégâts au Conocarpus, Terminalia et à la noix coco à Mammee Bay

Illustration A3.4 Dégâts mineurs causés par le vent à la Rhizophora en bordue à Priory

Illustration A3.5 Sable déversé dans un marais à Llandoverly

Illustration A3.6 Débris de brins d'herbiers de Rhizophora en bordure à Llandoverly

dans la partie centrale de la baie et servant de perchoir aux aigrettes et aux autres oiseaux marins a perdu deux de ses arbres principaux et le sommet d'autres oiseaux marins a perdu A3.8). Les débris de coraux et d'arbres étaient répandus sur la route dans la zone principale de marécages. Aucun dégât à la végétation herbacée du marécage n'était visible et le gibier d'eau (poules d'eau et aigrettes) s'y trouvaient en quantités normales.

(01.01.89) Malgré les dégâts causés par l'ouragan, les oiseaux continuent à se percher dans les mangroves. Des observations faites entre 17h 40 et 18h 10 ont révélé les quantités suivantes:

Aigrette de Pique Boeuf (<u>Bubulcis ibis</u>)	2474
Petit héron bleu (<u>Florida caerulea</u>)	4

19. Crater Lake, Discovery Bay

(29.11.88) Grandes mangroves clairsemées (Illustration A3.9) dans le groupe ainsi qu'une défoliation importante.

(08.12.88) Au lieu d'être déraciné, des arbres jusqu'à 28,4 cm d.n.p. sont tombés à cause du pliage ou de l'écrasement des troncs juste au-dessus des racines aériennes (Illustration A3.10). Partie supérieure des arbres détruite à partir de 5 ou 6 mètres au dessus du sol avec une perte de vignes et d'épiphytes. Des débris de feuilles de mangroves de vignes ainsi que des tiges par terre entre 300 à 500 g/m² ont été comparés à moins de 200 g/m² pour les débris habituels. Avant l'ouragan, les vignes étaient particulièrement abondantes sur les arbres le long de la frange en bordure du chemin. Celles-ci n'étaient pas une partie naturelle de la forêt de mangrove et leur perte Pourrait être bénéfique pour la reconstitution de la forêt.

Peter Reeson (communication personnelle) signale une situation similaire dans le Royal Palm Forest Park dans le Negril Great Morass, avec 30Vc des dégâts à des palmiers, dûs à la défoliation et à la perte des épiphytes. Cela concerne, en particulier, le Phyllodendron et l'Ipomoea dont la croissance avait été facilité par des clairières artificielles dans la forêt.

Une couverture épaisse de semis de mangrove a été remarquée et le sol de la forêt bénéficie de beaucoup plus de lumière à cause de la perte de couverture à Crater Lake.

Les mangroves en bordure de Crater Lake semblent ne pas avoir été endommagés par l'ouragan Gilbert.

(30.12.88) Les arbres tombés à Crater Lake étaient orientés vers le sud ou le sud-sud-ouest, ce qui suggère qu'ils ont été abattus par des vents provenant du secteur nord ou nord-nord-est.

Des mesures faites dans la zone nord des mangroves de Crater Lake où les dégâts ont été les plus importants ont révélé que 60% des arbres de Rhizophora étaient cassés ou tombés. Les dégâts étaient répandus sur une zone large de 50 à 100 m et parallèle à la route principal sur

Illustration A3.7 Bois littoraux, dont Conocarpus et Lacuncularia déracinés à Pear Tree Bottom

Illustration A3.8 Rhizophora détruit au perchoir de l'aigrette à Pear Tree Bottom

Illustration A3.9 Dégâts causés à la forêt de Rhizophora dans le bassin du Lac Crater à Discovery Bay

Illustration A3. 10 Rhizophora penché sur les éperons du Lac Crater à Discovery Bay

600 m ou sur une superficie de 4 5 ha. Dans ce groupe de mangroves le bois de charpente potentiel perdu est estimé à 2 000 m³.

Ce calcul, détaillé au-dessous, était basé sur des données précédemment enregistrées relatives à la structure forestière à Crater Lake et sur la mesure des arbres tombés:

- Densité des arbres	1 800/ha
- Longueur moyenne des arbres utilisables au-dessus des éperons, au-dessous des petites branches) 15 m	
- Circonférence moyenne des arbres tombés	60 cm
- Volume moyen de bois par arbre	0,4 m ³
- Volume de bois du lots	20 m ³ /ha

Une certaine régénération de la forêt est prévue grâce de la présence d'une bonne couverture de jeunes plants de mangrove par terre. Des mesures prises dans deux lot étudiés ont produit les données suivantes:

Quantité moyenne de jeunes plants de Rhizophora	12/m ²
Hauteur moyenne de jeunes plants de Rhizophora	56,88 cm
Taille moyenne de jeunes plants de Rhizophora	42 à 104 cm
Quantité moyenne de jeunes plants de Laguncularia	5/m ²
Hauteur moyenne de jeunes plants de Laguncularia	17,27 cm
Taille moyenne de jeunes plants de Laguncularia	2 à 30 cm

Les jeunes plantes ont été étiquetées dans les lotissements d'échantillonnage en vue d'une étude ultérieure de leur croissance et de leur régénération dans la forêt.

20. Rio Bueno

(08.12.88) A l'ouest de la ville, d'énormes quantités de débris de coraux et de sable ont été jetés dans les bois littoraux et la frange de mangrove. Du Rhizophora et Laguncularia de savane ont été déracinés et leurs branches supérieures endommagés le long de la limite occidentale (Illustration A3.11).

21. Trelawny Beach Hotel

(29.11.88) La plus grande partie de la zone de mangroves à l'est de l'hôtel a subi des dégâts sous forme de branches supérieures cassées et de défoliation. Les mangroves du côté occidental sont en train d'être coupées, nettoyées ou remblayées.

22. Falmouth

(29.11.88) Dans la zone de Florida Lands, à l'est de Glistening Water, de nombreux arbres ont été perdus et plus de 50% d'entre eux ont été défoliés (Illustration A3.12). Les branches

Illustration A3.11 Débris de coraux échoués dans les mangroves en bordure endommagés par le vent et dans les bois littoraux à Rio Bueno

Illustration A3.12 Défoliation de Rhizophora ns les Florida Lands à Faimouth

Illustration A3.13 Grande Rhizophora cassée au-dessus des éperons dans les Florida Lands à Falmouth

Illustration A3.14 Bois d'Avicennia défolié dans les Florida Lands à Falmouth

supérieures ont été cassées et presque tous les grands arbres ont été abattus. Entre 50 et 60% de Rhizophora ont été abattu (Illustration A3.13). Le tronc des arbres ont été cassés au-dessus des soutiens mais les racines de support n'ont pas été très dérangés et aucun déracinement n'a été noté.

Des données non publiées d'une étude de mensuration de la forêt à Florida Lands ont révélé la présence de 12 arbres seulement dans un lotissement de 300 m ayant les caractéristiques suivants:

Paramètre	Taille moyenne	Arbre le plus grand
Hauteur de l'arbre	16 m	20 m
Hauteur des soutiens	4,6 m	6 m
Diamètre (niveau de la poitrine)	23,3 cm	35,7 cm

Groupes de mangroves noires du côté sud de la route ont été sévèrement abimés. Entre 10 et 201% des arbres ont été déracinés mais seul 80% ont été défoliés (Illustration A3.14).

(29.12.88) Dans les Florida Lands, il y avait beaucoup d'eau stagnante et des oiseaux marins étaient présents en petites quantités. Des pélicans et petits hérons bleus se perchaient encore sur les mangroves à la limite est de Glistening Water Bay, en dépit des dégâts causés aux arbres.

(01.01.89) La zone de mangrove à l'est de la Martha Brae River, du côté nord, a subi des dégâts mineurs. Des informations préalables indiquent que la plupart des grands arbres avaient été coupés avant la fin de 1987 pour en faire du charbon de bois.

