



HAL
open science

Séisme de Martinique, 29 novembre 2007. Rapport du BCSF : synthèse sismologique et étude macrosismique

Antoine Schlupp, Christophe Sira, Michel Cara, Sara Bazin, Clotaire Michel, Julie Régnier, Céline Beauval, Nathalie Feuillet, Jean-Bernard de Chabalier, Anne-Valérie Barras, et al.

► To cite this version:

Antoine Schlupp, Christophe Sira, Michel Cara, Sara Bazin, Clotaire Michel, et al.. Séisme de Martinique, 29 novembre 2007. Rapport du BCSF : synthèse sismologique et étude macrosismique. [Rapport de recherche] BCSF-RENAISS. 2008. hal-03112999

HAL Id: hal-03112999

<https://hal.science/hal-03112999v1>

Submitted on 18 Jan 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

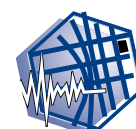
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Séisme de Martinique

29 novembre 2007



Rapport du BCSF : synthèse sismologique
et étude macrosismique



BCSF
Bureau Central
Sismologique
Français

Ecole et Observatoire
des Sciences de la Terre

Chargé de la publication

Michel Granet, Directeur du BCSF

Synthèse et analyse sismo-tectonique

Antoine Schlupp, EOST-ULP

Michel Cara, EOST-ULP

Sara Bazin, OVSM-IPGP

Nathalie Feuillet, OVSM-IPGP

Jean-Bernard De Chabalier OVSG-IPGP, Guadeloupe

Marie-Paule Bouin, OVSG-IPGP, Guadeloupe

Etude macrosismique Martinique

Antoine Schlupp BCSF, EOST Strasbourg, chef de mission

Christophe Sira BCSF, EOST Strasbourg, responsable enquête macrosismique

Julie Régnier CETE Méditerranée, Nice

Céline Beauval IRD, Géosciences Azur, Sophia Antipolis

Clotaire Michel LGIT, CNRS/Université Joseph Fourier

Anne Valérie Barras BRGM, Martinique

Samuel Auclair BRGM, Orléans

Sara Bazin OVSM-IPGP, Martinique

Nathalie Feuillet OVSM-IPGP, Martinique

Célia Duclos OVSM-IPGP, Martinique

Etude macrosismique Guadeloupe

Antoine Schlupp, BCSF, EOST Strasbourg,

Christophe Sira, BCSF, EOST Strasbourg,

Jean-Bernard De Chabalier, OVSG-IPGP, Guadeloupe

Données instrumentales en Martinique et Guadeloupe

Réseau surveillance sismique OVSM de l'IPG de Paris, Sara Bazin, IPGP

Réseau surveillance sismique OVSG de l'IPGP de Paris, Jean-Bernard De Chabalier, IPGP

Réseau accélérométrique permanent GIS-RAP-IPGP, Philippe Gueguen, LGIT-LCPC

Réseau accélérométrique BRGM, BRGM

Réseaux accélérométriques des Conseils Généraux (Martinique et Guadeloupe)

Enregistrement de bruits de fonds

Julie Régnier CETE Méditerranée, Nice

Clotaire Michel LGIT, CNRS/Université Joseph Fourier

Moyens mis en oeuvre

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche :

- Institut National des Sciences de l'Univers (CNRS)
- Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (ULP - CNRS)
- Institut de Physique du Globe de Paris
- Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique (UJF)

Ministère de l'Ecologie, de l'énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire :

- CETE Méditerranée (Nice)

Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Ministère de l'Intérieur :

- Services Interministériels de Défense et de Protection Civiles de Guadeloupe et de Martinique

Mots clés : risque sismique, séisme, macrosismique, Martinique, Guadeloupe, tectonique, habitat.

Pour citer cette note :

Schlupp A., C. Sira, M. Cara, S. Bazin, C. Michel, J. Régnier, C. Beauval, N. Feuillet, J.-B. De Chabalier, A.-V. Barras, S. Auclair, M.-P. Bouin, C. Duclos, M. Granet (2008) - Séisme de Martinique du 29 novembre 2007, rapport du BCSF : synthèse sismologique et étude macrosismique, BCSF2008-R1, 132 p., 266 figures, 3 tableaux, 5 annexes.

sommaire

| | | |
|-------|--|-----|
| I. | Introduction | 5 |
| II. | Résumé | 7 |
| III. | La sismicité de l'arc des Caraïbes : cas de la Martinique et de la Guadeloupe. | 9 |
| IV. | Le séisme du 29 novembre 2007 | 13 |
| V. | Etude macrosismique | 21 |
| V.1 | Introduction | 21 |
| V.2 | Mission sur le terrain et rapport SIDPC | 21 |
| V.3 | Intensités EMS-98 | 25 |
| V.4 | Vulnérabilités des bâtiments aux secousses sismiques | 25 |
| V.5 | Observations macrosismiques | 27 |
| | - Département de la Martinique | 29 |
| | - Département de la Guadeloupe | 98 |
| VI. | Enregistrements de bruit de fond sismique à proximité de bâtiments affectés par le séisme | 103 |
| VII. | Accélérations et intensités | 107 |
| VIII. | Sismicité observée en novembre et décembre 2007 | 117 |
| IX. | Bibliographie | 121 |
| X. | Annexes | 123 |
| 1 - | Résumé de l'échelle EMS-98 | 124 |
| 2- | Formulaire d'enquête collectif | 125 |
| 3 - | Intensités macrosismiques | 127 |
| 4- | Tableau des effets maximum observés | 128 |
| 5- | Glossaire | 131 |

Fiches communes

| | |
|-------------------|----|
| AJOUPA-BOUILLON | 35 |
| BASSE-POINTE | 32 |
| BELLEFONTAINE | 60 |
| CASE-PILOTE | 62 |
| DUCOS | 75 |
| FONDS-SAINT-DENIS | 47 |
| FORT-DE-FRANCE | 64 |
| GRAND-RIVIERE | 29 |
| GROS-MORNE | 48 |
| LA TRINITE | 50 |
| LE CARBET | 55 |
| LE DIAMANT | 86 |
| LE FRANCOIS | 71 |
| LE LAMENTIN | 69 |
| LE LORRAIN | 33 |
| LE MARIGOT | 38 |
| LE MARIN | 89 |
| LE MORNE-ROUGE | 44 |
| LE MORNE-VERT | 54 |
| LE PRECHEUR | 37 |
| LE ROBERT | 58 |
| LE VAUCLIN | 81 |
| LES ANSES-D'ARLET | 85 |
| LES TROIS-ILETS | 79 |
| MACOUBA | 31 |
| RIVIERE-PILOTE | 87 |
| RIVIERE-SALEE | 83 |
| SAINTE-ANNE | 94 |
| SAINTE-LUCE | 92 |
| SAINTE-MARIE | 41 |
| SAINTE-ESPRIT | 77 |
| SAINTE-JOSEPH | 57 |
| SAINTE-PIERRE | 45 |
| SCHOELCHER | 63 |

Remerciements

Nous tenons à remercier le **Service interministériel de défense et de protection civile** du département de la Martinique et du département de la Guadeloupe pour son aide efficace à la collecte des documents nécessaires à la détermination des intensités macrosismiques et plus particulièrement le Lieutenant Colonel Cova (Etat Major de la Zone Antilles), madame Vilt et monsieur Mounier (SIDPC Guadeloupe). Nous remercions également l'ensemble des élus et administratifs qui, par leur accompagnement et leur temps consacré, ont facilité grandement notre mission sur le terrain.

Nos remerciements s'adressent enfin aux personnes qui par leur aide à la collecte d'informations ont permis l'aboutissement de ce travail d'étude, madame Canot-Laurent (SIGMA, Conseil Général de la Martinique), madame Caillet (AFPS Guadeloupe), monsieur Audras (DDE Guadeloupe), monsieur Taïeb (DST) et monsieur Bertil (CDSA).

I. Introduction

Le Bureau Central Sismologique Français a pour mission de collecter les données sur les séismes ressentis en France, de rassembler les informations utiles et de faciliter leur diffusion vers les acteurs concernés par le risque sismique ou menant des études ou recherches nécessitant l'usage de ces observations.

La Martinique est, avec la Guadeloupe, classée en zone de sismicité III (décret n°2007-1467 du 12 octobre 2007) qui est le niveau d'aléa sismique le plus élevé pour le territoire français. Le BCSF n'avait pas, jusqu'à présent, publié de document relatif à la Martinique. La collecte d'informations macrosismiques en Guadeloupe avait été réalisée lors du séisme des Saintes du 21 novembre 2004. La mise en place du Centre de Données Sismologiques des Antilles (CDSA), conjointement entre le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) et l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), a permis au BCSF de mettre au point une procédure d'enquête macrosismique pour les Antilles. Le formulaire d'enquête collectif adapté aux Antilles, utilisé pour la première fois avec le séisme des Saintes, constitue le support de l'enquête menée dans les jours qui ont suivi le séisme. Du point de vue des intensités, avec une intensité maximale de VI-VII, ce séisme est le plus important ressenti en Martinique depuis le séisme du 8 juin 1999 (intensité VII). L'intensité macrosismique a atteint (par ordre de distance à l'épicentre) VI-VII dans les communes de Sainte-Marie, La Trinité, Fort-de-France, Le François, Trois Ilets, le Marin et Sainte-Anne.

Le séisme du 29 novembre 2007 a mobilisé de nombreuses personnes, laboratoires de recherche et centres techniques. Pour ce travail, le BCSF s'est appuyé sur les données traitées par l'Observatoire Volcanologique et Sismologique de Martinique de l'IPGP. Les données macrosismiques ont été collectées grâce aux formulaires d'enquête distribués auprès des mairies et des services de gendarmerie par le SIDPC des préfectures de Martinique et de Guadeloupe, grâce aux témoignages déposés sur le site Internet du BCSF et grâce aux informations recueillies lors de l'enquête BCSF sur le terrain qui s'est déroulée du 5 au 11 décembre 2007.

Nous remercions l'ensemble des acteurs ayant permis la compilation des informations présentées dans ce document ainsi que les particuliers ayant répondu à notre enquête sur le site Internet du BCSF.

Strasbourg, le 14 juin 2008

Michel Granet
Directeur du BCSF

I. Résumé

L'épicentre du séisme principal (magnitude $M_w=7,4$) qui s'est produit le jeudi 29/11/2007 à 19 h 00 min TU (15 h 00 min en heure locale) est situé en mer, au nord de la Martinique (Latitude 14°59.51' N., Longitude 61°01.89' O. d'après l'OVSM-IPGP). Le foyer de ce séisme est à 152 km de profondeur d'après l'OVSM-IPGP. Il est localisé dans la zone de subduction des Caraïbes à un endroit où les plaques américaines s'enfoncent vers l'ouest/sud-ouest, sous la plaque Caraïbe, à une vitesse d'environ 2 cm/an. Cette frontière de plaque est le site d'une sismicité importante. Sous les îles Antillaises, la zone de subduction est à environ 150 à 200 km de profondeur.

D'une façon générale, notons que les séismes tectoniques antillais peuvent être classés en trois types :

- Les séismes de subduction qui se produisent au contact entre la plaque Amérique (qui porte l'océan Atlantique) et la plaque Caraïbe. Ce sont des séismes inter-plaques avec des mécanismes au foyer généralement en faille inverse.

- Les séismes intra-plaque de profondeur intermédiaire qui se produisent au sein de la plaque plongeante américaine comme celui du 29 novembre 2007. Ces séismes montrent souvent des mécanismes en faille normale. Le séisme du 19 Mars 1953, au sud-ouest de la Martinique, était probablement causé par une rupture intraplaque à profondeur intermédiaire similaire à celle de 2007.

- Les séismes intra-plaque crustaux qui se produisent à faible profondeur dans la plaque Caraïbe comme celui du 21 novembre 2004 en Guadeloupe. Ils présentent en général des mécanismes en faille normale ou décrochante.

Le séisme du 29 novembre 2007 a eu lieu dans la plaque plongeante à une profondeur importante (152 km). Ceci explique, d'une part, que les effets soient très atténués en surface pour un événement de cette importance et, d'autre part, qu'il ait été ressenti sur une vaste région, en Martinique, en Guadeloupe et jusqu'en Guyane. Le séisme principal a été suivi par très peu de répliques (38 détectées et localisées au 5/12/2007 par l'OVSM-IPGP), dont certaines ont été ressenties par une grande partie de la population de la Martinique comme celle dans la nuit du 29 au 30 novembre à 00h 00 heure locale

(Md=4,5, OVSM-IPGP) et celle du 5 décembre à 8 h 11 heure locale (Md=4,6 OVSM-IPGP). Ce faible nombre de répliques contraste avec le cas du séisme des Saintes du 21 novembre 2004 où celles-ci avaient été très nombreuses.

Les intensités macrosismiques rapportées ici sont toutes affectées au séisme principal. Elles sont établies à partir des règles de l'échelle d'intensité européenne EMS-98 (Grünthal et al., 2001). En France métropolitaine, le BCSF utilise cette échelle de 12 degrés depuis 2000 (en remplacement de l'ancienne échelle MSK) et aux Antilles depuis 2004. L'intensité EMS-98 est une estimation de l'amplitude des mouvements oscillants du sol. Elle n'est pas uniquement fonction du niveau des dégâts aux constructions. Elle est déterminée à partir de trois types d'informations : les effets ressentis par les personnes, les effets sur les objets et les dégâts aux constructions. Pour la lecture des dégâts sur les constructions, l'intensité macrosismique tient compte du niveau de vulnérabilité du bâti. Un même mouvement oscillant du sol, donc une intensité macrosismique donnée, provoquera des dégâts plus importants sur un bâtiment vulnérable que sur une construction peu vulnérable. Les effets secondaires des séismes (exemple : glissements ou tassements différentiels de terrain qui peuvent provoquer des dégâts aux constructions) sont exclus du champ d'application de l'échelle EMS-98. Il faut souligner enfin le caractère statistique de l'intensité macrosismique : l'intensité est issue d'une estimation basée sur la fréquence des effets constatés sur l'ensemble de la commune. Certaines communes peuvent présenter une très grande variabilité interne à cause de l'hétérogénéité de leur sous-sol et/ou de leur topographie. Des classes d'intensités élargies (V-VI ou VI-VII) ont été utilisées dans ce cas. Elles traduisent la variabilité interne à une commune. Une intensité VI-VII indique, par exemple, qu'une partie de la commune relève de l'intensité VII alors que l'autre partie est de niveau VI.

Les intensités relevées en Martinique sont d'une manière générale supérieures de un degré à celles constatées en Guadeloupe. L'intensité VII n'a été atteinte que localement au niveau de certains quartiers de communes de Martinique. Aucune commune n'a dépassé le niveau V-VI

en Guadeloupe. Il est important de noter que ce séisme a produit des effets différents de ceux habituellement rencontrés dans les études macrosismiques du fait de sa grande profondeur. L'écart en distance entre le foyer du séisme (localisation en profondeur de la source du séisme) et le nord ou le sud de la Martinique n'est que de 20 km environ, les effets devraient donc être très comparables sur toute la Martinique. Nos observations montrent cependant une importante variabilité spatiale. Ces variations locales sont aussi illustrées par les mesures accélérométriques obtenues en Martinique et en Guadeloupe (stations RAP-IPGP, BRGM et Conseil Général). Par ailleurs, on notera que très peu de bâtiments particuliers montrent des dégâts de niveau supérieur à 2 alors que plusieurs bâtiments de taille plus importante montrent des dommages de niveau 3 voire 4. Ces observations ne sont pas clairement corrélées à une vulnérabilité particulière de ces bâtiments affectés par rapport à ceux situés à proximité et il n'a pas été constaté de dégâts systématiquement plus importants sur les bâtiments les plus vulnérables. Enfin, à l'échelle de certaines communes, comme cela est traduit par les fourchettes d'intensités indiquées dans ce rapport, les dégâts les plus importants peuvent être localisés dans une partie de la commune. Cela est parfois le cas sur d'anciennes zones de Mangrove ou en bord de mer, zones favorables à des effets de sites pouvant amplifier les effets du séisme.

Les données macrosismiques présentées dans ce rapport constituent une synthèse détaillée de l'ensemble des documents et informations collectés et analysés lors de l'enquête BCSF. Ces documents comprennent les formulaires collectifs CDSA-BCSF remplis en relation avec les services des mairies, les services de gendarmerie et de pompiers, ainsi que divers documents collectés par les SIDPC, le BRGM, les DDE, l'AFPS et le CDSA-BCSF. L'enquête BCSF menée sur le terrain a été effectuée par une équipe multi-organismes qui s'est rendue en Martinique et Guadeloupe entre les 5 et 11 décembre 2007. Elle a été organisée par Christophe Sira et coordonnée par Antoine Schlupp (EOST-BCSF, Strasbourg). Outre l'équipe BCSF-EOST, ont participé à cette enquête en Martinique : Céline Beauval (IRD – Géoscience Azur, Nice), Clotaire Michel (LGIT-Grenoble), Julie Régnier (CETE, Nice), Sara Bazin, Nathalie Feuillet et Celia Duclos (OVSM-IPGP, Martinique), Anne-Valérie Barras (BRGM, Martinique), Samuel Auclair (BRGM, Orléans) et

pour la Guadeloupe Jean-Bernard De Chabalière (OVSG-IPGP, Guadeloupe).

La synthèse sismologique, tectonique et accélérométrique présentée ici est une compilation des informations collectées et analysées par différents organismes scientifiques et qui ont fait l'objet de rapports ou de communications publiques (OVSM-IPGP, OVSG-IPGP, IRSN-AFPS, BRGM, RAP, Géosciences-Azur, USGS, CSEM, CEA-DASE). Elle permet de fixer le contexte de ce séisme et de donner au lecteur les principales conclusions des travaux scientifiques réalisés par différents laboratoires et organismes à ce jour. Les détails de ces travaux sont à rechercher dans les documents cités.

L'analyse préliminaire des relations entre les observations macrosismiques et accélérométriques a été réalisée par l'équipe BCSF-EOST. Elle illustre et conforte l'observation des fortes variabilités locales relevées sur une même commune. Les observations accélérométriques sont ponctuelles et ne peuvent pas être comparées directement à l'intensité communale EMS-98, qui est un indicateur représentatif de toute la surface de la commune et qui tient compte de la fréquence des effets constatés.

On insistera en conclusion de ce résumé sur le fait que la synthèse présentée ici repose sur les informations acquises et les analyses disponibles au mois d'avril 2008. Des données supplémentaires sont attendues, notamment celles qui seront rapportées par les instruments déployés en fond de mer et qui permettront de localiser précisément la zone de rupture de la plaque plongeante. De même, les différentes études scientifiques en cours permettront de préciser certains points. Elles seront sources de nouvelles connaissances sur le mécanisme de ce séisme exceptionnel, le plus fort localisé en France depuis le XIXe siècle.

III. La sismicité de l'arc des Caraïbes : cas de la Martinique et de la Guadeloupe.

Le séisme du 29 novembre 2007 a eu lieu dans la zone de subduction des Antilles. C'est la région où les plaques américaines (Nord américaine et Sud américaine) convergent vers la plaque caraïbe avec une vitesse d'environ 2 cm/an et selon une direction ENE-WSW (Fig. III-1). Il en résulte une sismicité et un volcanisme importants.

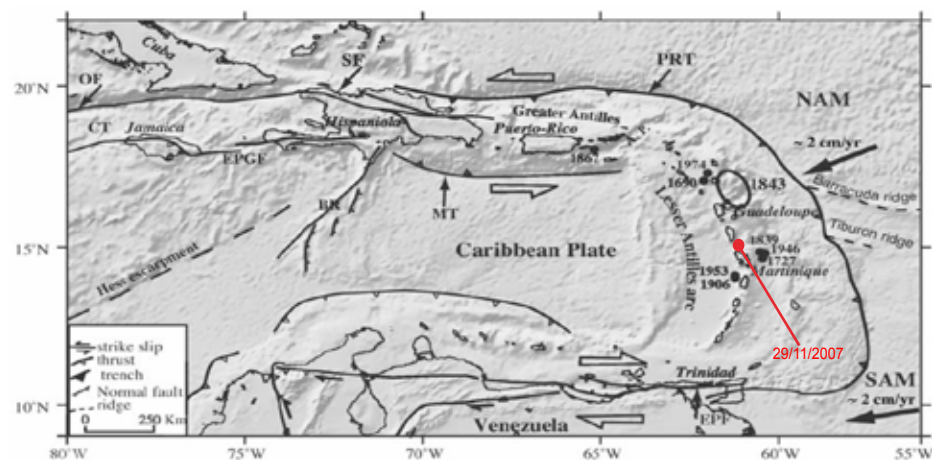


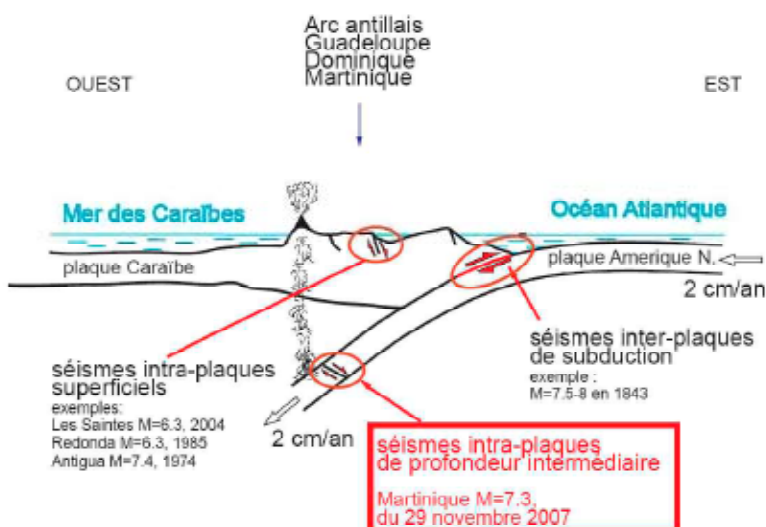
Fig. III-1 : Carte du contexte géodynamique des Antilles montrant la zone de subduction des Antilles, Contexte géodynamique des Antilles (Feuillet, 2002). Les points noirs montrent les séismes historiques majeurs ($M > 7$), l'ellipse indiquant la rupture probable du séisme de 1843.

La subduction et la sismicité

Du fait de la convergence de ces plaques et de la subduction, des contraintes et des déformations s'accumulent ce qui génère la sismicité. Celle-ci peut être classée selon trois types (fig. III-2) : les séismes à l'interface de subduction, les séismes dans la plaque chevauchante (Caraïbe) et les séismes dans la plaque plongeante (plaque Amérique).

Fig. III-2 : Schéma résumant les trois types de séisme dans le contexte de la subduction de l'arc des Antilles (d'après http://volcano.ipgp.jussieu.fr/guadeloupe/Communiqués/2007/OVSG_20071130_RessTecto_Martinique.pdf).

Les différents types de séismes tectoniques dans l'arc des Petites Antilles



Les séismes inter-plaques se produisent à l'interface de la subduction entre la plaque plongeante (Amérique) et la plaque chevauchante (Caraïbe). Leur profondeur hypocentrale est généralement inférieure à 30 km (Fig. III-3). Le dernier grand séisme de ce type s'est produit le 8 Février 1843 probablement au NE de Grande Terre (Fig. III-4). Il détruisit la ville de Pointe-à-Pitre, avec une intensité MSK estimée à IX (Feuillard, 1985) sur Grande-Terre et l'île d'Antigua au nord. Ce séisme particulier n'a vraisemblablement pas provoqué de tsunami mais ce sont des séismes de ce type qui constituent les sources potentielles des grands tsunamis. A partir des effets décrits, sa magnitude a été évaluée entre 7,5 et 8 (Bernard et Lambert, 1988). Le séisme de 1867 aux Iles Vierges serait du même type.

Les séismes intra-plaques dans la plaque chevauchante (plaque Caraïbe). Ils ont lieu à une profondeur hypocentrale inférieure à 30 km, à l'exemple du séisme des Saintes du 21 novembre 2004 situé au sud de la Guadeloupe. Les failles responsables de ces séismes sont nombreuses et coupent les îles de la Guadeloupe et de la Martinique (Feuillet et al., 2002, 2004). Elles résultent d'une extension parallèle à l'arc et forment deux familles. À l'est, ces failles structurent des grabens perpendiculaires à l'arc, comme

celui de Marie-Galante. À l'ouest, elles forment un système en échelon qui accommode un mouvement latéral sénestre le long de l'arc volcanique actif. C'est sur ce système en échelon, au sud des Saintes, que s'est produit le séisme du 21 novembre 2004 (www.ipgp.jussieu.fr ; Bertil et al., 2005 ; BCSF, 2005). D'autres séismes similaires se sont déjà produits en 1851 (intensité MSK VII à Capesterre, d'après Feuillard, 1985), 1897 (intensité MSK VIII à Pointe-à-Pitre, d'après Feuillard, 1985) et des séismes plus petits ont eu lieu à l'est de l'île de Marie Galante (1914, 1992 et 2001).

Les séismes intra-plaques dans la plaque plongeante (plaque américaine), ont lieu à des profondeurs appelées "intermédiaires" jusqu'à 200 km. Dans l'arc antillais, la profondeur de cette sismicité augmente vers l'ouest depuis la zone où s'initie la subduction entre les plaques américaine et caraïbe. Ces séismes permettent notamment d'imager la géométrie de la plaque plongeante (Fig. III-3). Ils sont trop profonds pour générer un tsunami, car la zone de rupture sur la faille n'atteint pas la surface. Des séismes de ce type se sont déjà produits dans l'arc antillais comme celui du 19 mars 1953 dont l'hypocentre a été estimé à environ 135 km de profondeur entre la Martinique et Sainte Lucie (environ 14°10' N. et 61°21'O., Feuillard, 1985) avec une magnitude estimée à $M_s=7.5$ (Dorel 1981, Robson, 1964) (Fig. III-5).

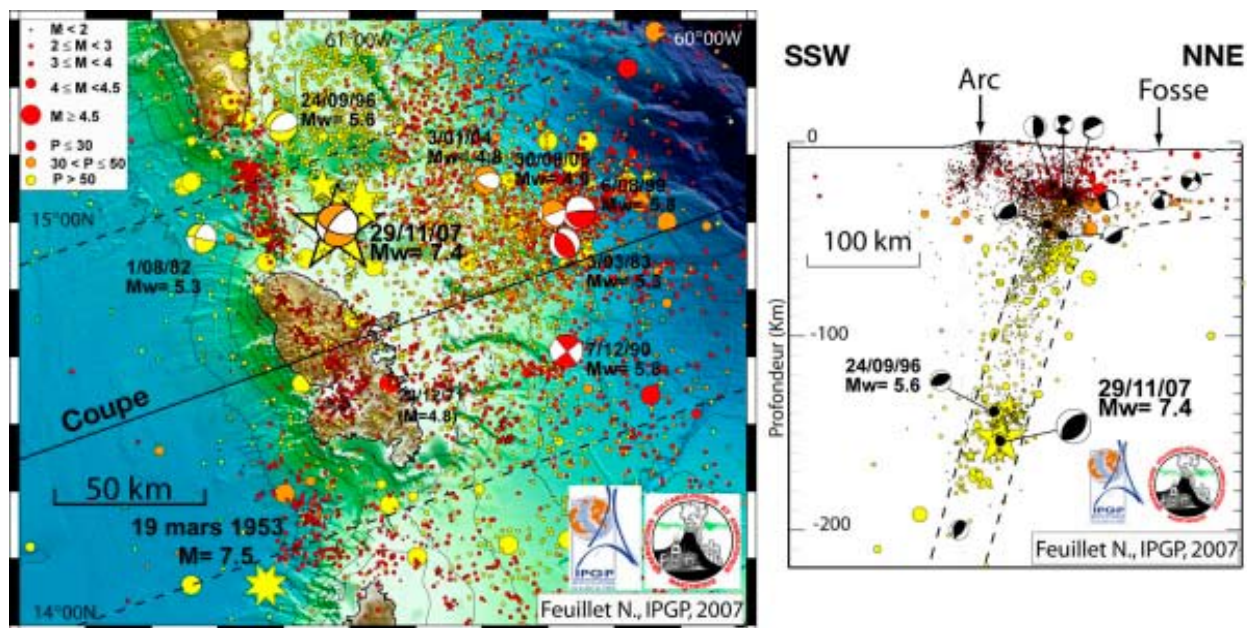


Fig. III-3 : Localisation, en carte et en coupe, du séisme du 29 Novembre 2007 avec son mécanisme (CMT USGS) et de la sismicité instrumentale. Les étoiles marquent la localisation des épicentres du choc principal et des répliques ayant suivi. La sismicité antérieure (cercles colorés et CMT lorsque disponibles) est également figurée. Le séisme du 19 Mars 1953, au sud de la Martinique, était probablement une rupture intra-plaques du même type que celle de 2007. En légende, M et P correspondent à la magnitude et la profondeur des séismes. Carte N. Feuillet, Observatoire Volcanologique et Sismologique de Martinique, IPGP. (d'après OVSM-IPGP : <http://www.ipgp.jussieu.fr/pages/040110.php>)

L'intensité maximale observée avait alors été de VII MSK en Martinique (Robson, 1964). Le séisme du 29 novembre 2007 est de ce type. Le séisme du 28 novembre 2007 ($M_d = 4,75$ – OVSM-IPGP) à 10h18 (heure locale) localisé à une profondeur de 62 km à environ 108 km au NE de la Caravelle en Martinique ($15^{\circ}09'N$ et $60^{\circ}27'O$ d'après OVSM-IPGP) est aussi un séisme intraplaque au sein de la plaque plongeante. Il a été ressenti en Martinique avec une intensité de IV à V.

