



POLE GEO-ENVIRONNEMENT

3, rue Jean Monnet

34830 Clapiers - France

Tél : 0467591811

Fax : 0467591824

Email : geoter@geoter.fr

Site Web : <http://www.geoter.fr>



DDE Guadeloupe
Service Aménagement et
Urbanisme

RAPPORT FINAL

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES METEOROLOGIQUES ET GEOLOGIQUES

Commune du Gosier

Rapport de présentation

Rapport GTR/DDEG/1207-273 Rev2

Client : DDE GUADELOUPE	Nature du document : RAPPORT FINAL	Identification : GTR/DDEG/0406-273 Rev1 N° Affaire : 1905	
Destinataire : M. Gérard LOUSTALOT <i>Responsable des Opérations</i>	Archivage GEO-TER (texte et figures) GTI/Affaires/1905	Date d'origine : 12/2005	Nombre pages : 38
<u>TITRE RAPPORT :</u>			
PLAN DE PREVENTION DES RISQUES METEOROLOGIQUES ET GEOLOGIQUES <i>Commune du Gosier</i>			
<u>SOUS TITRE RAPPORT :</u>			
<i>Rapport de présentation</i>			
Réalisation :  GEOTER Pôle Géoenvironnement 3, rue Jean Monnet 34830 Clapiers Tel.: 04-67-59-18-11 Fax: 04-67-59-18-24 Email: geoter@geoter.fr		N° du marché : Date : <i>Lettre de commande du 21/06/2005</i>	
		Approbation client : M. LOUSTALOT Direction départementale de l'équipement de la Guadeloupe, Service Aménagement et Urbanisme, Cellule Prévention des Risques et qualité des constructions, Saint-Phy, BP 54, F-97102 Basse-Terre Cedex	
Ce document est propriété du client et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation			
Date	Rédacteurs	Vérificateur	Approbateur
12/2007	O. MONGE D. CARBON	Ch. MARTIN	B. GRELLET
Visas			

SOMMAIRE

1	PRÉAMBULE	4
	LA DEMARCHE GLOBALE DE GESTION DES RISQUES NATURELS	5
1.1	Les risques naturels	5
1.2	Les Plans de Prévention des Risques (PPR)	5
2	LES RAISONS DE LA PRESCRIPTION DU PPR	6
3	LE CONTEXTE PHYSIQUE	7
3.1	Contexte morphologique	7
3.2	Contexte géologique	7
3.3	Contexte climatique	8
4	LES ENJEUX	10
4.1	Population	10
4.2	Zonage communal	10
4.3	Ouvrages et réseaux jugés stratégiques	10
5	LES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES	11
5.1	Phénomènes cycloniques	11
5.2	Phénomènes d'inondation	13
6	LES PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES	14
6.1	Les phénomènes sismiques	14
6.2	Les phénomènes de mouvements de terrain	18
7	LES ALEAS MÉTÉOROLOGIQUES	22
7.1	Aléas cycloniques	22
7.2	Aléa inondation	25
8	LES ALEAS GÉOLOGIQUES	27
8.1	Aléas sismiques	27
8.2	Aléa mouvements de terrain	32
9	PRESENTATION DU PLAN DE ZONAGE ET DU REGLEMENT	34
9.1	Présentation du plan de zonage	34
9.2	Présentation du règlement	37
10	LISTE DES FIGURES	38
11	LISTE DES TABLEAUX	38

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES METEOROLOGIQUES ET GEOLOGIQUES

Commune du Gosier

Rapport de présentation

1 PRÉAMBULE

Les études techniques des PPR des communes des Abymes et du Gosier ont été élaborées par le BRGM (MOMPELAT et VINÇON, 2002). Pour ces communes, comme pour celles de Sainte-Anne et de Morne-à-l'Eau, l'unité morphologique des Grands Fonds constituait une zone particulière, sans zonage des aléas naturels. Compte tenu de la population résidant dans ce secteur, la DDE Guadeloupe a souhaité préciser les aléas avant la finalisation des PPR. Une étude spécifique des aléas inondation et mouvements de terrain a donc été confiée à Antéa sur le secteur des Grands Fonds (dossier n°A37824, mai 2005). La prestation de GEOTER porte sur la mise à jour des PPR, des communes des Abymes et du Gosier. Elle se limite donc à :

- L'intégration des études existantes hors Grands Fonds (BRGM, 2002) et au sein Grands Fonds (Antéa, 2005) ;
- L'actualisation des atlas cartographiques (enjeux et des aléas) ;
- La mise à jour du rapport de présentation ;
- L'élaboration du plan de zonage réglementaire.

Pour autant, une analyse des documents antérieurs (note méthodologique¹) a soulevé quelques remarques et interrogations, pour lesquelles des ajustements et des réponses sont apportées. A la suite de la présentation du projet de PPR, et dans le cadre de la concertation accompagnant l'élaboration du PPR, notamment la procédure d'enquête publique, la mairie du Gosier a fait réaliser des études spécifiques pour préciser les aléas sur le secteur de la Cocoteraie.

- Etude de faille, réalisée pour le compte de la mairie de Gosier (août 2007), rapport d'étude GEOTER GTR/GOS/0807-392 ;
- Etude hydraulique, réalisée pour le compte de la mairie de Gosier (août 2007), rapport d'étude SAFEGE 97/QV018/SB version n°2.

Il a donc été tenu compte de ces nouvelles études pour préciser localement les cartes d'aléas et le plan de zonage, postérieurement à l'enquête publique et compte tenu des réunions de concertations tenues en mairie (18 et 30 octobre 2007)

¹ Rapport GTR/DDEG/0106-271Rev1

LA DEMARCHE GLOBALE DE GESTION DES RISQUES NATURELS

1.1 Les risques naturels

En matière de sécurité face au risque naturel, l'action de la collectivité prend trois formes principales : l'alerte, la protection et la prévention.

- **L'alerte** consiste à prévenir à temps la population et les responsables de la sécurité pour que des dispositions de sauvegarde soient prises.
- **La protection** est une démarche plus active. Elle met en place un dispositif qui vise à réduire, à maîtriser, à supprimer les effets d'un aléa.
- **La prévention** est une démarche fondamentale à moyen et long termes. La prévention consiste essentiellement à éviter d'exposer les personnes et les biens par la prise en compte du risque dans la vie locale et notamment dans l'utilisation et l'aménagement du territoire communal. Elle permet aussi des économies très importantes en limitant les dégâts. En effet, un événement naturel majeur peut avoir un coût considérable : endommagement des biens privés et des infrastructures publiques, chômage technique, indemnisations, remises en état, coût des personnels et des matériels mobilisés sans compter les effets psychologiques.

1.2 Les Plans de Prévention des Risques (PPR)

Les PPR poursuivent deux objectifs principaux :

- **Constituer et divulguer une connaissance du risque**, pour que chaque personne concernée soit informée et responsabilisée.
- Instituer une **réglementation minimum mais durable**, afin de garantir les mesures de prévention. C'est pour cela que le PPR constitue une **servitude d'utilité publique** affectant l'utilisation du sol et s'impose notamment au plan local d'urbanisme (PLU) lorsqu'il existe.

Le PPR est donc aussi l'outil qui permet d'afficher et de pérenniser la prévention.

Il est utile de préciser qu'avant l'approbation des PPR, il était déjà tenu compte des risques naturels dans la délivrance des Permis de Construire. En Guadeloupe, les atlas communaux sont exploités en tant que documents informatifs, portant à connaissance les risques naturels.

2 LES RAISONS DE LA PRESCRIPTION DU PPR

Les communes de Guadeloupe sont exposées à plusieurs phénomènes naturels, météorologiques et géologiques. Pour mémoire, il suffit de rappeler quelques manifestations naturelles dramatiques :

- Le grand cyclone de 1928 qui fit des milliers de victimes (Encart 2),
- Les vents violents de l'Ouragan Hugo qui cyclonèrent une grande partie de la Guadeloupe en septembre 1989 ;
- Les inondations récurrentes lors de fortes pluies (LENNY, 1999, novembre 2004) dans les Grands Fonds et sur le reste du territoire communal ;
- Le séisme du 8 février 1843 qui fit des milliers de victimes en Guadeloupe ;
- Les mouvements de terrains dont le déclenchement se généralise lors d'épisode pluvieux importants ;

Ces événements naturels ont ainsi donné lieu à plusieurs arrêtés de catastrophe naturelle (CAT-NAT, Tableau 1), démontrant incidemment la vulnérabilité des biens exposés.

L'exposition de la commune du Gosier aux risques naturels justifie la prescription du présent Plan de Prévention des Risques naturels météorologiques et géologiques.

Type de catastrophe	Événement	Arrêté
Inondations et coulées de boue	09/10/1990	07/02/1991
Inondations, coulées de boue, éboulements, glissements ou affaissements de terrain et chocs mécaniques liés à l'action des vagues consécutifs au passage de l'ouragan Luis	4 au 7/09/1995	19/09/1995
Inondations et coulées de boue	20/10/1998	05/03/1999
Inondations et coulées de boue	18 et 19/11/1999	29/11/1999
Séisme	21/11/2004	11/01/2005
Inondations et coulées de boue	21/11/2004	04/02/2005

Tableau 1 : Arrêté de catastrophe naturelle (d'après <http://www.prim.net>).

3 LE CONTEXTE PHYSIQUE

La ville du Gosier est située au Sud-ouest de la Grande-Terre. Le territoire communal s'étend sur 12 km d'Est en Ouest parallèlement à la côte et sur 7 km du Nord au Sud. La superficie totale est d'environ 46 km² ; elle est limitée :

- A l'Est par la commune de Sainte-Anne ;
- Au Nord par la commune des Abymes ;
- A l'Ouest par la ville de Pointe-à-Pitre ;
- Au Sud par l'océan Atlantique et le Grand-Cul-de-Sac Marin.

3.1 Contexte morphologique

Morphologiquement (Figure 1), la commune du Gosier est en totalité située dans les Grands Fonds. On peut cependant distinguer :

- Au Nord de la RN4, la zone de plateau des Grands Fonds ;
- Au Sud de la RN4 les dépressions de Belle-Plaine et de Saint-Félix, d'orientation Est / Ouest ;
- Plus au Sud, le plateau du bourg du Gosier.

La zone des Grands Fonds est une curiosité naturelle remarquable, comparable à un labyrinthe de vallées sinueuses entre des mornes coalescents escarpés (pente moyenne des versants de l'ordre de 25°) dont les altitudes culminent à 135 m.

La transition avec la dépression de Belle-Plaine, et dans une moindre mesure celle de Saint-Félix, est abrupte, liée à un escarpement de ligne faille (§ 6.1.1 et § 8.1.1). Ces dépressions sont à une altitude inférieure à 2,5 m NGG. Les exutoires naturels sont la zone de Grand-Baie d'une part, la Saline D'autre part.

Le plateau du bourg du Gosier a une altitude maximale de 50 m. Le littoral est accore.

3.2 Contexte géologique

La Grande-terre est une île appartenant à « l'arc externe » des Petites Antilles. Elle est formée de dépôts volcano-sédimentaires et carbonatés qui couvrent un socle probablement volcanique.

A l'affleurement, les formations carbonatées sont des calcaires biodétritiques à nodules algaires², surmontés par les calcaires à polypiers³. Un niveau volcano-sédimentaire repère est intercalé au sein des calcaires biodétritiques.

² Pliocène à pléistocène inférieur.

³ Pléistocène inférieur (0,78 à 1,8 Ma).

La tectonique a individualisé trois régions différentes :

- Les Grands Fonds au Sud-ouest ;
- Les Plateaux de l'Est ;
- Les Plateaux du Nord.