(29.11.88) La route principale à l'ouest de la Martha Brae River contenait des Rhizophora et des Laguncularia déracinés dans la frange côtière. La zone de Hague Swamp, au sud de la route, portait des traces de dégâts modérés; Il y en avait également de défoliation des mangroves de savane et d'assèchement de zones importantes d'Acrostichum, ce dernier dû probablement au raz de marée qui a éclaboussé d'eau salée les feuilles de cette fougère de marécage.

Les mangroves de la baie de Half Moon, à l'ouest de la ville de Falmouth étaient généralement réduites, dû probablement à la fabrication du charbon de bois plutôt qu'à l'ouragan. Des informations antérieures indiquent que la plupart des mangroves avaient été enlevées avant 1987.

La zone de mangrove de Safari Park, à l'ouest de la ville de Falmouth a subi une défoliation des mangroves au nord de la route. Plusieurs arbres ont été abattus et des branches supérieures ont été cassées.

Illustration A3.15 Avicennia *déracinés à Salt Marsh*

Illustration A3.16 *Arbres déracinés dans les marais de Wyndham Rose Hotel*

23. Salt Marsh

(29.11.88) Au sud de la route, tout les Rhizophora semblent avoir été détruits du côté est du marécage principal. Néanmoins, ceux-ci semblent avoir été enlevés pour faire place à une construction plutôt qu'avoit été détruits par l'ouragan.

Au sud de la route et à l'ouest du marécage, le groupe d'Avicennia adultes a été sévèrement touché. Il y a presque 100% de défoliation et 40 à 50% des arbres ont été déracinés. Les arbres abattus sont orientés vers le sud-ouest (Illustration A3.15). Il y a une couverture mince de jeunes plantes mais des arbres éparpillés de 2 m de haut et une régénération du taillis de la même hauteur.

Au nord de la route, il y a une certaine défoliation et 25 à 301% de cassure des branches supérieures.

Du côté terrestre de Saltmarsh Lagoon, les dégâts étaient similaires. Néanmoins, le biote sessile fixé aux racines de mangrove dans cette partie de la lagune semble ne pas avoir été dérangé. Les populations d'huîtres plates, Isognomon bicolor, de moules, Brachidontes citrinus, et des espèces communes d'algues sont restées aux niveaux enregistrés auparavant.

La frange de Rhizophora du côté mer de Saltmarsh Lagoon a subi une défoliation grave et la partie supérieure des branches était cassée. Le groupe entier a subi des dégâts allant de 3 à 4 m.

Des aigrettes et des hérons continuaient à se percher sur les arbres abimés dans la partie centrale de la frange de mangroves.

24. Seacastles/le marécage de Wyndham Rose Hall

(29.11.88) Les dégâts causés par l'ouragan comprennent la cassure de 20 à 25% des arbres, en particulier le Laguncularia, le Conocarpus et le mahoe. La plupart des branches supérieures ont été défoliées (Illustration A3.16) mais moins de 10 arbres ont été déracinés et abattus. Les dégâts majeurs comprennent un léger déplacement des taillis de Laguncularia, ce qui révèle un déracinement et/ou détachement du côté nord des tertres. Le marécage semble s'être reconstitués après l'ouragan (voir rapport préparé par Greenaway ci-dessous) car les plantes aquatiques d'eau douce et les populations d'oiseaux marins n'ont évidemment pas été touchées par le ruissellement ou les embruns des eaux salées.

25. Wyndham Rose Hall à Montego Bay

(29.11.88) Niveau similaire de dégâts le long du côté nord de la route principale. Entre 25 et 30% des branches supérieures ont été cassées et une défoliation grave s'est produite, mais très peu de déracinement ont été notés.

Reçu le 8 janvier 1989

ANNEXE 4

RAPPORT SUR L'OURAGAN GILBERT: LLANDOVERY ET PORT ROYAL

*Pamela Clarke
Département de Zoologie
Université des Indes occidentales
Mona, Jamaïque*

1. Llandoverly (St. Ann)

Ce site a été visité environ 2 semaines après l'ouragan Gilbert. La pelouse qui se trouvait normalement à l'entrée des mangroves et qui est large de 30 m à partir de la côte, était complètement couverte de sable et de débris de coraux. Cette couverture était épaisse d'environ 6 cm. La surface noire et humide des mangroves était également couverte de sable; celui-ci ne s'étendait pas à la limite côtière des mangroves mais à 20 m seulement de la plage.

Un autre résultat évident de l'ouragan Gilbert est la perte de feuilles de la voûte des mangroves et 60% de défoliation. Le soleil pénétrait plus facilement dans les mangroves qu'avant et ceci rendait le lieu très chaud.

Le nombre de branches et de troncs d'arbres cassés, entre 10 et 151%, était minime. Le passage par la zone de mangroves n'était pas rendu difficile par des branches tombées ou cassées.

Le cordon littoral sableux qui était parallèle à la surface de l'eau à marée basse, était très visible. Un pêcheur était debout sur ce ban au-dessus du niveau de l'eau.

2. Port Royal

Les mangroves du côté nord de Palisadoes, près de Port Royal, ont été examinées trois à quatre semaines après l'ouragan. Le site est proche de Warlands et du deuxième cimetière. En comparant avec Llandoverly, il y avait environ trois à quatre fois plus de dégâts aux troncs et aux arbres. Les chemins entre la route et la lagune, généralement dégagés, étaient impraticables.

Les mangroves rouges ont subi les dégâts les plus importants, ce qui se voyait très clairement dans la région derrière le cimetière. Les mangroves noires semblent avoir été plus résistantes. Dans certaines parties, le degré de perte dans la voûte était plus important qu'ailleurs. La zone derrière le premier cimetière a subi une perte d'environ 50% par rapport à celle entre Warlands et le Old Naval Cemetery où les pertes ont été de moins de 10%. Le milieu des mangroves qui est normalement très frais, était beaucoup plus chaud à cause de l'absence de voûte. Il y avait également une odeur marquée provenant du substratum; ce qui suggère que le raz de marée ou les vagues avaient dérangé la matière organique en décomposition dans les sédiments.

Quelques nids de termites avaient été jetés sur le sol quand leur support s'est cassé (il n'en restait que 4 des 34 signalés auparavant). Quelques grands nids, qui sont normalement très solidement fixés à leur support, étaient mobiles. La perte du matériel externe des nids due, probablement à la chute des arbres, était évidente par endroits. Néanmoins, ceci avait été réparé au moment de la présente étude.

Il y avait une augmentation notable de pollution par les déchets solides dans les mangroves en bordure de la lagune. On a noté la présence d'une grande quantité de boîtes de boissons et d'autres déchets, ce qui suggère que les eaux avaient emportés de quantités plus grandes de déchets dans la baie.

Reçu le 10 décembre 1988

Note de l'éditeur: *Il sera nécessaire d'étudier les effets des quantités plus grandes d'arbres tombés et de branches endommagées sur les populations de termites dans les zones de mangrove. Une augmentation de l'approvisionnement potentiel en aliments pourrait être déclenchée par des dégâts causés par l'ouragan à l'habitat dans les milieux de mangroves.*

ANNEXE 5

EFFETS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE L'OURAGAN GILBERT SUR LES MARAIS VOISINS DE L'HOTEL WYNDHAM ROSE HALL

Anthony A. Greenaway
Département de chimie
Université des Indes occidentales
Mona, Jamaïque

(Les données suivantes proviennent d'études réalisées sous contrat avec le Caribbean Consulting Services Ltd., et sont reproduites ici avec la permission de M. John Algrove de la Société urbaine de développement [Urban Development Corporation] à Kingston).

Les effets de l'ouragan Gilbert sur les marais côtiers voisins de Wyndham Rose Hall ont été l'augmentation du niveau des eaux et l'altération de leur conductivité spécifique. Le niveau des eaux a été mesuré à une perche au premier site (Illustration A5.1). Le changement de conductivité étaient différent à chaque site d'échantillonnage.