On observe clairement sur cette carte (Fig.III-3) une sismicité intra-plaque Caraïbe (en rouge) proche des îles avec une profondeur inférieure à 30 km, une sismicité intra-plaque "Amérique" qui s'approfondit d'est (en orange, profondeur 30 à 50 km) en ouest (en jaune, profondeur supérieure à 50 km) et une sismicité inter-plaque (contact de la plaque Caraïbe avec la plaque Amérique).

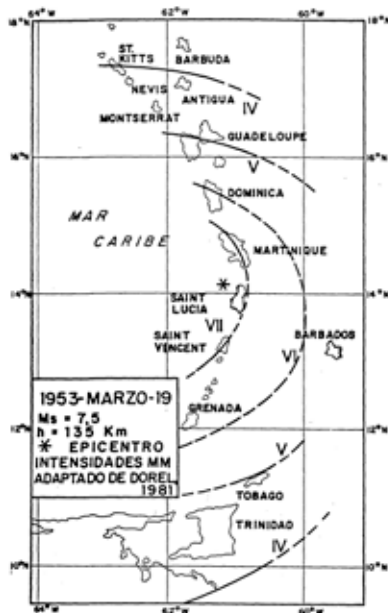


Fig. III-5 : Carte des isoséistes (courbe d'égal intensités) en échelle Mercalli Modifiée du séisme du 19 mars 1953 (Adaptée de Dorel 1981).

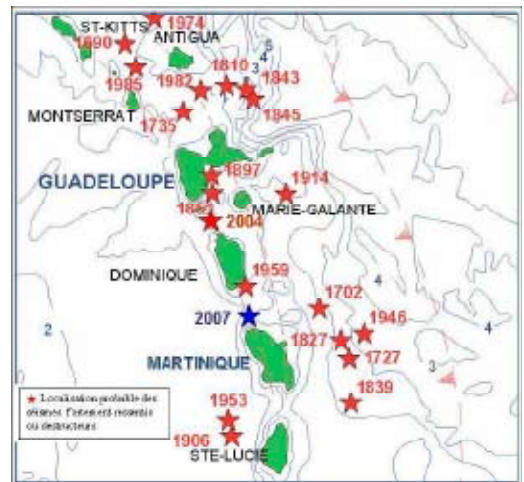


Fig. III-4 : Localisation des séismes historiques connus (base SisFrance, carte d'après Winter et al. 2007). L'étoile bleue indique l'épicentre du séisme du 29 novembre 2007 d'après l'USGS.

IV. Le séisme du 29 novembre 2007

Le séisme du 29 novembre s'est produit dans la zone de subduction de l'arc Antillais. Il correspond à un séisme intra-plaque de profondeur intermédiaire (152 km), dans la plaque américaine qui porte l'océan atlantique et qui plonge sous la plaque caraïbe. Il a eu lieu à 19 h 00 min TU (soit 15 h heure locale et 20 h heure métropolitaine). C'est le plus important séisme qui ait affecté l'arc des petites Antilles depuis celui du 8 octobre 1974 au nord d'Antigua ($M_w=7.5$)

Il a été ressenti dans tout l'arc des Petites Antilles, depuis Porto Rico jusqu'à la Guyane. La forte magnitude du séisme explique qu'il ait été ressenti à grande distance de l'épicentre. Sa profondeur explique les faibles dégâts occasionnés compte tenu de sa magnitude, les ondes s'étant

déjà fortement atténuées depuis le foyer. En comparaison, le séisme des Saintes de novembre 2004 de magnitude beaucoup plus faible ($M_w=6.3$, donc environ 30 fois plus faible en énergie) mais aussi avec un foyer beaucoup plus superficiel (10 km de profondeur seulement) a eu des effets beaucoup plus forts (BCSF, 2005).

Localisation du séisme du 29 novembre 2007 par les différents organismes.

| Organisme | OVSM / OVSG-IPGP | USGS | CSEM | DASE |
|---------------------------|--|--|---|--|
| Heure origine (TU) | 19:00:19 | 19:00:19 | 19:00:19 | 19 H 00 min 18 S |
| Latitude | 15,00° N. | 14,943°N (+/- 4.1 km) | 14,9515°N | 14,95° N. |
| Longitude | 61,03° O. | 61,244°W (+/- 4.1 km) | 61,2167°W | 61,22° O. |
| Profondeur | 152 km | 146,2 km (+/- 6 km) | 140,9 (+/- 0,9 km) | 141 km |
| Magnitude | $M_w = 7,3$ | $M_w=7,4$ | $M_w=7,4 (+/- 0.3)$ | $M_w=7,4$ |
| Données utilisées | Réseaux courte période + données RAP (en Martinique et en Guadeloupe) Stations jusqu'à 190 km 57 phases P et 9 phases S (loc OVSM/OVSG) | 243 phases sur 243 stations à 268 km et plus | 222 phases sur 220 stations de 25 à 13 000 km et plus | Stations OTICE sud Martinique et Désirade + réseaux mondiaux |

Les diverses estimations des magnitudes sont très homogènes et varient dans la barre d'incertitude (environ +/- 0.3). Les localisations sont identiques pour l'USGS, CSEM et DASE et un peu plus à l'est (environ 20 km) pour l'OVSM/OVSG-IPGP. La disposition des îles de la Martinique et Guadeloupe implique que le réseau local est orienté NS ce qui induit une incertitude de la localisation en longitude sur cet événement. Les estimations de la profondeur sont elles aussi très semblables, variant selon les organismes entre 140 et 152 km.

Description de la source sismique

Mécanismes au foyer











Les mécanismes au foyer déterminés par les différents organismes peuvent être regroupés selon trois types (tableau 1, p.14).

Un premier type (USGS, CEA/Reymond, inversion des ondes de surface) montre un mécanisme principalement décrochant avec une faible composante normale. Les plans de faille possibles sont orientés soit NE-SW (décrochement dextre), soit NW-SE (décrochement senestre), à environ 45° par rapport à la direction de convergence entre les plaques. La solution LGIT/Bouchon-Coutant (inversion de la composante de champ proche) montre le même type de mécanisme mais avec des plans de direction plus NNW et ENE, c'est-à-dire à environ 30° de ceux proposés par l'USGS et le CEA.

Le deuxième type montre un mécanisme inverse (Géoscience Azur/Vallée 2007 et Winter et al. 2007, inversion des ondes de volume), soit sur un plan quasi vertical et orienté NNW-SSE (donc parallèle à la zone de subduction) soit sur un plan quasi horizontal. Deux solutions « Geoscope » (<http://geosp6.ipgp.jussieu.fr/CMT/2007/wind071129/wind071129.html>) et Global CMT très proches, obtenues à partir de l'inversion des ondes de surface, indiquent cependant que le mécanisme n'est pas un pur double couple ce qui suggère un mécanisme complexe.

Le troisième type (Géoscience Azur/ Delouis, inversion des données accélérométriques) est un mécanisme quasi purement décrochant avec un plan de faille soit presque parallèle à la zone de subduction, soit perpendiculaire (Fig.IV-1).

Les paramètres focaux type 1 (USGS, CEA/Reymond) ne permettent pas de modéliser les ondes de volume et la solution type 2 (Géoscience Azur/Vallée 2007 et Winter et al. 2007) ne permet pas de modéliser les ondes de surface. Il est dans ces conditions impossible objectivement de favoriser l'un de ces mécanismes. Des travaux sont en cours pour mieux caractériser la source du séisme du 29-11-2007 qui est complexe et ne peut probablement pas s'expliquer avec un seul plan de rupture. Les résultats préliminaires ont été présentés aux journées scientifiques du RAP de mai 2008 et sont accessibles sur le site: <http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/JTSRAP2008.html>. Une localisation précise des foyers des répliques en utilisant les données des sismomètres déployés temporairement sur la zone en fond de mer devrait notamment permettre de préciser la géométrie de la zone de rupture de ce séisme.

| Organisme auteur | USGS / | USGS/ G. Ekstrom M. Nettles | USGS | Global CMT | Géoscience Azur / M. Vallée | Géoscience Azur / B. Delouis | CEA/D. Reymond | LGIT / M. Bouchon - O. Coutant | BRGM | Geoscope E. Clévédy, G. Patau |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Méthode/ Données utilisées | Prototype Centroid Moment Tensor Solution 36 stations | Global CMT Project Moment Tensor Solution | Body-Wave Moment Tensor Solution 72 stations | | Inversion des ondes de volume | Inversion des formes d'onde des données accélérométriques RAP-IPGP | Inversion PDFM * | Inversion en déplacement à la station accélérométrique JARA | Inversion des ondes de volume | Inversion des ondes de surface |
| Mécanisme au foyer: Azimuth - Pendage - Glissement | 106 / 59 / -31 214 / 63 / -144 | 109 / 59 / -31 216 / 64 / -145 | 211 / 67 / -144 105 / 58 / -28 | 109 / 58 / -32 217 / 64 / -144 | 341 / 84 / 80 220 / 12 / 148 | 140 / 90 / -23 | 113 / 53 / -25 219 / 70 / -140 | 148 / 81 / -47 | 165 / 88 / 101 | 105 / 24 / 10 6 / 86 / 113 |
| Moment Sismique Mo (Nm) | 1.5 10 ²⁶ | 1.51 10 ²⁶ | 1.5 10 ²⁶ | 1.57 10 ²⁶ | 1.18 10 ²⁶ | | 1.8 10 ²⁶ | 0,375 10 ²⁶ (déduit de la surface et du déplacement) | 1.9 10 ²⁶ | 1,28 10 ²⁶ |
| Profondeur (km) | 147 | 150.8 | 156 | 147.9 | 149.4 | | 144 | | | 135 |
| Episcentre latitude/longitude | 14.940 N 61.243 W | 15.08 N 61.40 W | 14.945 N 61.244 W | 15.06 N 61.41 W | | | 15 N 61 W | | | 15.4N 60.8W |
| Heure origine TU/ Magnitude Mw | 19:00:19.25 7.4 | 19:00:32.9 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.45 | 7.45 | 7 (déduit de Mo) | 7.45 (déduit de Mo) | 7.3 |
| Représentation du mécanisme au foyer |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*(Preliminary Determination Focal Mechanism) à partir de l'inversion des ondes de surface (stations sismiques des réseaux IRIS et GEOSCOPE filtrées dans la bande [114 s - 171 s], 16 stations utilisées.

Histoire de la rupture

Les inversions de la source ont permis de mettre en évidence plusieurs caractéristiques importantes de ce séisme que nous résumons ici.

Le **glissement** maximum estimé sur la faille est d'environ 2 m pour la solution "Géoscience Azur/Vallée 2007" (Fig. IV-3), de 2,5 m pour la solution "Bouchon –Coutant 2007" (Fig. IV-2) et de 3 m pour la solution "Winter et al. 2007" (Fig. IV-5).

La **durée** de la source est estimée à environ 20 s :

- solution "Winter et al. 2007" : environ 20 s (Fig. IV-4),
- solution "Géoscience Azur, Vallée 2007" : 23,5 s (Fig. IV-3),

La **vitesse de rupture** est estimée à environ 2000 m/s (Géoscience Azur/Vallée 2007, Fig. IV-3).

Le **moment sismique** obtenu par les divers organismes et à partir de diverses méthodes (tableau 1) est semblable et varie entre $1.18 \cdot 10^{20}$ et $1.9 \cdot 10^{20}$ Nm.

La **surface de rupture** est estimée entre environ 1500 km² (surface d'environ 40-50 km par 30 km estimée par "Géoscience Azur, Vallée 2007" – Fig. IV-3 – et d'environ 25 par 60 km estimée par "Winter et al. 2007" – Fig. IV-5) et 500 km² (surface d'environ 25 par 20 km estimée par "Bouchon-Coutant 2007" – Fig. IV-2)

La **propagation de la rupture** est vers le haut et le sud (propagation unilatérale à partir du foyer) dans la solution "Winter et al. 2007" (Fig. IV-5) et bilatérale pour la solution "Géoscience Azur, Vallée 2007" (Fig. IV-3).

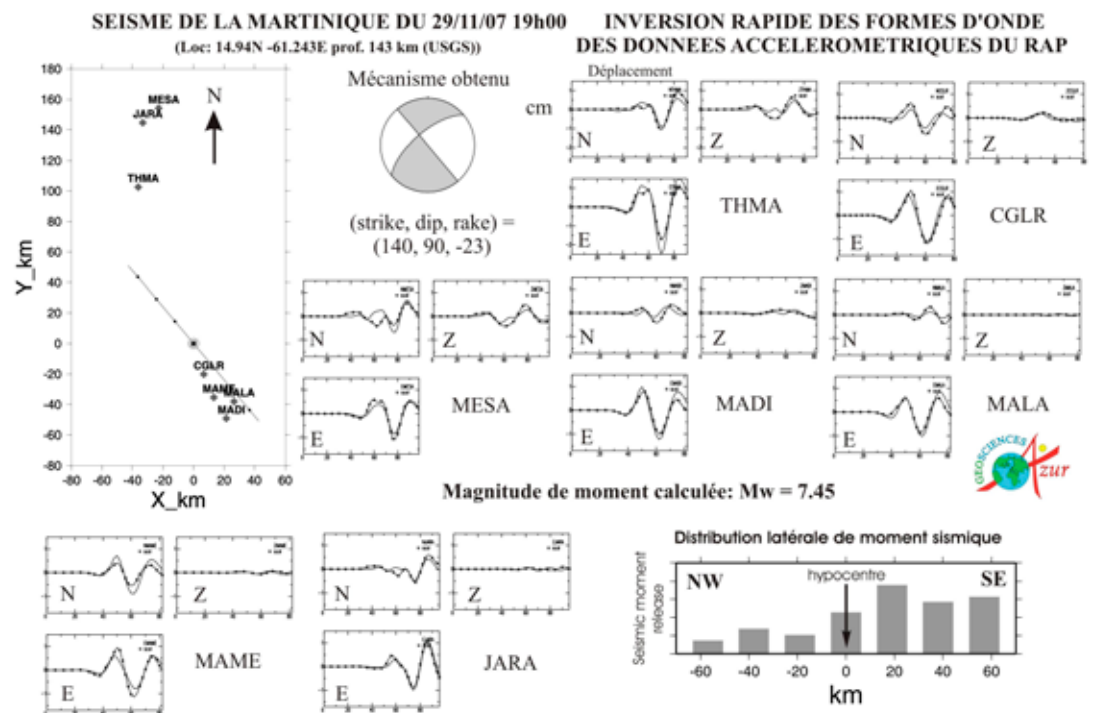


Fig. IV-1 : Inversion rapide des formes d'onde des données accélérométriques du RAP-IPGP
Bertrand Delouis, Géoscience-Azur (Issue de la note RAP).

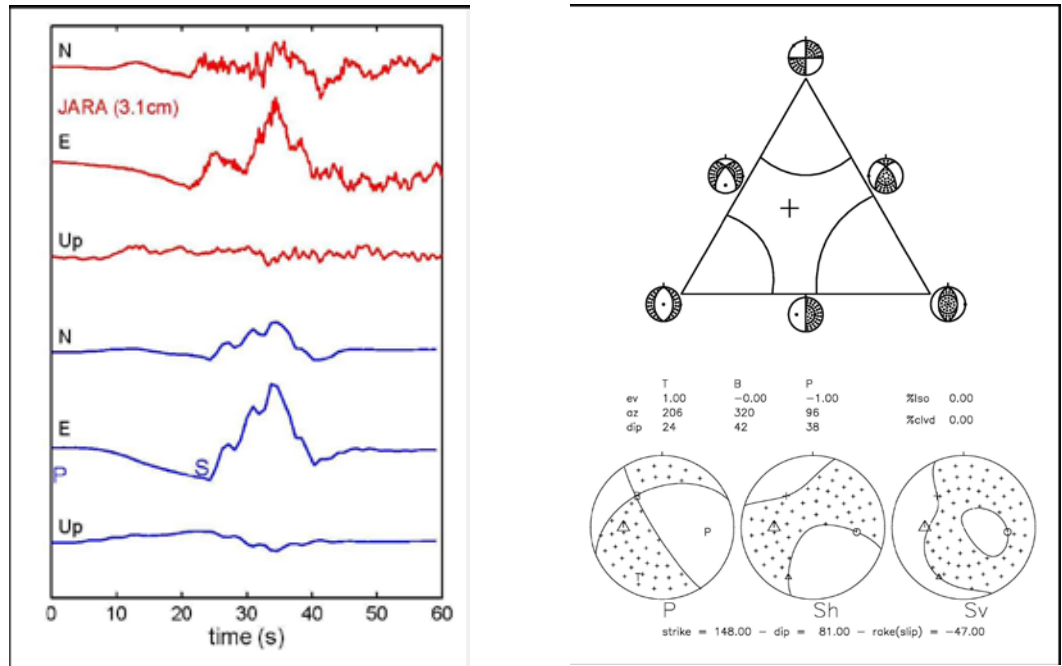


Fig. IV-2 : Inversion en déplacement à la station JARA (en bleu le calcul, P et S indiquent les arrivées P et S pour une faille étendue de 25 km x 20 km avec glissement uniforme de 2.5m et le mécanisme déterminé précédemment. (Michel Bouchon et Olivier Coutant – LGIT, issue de la note RAP).

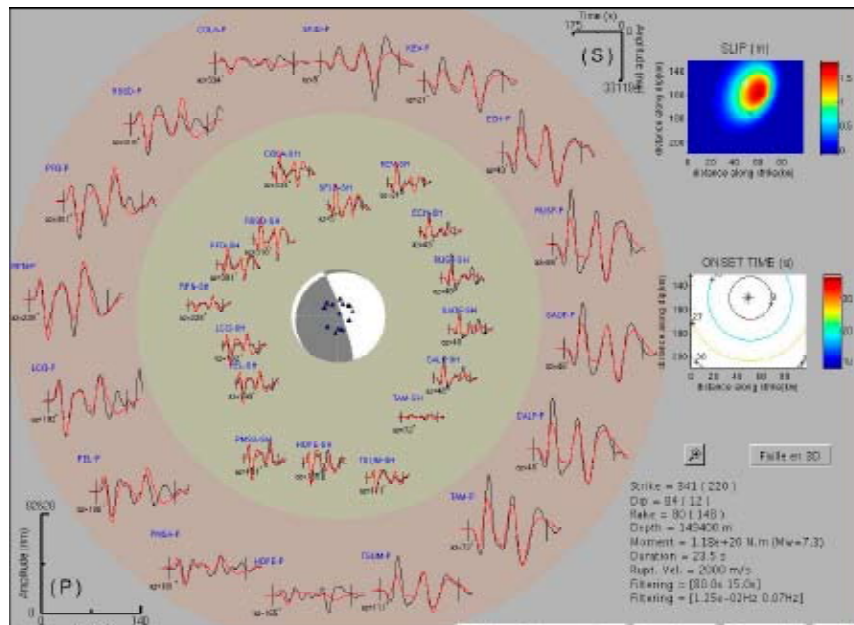


Fig. IV-3 : Inversion du mécanisme obtenu à l'aide des enregistrements téléseismiques des réseaux mondiaux (dont GEOSCOPE) et français (RENAISS-TGRS ; LSBB) et avec la collaboration du CEA/DASE. (Martin Vallée Géoscience-Azur (onde de volume "haute fréquence") (Issues de la note RAP 2007).

Un modèle de point source a été réalisé (Winter et al. 2007) afin de caler les plans de faille, le moment sismique et la profondeur épicentrale suivant la méthode de Nabelek (1984). La profondeur du point source a été fixée à 160 km (Fig. IV-4).

Un modèle préliminaire de source étendue a aussi été réalisé (Winter et al. 2007) à partir de données large bande des réseaux mondiaux (consortium IRIS) afin de déterminer la distribution spatio-temporelle du glissement co-sismique. L'utilisation des seules données dites téléseismiques (ou lointaines) limite la résolution de la solution mais permet d'obtenir les caractéristiques principales de glissement sur la faille (Fig IV.5).

Fig. IV-4 : Modélisation des formes d'onde de volume enregistrées à des distances téléseismiques (Winter et al. 2007). Les traits pleins représentent le déplacement du sol et les traits en pointillés les synthétiques calculés pour un modèle de point source. Les signaux sont dessinés sur la sphère focale symbolisant le mécanisme à la source. La carte des stations utilisées est également représentée (en bas à gauche), ainsi que les valeurs de la fonction coût en fonction de la profondeur (en bas à droite).

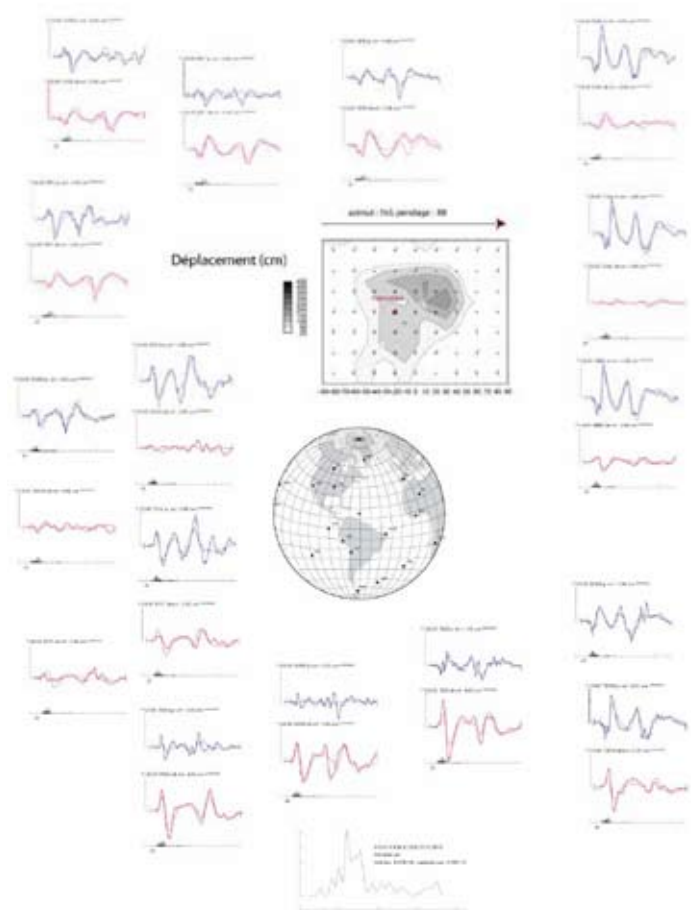
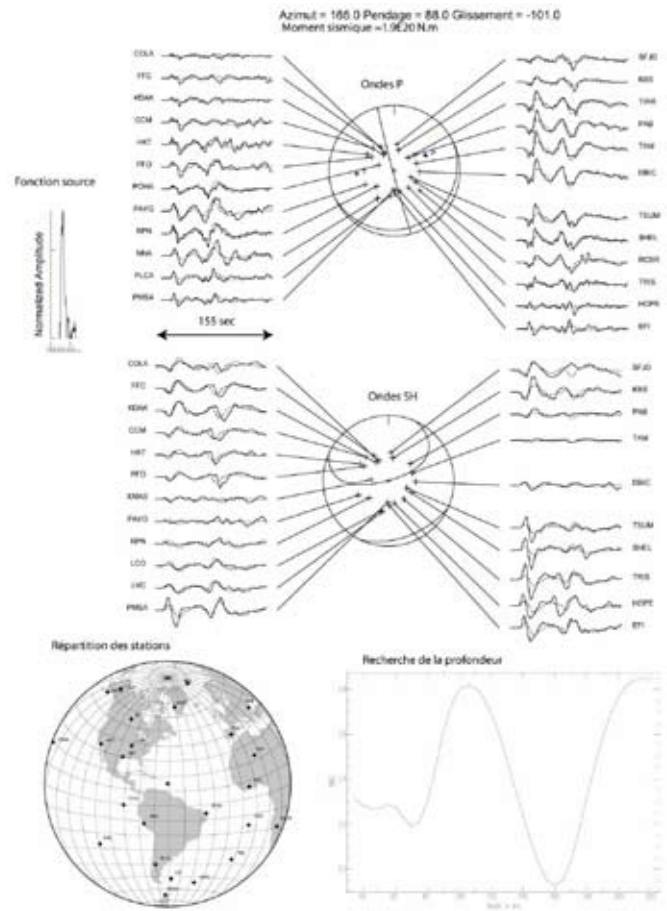
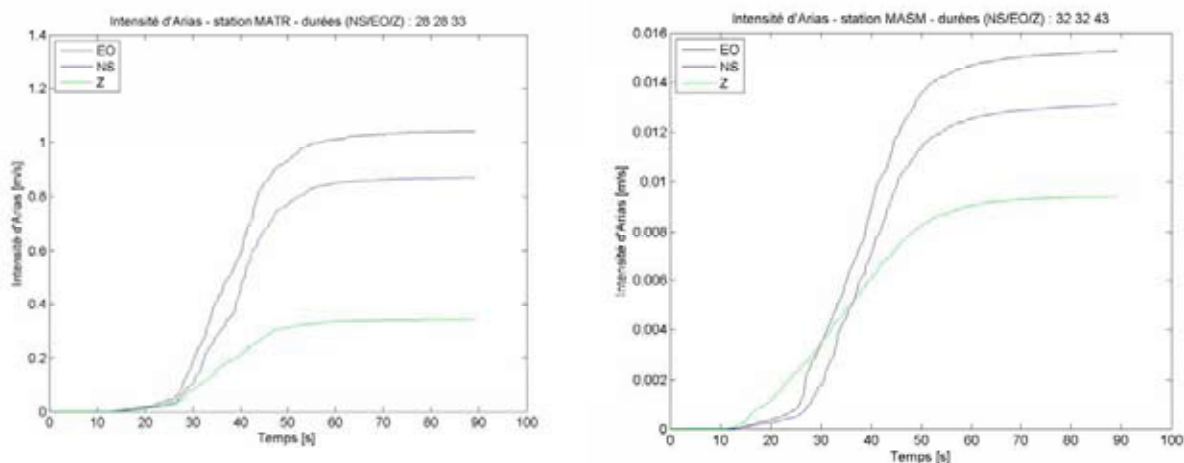


Fig. IV-5 : Au centre est représenté le glissement final sur le plan de faille. 15 stations sont utilisées pour les ondes P (en bleu) et les ondes SH (en rouge) pour cette solution préliminaire. Voir leur répartition sur la Fig. IV-4. L'ajustement entre les données (traits pleins) et les synthétiques (traits en pointillés) est satisfaisant. La fonction source temporelle est montrée en bas, au centre, (Winter et al. 2007).

La durée du mouvement fort

La durée du mouvement fort peut-être estimée à partir de l'intensité d'Arias (Arias 1970) (Fig. IV-6). Les valeurs de durée qui ont été calculées à partir de l'intensité d'Arias (Winter et al. 2007) ont été mesurées entre 5 et 95% de l'énergie totale du signal. Elles ne représentent donc pas la durée totale du mouvement du sol mais la durée du "mouvement fort". La durée minimale ainsi estimée est de 24 s alors que la plus longue est de 59 s, la moyenne se situant autour de 40 s toutes composantes confondues (Tableau 2 et Fig. IV-7 et IV-8). Les durées les plus importantes sont en

général sur la composante verticale allant de 33 à 59 s (Fig. IV-7 et IV-8). Il n'y a pas d'allongement clair de la durée du mouvement sur les composantes horizontales par rapport aux composantes verticales quel que soit le type de site (au rocher ou au sédiment) hormis pour une station dans un bâtiment (station CGCP) (Fig. IV-7 et IV-8). Il n'y a pas de variation de la durée proportionnellement avec la distance et pas de corrélation claire entre la durée "Arias 5 - 95%" mesurée sur des stations au rocher par rapport à celles au sédiment (Fig. IV-8).



¹ L'intensité d'Arias IA d'un signal X_i est définie comme :
$$IA(t) = \frac{\pi}{2g} \int_0^t x_i^2(\tau) d\tau$$

x_i représente l'accélération du sol et t la longueur totale du signal.

Fig. IV-6 : Exemple d'intensité d'Arias pour les stations MATR et MASM (en m/s). (Fig. d'après Winter et al. 2007).