Les Grands Fonds sont de plus basculés vers l'Ouest, d'où un ennoisement progressif des reliefs calcaires sous les argiles rouges dans la plaine des Abymes

Bien que moins poussée qu'en Basse-Terre, l'altération affecte l'ensemble de ces dépôts.

Du point de vue des formations superficielles, on rencontre :

- Des cordons littoraux sableux ;
- A l'arrière de ces cordons ou dans les zones basses littorales peu agitées, des dépôts colluviaux vasards de mangrove.

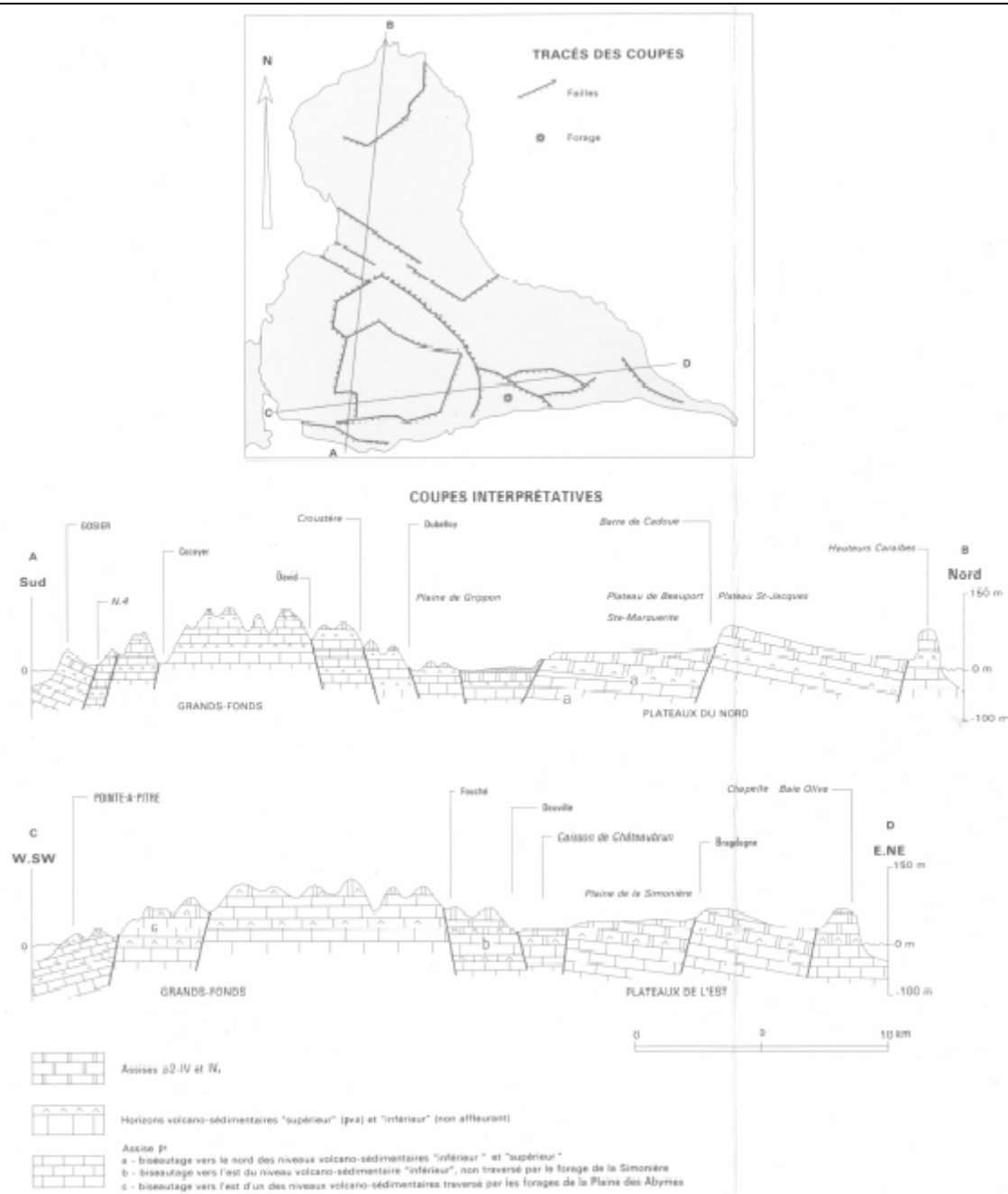
L'aménagement de ces zones de mangrove se fait généralement par remblaiement en « tuf » calcaire.

3.3 Contexte climatique

Le climat général de la Guadeloupe est de type tropical maritime, partagé entre :

- Une saison sèche (carême, de janvier à mai) avec des pluies peu abondantes et des températures plus modérées ;
- Une saison humide et plus chaude (hivernage, de juillet à novembre), propice aux cyclones (Encart 1).

En raison de ses faibles reliefs, la Grande-Terre ne retient que partiellement l'humidité des masses d'air atlantiques, poussées par les alizés d'Est / Nord-Est. Les hauteurs annuelles moyennes de précipitation sont comprises entre 1250 et 2000 mm.



Crédit : carte géologique de Grande-Terre (GARRABE et al., 1988)

Figure 1 : Géomorphologie de la Grande-Terre.

4 LES ENJEUX

4.1 Population

Selon le recensement de l'INSEE (1999), la population communale est de plus de 25 000 habitants. Il s'agit de la troisième commune de Guadeloupe, représentant 6 % de la population régionale.

4.2 Zonage communal

Il s'agit de distinguer

- Les espaces urbanisés, protégés ou non par un ouvrage ;
- Les espaces non urbanisés.

La carte des principaux enjeux est établie à 1/25 000 (Atlas cartographique), sur la base du POS fourni par la DDE. La règle de répartition suivante est proposée :

- Zones urbanisées (U) ;
- Zones non urbanisées,
Zones agricoles (NC),
Zones à protéger (ND),
Zones naturelles et forestières.

Le cas des zones d'urbanisation future (NA) et des zones d'urbanisation diffuse, partiellement équipées (NB) n'est pas définitivement tranché.

4.3 Ouvrages et réseaux jugés stratégiques

La commune du Gosier abrite notamment les ouvrages suivants :

- Un relais de communication à Mare Gaillard ;
- Un poste de transformation haute / moyenne tension au Nord de Chauffours.

En outre, une activité touristique importante s'est développée sur le territoire communal, avec des hôtels (Créole Beach Hôtel , hôtel Arawak...), des restaurants, un Casino, une partie de la marina, des discothèques, etc..

Le réseau d'eau est représenté géographiquement (Atlas cartographique), malgré une précision très insuffisante.

5 LES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

5.1 Phénomènes cycloniques

Le phénomène cyclonique (Encart 1) se traduit essentiellement par les manifestations suivantes :

- Des **vents** d'autant plus violents que l'intensité du cyclone est forte (Tableau 3).
- De très fortes pluies, entraînant des **inondations** avec débordements de cours d'eau.
- L'impact de la **houle cyclonique** sur le littoral.
- Une **submersion marine**, résultant de plusieurs facteurs (marée astronomique, marée de tempête et surcote dynamique liée à la houle).

En termes d'effets induits, la hausse du niveau de la mer peut avoir comme conséquence de ralentir l'écoulement des rivières et donc de provoquer ou d'amplifier des inondations jusqu'à l'intérieur des terres, en particulier en présence de précipitations abondantes. De plus, l'épisode pluvieux important associé au passage d'un cyclone déclenche fréquemment des mouvements de terrain.

La Guadeloupe éprouve assez souvent des phénomènes cycloniques. Lors des 100 dernières années, on comptabilise 26 phénomènes cycloniques, soit 14 Tempêtes Tropicales et 12 Ouragans, ce qui représente en moyenne :

- 1 phénomène cyclonique (tempête ou ouragan) tous les 3 ou 4 ans ;
- 1 ouragan tous les 8 ou 9 ans.

Les deux plus forts ouragans du 20^{ème} siècle ayant concerné la Guadeloupe sont l'ouragan du 12 septembre 1928 et HUGO le 16 septembre 1989 (Encart 2). Ils ont atteint la catégorie 4 (vents soutenus compris entre 210 et 250 km/h), avec des rafales ponctuelles de 270 à 300 km/h. D'autres cyclones restent « marquants » pour l'ensemble des guadeloupéens :

- CLEO et ses 14 victimes en 1964,
- INEZ responsable de 25 morts en 1966.

Ces phénomènes ont eu des conséquences catastrophiques en Guadeloupe, principalement en raison de l'extrême violence de leurs vents. Toutefois, des cyclones moins puissants, au sens de la classification de SAFFIR-SIMPSON, peuvent avoir des conséquences dommageables, liées aux inondations ou à la houle :

- MARYLIN (septembre 1995) n'est qu'un ouragan de classe 1, cependant, les pluies violentes qui la caractérisent sont intervenues sur des sols saturés suite au passage de LUIS (8 jours plus tôt) et d'IRIS (3 semaines plus tôt). Du point de vue de la pluviométrie, les périodes de retour associées à MARYLIN ont ainsi été estimées entre 50 et 100 ans dans la région de la Soufrière et sur la Côte-sous-le-Vent.
- La houle du cyclone LENNY (17 au 19 novembre 1999), particulièrement atypique, et hors de toute alerte cyclonique a été particulièrement destructrice sur les côtes Caraïbes du Nord de la Martinique jusqu'à la Guadeloupe.

Encart 1 : Appellation et classification des cyclones de la région Atlantique (d'après METEO-France).

Un cyclone est une perturbation à circulation tourbillonnaire des régions tropicales, généralement d'une intensité déjà forte. C'est un terme courant, à usage général, et on lui préfère, les termes de dépression tropicale, tempête tropicale ou ouragan, qui font référence à l'intensité des vents maximums générés. On considère en réalité le vent le plus fort en valeur soutenue durant 1 minute. C'est ce que l'on dénomme le vent maximum soutenu.

- Si ce vent soutenu ne dépasse pas 63 km/h (34 nœuds), on parle de **Dépression Tropicale**. Elle est numérotée, la première de l'année en début de saison portant le numéro 1. Les vents étant faibles, les risques seront induits essentiellement par les pluies fortes, voire intenses.
- Si les vents soutenus les plus forts sont compris entre 63 et 117 km/h (34 à 63 nœuds), on parle de **Tempête Tropicale**. On lui attribue un prénom. Si les pluies sont toujours à craindre, les vents commencent à faire des dégâts, notamment dans la végétation fragile telle que les bananeraies, et avec eux la mer devient grosse et dangereuse à son passage.
- Si le cyclone est encore plus développé, les vents peuvent dépasser ce seuil de 117 km/h. C'est alors ce qu'on appelle depuis 1986 dans les Antilles françaises, un **Ouragan**. Pour distinguer l'ampleur des dégâts que ces vents peuvent occasionner, on a déterminé plusieurs catégories selon la force des vents maximums générés par ces ouragans.

La classification qui fait référence est celle de Saffir-Simpson, qui comporte 5 catégories (Tableau 3) :

- Classe 1 : vents maximums compris entre 118 et 153 km/h (64 à 83 nœuds) ;
- Classe 2 : vents maximums compris entre 154 et 177 km/h (84 à 95 nœuds) ;
- Classe 3 : vents maximums compris entre 178 et 209 km/h (96 à 113 nœuds) ;
- Classe 4 : vents maximums compris entre 210 et 249 km/h (114 à 134 nœuds) ;
- Classe 5 : vents maximums dépassant 249 km/h (≥ 135 nœuds), c'est la catégorie reine des super-cyclones.