Le niveau des eaux avait augmenté au premier site mais est retourné à son niveau antérieur à l'ouragan un mois plus tard. La conductivité aux sites 1 et 6 s'est élevée à environ deux fois son niveau d'avant l'ouragan et s'était peu élevée au site 5. Cela suggère que l'eau de mer était entrée dans le marais normalement isolé. Au sites 7 et 9 qui se situent plus vers les terres, une baisse de conductivité indiquait une entrée plus importante d'eau douce, due probablement à une augmentation du ruissellement de surface. La conductivité avait retrouvé son niveau d'avant ouragan un mois plus tard (Tableau A5.1).

Tableau A5.1 Niveau et conductivité des eaux dans /es marais de Wyndham Rose Hall

Paramètre	Avant l'ouragan 23.08.88	Après l'ouragan 1 01.10.88	Après l'ouragan 2 29.10.88
Niveau des eaux (cm)	64,0	73,0	57,5
Conductivité Site 1 (microMhos) Site 5	1720 3800	4800 4100	3800 -
Site 6	2700	5200	4300
Site 8	3250	2700	2430
Site 9	3200	680	2520

Reçu le 14 décembre 1988.

Illustration A5.1 Sites d'échantillonnage dans le marais de Wyndham Hotel

ANNEXE 6

EFFETS DE L'OURAGAN GILBERT SUR LES PLAGES ET ETAT DE LA POLLUTION COTIERE PAR LES HYDROCARBURES

Margaret A. J. Jones
Département de Zoologie
Université des Indes occidentales
Mona, Jamaïque

Le profil des plages, l'état général du milieu et le niveau de goudron sur les plages ont été enregistré pour 28 plages en Jamaïque (Illustration A6. 1) au cours d'une période de 13 mois, de décembre 1987 à décembre 1988. Les plages suivantes ont été étudiées aux dates suivantes après l'ouragan Gilbert:

- Côte sud - Samedi 24 septembre
- Côte ouest - Samedi 24 septembre
- Côte nord - Dimanche 25 septembre et jeudi 6 octobre
- Côteest – Jeudi 6 octobre
- Baie de Kingston - Jeudi 6 octobre

1. Côte sud: Bluefields, Parker's Bay, Gut River, Barnswell

Le profil des plages de la côte sud et le niveau de pollution par les hydrocarbures sont restés plus ou moins inchangés.

A Barnswell, il y avait une grande quantité de Thalassia testudinuli secs et en décomposition et des déchets sur la plage, mais ceci était le cas avant l'ouragan. Les huîtres qu'on élevait sur des ruches suspendues des racines aériennes périphériques de Rhizophora mangle étaient intactes et démelées. Cela indique le faible niveau de dégâts causés à cette partie des mangroves. Néanmoins, le développement du Crassostrea rhizophorae a été retardé, ce qui pourrait être dû à une augmentation de sédiments.

Les niveaux de sédiments sur les plages avant (Août 1988) et après (Septembre/Octobre 1988) l'événement figurent dans le Tableau A6.1

Des échantillons d'eau pour l'analyse des hydrocarbures de pétrole dissout et/ou dispersés (DPPH) ont également été pris avant et après l'ouragan. L'analyse de ceux-ci indiquera les effets du ruissellement terrestre.

2. Côte ouest: Negril, Bloody Bay

La plage de Bloody Bay était couverte de brins de Thalassia testudinuni, de coquillages, de bois flotté et de débris, jusqu'à la végétation à l'arrière de la plage. Normalement, il n'y a pas de débris ni de bois flotté sur cette plage. Le sable était spongieux et il était difficile de marcher

dessus à cause des couches d'algue, de sable et d'eau au-dessous. L'aspect de la plage derrière Negril Beach Village, à côté des embarcadères était le même. Néanmoins, en tant que zone touristique importante, il y avait assez de temps pour que celle-ci soit nettoyée, l'étude étant faite 12 jours après l'ouragan.

L'état de la pollution par les hydrocarbures est resté inchangé.

Tableau A6.1. Niveau de goudron déposé sur les plages (glm)

Site	Août 1988	Septembre/Octobre 1988
Negril	0	0
Bloody Bay	0	0
Sandy Bay	0	0
Montego Airport	0	0
Montego Freeport	13,4	0
Falmouth	0,	0
Burnwood	546,6	0
Rio Bueno	37,4	0
Discovery Bay	4075,4	605,0
Pear Tree Bottom	10,9	0
Priory	4,5	0
Mammee Bay	7,3	0
Ocho Rios	0	0
Annotto Bay	0	0
Hope Bay	0	0
Blue Hole	0	0
Long Bay	0	0
Manchioneal	20,6	86,1
Holland Bay	186,0	95,9
Bowden	0	0
Lyssons	0	0
Salt Pond Beach	7,0	77,9
Plumb Point *	10%	10%
Barnswell	192,7	65
Gut River	0	0
Alligator Pond	0	0
Parker's Bay	0	0
Blue Fields	0	0

*Pourcentage de recouvrement des rochers

Illustration A6.1 Carte de la Jamaïque illustrant les sites de prise d'échantillons avant et après l'ouragan Gilbert

3. Côte nord: Hope Bay, Annotto Bay, Ocho Rios, Mammee Bay, Pear Tree Bottom, Discovery Bay, Rio Bueno, Burwood, Montego Bay et Sandy Bay

En général, les plages de la côte nord ont souffert d'une érosion sévère qui a exposé les racines des arbres, a entassé les bancs de sable jusqu'à 1 m entre la végétation et des algues sèches et en décomposition sur les plages.

A Annotto Bay, la plage était jonchée de bois flotté et de débris sur 5 m de large, ce qui a rendu presque impossible l'accès à la mer à partir de la route.

L'accès à la plage de Discovery Bay, se fait normalement par les mangroves et la côte rocheuse. Une grande partie des mangroves a été déracinée et détachée du rivage et des branches ont été cassées et emmêlées. L'accès à la plage à travers les mangroves après l'ouragan était plus facile qu'avant à cause du chemin peu encombré et le nombre réduit d'arbres. A l'origine, la plage se constituait de débris de coraux (laissés par l'ouragan Allen, 1980) sur des dalles de roches. Au moment de la présente étude, les roches étaient visibles et les débris de coraux avaient été jetés dans la végétation qui est à environ 20 m du rivage. Les zones de débris de coraux et de mangroves étaient "érodées". Du pétrole fondait sur la surface des roches mais des boules de goudron qui se mêlaient entre les racines de Support sont restées inchangées. Dans les zones "érodées", il y avait des morceaux de goudron, mais la plupart avaient été jetés à l'arrière de la plage. Quelques nouveaux morceaux de goudron, emmenés peut-être par l'ouragan y ont été trouvés. Des huîtres élevées sous une jetée étroite étaient intactes mais les chapelets et les ruches étaient emmêlés les uns aux autres.

A Rio Bueno, il y avait également des débris sur la plage. Ces débris s'étendent maintenant de la plage jusqu'aux prés qui se trouvent entre la plage et la route. La route se trouve à 60 m environ de la plage. Aucune trace de goudron n'était visible après l'ouragan.

4. Zone côtière est: Lyssons, Bowden, Holland Bay, Manchioneal, Long Bay, Blue Hole

Les plages de Lyssons, Bowden et Long Bay semblaient être peu changées avec une grande redistribution de sable. L'état de la pollution par les hydrocarbures reste inchangé. La plage la plus sévèrement touchée est Holland Bay, qui possède maintenant un profil unique de levée de plage. A l'origine, cette plage était en pente douce avec une largeur de 30 à 40 m du rivage à la végétation stable (une plantation de noix de coco). La plage est maintenant assez plate avec un gradin de sable d'environ 1 m de haut sur lequel Pousse les cocotiers. Il semble que les racines des arbres ont empêché la poursuite de l'érosion. Le cours du fleuve qui se vide se vide dans cette zone a été quelque peu modifié.

L'on a trouvé de vieux morceaux de goudron à côté du gradin et des morceaux plus récents, comme d'habitude, près rivage. A Holland Bay et a Manchioneal, la pollution par les hydrocarbures ne semble pas être très différente des niveaux enregistrés auparavant.

