



Ministère de l'Industrie,  
des Postes et Télécommunications  
et du Commerce extérieur

DOCUMENT PUBLIC

# Conséquences du passage des cyclones Iris, Luis et Marylin aux Antilles françaises (Guadeloupe et Martinique)

## Rapport de mission

---

décembre 1995  
Rapport du BRGM R 38 790



Étude réalisée dans le cadre des  
actions de Service public du BRGM

95 - H - 009

**BRGM ANTILLES**  
Villa d'Huy - Morne Notre Dame - 97139 ABYMES CEDEX  
Tél.: (590) 82 75 40 - Fax: (590) 91 51 66

**BRGM**  
**SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL**  
Département utilisation et protection de l'espace géologique  
Groupe Risques naturels et Géoprospective  
BP 167 - 13276 MARSEILLE CEDEX 09 - FRANCE  
Tél.: (33) 91 17 74 74 - Fax: (33) 91 17 74 75

Mots clés : Mouvement-de-terrain, inondation, houle-cyclonique, Guadeloupe, Martinique.

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

Conséquences du passage des cyclones Iris, Luis et Marylin aux Antilles françaises (Guadeloupe et Martinique) (1995). Rapport BRGM R 38 790, 14 p.. 82 ill.

© BRGM, 1995, ce rapport ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## RESUME

Après le passage de la tempête tropicale IRIS en Martinique et de l'ouragan LUIS en Guadeloupe, le BRGM a souhaité faire un premier inventaire des dégâts provoqués par les phénomènes d'inondations, de marée de tempête et houles cycloniques, et de mouvements de terrain. L'objectif de cet inventaire est de confronter les observations avec les différentes cartes d'aléa déjà réalisées aux Antilles. Pour la Guadeloupe, il s'agit principalement des atlas communaux des risques naturels. Des cartes d'aléa mouvements de terrain ont également été réalisées sur l'ensemble des Antilles françaises dans le cadre des conventions de recherche avec les régions. Enfin, en Martinique, une évaluation de l'aléa mouvements de terrain est en cours de réalisation pour le "PER" de Fort de France, Lamentin et Schoelcher.

Il s'agit donc de **critiquer les cartes déjà réalisées, d'améliorer les méthodes d'évaluation** et, éventuellement, **de préciser des recommandations en matière de prévention.**

La mission a été effectuée par O. SEDAN et J.M. MOMPÉLAT (BRGM/Antilles) du 9 au 19 septembre 1995. Le passage de l'ouragan MARILYN en Guadeloupe, le jeudi 14, a conduit à une prolongation de la mission pour en observer les conséquences.

Cette mission s'est révélée très riche en enseignements, puisqu'elle a conduit à :

- **proposer une amélioration de la cartographie des aléas marée de tempête et houle cyclonique ;**
- **valider les méthodes de zonage de l'aléa inondation ;**
- **modifier l'approche des phénomènes de mouvements de terrain.**

Ce travail a été effectué dans le cadre de la fiche de service public 95H009 du BRGM "Coopération internationale et retour d'expérience en matière de risques naturels", financée par le Ministère de l'Industrie.

## TABLE DES MATIERES

### RESUME

<b>1. OBJECTIF ET DEROULEMENT DE LA MISSION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MOUVEMENTS DE TERRAIN .....</b>	<b>3</b>
2.1. Observations .....	3
2.2. Commentaire des photographies.....	5
2.2.1. Glissements coulées sur forte pente .....	5
2.2.2. Dégâts aux constructions .....	5
2.2.3. Dégâts aux infrastructures .....	6
<b>3. INONDATIONS.....</b>	<b>7</b>
3.1. Observations .....	7
3.2. Commentaire des photographies.....	8
<b>4. MAREE DE TEMPETE ET HOULE CYCLONIQUE.....</b>	<b>9</b>
4.1. Observations .....	9
4.2. Commentaire des photographies.....	10
4.2.1. Erosion côtière.....	10
4.2.2. Dégâts aux infrastructures .....	11
4.2.3. Dégâts aux constructions .....	11
<b>5. CONCLUSIONS .....</b>	<b>13</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>14</b>

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Mouvements de terrain : photographies 1 à 31

Annexe 2 : Inondations : photographies 32 à 46

Annexe 3 : Houle cyclonique : photographies 47 à 82

## 1. OBJECTIF ET DEROULEMENT DE LA MISSION

Après le passage de la tempête tropicale IRIS en Martinique et de l'ouragan LUIS en Guadeloupe, le BRGM a souhaité faire un premier inventaire des dégâts provoqués par les phénomènes d'inondations, de marée de tempête et houles cycloniques, et de mouvements de terrain. L'objectif de cet inventaire est de confronter les observations avec les différentes cartes d'aléa déjà réalisées aux Antilles. Pour la Guadeloupe, il s'agit principalement des atlas communaux des risques naturels. Des cartes d'aléa mouvements de terrain ont également été réalisées sur l'ensemble des Antilles françaises dans le cadre des conventions de recherche avec les régions. Enfin, en Martinique, une évaluation de l'aléa mouvements de terrain est en cours de réalisation pour le 'PER' de Fort de France, Lamentin et Schoelcher.

Il s'agit donc de critiquer les cartes déjà réalisées, d'améliorer les méthodes d'évaluation, et, éventuellement, de préciser des recommandations en matière de prévention.

La mission a été effectuée par O. SEDAN et J.M. MOMPÉLAT (BRGM/Antilles) du 9 au 19 septembre 1995. Le passage de l'ouragan MARILYN en Guadeloupe, le jeudi 14, a conduit à une prolongation de la mission pour en observer les conséquences. La mission s'est déroulée comme suit :

- du dimanche 10 au mardi 12 : conséquences de l'ouragan LUIS en Guadeloupe "continentale" ;
- le mercredi 13 : conséquences de l'ouragan LUIS à Saint Martin ;
- le jeudi 14 : passage de l'ouragan MARILYN en Guadeloupe ;
- du vendredi 15 au dimanche 17 : conséquences de l'ouragan MARILYN en Basse Terre ;
- du lundi 18 au mardi 19 : conséquences de la tempête tropicale IRIS en Martinique.

IRIS a été une tempête tropicale qui a atteint les côtes de la Martinique le vendredi 26 août. Dès le 25, l'alerte n° 1 a été déclenchée. La vitesse de déplacement du cyclone s'est fortement ralentie au moment du passage sur le sud de l'île. Contrairement à des ouragans de classes supérieures, les parties les plus actives se sont déplacées à l'intérieur de la masse active, certains foyers s'atténuant, d'autres surgissant ailleurs. IRIS se caractérise essentiellement par de très fortes précipitations dans le Sud de la Martinique. Elle est responsable de trois morts (dont deux provoquées par un glissement de terrain), de nombreux mouvements de terrain dans la chaîne Vauclin-Piteau, d'inondations et d'une destruction partielle de la bananeraie.

**LUIS est un ouragan de classe 4 (vent maximal compris entre 210 et 249 km/h) qui, après avoir abordé l'arc antillais entre Antigua et Barbuda, a atteint les îles de Saint Martin et Saint Bartélémy le 5 septembre (alerte n° 2 à 10 heures du matin). Dans les îles du Nord, les dégâts sont considérables. De nombreuses constructions ont été endommagées, et l'importante flotte de plaisance est en majeure partie détruite. On déplore neuf victimes. En Guadeloupe, la banane est détruite à 100%, les cannes du Nord de Basse-Terre ont été sérieusement frappées, la côte sous le vent a souffert de la houle d'Ouest qui a suivi le passage du cyclone.**

**MARILYN est un ouragan de classe 1 (vent compris entre 119 et 153 km/h) qui a eu un parcours relativement imprévisible. Attendu au Sud de l'arc (Barbade), il est remonté pour passer le jeudi 14 au matin à l'Est de la Martinique. Progressant à grande vitesse, il a longé la côte au vent de la Dominique, pour s'engouffrer le soir dans le canal des Saintes. Son passage a été rapide (alerte n° 1 en Guadeloupe à 13 heures, alerte n° 2 à 18 heures, alerte n° 2 renforcée à 19 heures 30, alerte n° 3 à 5 heures du matin le vendredi). Si les dégâts ont été peu importants en Martinique, les très fortes précipitations en Basse-Terre (environ 400 mm) ont provoqué des crues torrentielles destructrices et de nombreux glissements de terrain.**

Nous tenons à remercier la préfecture de la région Guadeloupe et la sécurité civile qui nous ont permis d'emprunter un Transal de l'armée de l'air pour aller à Saint Martin.

## 2. MOUVEMENTS DE TERRAIN

### 2.1. OBSERVATIONS

Les mouvements de terrain ont été générés par la tempête IRIS en Martinique, et par l'ouragan MARILYN en Guadeloupe. L'ouragan LUIS n'a pas provoqué a priori de mouvements de terrain importants, ni en Guadeloupe "continentale", ni même dans les îles du Nord, où l'aléa est globalement faible. Toutefois, il est responsable d'une rupture de talus de part et d'autre de la R.N. 1, au niveau de Goyave, qui va induire des coûts très importants de remise en état et une gêne pour les usagers, la route étant barrée.