Encart 2 : Les cyclones en Guadeloupe (d'après SAFFACHE et al., 2003).

CYCLONE DU 12 SEPTEMBRE 1928 (GILLOT-PETRE, 1996⁴)

« Le 12 septembre 1928 un ouragan, comme on n'en avait pas vu depuis au moins un demi-siècle écrabouilla la Guadeloupe. D'une dimension phénoménale, la masse énorme de la tempête mit dix-huit heures à traverser [l'île]. Le cyclone ne laissa pas pierre sur pierre et anéantit indifféremment les êtres et les choses. On releva, à peu près mille cinq cents morts, sans connaître jamais le nombre de disparus, des blessés et des psychiquement atteints. Les photographies de l'époque (Photo. 1) montrent une dévastation inouïe de l'ordre du cataclysme. Le souvenir de ce carnage a parcouru toutes les générations jusqu'aujourd'hui. Même l'ouragan Hugo de 1989 ne l'a pas détrôné. »

HUGO (16 SEPTEMBRE 1989)

Le vent maxima autour de l'œil de HUGO est de l'ordre de 200 à 220 km/h avec des rafales probables à 240 km/h. Localement, les rafales ont pu atteindre ou dépasser 270 km/h. Le vent a été le principal vecteur destructeur. Les précipitations ont été importantes, mais pas exceptionnelles (150 à 300 mm en 48 h). Le cyclone HUGO, en traversant la Guadeloupe, cause la mort de 12 personnes. Il occasionne 25 000 sans abri, ravage les cultures et l'élevage (65 000 ha de bananeraies sont détruits) et sinistre l'économie de l'ensemble de l'île. Les zones les plus touchées sont Désirade et Grande Terre. Officiellement, les dommages ont été chiffrés à 4,8 milliards de francs (730 millions d'Euros)⁵ pour la Guadeloupe.

⁴ Alain GILLOT-PETRE (1996). Le 12 septembre 1928, roman d'un cyclone. Paris Michel LAFON.

⁵ LEDOUX (1995), in SAFFACHE et al. (2003).



Collection LAMECA⁶, © Thierry Gniecchi

Photo. 1 : Cartes postales anciennes du cyclone de 1928 en Guadeloupe

5.2 Phénomènes d'inondation

La plupart des inondations éprouvées en Guadeloupe sont d'origine fluviale (rivières et ravines), parfois simplement pluviale (eaux de ruissellement) notamment dans les zones basses. Ainsi, certaines zones sont inondées de manière récurrente à chaque pluie un peu importante.

Les pluies de l'épisode 18 au 21/11/2004 et celles associées à LENNY (11/1999) ont été les plus violentes de ces dernières années. Les routes coupées à l'occasion de ces événements et quelques photos de désordres sont présentées sur la carte informative (Atlas cartographique, d'après Antéa, 2005).

⁶ <http://www.lameca.org/>

6 LES PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES

6.1 Les phénomènes sismiques

6.1.1 Faille co-sismique et indice de rupture de surface

Dans l'état actuel des connaissances géologiques, il n'y a pas, en Grande Terre, d'exemple de faille ayant produit des ruptures en surface co-sismiques.

La sismicité historique locale ne permet pas non plus de suspecter que de telles ruptures aient pu avoir lieu à terre, sur la période historique, qui ne remonte toutefois pas au-delà du XVI^e siècle. Seul, le séisme superficiel du 29 avril 1897, de magnitude probable comprise entre 5,5 et 5,8 aurait pu produire de telles ruptures, mais son épicentre a été localisé en mer dans le Petit cul-de-sac marin.

En revanche, des études géologiques montrent que des failles et des déformations affectent des dépôts géologiques de moins de quelques centaines de milliers d'années. Concernant la commune du Gosier, l'activité récente du système de failles de Gosier est démontrée. Le catalogue de sismicité instrumentale de l'IPGP (2001) montre l'existence de quelques séismes superficiels à proximité de la faille de Gosier, susceptibles de lui être associés.

Le système de failles de Gosier représente la bordure Nord du rift de Marie Galante. Ce dernier est limité au Sud par le système de failles de Morne-Piton Marie-Galante dont l'activité sismique est reconnue (exemples des séismes du 03 août 1992, Mw=5.4 ; 05 janvier 2001, Mw=5.7, 05 avril 2001, Mw=5.1). La potentialité sismique de la faille de Morne Piton est estimée à M~6.5 pour une période de retour de 1400 à 3300 ans (FEUILLET *et al.*, 2004). Des séismes superficiels avec de telles magnitudes sont susceptibles d'engendrer des ruptures de surfaces co-sismiques.

La **carte des failles** (Atlas cartographique) est établie d'après la synthèse BRGM (TERRIER et COMBES, 2001). Pour ces structures géologiques, les connaissances sur le tracé et l'activité sont analysées successivement et synthétisées (Note méthodologique¹). Chaque faille est ainsi qualifiée par un indice de qualité (I.Q.). Ces informations sont représentées géographiquement (**Carte informative des failles et évidences de déplacement en surface**, atlas cartographique).

6.1.2 Secousses sismiques

Les Guadeloupéens ressentent régulièrement des tremblements de terre de faible intensité, avec une fréquence plus élevée en Grande Terre que sur la Basse Terre. Les séismes destructeurs, fort heureusement moins nombreux, appartiennent toutefois à l'histoire récente de la Guadeloupe. Les manifestations du séisme du 21 novembre 2004 (magnitude 6,3), près des Saintes, sont considérées comme un avertissement, rappelant la tragique réalité des tremblements de terre : 1 victime, de nombreuses destructions et des mouvements de terrain.

Par ailleurs, 3 séismes survenus au 19^{ème} siècle, ont plus particulièrement marqué les esprits et ont laissé des traces dans les écrits :

Le séisme de subduction du 8 février 1843, de magnitude estimée entre 7,5 et 8, au Nord-est de la Guadeloupe est de loin le plus destructeur connu (plus de 1 500 morts dans la population) ;

Le séisme superficiel du 16 mai 1851, localisé en mer, au large de Capesterre, de magnitude estimée entre 5,0 et 5,5.

Le séisme superficiel du 29 avril 1897, magnitude estimée entre 5,5 et 5,8 et épicerentre dans le Petit-cul-de-sac marin.

La sismicité historique et instrumentale peut être appréciée à partir d'un nouveau catalogue de sismicité élaboré récemment, dans le cadre de la réalisation du zonage probabiliste de la France (MARTIN *et al.*, 2002). **La répartition des séismes autour de la Guadeloupe est représentée, en fonction de la magnitude et de la profondeur des événements (Sismicité de l'arc Antillais, Atlas cartographique).**

Les effets macrosismiques éprouvés sur la commune sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 2, Figure 2, Encart 3).

Les sources qui peuvent être à l'origine de dommages en Guadeloupe sont respectivement :

- Des sources locales, de magnitude modérée (5 à 6,5), localisées à faible profondeur, dans la plaque Caraïbes, et associées à des failles crustales.

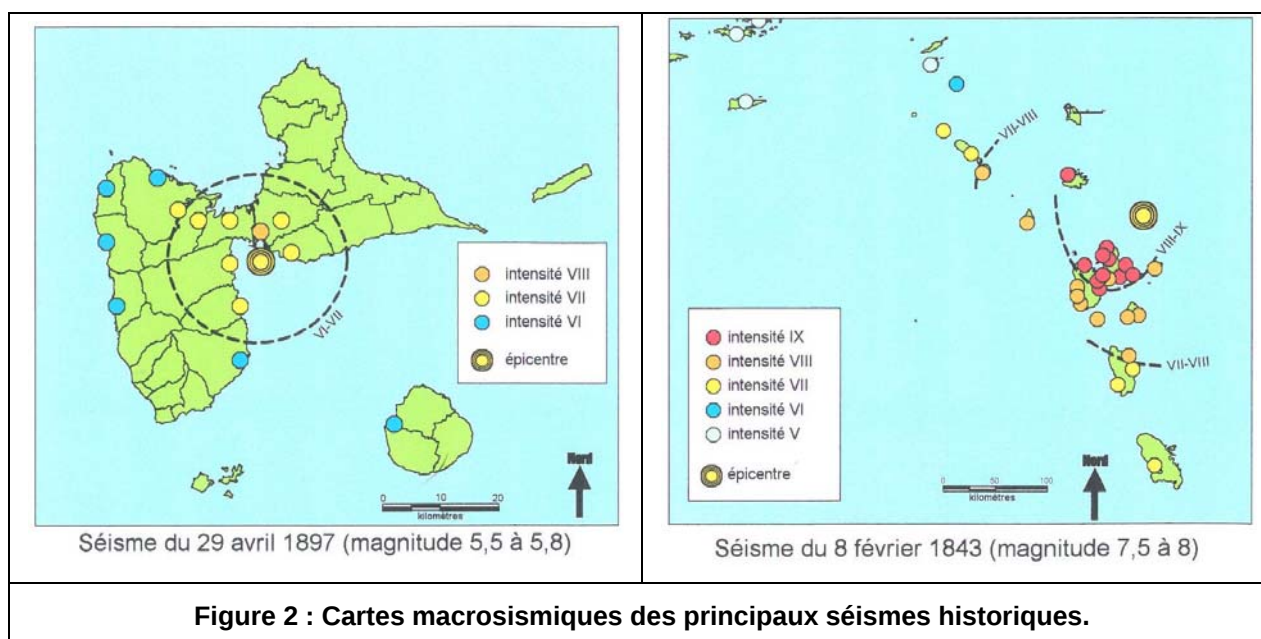
Des sources sismiques plus lointaines, qui peuvent atteindre des magnitudes plus fortes (7 à 8), associées aux mécanismes de la subduction de la plaque Atlantique, sous la plaque Caraïbes.

Ainsi, les séismes du 29 avril 1897 et du 21 novembre 2004 relèvent d'une source locale de magnitude 6,3 (Mw), tandis que le tremblement de terre du 8 février 1843 correspond à un séisme de subduction (magnitude estimée entre 7,5 et 8).

Séismes	Localisation épicentrale	Intensité	Qualité
21 Novembre 2004	GUADELOUPE (Les Saintes)	4 / 5 ⁷	
16 Mars 1985	GUADELOUPE	5	C
30 Janvier 1982	NORD GUADELOUPE	5	C
8 Juin 1978	GUADELOUPE	5	C
8 Octobre 1974	NORD-OUEST ANTIGUA	6	C
29 Avril 1897	GUADELOUPE (PETIT CUL DE SAC MARIN)	7	B
16 Mai 1851	GUADELOUPE (CAPESTERRE)	5 / 6	Déduit
8 Février 1843	NORD-EST GUADELOUPE	8	C

Tableau 2 : Effets macrosismiques ressentis sur la commune.

⁷ D'après l'enquête du bureau central sismologique français (BCSF).



Encart 3 : Intensité macrosismique (d'après www.sisfrance.net).

L'**intensité macrosismique** est estimée par observation des désordres sur les bâtiments et les infrastructures, ainsi que par la perception du séisme par la population. Elle comporte douze niveaux (de I à XII). Pour un même séisme, l'intensité macro-sismique varie dans l'espace en fonction de la distance à l'épicentre et des phénomènes annexes, tels que l'amortissement ou l'amplification des ondes sismiques (effets de site).