La route menant à Blue Hole était impraticable car elle a été complètement détruite par l'action des vagues. Le sable déplacé formait un banc d'environ 1,5 m de haut contre un mur en briques qui se situe à 10 m du rivage. L'état de la pollution y reste inchangé.

Des cocotiers en bordure des plages de la côte est étaient sévèrement endommagés avec des branches partiellement ou complètement arrachées, des racines exposées et des arbres entiers déracinés. A Holland Bay, pour 1 arbre qui restait debout, on en trouvait 5 sur le sol. La végétation était très endommagée dans ce site, rendant la Baie entière visible de la route principale, ce qui n'était pas possible avant l'ouragan.

Les falaises près de Hector's River étaient largement affaissées. Selon certaines informations des râteliers destinés à l'ostréiculture à Bowden étaient sévèrement endommagés par l'ouragan, entraînant des pertes économiques importantes.

5. La Baie de Kingston et ses environs: Plumb Point, Great Salt Pond

A Plumb Point, aucun changement physique n'a été remarqué à cause de la nature rocheuse de la côte (de grosses pierres et des blocs de rochers). Une pollution visible par les hydrocarbures s'était produite à cause du goudron fondu sur la surface des rochers. Cette pollution est donc restée inchangée. A Salt Pond Beach, il y avait une quantité importante de déchets, de bois flottés et de gouttes de goudron frais avant l'ouragan; cette situation est restée inchangée après l'ouragan.

La culture d'huîtres de mangrove, Crassostrea rhizophorae, à des fins expérimentales se faisait sous un quai en bois au laboratoire marin de Port Royal. Les dégâts structuraux au dock ont été complets et toutes les huîtres ont été perdues.

Conclusions

L'érosion du sable, les racines exposées et les arbres déracinés démontrent que les plages sur les côtes est et nord ont été plus sévèrement touchées. Celles de la côte sud ne semblent pas avoir subi le même niveau de dégâts.

D'après les informations fournies (Tableau A6.1), on peut voir que la pollution par les hydrocarbures était encore limitée à ces zones, bien qu'il y ait une variation de la quantité réelle de goudron trouvé dans les différents sites. Dans certains sites, il y en avait plus, dans d'autres il y en avait moins. Il faut noter que d'un mois à l'autre et pendant toute la période de prise d'échantillons, il y avait des variations dans les quantités de goudron trouvées dans les différents sites. Les conclusions finales ne devraient pas être tirées à partir des données présentées, qui ne couvrent que deux mois, jusqu'à ce que toutes les données soient recueillies et bien analysées.

Néanmoins, l'absence de goudron sur la côte nord après l'ouragan est anormale car la présence de goudron a toujours été enregistrée dans ce site. Une partie du goudron semble avoir été emportée vers la mer tandis que le reste a été refoulé dans la végétation à l'arrière de la plage.

Reçu le 28 novembre 1988

ANNEXE 7

EXTRAITS DU DOSSIER 11/2/7 - L'OURAGAN GILBERT 1988 DU DEPARTEMENT POUR LA CONSERVATION DES RESSOURCES NATURELLES

*Mis à disposition par le Dr. Marcel Anderson
Département pour la conservation des ressources naturelles
53 1/2 Molynes Road, Kingston 10*

Les extraits suivants sont tirés de notes prises à la suite d'études faites du 20 au 27 septembre 1988. Le Département pour la conservation des ressources naturelles (NRCD) possède une collection de photos en couleur prises au cours de ces études. Les lieux mentionnés dans cette liste figurent dans l'illustration A7.1

a) Notes: L. Gardner, P. Campbell, E. Foster, 20.09.88

Etude de la Turtle River jusqu'à Ciboney:

1. Plage publique à l'ouest de Fisherman's Point

Erosion de la plage jusqu'à 11,5 m. Embouchure de la Turtle River bloquée par le sable et les débris.

2. Plage du Mallard

Action des vagues de 8 à 10 m, évidente dans les dégâts causés aux racines des arbres.

3. Plage de l'Hôtel Americana

Accumulation de débris de récifs.

4. Hôtel Sombra

Perte importante de sable de la plage.

b) Notes: L. Thompson, J. Taylor, P. Campbell, 22.09.88

Portland et St. Mary:

5. Annotto Bay

Accrétion du sable et beaucoup de débris, donnant une odeur désagréable à l'eau. Fleuve à l'extrémité ouest avec embouchure sur la mer.

6. Plage de Lynch Park

Mer avançant de 100 m, vers les cocotiers.

7. Buff Bay

Route principale inondée pendant l'ouragan, indiquée par les débris accumulés. Accrétion de sable à Buff Bay Seaside Park.

8. Orange Bay

Accrétion de sable. Des coraux frais, Acropora, Montastrea et coraux jetés sur la plage.

9. Hope Bay

Accrétion de sable.

10. St. Margaret's Bay

Sable de la plage emporté. Traces d'inondation de la route.

11. Plage de Norwich

Ré-apparition de la plage.

12. Port Antonio

Accrétion de sable dans East Harbour. Beaucoup de cocotiers abattus et d'énormes quantités de débris sur le rivage.

13. Plage de San San

Perte d'arbres littoraux.

c. Notes: L. Gardner, O. Morgan, 26.09.88

St. Ann

Illustration A7.1 Localisation des plages

14. Plage publique entre Turtle River et Sailors Hole River

Erosion jusqu'à 12 m. Sable déposé à l'arrière de la plage.

15. "Fisherman's Beach", Ocho Rios

Erosion jusqu'à 10 m. Houle s'élevait à 180 m. Accumulation de sable à l'arrière de la plage.

16. Entre "Fisherman's Beach" et le quai à bauxite

Hauteur des vagues estimée à 2,30 m (à partir des arbres cassés) ; Falaise littorale derrière l'arrêt de bus érodé.

17. Plage de Dunn's River Falls

Dépôt important de sable à l'arrière de la plage. Beaucoup de débris de coraux sur les récifs à l'ouest de la plage.

Hauteur des vagues, estimé à 6,5 m par un résident local, mais les dégâts causés à la végétation littorale suggèrent que celle-ci a atteint environ 4 m.

18. Eden II

Plage de l'est érodée jusqu'à 60 m. Sable perdu remplacé par des cailloux. Sable jeté à l'arrière de la plage. Partie importante de la végétation littorale déracinée.

Accrétion de la plage de l'ouest.

Les plus hautes vagues atteignant 1 à 1,60 m, à 8 à 20 m de rivage. Vagues estimées par un observateur à 10 m de récif.

19. Mammee Bay Estates

Erosion importantes jusqu'à 60 m. Raz de marée atteignant entre 180 et 200 m à l'intérieur des terres. Accrétion de sable derrière la zone de végétation.

20. Villas de West Point

Terrasse de 60 cm couverte par les vagues. Débris de coraux et de sable projetés jusqu'à 300 ou 350 m à l'intérieur des terres.

21. Plage publique de Roxburgh

Erosion de 5 m du littoral. Débris de rochers et de sable projetés à 50 m. débris de plantes projetés à 90 m sur la côte.

22. Plage publique de Priory

Erosion jusqu'au 15 m. Sable déposé à l'arrière de la plage. Raz de marée atteignant 120 m.

23. Cote ouest de Priory

Erosion jusqu'à 50 m. Raz de marée jusqu'à 70 m. Végétation littorale complètement détruite. Perte de 10% des noix de coco.

24. Peter's Point

Erosion importante jusqu'à 20 m. Débris de coraux projetés à 150 m et débris de plantes à 60 m. Végétation littorale endommagée par l'action du vent et des vagues.

Accumulation de débris de corail sur le récif.

25. Salem

Erosion sévère. Raz de marée atteignant 110 m.

26. Club Caribbean

Erosion totale de la plage de l'est; sable poussé vers l'intérieur. Hauteur des vagues estimée par les résidents locaux a 10 m au récif et à 3,30 m au bord de la piscine.