En Guadeloupe, MARILYN a fait partir de très nombreux "glissements-coulées sur forte pente". Ce type de mouvement de terrain a pour origine un glissement plan ou circulaire, qui peut mobiliser des volumes relativement faibles. Il peut même être provoqué par le déracinement d'un arbre par le vent. Puis, par érosion régressive vers l'amont et transgressive vers l'aval, le volume de matériaux, saturé en eau par les pluies et le ruissellement, se transforme par perte totale de cohésion en coulée boueuse à forte énergie et grande dynamique, qui peuvent se propager sur plusieurs centaines de mètres. Ces phénomènes ont été décrits dans le cadre de conventions de recherche avec les régions (MOMPELAT P., 1994), mais n'avaient jusque là été observés que dans les zones d'altitude élevée en Martinique et en Guadeloupe. On pouvait en conclure que seules des pentes très importantes et une forte altération des terrains étaient des facteurs déterminants. La généralisation de ces phénomènes sur l'ensemble de la Basse-Terre en Guadeloupe et sur la chaîne Vauclin-Piteau en Martinique montre que ceux-ci sont en fait conditionnés principalement par le niveau d'agression pluviométrique, à caractère exceptionnel dans les zones basses.

Dans les parties hautes, ils ont été toutefois particulièrement nombreux, coupant en plus de dix points la route de la traversée au niveau des Mamelles. Ailleurs en Guadeloupe, ils ont provoqué peu de dégâts, sauf dans la région de Gourbeyre et Saint Claude où, là aussi, ils ont obstrué en de nombreux points le réseau routier. Celui-ci a par ailleurs été affecté en côte sous le vent par des glissements de talus, amont et aval, plus "classiques". Les glissements de terrain connus à faible dynamique, comme celui d'Arnouville, n'ont visiblement pas été réactivés. Aucune construction n'a, à notre connaissance, été endommagée par des "glissements-coulées sur forte pente"(GCSFP). Cela est dû à l'occupation du sol en Basse-Terre, qui se concentre sur le littoral.

A l'inverse, en Martinique, les GCSFP ont provoqué de nombreux dégâts aux constructions, la mort de deux personnes et d'une troisième de manière indirecte, et ont gravement affecté le réseau routier. Ils sont présents sur les communes du Robert, du François, du Vauclin et du Lamentin. L'occupation des sols dans la chaîne Vauclin-Piteau, présentant une forte densité de constructions et un réseau routier important par ses ramifications multiples, rend ce secteur particulièrement vulnérable.

Les glissements-coulées apparaissent comme les phénomènes de mouvements de terrain potentiellement les plus dangereux aux Antilles, en raison de leur nombre et de leur vitesse de propagation. De plus, contrairement aux glissements plus "classiques" (plans, rotationnels profonds) où les constructions subissent le mouvement par le biais de leurs fondations, les GCSFP ont pour conséquences la percussion latérale, l'envahissement et parfois l'enfouissement par les matériaux fluidifiés. Dans l'esprit de la protection parasismique, des constructions bien bâties peuvent le plus souvent se déformer sans faire de victime sous l'action d'un glissement de faible dynamique, tout en devenant irrécupérables. Par contre, il est économiquement irréaliste de construire des maisons résistant aux GCSFP. Les mesures visant à réduire l'aléa, protections passives ou actives, semblent difficiles à mettre en oeuvre dans ce secteur.

Si a priori toute la zone présente un niveau d'aléa élevé, certains indices peuvent, en première analyse, conduire à une majoration de l'aléa. Les axes de talwegs, mêmes peu marqués, et, plus généralement, les pentes présentant une concavité horizontale, semblent être empruntés préférentiellement par les coulées de boues (bien que nous en ayons observés dans d'autres situations). Les zones présentant un revêtement colluvial épais semblent particulièrement sensibles. L'existence dans les terrains altérés de gros blocs (coulée altérée par exemple) est un facteur qui aggrave les conséquences de la coulée boueuse. Dans certains cas, on nous a signalé l'existence, avant le déclenchement du phénomène, de fissures dans le terrain qui auraient pu être interprétées comme un indice d'instabilité.

Les glissements de la RN 4 (St Joseph) ont été réactivés lors du passage d'IRIS.

Ces phénomènes peuvent être confrontés avec plusieurs types de cartes d'aléa.

Il n'existe pas d'atlas concernant les zones touchées en Martinique. En Guadeloupe, seul l'atlas de Petit-Bourg mentionne de manière spécifique les GCSFP, au niveau de la route de la traversée, près des Mamelles. Le zonage y est conforme aux glissements observés. Ailleurs, on constate que les GCSFP sont apparus dans des zones qui ont été cartographiées avec des niveaux d'aléa élevé, en raison des pentes fortes. Mais le problème de la propagation de la coulée n'est pas pris en compte.

Les cartes résultant de l'application de la méthode TROPICALE (MOMPELAT P., 1994) montrent, en Martinique, des niveaux d'aléa élevé. Théoriquement, elles prennent en compte les GCSFP, lorsque les calculs de stabilité conduisent à des facteurs de sécurité systématiquement inférieurs à 1, quelles que soient les caractéristiques mécaniques que l'on donne au terrain. Pour ces configurations, on affirmait que l'on sortait du champ d'application de la mécanique des sols, et que les phénomènes probables étaient soit des éboulements, soit des glissements-coulées sur forte pente. L'expérience montre que ces derniers peuvent exister pour d'autres configurations.

Enfin, l'aléa mouvement de terrain fait l'objet de cartes en cours d'élaboration dans le cadre du "PER" de Fort de France, Schoelcher et Lamentin. La zone Vauclin-Piteau montre des niveaux d'aléa élevé. La méthode d'évaluation, s'appuyant sur l'utilisation d'un modèle de drainage pour estimer la saturation des terrains, conduit à une majoration de l'aléa dans l'axe des talwegs, même peu marqués. Ce fait semble conforme aux observations de terrain.

Pour les études futures, l'élaboration des cartes d'aléa mouvements de terrain par des méthodes d'expertise, doit tenir compte de l'expérience IRIS en Martinique et MARILYN en Guadeloupe.

## **2.2. COMMENTAIRE DES PHOTOGRAPHIES**

### **2.2.1. Glissements coulées sur forte pente**

Les glissements coulées sur forte pente (GCSFP) ont été particulièrement nombreux dans les parties hautes de la Guadeloupe (photos 1 et 2) suite au passage de MARILYN. Ils mobilisent le plus souvent une frange de terrain relativement peu épaisse et peuvent se propager sur une grande distance (photos 3 et 4).

La saturation en eau des terrains induit une perte totale de cohésion et une fluidification des matériaux (photos 5, 6 et 7). La plupart des GCSFP se sont accumulés sur la route, qui sera simplement dégagée, mais des départs au niveau du talus aval (photos 8 et 9) peuvent induire des dommages plus importants à la chaussée. Pour certains d'entre eux, très superficiels, les matériaux mobilisés sont constitués essentiellement de troncs d'arbres (photo 10). La végétation est parfois restée en place sur la coulée (photo 11). Des glissements-coulées sur forte pente se sont également produits dans des zones où ils n'avaient pas été observés dans le passé, comme à St Claude (photos 12 et 13), et surtout en Martinique, suite au passage d'Iris, dans la chaîne Vauclin-Piteau (photos 14 et 15).

### **2.2.2. Dégâts aux constructions**

Quelques glissements n'ayant pas dégénéré en coulées boueuses se sont également produits. Cette maison en construction (photo 16) a subi le mouvement par le biais de ses fondations. Bien qu'irrécupérable, les dégâts qu'elle a subis n'auraient probablement pas fait de victimes. Ce n'aurait pas été le cas de cette maison (photos 17 et 18), atteinte par une coulée de boue, si elle avait été occupée. Bien qu'éventrée et envahie par la boue et les débris, elle ne s'est toutefois pas effondrée.

Ce n'est pas le cas de deux maisons qui ont été complètement détruites au Vauclin (photos 19 à 22). A l'amont, un glissement superficiel (quelques mètres d'épaisseur) a mobilisé des colluvions identiques à ceux visibles sur la photo 23, reposant sur un substratum constitué par une coulée massive. Des venues d'eau circulant à l'interface sont encore visibles. Les matériaux glissés ont alimenté deux coulées de boue parallèles. La première (A) a détruit une maison et a tué ses deux occupants. La maison détruite par la seconde (B) était inoccupée. Une partie des colluvions qui ont glissé n'ont pas été remobilisés par l'eau (C).

### **2.2.3. Dégâts aux infrastructures**

Les photos 24 à 27 montrent les dégâts subis par la RN 1 au niveau de Goyave, en Guadeloupe, suite au passage de Luis. On notera la symétrie des désordres de part et d'autre de la chaussée. Il est vraisemblable que des terrains de mauvaise qualité sur lesquels repose le remblai ont été saturés et ont cédé à cet endroit.

Des glissements déclarés ont rejoué en Martinique, comme celui de la RN 4 (photos 28 et 29). Pour conclure avec les mouvements de terrains, les photos 30 et 31 montrent le mur de soutènement du cimetière de Basse Terre, qui a cédé sous l'effet de surpression, le système de barbicanes étant certainement sous-dimensionné.