La qualité des observations relatives est qualifiée par une lettre :

- Code A : Intensité sûre ;
- Code B : Intensité assez sûre
- Code C : Intensité incertaine

En France et dans la plupart des pays européens, l'intensité est exprimée dans l'échelle M.S.K. 1964 (du nom de ses auteurs : Medvedev, Sponheuer et Karnik), qui comporte 12 degrés exprimés en chiffres romains pour souligner le caractère discret des degrés de l'échelle. Pour des raisons pratiques, les chiffres arabes sont ici utilisés. Pour les séismes actuels, l'échelle préconisée est l'EMS 1998 (European Macroseismic Scale) qui est une actualisation de l'échelle MSK plus adaptée aux constructions actuelles (notamment les constructions parasismiques).

Descriptif succinct des degrés de l'échelle d'intensité M.S.K. (1964) :

- 1 secousse non ressentie**, mais enregistrée par les instruments (valeur non utilisée),
- 2 secousse partiellement ressentie**, notamment par des personnes au repos et aux étages,
- 3 secousse faiblement ressentie**, balancement des objets suspendus,
- 4 secousse largement ressentie** dans et hors les habitations, tremblement des objets,
- 5 secousse forte**, réveil des dormeurs, chutes d'objets, parfois légères fissures dans les plâtres,
- 6 dommages légers**, parfois fissures dans les murs, frayeur de nombreuses personnes,
- 7 dommages prononcés**, larges lézardes dans les murs de nombreuses habitations, chutes de cheminées,
- 8 dégâts massifs**, les habitations les plus vulnérables sont détruites, presque toutes subissent des dégâts importants,
- 9 destructions** de nombreuses constructions, quelquefois de bonne qualité, chutes de monuments et de colonnes,
- 10 destruction générale** des constructions, même les moins vulnérables (non parasismiques),
- 11 catastrophe**, toutes les constructions sont détruites (ponts, barrages, canalisations enterrées...),
- 12 changement de paysage**, énormes crevasses dans le sol, vallées barrées, rivières déplacées.

6.1.3 Liquéfaction des sols

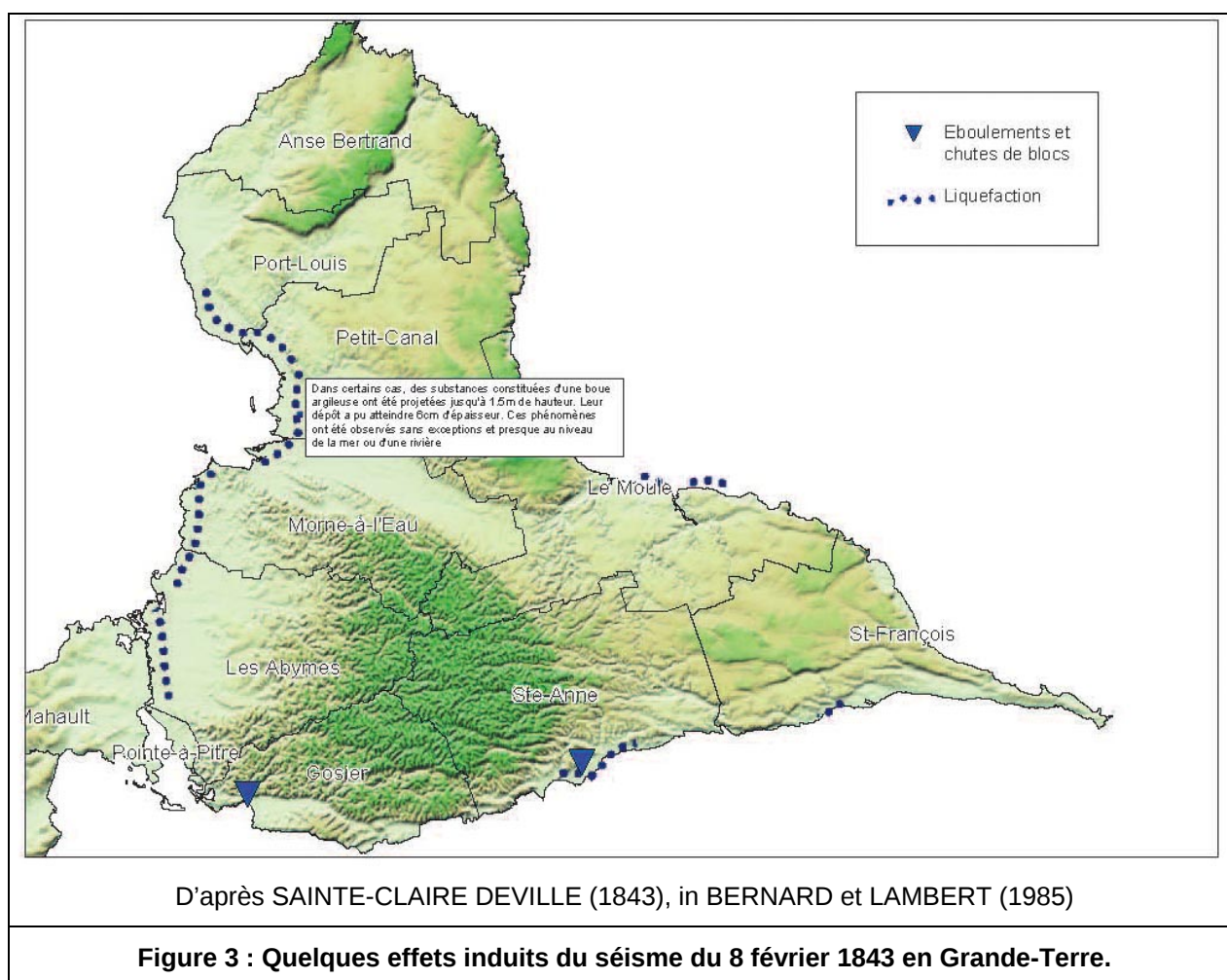
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (1843) rapporte de très nombreuses observations lors du séisme du 8 février 1843 (Magnitude 7,5 à 8), postérieurement attribuées à des phénomènes de liquéfaction (BERNARD et LAMBERT, 1985) :

- Ejection de sable, sous forme de volcans de boues et de fissures émissives ;
- Remontée d'eau et « inondations » localisées ;
- Rupture du sol (poinçonnement, tassement ou glissement).

Ces manifestations (perte de la capacité portante des sols, tassements ou glissements horizontaux) sont signalées lors du séisme de 1843 (Figure 3). Dans certains cas, [des] substances constituées d'une boue argileuse ont été projetées jusqu'à 1,5m de hauteur; leur dépôt a pu atteindre [6cm] d'épaisseur. **Ces phénomènes ont été observés sans exceptions dans les lieux bas et presque au niveau de la mer ou d'une rivière. En Grande-Terre, ils affectent l'ensemble du littoral depuis Port-Louis jusqu'à Saint-François.**

Malgré leur qualité, ces indications ne prétendent toutefois pas à l'exhaustivité. D'autres phénomènes ayant pu échapper à l'observation.

En revanche, il n'est pas rapporté de phénomène de liquéfaction relatif au séisme de 1897 (magnitude 5,5 à 5,8).



6.2 Les phénomènes de mouvements de terrain

Les phénomènes recensés⁸ sont représentés sur la **carte informative des mouvements de terrain** (Atlas cartographique). Sans prétendre à l'exhaustivité, on dénombre pour l'ensemble des Grands Fonds :

- **8 observations** réalisées spécifiquement par Antéa (2005) pour l'étude Grands Fonds ;
- **5 événements** inventoriés dans la base de données nationale des mouvements de terrain (www.bdmvt.net).
- 1 éboulement récent (22/10/2004) lieu-dit Fond-Laugier (Photo. 2), ayant détruit 4 ou 5 cases.
- 1 chute de bloc récente (26/01/2006) lieu-dit Poucet (Photo. 3), ayant atteint la RN4 ;
- 2 blocs supposés éboulés à proximité de la RD104 (Photo. 4) ;
- 1 éboulement déclenché par le séisme du 8 février 1843 (Figure 3), aux environs du Fort Fleur D'épée.

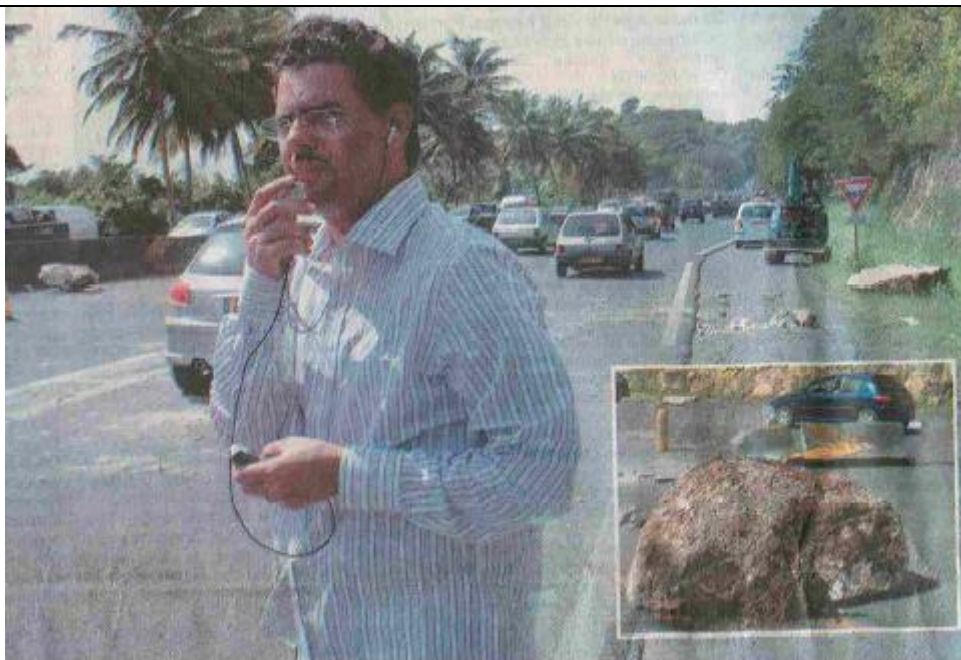
Les mouvements de terrains se produisant dans le contexte géomorphologique des Grands Fonds sont exclusivement des phénomènes de chutes de blocs et éboulement (Figure 4). Ils sont désignés par la lettre P. Des amorces de désordres affectent des remblais routiers sur des formations compressibles de la dépression du Gosier (Photo. 5). Ils ne sont pas pris en compte de manière spécifique dans l'évaluation des aléas mouvements de terrain.

⁸ Le recensement réalisé au sein des Grands Fonds (Antéa, 2005) ne distingue pas les phénomènes avérés et ceux potentiels. Il ne peut donc être exploité sur la carte informative.



Crédit GEOMAT Antilles

Photo. 2 : Cicatrice de l'éboulement au lieu-dit Fond Laugier (octobre 2004).