27. Hôtel Silver Spring

Erosion minime de la plage. Dégâts importants causés à la végétation littorale.

28. Hôtel Jamaica Jamaica

Erosion minime jusqu'à 50 m. Accrétion de sable à l'arrière de la plage.

29. Hôtel Jack Tar

Erosion partielle exposant le sous-bassement de la plage en roches coralliennes.

30. Hôtel Ambiance Jamaica

Erosion grave de la plage. Hauteur des estimée par un observateur local à 10 m sur le côté mer des récifs et à 2,30 m à 65 m de la côte.

31. Pear Tree Bottom

90% de perte de la végétation littorale. Débris de coraux et de plantes projetés sur la route principale et dans les marécages.

Accumulation de débris sur les récifs.

32. Plage publique de Puerto Seco

Erosion minime.

33. Bengal - Queen's Highway

Erosion à 60 m. Raz de marée atteignant 150 m. Débris arraché au rivage et projeté à 120 m à l'intérieur des terres. Destruction presque totale de la végétation littorale, dont l'amandier côtier, le raisin de mer et le mahoe littoral.

34. Bengal -Rio Bueno

Erosion légère jusqu'à 12 m. Raz de marée atteignant 25 m. Dégâts des vagues peu importants pour la végétation littorale.

Quantité énorme de sédiments entraînant la coloration de la baie.

d) Notes: J. Taylor, P. Campbell, E. Foster, 26.09.88

35. Plage publique de Burwood

Accrétion minime de sable dans l'ensemble.

36. Plage de pêcheurs de Seabord Street

Plage sévèrement érodée.

37. Plage publique de Half Moon Bay

Très peu de dégâts causés à la plage. Forêt de mangrove voisine du marais de Safari complètement défoliée.

38. Plage de Flamingo

Système des récifs "couvert" par de nouveaux débris sur 20 m en direction de la mer.

39. Ironshore/King Arthurs

Nouvelle accumulation de débris de récifs.

40. Plage publique de Sunset

Accrétion de sable visible.

41. Club Paradise

Accrétion de sable visible.

42. Plage de Doctor's Cave

Aucune érosion visible de la plage.

e) Notes: J. Miller, 26.09.88

De Bull Bay à la plage de Prospect

43. Bull Bay

Une certaine érosion.

44. Plage d'Albion

Mangrove défoliée (brûlée).

45. Plage de Rozelle

75% de la plage détruite, y compris les brise-lames.

46. Plage de Lyssons

Accumulation de sable de 30 cm de haut.

f) Notes: A. Bailey, 27.09.88

47. Kingston ouest

Aucun dégât visible causé à l'avant de la plage de pêcheurs à côté du Causeway, de la plage de pêcheur de Port Henderson ou de la plage de Fort Clarence.

g) Notes: O. Morgan, L. Gardner, 27.09.88

White River à Oracabessa.

48. Plage à l'est du delta de NWhite River

Raz de marée atteignant 100 m du littoral. Augmentation des débris sur la plage.

49. Sans Souci

Erosion de la plage naturelle jusqu'à 25 m. Raz de marée atteignant 180 m à l'intérieur des terres.

50. Tower Isle (Propriété de M. Marsh-Dixon)

Erosion de la plage jusqu'à 55 m. Dépôt de sable et de débris à l'intérieur de la terre. Raz de marée atteignant 90 m.

51. Hôtel Couples

Erosion de la plage sur toute sa largeur de 70 m. Sable entassé contre les immeubles. Dégâts minimes causés aux bois littoraux. Grande quantité d'algues déposée sur la plage.

52. Oracabessa

Dégâts importants causés au littoral entier.

53. Hôtel Golden Seas

Erosion sévère de la plage naturelle. Grande quantité de débris et de cailloux sur la plage.

54. Plage de Boscobel

Erosion sévère de la plage avec perte d'environ 90%, du sable. Raz de marée atteignant 70 m à l'intérieur des terres.

55. Plantation Inn

Erosion importante de la plage. Une partie du sable a été poussé à l'arrière de la plage mais la plus grande partie en a été perdue.

56. Jamaica Inn

Erosion de la plage mais accumulation du sable à l'arrière de la plage. Une partie de celle-ci vite reconstituée grâce à l'accrétion naturelle.

h) Notes: L. Gardner, 28.09.88

Donne les estimations des coûts engendrés par l'ouragan -

	Millier de \$J
Réparation des vestiaires sur les plages publiques	2410
Réparation des digues (60170 des dégâts)	22000
Réparation et remplacement des brise-lames et jetées (80% des dégâts)	16000
Rétablissement des bassins versants	66000
Rétablissement des marécages servant de pépinière	7000
Rétablissement des lits d'herbiers sévèrement érodés	500

Note: On a signalé des dégâts causés aux brise-lames à Palisadoes, Long Bay, Buff Bay et White Horses, ayant des effets sur la stabilité de ces plages

i. Notes: D. Lee, 28.9.88

La raz de marée a varié entre 15 m et 25 m sur la côte sud et entre 15 m et 330 m dans les zones visitées sur la côte nord. L'on a remarqué de l'érosion et de l'accrétion. Les notes suggèrent que la construction des infrastructures plus loin des plages soit recommandée dans la planification des futures tempêtes.

j. Tableau sommaire sans date

Le tableau suivant fournit des données relatives à l'augmentation des dépôts de boue dans plusieurs cours d'eau (voir l'illustration A7.1):

Cours d'eau	%
Martha Brae River	5
Montego River	5-7
Great River	10
Côte nord ouest (Lucea est et ouest, Davis Cover, Green Island Rivers)	15
Hope River (St. Andrew)	40
Morant River	80
Plantain Garden River	80

ANNEXE 8

EXAMEN PAR LE CLUB AQUATIQUE DE L'UNIVERSITE DES INDES OCCIDENTALES POUR DES DEGATS CAUSES PAR L'OURAGAN GILBERT AU PARC MARIN D'OCHO RIOS

USAC - Université des Indes occidentales

Mona, Jamaïque

Participants - Ralph Robinson, Responsable de l'expédition

Mona Lindo

Karen Roberts

Gillian Elliot

Cette étude préliminaire a été faite le 18 décembre 1988 le long des deux sections qui figurent dans l'illustration A8.1

Section A

L'accès au site s'est effectué via l'Hôtel Americana. Il y avait un vent frais et fort et beaucoup de chevaux blancs dans la zone devant les récifs. La visibilité dans la zone à l'arrière des récifs était limitée à moins de 2 m. Il a été décidé de ne pas étudier cette zone à cause des conditions climatiques et de l'absence évidente d'un chenal praticable jusqu'à l'avant récif. Il a été considéré que le seul moyen possible et sûr d'y accéder était avec un bateau approprié.

Par précaution, nous sommes entrés dans l'eau à partir de la plage avec seulement des tubes respiratoires et de l'équipement pour enregistrer nos observations. Il y avait un courant fort de 2 à 3 noeuds soufflant vers l'ouest-sud-ouest à l'arrière des récifs. Le fond était composé de grosses pierres (5 à 10 cm), dont beaucoup étaient couvertes d'algues. Trois affleurements de coraux ont été examinés en ligne droite vers la crête du récif composés de calcaire de coraux soulevés couverts d'une quantité anormalement faible d'algues. Il y avait de fortes traces d'érosion de la nappe d'algues, en particulier, des côtés est et nord des affleurements. Néanmoins, aucune preuve de cassure de coraux vivants n'était visible; des Millepora jeunes, de 10 à 20 cm étaient intacts et tournés vers le sens du courant.

Plus proche de la crête du récif (25 à 35 m), on a remarqué des morceaux de petits coraux morts éparpillés sur le fond rocheux de la mer. Il semble que des coraux endommagés avant l'ouragan Gilbert s'étaient détachés de la crête exposée et déposés à l'arrière des récifs. La présence d'algues vivantes sous une partie de ces fragments suggère que les débris de coraux avaient été récemment transportés.