### 3. INONDATIONS

#### 3.1. OBSERVATIONS

Les phénomènes d'inondation que nous avons observés sont la conséquence exclusive de l'ouragan MARILYN. Nous n'avons pas eu le temps de caractériser les crues liées au passage d'IRIS en Martinique.

A l'exception de la Grande Rivière à Goyave, les crues se sont produites pour des rivières ayant un bassin versant situé à l'ouest de la chaîne de Basse-Terre, et plus particulièrement au Sud, à proximité de la trajectoire de l'oeil de l'ouragan. Le phénomène a donc été relativement localisé, les rivières coulant sur la côte ouest de la Basse Terre n'ayant pas provoqué de dégâts.

Ces crues ont eu un caractère torrentiel très marqué. Elles se caractérisent par un transport solide très important, constitué de blocs et d'arbres arrachés aux berges. Les nombreux glissements de terrain et coulées boueuses provoqués dans les versants ont également alimenté les cours d'eau en matière solide. Les rivières ont pu occuper la quasi totalité de la surface du lit majeur, comme au niveau du pont de la Boucan, à Sainte Rose, où la Grande Rivière à Goyave est passée par dessus le pont de la route nationale, sur une hauteur d'un mètre environ. Ce fait, nous étant signalé comme s'étant déjà produit lors de l'enquête pour l'élaboration de l'atlas de Sainte Rose, nous avait conduit à un zonage que nous trouvions peut-être trop pénalisant. Il s'est révélé concorder particulièrement bien avec les conséquences de l'inondation observée. De nombreuses maisons situées dans ces zones ont subi l'inondation.

Ailleurs, la rivière a pu changer de cours de manière importante, tout en restant dans son lit majeur. Ce phénomène a souvent pour origine une embâcle de troncs et blocs parfois au niveau d'ouvrages de franchissement sous dimensionnés.

Sous réserve d'observations complémentaires, il apparaît que dans ces cas aussi, les limites du zonage des atlas sont satisfaisantes. De nombreuses maisons ont été détruites et emportées par les flots. Dans la majorité des cas cependant, les constructions ayant subi l'inondation sont restées debout, envahies par une hauteur plus ou moins importante de sédiments et de débris divers. Le fait qu'il n'y ait pas eu de victimes à déplorer s'explique par un niveau de conscience suffisant de la population, qui s'est mise globalement à l'abri. Ce fait peut paraître en contradiction avec les réparations et la reconstruction que l'on observe, dès la crue passée, dans ces zones à aléa élevé. Il y a de fait une acceptation de pertes de biens.

**Le réseau routier a particulièrement souffert, au niveau du franchissement des cours d'eau.** Si seuls les anciens ponts ont été emportés, des phénomènes de contournement des ouvrages ont été fréquents, la rivière étant détournée en amont ou une embâcle se produisant au niveau du pont. A Marigot-Vieux Habitants par exemple, le pont est resté en place mais le remblai d'accès a complètement disparu.

En matière de cartographie, il apparaît que la démarche suivie, basée sur la géomorphologie du cours d'eau et l'enquête, est satisfaisante et suffisante. Par contre, on a relevé un problème de terminologie au niveau des légendes des cartes. Les zones à caractère "endoréique ou subendoréique" correspondent en Basse-Terre en fait à des zones inondées par la crue des rivières, mais avec des hauteurs de submersion et des vitesses relativement faibles, qui ne sont pas a priori capables de créer de dommages aux personnes. Ces termes devraient être réservés à la Grande Terre et remplacés par "zone de crue de basse énergie", par exemple.

### **3.2. COMMENTAIRE DES PHOTOGRAPHIES**

Les photos présentées pour illustrer les inondations consécutives au passage de MARILYN sur la Basse Terre de Guadeloupe ne reflètent que partiellement l'étendue des dégâts. La décence et l'hostilité compréhensible pour les "touristes" venus contempler les conséquences très importantes au-dessus des cours d'eau de la côte sous le vent nous ont conduits souvent à laisser les appareils photographiques dans leur sac.

A la Boucan, la Grande rivière à Goyave, un des deux cours d'eau les plus importants de Guadeloupe, est passée au-dessus du tablier du pont de la nationale, comme en témoignent les laisses de crue visibles sur la photo 32. Ces débris, transportés et déposés par la rivière, sont particulièrement bien visibles sur les piles de l'ancien pont (photo 33), dont le tablier métallique a été emporté. L'érosion des berges a été importante (photo 34). L'eau est montée au niveau de la base des toitures des maisons que l'on aperçoit, entourées par la végétation, sur la photo 35.

Comme à la Boucan, l'ancien pont de Pigeon n'a pas résisté (photo 36). On constate (photo 37) que l'ensemble du lit majeur de cette petite rivière a été emprunté par la crue. En aval, ce supermarché paraît indemne (photo 38). Il a pourtant été envahi par les eaux qui ont laissé un mètre environ de sédiments (la personne située à droite du bâtiment donne l'échelle). On constate toutefois que ces bâtiments (photo 39) n'ont pas subi de dommages structurels, malgré le caractère fortement torrentiel de la crue.

Des modifications importantes du parcours du cours d'eau sont visibles sur la photo 40, où ce restaurant, après avoir été envahi par la crue d'une rivière pourtant éloignée d'une centaine de mètres (photo 41), continue à être traversé par un nouveau bras.

Le franchissement des cours d'eau par des ouvrages submersibles a globalement prouvé son efficacité (photos 42 à 46), même si des embâcles de bois sont fréquentes à leur niveau.

## 4. MAREE DE TEMPETE ET HOULE CYCLONIQUE

### 4.1. OBSERVATIONS

Ces deux phénomènes sont différents. La marée de tempête est provoquée par la dépression dont les valeurs maximales sont situées dans l'oeil du cyclone. La houle cyclonique est levée par l'action du vent et peut se propager loin de l'ouragan.

Les phénomènes de marée de tempête n'ont été observés que pour le cyclone LUIS, à Saint Martin et à Saint Bartélémy. Une valeur d'environ un mètre de surcôte aurait été observée (d'après les services météorologiques), précédant l'arrivée de l'ouragan. Pour MARILYN, les prévisions météorologiques annonçaient une valeur de 2 m dans le Petit Cul de Sac, si la trajectoire devait passer dans la région de Pointe à Pitre (ce qui n'a pas été le cas).

Que ce soit dans les îles du Nord ou en Guadeloupe, les effets sur le littoral peuvent s'expliquer sans faire intervenir ce phénomène.

LUIS, et vraisemblablement MARILYN, ont généré une houle présentant des creux de 5 à 6 mètres sur le littoral de la Basse-Terre. Ces valeurs devaient être un peu plus faibles pour LUIS à Saint Martin. On notera que la houle est responsable de la rupture à 300 mètres du rivage de la Désirade de la canalisation d'alimentation en eau potable.

On a constaté que lorsque le littoral est séparé de la pleine mer par une barrière de corail délimitant un lagon, les effets de la houle ont été minimes. C'est le cas à Sainte-Rose, à Sainte-Anne, au Moule pour partie, et sur la côte nord-est de Saint Martin. Les cartes des atlas communaux traitant de manière conjointe les effets de la marée et de la houle, cette protection par les récifs de la houle peut paraître contradictoire avec le fait que dans ces zones (tout au moins pour le grand et le petit Cul de Sac Marin), les effets de la marée peuvent être amplifiés.

Les dégâts observés aux constructions et aux aménagements sont essentiellement causés par des phénomènes d'érosion. L'impact direct de la houle n'a causé que rarement des dégâts (baies vitrées du rez-de-chaussée des hôtels de Saint Martin). Pour les constructions, la majorité des dégâts ont été observés lorsque celles-ci étaient bâties sur les plages sableuses. L'érosion de ces plages étant très importante, une partie, voire la totalité des maisons ont été emportées avec le sable sur lequel elles étaient fondées. A Saint Martin, un hôtel situé sur le tombolo de Sandy Ground a vu sa base affouillée ce qui a engendré une rupture partielle des fondations.

Lorsque le littoral est protégé par des enrochements, le déplacement et le transport de ceux ci ont pu générer des effondrements destructeurs qui ont affecté tout particulièrement le réseau routier comme à Basse Terre, où la moitié de la chaussée de la route 2 fois 2 voies a été détruite sur 500 mètres environ. A Rivière Sens, la route Basse Terre-Vieux Fort, construite pour faciliter l'évacuation en cas d'éruption volcanique, a été fortement dégradée, surtout là où les enrochements ont cédé.

Lorsque le littoral est constitué d'affleurements de roches massives, comme au Moule ou en certains points de la Basse Terre, les dégâts ont été minimes.

Il apparaît donc que les dégâts se sont produit dans une bande de littoral plus ou moins large, suivant la nature des terrains et les effets de protection par les barrières récifales. Cette bande peut atteindre une quarantaine de mètres en zone sableuse. Par ailleurs, il faut constater que la surcôte totale de 4 m, qui sert à délimiter la zone la plus dangereuse des atlas communaux, n'a été atteinte ni par LUIS, ni par MARILYN, ni par HUGO en 1989 (sauf peut être à Sainte-Rose). Il apparaît donc que la bande des 4 mètres des atlas (zone rouge) correspond vraisemblablement à des phénomènes exceptionnels et localisés. L'aléa y est donc beaucoup moins élevé que dans la frange littorale. Les valeurs de surcôte de 8 mètres, qui correspondent aux zones bleues, sont a priori encore plus exceptionnelles, voire largement surestimées. On ne peut toutefois pas les négliger aux seules vues des conséquences de LUIS et de MARILYN.