Credit France-Antilles

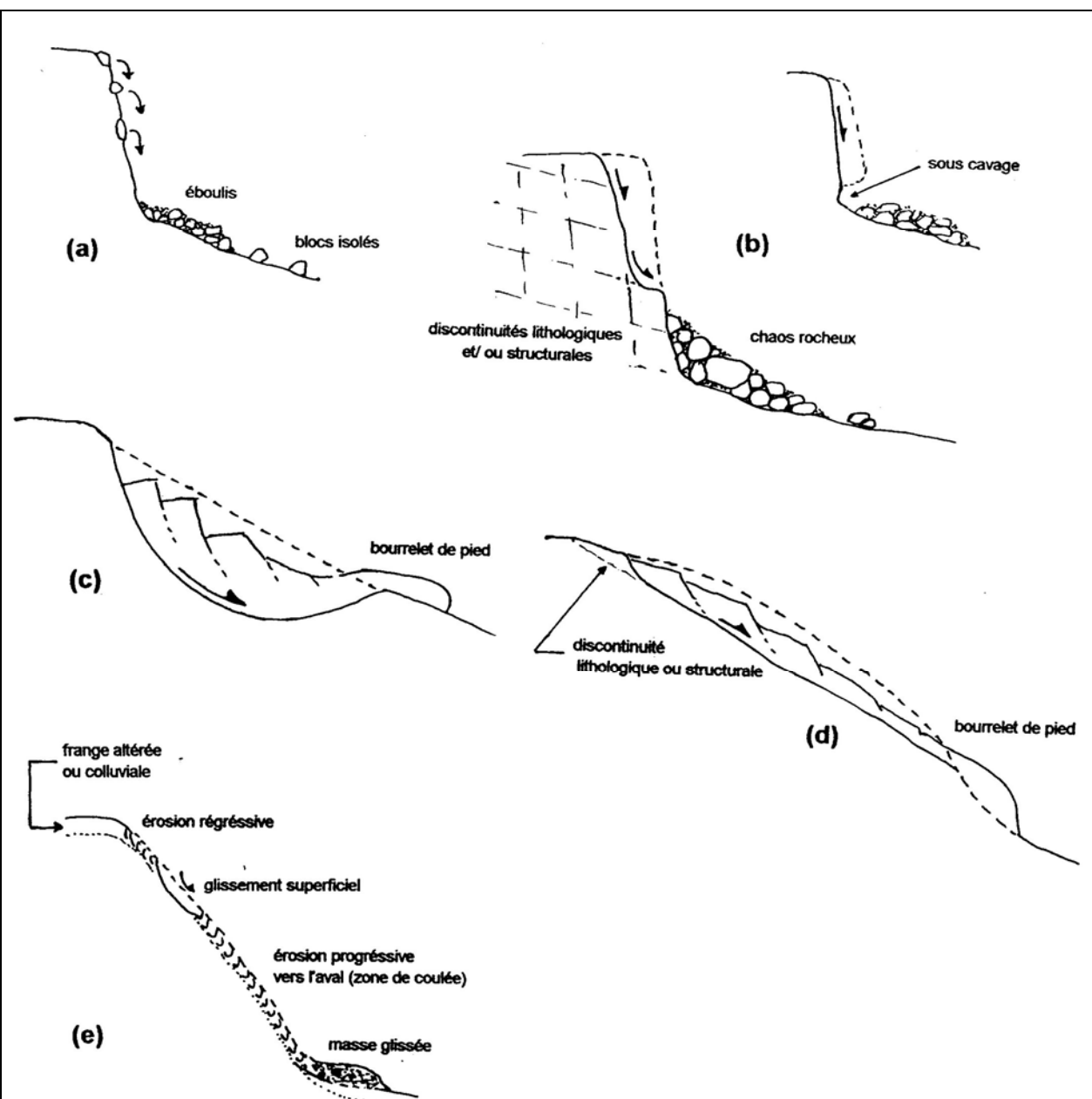
Photo. 3 : Le 26 janvier 2006, un bloc d'une tonne s'est éboulé et arrêté sur la RN4 à hauteur de Poucet.



Photo. 4 : Deux gros blocs supposés éboulés à proximité de la RD104 (Nord de Morne à Choutte).



Photo. 5 : Dépression de la chaussée (RN4), interprétée comme une rupture du remblai sur les formations compressibles.



a) Chute de blocs. b) Eboulement.

c) Glissement circulaire. d) Glissement plan. e) Glissement-coulée sur fortes pentes.

Figure 4 : Typologie des mouvements de terrain (d'après MOMPELAT, 1994)

7 LES ALEAS MÉTÉOROLOGIQUES

7.1 Aléas cycloniques

L'aléa inondation est traité spécifiquement par ailleurs.

7.1.1 Vent cyclonique

L'ensemble de la Guadeloupe est exposé à un aléa vent cyclonique, considéré comme le plus fort du territoire national. Météo-France⁹ a estimé les périodes de retour approximativement associés aux différentes classes d'ouragan pour la Guadeloupe (Tableau 3). Ainsi, un ouragan de classe 4 est un événement de durée de retour infra-centennale pour la Guadeloupe.

Ouragan	Vents moyens soutenus	Rafales	Pression au centre	Durée de retour ¹⁰
Classe 1	120 / 150 km/h (64 à 83 noeuds)	140 / 175 km/h	> 980 hPa	8 à 9 ans
Classe 2	150 / 175 km/h (84 à 95 noeuds)	170 / 200 km/h	965 / 980 hPa	19 à 23 ans
Classe 3	180 / 210 km/h (96 à 113 noeuds)	200 / 230 km/h	945 / 964 hPa	31 à 47 ans
Classe 4	210 / 250 km/h (114 à 134 noeuds)	230 / 290 km/h	920 / 944 hPa	66 à 97 ans
Classe 5	> 250 km/h (> 135 noeuds)	> 300 km/h	< 920 hPa	160 à 264 ans

Tableau 3 : Classification des cyclones et durée de retour théorique des vents cycloniques en Guadeloupe.

7.1.2 Houle cyclonique

La houle cyclonique désigne le système d'onde soulevé par le vent associé aux cyclones et affectant la surface de la mer. Elle se propage très rapidement. Elle est de longue période et très destructrice. La houle cyclonique peut parfois être observée jusqu'à 1 000 kilomètres du cyclone et ses effets continuent à se faire sentir après le passage du cyclone.

A l'approche des côtes, la houle est modifiée lors de sa propagation. L'interaction de la houle et de la côte est complexe :

- La direction de houle la plus défavorable est dans la majeure partie des cas celle dont l'incidence est perpendiculaire à la ligne de rivage.
- On considère qu'une vague déferle lorsque la profondeur est égale à 1,5 fois la hauteur de cette vague, et ce déferlement permet la dissipation d'une partie de l'énergie potentielle de la houle. Lorsque les fonds sont profonds près des côtes, l'impact est fort ; à l'inverse lorsque la bathymétrie

⁹ Durée de retour des vents cycloniques sur les Antilles Françaises.

¹⁰ D'après Météo-France : respectivement méthodes de Gumbel et du Renouvellement.

est faible, offrant des pentes également faibles, l'énergie de la houle est en grande partie dissipée avant d'atteindre la côte. De surcroît, des récifs frangeants ont un rôle dissipateur important, de même que des zones de mangrove.

7.1.2.1. Au large

Météo-France¹¹ a estimé les hauteurs de houles cycloniques et les périodes de retour associées.

Pour le littoral du Gosier, la hauteur significative des vagues (Hs ou H1/3), simulée par Météo-France, est au maximum de 10 m. Cette valeur a une durée de retour de 100 ans. La période médiane associée à cette houle est de l'ordre de 8 s. La ligne de déferlement des plus fortes houles est l'isobathe -15 m, située à une distance du rivage comprise entre 500 m (Pointe Canot) et plus de 1,5 km (Grande-Baie).

7.1.2.2. A la côte

Les observations réalisées lors du passage de LUIS et MARYLIN en Guadeloupe ont été confirmées après LENNY¹². A savoir que les effets les plus destructeurs (affouillement, destructions et transport solide) ne dépassaient rarement 50 m au-delà du rivage. Cette valeur extrême est valable pour les côtes basses les plus exposées avec des matériaux érodables. Lorsque la cote est plus escarpée (falaise, enrochement ou digue) l'impact de la houle est plus limité (10 à 20 m).

Compte tenu du déferlement des plus fortes houles, le littoral n'est exposé qu'aux houles résiduelles, de hauteur moins importante, inférieure à 2 m. Selon la nature du littoral, une bande de 10 à 25 m est considérée en aléa fort (H3).

7.1.3 **Submersion marine**

Le passage d'un cyclone s'accompagne d'une élévation du niveau de la mer qui menace de submersion les zones basses, littorales. Cette surcote cyclonique résulte de plusieurs phénomènes, que l'on suppose concomitants :

- La marée astronomique ;
- La marée de tempête ;
- Le déferlement des vagues (surcote dynamique ou « setup »).

Au-dessus de ce niveau de surcote cyclonique, des terrains peuvent encore être submergés par l'étalement de la vague (« runup ») et le franchissement au-dessus d'un obstacle (« overtopping »).

Le système de référence retenu pour évaluer les surcotes est le Nivellement Général de la Guadeloupe (NGG). C'est le système de référence utilisé sur les cartes IGN et par les géomètres de Guadeloupe. Le 0 NGG correspond sensiblement au niveau moyen de la mer et donc à la ligne de rivage.

Nota Bene : le 0 NGG se situe 0,46 m au-dessus du 0 NH des cartes marines. En effet, le NH ou Niveau Hydrographique prend son origine au niveau des plus basses mers.

¹¹ Météo-France (1999 ?). Evaluation du risque lié aux houles cycloniques sur les Antilles Françaises.

¹² MARTIN et MOMPELAT (2000).

7.1.3.1. Marée astronomique

La **marée astronomique**, indépendante de la présence d'un cyclone, correspond aux variations du niveau de la surface de la mer observées au quotidien. En Guadeloupe, l'amplitude de la marée astronomique est de l'ordre de $\pm 0,4$ m. Le niveau de pleine mer est donc considéré comme étant une constante égale à : **0,40 m NGG**.

7.1.3.2. Marée de tempête

En cas de cyclone, la forte dépression atmosphérique (aspiration) et les vents latéraux (accumulation) qui caractérisent ce phénomène entraîne un exhaussement du niveau de la mer nommé **marée de tempête**, dont la manifestation est maximale à proximité de l'œil du cyclone.

Les valeurs de surcotes ont été re-évaluées récemment (Tableau 4, d'après Météo-France, 2002).

Les fonds marins sont peu profonds pour le littoral du Gosier. En conséquence, les houles cycloniques commencent à déferler loin du rivage, (plusieurs centaines de mètres) perdant de leur énergie. Seule une houle résiduelle peut atteindre le rivage, inférieure à 2 m.

En conséquence la surcote dynamique (« setup ») liée au déferlement de la houle est limitée, de l'ordre de 15 à 20 cm.

Les valeurs de surcotes retenues, intégrant la marée astronomique (0,4 m) et pour le Petit-Cul de Sac une surcote dynamique résiduelle (0,2 m) sont : de 1,6 à 1,8 m NGG pour le littoral du Gosier ;

L'évaluation cartographique de l'aléa cyclonique est intégralement reprise en exploitant les semis de points topographiques.

Commune	Historique (20 ^{ème} siècle)	Maximum	Durée de retour 100 ans	Surcote de référence
Gosier (Marina)	1,0 m	1,2 m	0,8 m	1,8 m
Gosier (Grand-Baie)	0,9 m	1,1 m	0,7 m	1,7 m
Gosier (Est)	0,8 m	1,0 m	0,6 m	1,6 m

Tableau 4 : Marées de tempête simulées au large du périmètre d'étude.

7.1.4 **Cartographie de l'aléa cyclonique**

L'ensemble du territoire communal est exposé au vent cyclonique. **L'aléa cyclonique littoral (houle et submersion) sur la commune est cartographié à l'échelle du 1/10 000 sur l'ensemble du littoral communal (Atlas cartographique).** Il est évalué à partir du principe suivant :

- **Fort**, pour les secteurs exposés aux effets dynamiques de la houle (**H3**) ou submergés par plus d'1 m d'eau (**S3**).
- **Moyen (S2)** pour les secteurs submergés par plus de 50 cm d'eau, ne relevant pas de l'aléa fort.
- **Faible (S1)** pour les secteurs submergés par moins de 50 cm d'eau, ne relevant pas de l'aléa fort.