Illustration A8.1 Emplacement des sites de plongée de l'USAC

Section B

L'accès au site a été effectué via l'Hôtel Carib Ocho Rios. Il y avait un vent modéré et l'eau à l'arrière des récifs était relativement calme. La visibilité était d'environ 15 m. De notre position avantageuse derrière les condominiums, il ne semblait pas y avoir d'accès facile à la zone d'avant récif. A la différence de la Section A, la zone d'arrière récif du côté est de la Baie de Mallard était sableuse. De grandes nappes d'herbiers étaient visibles et la couverture était de presque 60%. Seuls quelques coraux de cerveau étaient visibles, parfois avec des coraux de feu attachés à leur base, mais ceux-ci étaient droits et intacts. Comme dans la Section A, le dépôt de vieux coraux était très marqué et s'étendait à une distance de 35 à 40 m de la crête du récif jusqu'à la zone arrière du récif.

Nous remercions les Hôtels Americana et Carib Ocho Rios pour leur aide.

Reçu le 12 janvier 1989.

ANNEXE 9

EFFETS DE L'OURAGAN GILBERT SUR LES RECIFS DE CORAIL DE DISCOVERY BAY

*Laboratoire marin de Discovery Bay
Discovery Bay, St. Ann
Jamaïque*

Introduction

Un ouragan est un dérangement violent de l'environnement qui est strictement limité dans l'espace et dans le temps. Son "empreinte", d'impact extrême, est parfois large de quelques dizaines de kilomètres seulement et sa trajectoire peut donc être représentée sur une carte des Caraïbes. Quelque soit l'endroit où il frappe, il ne dure que quelques heures. Pour l'être humain, il semble être un événement extrême, rare, imprévisible dans sa fréquence et son mouvement, très localisé et en contraste prononcé avec d'autres conditions plus douces. Néanmoins, sur une échelle plus longue de temps, plus longue les ouragans sont communs et omniprésents; une carte des orages tropicaux et ouragans dans les Caraïbes au cours des cent dernières années est noire de leurs trajectoires (Neumann, et autres, 1977). Donc, malgré leur petite taille et leur durée brève, tous les endroits dans la zone des ouragans sont soumis à leur influence. La structure temporelle de cette influence dépend de l'échelle du temps d'autres processus influencés par les tempêtes. Donc, par rapport aux processus géologiques de croissance des récifs et de sédimentation, sur une échelle de temps de certaines de milliers d'années, on peut considérer les ouragans comme une force continue. Sur une telle échelle, il pourrait être possible de distinguer les différentes intensités de cette force à cause des différences dans la fréquence des ouragans dans le temps et dans l'espace. Sur des échelles de temps plus courtes, la fréquence des ouragans est plus irrégulière. Leur influence sur les processus mesurés sur une échelle similaire à celle de l'intervalle entre les ouragans, telle que la durée de vie des organismes vivants, est mieux comprise si l'on considère le temps écoulé depuis la tempête précédente.

Ce préambule aidera à faire comprendre l'impact de l'ouragan Gilbert sur les récifs coralliens de la Jamaïque. Après l'ouragan Charlie en 1951, la Jamaïque a été épargnée des impacts des grandes vagues qui accompagnent les ouragans. Les coraux de tous types fleurissaient, mais ceux qui occupent l'espace grâce à leur croissance rapide ont eu un succès particulier. L'Acropora palmata et L'Acropora cervicornis se sont imposés dans de larges zones des fonds sous-marins couverts de végétation. Des formes à branches fines ont vite occupé l'espace; elles étaient assez fortes pour résister à la force normale du vent mais très fragile dans des conditions extrêmes. En août 1980, l'ouragan Allen est passé près des côtes est et nord de la Jamaïque et a causé des dégâts catastrophiques aux récifs coralliens (Woodley, 1980). Des coraux en branches ont été renversés, quelques coraux ont été renversés ou brisés, des organismes plus mous comme les éventails de mer et les éponges ont été arrachées et tous ont été bombardés de fragments et érodés par le sable remis en suspension (Woodley et autres 1981). En septembre 1988, les récifs n'avaient pas retrouvé leur luxuriance d'avant Gilbert.

Bien que les effets physiques des vagues sur la côte nord étaient comparables à ceux de l'ouragan Allen, les dégâts causés aux organismes des récifs n'étaient pas aussi spectaculaires car la période écoulée entre les deux ouragans était extrêmement courte.

Dégâts causés aux organismes des récifs près de Discovery Bay

Mes propres observations ont été limitées au centre de la côte nord et je ne ferais pas d'hypothèses sur les autres zones. A Discovery Bay, les récifs ont retrouvé à peu près leur état d'après l'ouragan Allen. D'énormes coraux sur les ramifications de récifs qui sont restés debout après l'ouragan Allen (par exemple, 93%, du Montastrea annularis à moins de 10 m de profondeur). La plupart de ces coraux, c'est à dire (97C/C) ont résisté l'impact au passage de l'ouragan Gilbert. Dans les chenaux des récifs, la survie a été moins bonne: 35% en 1980 et 56% en 1988. L'Acropora cervicornis, qui avait commencé à se reconstituer dans certains sites, a été complètement brisé à nouveau. Les débris créés par l'ouragan Allen (des blocs d'A. palmata de 0 à 7 m et des bâtons d'A. cervicornis de 7 à 22 m) s'étaient cimentés les uns aux autres par l'action des algues calcaires crustosées et par le processus appelé cimentation sous-marine (Land et Goreau, 1970). Pendant l'ouragan Gilbert, les blocs d'A. Palmata ont été remobilisés, nettoyés et redistribués. La même chose s'est passée pour les parties peu profondes de déchets d'A. cervicornis. Les cadies cimentés en eau profonde sont restés intacts bien qu'ils aient été érodés par les sédiments. La remobilisation des déchets de substratum a eu des effets graves sur les coraux (et autres organismes) (lui s'y étaient posés depuis 1980, notamment les espèces opportunistes, telles que Porites astreoides, P. porites, Agaricia agaricites et Madracis mirabilis. Beaucoup d'éventails et d'éponges ont été renversés et cassés, et des piles de corps en décomposition accumulés dans les chenaux et les chutes de l'avant récif profond, surtout au rebord qui sépare la pente de l'avant récif du profond avant récif vertical à 55 m environ.

Effets physiques

Des sédiments remis en suspension, des tissus macérés et le ruissellement terrestre ont réduit de façon importante la visibilité sous-marine (et par conséquent, la pénétration de la lumière) après l'ouragan et il a fallu quelques semaines pour retrouver une situation normale (visibilité après 2 jours, 3 à 5 m; trois jours, 6 m ; 4 jours, 10 m ; neuf jours, 15 m). Un contenu organique élevé dans les sédiments déposés était évident pendant des jours ou (les semaines sur le noircissement dû à la réduction (le sulfate dans les conditions anaérobies causées par la décomposition.

Les vagues générées par l'ouragan Gilbert n'ont peut-être pas été aussi élevées que celles de l'ouragan Allen, mais leur impact physiquement destructif sous l'eau ont peut-être été plus fort, à juger des changements remarquables dans les structures (les récifs et les sédiments. J'attribue ceci à la différence entre la trajectoire des deux ouragans. L'ouragan Allen est passé au côté nord, à environ 45 km de la côte, allant rapidement vers le nord-ouest. A chaque endroit sur le littoral, la direction des vagues montantes a changé rapidement et la période d'un pact maximal était bref (Kjerfve, et autres, 1986). L'ouragan Gilbert est arrivée par voie de terre de Kingston sur une trajectoire convergente avec la ligne de la côte nord. A Discovery Bay, des vents d'ouragan ont soufflé vers le rivage pendant plusieurs heures cl[iiii] direction plus ou moins constante (nord-

nord-est) avant de tourner de quelques kilomètres au sud. Des décombres abrasives et des sédiments ont été jetés dans la même direction pendant des heures. L'érosion linéaire de l'avant récif ouest à Discovery Bay est très évidente même maintenant, trois mois plus tard.