Tableau 2 : Valeurs de durée du signal calculée à partir de l'intensité d'Arias (entre 5 et 95% de l'énergie totale du signal) sur une partie des stations accélérométriques (tableau publié dans le rapport Winter et al. 2007).

| Station | Durée NS (s) | Durée EO (s) | Durée Z (s) |
|---------|--------------|--------------|-------------|
| MEXA | 42 | 45 | 48 |
| MPRA | 40 | 41 | 45 |
| MTHA | 42 | 41 | 53 |
| MOLA | 28 | 24 | 36 |
| IPTA | 28 | 27 | 37 |
| MATR | 28 | 28 | 33 |
| MASM | 32 | 32 | 43 |
| MAME | 35 | 38 | 43 |
| MALA | 34 | 36 | 41 |
| CGCA | 46 | 45 | 50 |
| MAZM | 32 | 34 | 42 |
| CGLR | 39 | 40 | 44 |
| MADI | 36 | 39 | 42 |
| ADEA | 35 | 31 | 35 |
| PRFA | 48 | 45 | 50 |
| SFGA | 29 | 30 | 43 |
| MESA | 37 | 37 | 43 |
| PIGA | 46 | 44 | 53 |
| JARA | 34 | 33 | 44 |
| BERA | 38 | 35 | 41 |
| CGCP | 53 | 37 | 46 |
| SBTA | 53 | 55 | 59 |
| THMA | 46 | 41 | 45 |

Durée d'Arias 5-95 %

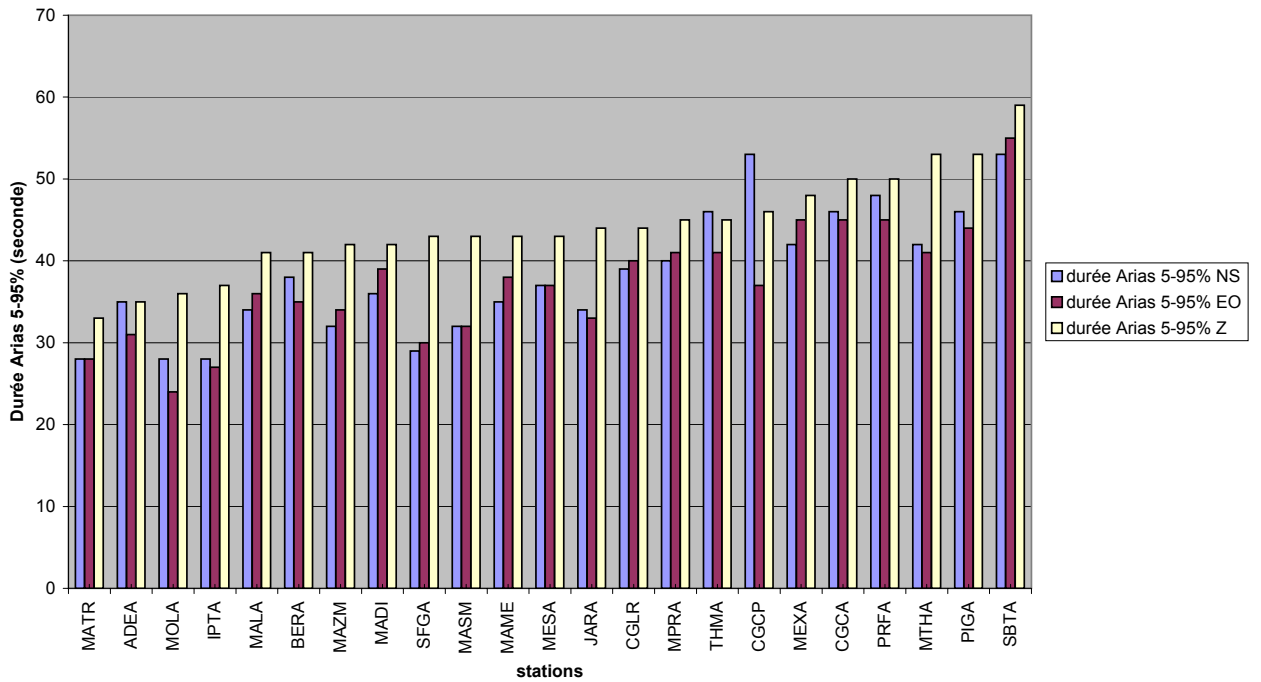


Fig. IV-7 : Histogramme montrant la répartition de l'Intensité d'Arias (5-95%) calculée par Winter et al. 2007 avec les stations ordonnées par durée croissante sur la composante verticale.

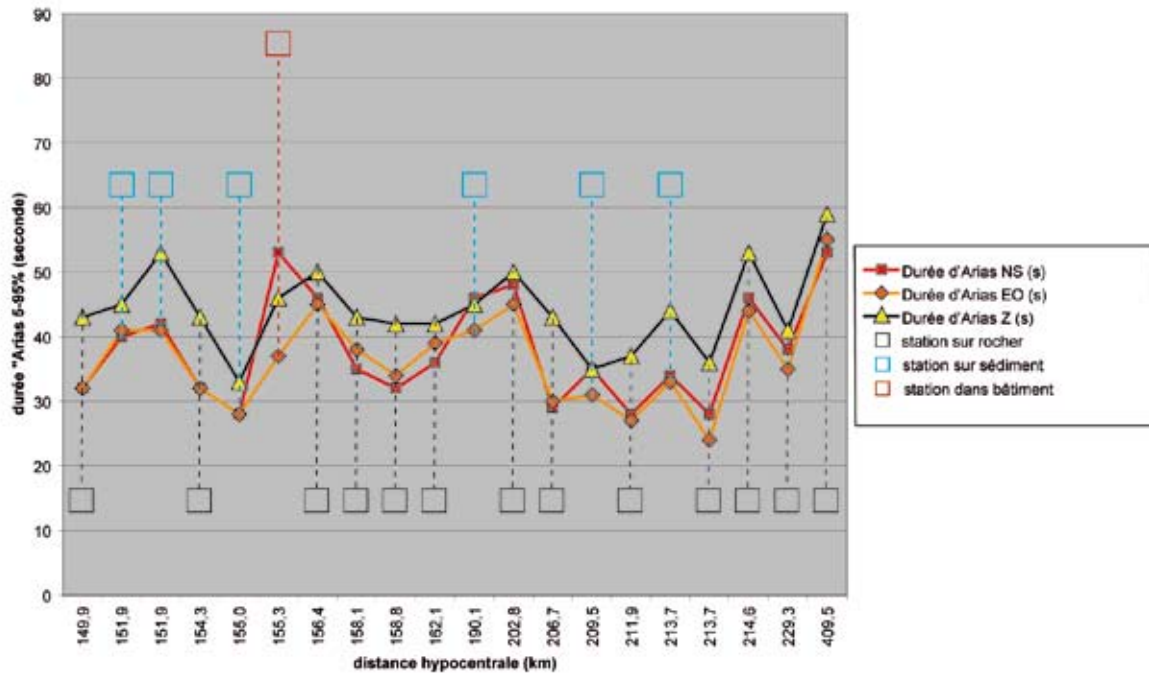


Fig. IV-8 : Histogramme montrant la répartition de l'Intensité d'Arias (5-95%) (Valeurs issues de Winter et al 2007) avec les stations ordonnées par distance hypocentrale croissante (échelle non linéaire). Le type de sol est signalé par les carrés (noirs=station au rocher, bleu = station au sédiment, rouge = station dans les étages d'un bâtiment).

V. Etude macrosismique

V1. Introduction

Avec plus de 400 000 habitants aujourd'hui, la Martinique s'étend sur près de 60 km du sud au nord et sur une superficie de 1128 km². Montagneuse au nord où domine le volcan de la Montagne Pelée, le centre de l'île accueille le pôle économique Fort-de-France, ainsi que la grande majorité de la population.

Le séisme du 29 novembre 2007, du fait de sa profondeur, a produit en Martinique et en Guadeloupe des effets différents de ceux habituellement rencontrés dans les études macrosismiques. L'écart entre la distance à l'hypocentre du nord et celle du sud de l'île n'est que de 20 km, les effets devraient donc être très semblables sur toute la Martinique. Nos observations, lors de la mission, montrent cependant de fortes variabilités sur les effets. L'information individuelle reçue sur le site www.franceseisme.fr du BCSF, ayant permis de mettre en ligne très rapidement la carte préliminaire des intensités macrosismiques, indique cette même variation. Néanmoins, faute de collecter l'ensemble des données des particuliers ou des collectivités les plus affectés par des dégâts, ces données Internet ont tendance à sous-estimer les valeurs pour les communes d'intensité égale ou supérieure à VI (voir p.100 à 103). Ce constat confirme la nécessité d'une mission de terrain systématique pour tout événement générant des intensités supérieures ou égales à VI.

Très peu d'habitations individuelles montrent des dégâts de niveaux supérieurs à 2 (EMS-98) alors que plusieurs bâtiments de taille plus importante montrent des dommages de niveau 3 voire 4. Ces observations ne sont pas clairement corrélées à une vulnérabilité des bâtiments affectés par rapport à ceux situés à proximité. Enfin, à l'échelle de certaines communes, les dégâts les plus importants peuvent être limités à une partie de la commune. Cela a parfois été le cas sur d'anciennes zones de mangrove ou en bord de mer qui sont des conditions favorables pour amplifier le mouvement sismique, donc les effets du séisme.

Les deux tableaux qui suivent (p. 27, 28) donnent les valeurs de l'intensité macrosismique par commune. Ces valeurs, déterminées dans le cadre de la procédure de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, constituent une synthèse de l'ensemble des informations collectées lors de la mission BCSF qui s'est tenue entre les 5 et 11 décembre 2007. Ces documents comprennent les formulaires collectifs CDSA-BCSF remplis en relation avec les services des mairies, les services de gendarmerie ou des pompiers, ainsi que divers documents collectés par les SIDPC, le BRGM, les DDE, l'AFPS et le BCSF-CDSA. L'information obtenue peut être considérée comme représentative des effets du séisme pour les communes de la Martinique mais présente des lacunes en Guadeloupe où l'intensité des secousses a été comparativement plus faible qu'en Martinique (1 degré en moyenne).

Un rapport contenant une première liste d'intensités macrosismiques EMS-98 a pu être établi très rapidement sur la totalité des communes de la Martinique et de la quasi totalité des communes de la Guadeloupe. Ce rapport a été transmis aux SIDPC le 21 décembre 2007.

V2. Mission sur le terrain et rapport SIDPC

L'enquête BCSF sur le terrain a été menée par cinq équipes (travaillant en binôme) provenant des organismes suivants : EOST, BRGM, CETE, IRD-Geosciences Azur, LGIT, OVSG-IPGP, OVSM-IPGP. Elles ont rencontré les représentants des communes (maires, adjoints au maire, directeurs généraux des services, directeurs des services techniques), ou à défaut visité les brigades de gendarmerie ou les services de police municipale. Lors des visites sur le terrain, un inventaire du bâti moyen de chaque commune visitée a été

établi avec les services des mairies ainsi qu'une statistique des dégâts provoqués. La vulnérabilité des bâtiments et le niveau des dégâts ont été évalués selon les indications des représentants des communes (voir annexe 2).

La démarche d'analyse utilisée par le groupe macrosismique s'appuie sur les préconisations du volume 19 des cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie : L'échelle Macrosismique Européenne 1998 (Grünthal et al.), établie entre sismologues et ingénieurs du génie civil.

DONNEES MACROSISMIQUES

Intensité maximale :
VI-VII

formulaires collectés :
collectifs : 71
individuels : 670

Population de la
Martinique :
381 325 habitants
(Recensement 1999)
346 habitants / km²
Superficie totale :
1128 km²

Population de la
Guadeloupe :
422 496 habitants
(Recensement 1999)
248 habitants / km²
Superficie totale :
1704 km²
Guadeloupe
continentale : 1438 km²

Fig. V-1 : Carte macrosismique des Antilles pour le séisme du 29 novembre 2007.

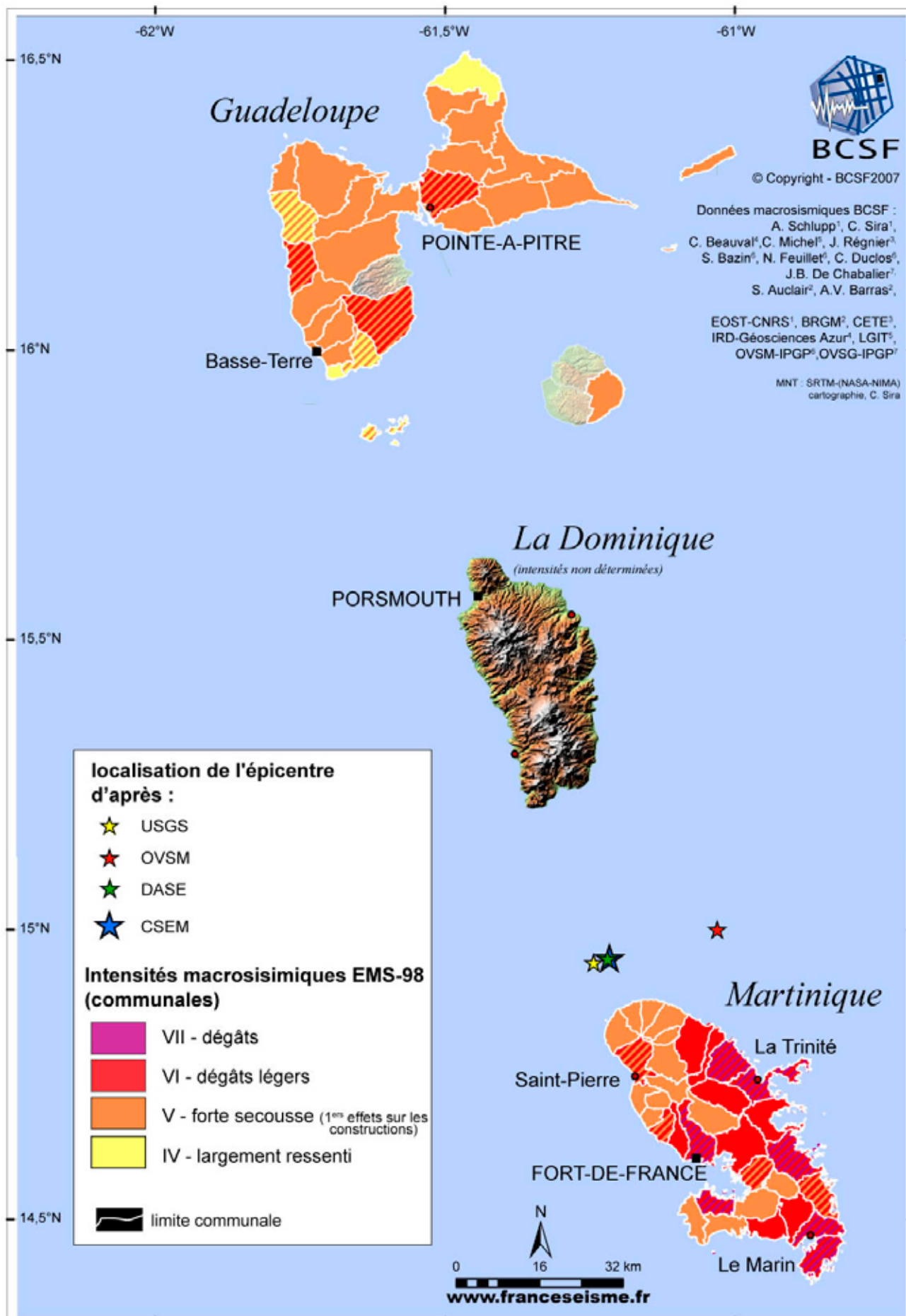


Fig. V-2 : Carte macrosismique de la Martinique pour le séisme du 29 novembre 2007.

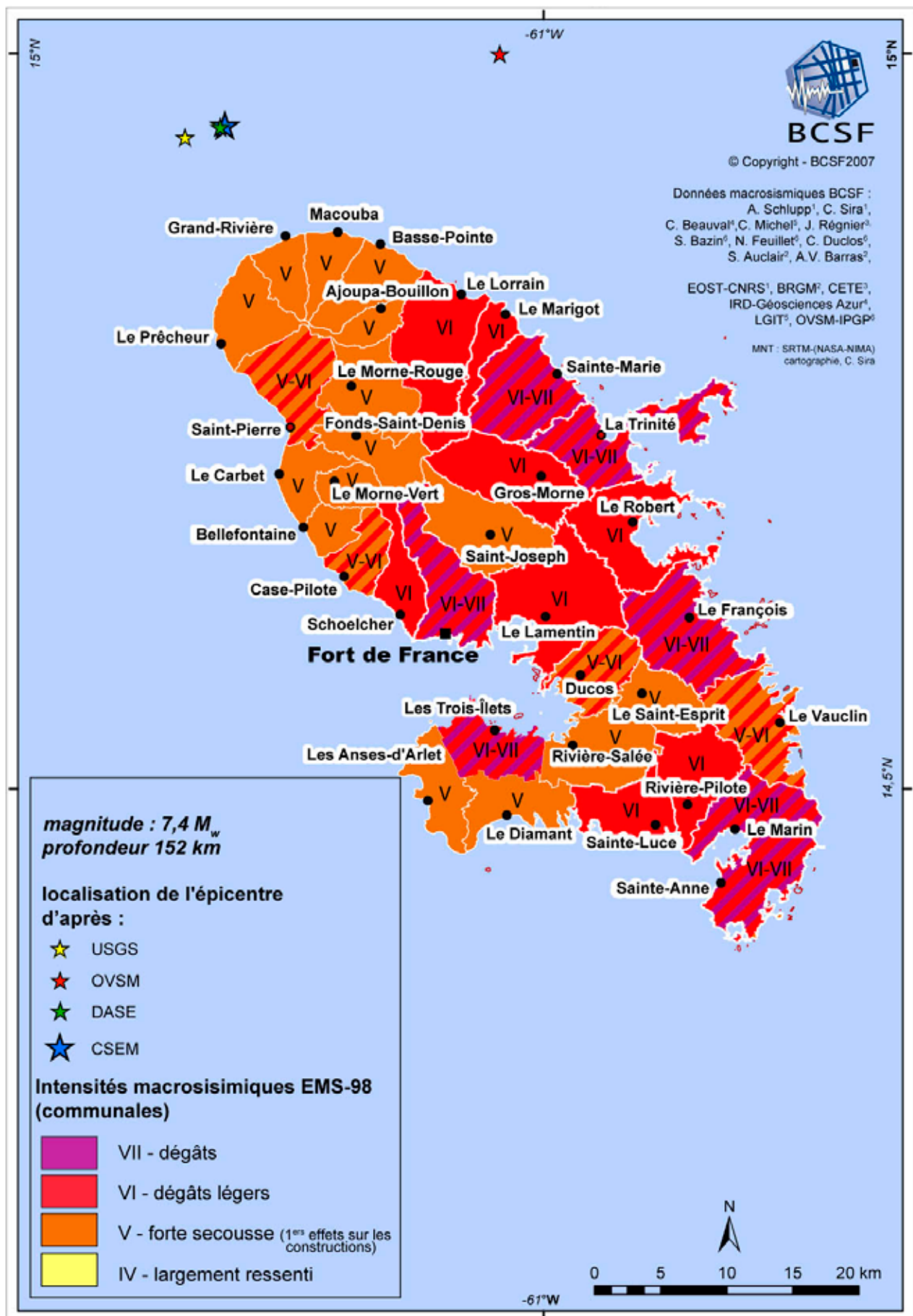
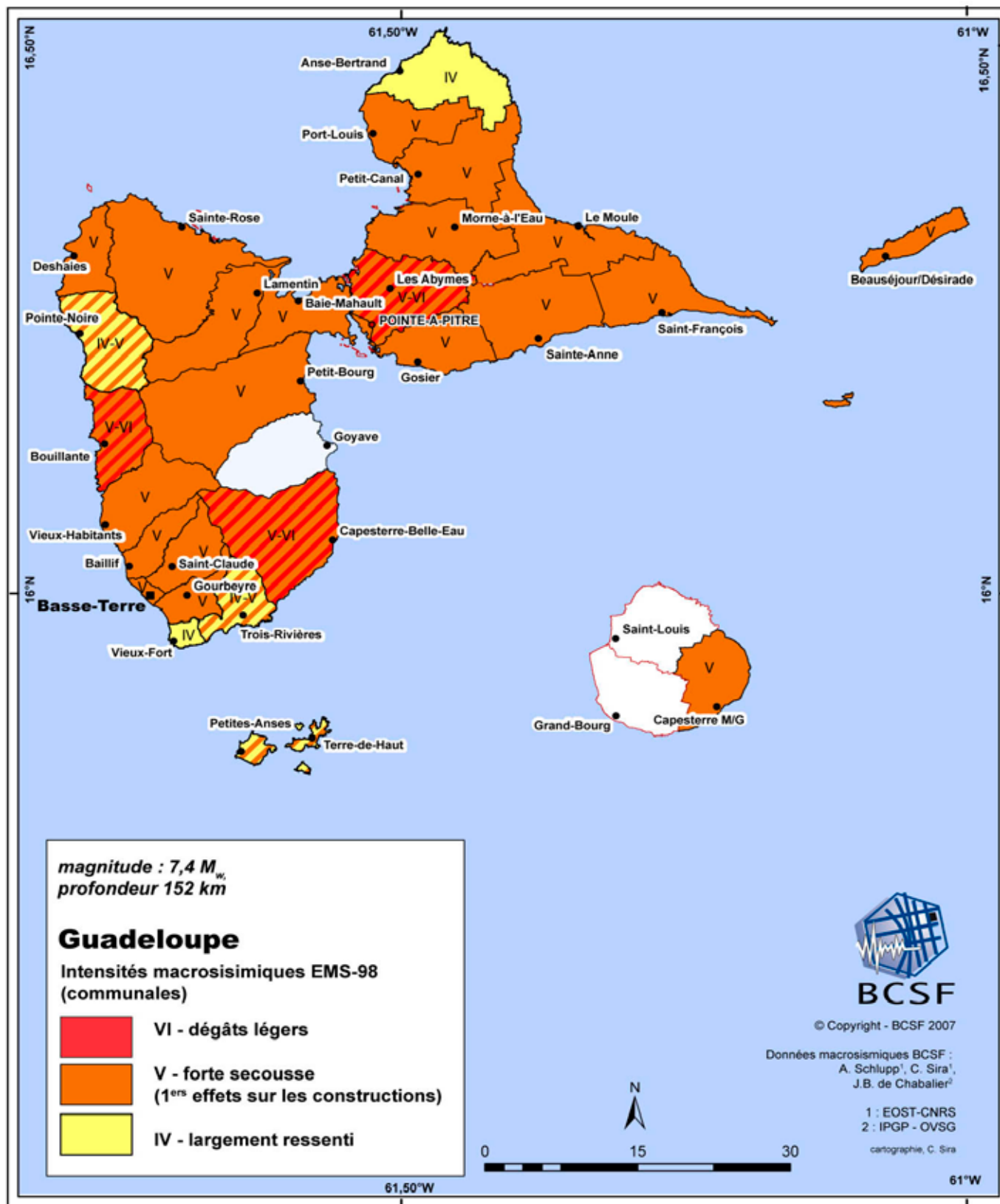


Fig. V-3 : Carte macrosismique de la Guadeloupe pour le séisme du 29 novembre 2007.



V3. Intensités EMS-98

Les intensités macrosismiques rapportées ici sont toutes attribuées au séisme principal. Elles ont été établies à partir des règles de l'échelle d'intensité macrosismique européenne EMS-98 (Grünthal et al., 1998, 2001). Le BCSF utilise cette échelle depuis l'année 2000 en France métropolitaine, en remplacement de l'ancienne échelle MSK-64. Le séisme de Martinique du 29 novembre 2007 a provoqué des dégâts aux constructions qui nous conduisent à donner une intensité macrosismique communale maximale de VI-VII et une intensité épiscopale inconnue (épiscopale en mer).

Il est utile de rappeler que la valeur de l'intensité macrosismique n'est pas uniquement fonction du niveau des dégâts aux constructions. Elle est déterminée à partir de trois types d'informations : les effets ressentis par les personnes, les effets sur les objets et les dégâts aux constructions. L'intensité macrosismique est une estimation de l'amplitude des mouvements oscillants du sol. Un même mouvement du sol, donc une intensité macrosismique donnée, provoquera des dégâts plus importants sur un bâtiment vulnérable que sur une construction peu vulnérable. Les effets induits des séismes (exemple : glissements de terrain) ne sont que très marginalement pris en compte dans l'échelle EMS-98 compte tenu de la grande difficulté qu'il y a à définir une notion de vulnérabilité du milieu naturel. Nous reportons néanmoins pour chacune des communes ces types d'effets quand ils nous ont été signalés. A la demande de la DIREN, le BRGM est intervenu sur ce thème pour établir une synthèse des mouvements de terrains lors du séisme.

Il faut souligner enfin la valeur statistique de l'intensité macrosismique. L'intensité par commune est une estimation statistiquement représentative de la sévérité de la secousse sur l'ensemble de la commune. Certaines communes peuvent présenter une très grande variabilité spatiale interne notamment à cause de l'hétérogénéité de leur sous-sol et/ou de leur topographie. Des classes d'intensités mixtes (V-VI ou VI-VII) ont été introduites ci-dessous pour, entre autre, traduire la variabilité spatiale de l'amplitude des secousses sur le ban communal.

Remarques sur la prise en compte des dégâts aux constructions

L'échelle EMS-98 introduit des éléments plus rigoureux que l'ancienne échelle MSK-64 pour tenir compte de la vulnérabilité du bâti ainsi que

des niveaux de dommage. Une classe de vulnérabilité (de A à F) est d'abord affectée aux bâtiments touchés, suivant le type de construction; un niveau de dommage est ensuite attribué selon les dégâts observés (niveau de 1 à 5). L'intégration de ces éléments dans une statistique des dégâts constatés sur une zone délimitée (ici, la commune), complétée des observations des effets sur les personnes, les objets et le mobilier, permet de déterminer l'intensité macrosismique.

Une des difficultés rencontrées en Martinique pour établir la statistique des dégâts dans chaque commune a été en partie due au fait que peu de particuliers ont rapporté en mairie les dommages constatés ou l'absence de dégâts sur leur bâtiment.

Il est important de noter que les données macrosismiques disponibles ne sont jamais ou très rarement une description complète des effets qui se sont produits au cours du tremblement de terre. Lorsqu'une ville compte 20 000 bâtiments, l'enquêteur dispose des données provenant d'un échantillon de l'ensemble des bâtiments et des effets survenus sur la commune. De même, les informations décrivant dans chacune des communes les effets observés sont un résumé, une synthèse des données macrosismiques recueillies.

V4. Vulnérabilité des bâtiments aux secousses sismiques

La typologie des bâtiments retenue par l'INSEE (Recensement Population 1999) pour classer les bâtiments en Martinique est la suivante :

- habitation de fortune,
- case traditionnelle,
- maison ou immeuble en bois,
- maison ou immeuble en dur.

A partir de la classification INSEE, cinq types de bâti avaient été retenus pour les Antilles dans les questionnaires d'enquête macrosismique collectifs mis au point en concertation entre le CDSA et le BCSF, peu de temps avant le séisme du 21 novembre 2004 (cf. annexe) :

- type 1 - habitat de fortune,
- type 2 - maison traditionnelle en bois,
- type 3 - maison en maçonnerie,
- type 4 - maison/villa en béton,
- type 5 - immeuble collectif.

Lors de la mission sur le terrain effectuée par l'équipe BCSF, cette typologie des bâtiments s'est avérée difficile à utiliser et, dans la mesure du possible, nous l'avons traduite par une typologie

mieux adaptée à la détermination des intensités macrosismiques.

On peut relever plusieurs facteurs aggravants pour bon nombre de constructions en Martinique comme en Guadeloupe :

- le non-respect de la réglementation parasismique pour de nombreux bâtiments, y compris après l'entrée en vigueur des règles PS92 (1995),
- un mode de construction familial et/ou d'entraide ne respectant pas, bien souvent, les concepts fondamentaux de la construction parasismique pour l'habitat individuel,
- l'utilisation de matériaux de mauvaise qualité

(ex : béton),

- une urbanisation effectuée souvent sur des zones exposées (pentes à forte inclinaison, terrains instables),

- la fragilisation de nombreuses structures due à une pluviosité importante de juin à novembre avec le régime des alizés tropicaux (oxydation et corrosion des aciers, éclatement des bétons, effritement de mortier, non étanchéité des toitures et des dalles en général). Ceci s'aggrave en altitude à cause de la forte pluviométrie.



Fig. V-6 : Saint-Pierre - pilier de fortune sur une maison individuelle.



Fig. V-5 : Le Marin - Défaut d'alignement des piliers de terrasse.

Fig. V-4 : Sainte-Marie - Rupture par effort tranchant d'un poteau court suite à une maçonnerie de mur en blocs de béton non jointive avec les poutres du 1^{er} étage.