On propose donc, pour les atlas futurs (et lors de la révision éventuelle de ceux déjà réalisés), de délimiter deux ou trois bandes, suivant que l'on agrège ou non les deux bandes actuelles.

La largeur de la première zone doit être modulée par la nature du littoral, en fonction de son érodabilité, et des protections naturelles (récifs). Dans cette zone on préconise l'interdiction de construire. Pour la deuxième zone, qui correspond à la première en vigueur dans les atlas déjà réalisés, amputé de la précédente, on recommande une évacuation préventive partielle ou totale, modulée par les prévisions météorologiques de la trajectoire et de la force du cyclone. Pour la troisième zone, si elle est conservée, on peut éventuellement recommander une vigilance particulière de la population.

## 4.2. COMMENTAIRE DES PHOTOGRAPHIES

### 4.2.1. Erosion côtière

Les dommages les plus spectaculaires visibles sur le littoral de St Martin sont certainement les centaines de bateaux jetés à la côte (photo 49). Mais ils sont surtout la conséquence des vents violents plutôt que de la houle et la marée de tempête.

Les dégâts liés à la houle ont le plus souvent pour origine des phénomènes d'érosion. Ils sont particulièrement importants et visibles au niveau des plages sableuses. A Grande Anse de Deshaies, la plage a reculé d'une quarantaine de mètres. Un restaurant (photos 47 et 48) se trouvait à cet endroit. Le recul est visible également à Malendure (photos 50 et 51) où le ponton, qui n'a pas souffert, est maintenant isolé de la terre.

#### **4.2.2. Dégâts aux infrastructures**

Les dégâts aux infrastructures ont été importants. Des phénomènes de liquéfaction d'un remblai sableux pourraient expliquer la surface moutonnée de ce parking à Bouillante (photo 52). Peu protégée, la route d'accès à la plage de Ferry est coupée (photo 53). Les dégâts sont beaucoup plus importants à Basse Terre (photo 54), où la moitié de la chaussée de la 2 fois 2 voies a été détruite sur plusieurs centaines de mètres, malgré la présence d'enrochements de protection. La photo 55 montre un affouillement sous la chaussée dans une zone non protégée.

La route Basse Terre-Vieux Fort a particulièrement souffert lorsque les enrochements ont cédé (photo 56).

Tout le dallage des quais de Marigot a été soulevé et dispersé (photo 58), mais la structure a tenu. Pour conclure avec ces exemples de désordres aux infrastructures, la promenade du bord de mer de Bouillante n'a pas résisté (photo 59).

#### **4.2.3. Dégâts aux constructions**

Les constructions légères (et précaires) du bord de mer sont, bien sûr, très vulnérables aux impacts directs de la houle (photos 60 et 61).

On peut mesurer l'importance de la mise en mouvement du sable sous l'effet du déferlement de la houle grâce à ce petit bateau enfoui profondément (photo 62). Lorsqu'une barrière de corail protège la côte (photo 64), les effets de la houle sont très atténués. Ce n'est pas la mer, mais le vent qui a soulevé, renversé et transporté ce catamaran de 25 tonnes (photo 65).

Lors du retrait du sable pendant la tempête, ce sont les fondations des maisons qui sont les plus vulnérables (photos 63 et 66). Celles de cet hôtel de St Martin se sont largement affaissées (photos 69, 70 et 71) et rompues. La dalle a toutefois tenu. On notera l'importance à cet endroit des mouvements du sable, qui est en partie revenu après le passage du cyclone, à la manière dont ce petit cargo s'est échoué (photos 67 et 69). Ces hôtels ont également souffert de l'invasion par les eaux, qui ont brisé les baies vitrées de ce restaurant situé en rez-de-chaussée (photos 72 et 73) et ont laissé un volume important de sable (les faux plafonds ont vraisemblablement été arrachés par le vent). Les chambres en rez-de-chaussée ont subi le même sort (photo 74). Cet hôtel (photo 75), mieux fondé, a beaucoup moins souffert.

Par contre, l'affaissement de la partie frontale de cette maison a provoqué une série de rupture qui ont gravement affecté sa structure (photos 76 et 77). Une terrasse, situé au premier plan, a été complètement emportée. Ce type de dégâts structurels a amené la ruine totale de cette maison (photos 78, 79 et 80), qui, fragilisée, n'a pas résisté aux effets concomitants du vent. La disparition du mur ou des piliers porteurs de cette terrasse a provoqué son effondrement (photos 81 et 82).

## 5. CONCLUSIONS

Cette mission s'est révélée très riche en enseignements, puisqu'elle a conduit à :

- proposer une amélioration de la cartographie des aléas marée de tempête et houle cyclonique ;
- valider les méthodes de zonage de l'aléa inondation ;
- modifier l'approche des phénomènes de mouvements de terrain .

Pour ces derniers, il serait particulièrement intéressant de réaliser un inventaire systématique en Martinique, et, si possible, en Guadeloupe, pour préciser les conditions d'apparition et de propagation de ces phénomènes. Cet inventaire devrait être réalisé au plus tôt, pour pouvoir profiter de la "fraîcheur" des désordres et des bonnes conditions de visibilité liées à la défoliation de la végétation par les cyclones.

Il serait également très utile de confirmer les observations concernant les crues torrentielles en délimitant de façon précise les zones inondées.

Ces inventaires pourraient être efficacement réalisés à l'aide d'une campagne de photographies aériennes et/ou d'acquisition d'images radar, pour permettre de s'affranchir des couches nuageuses fréquentes. Pour les glissements de terrain, un contrôle au sol systématique paraît nécessaire.

Comme toujours après le passage d'un événement météorologique important, le BRGM est sollicité par différents acteurs (communes, départements, services de l'état) pour définir des mesures d'urgence au niveau de certains mouvements de terrain. Il serait donc utile de réserver des fonds publics pour ce type d'intervention.

En conclusion, on citera le maire de Deshaies en Guadeloupe, qui rappelait que le risque cyclonique n'était pas le seul présent aux Antilles, et qui souhaitait que toutes les communes disposent, comme la sienne, d'un atlas communal des risques naturels.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

MOMPELAT P. (1994) - Unités cartographiques et évaluation de l'aléa mouvements de terrain en Guadeloupe (Antilles françaises). Thèse Doct., Univ. Paris 6, spéc. Sciences de la Terre.