De grandes quantités de sédiments ont été enlevées des terrasses des récifs. Une partie a été amassée sur la côte sous forme de remparts de décombres ou d'amoncellements de sable, mais la plus grande partie a été emportée en aval, plus précisément au nord-nord-est; dans le sens des principales vagues. De 20 à 25 mètres donc, les cavités de récifs à l'est des chenaux ont été envahies par le sable. Celui-ci s'est écoulé librement sur la pente de l'avant récif et une partie est passée par les chutes intermittentes, de la terrasse jusqu'à la pente inférieure de l'île. Sur la terrasse peu profonde (3 à 15 m), les petits chenaux sableux tributaires des chutes principales ont été nettoyés. Des fonds marins indurés, représentant un soubassement de Pléistocène (communication personnelle de L.S. Land) ont été exposés à nouveau.

A West Rio Bueno, une terrasse peu profonde fait face à une falaise verticale à -9 m seulement. Cette terrasse soutient des récifs denses entre des chenaux de sable profonds et étroits. L'ouragan Gilbert a causé beaucoup plus d'érosion ici que l'ouragan Allen. Les chenaux de sable ont non seulement été nettoyés, mais leurs côtés ont été éventrés, enlevant les coraux et exposant le tissu plus ancien du récif. Sur la falaise même, où l'ouragan Allen a causé très peu de dégâts au placage de coraux à -10 et -20 m, l'ouragan Gilbert en a enlevé la plus grande partie (communication personnelle de T. P. Hughes).

Algues

Depuis 1983, lors qu'une épidémie naturelle a presque éliminé l'oursin herbivore important Diadema antillarum, (l'oeuf de mer noir à l'épine longue, Lessios, et autres, 1984; Hughes, et autres, 1985), des algues vivantes librement ont proliféré sur les récifs jamaïcains (Liddell et Ohlhorst, 1986; Hughes, 1987). Sans la restriction due à la pâture, (les poissons herbivores ont été décimés par la pêche), ces plantes ont poussé plus vite que les coraux et étaient en concurrence avec eux pour l'espace. Les petits coraux étaient écrasés et les plus grands se voyaient étouffés par les algues autour d'eux. L'ouragan Gilbert a nettoyé les récifs et a enlevé la plupart de ces algues, donnant aux coraux qui ont survécu un moment sans compétition. Mais les algues ont été les premiers habitants des espaces vides créés par l'ouragan, à savoir, une belle pelouse verte en eau peu profonde et des tapis d'algues rouges, Liagora, sur toute la terrasse. L'algue brune, Dictyota a également poussé très vite pendant les trois premiers mois.

Poissons et pêche

Immédiatement après l'ouragan, certains poissons ont fait preuve d'un comportement similaire à celui enregistré après l'ouragan Allen, à savoir, une perte de territoire et un comportement anormal en banc. A long terme, l'ouragan Gilbert, comme l'ouragan Allen, aura réduit la capacité des récifs en réduisant leur complexité à trois dimensions, bien que le changement soit moindre cette fois-ci. Certains pêcheurs ont signalé de meilleures prises après la tempête. Cela aurait pu être dû aux mouvements saisonniers et au fait que la couverture des récifs et que les pièges constituaient un meilleur abri et étaient plus visibles, ainsi qu'au fait que le nombre de pièges utilisables était beaucoup moins important. La plupart des pêcheurs ont eu

un préavis de l'ouragan qui ne leur a permis que de mettre leurs bateaux en sécurité. Les pièges posés à moins de 25 m de profondeur ont été détruits, tandis que les plus profonds ont été emportés au bord du plateau où ils se sont coincés ou d'où ils sont tombés.

Conclusion

L'ouragan Gilbert a été une tempête violente qui s'est accompagnée de vagues d'une puissance destructive énorme. Elles ont eu un impact majeur sur les récifs de la partie centrale de la côte nord. Cet impact aurait été encore plus catastrophique si des dégâts n'avaient pas été causés auparavant par le passage de l'ouragan Allen en 1980 qui avait été aussi destructif. L'ouragan Gilbert a donc remis à zéro la pendule du rétablissement des récifs qui se retrouvent dans les mêmes conditions qu'après l'ouragan Allen.

Bibliographie

Hughes, T.P. 1987. Herbivory on coral reefs: community structure following mass mortalities of sea urchins, *J. Expt. Mar. Biol. Ecol.*, 113; 39-59.

Hughes, T.P., Keller, B.D., Jackson, J.B.C. & Boyle, M.J. 1985. Mass mortality of the echinoid *Diadema antillarum* Philippi in Jamaica. *Bull. Mar. Science*, 36; 377-384.

Kjerfve, B., Magill, K.E., Porter, J.W. & Woodley, J.D. 1986. Hindcasting of hurricane characteristics and observed storm damage on a fringing reef, Jamaica, West Indies. *J. Mar. Res.* 44; 119-148.

Land, L.S. & Goreau, T.F. 1970. Submarine lithification of Jamaican reefs. *J. Sediment. Petrol.*, 40; 457-462.

Lessios, H.A., Robertson, D.R. & Cubit, J.D. 1984. Spread of *Diadema* mass mortality through the Caribbean. *Science*, 226; 335-337.

Liddell, W.D. & Ohlhorst, S.L. 1986. Changes in benthic community composition following the mass mortality of *Diadema* in Jamaica. *J. Expt. Mar. Biol. Ecol.*, 95; 271-278.

Neumann, C.J., Cry, C.W., Caso, E.L. & Jarvinen, B.R. 1978. Tropical cyclones of the North Atlantic Ocean. NOAA, Washington, D.C.

Woodley, J.D. 1980. Hurricane Allen destroys Jamaican coral reef. *Nature (Lond.)*, 287; 387.

Woodley, J.D. and 19 others. 1981. Hurricane Allen's impact on Jamaican coral reefs. *Science*, 214, 749-755.

Reçu le 8 décembre 1988

ANNEXE 10

EFFETS DE L'OURAGAN GILBERT SUR QUELQUES SITES D'OSTREICULTURE

*Sandra Wright
Département de Zoologie
Université des Indes occidentales
Mona, Jamaïque*

1. The Great Salt Pond/D'Aguilar's Pond, St. Catherine

La seule structure en bambou et en bois mangroves construite à des fins expérimentales dans l'étang n'a subi aucun dégât. Les cordes d'huîtres se sont emmêlés mais les huîtres n'ont pas été abîmés, ce qui suggère que l'action des vagues et le raz de marée n'a pas été excessive.

Les mangroves voisines ont été battues par le vent, mais aucun des arbres n'a été déraciné et très peu d'entre eux ont perdu leurs branches supérieures.

L'étang possède un chenal d'entrée artificiel. Celui-ci n'a subi aucun dégât et aucun changement significatif dans le profil ou dans la taille de la plage n'est survenu sur les rives de l'embouchure du chenal.

Quand l'étang a été visité une semaine après l'ouragan, il n'y avait aucune différence de couleur ou de clarté par rapport à celle enregistrée pendant les périodes d'échantillonnage antérieures à l'ouragan.

2. Port Morant, St. Thomas

Une grande partie des structures de support en bambou et en bois de mangrove ont été détruites. Tous les radeaux en bambou ont coulé ou ont été emportés.

Pendant l'ouragan, des cordages de récipients pour le naissain des huîtres se sont tordus et enroulés autour des structures qui les soutenaient. Par conséquent, les cordes ont été exposées pendant des périodes anormalement longues durant la marée basse. Personne n'a pu les démêler avant 2 ou 3 jours. A ce moment, 60% du naissain était mort (information fournie par le personnel du Ministère de l'agriculture). Dans un proche avenir, cela devrait avoir des effets négatifs sur la production d'huîtres et l'approvisionnement des fermiers en naissain.

Aucun dégât majeur n'a été causé aux mangroves dans la zone et les groupes de Rhizophora soutenant les lits naturels d'huîtres semblent ne pas avoir été endommagés.