Fig. V-7 : Exemples de constructions vulnérables implantées sur un terrain en pente et comportant un niveau transparent

**DONNÉES
MACROSISMIQUES**

intensité
maximale :VI-VII

formulaires
collectés : 741
dont collectifs : 71
individuels : 670

secousse ressentie
dans 72 communes
françaises
Martinique : 34
Guadeloupe : 33
Guyane : 5

V5. Observations macrosismiques

Les observations qui suivent sont classées par distance croissante à l'épicentre. La distance épicertrale indiquée a été calculée avec l'épicentre du DASE (lat. 14,95°N., long. 61,22°O.). Il faut toutefois bien rappeler que l'épicentre correspond à la projection, en surface, du foyer du séisme. Le foyer du séisme est le lieu où la rupture sismique s'initie sur la faille. Dans le cas du séisme du 29 novembre 2007, le foyer était situé à environ 152 km de profondeur.

Intensités communales en Martinique

| Commune | Intensité EMS-98 | Qualité de l'estimation* | distance épicertrale en km (DASE) |
|-------------------|------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Grande Rivière | V | A | 10 |
| Macouba | V | A | 11 |
| Basse Pointe | V | A | 14 |
| Le Prêcheur | V | A | 17 |
| Ajoupa Bouillon | V | A | 18 |
| Morne Rouge | V | A | 21 |
| Le Lorrain | VI | A | 22 |
| Saint Pierre | V-VI | A | 24 |
| Fond Saint Denis | V | A | 25 |
| Le Marigot | VI | A | 25 |
| Le Carbet | V | A | 27 |
| Morne Vert | V | A | 28 |
| Sainte Marie | VI-VII | A | 31 |
| Bellefontaine | V | A | 31 |
| Gros Morne | VI | A | 35 |
| Case Pilote | V-VI | A | 35 |
| Trinité | VI-VII | A | 36 |
| Saint Joseph | V | A | 37 |
| Schoelcher | VI | A | 39 |
| Fort de France | VI-VII | A | 41 |
| Le Robert | VI | A | 43 |
| Le Lamentin | VI | A | 44 |
| Ducos | V-VI | A | 49 |
| Les Trois Ilets | VI-VII | A | 50 |
| Le François | VI-VII | A | 50 |
| Le Saint Esprit | V | A | 53 |
| Les Anses d'Arlet | V | A | 53 |
| Rivière Salée | V | A | 54 |
| Le Diamant | V | A | 56 |
| Vauclin | V-VI | A | 61 |
| Rivière Pilote | VI | A | 62 |
| Sainte Luce | VI | A | 62 |
| Le Marin | VI-VII | A | 65 |
| Sainte Anne | VI-VII | A | 68 |

Qualité de l'estimation* :

A : sûre ; B : moyennement sûre ; C : très peu sûre

Intensités communales en Guadeloupe

| Commune | Intensité EMS-98 | Qualité de l'estimation | distance épacentrale en km (DASE) |
|--------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Grand-Bourg | R (ressenti) | A | 104 |
| Capesterre-Marie-Galante | V | A | 105 |
| Terre-de-Haut | IV-V | B | 109 |
| Terre-de-Bas | IV-V | B | 110 |
| Saint-Louis | absence de données | | 112 |
| Vieux Fort | IV | B | 122 |
| Trois-Rivières | IV-V | A | 123 |
| Gourbeyre | V | A | 127 |
| Capesterre-Belle-eau | V-VI | B | 127 |
| Basse-Terre | V | B | 129 |
| Saint-Claude | V | B | 130 |
| Baillif | V | B | 132 |
| Vieux-Habitants | V | B | 137 |
| Goyave | R (ressenti) | A | 137 |
| Gosier | V | C | 143 |
| Sainte Anne | V | B | 143 |
| Petit-Bourg | V | A | 144 |
| Bouillante | V-VI | C | 144 |
| Saint-François | V | B | 145 |
| Pointe à Pitre | V | B | 148 |
| Les Abymes | V-VI | C | 150 |
| La Désirade | V | A | 152 |
| Baie-Mahault | V | B | 152 |
| Le Lamentin | V | B | 154 |
| Le Moule | V | B | 154 |
| Pointe-Noire | IV-V | B | 155 |
| Morne à l'Eau | V | A | 156 |
| Petit-Canal | V | B | 162 |
| Sainte-Rose | V | B | 162 |
| Deshaies | V | B | 163 |
| Port-Louis | V | B | 167 |
| Anse-Bertrand | IV | B | 172 |

Intensités communales des Iles du Nord de la Guadeloupe

| | | |
|------------------|----|---|
| Saint-Barthélemy | IV | C |
| Saint-Martin | IV | C |

Intensités communales de Guyane

| | | |
|-------------------------|--------------|---|
| Cayenne | R (ressenti) | A |
| Kourou | R | A |
| Matoury | R | A |
| Remire-Montjoly | R | A |
| Saint-Laurent-du-Maroni | R | A |

R = Ressenti (intensité non déterminée)

DEPARTEMENT DE LA MARTINIQUE (communes par distances épacentrales)



GRAND-RIVIERE
Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 10
 Nombre d'habitants (INSEE-99) : 882
 Superficie : 16,60 (km)
 Densité (hab/km²) : 53
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 210
 Date de la visite : 7/12/07



Image satellite de la zone urbaine de Grand-Rivière -IGN/GéoPortail.

Effets sur les personnes

L'ensemble de la population a perçu cette secousse. Les habitants ont été effrayés, mais il n'y a pas eu de mouvement de panique. Selon des témoins, tout le monde est sorti des maisons (principalement construites en rez-de-chaussée).

Aucun témoignage individuel par Internet ne nous est parvenu de cette commune.

Effets sur les objets et les mobiliers

De nombreux objets ont chuté, les vitres, les portes et fenêtres ont vibré fortement. Le mobilier léger ou lourd n'a pas été déplacé.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 0% | 3% | 25% | 70% | 2% |

Nombre approximatif de bâtiments : 350

Les dégâts sont peu nombreux sur la commune et principalement de niveau 1. Quatre particuliers seulement ont déclaré des effets sur leur habitation. Des témoins interrogés sur place confirment également l'absence de dégâts dans les maisons. L'église, bâtiment habituellement vulnérable, n'a pas connu de dégât. La mairie n'a constaté aucun dommage sur son bâtiment. D'autres bâtiments particulièrement vulnérables n'ont pas subi d'effets confirmant que l'intensité n'a pas dépassé V (Fig. V-10).

L'école mixte élémentaire et maternelle a subi des dommages de niveau 2. Cette école est composée de deux bâtiments indépendants de grande longueur en ossature béton armé (sans CPS, 1952 et 1965), de vulnérabilité B/C. Les dégâts sont des fissures en très petit nombre dans le bâtiment principal (Fig. 10 à 13) où ils affectent par deux fois les poutres porteuses. Dans le bâtiment du fond de la cour (au nord du premier) on observe l'écartement de la façade arrière du bâtiment mitoyen (Fig. V-13).



Fig. V-8 : Grand-Rivière, types d'objets ayant chutés.



Fig. V-9 : Grand-Rivière, fissure fine en angle de fenêtre (vulnérabilité B, dégâts de niveau 1).



Fig. V-10 : Grand-Rivière, école mixte élémentaire (vulnérabilité B/C - dégâts de niveau 2).



Fig. V-11 : Grand-Rivière, fissure sur poutre porteuse. (dommage structural).



Fig. V-12 : Grand-Rivière - Bâtiment de l'école maternelle (vue générale).



Fig. V-13 : Grand-Rivière - Ecole maternelle - décollement du bâtiment mitoyen.



Fig. V-14 : Grand-Rivière - Maison individuelle - fissure fine dans mur non porteur (dégât de niveau 1).



Fig. V-15 : Grand-Rivière - Pilier défectueux antérieur au séisme représentant un élément de grande vulnérabilité et n'ayant pas été endommagé d'avantage.



Fig. V-16 : Grand-Rivière, détail du pilier.



Fig. V-17 : Grand-Rivière, dégâts structuraux légers. (relation avec le séisme incertain).



MACOUBA Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 11
 Nombre d'habitants (1999) : 1390
 Superficie : 16,93 (km²)
 Densité (hab/km²) : 82
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 584
 Date de la visite : 7/12/07



Image satellite de la zone urbaine de Macouba
 Ign/GéoPortail

Effets sur les personnes

C'est un bruit assourdissant suivi d'une grosse vibration que la population de cette commune a perçu. L'ensemble des personnes est sorti des habitations et a connu une grande frayeur, quelques cas de panique voire d'hystérie ont été décrits.

Effets sur les objets et les mobiliers

Des chutes d'objets se sont produites, le mobilier léger et lourd s'est parfois déplacé.

Effets sur les constructions

La répartition du bâti dans la typologie n'a pu être déterminée précisément par la mairie. Nous retrouvons sur cette commune un profil sembla-

ble à celui de Grand-Rivière composé d'environ 600 bâtiments principalement en RC ou RC+1. L'oscillation des bâtiments a été observée.

Aucun dégât n'ayant été recensé par la mairie sur cette commune lors de notre visite, aucun bâtiment n'a été visité.

Selon le BRGM (Fort-de-France) une citerne d'eau potable aurait été éventrée dans le bourg.

A 7 km de Grand-Rivière les effets semblent plus forts à Macouba sur l'ensemble des indicateurs suivants : personnes, objets et mobilier. L'intensité V n'a pas été dépassée.



Fig. V-18 : Macouba - centre du bourg



BASSE-POINTE
Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 14
 Nombre d'habitants (1999) : 4183
 Superficie : 27,95 (km²)
 Densité (hab/km²) : 150
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 1805
 Date de la visite : 6/12/07



Image satellite de la zone urbaine de Basse-Pointe -IGN/GéoPortail

Effets sur les personnes

Le séisme a été fortement ressenti par l'ensemble de la population aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments sur la commune de Basse-Pointe. Il a provoqué quelques scènes de panique. Les élèves de l'école mixte qui étaient dans la cour ont été très choqués de sentir osciller leurs bâtiments scolaires.

Effets sur les objets

Chute de nombreux objets légers (dossiers, chaises empilées...).

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 1% | 1% | 36% | 56% | 14% |



Fig. V-19 : Basse-Pointe - réfectoire - fissure fine entre structure et mur de remplissage.

Malgré un mouvement très marqué des bâtiments pendant les secousses, les seuls dégâts signalés sur la commune sont l'apparition et l'agrandissement de fissures fines dans des murs de remplissage. Un écroulement d'une portion de mur s'est produit sur un bâtiment initialement en état de ruine.



Fig. V-20 : Basse-Pointe, école mixte.

Dans le réfectoire en assez mauvais état (vulnérabilité B) des fissures fines sont apparues dans les murs de remplissage. Elles correspondent à des dégâts de niveau 1.

Aucun retour concernant les bâtiments privés n'est disponible sur la commune. Bien que cette absence d'information ne signifie pas nécessairement une absence de dommages, les services municipaux auraient probablement été informés en cas de dommages supérieurs au niveau 1.

L'école mixte, date de 1967 (vulnérabilité B) et comprend un rez-de-chaussée transparent. A tous les étages du bâtiment, des fissures (dégâts de niveau 1 à 2) sont apparues dans les murs de remplissage.



Fig. V-21 : Basse-Pointe - exemples de fissures fines horizontales rencontrées dans l'école mixte.



LE LORRAIN Intensité EMS-98 : VI

Distance à l'épicentre (km) : 22
 Superficie (km²) : 50,33
 Nombre d'habitants (1999) : 8234
 Densité (hab/km²) : 164
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 3921
 Date de la visite : 6/12/07

Effets sur les personnes

Sur la troisième commune de l'île par sa superficie, l'amplification progressive du bruit, accompagnée par une très forte secousse, brutale et interminable d'après les témoins, a généré la panique des Lorrinois et a été très fortement ressentie. Un témoin raconte : *"J'ai eu la peur de ma vie, sur le coup j'ai pensé que cela ne s'arrêterait jamais, j'ai cru voir la fin du monde, tout bougeait autour de moi"*. Un autre écrit sur notre site internet : *"Le tremblement de terre ne s'arrêtait plus, j'étais blottie contre une dame, j'avais peur, je pensais que c'était la fin du monde"*.

Effets sur les objets et les mobiliers

De nombreux objets sont tombés à terre chez les particuliers, dans les commerces, au commissariat : ordinateurs, livres, pots de fleurs, portes de placards ouvertes, papiers éparpillés.

Les liquides ont débordé de leur récipient comme une machine à café du centre ville.

L'ensemble du mobilier a fortement vibré parfois entraînant sa chute (ex : bibliothèque). Le mobilier lourd a subi des déplacements (ex : réfrigérateur).

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 1% | 1% | 40% | 50% | 8% |

Après un appel à la population en vue d'une déclaration des dégâts liés au séisme, une vingtaine de bâtiments a été répertoriée comme ayant subi des dommages (dont une quinzaine de maisons individuelles). Nombre d'entre eux sont localisés dans le quartier « Morne Icaque », à 2 km du centre du bourg à l'intérieur des terres (sous-sol fertile principalement argileux et offrant un relief accidenté).



Image satellite de la zone urbaine du Lorrain IGN/GéoPortail;



Fig. V-22 : Le Lorrain - Magasin ayant connu la chute d'objets et des fissures de niveau 2;

L'ancienne église du Lorrain en cours de rénovation a subi une rupture par effort tranchant d'un poteau sans doute du à de la torsion (Fig. V-23).



Fig. V-23 : Le Lorrain Eglise de 1743 en cours de restauration.



Fig. V-24 : Le Lorrain, lieu-dit Fonds Gens Libres – maison individuelle. RC+1.

Sur la maison individuelle ci-dessus en poteaux-poutres et remplissage en maçonnerie, trois des quatre poteaux soutenant la partie non contreventée de la maison ont été sévèrement endommagés (nécessité d'étayer la maison). Les murs de remplissage ont connu de multiples fissures. La distribution asymétrique des éléments assurant le contreventement aura augmenté la vulnérabilité de ce bâtiment (dégâts de niveau 2-3 / classe vulnérabilité B).



Fig. V-25 : Le Lorrain, lieu-dit Fonds Gens Libres – maison individuelle. RC+1.

L'école Léon Cécile Carabin est constituée de deux bâtiments positionnés en "L". Des dommages ont eu lieu au niveau de leur liaison par l'entrechoquement des bâtiments au moment de la secousse.

Au rez-de-chaussée, deux murs de remplissage transversaux ont été largement et profondément fissurés (fissures en croix, mur abattu lors de notre visite). Des fissures plus fines sont apparues à l'interface de l'ossature et du mur de remplissage à plusieurs endroits.

Au-delà des nombreux dégâts légers de niveau 1 (fines fissures dans des murs de remplissage) rencontrés sur quelques constructions de vulnérabilité A/B et dans certains bâtiments de classe de vulnérabilité C - école Léon Cécile Carbin - des dégâts plus importants, de niveau 2 et 3, ont été observés sur quelques bâtiments, avec dans certains cas des dégâts structuraux notables. Un effet "poteau court" a été observé sur une maison individuelle située au lieu-dit « Fonds Gens Libres ».

Cependant ces dommages de niveau 3 n'ont été observés que dans un cas unique et ne sont donc pas suffisants pour considérer une intensité supérieure à VI.



Fig. V-26 : Le Lorrain, école Léon Cécile Carabin, dégâts liés à l'entrechoquement des bâtiments;



Fig. V-27 : Le Lorrain, école Léon Cécile Carabin, fissure à 45°.



Fig. V-28 : Le Lorrain, école Léon Cécile Carabin emplacement de l'ancien mur (cloison)

Effets induits

De nombreux petits glissements de terrain sur des formations meubles (argiles rouges), en bordure de ravines? semblent également pouvoir être imputés au séisme.



Fig. V-29 : Le Lorrain, lieu dit Morne Capot, mouvements de terrain.



AJOUPA-BOUILLON

Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 18
 Nombre d'habitants (1999) : 1761
 Superficie (km²) : 12,30
 Densité (hab / km²) : 143
 Nombre de bâtiments (INSEE 1999) : 1047
 Date de la visite : 10/12/07



Image satellite de la zone urbaine d'Ajoupa-Bouillon
 Ign/GéoPortail



Fig. V-30 : Ajoupa-Bouillon - exemples des types de bâtiments majoritaires sur la commune.

Effets sur les personnes

L'ensemble de la population est sorti des maisons, certaines personnes ont été inquiétées, mais la secousse n'a pas généré de panique.

Effets sur les objets

Il n'y a pas eu de chute de gros objets sur cette commune, ni de déplacement de mobilier léger ou lourd. Le séisme n'a pas engendré de dégâts.

Effets sur les constructions

Aucun dégât n'a été relevé dans cette commune d'un millier de bâtiments. Implantée sur la pente est de la montagne Pelée, cette commune est constituée principalement de petites habitations individuelles en plain-pied construites en ossature poteaux-poutres et remplissage en maçonnerie (Fig. IV-30). Certains bâtiments vulnérables (comme ceux rencontrés dans d'autres

communes de la Martinique) n'ont pas subi de dommages (Fig. V-31). L'église, certes peu élancée et chaînée dans sa partie supérieure, n'a subi aucun dommage (Fig. V-33), l'école mixte (RC+1) comportant une galerie extérieure et des cloîtres relativement fragiles au 1^{er} étage n'a connu aucun dégât (Fig. V-32). L'étude de l'ensemble des indicateurs confirme que l'intensité V n'a pas été dépassée.



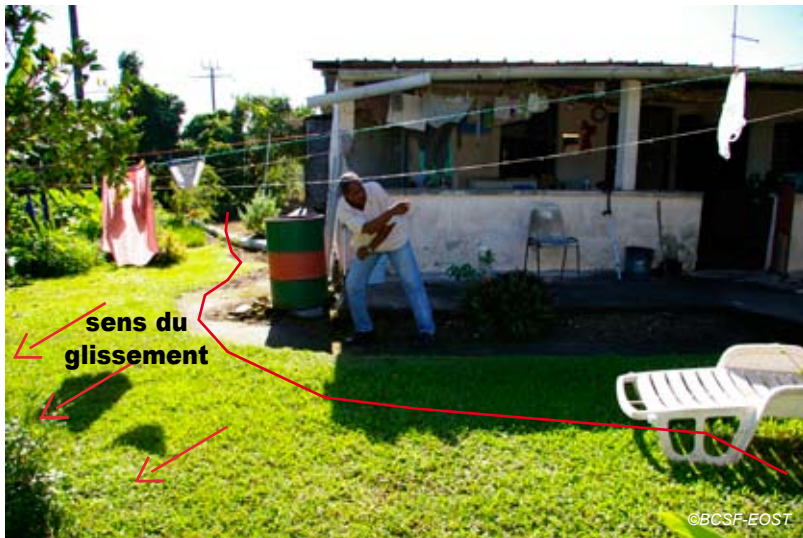
Fig. V-31 : Ajoupa-Bouillon, maison individuelle très vulnérable ne souffrant d'aucun dégât -selon interview de la propriétaire (asymétrie de plan et RDC transparent).



Fig. V-32 : Ajoupa-Bouillon - école mixte (sans dégât).



Fig. V-33 : Ajoupa-Bouillon - église (sans dégâts).



Effets induits

Une crevasse au sol, longue de plusieurs mètres et longeant une maison individuelle située en bord de ravine, s'est agrandie (surveillée par la mairie).

Fig. V-34 : Ajoupa-Bouillon - crevasse longeant le bord de la maison située à proximité d'une ravine.



LE PRÊCHEUR Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 17
 Nombre d'habitants (1999) : 1845
 Superficie (km²) : 29,92
 Densité (hab/km²) : 62
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 688
 Date de la visite : 7/12/2007

Effets sur les personnes

La secousse a été ressentie par la plupart des habitants de la commune, à l'intérieur comme à l'extérieur des habitations. En premier lieu, un bruit sourd important a été entendu avant la secousse, effrayant la population et plus particulièrement les enfants. Aucune panique n'a vraiment été signalée, c'est plutôt la durée de la vibration (assez longue) qui semble avoir engendré la peur des habitants.

Les effets de la secousse ont été ressentis comme un balancement fort, accompagné de fortes vibrations.

Effets sur les objets

Les objets suspendus ont subi de faibles oscillations. Les petits objets, portes, fenêtres, vitres ont vibré fortement. De petits objets instables sont tombés mais aucun déplacement ou chute de mobilier (légers ou lourds) n'a été signalé.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| <2% | 3% | <1% | 95% | 1% |

11 bâtiments publics ont été faiblement endommagés selon la mairie. Ces bâtiments comportent des structures en béton armé de type poteaux-poutres avec remplissage en maçonnerie. La classe de vulnérabilité moyenne de ces bâtiments est C. Celle-ci peut descendre à B dans le cas de mauvais entretien, transparence au rez-de-chaussée, ancienneté de la structure. Les dommages subis correspondent



Image satellite de la zone urbaine du Prêcheur/IGN/GéoPortail

à de nombreuses fissures fines et quelques chutes de petits morceaux de plâtre. Les dommages subis sont de niveau 1.

Il n'y a pas eu de remontée d'informations concernant les maisons individuelles. Aucun recensement des dommages sur les logements collectifs, les maisons en bois, ou sur les habitats de fortune n'a été effectué. On peut néanmoins en déduire que des effets importants dépassant le niveau 1 sont improbables sur cette commune pour les maisons individuelles.

Effets induits

Des chutes de blocs rocheux ont été signalées. Les blocs ont été arrêtés par des structures pare-blocs installées préalablement au séisme.



LE MARIGOT Intensité EMS-98 : VI

Distance à l'épicentre (km) : 25
 Nombre d'habitants (1999) : 3663
 Superficie (km²) : 21,63
 Densité (hab/km²) : 169
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 1671
 Date de la visite : 7/12/07

Effets sur les personnes

La population a été très choquée par la secousse, les enfants du collège ainsi que certains adultes ont crié.

Effets sur les objets et les mobiliers

De nombreux objets ont chuté, du mobilier a été renversé (réfrigérateur). Un particulier a signalé la destruction de mobilier, d'un téléviseur, d'une machine à coudre. Interrogé par le BCSF, le vendeur du supermarché du centre du bourg déclare avoir eu de nombreux produits tombés à terre, se brisant parfois (bouteilles).



Image satellite de la zone urbaine de Marigot
 Ign/GéoPortail.



Fig. V-35 : Supermarché, nombreuses chutes d'objets.



Fig. V-36 : Ecole primaire de Dominante.

Effets sur les constructions

Treize particuliers ont déclaré des dégâts à la mairie pour des effets de niveau 1 sur les constructions : chutes du mortier, du crépi, des fissures fines sur des parties non porteuses, éclatement de carrelage ; mais également des dégâts de niveaux supérieurs (2 à 3/4) : fissurations de poteaux, d'escaliers, cassés ou effondrés, effondrement d'une terrasse non couverte, déstabilisation d'une maison, décollements des murs, crevasses au niveau des fondations. Ces dégâts sont peu nombreux au vu des 900 bâtiments pré-

sents sur la commune, mais répartis géographiquement sur l'ensemble de la commune. Leur niveau représente toutefois un indice important dans l'évaluation de l'intensité de la secousse.

Parmi les dégâts représentatifs de la secousse sur la commune, l'école primaire de Dominante a connu quelques dommages de niveau 1 à 2 (vulnérabilité B). Ce bâtiment âgé d'environ 65 ans laisse entrevoir de la fissuration sur des poteaux, des éclatements de mortier, des fissures entre l'ossature et les murs de remplissage.



Fig. V-37 : Ecole primaire de Dominante, fissure entre mur de remplissage et structure porteuse.



Fig. V-38 : Ecole primaire de Dominante, fissure légère et éclatement de carrelage.



Fig. V-39 : Eglise de Marigot.

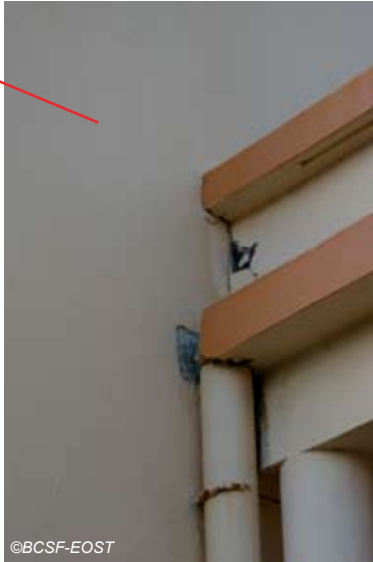


Fig. V-41 : Eglise de Marigot éclatement de béton, entrechoquement.



©BCSF-EOST

Fig. V-40 : Infiltration préexistantes.

Le clocher de l'église du bourg, par l'oscillation de sa structure, a généré l'endommagement de sa façade au niveau de l'accroche du passage couvert reliant le clocher à la nef. Cette liaison entre les deux bâtiments est la source de cet effet de pilonnage entre les bâtiments. Par ailleurs des traces d'infiltrations préexistantes montrent une fragilité antérieure (Fig. V-41).



Fig. V-42 : Le Marigot - Collège du Marigot.

Au Collège du Marigot (Fig. V-42), l'irrégularité des remplissages au rez-de-chaussée a entraîné la rupture hors-plan d'un mur en maçonnerie au niveau du préau; (dommages de niveau 3/4 - vulnérabilité B/C) ; des fissures fines ont été observées en petit nombre aux angles de poutre et de la dalle principale du 1^{er} étage.



©BCSF-EOST

Fig. V-43 : Le Marigot - Collège du Marigot, effondrement d'un mur de cloisonnement.



©BCSF-EOST

Fig. V-44 : Le Marigot - Affaissement de la terrasse d'un restaurant situé en bord de talus ayant engendré des mouvements importants sur la structure.



Fig. V-45 : Le Marigot, école primaire de Baignoire.

A l'école primaire mixte de Baignoire, de construction récente (1994), de nombreux dommages ont été observés sur la structure du bâtiment. De nombreuses fissures sont présentes sur les murs porteurs, des éclatements de béton se sont produits entre quelques piliers et les poutres horizontales.

L'école maternelle du Bourg est située en bord de ravine et a connu un affaissement de sa fondation générant des dégâts de niveau 2, à l'intérieur des classes.

Effets induits et autres effets observés

Une voiture a été ensevelie au quartier Fleury suite à un mouvement de terrain.

Une "grosse vague" selon un témoin a été observée au moment du séisme sur la mer, calme auparavant.



Fig. V-46 : Le Marigot, école primaire de Baignoire - endommagement de pilier.



Fig. V-47 : Le Marigot - Ecole maternelle du Bourg (bord de ravine).



Fig. V-48 : Le Marigot, école primaire de Baignoire fissure sur linteau.



Fig. V-49 : Le Marigot, école maternelle du Bourg - fissure légère mur porteur.



Fig. V-50 : Le Marigot, école primaire de Baignoire - éclatement de béton au niveau de l'attache des jalousies métalliques .



Fig. V-51 : Le Marigot, école maternelle du Bourg - fissure légère mur porteur.



SAINTE-MARIE

Intensité EMS-98 : VI-VII

Distance à l'épicentre (km) : 31
 Nombre d'habitants (1999) : 20098
 Superficie (km²) : 44,55
 Densité (hab/km²) : 451
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 8009
 Date de la visite : 7/12/07



Image satellite de la zone urbaine de Sainte-Marie -IGN/Geoportail.

Effets sur les personnes

L'ensemble de la population a très fortement ressenti ce séisme. A l'extérieur, nous raconte un témoin, « *il fallait écarter les pieds pour rester debout, c'était très très fort* ». Tout le monde est sorti sauf ceux qui étaient tétanisés par l'événement, il y a eu de la panique. Généralement les enfants se sont réfugiés sous les tables.

Au collège Legrossillière où l'oscillation des bâtiments a été très forte, deux élèves ont sauté du 1^{er} étage. Lors d'une réplique, dix enfants traumatisés ont été hospitalisés.

Effets sur les objets

Les objets ont fortement vibré les faisant parfois chuter, le mobilier léger a été déplacé et parfois le mobilier lourd. Des armoires ont été ouvertes et vidées de leurs contenu.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 2% | 1% | 20% | 60% | 17% |

Trente particuliers ont déclaré des dégâts auprès de la mairie. Une maison a été rendue inhabitable. Vingt bâtiments communaux ont été affectés selon l'administration. Ces dégâts sont principalement de niveaux 1 à 2. Quelques bâtiments de particuliers sont affectés plus largement (niveaux 3 ou 4). Les dégâts couvrent l'ensemble de l'étendue géographique de la commune. Ici encore, compte tenu des effets observés, il est peu probable que les 30 particuliers qui ont déclaré des dégâts en mairie soient les seuls touchés sur l'ensemble de cette commune.

La mairie (Fig. V-52) localisée au centre du bourg a oscillé fortement, certains placards se sont ouverts et ont été vidés de leurs contenus. Le déplacement de mobilier lourd a été constaté. Des dégâts légers au sol (décollement de carrelage) se sont produits, mais la vulnérabilité de ce bâtiment sous forme pyramidale reste incertaine (vulnérabilité C ou D).



Fig. V-52 : Mairie de Sainte-Marie.



Fig. V-53 : Mairie de Sainte-Marie - décollement de carrelage au sol.



Fig. V-54 : Eglise de Sainte-Marie - fissuration large et traversante du fronton (mur en moellons).