7.2 Aléa inondation

L'aléa inondation sur la commune est cartographié à l'échelle du 1/25000 et 1/10 000 pour les zones à enjeux (Atlas cartographique).

Les travaux d'Antéa (2005) sont repris au sein des Grands-Fonds, ceux du BRGM (2002) ont été revus par le bureau d'étude ACSES hors Grands Fonds. Dans tous les cas il s'agit d'une approche hydro-géomorphologique sans modélisation numérique des écoulements.

L'aléa inondation est jugé selon le type de phénomène (torrentiel ou pluvial) et peut être caractérisé par un ou plusieurs critères, capables de traduire les dommages aux biens et la gravité vis-à-vis des personnes :

- La hauteur de submersion ;
- La vitesse d'écoulement ;
- La durée de submersion.

7.2.1 Inondation torrentielle

La **hauteur d'eau** doit être retenue comme critère de base. Théoriquement, deux seuils sont à examiner :

- Celui de 1 m, qui correspond à l'évidence à la valeur limite inférieure de l'aléa fort (soulèvement des véhicules, impossibilité d'accès des secours),
- Celui de 0,50 m dont l'expérience montre que – même avec une vitesse faible - il rend impossible le déplacement d'un enfant ou d'une personne âgée. En terme de sécurité, ce seuil de 0,50 m est donc un facteur essentiel qu'il convient de retenir.

On considère comme faible une vitesse inférieure à 0,20 m/s, moyenne entre 0,20 et 0,50 m/s et forte dès lors qu'elle est supérieure à 0,50 m/s. La **vitesse d'écoulement**, est en pratique très délicate à apprécier avec certitude car elle peut fortement varier sur des distances très courtes. Aussi est-il aléatoire de retenir ce facteur en général et tout particulièrement dans la région où les crues de plaine sont rares. Il est donc plus pertinent, de s'appuyer sur la notion de rapidité de crue qui correspond à la vitesse de montée des eaux. Cette vitesse de montée des eaux est d'une part en relation directe avec la dangerosité de la crue, et d'autre part le plus souvent liée à la vitesse d'écoulement.

D'une manière générale, les vitesses d'écoulement sont estimées :

- Plutôt fortes au droit du lit mineur ;
- Très variables mais pouvant être fortes, voire très fortes, au droit des ouvrages (seuil, pont, thalweg aménagé...).
- Relativement faible au droit du lit majeur.

Enfin, la **durée de submersion**, si elle est en relation directe avec l'importance des dommages, n'a que peu d'influence sur la sécurité des personnes, elle est en outre délicate à apprécier.

La qualification de l'aléa inondation torrentielle s'appuie donc sur le croisement des deux facteurs qui sont appréciables avec un degré de fiabilité suffisant : vitesse de montée des eaux et hauteur d'eau, pondérée le cas échéant par la vitesse d'écoulement (Tableau 5).

Hauteur de submersion	Vitesse d'écoulement		
	Faible (stockage)	Moyenne (écoulement)	Forte (grand écoulement)
$H \leq 0,5$ m	Moyen (I2), éventuellement faible (I1)	Moyen (I2)	Fort (I3)
$0,5 \text{ m} < H \leq 1$ m	Moyen (I2)	Moyen (I2)	Fort (I3)
$H \geq 1$ m	Fort (I3)	Fort (I3)	Fort (I3)

Tableau 5 : Détermination des niveaux d'aléa inondation torrentielle.

7.2.2 Inondation pluviale

On distingue de plus le phénomène d'**inondation pluviale**. Il s'agit d'une accumulation d'eau par défaut d'écoulement. Ce type d'inondation peut-être fréquent voire récurrent dans les zones pratiquement planes, sans pente motrice. Il concerne aussi les zones urbaines où, suite à de fortes pluies, le réseau d'évacuation des eaux pluviales peut rapidement être saturé par des ruissellements intenses et / ou mis en charge par un exhaussement du niveau de la mer.

Généralement, le niveau et la vitesse de l'eau sont limités sauf au droit des ouvrages d'évacuation.

Il y a stagnation des eaux pluviales due à une capacité d'évacuation insuffisante. Ce type d'inondation n'est en général pas dangereux pour la vie humaine mais peut engendrer des dégâts matériels importants. L'aléa est jugé faible (I1).

8 LES ALEAS GÉOLOGIQUES

8.1 Aléas sismiques

8.1.1 Aléa faille active, capable d'engendrer une rupture co-sismique en surface

L'évaluation de l'aléa faille active capable d'engendrer une rupture en surface (GEOTER, 2000) est précisée dans la note méthodologique¹. Un indice de qualité des connaissances minimum (IQ=B ou C) est requis pour évaluer cet aléa.

Sur les failles retenues, le niveau d'aléa est défini en terme de récurrence de séismes capables d'engendrer une rupture significative (Tableau 6). Cet aléa est cartographié à l'échelle du 1/25 000 sur la zone concernée (Atlas cartographique).

Niveau d'aléa	Activité déterminée par exploitation des données géologiques et sismologiques. T représente la récurrence de séismes capables d'engendrer une rupture.
Aléa fort	$T < 500$ ans
Aléa moyen	$500 < T < 2\,500$ ans
Aléa faible	$2\,500 < T < 30\,000$ ans
Aléa très faible	$T > 30\,000$ ans

Tableau 6 : Détermination du niveau d'aléa une rupture co-sismique en surface.

Segments de faille de Gosier :

Le **niveau d'aléa rupture en surface est considéré comme moyen** pour l'ensemble des segments de la faille de Gosier (segments 1, 2, 4, 5, 6, 7 et 8). En effet, la période de retour d'un séisme de magnitude M_w compris entre 5,5 et 6,0 pouvant provoquer une rupture décimétrique à pluridécimétrique (10 à 30 cm) est comprise entre 500 et 3 000 ans.

Par contre pour un séisme de magnitude M_w proche de 6,5 pouvant provoquer une rupture pluridécimétrique à métrique, la période de retour est plutôt comprise dans une fourchette de 3 000 à 25 000 ans. A ce titre, et pour ce type de séisme, **l'aléa peut être considéré comme faible**.

Faille de Kancel-Guillon

Pour cette faille, le **niveau d'aléa est considéré comme faible**. En effet, cette faille apparaît moins active que la faille de Gosier d'après les résultats de l'étude de FEUILLET (2000) et ceux de la synthèses BRGM (TERRIER *et al.*, 2002).

8.1.2 Mouvements sismiques

L'évaluation de l'aléa sismique est précisée dans la note méthodologique¹. **La prise en compte d'un mouvement sismique réglementaire ou spécifique n'est obligatoire que pour les bâtiments les plus importants, suivis par un architecte et/ou un ingénieur structure. En particulier, pour les maisons individuelles de surface limitée, des règles simplifiées adaptées (PSMI-Antilles) se substituent aux règles générales.**

8.1.2.1. Mouvements sismiques au rocher (composante régionale liée aux sources sismiques)

Comme le suggère les EC8, les mouvements pris en compte sont ceux correspondant à la période de retour de 475 ans. Cela signifie que les mouvements déterminés ont une probabilité de 10 % d'être atteints ou dépassés sur une période de 50 ans, qui correspond à la durée de vie moyenne d'un bâtiment courant de classe B.

Un spectre spécifique normalisé sur site rocheux a été calculé en utilisant les modèles sismotectonique et probabiliste développés en 2002 et mis à jour.

La valeur de l'accélération (a_g) à 475 ans de période de retour est comprise entre 2,5 et 3,0 m/s², valeur inférieure à celle de l'accélération nominale des règles actuelles (a_N , 3,5 m/s²), adoptée pour le dimensionnement des ouvrages de classe B.

8.1.2.2. Mouvements sismiques tenant compte des conditions particulières de site

La prise en compte des effets de site topographique dans le calcul de l'agression sismique reste relativement aisée¹³, tout en requérant une géométrie suffisamment fiable du relief. C'est pourquoi, l'évaluation et la cartographie qui pourraient être réalisées n'auraient qu'une valeur informative d'une part, sans se substituer d'autre part à un calcul propre au site de construction, selon la règle générale. Par conséquent, **l'aléa effets de site topographique n'est pas évalué ni cartographié.**

De même, des modifications locales du mouvement sismique ont parfois été observées à proximité de la faille sismogène. Faute de méthodologie éprouvée, ces conditions particulières de site ne sont pas prises en compte dans la présente évaluation de l'aléa sismique local.

Seuls les **effets de site géologiques** sont appréhendés à l'occasion de cette étude. La cartographie du microzonage de l'agglomération pointoise est reprise hors Grands Fonds, mais des mouvements sismiques plus adaptés sont proposés (Tableau 7). Ils tiennent compte à la fois :

- D'une comparaison entre microzonage géotechnique et mesures expérimentales géophysique (enregistrement de séismes et mesures de bruit de fond, LE BRUN et al., 2003)
- Des travaux récents de GEOTER et GEOTER International en Guadeloupe et en particulier sur Pointe-à-Pitre et les Abymes (études de risque pour la Société Immobilière de Guadeloupe).

¹³ Coefficient d'amplification topographique (τ) des règles PS 92 et de l'Eurocode 8

La morphologie particulière les Grands Fonds laisse présager d'effets plutôt complexes. Ceci explique que ce secteur n'a jusqu'à présent bénéficié d'aucune étude particulière. Le principe proposé est de distinguer :

- Une zone rocheuse, propice à des amplifications géométriques ou topographiques (zone 1T) ;
- Une zone de dépôts alluviaux en fond de vallée (zone 2), dont l'extension reprend les limites d'inondation.

Pour l'application des règles parasismiques, les spectres spécifiques normalisés proposés ci-dessous (Tableau 7), doivent être multiplié par l'accélération en vigueur au moment de l'analyse du dossier de permis de construire (a_N ou a_g).

Zones	Description du site	Caractérisation : $V_{s,30}$ ¹⁴	Type de site EC8 / PS92	S	T_B	T_C	T_D
1	Zone de référence correspondant à un site dit rocheux. Le calcaire est affleurant ou sub-affleurant	≥ 800 m/s	A / S0	1,0	0,1	0,35	2,5
1 T	Zone de référence (1) au sein des Grands Fonds, avec présomption d'amplification géométrique (topographique).	≥ 800 m/s	$A.\tau / S0.\tau$	1,2	0,1	0,35	2,5
2	Formations de caractéristiques mécaniques moyennes généralement argileuses, d'épaisseur inférieure à 15 m (généralement inférieure à 10 m), surmontant le substratum calcaire.	600 à 800 m/s	B / S1	1,2	0,1	0,4	3,2
3	Formations compressibles de caractéristiques mécaniques médiocres, d'épaisseur limitée. La profondeur du substratum est inférieure à 10 m. Le contraste d'impédance entre ces couches peut générer des amplifications importantes, comme en attestent les mesures expérimentales (Lebrun et al., 2003).	400 à 600 m/s	B, E / S2	1,5	0,1	0,5	3,6
4	Formations compressibles de caractéristiques mécaniques médiocres en épaisseur importante. La profondeur du substratum est supérieure à 10 m.	250 à 450 m/s	E / S3	1,4	0,2	0,8	4,0
5	Formations compressibles de caractéristiques mécaniques médiocres en épaisseur importante ou pouvant contenir un niveau sableux plutôt lâche. La profondeur du substratum est supérieure à 10 m.	250 à 450 m/s	E / S3	1,4	0,2	0,8	4,0

Tableau 7 : Description des zones sismiques homogènes et valeurs caractéristiques des mouvements sismiques normalisés proposés pour le PPR de la commune du Gosier.