La perte de végétation des collines voisines pourrait, à long terme, engendrer l'érosion des sols, ce qui augmentera la sédimentation dans la baie. Cette augmentation de sédimentation

pourrait avoir des effets négatifs sur le taux de filtration des huîtres et, par conséquent, sur leur croissance et leur survie.

3. Note supplémentaire ajoutée le 3 janvier 1989

Des informations obtenues le 3 janvier 1989 du personnel du Projet d'ostréiculture du Ministère de l'agriculture démontrent que 14 radeaux et 10 supports ont été détruits par l'ouragan Gilbert.

Reçu le 28 novembre 1988.

ANNEXE 11

LISTE DES DOCUMENTS RELATIFS AUX EFFETS DE L'OURAGAN SUR LES ZONES DE RESSOURCES MARINES ET COTIERES DE LA JAMAÏQUE

- Aiken, K.A., Bacon, P.O., Mooyoung, R.R.** (sous presse) Hurricane Gilbert and its effect on Jamaican fishery resources. Proceedings 42nd Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Ocho Rios, Jamaica, 5-10 November 1989.
- Bacon, P.R.** 1989a. More on Hurricane Gilbert. *World Birdwatch*, II (2); page 14.
- Bacon, P.R.** 1989b. Editorial. *Neotropical Wetlands Newsletter*, 4; 1-2.
- Clark, J.** 1988. Hurricane Gilbert assails Caribbean. *ICBP Pan American Bulletin*, 3 (2); p. 2.
- Eyre, L.A.** 1968. Precipitation from Hurricane Flora, 1963. *J. Tropical Geography*, 26; 29-36.
- Eyre, L.A.** 1989. Hurricane Gilbert: Caribbean record-breaker. *Weather*, 44(4); 160-164.
- Goreau, T.F.** 1959. The coral reefs of Jamaica. **I.** Species composition and zonation. *Ecology*, 40; 67-90.
- Goreau, T.F.** 1964. Mass expulsion of zooxanthellae from Jamaican reef communities after Hurricane Flora. *Science*, 145; 383-386.
- Graus, R.R., MacIntyre, F.G. & Herchenroder, B.E.** 1984. Environmental control of Caribbean reef zonation experiments in computer simulation. *Advances in Reef Science: Atlantic Reef Commission, R.S.MAS. Univ. Miami, joint meeting*, 45-46.
- Gray, C.** 1988. History of tropical cyclones in Jamaica, 1886 to 1986. *Service météorologique national, Kingston, Jamaïque*; 23 pages.
- Haynes-Sutton, A.** 1988. Hurricane Gilbert strikes Jamaica's unique birdlife. *World Birdwatch*, 10 (3-4); 1 & 11.
- Hendry, M.D.** 1979a. Historical evidence of shoreline evolution for the Palisadoes, Kingston, Jamaica. *Journal de la Société géologique de la Jamaïque*, p. 17.
- Hendry, M.D.** 1979b. A study of coastline evolution and sedimentology: the Palisadoes, Kingston, Jamaica. *Thèse de Doctorat, Université des Indes occidentales, Jamaïque*, 225 pages.

Hendry, M.D. & Bacon, P.R. (sous presse) Effects of Hurricane Gilbert on the Jamaican coast, with particular reference to damage and recovery of beaches. Proceedings 12th Caribbean Geological Congress, St. Croix, 7-11 August 1989.

Jones, E.B. 1986. Coastal vulnerability study of the Caribbean, Volume 3, Jamaica. Rapport au Pan-Caribbean Disaster Preparedness Project, Antigua.

Kjerfve, B., Magill, K.E., Porter, J.W. & Woodley, J.D. 1986. Hindcasting of hurricane characteristics and observed storm damage on a fringing reef, Jamaica, West Indies. *J. Marine Research*, 44; 119-148.

Knowlton, N., Lang, N.C., Rooney, P.A., et al. 1981. Evidence for delayed mortality in hurricane damaged Jamaican staghorn corals. *Nature (Lond.)*, 294; 251-252.

Liddell, W.D., Ohlhorst, S.L. & Boss, S.K. 1984. Community patterns on a Jamaican fringing reef (1976-1983). *Advances in Reef Science: Atlantic Reef Commission, R.S. MAS. Univ. Miami, joint meeting*; 69-70.

Naughton, P.W. 1982. The Jamaica hurricane season - changing the rhyme. *Caribbean J. Science*, 18, 107-111.

Naughton, P.W. 1984 a. Storm surge risk problems for Kinross, Jamaica. *Revista Geografica*, 99, 93-97.

Naughton, P.W. 1984 b. Flood and landslide damage-repair cost correlations for Kingston, Jamaica. *Caribbean Geography*, 1 (3); 198-202.

N.R.C.D. 1988. Hurricane Gilbert Impact Assessment Update and Plans for Conservation Restructuring. Département pour la conservation des ressources naturelles (NRCD), Ministère de l'Agriculture, Jamaïque; 8 pages.

Ohlhorst, S.L. 1984. Spatial competition on a Jamaican coral reef. *Advances in Reef Science: Atlantic Reef Commission, R.S. MAS., Univ. Miami, joint meeting*, 91-92.

Ohlhorst, S.L. & Liddell, W.D. 1981. Hurricane damage to Jamaican coral reefs. *Geol. Soc. Amer. Abstracts with program.*, 13; 522.

PCDPPP 1988. Lessons from recent events: Hurricane Gilbert. *Caribbean Disaster News*, Double Issue 15 & 16, Sept./Dec. 1988; 20 pages.

P.I.J. 1988. Quarterly Economic Report, July-September 1988. Planning Institute of Jamaica, 5 (2); 63 pages.

Porter, J.W., Woodley, J.D., Smith, G.J., Neigel, J.E., Battey, J.F. and Dallmeyer, D.G. 1981. Population trends among Jamaican reef corals. *Nature*, 294 (5838); 249-250.

Ralph Fields Associates Inc. 1984. Summary of proceedings of the Workshop on Storm Surge and Wave Effects (Kingston Harbour Area), November 28, 1984. Rapport fait à le Bureau pour la préparation en cas de catastrophe et la coordination des secours, Kingston, Jamaïque; 19 pages.

Rosesmythe, M.C. 1984. Growth and survival of sexually produced *Acropora* recruits: a post-hurricane study at Discovery Bay. *Advances in Reef Science: Atlantic Reef Commission, R.S. MAS., Univ. Miami joint meeting*; 105-106.

Scofrin, T.P. & Hendry, M.D. 1984. Shallow water sclerosponges on Jamaican coral reefs and a criterion for recognition of hurricane deposits. *Nature*, 307; 278-279.

Seon, K. (Undated). Preliminary Disaster Catalogue – Jamaica 1559-1951. Bureau pour la préparation en cas de catastrophe, Kingston, Jamaïque; 32 pages.

Tunnieliffe, V.J. 1983. Caribbean staghorn Coral Populations: pre-Hurricane Allen conditions at Discovery Bay. *Bull. Mar. Sci.*, 33 (1); 132-151.

Williams, A.H. 1981. Effects of Hurricane Allen on back-reef populations of Discovery Bay, Jamaica. *J. Mar. Biol. Ecol.*, 77 (3); 233-244.

Woodley, J.D. 1980. Hurricane Allen destroys Jamaican coral reefs. *Nature*, 287; p. 387.

Woodley, J.D., and 19 others. 1981. Hurricane Allen's impact on Jamaican coral reefs. *Science*, 214; 749-755.

Rapports Techniques du PEC

1. *1989. Plan d'action pour le Programme de l'environnement des Caraïbes - Historique et bilan (1976-1987).*
2. *1989. Vue d'ensemble régionale des problèmes et priorités environnementaux ayant un effet sur les ressources côtières et marines de la région des Caraïbes.*
3. *1989. Implications des changements climatiques dans la région des Caraïbes - Conclusions préliminaires du Groupe de travail d'experts.*
4. *1989. Evaluation des conséquences économiques de l'ouragan Gilbert sur les ressources côtières et marines de la Jamaïque.*