L'église Sainte-Marie au centre de la commune a été affectée par une large fissure traversante sur son fronton. Même si les dégâts sur un édifice élancé sont difficilement corrélables avec les observations faites au sol pour la détermination de l'intensité EMS-98, on peut néanmoins noter leur sévérité.

A l'école Antonin Jérôme Mercan (Fig. V-56-57), de nombreuses fissures fines horizontales sur les parties porteuses ont été observées (niveau 2 - vulnérabilité C).

A l'église Mornes des Esses (5 km du centre), construite en 1939, structure mixte poteaux-poutres en béton armé, murs de maçonnerie de pierres et en mauvais état d'entretien, la secousse a augmenté profondément les fissures déjà présentes sur le bâtiment.



Fig. V-55 : Sainte-Marie, école Antonin Jérôme Mercan (vue générale).



Fig. V-56 : Sainte-Marie, école Antonin Jérôme Mercan.



Fig. V-57 : Sainte-Marie, école Antonin Jérôme Mercan fissure légère .



Fig. V-58 : Sainte-Marie, église Morne des Esses, fissure large et traversante (mur en moellons).



Fig. V-59 : Sainte-Marie, église Morne des Esses (vue intérieure).

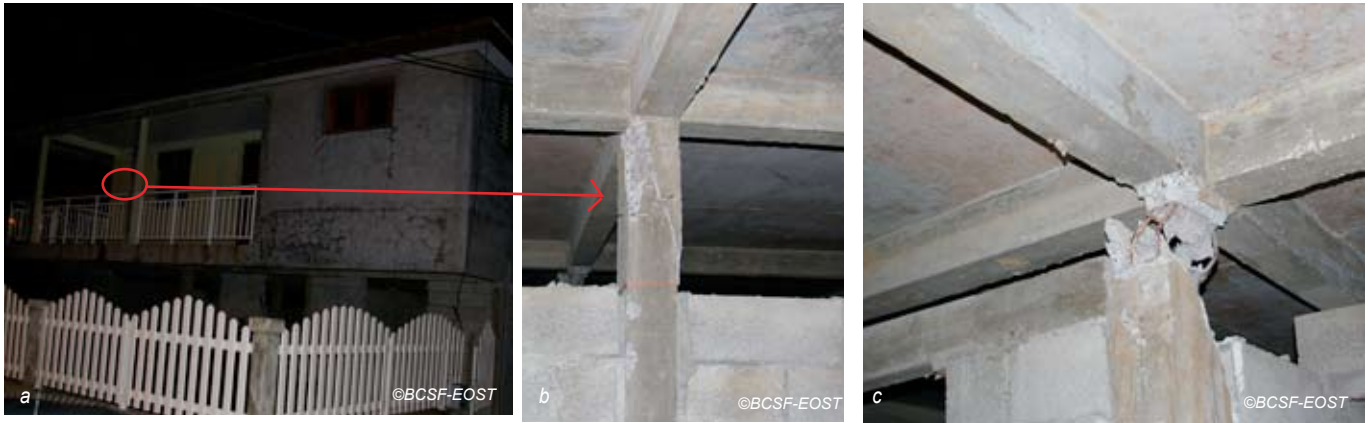


Fig. V-60 : Maison individuelle en ossature de béton armé (remplissage en parpaing), rupture de poteaux (effet "poteau court"), espacement très important entre les armatures transversales.

Des dégâts très importants se sont produits sur les piliers composant la structure d'une maison individuelle (Fig. V-60). Un effet "poteau court" a été généré par le remplissage partiel en maçonnerie entre les poteaux du rez-de-chaussée (vulnérabilité B - dommage de niveau 3/4).

Une autre maison individuelle, avec une transparence en rez-de-chaussée, présente des fissures en croix (typiques du mouvement sismique) dans des murs de remplissage. Quelques piliers sont là encore affectés sous la dalle du premier étage.



Fig. V-61 : Maison individuelle en ossature béton armé et remplissage en maçonnerie (parpaings et briques). Dégâts sur les piliers et les murs de remplissage (fissure en X).

Effets induits et autres effets observés

Quelques mouvements de terrains (éboulis) ont été observés sur le bord des routes sans que celles-ci ne soient totalement obstruées (témoin internet).

Les véhicules en stationnement étaient secoués fortement, certains conducteurs en sont sortis. Une réplique a été ressentie 1 heure après le choc principal.



MORNE-ROUGE

Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 21
 Nombre d'habitants (1999) : 5395
 Superficie (km²) : 37,64
 Densité (hab/km²) : 143
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 2663
 Date de la visite : 6/12/07



Image satellite de la zone urbaine de Morne-Rouge -IGN/GéoPortail.

Effets sur les personnes

Les personnes étaient effrayées et toutes sont sorties à l'extérieur, mais il n'y a pas eu de panique de la population.

Effets sur les objets

La secousse a été forte, faisant chuter les objets, notamment dans les grandes surfaces commerciales. D'après les services de la mairie, les dégâts varieraient en fonction de l'orientation des supermarchés et non en fonction du type de sol sur lesquels ils sont construits. Il n'a pas été rapporté de déplacement de gros mobilier.



Fig. V-62 : Localisation des dommages sur la commune.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 0% | 2% | 48% | 49% | 1% |

Hormis la maison d'un particulier, la majorité des dégâts se retrouvent dans les bâtiments collectifs de grande dimension. Cinq sites seulement ont été touchés, l'école primaire (bureau), le collège Eda Pierre, la crèche et la maison d'un particulier. Les effets sont principalement des fissures fines ou la chute de morceaux de béton (niveau 1 à 2).

Le Collège Eda Pierre (vulnérabilité B), dans sa partie la plus ancienne (1920), est une structure de type murs porteurs en maçonnerie avec plancher en béton armé (Fig. V-63). Bâtiment moyennement entretenu, il comprend une galerie soutenue par une structure poteaux-poutres. Les chutes de morceaux de béton examinées en sous-sol (Fig. V-64) sont dues principalement à la présence d'eau dans le mur ayant corrodé les armatures en acier. Ces effets préexistants peuvent également être observés sur les poutres



Fig. V-63 : Eclatement de béton (présence de corrosion).



Fig. V-64 : Eclatement de béton suite à infiltration.



Fig. V-65 : Eclatement de béton sur élément corrodé.

(Fig. V-65), le phénomène sismique n'a fait que les rendre apparents. Les dégâts sont de niveau 2. Le bâtiment plus récent, datant des années 70 (RC+2) n'a subi que de faibles dégâts (fissures).



SAINT-PIERRE Intensité EMS-98 : V-VI

Distance à l'épicentre (km) : 24
 Nombre d'habitants (1999) : 4453
 Superficie (km²) : 38,72
 Densité (hab/km²) : 115
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 1481
 Date de la visite : 6/12/07

Effets sur les personnes

La secousse a été forte, la moitié de la population au moins est sortie à l'extérieur des bâtiments, effrayée mais non paniquée selon la mairie. Un grondement sourd et progressivement de plus en plus fort a été perçu. "On avait l'impression que la terre pouvait s'ouvrir d'un instant à l'autre" explique un témoin. A la mairie, sur un effectif d'une vingtaine de personnes, deux ont eu une "crise de nerfs" d'après nos témoins.

Effets sur les objets et les mobiliers

Les vibrations étaient moyennes, quelques chutes d'objets se sont produites. Le déplacement de mobilier léger ou lourd a été signalé par Internet (déplacement de lit). A l'école mixte B les armoires ont été ouvertes mais les objets n'ont pas chuté, quelques plateaux repas par exemple, ont glissé à la cantine de l'école.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie, corrigé par le BCSF)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 23% (350 b) | 1% | 45% | 30,5% | 0,5% (7b.) |

Les dégâts sur cette commune sont principalement de niveau 1 et plus rarement 2. Les particuliers n'ont que très rarement signalé des effets sur les maisons. Deux villas (RC+1) ont été affectées d'après la mairie, au quartier Saint-James et rue M. Noël (décollement de cloison et fissures en pieds de poteaux). Nous avons effectué une visite sur une zone restreinte du centre de Saint-Pierre, où nous avons pu constater la présence de fissures fines (niveau 1) dans la majorité des maisons individuelles (RC) en ossature béton armé et remplissage en maçonnerie (Fig. V-66). Ces maisons, souvent en mauvais état, sont de vulnérabilité A ou B. Les fissures étaient pour la plupart



Image satellite de la zone urbaine de Saint-Pierre | GN/GéoPortail



Fig. V-66 : Saint-Pierre centre - exemples de fissures observées sur quelques maisons individuelles en structure poteau/poutre et remplissage. (vulnérabilité A et B).



Fig. V-67 : Saint-Pierre centre - maison individuelle, chute de tuiles.

préexistantes et se sont agrandies. Il y a bien des dégâts de niveau 1 sur de nombreux bâtiments de classe A et B. Nous avons également observé des chutes de tuiles récentes probablement dues à la secousse (Fig. V-67).

Deux bâtiments communaux ont connu des dégâts. L'école Louis-Fernand Philemont Montout, qui ne laisse apparaître que de rares dégâts de niveau 1. Le claustra de la tourelle de la mairie (poteaux-poutres et remplissage - vulnérabilité C) s'est effondré. Elle révèle à quelques endroits des fissures fines et des chutes de mortier (oxydation de l'armature métallique du béton par infiltration d'eau).

Le site historique de la ville a connu de nombreux effets. On ne peut utiliser les dégâts constatés sur ce site pour déterminer l'intensité, car il est composé en grande partie de ruines, ce qui ne permet que très difficilement d'estimer des niveaux de vulnérabilité du bâti.

Des dégâts de niveau 1 (fissures fines diagonales sur murs et plafonds), sont apparus dans un appartement du rez-de-chaussée d'un immeuble HLM de Fond-Coré (A1 Thérèse La Vigo). Ce bâtiment est récent et a été construit dans les normes parasismiques actuelles (vulnérabilité E). Il est possible que d'autres appartements sur l'ensemble de ces bâtiments soient également touchés, mais nous n'en avons pas eu connaissance. Dans cet appartement, la locataire raconte qu'elle a eu une grande frayeur et qu'elle s'est précipitée vers l'extérieur. Les mesures (H/V) réalisées par le CETE et le LGIT sur ce site n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque amplification du mouvement du sol, comparé à d'autres points de la ville.

Enregistrements de bruit de fond

Dans la commune, trois enregistrements au sol ont été réalisés : dans le parc de l'hôtel de ville, dans le quartier Fond Corré et dans la cité Allée Pécoul. Les vibrations ambiantes de 3 bâtiments identiques de cette dernière ont également été enregistrées, (Régnier et Michel, 2008).



Fig. V-68 : St. Pierre - Quartier Fond Corré, fissures fines sur immeuble HLM récent construit suivant les normes parasismiques actuelles.



Fig. V-69 : St. Pierre - Ecole Philemont-Montout - fissure fine sur dalle plafond (rare dégât de niveau 1).



Fig. V-70 : St. Pierre - tourelle de la mairie (effondrement du claustra).



Fig. V-71 : St. Pierre - fissures et chute de mortier.



FONDS-SAINT-DENIS

Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 25
 Nombre d'habitants (1999) : 947
 Superficie (km²) : 24,28
 Densité (hab/km²) : 39
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 626
 Date de la visite : 7/12/07



Image satellite de la zone urbaine de Fonds-Saint-Denis | GN/GéoPortail

Effets sur les personnes

Une forte secousse a été ressentie par l'ensemble de la population de cette commune située près de la montagne Pelée sur les flancs des Pitons Carbet au nord de la Martinique. Les personnes ont été effrayées voire paniquées dans certains cas, mais n'ont pas perdu l'équilibre.

Effets sur les objets et les mobiliers

Les objets suspendus se sont fortement balancés, les petits objets sont tombés. Fréquemment de la vaisselle s'est brisée, quelques télévisions ont été renversées mais il n'y a pas eu de chute ou de déplacement de mobilier même léger.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 1% | 30% | 60% | 0% | 1% (3b.) |

Les dégâts sont assez légers et peu nombreux dans quelques bâtiments vulnérables qui ont subi des dégâts de niveau 1. Aucun particulier n'a signalé d'effets sur les constructions.

Des dégâts ont été remarqués sur le presbytère et sur l'église.

Le presbytère (Fig. V-72) est un bâtiment très ancien (mais bien entretenu), dont les structures en bois reposent sur une fondation en béton (non armé). De larges fissures préexistantes dans la terrasse ont re-joué et le bâtiment a subi une légère inclinaison depuis la secousse. La majorité des dommages se sont produits, non pas sur le bâtiment lui-même, mais sur la dalle de béton de la terrasse. Les dommages ne semblent pas directement dus aux vibrations, mais très certainement à un léger glissement ou tassement différentiel de terrain.

Sur le clocher de l'église, une fissure est apparue sur la partie maçonnée ainsi que sur la structure (poutre béton au dessus de la voûte). Des fissures ont également été constatées à l'intérieur du clocher. Les dommages sont de niveau 2.

Effets induits

La commune est située sur des terrains très en pente, quelques glissements ont été notés sur les routes, suite au séisme.



Fig. V-72 : Fonds-Saint-Denis - presbytère fissure sur terrasse.



Fig. V-73 : Fonds-Saint-Denis Eglise - fissuration du clocher.





GROS-MORNE Intensité EMS-98 :VI

Distance à l'épicentre (km) : 35
 Nombre d'habitants (1999) : 10665
 Superficie (km²) : 54,25
 Densité (hab/km²) : 197
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 5776
 Date de la visite : 05/12/07

Effets sur les personnes

L'ensemble de la population a bien ressenti ce séisme. Les personnes ont été inquiétées, effrayées voire paniquées pour une partie. La secousse a été ressentie comme une vibration et un balancement fort de longue durée. Quelques personnes ont perdu l'équilibre. La grande majorité de la population est sortie dans la rue. "Les murs faisaient le bruit de papiers froissés" rapporte un témoin dans un bâtiment en béton armé. La secousse a duré entre 30 et 120 s suivant l'estimation et la localisation des témoins. Les voitures tanguaient fortement.

Effets sur les objets et les mobiliers

Les petits objets ont vibré fortement, certains ont chuté. Les portes, les fenêtres et les vitres vibraient fortement. Les poutres, le plancher et les meubles ont par endroit craqué fortement. Le mobilier léger et lourd s'est déplacé.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 1% | 10% | 79% | | 10% |

A la connaissance de la commune, 4 bâtiments ont eu des dégâts notables (il semble que les dégâts de niveau 1 ne soient pas inclus). Il s'agit de l'église du village, de 2 maisons individuelles et d'un immeuble collectif. On rencontre principalement de nombreuses fissures fines, quelques fissures larges, quelques chutes de morceaux de plâtre dans les maisons individuelles et quelques fissures aux joints poteaux-poutres dans le cas du bâtiment collectif.

Un pont en pierre renforcé avec du béton a également une pile endommagée.

Il est fort probable que la mairie n'ait pas été informée des dégâts faibles survenus dans les habitations des particuliers.

L'église comporte des dommages de niveau



Image satellite de la zone urbaine de Gros-Morne
IGN/GéoPortail.

2. Il s'agit d'un bâtiment des années 1940 dont la façade est en maçonnerie de pierres brutes et le clocher en ossature béton armé (vulnérabilité B). La façade a connu une désolidarisation du reste de l'édifice (fissure ouverte de 5 cm au sommet). Elle comporte également des fissures assez larges.



Fig. V-74 : Gros-Morne, façade de l'église.



Fig. V-75 : Gros-Morne, détachement de la façade de l'église (prise de vue en contre-plongée).

A l'école primaire mixte B La Fraîcheur, de classe de vulnérabilité B, des dégâts de niveau 3 ont été observés. Il s'agit d'un bâtiment à ossature en béton armé (RC+3) des années 1950 ou 60. Des dégâts se sont produits au joint de dilatation. La plupart des poteaux en façade sont des poteaux courts. Les dégâts ont eu lieu à chacun des poteaux courts qui ont été cisailés par la concentration des efforts qui s'y est produite. On note également l'arrachement de béton dans des poteaux au niveau du scellement des grilles métalliques (différence de rigidité des grilles par rapport à la structure).



Fig. V-76 : Gros-Morne - école La Fraîcheur, vue générale.

©BCSF-LGIT
Fig. V-77 : Gros-Morne - école La Fraîcheur dégât au joint de dilatation.

©BCSF-LGIT
Fig. V-78 : Gros-Morne - école La Fraîcheur fissure en X, effet "poteau court".

Effets induits

Des glissements de terrain ont été observés sans précision sur leur localisation.



TRINITE Intensité EMS-98 : VI-VII

Distance à l'épicentre (km) : 36
 Nombre d'habitants (1999) : 12890
 Superficie (km²) : 45,77
 Densité (hab/km²) : 282
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 5022
 Date de la visite : 05/12/07



Image satellite de la zone urbaine de La Trinité -IGN/GéoPortail

Effets sur les personnes

La secousse a été ressentie par toute la population, à l'intérieur comme à l'extérieur des bâtiments. La majorité de la population est sortie des bâtiments. Certains (moins de 10%) ont perdu l'équilibre aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments. La secousse a été perçue comme un balancement fort et une vibration faible. Plus de 50% des personnes ont été effrayées et 10 à 50 % ont été paniquées.

Effets sur les objets

Les effets sur les objets ont été les mêmes dans les étages inférieurs qu'au-delà du 3^{ème} étage.

Les objets suspendus ont oscillé fortement. De fortes vibrations de petits objets et un fort tremblement du mobilier léger ont été constatés. Des chutes de petits objets instables ou mal fixés ont été observées. Divers objets ont été brisés. Le mobilier léger et le mobilier lourd ont été déplacés. Il n'y a pas eu de témoignages concernant l'ouverture et la fermeture de portes, fenêtres ou vitres.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 5-10% | <2% | <2% | 70 | 15-20% |

75 % des bâtiments auraient été touchés toutes catégories confondues. Il y aurait autant de maisons en ossature béton armé et remplissage en maçonnerie de briques, que de bâtiments collectifs, affectés par des dégâts.

La ville est localisée sur des sols de nature variée, du rocher à la mangrove. La topographie

de la ville est aussi très variable, une partie est plus ou moins plane (en bordure de mer et au centre ville) et le reste sur des pentes localement très raides.

Il n'y a eu que peu de dégâts rapportés par la population en mairie et le nombre réel de bâtiments avec dégâts n'est pas connu.

Pour les habitations de type poteau-poutre en béton armé et remplissage en maçonnerie, les dommages subis sont des fissures fines ou superficielles généralisées, de nombreuses chutes de petits morceaux de plâtre et de nombreuses fissures aux joints de poutres, poteaux, angles de mur ou dalles. Ils y a peu de fissures larges et profondes, peu de chutes de gros morceaux de plâtre, peu d'écroulements de morceaux de cloison, murs ou pignons. Quelques effondrements partiels de toitures ont été observés.

Les logements sociaux (SM HLM) ont été affectés de fissures sans gravité selon la préfecture.

Les bâtiments collectifs ont été affectés par des fissures fines généralisées, de nombreuses fissures larges, (aux joints de poutres, poteaux, angles de murs ou dalles), de nombreuses chutes de mortier aux joints de murs ou dalles armées, mais peu de chutes de petits ou gros morceaux de plâtre. Les plus affectés sont les bâtiments E et H du centre de formation de l'AFPA et le centre hospitalier.

L'Ecole Auguste Réjon (quartier Bonséjour) date des années 1960, c'est un bâtiment RC+2 sans vide sanitaire et sans sous-sol (Fig. V-79). Il comporte des joints de dilatation. Il possède une structure poteau-poutre en béton armé avec des remplissages en maçonnerie. Il est composé de deux bâtiments, formant un "L", reliés entre eux par un escalier. Il comprend pour chaque étage



Fig. V-79 : La Trinité, école Auguste Réjon (quartier Bonséjour).



Fig. V-80 : La Trinité, école Auguste Réjon dégât au droit du raccordement de l'escalier.



Fig. V-81 : La Trinité, école Auguste - dégât au droit du raccordement de l'escalier (basculement).



Fig. V-82 : La Trinité, Centre hospitalier Louis Domergue.



Fig. V-83 : La Trinité - (CH L.D), fissure fine à 45° en angle de fenêtre sur cloison.



Fig. V-84 : La Trinité - (CH L.D), joint de dilatation.



Fig. V-85 : La Trinité - (CH L.D), fissure horizontale.



Fig. V-86 : La Trinité - (CH L.D), éclatement de carrelage sur nez de marche.

des balcons sur toute sa longueur. Le rez-de-chaussée n'est pas transparent. Il n'a fait l'objet d'aucune modification depuis sa fabrication.

Il n'a souffert du séisme que très localement, au niveau de l'escalier reliant les deux bâtiments (Fig. V-80 et V-81). Celui-ci est en appui sur le bâtiment principal. Un témoin raconte avoir entendu le cognement de l'escalier sur le bâtiment lors du séisme. Le mur extérieur du bâtiment principal, en contact avec l'escalier, a été endommagé par des fissures qui avaient déjà été colmatées lors de notre arrivée. L'escalier laisse apparaître de petites fissures de quelques centimètres vers la cour de l'école.

Les dégâts sur le bâtiment sont de niveau 1 pour une vulnérabilité C.

Le centre hospitalier Louis Domergue de la Trinité a été évacué suite au séisme et fermé à toute activité. C'est un bâtiment sur plan en forme de "T" de huit étages en son centre (tour principale) et sept étages de part et d'autre (Fig. V-82). Une partie du bâtiment repose sur une butte (partie arrière de la tour principale) qui a une hauteur d'un étage environ. C'est une structure en ossature en béton armé avec remplissage en maçonnerie, irrégulière en plan mais régulière en élévation. Elle comporte des joints de dilatation (ouverture des joints jusqu'à 10 cm environ, parfois moins) qui ont tous joué lors du séisme (Fig. V-84). Il est bâti sur pieux dans un sol argileux de



Fig. V-87 : La Trinité - (CH L.D), chute de morceaux de carrelage mural et fissures au sol.



Fig. V-88 : La Trinité, bâtiment de l'AFPA - bâtiment L1 - (RC transparent).



Fig. V-89 : La Trinité, bâtiment E de l'AFPA - fissure horizontale dans béton banché.

faible capacité portante (tassement observé dans le vide sanitaire). Le bâtiment a été affecté par de nombreuses fissures fines dans les murs de remplissage et sur les éléments structuraux, (environ 1 à 2 cm) (Fig. V-83 et V-86). Lors du séisme, des armoires se sont renversées. Localement, le carrelage du sol s'est décollé, fissuré et bombé, celui d'un des mur est tombé.

Des enregistrements de vibrations ambiantes ont été effectués dans les étages et au sol. Les dégâts sur le bâtiment sont de niveau 2 pour une vulnérabilité C du bâtiment.

Le bâtiment E de l'AFPA est un RC+2 en poteaux-poutres en béton armé avec des remplissages en briques. Il possède 4 joints séparant le bâtiment en 4 parties quasi-identiques sur un plan en 'L'. Sa forme est carrée avec un patio intérieur. Le rez-de-chaussée est transparent. Tous les joints ont joué, éjectant de la poussière. Les dégâts sont de niveau 2 pour une vulnérabilité B.

Ils sont concentrés au rez-de-chaussée, essentiellement sur les poteaux et les murs de remplissages entourant les cages d'escalier. Des murs de remplissage (locaux techniques) aux quatre coins de la structure ont également été particulièrement touchés (fissures en croix). Au premier étage, on ne note que quelques fissures dans les remplissages.

Le bâtiment H de l'AFPA est un bâtiment RC+1 en poteaux-poutres de béton armé avec des remplissages en brique. Il comporte 2 joints séparant le bâtiment en 2 parties quasi-identiques sur un plan en 'U'. Le rez-de-chaussée présente des transparences limitées. Les dégâts du bâtiment H sont de niveau 3. Tous les joints ont joué, éjectant de la poussière. Les quatre poteaux aux angles de la cour intérieure au rez-de-chaussée ont subi des ruptures par effort tranchant. Les escaliers se sont désolidarisés de la structure, des cloisons ont été fortement endommagées avec des chutes partielles.

En conclusion, la majorité des dommages sont survenus sur des structures de type poteaux-poutres en béton avec remplissage en maçonnerie (classe de vulnérabilité entre B et C).

Les dégâts les plus importants qui nous ont été rapportés sont observés sur des bâtiments collectifs, ceux du centre de formation de l'AFPA (dommage de niveau 3) et du centre hospitalier (dommage de niveau 2) décrits précédemment. Quelques bâtiments de classe B ont subi des dégâts de niveau 2 (voire 3).

'intensité correspondante sur la commune est de VI en majeure partie et de VII localement.

Enregistrements de bruit de fond

Des enregistrements de vibrations ambiantes ont été réalisés sur le site de l'hôpital et de l'AFPA (p.101).

A l'hôpital, un point a été enregistré au sol et trois points dans le bâtiment (1 au RC et 2 au dernier étage).

Sur le site de l'AFPA, quatre points ont été enregistrés au sol aux abords des bâtiments endommagés et 13 points dans les structures. (Régnier et Michel, 2008).



Fig. V-90 : La Trinité - Bâtiment E de l'AFPA.



Fig. V-91 : La Trinité - Bâtiment de l'AFPA - Bâtiment H - (RC partiellement transparent).



Fig. V-92 : La Trinité - Bâtiment H de l'AFPA - Rupture d'un poteau par effort tranchant .



Fig. V-93 : La Trinité - Bâtiment H de l'AFPA - éclatement du béton de couverture par torsion de l'escalier.



Fig. V-94 : La Trinité - Bâtiment H de l'AFPA - fissure large en X dans mur de remplissage.



Fig. V-95 : La Trinité - Bâtiment H de l'AFPA - fissure horizontale.



MORNE-VERT Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 28
 Nombre d'habitants (1999) : 1938
 Superficie (km²) : 13,37
 Densité (hab/km²) : 145
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 1246
 Date de la visite : 7/12/07



Image satellite de la zone urbaine de Morne Vert
IGN/GéoPortail

La commune est située au centre-ouest de la Martinique sur des terrains à forte inclinaison, au pied des pitons Carbet.

Effets sur les personnes

La secousse a été ressentie fortement par la plupart des personnes. La population a été effrayée, parfois paniquée (personnes âgées notamment). Un grondement fort a été entendu. La secousse a été ressentie comme un balancement fort. Aucune perte d'équilibre ne s'est produite. Les répliques ont été peu ressenties.

Effets sur les objets

Les petits objets ont moyennement vibré, les portes et fenêtres ont fortement vibré. Seules des chutes de postes de télévision ont été constatées, mais aucune chute de mobilier léger.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 1% | 10% | 79% | | 10% |

Il n'y a pas eu de signalement de dégâts par les particuliers. Seuls quelques dégâts de niveau 1 ont été constatés (fissures, éclatement de mortier) dans de rares bâtiments publics.

L'un des bâtiments de l'école (datant de 1955) a été endommagé par des fissures dans les éléments porteurs (poteaux, poutres). Des chutes de plâtre ou de mortier constituent les dommages principaux. Les dégâts ayant déjà été réparés lors de notre passage (Fig. V-98/99), il a donc été plus difficile de les évaluer. Selon un responsable, des travaux sont programmés chaque année sur ces bâtiments ayant été réalisés avec un béton de mauvaise qualité (tendance au gonflement). Ce gonflement signale l'infiltration d'eau dans le béton et la corrosion de l'armature des piliers. De toute évidence, ces bâtiments de vulnérabilité B peuvent subir des dommages même structuraux pour une intensité de secousse assez modérée.

La crèche n'est affectée que de dégâts faibles (niveau 1). On ne constate que des fissures très fines à certaines jonctions mur/plafond.



Fig. V-96 : Ecole de Morne Vert .



Fig. V-97 : Ecole de Morne Vert, dommage sur poutre porteuse.



Fig. V-98 : Ecole de Morne Vert, dommage sur linteau (en cours de réparation)



LE CARBET Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 27
 Nombre d'habitants (1999) : 3316
 Superficie (km²) : 36
 Densité (hab/km²) : 92
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 1793
 Date de la visite : 06/12/2007

Effets sur les personnes

Cette commune est située en contrebas du massif des Pitons du Carbet. L'ensemble de la population a bien ressenti ce séisme. Les personnes ont été inquiétées ou effrayées. Il n'y a pas eu de cas de panique selon la mairie. La secousse a été perçue comme une vibration moyenne de longue durée. Beaucoup de personnes sont sorties dans la rue.

A la crèche les enfants sont restés calmes, le personnel d'encadrement lui, était inquiet, voire effrayé.

Suite à leur retour dans leur famille, l'attitude n'est aujourd'hui plus la même face aux répliques et il est probable que les élèves essaieraient de fuir sur les nouvelles consignes données par les parents. Au collège, 50 enfants sur 300 ont été très choqués par la secousse et l'étaient encore une semaine plus tard. Les enfants ont eu dans l'ensemble très peur. Les personnes parlent d'ondulations des bâtiments.