Avec :

- S, Ordonnée à l'origine du spectre de réponse élastique normalisé (traduit l'amplification de l'accélération maximale du sol par rapport au site de référence rocheux) ;
- T_B , T_C , Périodes caractéristiques des branches du spectre, au sens des PS 92 ;
- T_D , Période définissant le début de réponse constante en déplacement du spectre.

¹⁴ $V_{s,30}$: vitesse moyenne de ondes de cisaillement (V_s) sur les 30 m superficiels de sol.

8.1.2.3. Evaluation et cartographie de l'aléa sismique

L'aléa sismique concerne l'ensemble du territoire communal. Il est caractérisé par :

- Un paramètre de calage a_N et a_g , traduisant la composante régionale liée aux sources sismiques à considérer, donné par la réglementation ;
- Un type de site, correspondant à une forme spectrale, propre à chacune des configurations locales (Tableau 7), capables de modifier le mouvement vibratoire.

L'aléa sismique est cartographié à l'échelle du 1/25 000 sur l'ensemble du territoire communal et 1/10 000 dans les zones à enjeux (Atlas cartographique), conjointement à l'aléa liquéfaction.

8.1.3 Liquéfaction des sols

L'évaluation de l'aléa liquéfaction est précisée dans la note méthodologique. L'aléa liquéfaction est jugé en fonction :

- De la susceptibilité des formations d'après des critères géologiques et hydrogéologiques ;
- De l'occasion qu'un séisme déclenche la liquéfaction ;
- De l'intensité envisageable du phénomène.

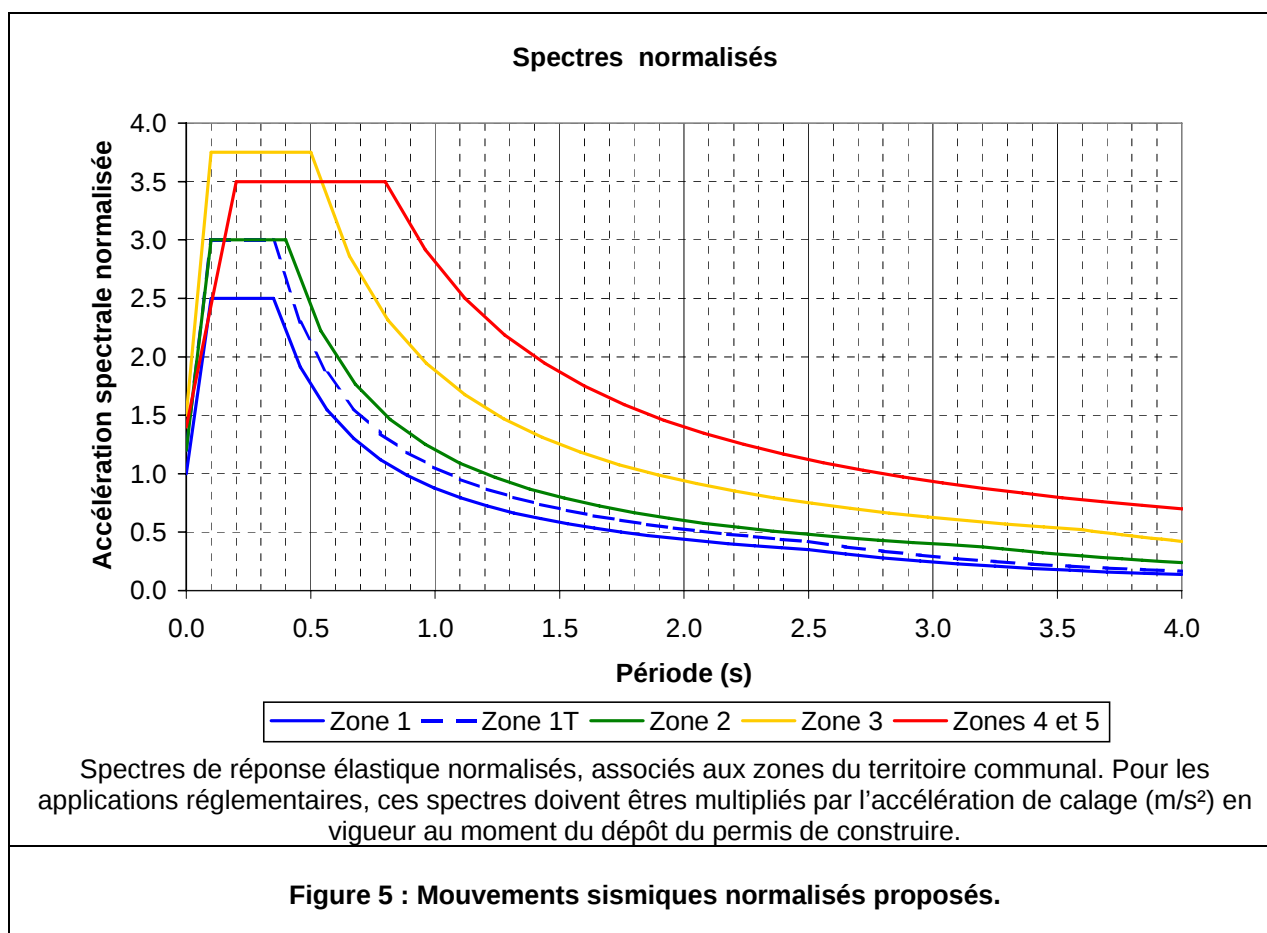
La cartographie du microzonage pour les niveaux d'aléa moyen (zone de mangrove, formation compressibles) et fort (zones supposés contenir un niveau sableux (plage ou au sein des formations compressibles)). Pour le niveau « nul à faible » du microzonage, on distingue :

- Aléa faible pour les zones de formations compressibles sous remblais et les zones d'épandage alluvial (d'après cartographie des inondations ;
- Aléa considéré comme négligeable.

Par conséquent, l'aléa liquéfaction est jugé :

- Fort (L3) pour les formations de mangrove avec un niveau sableux (Gosier) ;
- Moyen (L2) pour les formations de mangrove, telles que celles liquéfiées lors du séisme de 1843 (Figure 3) ;
- Faible (L1) pour les mangrove supposées consolidées sous des remblais techniques (e.g. piste de l'aéroport).
- Faible (L1) pour les zones de crues susceptibles de contenir des formations alluviales sableuses (Grands Fonds).
- Négligeable sur le reste du territoire communal.

L'aléa liquéfaction est cartographié à l'échelle du 1/25 000 sur l'ensemble du territoire communal et 1/10 000 dans les zones à enjeux (Atlas cartographique), conjointement à l'aléa sismique.



Encart 4 : Equation des branches des spectres de réponse.

Les branches des spectres de réponse élastiques $S_e(T)$, sont définies par les équations suivantes:

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot k \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot k \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot k \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4 \text{ sec} : S_e(T) = a_g \cdot k \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$

où

$S_e(T)$ ordonnée du spectre de réponse élastique,

T période de vibration d'un système à un degré de liberté,

a_g accélération du sol pour la période de retour retenue (ex 475 ans), fixée par le règlement

k facteur de forme pour des situations régionales spéciales (=1 par défaut),

T_B, T_C Périodes caractéristiques des branches du spectre,

T_D période définissant le début de réponse constante en déplacement du spectre,

S paramètre de site

η facteur de correction d'amortissement $\eta=1$ pour l'amortissement 5%.

8.2 Aléa mouvements de terrain

L'évaluation de l'aléa mouvements de terrain a été réalisée :

- Hors Grands Fonds, par le BRGM (2002) ;
- Au sein des Grands Fonds, par Antéa (2005).

L'analyse de ces travaux est détaillée dans la note méthodologique¹. Dans les deux cas, une approche naturaliste (à dire d'expert) a été employée.

Dans un souci d'homogénéité à l'échelle régionale, tout en restant cohérent avec l'état de l'art (Tableau 8), une transcription des niveaux d'aléa chute de bloc ou éboulement est proposée.

- Aléa fort (P3), limité à quelques zones hors Grands Fonds, ayant éprouvées des phénomènes d'éboulement avec une ampleur significative (e.g. Fort Fleur d'Epée) ;
- Aléa moyen (P2) pour les autres zones d'aléa moyen et fort hors des Grands Fonds (BRGM, 2002) ;
- Aléa moyen (P2) pour les zones d'aléa moyen et fort au sein des Grands Fonds (Antéa, 2005) ;
- Aléa faible (P1) pour quelques escarpements du littoral du Gosier, précédemment non cartographiés ;
- Aléa nul à faible (P1), mais considéré comme une contrainte spécifique faible, pour le reste des Grands Fonds (Antéa, 2005) ;
- Aléa considéré comme négligeable pour le reste du territoire communal hors Grands Fonds (BRGM, 2002).

Cette cartographie repose sur les arguments suivants :

- Compte tenu des reliefs limités, en terme d'intensité (Tableau 11), tous les phénomènes connus ou potentiels restent techniquement maîtrisables et d'un coût raisonnable. A titre d'exemple, le traitement de l'éboulement de Fond-Laugier correspond à un volume estimé de l'ordre de 1 000 m³ ;
- En terme d'occurrence, comme l'illustre le faible nombre d'événements recensés, la fréquence des événements sur un site est plutôt de quelques décennies.

Volume mobilisé (V)	Gravité (Tableau 9)	Agressivité (Tableau 10)	DPP (Tableau 11)
$V < 1 \text{ dm}^3$	Très faible à moyenne	Nulle à faible	Faible
$1 \text{ dm}^3 < V < 100 \text{ dm}^3$	Moyenne	Faible à moyenne	Faible
$0,1 \text{ m}^3 < V < 1 \text{ m}^3$	Moyenne à forte	Moyenne	Moyenne
$1 \text{ m}^3 < V < 1\,000 \text{ m}^3$	Forte à majeure	Moyenne à élevée	Moyenne
$1\,000 \text{ m}^3 < V < 100\,000 \text{ m}^3$	Majeure	Elevée	Forte
$100\,000 \text{ m}^3 < V$	Majeure	Elevée	Forte à majeure

Tableau 8 : Estimation de l'intensité des chutes de blocs et éboulement rocheux suivant différentes définitions d'après le volume mobilisé (CFGI, 2000).

Gravité	Préjudices humains	Exemple de phénomènes
Très faible	Pas d'accident ou accident très improbable	Retrait par dessiccation, affaissement minier, fluage, glissement lent (< 1m/h)
Moyenne	Accident isolé	Glissement important à paroxysme rapide (quelques dam/h), chutes de pierres isolées
Forte	Quelques victimes	Chute de blocs, lave torrentielle, fontis
Majeure	Quelques dizaines de victimes ou plus	Eboulement en masse, écroulement, lave torrentielle majeure, effondrement généralisé de carrière

Tableau 9 : Exemple de niveaux de gravité d'un mouvement de terrain vis-à-vis des personnes (CFGI, 2000).

Agressivité	Type de dommage attendu	Exemple de phénomènes
Faible	Gros œuvre très peu touché	Affaissement de faible amplitude, chutes de pierres, glissement pelliculaire, etc.
Moyenne	Gros œuvre atteint mais réparation possible (e.g. fissuration modérée)	Affaissement de grande amplitude, effondrement ponctuel de faible diamètre, chute de blocs, glissement d'ampleur limité, etc.,
Elevée	Gros œuvre fortement touché (voire destruction totale), rendant inutilisable la construction ; réparation très coûteuse ou impossible	Eboulement rocheux, glissement de grande ampleur, effondrement généralisé de carrière, etc.

Tableau 10 : Exemple de niveaux d'agressivité vis-à-vis des vies des constructions (CFGI, 2000).