**ANNEXE 1**

**MOUVEMENTS DE TERRAIN**

**Photographies**



photo 1 - MARILYN - Guadeloupe  
Route des Mamelles - Morne à Louis



photo 2 - MARILYN - Guadeloupe  
Route des Mamelles - Mamelle de Pigeon



photos 3 et 4 - MARILYN - Guadeloupe  
Col des Mamelles



photos 5, 6 et 7 - MARILYN - Guadeloupe  
Col des Mamelles



photos 8 et 9 - MARILYN - Guadeloupe  
Col des Mamelles

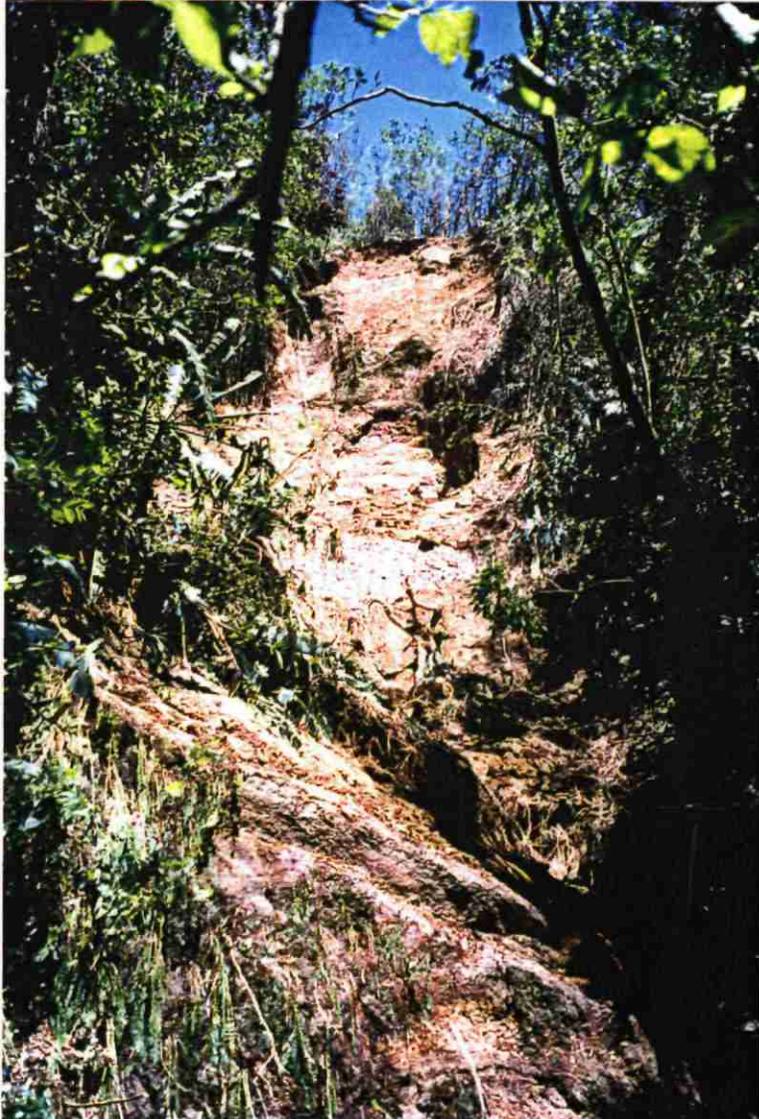




photo 10 - MARILYN - Guadeloupe  
Col des Mamelles



photo 11 - MARILYN - Guadeloupe  
Col des Mamelles



photos 12 et 13 - MARILYN - Guadeloupe  
Route St Claude - Matouba



photos 14 et 15 - IRIS - Martinique  
Commune du Francois



photo 16 - IRIS - Martinique  
Commune du Francois



photos 17 et 18 - IRIS - Martinique  
Commune du Francois



photos 19 à 22 - IRIS - Martinique  
Commune du Vauclin



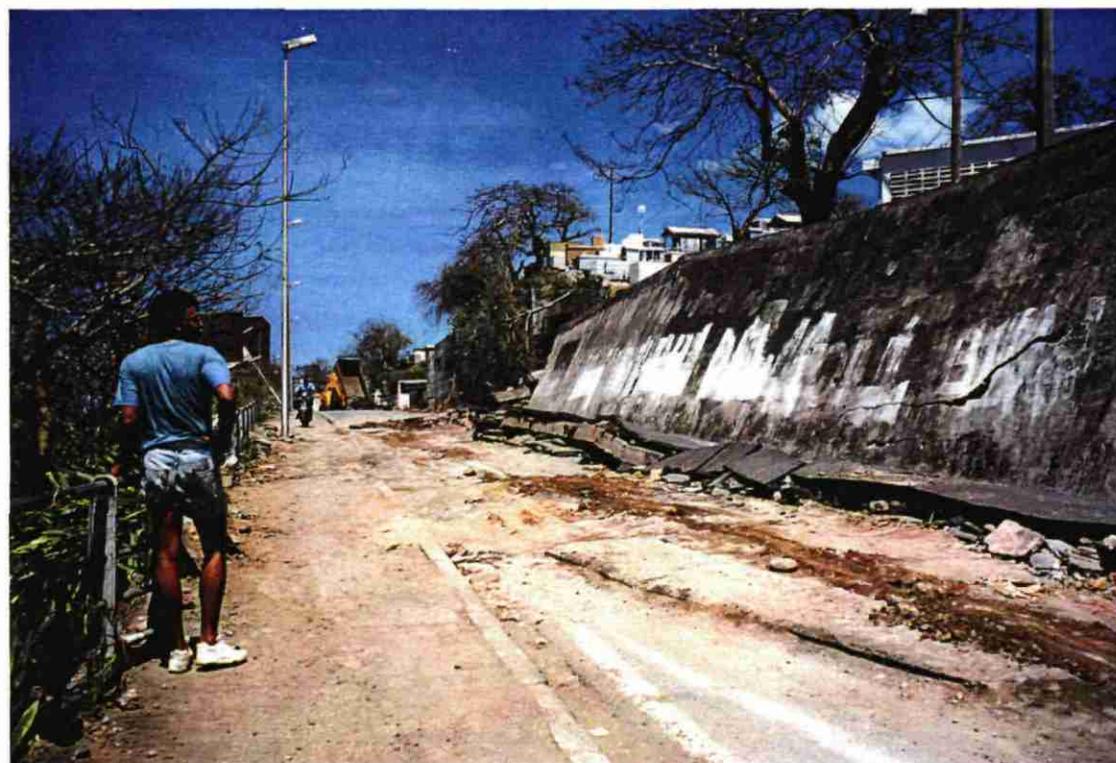
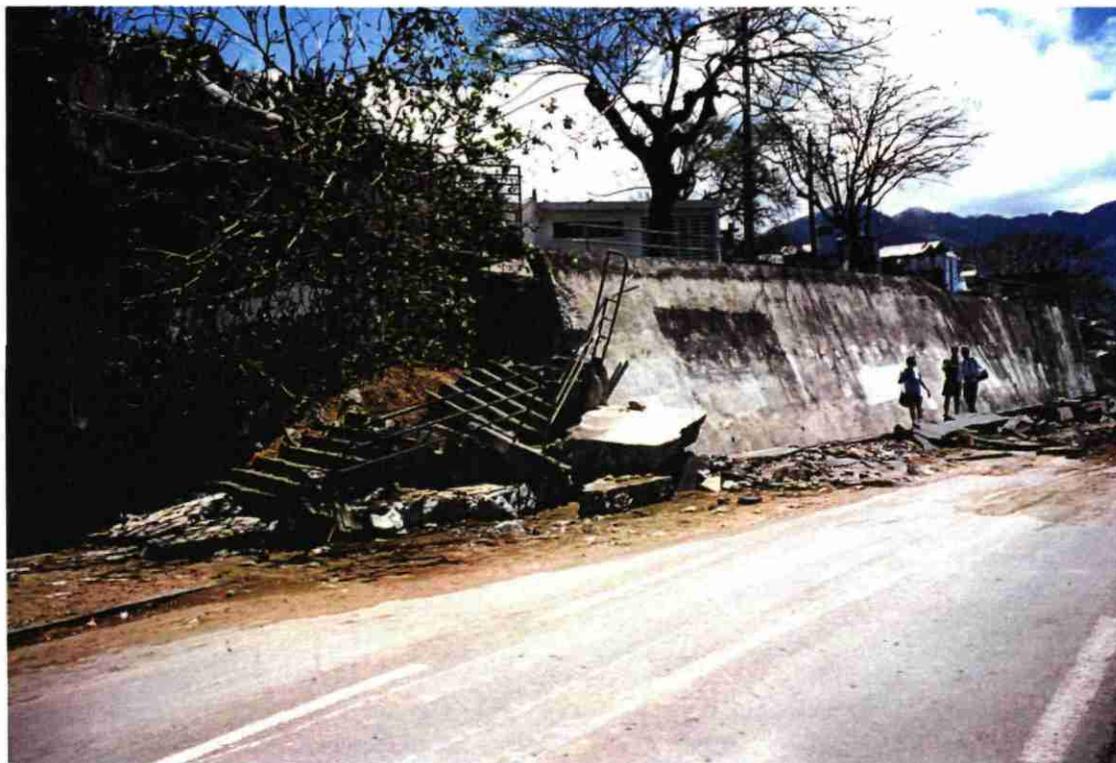
photo 23 - IRIS - Martinique  
Commune du Vauclin



photos 24 à 27 - LUIS - Guadeloupe  
RN 1 - Goyave



photos 28 et 29 - IRIS - Martinique  
RN 4 - St Joseph



photos 30 et 31 - MARILYN - Guadeloupe  
Basse Terre

**ANNEXE 2**

**INONDATIONS**

**Photographies**



photos 32 et 33 - MARILYN - Guadeloupe  
Ste Rose - Pont de la Boucan



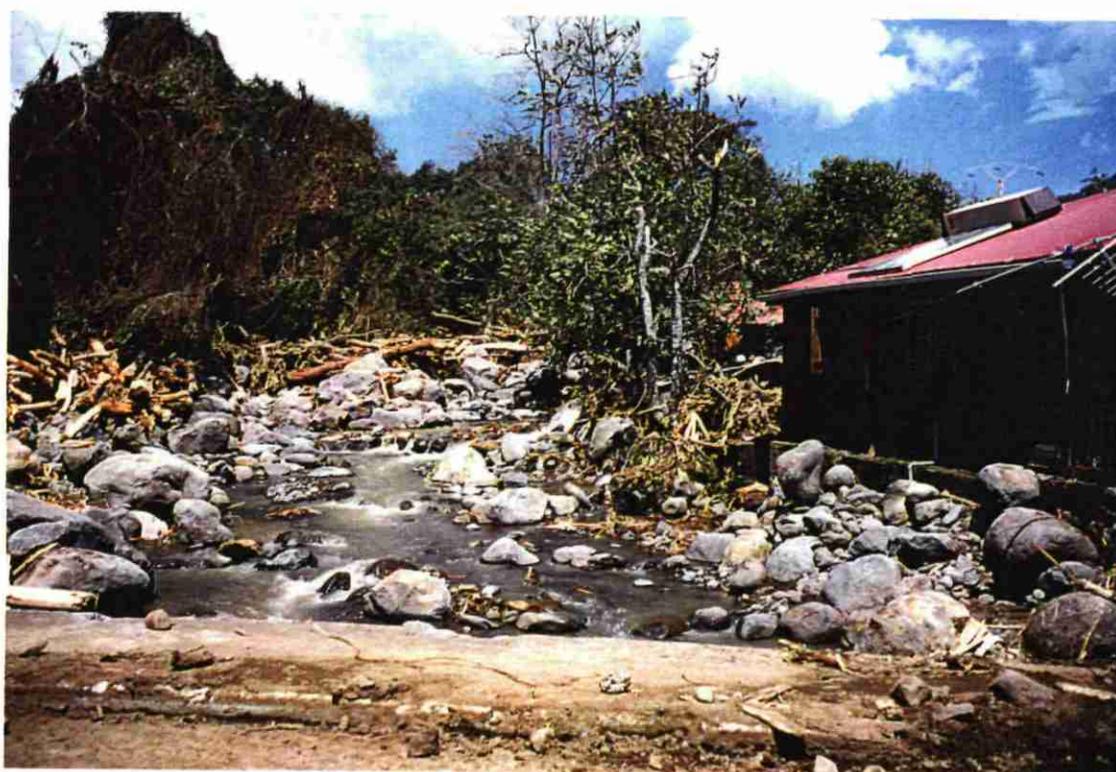
photos 34 et 35 - MARILYN - Guadeloupe  
Ste Rose - Pont de la Boucan