Effets sur les objets

Aucune chute d'objets, aucun déplacement de mobilier même léger, n'a été observé à la mairie, ainsi qu'à la crèche ou au collège que nous avons visités.

Dans les épiceries du centre ville, aucun objet n'est tombé et seul le cliquetis des verres s'est fait entendre.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 0% | 10% | 0% | 90 | 7% |

Les dommages aux bâtiments sont ici assez faibles et en petit nombre. Quatre bâtiments seulement ont été affectés par des dégâts selon la mairie : deux écoles primaires, le collège et la crèche. A cela on peut rajouter quelques effets légers (fissures sans gravité dans des murs de



Image satellite de la zone urbaine de Le Carbet/IGN/GéoPortail.

remplissage, éclatement de béton de couverture) notés par Victor Davidovici sur le Centre hospitalier (Davidovici, 2007).

L'église et la mairie n'ont eu aucun dommage. Les fissures préexistantes n'ont pas subi d'agrandissement.

Selon le maire, il n'y a pas de dégâts chez les particuliers. Il est probable que s'il existe des dommages ils soient de niveau 1 et en faible quantité. Les particuliers n'ont pas informé la



Fig. V-99 : Le Carbet, CCAS - bâtiment de vulnérabilité A - dégât structural léger pré-existant.



Fig. V-100 : Le Carbet, CCAS - bâtiment de vulnérabilité A - dégât structural léger.



Fig. V-101 : Le Carbet - église sans dégât.

mairie de ces faibles effets.

Le CCAS , bâtiment de vulnérabilité A, a subi l'agrandissement de fissures existantes (niveau 1 à 2).

La crèche, construite en 2004 selon les normes parasismiques (vulnérabilité D-E), comporte quelques micro-fissures verticales de niveau 1.

L'école mixte B M. Martine - (vulnérabilité C - années 60) – n'a connu aucun dégât, tout comme la maison individuelle voisine sur pilotis (Fig. V-102) et d'assez grande vulnérabilité (transparence) située à proximité de L'école Hermann Michel.



Fig. V-102 : Le Carbet - maison sur pilotis (niveau transparent) - sans dégât.



Fig. V-103 : Le Carbet, crèche comportant quelques microfissures, vulnérabilité D-E (terrain plat et mou).



Fig. V-104 : Le Carbet, crèche - fissure en angle de porte.



Fig. V-105 : Le Carbet, école Hermann Michel sans dégât.

Le Collège du Carbet (Fig.IV-106), proche de la plage (vulnérabilité C), est affecté de dégâts de niveau 2. Le sol est très instable, le bris des vagues fait parfois à lui seul rentrer le bâtiment en vibration. Les pilotis supportant la galerie (sortie de la bibliothèque) se sont affaissés entraînant une fissuration de la dalle de la galerie à l'accroche du mur au 1^{er} étage du bâtiment.



Fig. V-106 : Le Carbet, collège.



Fig. V-107 : Le Carbet, collège, galerie du 1^{er} étage.



SAINT-JOSEPH Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 37
 Nombre d'habitants (1999) : 15785
 Superficie (km²) : 43,29
 Densité (hab/km²) : 365
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 6758
 Date de la visite : 6/12/07



Image satellite de la zone urbaine de Saint-Joseph
 IGN/GéoPortail

Effets sur les personnes

C'est un énorme grondement assourdissant qui a été décrit, s'amplifiant comme un roulement de tonnerre. L'ensemble de la population a bien senti ce séisme. Les personnes ont été inquiétées, effrayées, ou dans de plus rares cas paniquées. La secousse a été ressentie comme une vibration et un balancement fort de longue durée. La grande majorité de la population principalement logée dans des maisons individuelles est sortie dans la rue.

Effets sur les objets

Les petits objets ont vibré fortement, certains ont chuté. Les portes, les fenêtres et les vitres ont vibré moyennement.

Effets sur les constructions

La commune est surtout composée d'un habitat traditionnel en bois et de maisons individuelles en ossature en béton armé, il y existe très peu d'immeubles collectifs.

Peu de dégâts ont été signalés sur la commune : quelques fissures fines, quelques chutes de morceaux de plâtre ou de mortier, dues notamment aux infiltrations préexistantes dans le béton (dégâts de niveau 1).

Les soudures de la toiture en tôle d'un abri ont cédé, la faisant légèrement glisser. Une partie de faux-plafond a été décrochée.

Autres effets

Des "vagues" ont été observées dans une piscine de la commune.



LE ROBERT Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 43
 Nombre d'habitants (1999) : 21240
 Superficie (km²) : 47,30
 Densité (hab/km²) : 449
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 8911
 Date de la visite : 6/12/07



Image satellite de la zone urbaine du Robert
IGN/GéoPortail

Effets sur les personnes

L'ensemble de la population a bien senti le séisme décrit comme un grondement. *"Il n'y a pas eu ce bruit de camion qui précède généralement la secousse, c'est arrivé subitement et la secousse est devenue plus intense"* raconte un témoin de la Z.A.C. Moulin à Vent.

Un autre témoin explique : *"C'était vraiment effrayant, j'ai 52 ans et c'est la première fois que je ressens cela avec une telle intensité"*.

Des élèves qui étaient en mer ont dit avoir senti le phénomène. Tous les pensionnaires de la maison de retraite de la commune qui dormaient au moment du séisme ont été réveillés. La population témoigne d'un balancement fort et de vibrations seulement dans les premières secousses d'une durée estimée à 40 s. Tout le monde est sorti des bâtiments. La population a été majoritairement effrayée et ponctuellement paniquée.

Effets sur les objets

De nombreuses personnes ont témoigné du cliquetis important de la vaisselle entraînant dans certains cas des fêlures et des bris.

A la mairie par exemple, de nombreux placards ont été ouverts et des chutes d'objets se sont produites. Le personnel du 2^{ème} étage a entendu des craquements importants.

Un particulier commente : *"En rentrant chez moi au Robert tous mes bibelots étaient par terre, chaises, verres, des cadres ont été cassés. Ma maison étant sur pilotis je pense que cela en explique la raison."*

Plus particulièrement dans les secteurs des Mornes, les livres sur les étagères sont tombés, des meubles de type buffet ont été déplacés et de la vaisselle a été cassée. Au lieu dit Point Savane, des livres de bibliothèque ont également été renversés.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 10% | 10% | 35 | 35 | 5-10% |

Sur le territoire de la commune, 4 maisons ont été endommagées ainsi que plusieurs bâtiments publics. Selon la mairie, "tout le monde" signale la présence de petites fissures, notamment autour des fenêtres.

L'école L. Marmont présente sur une poutre une fissure déjà existante qui s'est agrandie suite au séisme.

Les résidents de maisons en bois témoignent de craquements et de petites déformations (portes qui ferment mal).

La piscine municipale de Miramar, est construite en bord de mer, sur un remblais, bordée par un mur de soutènement. Le local technique



Fig. V-108 : Le Robert
-Piscine de Miramar.





Fig. V-109 : Le Robert -Piscine de Miramar.

en maçonnerie est endommagé et laisse entrevoir l'ouverture de larges fissures, pour la plupart préexistantes, dans le sol (Fig. V-108, 109) et dans les murs.

Les autres bâtiments sont également fissurés. Un joint de dilatation à l'entrée semble avoir joué et montre une ouverture différentielle entre le haut



Fig. V-110 : Le Robert -Bibliothèque.

et le bas (plus large en haut).

A l'école Victor Jean-Michel, à la Chapelle-Villarsion, le bâtiment principal présente des fissures fines dans les murs des salles de classe du 1^{er} étage et au rez-de-chaussée de la bibliothèque et de la classe de CP. Des fissures fines ont également affecté les poutres.

L'annexe, de vulnérabilité A (Fig. V-11) qui abritait notamment la cuisine s'est écartée du bâtiment principal et a été endommagée, la rendant inutilisable. Elle se trouve à quelques mètres d'une ravine et présentait des désordres préexistants (photo).

Autres effets observés

Deux autres répliques ont été ressenties vers 0h et 4h le vendredi 30 novembre.

Enregistrements de bruit de fond

Deux enregistrements de vibrations ambiantes du sol ont été réalisées, l'une à l'école de la Chapelle-Villarsion et l'autre près du rivage.

(Régnier et Michel, 2008)



Fig. V-111 : Le Robert - ancienne cuisine.



BELLEFONTAINE Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 31
 Nombre d'habitants (1999) : 1522
 Superficie (km²) : 11,89
 Densité (hab/km²) : 128
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 699
 Date de la visite : 7/12/07

Effets sur les personnes

La secousse a été ressentie par la plupart des habitants de la commune, à l'intérieur comme à l'extérieur. Les habitants ont ressenti un balancement fort accompagné de fortes vibrations. Plus de la moitié de la population est sortie pendant la secousse. Les habitants ont été effrayés sans être vraiment paniqués à l'exception du quartier Corossol où des bâtiments RC+3 sont présents.

Effets sur les objets et les mobiliers

Les objets suspendus ont subi de faibles oscillations. Les petits objets, portes, fenêtres, vitres n'ont pas particulièrement vibré. Aucune chute et aucun déplacement d'objets ou de mobilier léger n'ont été signalés.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 5% | 30% | 30% | 30% | <5% |

Il semble que peu de bâtiments aient subi des dommages. Les remontées d'informations des particuliers vers la mairie sont assez peu nombreuses. En interrogeant d'autres témoins que le maire, il s'est avéré que plusieurs maisons individuelles avaient subi des dommages assez légers (apparition de fissures fines ou agrandissement de fissures préexistantes - niveau 1), notamment dans le quartier du Cheval blanc.

La crèche du quartier Corossol est une construction récente, bien entretenue, en béton armé (année 2000), selon une conception parasismique (vulnérabilité D-E suivant le niveau de CPS employé).

Le bâtiment est situé en fond de vallée près d'une rivière, le terrain est tabulaire et composé notamment de dépôts volcaniques.

Lors du séisme, des dommages de niveau 1 à 2 sont apparus, fissures fines aux jonctions murs



Image satellite de la zone urbaine de Bellefontaine
IGN/GéoPortail



©BCSF-IRD
Fig. V-112 : Bellefontaine - crèche du quartier Corossol.



Fig. V-113 : Bellefontaine - crèche - fissure entre mur et dalle.

et plafonds dans plusieurs pièces. Un affaissement de terrain a également été observé dans le fond du jardin près de la rivière.

Au quartier Cheval Blanc, un logement individuel a été visité. Il a été conçu avec un niveau de conception parasismique datant des années 1990-95 (PS92). Ce logement a été bâti dans le cadre de la construction de logements sociaux fournis sans second œuvre (uniquement les murs). La maison est moyennement entretenue et a été agrandie par la suite avec un joint de dilatation entre l'ancienne et la nouvelle partie. La maison est située sur un terrain en pente constitué principalement de dépôts volcaniques. Lors du séisme, une fissure entre le sol et le coin de la fenêtre est apparue. Cette fissure est probablement due à un

tassement différentiel ou à un léger glissement du terrain mais certainement pas engendrée directement par la vibration du séisme.

Les dégâts subis correspondent à un niveau 1 de dommages, la classe de vulnérabilité du bâtiment a été évaluée entre D et C, étant donné la transparence et le mauvais entretien de la maison.

Le pourcentage de bâtiments endommagés sur la commune reste très faible. En particulier, il semble que les fissures dans les maisons individuelles et dans la crèche du quartier Cheval Blanc proviennent d'un léger tassement différentiel.

La centrale électrique de Bellefontaine n'a subi aucun dommage.

Enregistrement de bruit de fond

Un enregistrement des vibrations ambiantes du sol a été réalisé aux abords de la crèche, (Régnier et Michel, 2008).

Autres effets observés

Des témoins ont signalé le balancement des fils électriques, des arbres et des poteaux au lieu dit Fond Capot.

Les animaux domestiques ont été effrayés.



Fig. V-114 : Bellefontaine - crèche



Fig. V-115 : Bellefontaine - maison individuelle - fissure non liée aux effets du séisme.



CASE-PILOTE

Intensité EMS-98 : V-VI

Distance à l'épicentre (km) : 35
 Nombre d'habitants (1999) : 4048
 Superficie (km²) : 18,44
 Densité (hab/km²) : 220
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 1270
 Date de la visite : 7/12/07



Image satellite de la zone urbaine de Case-Pilote - IGN/GéoPortail

Effets sur les personnes

La totalité de la population a ressenti la secousse et quasiment tout le monde est sorti dans la rue. La secousse a été ressentie comme un grand balancement, très long, avec des vibrations fortes à moyennes. Quelques personnes ont perdu l'équilibre à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments. La population a été majoritairement effrayée et quelques personnes ont paniqué.

Effets sur les objets

Les objets suspendus ont oscillé faiblement à moyennement ; les petits objets, le mobilier léger ainsi que les portes et fenêtres ont vibré. Quelques objets instables ou mal fixés ont chuté à tous les étages.

Effets sur les constructions

Très peu de dégâts ont été signalés sur la commune. Ils se limitent à quelques fissures fines, plus rarement larges et profondes, aussi bien dans les maisons en poteaux-poutres en béton armé avec remplissage en maçonnerie que dans les bâtiments collectifs en maçonnerie. Une croix en pierre de taille est tombée du pignon de l'église, (Fig. V-118) ainsi que quelques tuiles de son toit. L'école Saint Juste Orville, construite dans les années 60 sans conception parasismique, est composée de deux étages avec un rez-de-chaussée en partie transparent (Fig.V-116). Elle est construite sur du rocher (terrain en pente) et n'a subi que quelques fissures fines au niveau des jonctions remplissage-structure et quelques chutes d'enduit indiquant des dommages de niveau 1 (Fig. V-117).



Fig. V-116 : Case-Pilote, école primaire Saint-Just Orville - RC partiellement transparent.



Fig. V-117 : Case-Pilote, école primaire Saint-Just Orville -fissure légère le long d'une huisserie de porte.

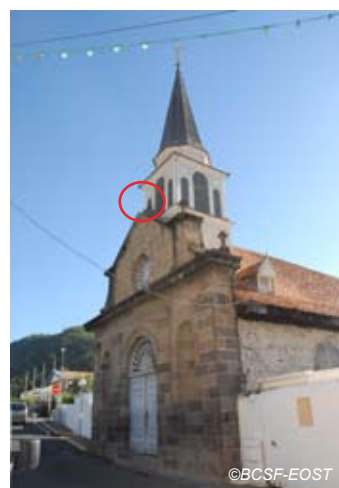


Fig. V-118 : Case-Pilote, église, chute d'une croix et de quelques tuiles.



SCHOELCHER Intensité EMS-98 : VI

Distance à l'épicentre (km) : 39
 Nombre d'habitants (1999) : 20845
 Superficie (km²) : 21,17
 Densité (hab/km²) : 985
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 5249
 Date de la visite : 7/11/2007



Image satellite de la zone urbaine de Schoelcher
 IGN/Geoportail.

Effets sur la population

La totalité de la population a ressenti la secousse et la plupart des personnes sont sorties dans la rue. Elle a été ressentie comme un balancement fort, très long, avec des vibrations faibles au début, fortes ensuite. De nombreuses personnes ont perdu l'équilibre à l'intérieur des bâtiments et quelques unes à l'extérieur. La population a été majoritairement effrayée ou paniquée.

Effets sur les objets

Les objets suspendus ont oscillé moyennement dans les niveaux inférieurs au 3^{ème} étage. Les petits objets, le mobilier léger ainsi que les portes et fenêtres ont vibré. Tous ces phénomènes ont été plus marqués dans les étages supérieurs. Quelques objets instables ou mal fixés ont été déplacés à tous les étages. Un cas de chute de mobilier lourd a été rapporté. Les voitures ont oscillé.

Effets sur les constructions

L'habitat est composé majoritairement (55 %) de maisons en maçonnerie, de 15 % de bâtiments

collectifs, de 10 % de maisons en béton armé le reste se partageant entre les habitats de fortune et les maisons traditionnelles en bois.

Les dégâts signalés sur la commune se limitent à des fissures fines dans tous les types d'habitat. Il a été rapporté localement des déformations de carrelages et de planchers. Sur les habitats collectifs, les joints de dilatation ont joué. Quelques chutes de plâtre ont été observées dans l'habitat collectif.

Une maison individuelle, sur les hauteurs de la commune (plateau Fofu), a subi des dégâts plus importants alors que celles aux alentours n'ont pas été touchées de la sorte. Elle est constituée d'une partie ancienne avec murs en briques et plancher en béton, ainsi que d'une partie ajoutée il y a 6 ans. La partie récente n'a connu aucun dégât alors que la partie ancienne sur poteaux courts montre de très nombreuses fissures ouvertes sur l'ensemble des murs (Fig. V-119) et des pertes de ciment sous les dalles béton (Fig. V-120).



Fig. V-120 : Schoelcher, délitement du béton de couverture suite à infiltration.



Fig. V-119 : Schoelcher, fissure entre le mur extérieure et la cloison.



FORT-DE-FRANCE Intensité VI-VII

Distance à l'épicentre (km) : 41
 Nombre d'habitants (1999) : 94049
 Superficie (km²) : 44,21
 Densité (hab/km²) : 2127
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 18190
 Date de la visite : 5,7 et 11/12/2007

Localisée sur des sols variant du rocher à la mangrove, la ville est aussi topographiquement très contrastée. Une partie est plus ou moins plane (en bordure de mer et au centre ville) et le reste sur des pentes parfois très raides beaucoup plus accidentées.

Effets sur les personnes

La secousse accompagnée d'un bruit "assourdissant" a été ressentie par toute la population, à l'intérieur comme à l'extérieur des bâtiments. Elle a été perçue comme un balancement fort et une vibration moyenne. Plus de 50% des personnes ont été effrayées et entre 10 et 50 % ont été paniquées. De nombreuses personnes ont quitté leur habitation. *"J'ai surtout entendu les gens qui criaient dans la cité"* nous explique un témoin. Un autre raconte : *" Tout vibrait et tremblait avec force. On avait le sentiment que le bâtiment allait se désintégrer"*. Celui-ci au 3^{ème} étage explique : *"J'ai eu très peur... mes collègues et moi avons essayé d'évacuer l'immeuble lorsque nous avons constaté que les vibrations étaient très fortes et que les murs se fissuraient, des morceaux de plâtres tombaient du plafond. Il y a eu une forte bousculade dans les escaliers, des gens se sont évanouis en bout de course, les femmes hurlaient, c'était horrible. Je ne pensais qu'à ma fille de cinq ans à l'école et à ma mère qui a une phobie des tremblements de terre. Je tremblais lorsque la secousse s'est arrêtée, aucune ligne téléphonique ne fonctionnait, ni portable, ni fixe. De nombreux embouteillages ont eu lieu après le tremblement de terre jusqu'à pratiquement 22 h"*.

Au lieu-dit Chateauboeuf un internaute écrit : *"Après avoir entendu un grondement intense et durable, avec le sol qui bougeait sous nos pieds, nous sommes tous sortis de la salle de réunion vers le patio extérieur, dont le sol lui-même était soulevé comme par des vagues sous nos pieds. Nos collègues eux mêmes "vibraient". Nous avons vu les joints de dilatation s'écarter et se refermer, en laissant tomber des poussières de ciment. Les*



Image satellite de la zone urbaine de Fort-de-France
IGN/Geoportail.

secousses se sont répétées plusieurs fois. Nous sommes retournés ensuite en réunion, moins nombreux, mais impressionnés par les secousses et notre impuissance."

Un témoin explique qu'il a eu l'impression que le sol se gonflait par moment, comme sous la pression d'une vague (rue Schoelcher). A la Pointe des Nègres un particulier a été impressionné et alerté par l'oscillation forte et le débordement de sa piscine.

Effets sur les objets

Les objets suspendus ont oscillé moyennement aux étages inférieurs au 3^{ème} et de façon moyenne à forte dans les étages supérieurs. Des vibrations moyennes de petits objets, de portes, fenêtres, vitrines ont été constatées aux niveaux inférieurs au 3^{ème} étages et de façon forte dans les étages supérieurs.

Des chutes de petits objets instables ou mal fixés ont été observées aussi bien dans les étages inférieurs qu'au-delà du 3^{ème}. Quelques chutes de mobilier lourd ont été observées dans les étages supérieurs. Des tiroirs se sont ouverts et sont parfois tombés.

Le mobilier (léger et lourd) a été déplacé, aussi bien dans les étages inférieurs qu'au-delà du 3^{ème}. Une baie informatique dans un bâtiment de la préfecture s'est déplacée d'environ 5 m. Les témoins indiquent que les voitures ont oscillé (*"Elles dansaient sur leurs amortisseurs"* rapporte un internaute) et que le sol s'est déformé comme par des vagues, rendant difficile tout déplacement (sol comme du "chewing-gum"). A la mairie, le balancement fort a été décrit suivant la direction NS précédé par une vibration moyenne.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| <1% | <5% | - | 80% | (+/-)14% |



Fig. V-121 : Fort-de-France
Immeuble Plein Ciel, façade est.



Fig. V-122 : Fort-de-France
Immeuble Plein Ciel,
façade ouest.



Fig. V-123 : Fort-de-France
Immeuble Plein Ciel,
façade sud.



Fig. V-124 : Fort-de-France
Immeuble Plein Ciel,
façade ouest, effondrement du parking.



Fig. V-125 : Fort-de-France
Immeuble SGBA façade est.



Fig. V-126 : Fort-de-France
Immeuble SGBA façade est, détail
des ruptures au niveau des joints.

La plupart des habitations sont en ossature béton armé avec remplissage en maçonnerie. Moins de 5% sont des maisons traditionnelles en bois, le reste est de l'habitat collectif. Il n'a pas été possible de renseigner la proportion de façon plus précise.

Il n'y a eu que peu de dégâts rapportés par la population en mairie dans les jours qui ont suivi le séisme et le nombre réel de bâtiments avec dégâts n'est pas connu. Les élus locaux en contact avec la population n'ont pas eu de retour de dégâts sur les bâtiments sauf en ce qui concerne des immeubles très fragiles et devant être détruits.

19 bâtiments, déclarés au jour de la visite, ont subi des dommages. Pour les habitations de type poteaux-poutres avec remplissage en maçonnerie, celles qui ont subi des dommages ont toutes des fissures fines ou superficielles et quelques unes des fissures larges et profondes (quelques cm). Tous les bâtiments ont subi des chutes de plâtre (petits ou gros morceaux). Les bâtiments collectifs ont été affectés par des fissures fines de façon généralisée et parfois des fissures larges ou de nombreuses chutes de petits morceaux de plâtre. Dans les trois bâtiments les plus affectés (immeuble Plein Ciel, SGBA et collège Dillon), on constate quelques écroulements de cloisons, quelques fissures aux joints de poutres, poteaux, angles de murs ou dalles et des chutes de mortier aux joints de murs ou dalles armées. Le parking du bâtiment Plein Ciel est partiellement effondré.

L'immeuble Plein Ciel est une construction en deux parties à l'angle de la rue Schoelcher et de la rue du Général Ponton. Il est composé de 2 parties. Un bâtiment principal (RC+8) de type portique en béton armé avec un remplissage en maçonnerie et (Fig. V-121) un bâtiment RC+1 (locaux commerciaux + parking) en structure poteaux-poutres et remplissage pour la partie basse, d'un premier étage transparent sur portique (parking) et un 2^{ème} étage avec remplissage en maçonnerie (Fig. V-127 à V-124). Il est construit sur une ancienne zone de mangrove (centre ville de Fort de France) avec un socle rocheux vers 20 à 30 m de profondeur (communication verbale, pas d'observations sur documents géologiques ou géotechniques). Le bâtiment repose sur des pieux enterrés jusqu'à environ 20-30 m. Cette construction date de 1972, sans sous-sol ni vide sanitaire, avec joints de dilatation, sans conception parasismique, en bon état général. Le bâtiment principal, de 8 étages, orienté est-ouest, n'a pas subi de dégâts en dehors de fissures plus



Fig. V-127 : Fort-de-France, Immeuble SGBA, éclatement de béton de pilier porteur (3^{ème} étage).



Fig. V-128 : Fort-de-France Immeuble SGBA façade est, détails des ruptures.



Fig. V-129 : Fort-de-France Immeuble SGBA fissures intérieures entre pilier/dalle et remplissage.



Fig. V-131 : Fort-de-France Bibliothèque Schoelcher, rares dégâts sur ornementation en plâtre.



Fig. V-130 : Fort-de-France Bibliothèque Schoelcher (partie ancienne), renversement de mobilier.

ou moins fines et de chutes de petits morceaux de plâtres. Par contre, la partie commerciale et parking accolée à cet immeuble avec un joint de dilatation fin (apparemment 1 à 5 cm maximum) s'est partiellement effondrée au niveau du parking sur les 2/3 de sa longueur, seul le RC a résisté. La partie haute a visiblement été "poussée" vers la rue suite à un martèlement avec le bâtiment principal. La dalle supérieure du bâtiment commercial-parking a été retenue par l'auvent en béton armé (Fig. V-124). Elle a continué de glisser dans les jours qui ont suivi le séisme. Un tassement ou enfoncement global du bâtiment "commercial" est visible (décrochement d'environ 1,5 cm du carrelage et de la dalle de l'auvent au niveau du joint de dilatation) peut-être pré-existant au séisme.

Les dégâts subis correspondent à un niveau 4 de dommages pour la partie commerciale-parking du bâtiment Plein Ciel.

Ces dégâts spectaculaires n'ont fait aucune victime et ce sont les seuls de ce type sur la commune. Les bâtiments alentours n'ont connu aucun désordre en dehors de fissures plus ou moins larges sur les éléments de remplissage ou localement sur des poteaux (observées dans un magasin en face du bâtiment Plein Ciel).

La classe de vulnérabilité du bâtiment a été évaluée à B-C.

Le bâtiment SGBA est situé dans la rue de la Liberté, à environ 200 m de l'immeuble Plein Ciel (Fig. V-125). Il abrite principalement des bureaux. Il est construit sur une ancienne zone de mangrove. C'est un immeuble, orienté est-ouest, de 4 étages (une partie du 4^{ème} est en terrasse) sur un rez-de-chaussée et un sous-sol très faiblement enterré. Le bâtiment est en bon état général, sans conception parasismique (pas d'information concernant sa date de conception). C'est une structure en poteaux-poutres (observation visuelle intérieure et extérieure) sans étage transparent et sans joints de dilatation. Ses façades avant et arrière sont équipées de pare-soleil (éléments préfabriqués et reliés entre eux par du mortier) solidaires des façades. Quasiment tous les joints entre ces éléments ont été rompus lors du séisme, aussi bien pour les joints horizontaux que verticaux (Fig. V-126). La partie arrière du bâtiment est plus endommagée que la partie avant, le troisième étage plus affecté que le rez-de-chaussée. Plusieurs poteaux porteurs sur la façade arrière ont perdu une partie de leur béton de couverture, principalement au 3^{ème} étage (Fig. V-127). A tous les étages de nombreux joints, entre les dalles et le remplissage, ont été fissurés (Fig. V-129), les cloisons en maçonnerie ont été localement éven-



Fig. V-132 : Fort-de-France - Bibliothèque Schoelcher, fissures fines (partie récente).

trées et les cloisons en plaques de plâtre ont été localement déplacées de plusieurs centimètres ou cisaillées. Les fissures fines et larges sont généralisées. Des parties de plafonds suspendus, des luminaires se sont décrochés, du carrelage est tombé, du mobilier s'est renversé ...

Les dégâts sont de niveau 2 à 3, la classe de vulnérabilité est estimée à C, mais il est possible que les ornements de façades aient augmenté la vulnérabilité du bâtiment, suggérant ainsi une classe de vulnérabilité B.

Située dans la rue de la Liberté à environ 200 m de l'immeuble Plein Ciel et non loin du bâtiment SGBA, la bibliothèque Schoelcher est constituée d'un bâtiment ancien (Fig. V-131) et d'une partie récente. Elle est bâtie sur une ancienne zone de mangrove (centre ville de Fort de France) avec un socle rocheux entre 20 et 30 m de profondeur.

La partie ancienne est une construction de forme cubique dont la structure est en ossature métallique. Elle n'a subi que des dommages mineurs se limitant à de rares chutes de plâtre d'ornement et à un décrochement ponctuel d'étagères métalliques à certains angles. Aucun livre, y compris dans les hauteurs, n'a chuté des étagères fixées sur les murs du bâtiment lors du séisme. Certaines étagères en bois assez instables, posées au sol (Fig. V-130), ont chuté. Organisées en "carré", seules celles orientées NS ont chuté (vers l'est ou l'ouest) alors que le balancement observé lors du séisme était clairement orienté NS.

La partie récente de la construction date des années 1970. C'est un bâtiment RC+1 avec un vide sanitaire et un sous-sol. C'est une structure en ossature en béton armé avec des remplissages en maçonnerie. Les dégâts sont concentrés dans la zone du joint de dilatation où le carrelage a éclaté. Ce bâtiment est relié au bâtiment ancien par un court couloir couvert par une verrière voûtée qui n'a subi aucun dommage apparent. Les dommages sont de niveau 1 sur ce bâtiment dont la vulnérabilité est estimée à C (Fig. V-132).