Intensité DPP	Niveau des mesures de prévention nécessaires	Exemple de mesure de prévention (à titre indicatif)
Faible	Supportables financièrement par un propriétaire individuel (moins de 10% de la valeur vénale d'une maison individuelle moyenne)	Purge de quelques blocs instables en falaise, confortation d'une cave par piliers maçonnés
Moyenne	Parades financièrement supportables par un groupe restreint de propriétaires (immeuble collectif, petit lotissement)	Réalisation d'un merlon de terre en protection contre les chutes de blocs, comblement d'une carrière souterraine, drainage de faible ampleur dans une zone instable
Forte	Parades spécifiques, intéressant une aire géographique débordant largement le cadre parcellaire et d'un coût très important	Stabilisation d'un glissement de terrain de grande ampleur, confortement d'un pan de falaise instable
Majeure	Pas de parade sûre qui soit techniquement et économiquement envisageable	Phénomène exceptionnel tel que Séchilienne (Isère) ou la Clapière (Alpes-Maritimes), impliquant plusieurs dizaines de millions de mètres cubes

Tableau 11 : Exemple de niveaux d'intensité d'un mouvement de terrain, basés sur la DPP (in CFGI, 2000, d'après un document de la Délégation aux risques majeurs, 1990).

9 PRESENTATION DU PLAN DE ZONAGE ET DU REGLEMENT

9.1 Présentation du plan de zonage

9.1.1 Rappel des principes édictés par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

Les principes conduisant au zonage réglementaire sont résumés ci-après (Tableau 12), conformément à la doctrine promue par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable à travers ses diverses publications. Les différentes zones sont identifiées à partir de la combinaison suivante :

- La nature et le niveau d'aléa ;
- La nature et l'importance des enjeux (y compris des enjeux environnementaux) ;
- Eventuellement, et avec quelques précautions, l'existence d'ouvrage de protection (inondation, houle, mouvement de terrain).

Ce principe de croisement des aléas et des enjeux est supposé représenter le risque. Il permet d'identifier des zones fortement contraintes (dites « rouges ») et des zones faiblement contraintes (dites « bleues ») :

- Zones de contraintes fortes en cas d'aléa fort ;
- Zones de contraintes fortes, éventuellement faibles selon les enjeux, en cas d'aléa moyen.
- Zones de contraintes faibles en cas d'aléa faible.

Quel que soit le niveau d'aléa, des **espaces naturels à préserver** ou des zones d'expansion de crue peuvent justifier un classement plus sévère.

Il convient également le cas échéant, de considérer des **zones dites de protection**. Il s'agit de zones non directement exposées, cependant réglementées, si l'aménagement ou l'utilisation incontrôlée peuvent aggraver le risque ou en créer de nouveaux.

Des ajustements à la règle générale peuvent être proposés, compte tenu de la concertation avec les acteurs locaux, de leurs propositions argumentées et de leurs engagements. Ces dérogations peuvent également ponctuellement se justifier vis-à-vis de l'intérêt général (zones protégées notamment).

Détermination du risque (aléa versus enjeux)	Espaces urbanisés protégés	Espaces urbanisés non protégés	Espaces non urbanisés	Espaces naturels à préserver
Aléa fort	Zone rouge	Zone rouge	Zone rouge	Zone rouge
Aléa moyen	Zone bleue	Zone rouge	Zone rouge	Zone rouge
Aléa faible	Zone bleue	Zone bleue	Zone bleue	Zone rouge

Tableau 12 : Principe général de détermination des zones du plan de zonage.

9.1.2 Les principes proposés en Guadeloupe

La prise en compte des enjeux et des aléas est le fondement de la délimitation du zonage réglementaire (Tableau 14). Le plan de zonage réglementaire repose sur une cartographie multirisque pour plusieurs raisons :

- La conjonction de plusieurs aléas peut conduire à un zonage et des clauses réglementaires plus sévères que s'ils étaient considérés isolément ;
- Les prescriptions doivent être définies en veillant à la compatibilité de protection vis-à-vis des divers aléas.

Phénomène naturel	Niveau d'aléa	Espaces urbanisés	Espaces à urbaniser Zones naturelles ou agricoles
Houle cyclonique (effets directs de la houle)	Aléa fort	Rouge	Rouge
Inondation (crue torrentielle ou surcote marine)	Aléa fort	Rouge	Rouge
Mouvements de terrain	Aléa fort	Rouge	Rouge
Mouvements de terrain	Aléa moyen	Bleu foncé	Bleu foncé
Inondation	Aléa moyen	Bleu	Bleu foncé
Inondation	Aléa faible	Bleu clair	Bleu clair
Faïlle active	Aléa faible	Bleu clair	Bleu clair
Liquéfaction	Quel que soit son niveau	Bleu clair	Bleu clair
Mouvements de terrain	Aléa faible Aléa nul à faible (Grands Fonds)	Bleu clair	Bleu clair
Aléa nul ou considéré comme négligeable, venant s'ajouter aux risques cyclonique et sismique		Non colorées	Non colorées

Tableau 13 : Principe proposé pour la détermination des zones du plan de zonage en Guadeloupe.

Le territoire comprend donc 5 zones dont la définition est synthétisée dans le tableau ci-après (Tableau 14).

Zone	Niveau de contraintes	Nature des prescriptions
Rouge	Zones inconstructibles	Zones d'interdictions
Bleu foncé	Contraintes spécifiques fortes	Zones soumises à opération d'aménagement préalable
Bleu	Contraintes spécifiques moyennes	Zones soumises à prescriptions individuelles et/ou collectives
Bleu clair	Contraintes spécifiques faibles	Zones soumises à prescriptions individuelles
Non colorées	Contraintes courantes	Zones soumises aux règles de construction applicables à l'ensemble du territoire

Tableau 14 : Description des différentes zones du plan de zonage.

9.1.2.1. Zones inconstructibles

Les zones inconstructibles sont les zones où les niveaux d'aléa sont les plus forts.

Dans ces zones, il convient de prendre les mesures permettant de mieux maîtriser les risques, d'améliorer la sécurité des personnes déjà présentes et de ne pas augmenter la population et les biens exposés.

Certains aménagements, ouvrages ou exploitations pourront néanmoins y être admis de façon à permettre aux occupants de mener une vie et des activités normales, et s'ils sont compatibles avec les objectifs visés ci-dessus.

9.1.2.2. Zones constructibles sous prescriptions

Les zones constructibles sont constituées de zones à contraintes spécifiques fortes, moyennes ou faibles et des zones à contraintes courantes.

Dans ces zones les aléas naturels ne menacent pas directement les vies humaines en raison de leur niveau ou de leur caractère prévisible. Il convient cependant de prendre des mesures particulières afin de limiter les risques pour les personnes et les biens et de préserver la sécurité des personnes présentes.

- Les zones à contraintes spécifiques fortes sont des zones constructibles sous prescription de réalisation d'une opération d'aménagement préalable qui devra prendre en compte les risques naturels identifiés, par des mesures visant à réduire les risques, réduire la vulnérabilité et maîtriser les enjeux.
- Les zones à contraintes spécifiques moyennes sont des zones constructibles soumises à prescriptions individuelles et/ou collectives.
- Les zones à contraintes spécifiques faibles sont des zones constructibles soumises à prescriptions individuelles.
- Les zones à contraintes courantes sont les autres zones du territoire soumises aux prescriptions liées notamment à l'application des règles de construction paracyclonique et parasismique.

9.2 Présentation du règlement

9.2.1 Préambule

L'élaboration du règlement est de la responsabilité du service instructeur, avec l'assistance technique du Bureau d'étude. La version du règlement retenue est le résultat d'une longue maturation et d'une large concertation tenant compte des discussions et remarques formulées par les municipalités (élus et techniciens) ou lors des enquêtes publiques.

Le PPR réglemente fortement les nouvelles constructions dans les zones très exposées. Dans les autres secteurs, il veille à ce que les nouvelles constructions n'aggravent pas les phénomènes (facteurs de risques) et ne soient pas vulnérables en cas de catastrophe naturelle. Ainsi, les règles du PPR s'imposent soit aux constructions futures, soit aux constructions existantes, mais aussi selon les cas aux différents usages possibles du sol : activités touristiques, de loisirs, exploitations agricoles ou autres. Ces règles peuvent traiter de l'urbanisme, de la construction ou de la gestion des espaces.

9.2.2 Quelques principes

Un soin particulier a été apporté à la rédaction du règlement. Ainsi, dans la mesure du possible, les mesures réglementaires comportent tout à la fois :

- Une **intention**, *a priori* motivée par la mitigation, la maîtrise ou la gestion des risques ;
- Un **objet** générique, qui peut être très général (occupations et utilisations du sol) ou très précis ;
- Des **conditions** encadrant son champ d'application.

Le risque résulte de la présence d'enjeux vulnérables exposés à un aléa. Par conséquent, les intentions de réduction du risque qui motivent les mesures réglementaires pertinentes se déclinent, explicitement ou non, selon quatre axes :

- **Connaître et limiter les enjeux exposés ;**
- **Connaître et réduire la vulnérabilité ;**
- **Connaître et réduire l'aléa naturel ;**
- Plus généralement, **connaître et réduire les risques** par des **mesures de prévention ou de préparation**.

Par ailleurs, l'objet des mesures relève inévitablement de l'un des trois aspects suivants :

- Projets nouveaux ;
- Biens et activités existants ;
- Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde¹⁵.

¹⁵ Les mesures générales de prévention, de protection et de sauvegarde concernent tout ce qui touche la préservation des vies humaines par des dispositifs de protection, des dispositions passives, l'information et la signalisation préventive et l'entretien des ouvrages que l'on oublie trop souvent. (Extrait rapport COPRNM)

10 LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Géomorphologie de la Grande-Terre.

Figure 2 : Cartes macrosismiques des principaux séismes historiques.

Figure 3 : Quelques effets induits du séisme du 8 février 1843 en Grande-Terre.

Figure 4 : Typologie des mouvements de terrain (d'après MOMPELAT, 1994)

Figure 5 : Mouvements sismiques normalisés proposés.

11 LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Arrêté de catastrophe naturelle (d'après <http://www.prim.net>).

Tableau 2 : Effets macrosismiques ressentis sur la commune.

Tableau 3 : Classification des cyclones et durée de retour théorique des vents cycloniques en Guadeloupe.

Tableau 4 : Marées de tempête simulées au large du périmètre d'étude.

Tableau 5 : Détermination des niveaux d'aléa inondation torrentielle.

Tableau 6 : Détermination du niveau d'aléa une rupture co-sismique en surface.

Tableau 7 : Description des zones sismiques homogènes et valeurs caractéristiques des mouvements sismiques normalisés proposés pour le PPR de la commune du Gosier.

Tableau 8 : Estimation de l'intensité des chutes de blocs et éboulement rocheux suivant différentes définitions d'après le volume mobilisé (CFGI, 2000).

Tableau 9 : Exemple de niveaux de gravité d'un mouvement de terrain vis-à-vis des personnes (CFGI, 2000).

Tableau 10 : Exemple de niveaux d'agressivité vis-à-vis des vies des constructions (CFGI, 2000).

Tableau 11 : Exemple de niveaux d'intensité d'un mouvement de terrain, basés sur la DPP (in CFGI, 2000, d'après un document de la Délégation aux risques majeurs, 1990).

Tableau 12 : Principe général de détermination des zones du plan de zonage.

Tableau 13 : Principe proposé pour la détermination des zones du plan de zonage en Guadeloupe.

Tableau 14 : Description des différentes zones du plan de zonage.