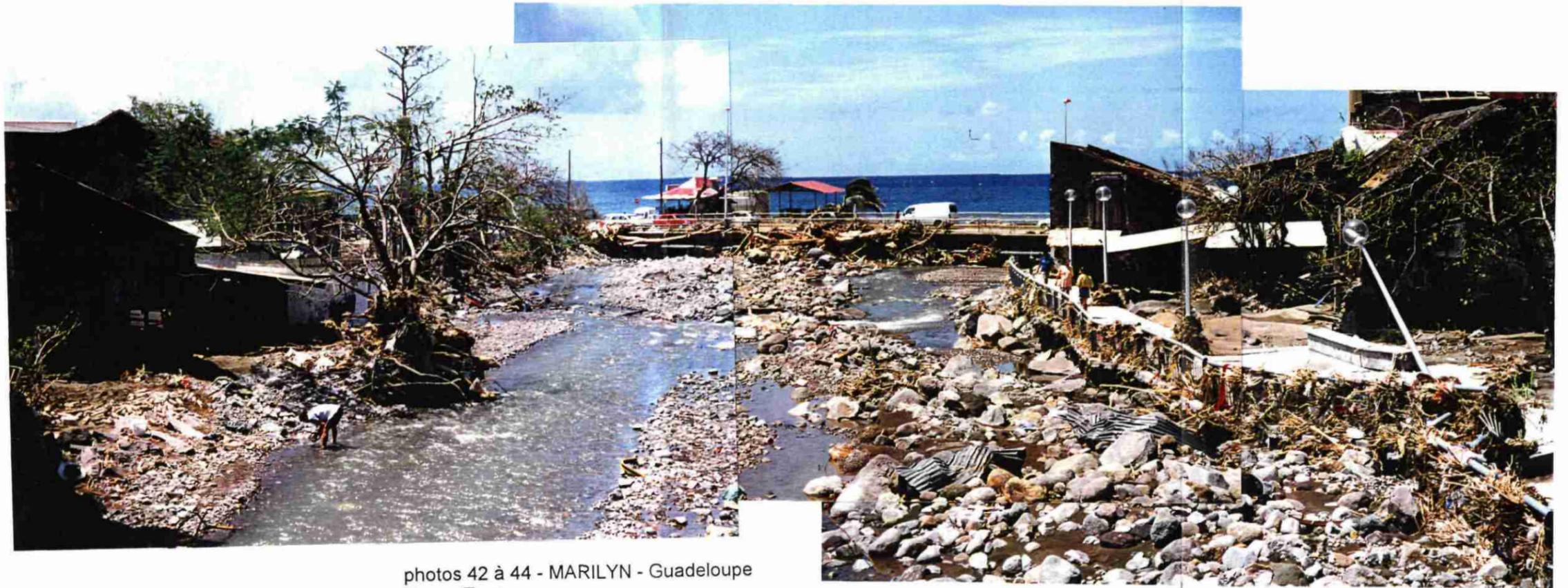
photos 36 et 37 - MARILYN - Guadeloupe  
Bouillante - Pigeon