Le bâtiment D de la préfecture, en bon état général, est situé dans l'enceinte de la préfecture et date de 1964 (Fig. V-133). Il est composé de 4 niveaux, sans sous-sol, avec une structure en ossature en béton armé et remplissage en maçonnerie, bâtie sur 3 pieux (30 x 30 cm) sous chaque portique (pas de conception parasismique). Il est conçu avec joint de dilatation. Il est bâti sur une ancienne zone de mangrove (substratum à 25 m). Il a subi divers dégâts non structuraux (fissures entre les parties porteuses et le remplissage), (Fig. V-134). Ces dégâts légers sont de niveau 2.

Le bâtiment du centre de tri de la Poste est de type portique en béton armé (visite visuelle extérieure) sans CPS (1971). Il comprend un rez-de-chaussée plus étroit que les parties supérieures (RC +2 étages hauts). Il laisse apparaître des fis-

Fig. V-133 : Fort-de-France - bâtiment D de la préfecture - 4 niveaux (structure portique en béton armé et remplissage).



Fig. V-134 : Fort-de-France - bâtiment D de la préfecture, fissuration du pignon.



Fig. V-135 : Fort-de-France - Centre de tri (La Poste).

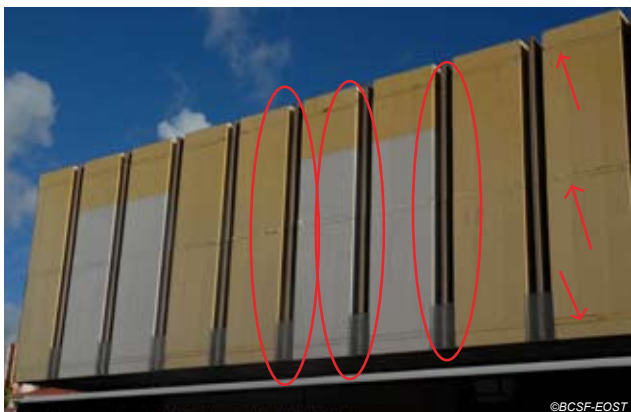


Fig. V-136 : Fort-de-France - Centre de tri (La Poste), fissures à la jonction dalle/murs (cercles = éléments de façade instables).

sures aux contacts entre les murs (plaques de béton préfabriquées) et les dalles (aussi bien au-dessus qu'en-dessous de la dalle) (Fig. V-135). Le joint de dilatation a travaillé et quelques éléments de béton ont été brisés. Un élément de façade instable s'est effondré sur des véhicules (Davidovici 2008). Le collège Dillon 1 a également subi des dégâts (fissures et bris de vitres des lamelles pare-soleil). Ce bâtiment n'a pas été visité. Selon le rapport de Victor Davidovici (Le séisme de Martinique du 29 nov. 2007, rapport de mission, février 2008), des dégâts de niveau 2 ont été générés. Ce bâtiment de 1972 (portique en béton armé) a subi un léger entrechoquement au droit du joint de dilatation. L'absence de contreventement dans le sens longitudinal est un de ses points faibles, les abouts de consoles sont également très dégradés par la corrosion.



Fig. V-137 : Fort-de-France - Localisation des effets les plus importants sur les bâtiments.

Les dégâts les plus importants sont localisés à proximité du port dans un rayon de 1 km sur une ancienne zone de mangrove. Pour autant d'autres bâtiments comme celui de la Banque Populaire localisés à proximité de l'immeuble de la Société Générale n'ont subi que très peu de dommages voire pas de dommages du tout sur leurs structures.

- 1 - Immeuble SGBA
- 2 - Bâtiment D de la Préfecture
- 3 - Immeuble Plein Ciel
- 4 - Bibliothèque Schoelcher
- 5 - Centre de tri postal



LE LAMENTIN Intensité EMS-98 : VI

Distance à l'épicentre (km) : 44
 Nombre d'habitants (1999) : 35460
 Superficie (km²) : 62,32
 Densité (hab/km²) : 569
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 12666
 Date de la visite : 5/12/07

Effets sur les personnes

C'est la commune la plus vaste de l'île (6232 Ha), avec 35 460 habitants. L'ensemble de la population a ressenti fortement ce séisme et tous ont entendu un grondement proche et fort devant de plus en plus puissant. Les personnes ont été effrayées, parfois paniquées. *"L'immeuble a bougé, les gens étaient silencieux, il y a une personne qui s'est mise à pleurer..."*, rapporte un témoin.

La secousse a été ressentie comme une vibration et un balancement forts de longue durée. Quelques personnes ont perdu l'équilibre, comme ce témoin qui raconte : *"Le sol vibrait et on avait du mal à marcher dans le couloir long de 8 mètres, on avait l'impression d'être dans un labyrinthe et de ne pas pouvoir en sortir. Je suis allée dehors au bout de 50 s environ car j'ai hésité à sortir. J'ai recherché d'abord un encadrement de porte. A l'extérieur, j'ai dû me mettre à genoux en serrant mon bébé (6 kg) dans mes bras car je n'avais pas de force pour rester debout, j'étais déséquilibrée."*

La grande majorité de la population est sortie dans la rue. Au 3^{ème} étage d'un immeuble de la zone industrielle La Lézarde, un témoin compare leur balancement à celui provoqué par la houle dans un bateau.

Un témoin situé dans un supermarché explique assez bien le comportement des personnes avant, pendant et après le séisme.

« Le 28 novembre, donc la veille, la terre avait déjà tremblé et nous étions déjà dans l'inquiétude d'autant plus qu'un autre séisme avait été ressenti une quinzaine de jours auparavant. Tout le monde trouvait que "cela faisait beaucoup" avec une impression générale que la terre, depuis des mois, tremblait de plus en plus. Lorsque le séisme a eu lieu, j'étais dans un hypermarché situé dans un centre commercial ; ce qui m'a frappé, c'est le calme des gens qui ne criaient pas mais étaient, tout comme moi, en état de "sidération", les gens



Image satellite de la zone urbaine du Lamentin
IGN/GéoPortail

ont évacué dans le calme. Les personnes se sont bien comportées car nous étions en semaine des journées "Réplik" qui rappellent les conduites à avoir en cas de séisme, tout le monde savait que le centre commercial était aux normes parasismiques et que nous étions relativement protégés. Les gens ont commencé à avoir peur quand ils ont appris par la radio de leur voiture que le séisme était de 7,4 (nous pressentions une forte magnitude, mais là, il y avait confirmation). A ce moment-là, tout le monde ignorait comment le bâti avait tenu ailleurs. Je pense que nous avons frôlé la catastrophe car le séisme s'est produit en profondeur et nous nous considérons comme des miraculés. »

Effets sur les objets

Les petits objets ont vibré fortement, certains ont chuté. Les portes, les fenêtres et les vitres ont vibré fortement aussi. Les poutres, le plancher et les meubles ont craqué également par endroit. Le mobilier léger s'est déplacé.

Effets sur les constructions

À la connaissance de la mairie, au moins 40 bâtiments ont été endommagés par le séisme, mais le détail des dommages n'est pas connu, la priorité ayant été donnée aux écoles. Sur les bâtiments endommagés que nous avons visités, les fissures fines sont présentes en grand nombre, y compris aux joints poteaux-poutres. Des chutes de mortier et de petits morceaux de plâtre se sont produites. On peut également noter la présence de quelques fissures plus larges, quelques chutes de gros morceaux de plâtres et de cloisons. Aucun désordre sur les toitures n'a été signalé si ce n'est le grincement des toitures métalliques lors de la secousse.

En dehors des bâtiments visités, on peut noter la menace de chute d'une statue de l'église, ainsi que de larges fissures sur la caserne des pom-



Fig. V-138 : Le Lamentin, école Bas Mission.



Fig. V-139 : Le Lamentin, école primaire des Roches Carrées - RC Transparent.

piers, peut-être en liaison avec une liquéfaction du sol. Au collège de nombreuses fissures ont été observées.

L'Ecole maternelle Bas Mission, bâtiment de classe de vulnérabilité B, a subi des dégâts de niveau 2.

Situé en bord de talus (remblai), c'est un petit bâtiment de plain-pied avec une ossature en béton armé (remplissage en maçonnerie). En dehors de quelques fissures fines, on note la rupture par effort tranchant d'un "poteau court" du côté du talus ainsi que le fort endommagement d'une cloison du côté cour déjà remplacée lors de notre passage.

L'école primaire des Roches Carrées, bâtiment de classe de vulnérabilité B, a subi des dégâts de niveau 3.

Il s'agit d'un bâtiment à ossature béton armé RC+2 de 1964 avec un rez-de-chaussée transparent. Il fait environ 50 m de long avec un joint de dilatation qui a travaillé durant le séisme. Le seul contreventement longitudinal est un voile de 3 m de longueur supportant l'escalier. On note de nombreuses fissures fines notamment aux joints de poutres, quelques fissures larges : quelques poteaux ont subi des dommages par effort tranchant ou par flexion (poteaux courts notamment). Le voile longitudinal a été endommagé par flexion. Des cloisons ont été fortement endommagées dont l'une presque écroulée au niveau du joint de dilatation.



Fig. V-142 : Le Lamentin, école primaire des Roches Carrées, éclatement du béton de couverture du voile longitudinal.

Autres effets observés

Au lotissement située place d'Armes, les vibrations des lampadaires et des poteaux de clôture étaient importantes. Un témoin a vu son 4x4 vibrer comme s'il s'agissait d'un test des amortisseurs chez le garagiste.

L'agitation des véhicules a été souvent indiquée, comme cet autre témoin signalant que les voitures sautaient sur place au lieu dit Acajou. Ceci indique un niveau élevé d'accélération.



Fig. V-140 : Le Lamentin, école Bas Mission, dégâts sur "poteau court".



Fig. V-141 : Le Lamentin, école primaire des Roches Carrées.



Fig. V-143 : Le Lamentin, école primaire des Roches Carrées - endommagement d'une cloison le long du joint de dilatation.

Des coupures électriques et de télécommunications (mobile et fixe) ont eu lieu. Un parking de la zone industrielle La Lézarde a été fissuré.



LE FRANÇOIS Intensité EMS-98 : VI-VII

Distance à l'épicentre : 50
 Nombre d'habitants (1999) : 18559
 Superficie (km²) : 53,93
 Densité (hab/km²) : 344
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 8413
 Date de la visite : 6/12/07

Effets sur les personnes

L'ensemble de la population de la commune, à l'intérieur comme à l'extérieur (même en mer), a fortement ressenti le séisme et la plupart des gens sont sortis des bâtiments. La population témoigne d'un balancement fort et d'une vibration plutôt faible. La population a été majoritairement paniquée.

La durée très importante de la secousse a particulièrement surpris les témoins. Les personnes dans les bâtiments sont sorties pendant ou après la secousse, d'autres sont restées figées sur place : "*je ne suis pas sortie tellement j'étais choquée*". Les élèves des écoles primaires qui avaient récemment reçu une formation sur l'attitude à adopter en cas de séisme sont restés dans les bâtiments sous les tables et sont sortis après la secousse.

Un enseignant raconte : "*La secousse a commencé avec la force habituelle puis a grossi de plus en plus jusqu'à ce que l'on se sente comme sur un bateau très malmené par une grosse mer. Les gens qui ont vu le bâtiment bouger ont eu peur pour nous, les élèves étaient sous les tables et avaient pour ordre d'attendre la fin de la secousse avant de descendre l'escalier, une trentaine de filles environ ont eu des malaises (spasmophilie, perte de connaissance).*"

Effets sur les objets

De nombreux témoins rapportent une forte oscillation de l'ensemble des éléments de l'habitation, du lustre jusqu'aux murs de la maison. Des cliquetis de vaisselle, des vibrations de vitres d'un niveau moyen et de forts craquements ont été entendus venant des poutres ou des planchers. Des objets de petite taille ont chuté et ceux de taille moyenne se sont déplacés. Le mobilier léger ou parfois plus lourd a été déplacé.



Image satellite de la zone urbaine du François
 IGN/GéoPortail

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 5% | 7% | 23% | 60% | 5% |

Les habitations de fortune ont été particulièrement endommagées lors du passage de l'ouragan Dean (17 août 07) mais aucune information n'est remontée sur les effets du séisme.

Les maisons en bois ne présentent des désordres que sur les escaliers et les bâtiments collectifs des fissures fines dans 100% des cas rencontrés par la mairie.

Pour les maisons à ossature en béton armé et remplissage en maçonnerie, les fissures fines sont généralisées, les fissures larges et les chutes de mortier sont nombreuses ainsi que les fissures et chutes de mortier au niveau des joints des murs.

Les dommages n'ont pas dépassé le niveau 2, hormis dans l'habitat collectif et dans le quartier Simon. En effet, dans le lotissement Simon, plus durement touché que le reste de la commune, certaines habitations ont subi des dommages de niveau 2 voire 3.

Des désordres sont apparus sur les habitations se situant à Saint-Laurent ainsi qu'au Morne l'Enfer (nombre inconnu).

Au niveau des bâtiments publics, les écoles Anne Marc et Morne Pitault A ont subi des dommages importants entraînant leur fermeture totale ou partielle.

Les logements sociaux (SM HLM) ont été affectés de fissures sans gravité selon la préfecture.

Les dommages ont affecté tous les bâtiments (bâtiments municipaux et maisons individuelles) mais avec des niveaux variables selon le type d'habitat. Si des fissures fines se sont produites

sur tous les types de bâtiment, les fissures larges n'ont été fréquemment observées que dans les maisons à structure poteaux-poutres en béton armé et de façon plus rare dans l'habitat collectif. Des problèmes sur les escaliers ont été rapportés dans la plupart des maisons en bois.

Le quartier Simon ainsi que deux écoles primaires ont été visités sur cette commune : l'école Morne Pitault A et l'école Anne Marc qui ont été particulièrement touchées et fermées après le séisme.

Le bâtiment A de l'école Anne Marc, construit en 1973, n'a pas bénéficié d'une conception parasismique. Il est construit dans un secteur plat, en bord de rivière, sur une ancienne mangrove. Il est composé de deux étages avec une structure portique en béton armé. Le rez-de-chaussée est transparent (Fig. V-144) et les étages ont un remplissage en maçonnerie. Les couloirs sont

extérieurs sur une coursive et les escaliers sont placés aux deux extrémités avec des voiles dans le sens longitudinal du bâtiment. Les joints de dilatation ont joué et une importante poussière en est sortie lors du séisme : comme le laisse entendre également un témoin par Internet : "dégagement de petits nuages de poussière de ciment au niveau du balcon, peut-être au niveau du joint de dilatation qui s'est détaché". Plusieurs poteaux de section rectangulaire au rez-de-chaussée du bâtiment (coté sud-est principalement), ont été endommagés (Fig. V-146 et V-148) à leur base. De nombreuses fissures fines ont été constatées sur les éléments porteurs de l'ensemble du bâtiment. D'autre part, de nombreuses fissures fines ou larges ont été constatées dans la maçonnerie. Des chutes de mortier provenant d'éléments porteurs ont également été observées. Ces dégâts ont imposé la fermeture du bâtiment. La classe de vulnérabilité du bâtiment a été évaluée entre B et C, compte-tenu de la transparence du rez-de-chaussée.

Les enseignants ont été très marqués par le séisme du 29 novembre et les dégâts constatés sur le bâtiment A.

Ce bâtiment a été fermé mais un deuxième bâtiment, de structure comparable avec un remplissage en maçonnerie sur la majeure partie du rez-de-chaussée, n'a connu aucun dégât important et reste en fonction.

Le personnel est resté très marqué par ce séisme, durant notre visite, de légers tremblements, dus probablement au passage d'un véhicule, ont fait fuir une partie des enseignants



Fig. V-144 : Le François - Ecole Anne Marc.



Fig. V-146 : Le François - Ecole Anne Marc - éclatement de mortier en pied de poteau et début de flambement des armatures.



Fig. V-145 : Le François - Ecole Anne Marc, éclatement de mortier suite à l'entrechoquement du pilier du bâtiment principal avec la dalle du bâtiment accolé.



Fig. V-147 : Le François - Ecole Anne Marc, fissures au contact entre le bâtiment principal et un bâtiment accolé.



Fig. V-148 : Le François - Ecole Anne Marc - RC transparent, endommagement en pied de piliers.

paniqués. L'ensemble des élèves est resté une semaine à leur domicile.

Le bâtiment de l'école Morne Pitault est comparable à celui d'Anne Marc en poteaux-poutres mais avec un remplissage au rez-de-chaussée. Il comprends deux étages avec une coursive et date des années 60 sans conception parasismique (Fig. V-149). Il est situé sur un haut topographique avec une forte pente à l'arrière. Les terrains sont des dépôts volcaniques altérés sur plusieurs mètres de profondeur. Le bâtiment porte de nombreuses fissures fines et larges sur les éléments non porteurs et de façon plus rare sur les éléments porteurs. Des petits morceaux de plâtre se sont détachés et de nombreuses fissures ont été observées au niveau des contacts « remplissage-poutre » et « remplissage-dalle béton » ainsi qu'au niveau des ouvertures (portes et fenêtres). Sur la partie arrière du bâtiment, de larges fissures en croix traversent totalement le mur de maçonnerie (Fig. V-150). Le bâtiment comprend deux joints de dilatation dont un est très altéré, avec de la végétation et une forte imprégnation d'eau. Au premier étage, au niveau du joint altéré, la liaison poteau-poutre sur la façade est fortement affectée avec une perte importante de béton. Cette école a été totalement fermée et doit être démolie sous peu.

Les dégâts subis correspondent à un niveau 3 de dommages, la classe de vulnérabilité du bâtiment a été évaluée entre B et C, de par la faiblesse du béton dans la zone du joint de dilatation.

D'importants dommages ont été rapportés dans une zone spécifique du lotissement Simon, notamment sur quatre habitations individuelles. Ce quartier étant situé sur un terrain meuble (mangrove), des enregistrements de bruit de fond ont été effectués le samedi 8/12 pour vérifier si ces dégâts, localisés, pouvaient en partie être dus à une amplification locale du signal sismique.

Ce quartier ne fera pas l'objet d'un zonage spécifique. Toutefois, étant donné l'ampleur des dommages, une fiche spécifique pour le quartier (type communale) a été remplie et témoigne des effets suivants.

Les habitants du lotissement, paniqués lors du séisme, ont ressenti à la fois des vibrations et un balancement très forts. De nombreuses personnes à l'intérieur ont perdu l'équilibre. Des chutes de petits objets, de mobilier léger et même de mobilier lourd (réfrigérateur) ont été rapportées. Toutes les maisons du lotissement sont en ossature de béton armé avec remplissage en maçonnerie de briques. Six maisons sur 21 ont connu des dégâts dans le lotissement : nombreuses fissures fines y compris aux joints poteaux-poutres, quelques



Fig. V-149 : Le François - Morne Pitault..



Fig. V-150 : Le François, école Morne Pitault, cisaillement.

Fig. V-151 : Le François, école Morne Pitault, éclatement de béton au niveau du joint de dilatation (effet d'entrechoquement).



Fig. V-152 : Le François, école Morne Pitault, éclatement de béton au niveau du joint de dilatation (effet d'entrechoquement).



Fig. V-153 : Le François, école Morne Pitault, mesure de bruit de fond.

fissures larges, quelques chutes de morceaux de plâtre et même de cloisons entières.

Sur ce lotissement, de nombreux bâtiments de classe de vulnérabilité B ont donc subi des dégâts de niveau 2, quelques-uns de niveau 3, ce qui correspond, pour ce secteur, à une intensité de VII.

Enregistrements de bruit de fond

Pour chacune des deux écoles visitées, un enregistrement a été réalisé au sol dans la cour et au dernier étage du bâtiment. En outre, un profil a été enregistré dans le lotissement Simon, (p.101) (Régnier et Michel, 2008), (Fig. V-153).



Fig. V-154 : Le François, école Morne Pitault - fissure entre le mur de remplissage et l'ossature.



DUCOS Intensité EMS-98 : V-VI

Distance à l'épicentre : 49
 Nombre d'habitants (1999) : 23443
 Superficie (km²) : 61,15
 Densité (hab/km²) : 383
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 5772
 Date de la visite : 10/12/07

Effets sur les personnes

Un grondement progressivement de plus en plus fort a été entendu par les habitants durant toute la durée du tremblement de terre. La totalité de la population a ressenti la secousse comme un grand balancement et la quasi majorité de la population est sortie dans la rue. La population a été majoritairement paniquée.

Effets sur les objets

Les objets suspendus ont oscillé fortement. Les petits objets ont fortement vibré ; les portes, fenêtres et vitres plus faiblement. Des craquements de poutres et planchers ont été entendus. Quelques objets instables ou mal fixés ont chuté. Du mobilier léger et lourd s'est déplacé. Au 2^{ème} étage de la mairie, de lourdes tables en bois se sont déplacées (un réfrigérateur a glissé sur 1 m).

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 5% | 5% | 23% | 0% | 10% |

Un guichet a été ouvert pour accueillir les déclarations des particuliers, deux personnes seulement se sont présentées : un particulier qui a constaté des fissures et une entreprise chez qui les rayonnages sont tombés.

Les dégâts sont principalement des fissures fines, correspondant au niveau 1 des dommages. Il n'y a pas de fissure large observée. Quelques fissures aux joints des poutres ont été décrites ainsi que la chute de petits morceaux de plâtre.

Le clocher de l'église a été légèrement fissuré de part et d'autre de sa baie en partie haute de la façade (Fig. V-156).

Cependant, alors que les dégâts ont été modérés sur la commune, une maison en ossature béton armé a subi de graves dégâts (niveau 5 - effondrement du rez-de-chaussée) dans le



Image satellite de la zone urbaine de Ducos
IGN/GéoPortail



Fig. V-155 : Eglise de Ducos.



Fig. V-156 : Ducos - Fissuration du clocher de l'église.

quartier Saint Pierre (Fig. V-157). Cette maison, inhabitée au moment du séisme, était sur une zone à faible pente qui a été rattrapée par une dalle en béton armée posée sur des poteaux courts. Le niveau au-dessus était transparent sur poteaux-dalle puis la maison proprement dite était construite au dessus. Le premier étage s'est déplacé dans le sens de la pente, entraînant le reste de la maison sur plus de 2 m. L'ensemble des murs de la partie supérieure, encore debout, est affecté par de très larges ouvertures et certains murs se sont écroulés. On observe dans



les poteaux brisés que les armatures n'étaient visiblement pas liées et que le bâtiment a probablement été mal construit. La vulnérabilité de cette maison est très certainement de classe A, et les dommages exceptionnels qu'elle a subi ne reflètent pas le degré d'intensité vécu sur la commune, ni même sur le quartier. La maison voisine, sans étage transparent, n'a souffert que de fissures fines, très localisées.

Autres effets observés

Les voitures se sont balancées de façon importante. De nombreuses répliques ont été ressenties tout de suite après le choc principal mais aussi les heures et les jours suivants.

Fig. V-157 : Ducos - Détails de la seule maison individuelle affectée par de forts dégâts à Ducos (dommage de niveau 5) - quartier Saint-Pierre.



SAINT ESPRIT Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 53
 Nombre d'habitants (1999) : 8203
 Superficie (km²) : 23,46
 Densité (hab/km²) : 350
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 3822
 Date de la visite : 10/12/07



Image satellite de la zone urbaine de Saint-Esprit
 IGN/Géoportail

Effets sur les personnes

L'ensemble de la population a bien ressenti le séisme. La population témoigne d'un balancement fort estimé entre 30 et 50 s. Les personnes sont majoritairement sorties des bâtiments. La population a été effrayée mais peu paniquée. Pour la mairie, il s'agit du premier séisme en Martinique pour lequel la population a eu un tel comportement de frayeur (sortie à l'extérieur des bâtiments, frayeur). Un bruit assourdissant a souvent été perçu : " le bruit ressemblait à celui que l'on entend quand un avion à réaction passe" précise un témoin.

D'après les directeurs d'écoles, les élèves se sont bien comportés, même si beaucoup ont été très choqués. Les plus grands (CM1 et CM2) ont eu peur une fois à l'extérieur, postés au point de rassemblement, prenant alors conscience de l'événement. De nombreux pleurs se sont alors produits. Une solidarité des grands envers les plus jeunes a été observée. Seul un professeur des écoles et une assistante maternelle sont demeurés tétanisés au moment des faits.

Effets sur les objets et les mobiliers

De nombreux habitants ont témoigné de renversement de verrerie et de chutes d'objets comme des téléviseurs les mettant hors d'usage. De nombreuses pertes de ce type sont à déplorer, notamment dans les immeubles collectifs. Quelques déplacements de mobilier ont pu se produire.

Le mobilier urbain (poteaux EDF) a également fortement oscillé. Les voitures ont été agitées par la secousse.



Fig. V-158 : St.-Esprit , annexe de la Maternelle 1 - affaissement en bord de talus.



Fig. V-159 : St.-Esprit, annexe de la Maternelle 1.



Fig. V-160 : St.-Esprit, annexe de la Maternelle 1 - affaissement et cassure de la dalle.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 10% | 0% | 30% | 30% | 1% |

Les 9000 habitants sont répartis dans les différents quartiers implantés sur l'ensemble de la commune. 1500 habitants vivent au centre du bourg. C'est un habitat peu récent et très diffus, avec très peu d'immeubles collectifs (4 blocs).

Sur le territoire de la commune, les dégâts sont très limités ; seule l'école maternelle connaît la fermeture de 3 classes dans son annexe (bois et maçonnerie) située en bord de talus en proie à un tassement de sol. Le soubassement en ciment montre une inclinaison vers la pente. Des traces d'altération montrent qu'il était incliné avant le séisme et que le mouvement a été amplifié lors de la secousse. A l'intérieur, les murs et le sol en carrelage sont fissurés.

L'école primaire de Saint-Esprit est un bâtiment très long avec un RC majoritairement transparent. Aucune fissure n'a été signalée dans le bâtiment principal, seule l'annexe dont la charpente est en structure métallique laisse apparaître quelques dommages de niveau 1.

Les autres écoles ont été visitées par les architectes d'urgence. Ils n'ont relevé aucun problème particulier.

L'église qui date des années 20 n'a pas été affecté par des dommages. Aucun particulier n'a signalé de dégâts à la mairie, qui n'a pas observé d'effets particuliers sur son bâtiment.

Les logements sociaux (SM HLM) ont été affectés de fissures sans gravité selon la préfecture.

Selon le rapport de Victor Davidovici (Séisme de la Martinique du 29 nov. 2007, rapport de mission, fév.2008), plusieurs bâtiments de structures variées du Centre hospitalier de Saint-Esprit (vulnérabilité B-C) sont affectés de dégâts de niveau 2. Plusieurs éléments constructifs viennent affaiblir cet ensemble, comme le sous-dimensionnement des poteaux, la présence d'un vide sanitaire sur poteaux courts, ou encore la construction d'un joint de dilatation sur poteau unique. Les infiltrations dans le bâtiment de 1954 (laboratoire) ont dégradé par effet de corrosion les armatures des poteaux, engendrant de nombreux éclatements de béton.



Fig. V-161 : St.-Esprit - Eglise (sans dégât).



Fig. V-162 : St.-Esprit - Ecole mixte B (annexe) - rares dégâts de niveau 1.



Fig. V-163 : St.-Esprit - Ecole mixte B (RC partiellement transparent) sans dégât.



LES TROIS-ILETS Intensité EMS-98 : VI-VII

Distance à l'épicentre (km) : 50
 Nombre d'habitants (1999) : 5162
 Superficie (km²) : 28,60
 Densité (hab/km²) : 180
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 2821
 Date de la visite : 6/12/2008



Image satellite de la zone urbaine des Trois-Ilets
 IGN/Geoportail.

Effets sur les personnes

L'ensemble de la population a fortement ressenti ce séisme. Des personnes ont été effrayées voire paniquées. La secousse a été ressentie comme une vibration et un balancement forts de longue durée et accompagnée d'un grondement souterrain fort. La grande majorité de la population est sortie dans la rue.

Effets sur les objets

Les petits objets ont vibré fortement, certains ont chuté. Les portes, les fenêtres et les vitres ont vibré de façon moyenne. Les poutres, le plancher et les meubles ont par endroit craqué moyennement. Le mobilier léger et lourd s'est dans certains cas déplacé.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| <5% | <5% | 30% | 40% | 20% |

D'après la mairie, au moins 200 bâtiments ont subi des dégâts, y compris de niveau 1. Tous les types de bâtiments ont été atteints. Dans les types les plus représentés, on note de nombreuses fissures fines, quelques fissures larges et quelques chutes de morceaux de plâtre. Il y a eu également quelques fissures aux angles des poteaux-poutres. Outre les bâtiments visités, les plus endommagés sont une école, le presbytère, le collège et une HLM (SIMAA) à l'Anse Mitan.