photos 38 et 39 - MARILYN - Guadeloupe  
Bouillante - Pigeon



photos 40 et 41 - MARILYN - Guadeloupe  
Bouillante - Pigeon



photos 42 à 44 - MARILYN - Guadeloupe  
Basse Terre



photo 45 - MARILYN - Guadeloupe  
Pointe Noire



photo 46 - MARILYN - Guadeloupe  
Deshaies

**ANNEXE 3**

**HOULE CYCLONIQUE**

**Photographies**



photos 47 et 48 - LUIS - Guadeloupe  
Grande Anse de Deshaies



photo 49 - LUIS - St Martin  
Phillipsburg



photo 50 - LUIS - Guadeloupe  
plage de Malendure - Bouillante

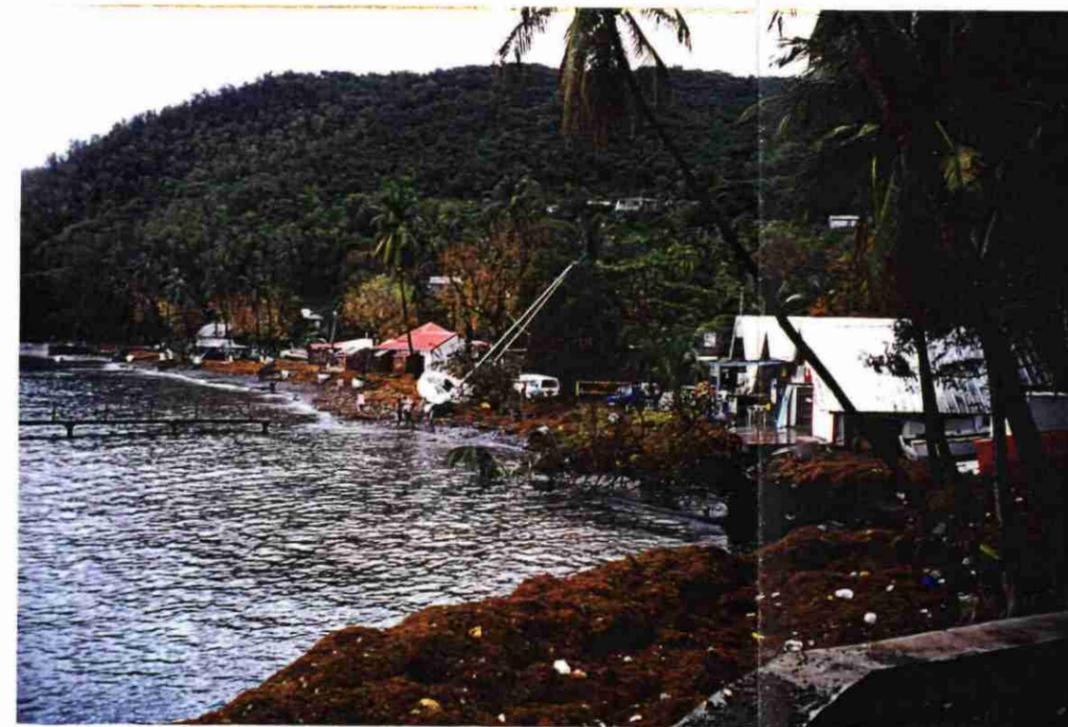


photo 51 - LUIS - Guadeloupe  
plage de Malendure - Bouillante

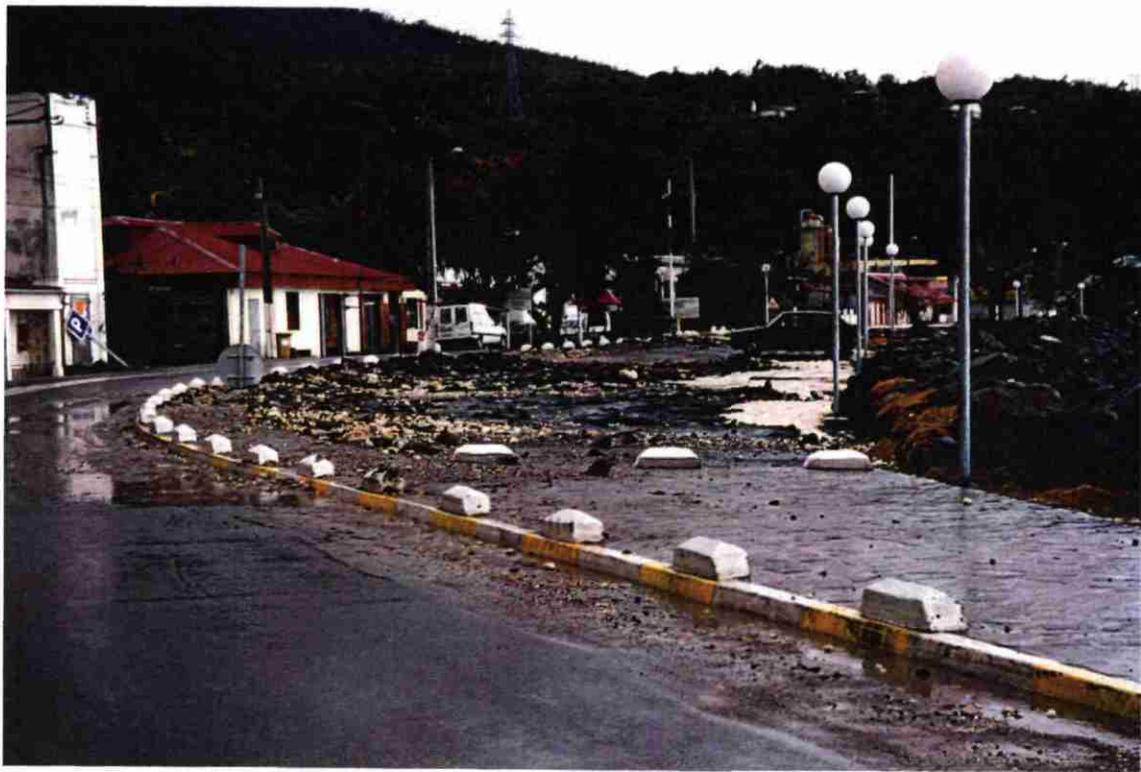


photo 52 - LUIS - Guadeloupe  
Bouillante

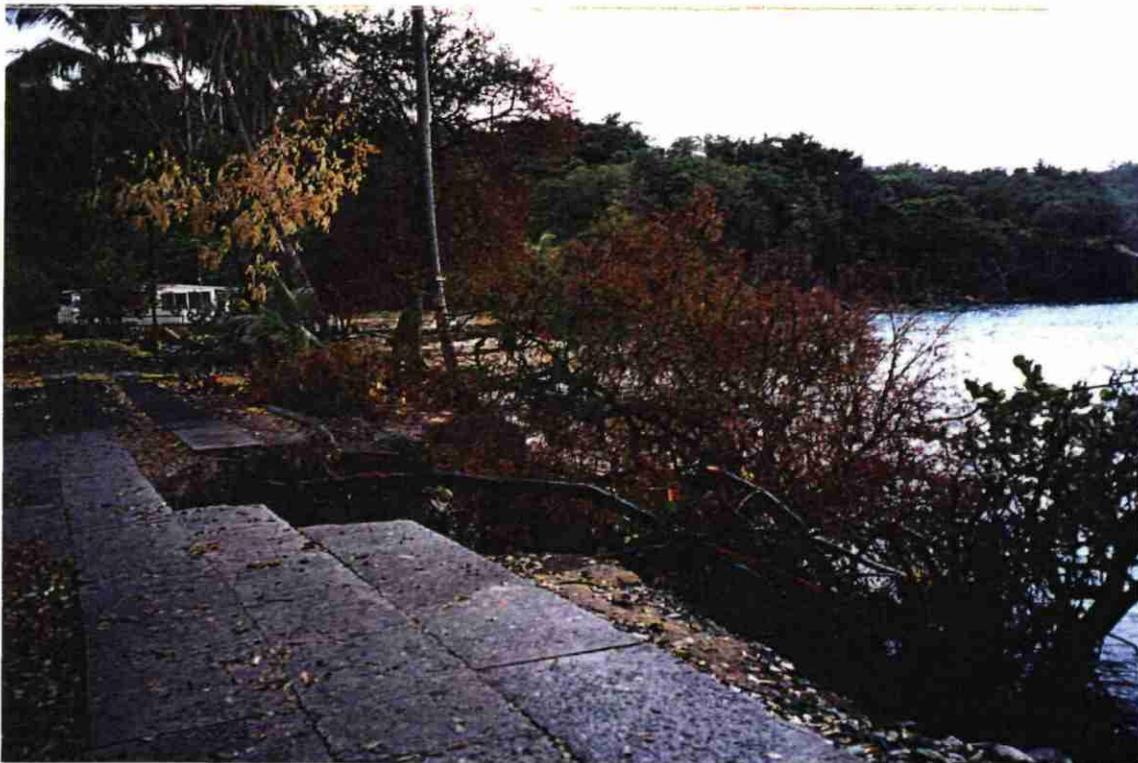


photo 53 - LUIS - Guadeloupe  
plage de Ferry - Pointe Noire



photo 54 - LUIS - Guadeloupe  
Basse Terre - RN 2



photo 55 - LUIS - Guadeloupe  
plage de Malendure - Bouillante



photos 56 et 57 - LUIS - Guadeloupe  
Gourbeyre - Rivière Sens

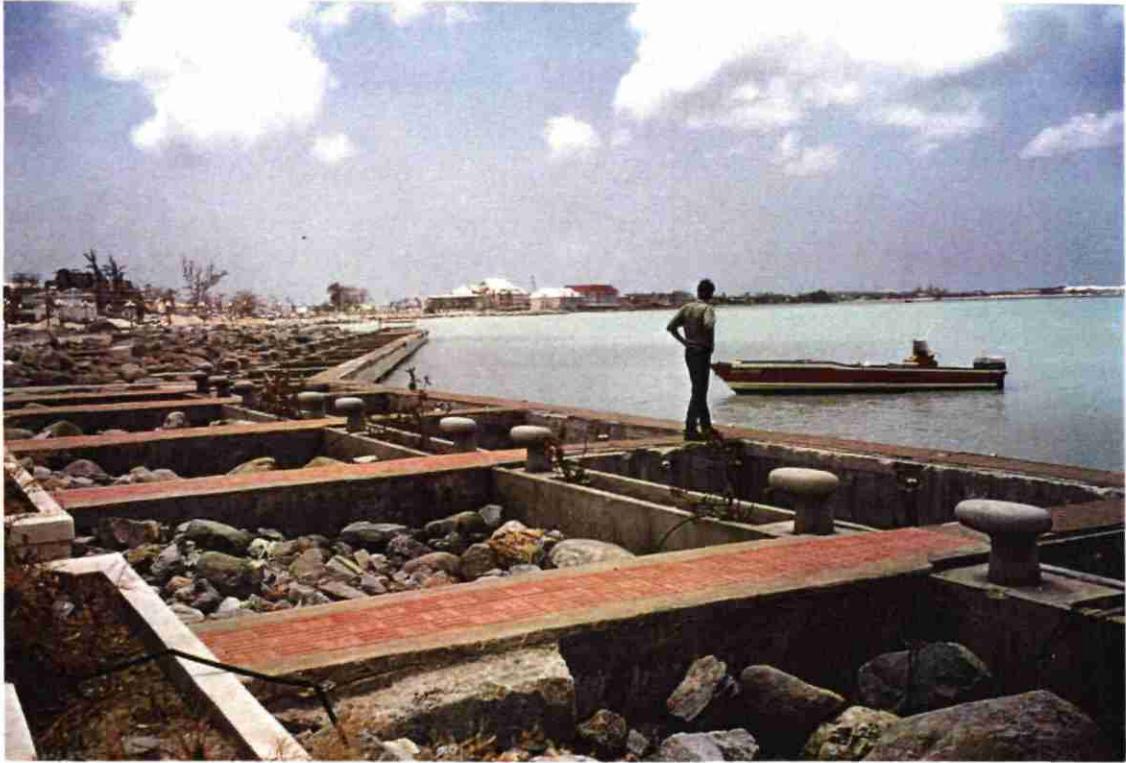


photo 58 - LUIS - St Martin  
Marigot



photo 59 - LUIS - Guadeloupe  
Bouillante



photo 60 - LUIS - Guadeloupe  
Bouillante



photo 61 - LUIS - Guadeloupe  
Pointe Noire - Ferry



photo 62 - LUIS - St Martin  
Grand Case



photo 63 - LUIS - St Martin  
Grand Case

photos 64 et 65 - LUIS - St Martin  
Côte Nord-Est

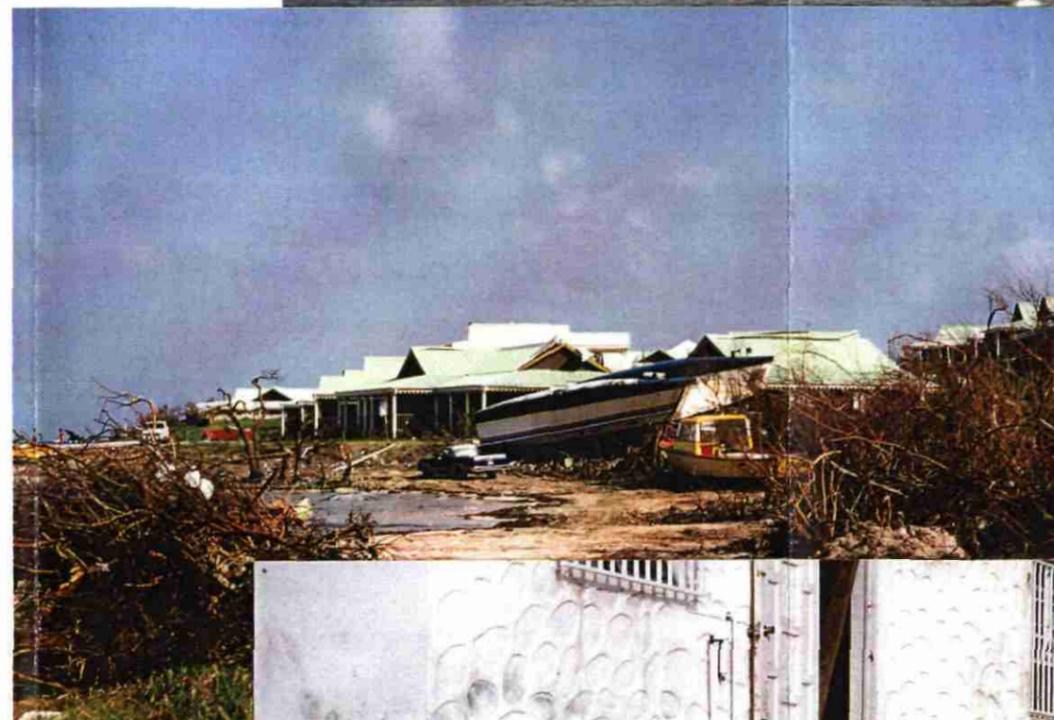
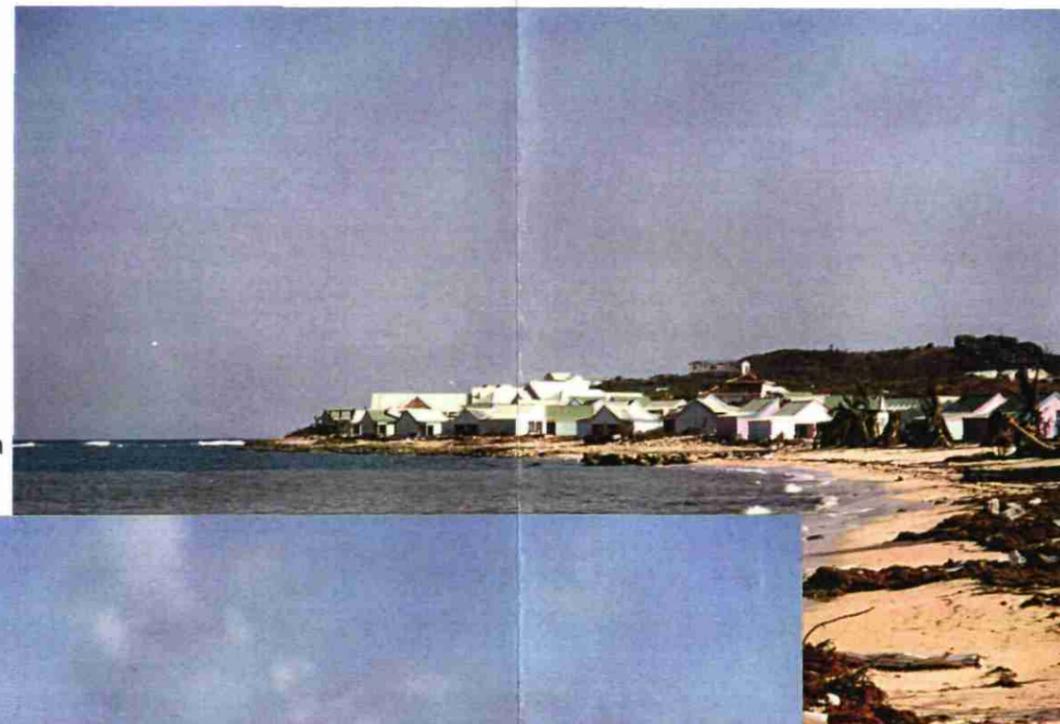


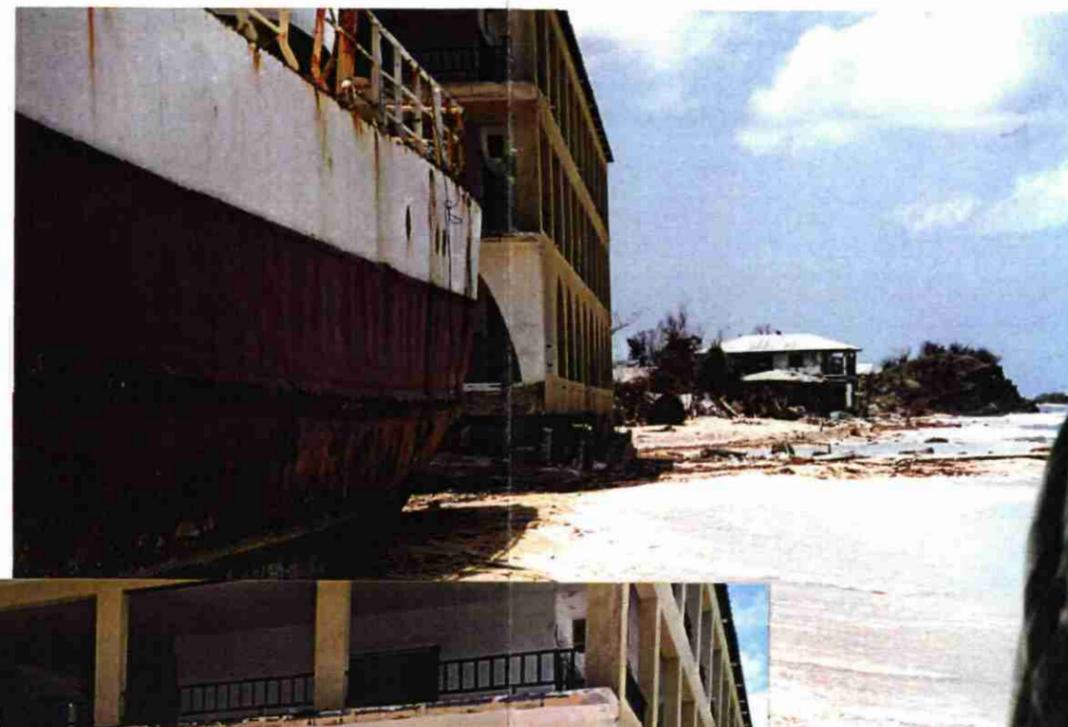
photo 66 - LUIS - St Martin  
Grand Case



photos 67 et 68 - LUIS - St Martin  
Sandy Ground



photos 69, 70 et 71 - LUIS - St Martin  
Sandy Ground

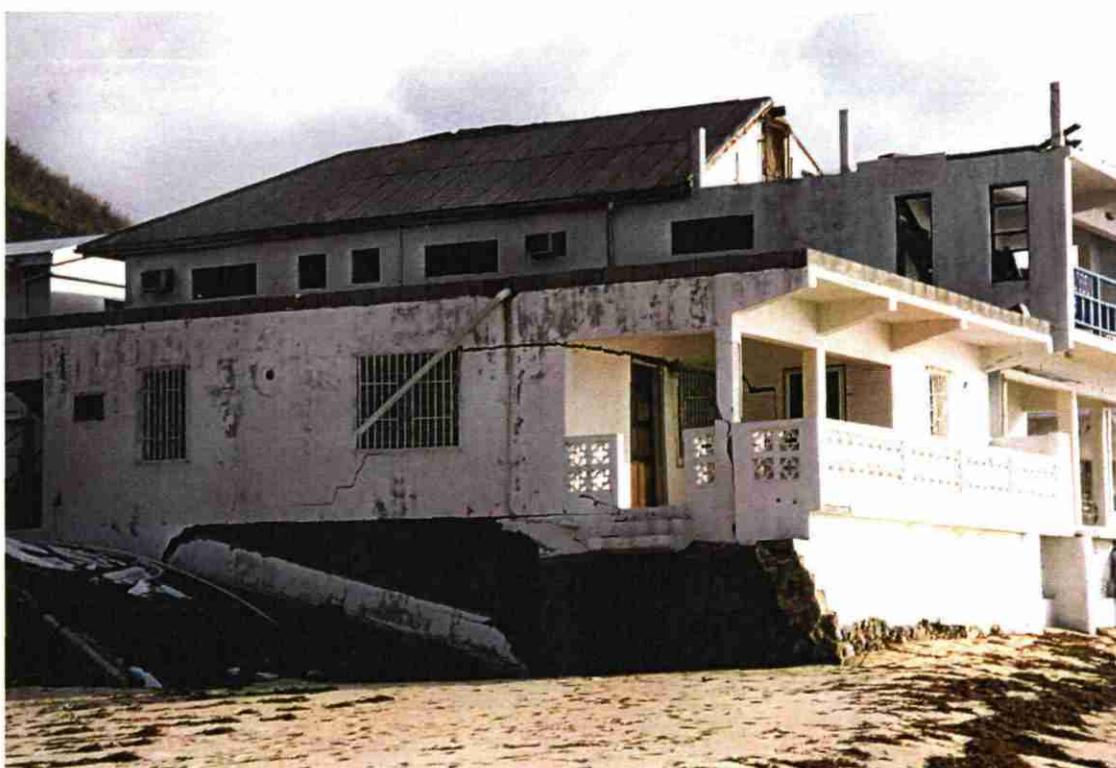




photos 72 et 73 - LUIS - St Martin  
Sandy Ground



photos 74 et 75 - LUIS - St Martin  
Sandy Ground



photos 76 et 77 - LUIS - St Martin  
Grand Case



photos 78 et 79 - LUIS - St Martin  
Grand Case

photo 80 - LUIS - St Martin  
Grand Case



photos 81 et 82 - LUIS - St Martin  
Grand Case