A l'Anse à l'Ane un particulier signale l'effondrement d'un mur en pierres sèches (non visité) : " Ma maison en briques est contiguë à une grande pièce en pierres sèches. Cette pièce a eu de gros dégâts : un mur de côté tombé comme un jeu de



Fig. V-164 : Trois-Ilets, poterie, fissure ouverte dans maçonnerie de briques.



Fig. V-165 : Trois-Ilets, poterie, rupture de poteaux en briques maçonnées.



Fig. V-166 : Trois-Ilets, poterie, flambement d'une croix de St.-André dans les séchoirs.

cartes et quelques pierres sur un des murs de la longueur. De nombreuses fissures au niveau des encadrements de portes. La structure de la maison principale n'a pas l'air d'avoir souffert sauf de petites fissures."

Au village de la Poterie, la plus ancienne briqueterie de France en activité depuis 1783, 60% des bâtiments sont en maçonnerie de briques, 10% sont des bâtiments récents en ossature de béton armé et les séchoirs sont en structure mixte maçonnerie de briques et structure métallique. Les bâtiments récents (classe D) ont subi des micro-fissures sur les poutres (niveau 1). Les bâtiments en maçonnerie (classe B) ont subi quelques fissures larges (niveau 2). Deux cabanes d'esclaves, également en maçonnerie, se sont écroulées (niveau 5), sans doute fragilisées par l'absence d'un toit, emporté lors du cyclone Dean. Les séchoirs ont subi de lourds dégâts sur les poteaux en briques ainsi que sur la structure métallique (niveau 3). Des poteaux se sont déchaussés de leur dalle en béton et des croix de St.-André ont flambé. Des palettes de briques (stocks) ont également été cisailées et se sont effondrées.

Les dégâts sont généralisés sur ce secteur, ce qui n'a pas été observé pour le reste du village.

Un effet d'amplification du sol, à confirmer, est donc suspecté.

Enregistrements de bruit de fond

Deux enregistrements ponctuels de bruit de fond, l'un au bord de la mer à côté d'un bâtiment en maçonnerie, l'autre en retrait à côté des cabanes détruites ont été réalisés, (Régnier et Michel, 2008).

Plusieurs répliques ont été ressenties immédiatement après le choc principal et vers 4h du matin au lieu dit Anse-Mitan.



Fig. V-167 : Trois-Ilets, poterie, effondrement d'une cabane d'esclave en maçonnerie de briques.



Fig. V-168 : Trois-Ilets, poterie, effondrement d'une cabane d'esclave en maçonnerie de briques.



LE VAUCLIN

Intensité EMS-98 : V-VI

Distance à l'épicentre (km) : 61
 Nombre d'habitants (1999) : 7778
 Superficie (km²) : 39,06
 Densité (hab/km²) : 199
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 4686
 Date de la visite : 7/12/2007

Effets sur les personnes

La secousse a été ressentie par la totalité de la population. Les habitants la décrivent plutôt comme de fortes vibrations. Le bruit a été décrit comme souterrain, semblable "au passage du métro" par certains, très fort et proche pour d'autres. La plupart des habitants sont sortis des bâtiments, en particulier dans les écoles où les encadrants ont suivi les consignes de sécurité. Certaines personnes auraient perdu l'équilibre à l'intérieur des bâtiments. La secousse a effrayé la population.

Effets sur les objets

Les objets suspendus, les petits objets, les portes et les fenêtres ont fortement vibré. Des craquements de poutres et de planchers ont été entendus. De petits objets ainsi que du mobilier léger et lourd ont été déplacés.



Image satellite de la zone urbaine du Vauclin
 IGN/GéoPortail



Fig. V-169 : Le Vauclin - Ecole primaire - entrechoquement des deux ailes.



Fig. V-170 : Le Vauclin - Ecole primaire des Algues Marines.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 10% | 5-10% | 60% | 20% | <5% |



Les bâtiments recensés ayant eu des dégâts sont seulement au nombre de 4. La moitié des bâtiments touchés sont des maisons en maçonnerie et l'autre moitié des immeubles collectifs. Les dégâts sont essentiellement des fissures

fines ou superficielles (peu nombreuses) et des chutes de petits morceaux de plâtre (niveau 1). Aucun autre dégât n'a été relevé.

L'école primaire B Les Algues Marines a été visitée. Il s'agit d'une structure poteaux-poutres (fin des années 1970 - RC+2) selon un plan en L avec un rez-de-chaussée partiellement transparent. Les deux corps du bâtiment, séparés par un joint non parasismique de faible dimension, ont été endommagés par leur entrechoquement lors de la secousse, d'autant plus que la géométrie ne permet pas le déplacement indépendant des structures de part et d'autre du joint.

Un joint sec a également travaillé au milieu de l'une des ailes du bâtiment, ainsi qu'à la liaison avec un escalier extérieur (en console), mécaniquement couplé à la construction.

Quelques fissures fines ont également été notées. Les dégâts subis correspondent à un niveau 1 de dommage, la classe de vulnérabilité du bâtiment a été évaluée à B, de par l'absence de joint de dilatation efficace et l'irrégularité en plan.

Un mouvement de près de 30 mm (estimation) au niveau des amortisseurs parasismiques du lycée du Cluny a été observé par un inspecteur en visite de chantier au moment de la secousse.

Autres effets observés

La terre a tremblé à plusieurs reprises sur cette commune après le choc principal.



RIVIERE-SALEE Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 54
 Nombre d'habitants (INSEE 1999) : 12276
 Superficie (km²) : 39,38
 Densité (hab/km²) : 312
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 4406
 Date de la visite : 6/12/07



Image satellite de la zone urbaine de Rivière-Salée
 IGN/GéoPortail

Effets sur les personnes

La secousse a été ressentie par l'ensemble de la population comme un balancement fort et une vibration forte, durant plus d'une minute. Près de la moitié de la population a été effrayée et moins de 10% des habitants a été paniqué.

Effets sur les objets et les mobiliers

On a constaté la chute de petits objets et de mobilier léger, le déplacement de mobilier lourd.

Le sol "ondulait", les voitures "dansaient". "J'ai vu des vagues sur le parking et les voitures dansaient de droite à gauche" raconte un témoin.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| - | 15% | - | 80% | 5% |

La ville est localisée sur des sols variés, de la carrière à la mangrove.

Il n'y a pas eu de dégâts rapportés par la population en mairie dans les jours qui ont suivi le séisme. Le nombre de bâtiments endommagés n'est pas connu. Trois bâtiments ont été visités.

Des dégâts de niveau 1 ont été relevés dans l'école mixte B, l'école mixte A, l'école maternelle Thoraille, l'école maternelle Trenelle, la mairie et le presbytère.

Le bâtiment de la sécurité sociale, de vulnérabilité C a été affecté. Son rez-de-chaussée a connu des dommages de niveau 1 (fissures dans une poutre porteuse probablement due à une flexure). La génération de ces effets par la secousse sismique n'est pas certaine. A l'étage, quelques fissures fines sont visibles.



Fig. V-171 : Rivière-Salée - Ecole primaire.



Fig. V-172 : Rivière-Salée - Ecole primaire - dégâts sur partie structurale.



Fig. V-173 : Rivière-Salée, école primaire - fissure légère dans mur de remplissage.



Fig. V-174 : Rivière-Salée, Sécurité sociale - fissures fines induites par la flexion de la poutre.



Fig. V-175 : Rivière-Salée - Ecole maternelle de Trénelle - fissure fines.



Fig. V-177 : Rivière-Salée - Ecole maternelle de Trénelle



Fig. V-176 : Rivière-Salée - Ecole maternelle de Trénelle.

Sur l'école primaire Mixte B (datant d'au moins 50 ans) le rapport des experts précise (Fig. V-171) « pas de désordre structural ; épaufrure d'une poutre console au niveau du joint de dilatation au RC+1 (déplacement différentiel des 2 parties de bâtiment, la poutre console a percuté la poutre de l'autre bâtiment) ». Ce dommage a eu lieu à la jonction entre les 2 bâtiments formant l'école (plan en L), (Fig. V(172).

Les dommages observés sont de niveau 2, pour une vulnérabilité B/C estimée.

L'école Maternelle de Trénelle (Fig. V(175 à V-177) construite en 1991 est composée essentiellement de bâtiments de plain-pied, classes et réfectoires sont répartis dans plusieurs corps de bâtiments. Les dégâts se limitent à la chute d'enduit ou de plâtre sur une poutre qui soutient la véranda d'une classe, ainsi que des fissures dans le carrelage du sol dont certaines étaient préexistantes (séisme de 1999), mais qui se sont prolongées lors du séisme de 2007.

Les dommages sont de niveau 1 et la vulnérabilité proche de D ou E.



ANSES D'ARLET Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 53
 Nombre d'habitants (1999) : 3463
 Superficie (km²) : 25,92
 Densité (hab/km²) : 134
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 1794
 Date de la visite : 06/12/07



Image satellite de la zone urbaine des Anses-d'Arlet -IGN/Geoportail.

Effets sur les personnes

L'ensemble de la population a fortement senti ce séisme. Des personnes ont été inquiétées, effrayées voire paniquées. La secousse a été ressentie comme une vibration et un balancement fort de longue durée. Quelques personnes ont perdu l'équilibre. La grande majorité de la population est sortie dans la rue.

Effets sur les objets

Les petits objets ont vibré fortement, de même que les portes, les fenêtres et les vitres. Les poutres, le plancher et les meubles ont craqué. Des petits objets et du mobilier léger ont chuté pendant la secousse. Quelques armoires ont été déplacées.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| - | 1% | 69% | 20% | 10% |

La mairie ne dispose d'aucune information des particuliers. Sept bâtiments communaux ont été touchés. De nombreuses fissures fines y ont été observées ainsi que quelques chutes de petits morceaux de plâtre dans des bâtiments collectifs et des fissures aux joints entre poteaux et poutres. Mais les dégâts sont, somme toute, limités.



Fig. V-178 : Anses d'Arlet - Ecole Lucea.



Fig. V-179 : Anses d'Arlet - Ecole Lucea - fissuration dans un poteau peut-être liée à du décollement préexistant du béton.



Fig. V-180 : Anses d'Arlet - Ecole Lucea.

L'école primaire J. Lucea est un bâtiment de 1954 en béton armé, sans doute une structure mixte poteaux/voiles. On y note quelques fissures dans des poteaux peut-être liées à du décollement du béton (niveau 1).

Effets induits

Un glissement de terrain et des chutes de blocs ont été signalés à l'Anse Dufour et à La Plaine.



LE DIAMANT Intensité EMS-98 : V

Distance à l'épicentre (km) : 56
 Nombre d'habitants (1999) : 3958
 Superficie (km²) : 27,34
 Densité (hab/km²) : 145
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 2431
 Date de la visite : 06/12/07

Effets sur les personnes

L'ensemble de la population a fortement ressenti ce séisme. Les personnes ont été effrayées voire paniquées pour certaines. La secousse a été ressentie comme une vibration et un balancement fort de longue durée. La grande majorité de la population est sortie dans la rue.

Effets sur les objets et les mobiliers

Les petits objets ont vibré fortement ; les portes, les fenêtres, les vitres également. Les poutres, le plancher et les meubles ont craqué moyennement. Des petits objets et du mobilier léger ont chuté pendant la secousse. Quelques armoires ont été déplacées.

Effets induits et autres effets observés

Les voitures, là encore, ont été vues se déplaçant d'avant en arrière.

Un habitant a signalé une fracture de 8 mètres de long sur le sol de la plage d'Anse Cafard, peut-être en lien avec un phénomène de liquéfaction.



Image satellite de la zone urbaine du Diamant
IGN GéoPortail

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 10% | 10% | 35% | 35% | 10% |

Au moins 50 bâtiments ont subi des dégâts légers. Les bâtiments touchés sont les maisons en maçonnerie et les bâtiments collectifs. On peut se demander s'il n'y a pas eu confusion entre maisons en maçonnerie et maisons en ossature béton, remplissage en maçonnerie. Les dégâts occasionnés sont des fissures fines généralisées mais aussi quelques fissures larges, quelques chutes de petits voire de gros morceaux de plâtre ainsi que quelques fissures aux joints entre poutres et poteaux.

Deux bâtiments de l'école du Bourg ont été endommagés par des dégâts de niveau 1. Un bâtiment de plain-pied en ossature béton armé et un bâtiment (RC+1) en ossature béton armé, déjà évacué depuis 1 an à cause de l'apparition de fissures.

Les dégâts occasionnés sont essentiellement la chute de morceaux de béton de couverture suite à l'infiltration d'eau et à la corrosion des aciers (sable non lavé dans le béton). Le séisme a seulement mis au jour des désordres préexistants. Quelques fissures fines se sont créées, mais la plupart préexistaient déjà et se sont un peu élargies.

L'école du Morne Blanc qui a été visitée abrite une station RAP (MADI), ayant relevé un PGA de 100 cm/s². L'école comprenant un RC partiellement transparent (vulnérabilité B) ne présente pourtant que très peu de dégâts.

Au quartier Jacqua un témoin signale le débordement d'une piscine.



Fig. V-181 : Le Diamant, école du Bourg.



Fig. V-182 : Le Diamant, école du Bourg - éclatement de béton de couverture.



Fig. V-183 : Le Diamant, école du Bourg - décollement de béton sur un pilier (infiltration d'humidité préexistantes).



Fig. V-184 : Le Diamant - Ecole du Morne Blanc, décollement de béton, fissure dans la dalle du toit.



RIVIERE PILOTE Intensité EMS-98 : VI

Distance à l'épicentre (km) : 62
 Nombre d'habitants (1999) : 13057
 Superficie (km²) : 35,78
 Densité (hab/km²) : 365
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 5794
 Date de la visite : 10/12/07

Effets sur les personnes

La population semble avoir été choquée par cette secousse et le très fort grondement qui l'a accompagné. La panique a gagné de nombreuses personnes durant la secousse et a choqué psychologiquement les habitants. La durée de la secousse est estimée à 1 min 30 s selon l'adjoint au maire interrogé.

Un témoin explique : *"Le bruit des craquements des maisons résonnait dans la rue. C'était effrayant, on avait l'impression que l'immeuble sautait que les dalles se décollaient. C'est mon lieu de travail et je suis toujours terrifié."*



Fig. V-185 : Rivière Pilote - Ecole Mixte en Camée.

Effets sur les objets et les mobiliers

Des déplacements de mobilier léger et lourd nous ont été indiqués. De nombreux objets sont tombés. Le mobilier de la bibliothèque a été déplacé de quelques centimètres, de nombreux livres ont chuté, quelques vitrines ont été brisées.



Image satellite de la zone urbaine de Rivière-Pilote
IGN/GéoPortail

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 9% | 10% | - | 80% | 1% |

Les dégâts des particuliers n'ont pas été signalés mais on peut légitimement penser là encore, que des dégâts de niveau 1 sont sans doute présents au vu des effets sur les objets et les personnes décrits dans la commune. Les dégâts les plus importants sont localisés, pour les bâtiments publics, sur :

- le collège Jacques Roumain (vulnérabilité B, dégâts de niveau 2),
- la bibliothèque (vulnérabilité C, dégâts niveau 1),
- l'école maternelle Manikou (vulnérabilité D, dégâts de niveau 1).

Les lampadaires de la ville ont oscillé largement. Des dégâts ont été signalés par le BRGM à l'école En Camée et à l'agence Postale.

La bibliothèque municipale de construction récente (vulnérabilité C), en structure béton armé comprenant des voiles de béton, présente quelques fissures fines sur des murs porteurs. Des décollements de carrelage se sont produits. Les dégâts sont de niveau 1.

L'école maternelle Manikou, construite il y a 5 ans, intègre dans sa conception un niveau de protection parasismique (vulnérabilité D). On y trouve de légères fissures de niveau 1. Les dégâts affectent les voiles de béton, principalement aux angles des portes ou des fenêtres et sur les murs (fissuration verticale) qui, au vu de leur verticalité, pourraient ne pas être en lien avec le séisme (tassement différentiel).

Le collège Jacques Roumain est composé de



Fig. V-186 : Rivière Pilote - Bibliothèque 6 vulnérabilité C - dégâts de niveau 1.



Fig. V-187 : Rivière Pilote - Bibliothèque - effets sur le mobilier et les objets.



Fig. V-188 : Rivière Pilote - Bibliothèque - fissures fines en angle de fenêtre.



Fig. V-189 : Rivière Pilote - Ecole maternelle Manikou - quelques dégât de niveau 1.



Fig. V-190 : Rivière Pilote - Collège Jacques Roumain - bâtiment D, fissures en X.

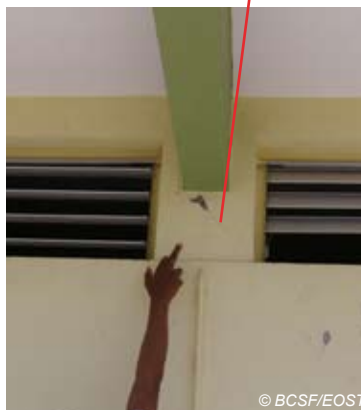


Fig. V-192 : Rivière Pilote - Collège Jacques Roumain - bâtiment D - fissure en X (effet "poteau court").



Fig. V-193 : Rivière Pilote - Collège Jacques Roumain - exemple de fissures traversantes sur voile de béton (Pré-existence ?) et traces de mouvement de la dalle.



Fig. V-194 : Rivière Pilote - Collège Jacques Roumain - dégâts sur poutre porteuse.



Fig. V-191 : Rivière Pilote - Ecole maternelle Manikou - fissures fines en cours de réparation (murs porteurs).

plusieurs bâtiments à la vulnérabilité différente (B, C). Selon le rapport d'expert des architectes d'urgence consulté sur place, le bâtiment C présente des micro-fissures, le bâtiment A des décolllements de carrelage, des fissures aux joints de dilatation, de grosses fissures au niveau d'un appui au 2^{ème} étage. Un mur de remplissage a bougé dans le bâtiment B. Le bâtiment D (RC+1 de type portique en béton armé) que nous avons visité a été le plus endommagé. Il est affecté par des désordres structuraux importants. Localisé en bord de talus, ce dernier connaît des fissures en croix générées par cisaillement dans les portiques en béton notamment par effet "poteau court". Les voiles de béton séparant chaque classe sont fissurés en diagonale dans les angles des murs, mais une préexistence est possible à la construction selon Victor Davidovici (Le séisme de Martinique du 29 novembre 2007, rapport de mission, février 2008). Les dégâts sont de niveau 2 à 3. Il est probable qu'une amplification des effets vibratoires suite à la localisation en bord de talus se soit produite sur ce site au vu des effets générés sur ce bâtiment RC+1, car on ne retrouve pas ce niveau d'effets sur l'ensemble de la commune.

Autres effets observés

Les voitures ont fortement bougé. Le réseau téléphonique a connu quelques déficiences après le séisme, l'électricité a été coupée durant 30 minutes.

Plusieurs répliques (plus faibles) ont été ressenties en fin d'après-midi, en début de soirée du 29 novembre, puis vers 00h et 4h du matin le 30 novembre.



LE MARIN Intensité EMS-98 : VI - VII

Distance à l'épicentre (km) : 65
 Nombre d'habitants (1999) : 7267
 Superficie (km²) : 31,54
 Densité (hab/km²) : 230
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 3292
 Date de la visite : 10/12/07



Image satellite de la zone urbaine du Marin
IGN /GéoPortail

Effets sur les personnes

La secousse a été ressentie par l'ensemble des habitants de la commune, à l'intérieur comme à l'extérieur. Les habitants ont ressenti un balancement fort (surtout dans les bâtiments hauts) accompagné de fortes vibrations, en particulier au début de la secousse, qui a duré environ 1 minute. Un témoin souligne : " *La secousse n'était pas brutale et violente mais comme un balancement régulier de grande amplitude et de longue durée.*" Le bruit a souvent été décrit comme très fort et très profond : " *début ressemblant à un gros camion qui passait dans la rue puis évolution rapide en gros grondement profond*" ou encore " *comme un train qui passerait à côté de soi*".

Plus de la moitié de la population est sortie pendant la secousse. Les habitants ont été effrayés et paniqués (crises de nerf, évanouissements, cris), il est à noter que la panique a été moins forte dans les écoles où les enfants faisaient la sieste ou étaient en récréation au moment du séisme.

Effets sur les objets

Les objets suspendus ont subi de fortes oscillations. Les petits objets, portes, fenêtres, vitres ont vibré fortement ; des craquements dans le bois (poutres, planchers ou meubles) ont été entendus. De petits objets instables ou mal fixés ainsi que du mobilier léger sont tombés. Le mobilier léger et lourd a été déplacé pendant la secousse (un réfrigérateur a été retrouvé au milieu de la cuisine).

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| <1% | 15% | - | 65% | 20% |

Les bâtiments endommagés de la commune



© BCSF/EOST



Fig. V-195 : Le Marin - 7^{ème} étage d'un immeuble de la cité scolaire - chute de mobilier et d'électroménager, chauffe-eau électrique arraché de sa fixation.



© BCSF/EOST

Fig. V-196 : Le Marin- Capitainerie.



© BCSF/EOST

Fig. V-197 : Le Marin - Capitainerie - ruine de poteau en compression.



Fig. V-198 : Le Marin - Capitainerie - effondrement d'un panneau préfabriqué en béton

se répartissent comme suit :

- Au 10 décembre, 33 bâtiments ont subi des dommages.

- 95% des bâtiments endommagés correspondent à des villas individuelles, en ossature béton, situées notamment dans le quartier de Huvet.

- Parmi les dommages répertoriés, on observe des fissures fines généralisées, de nombreuses fissures larges, notamment aux joints de poutres, poteaux, angles de mur ou dalles, des chutes de morceaux de mortier (en grand nombre pour les petits morceaux, en petit nombre pour les grands), ainsi que quelques écroulements ou fissuration larges de cloisons.

- Des dommages ont également été signalés sur quelques bâtiments collectifs, dont la capitainerie et le collège de niveau 1 à 3 selon les bâtiments.

Trois bâtiments ont été visités pour cette étude pour échantillonnage des effets, un presbytère, la capitainerie et une villa individuelle.

niveau 2 de dommage, la classe de vulnérabilité du bâtiment a été évaluée à C.

La capitainerie est une construction en poteaux-poutres en béton armé avec un remplissage en maçonnerie, construits vers les années 1975. Cette structure a été modifiée il y a deux ans, avec l'ajout d'un deuxième étage en bois.

Le bâtiment est construit sur un terrain sédimentaire (proche du rivage). Un porte-à-faux du premier étage d'au moins 3 mètres est visible, à l'avant de la structure (Fig. V-196). Lors de la visite on a pu constater que les dommages subis par la structure sont très importants. A l'intérieur du bâtiment au premier étage, deux poteaux ont complètement éclaté en leur tête laissant la dalle du deuxième étage quasiment en porte-à-faux sur toute sa longueur. Les armatures rendues visibles s'avèrent très insuffisantes. Une cloison extérieure s'est écroulée. De nombreuses fissures fines et larges sur des éléments non porteurs comme sur des éléments porteurs sont présentes, notamment aux joints de poutres, poteaux, murs ou dalles. Les dégâts subis correspondent à un niveau 3 de dommages, la classe de vulnérabilité du bâtiment a été évaluée à C.

Dans l'impossibilité d'effectuer du lycée Raymond Nérès affectés de désordres structuraux importants, des informations et notamment des photos ont été recueillies pour en permettre l'analyse en niveau de dégât et en vulnérabilité. Ainsi, dans le bâtiment D du Lycée, des dégâts de niveau 3 ont été repérés : endommagement grave des poteaux (fissures en X), aux interfaces des murs de remplissage et des poteaux, fissures importantes dans les cloisons, décollement



Fig. V-198 : Le Marin - presbytère.

Le presbytère est inoccupé pour le moment. Il s'agit d'une construction en ossature en béton, avec un remplissage en maçonnerie, datant du début des années 1980. Ce bâtiment possède un escalier extérieur sur une seule façade. Le

presbytère, en mauvais état, est construit sur un sol rocheux avec une pente importante. Durant le séisme, un poteau, situé sur la même façade que l'escalier, a explosé en son milieu mettant le ferrailage à nu (fissure large et chute de gros morceaux de mortier). Des fissures plus fines sont visibles à l'intérieur du bâtiment sur des éléments non porteurs. Les dégâts subis correspondent à un



Fig. V-199 : Le Marin, presbytère, rupture d'un poteau.



Fig. V-200 : Le Marin, presbytère, présence avant séisme d'une inclinaison du terrain vers le talus.



Fig. V-201 : Le Marin, presbytère - éclatement de mur en maçonnerie d'élément préfabriqués.



Fig. V-202 : Le Marin - Lycée Raymond Nérès.



Fig. V-203 : Le Marin - Lycée Raymond Nérès, entrecroquement des garde corps, suite à l'oscillation des deux bâtiments).



Fig. V-204 : Eclatement de béton de couverture.



Fig. V-205 : Le Marin - lycée Raymond Néris.



Fig. V-206 : Le Marin - lycée Raymond Néris, bâtiment D.



Fig. V-208 : Le Marin - lycée Raymond Néris, bâtiment D.



Fig. V-207 : Le Marin - maison individuelle du quartier Huvet - dégâts structuraux de niveau 3 (fissurations en X dans des murs de remplissages), défaut d'alignement des poteaux.



Fig. V-209 : Le Marin - maison individuelle du quartier Huvet - endommagement poteaux-poutres et fissuration dans un mur de remplissage.



Fig. V-210 : Le Marin - maison individuelle du quartier Huvet - endommagement poteaux-poutres et fissuration dans un mur de remplissage.

Fig. V-211 : Transparence et asymétrie de la structure.



Fig. V-212 : Le Marin - maison individuelle du quartier Huvet. endommagement d'un pilier.

Fig. V-213 : Le Marin - maison individuelle du quartier Huvet - fissuration de murs de cloison.

de carrelage au niveau des joints de dilatation, éclatement de mortier aux jonctions de murs par exemple. Au collège Gérard Café, des désordres structuraux là aussi importants ont été détectés par le Conseil Général. Il se situent sur le bâtiment C1 et sont moins importants dans le bâtiment C2.

Plusieurs villas du quartier Huvet ont été gravement touchées. Une de ces maisons a été visitée (Fig. V-208 à V-212). Il s'agit d'une maison individuelle en ossature en béton armé avec un remplissage en maçonnerie (briques), datant de la fin des années 1980. Le bâtiment (RC+2) est construit sur un terrain assez mou avec une pente importante. Son rez-de-chaussée est transparent au RC. Le 1^{er} et le 2^{ème} étage sont également partiellement transparents. Les dimensions du bâtiment et son asymétrie (certaines parties sont en retrait cloisonnées, d'autres sont en avant et transparentes) en font une construction fragile. L'architecture de ce bâtiment comporte de nombreuses malfaçons qui en augmente la vulnérabilité face à la secousse sismique. Lors de la visite, on a constaté des dommages très importants, tels que des fissures fines et larges, généralisées, sur les éléments porteurs et non porteurs, notamment aux joints de poutres poteaux, murs ou dalles. De nombreux morceaux de mortier (petits ou gros) et même des effondrements de cloisons.

La Fig IV-212 laisse apparaître les armatures des poteaux qui sont en trop faible nombre pour un dimensionnement parasismique (armatures transversales) mais qui semblent conformes à ce qui se pratiquait à l'époque de construction. On peut noter qu'elles ont joué leur rôle sur ce poteau et que seul le béton de couverture a éclaté.

Les dégâts subis correspondent à un niveau 3 d'endommagement, la classe de vulnérabilité du bâtiment a été évaluée à B, en tenant compte des transparences et de l'asymétrie de la structure.



SAINTE LUCE Intensité EMS-98 : VI

Distance à l'épicentre (km) : 62
 Nombre d'habitants (1999) : 7724
 Superficie (km²) : 28,02
 Densité (hab/km²) : 276
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 3527
 Date de la visite : 9/2/07



Image satellite de la zone urbaine de Sainte-Luce -IGN/GéoPortail

Effets sur les personnes

Les habitants ont tous ressenti la secousse, comme une vibration et un balancement forts. Ils ont tous quitté les bâtiments, s'engouffrant, paniqués, par les escaliers de sortie. Une secrétaire des services techniques s'est d'ailleurs foulée la cheville en tombant dans les escaliers. Elle concède par ailleurs que si un tel événement se reproduisait elle ferait de même, tant la secousse l'avait effrayée. La population a généralement été paniquée par la force de la secousse.



Fig. V-214 : Sainte-Luce, école Mixte A - S. et A. Cabrisseau.

Effets sur les objets

Des vibrations fortes des objets, des portes, et des fenêtres ont été décrites ainsi que le craquement des objets et structures en bois. Les petits objets et le mobilier léger ont chuté.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 2% | 5% | 1% | 80% | 12% |

À la connaissance des autorités, 4 bâtiments ont été notablement endommagés : un bâtiment industriel en maçonnerie de pierres brutes, une salle de judo, l'école Mixte A, S. & A. Cabrisseau et une maison individuelle en béton. Ces deux derniers ont été visités.

L'école mixte A de Sainte Luce est un bâtiment de classe de vulnérabilité B qui a subi des dommages de niveau 2.

C'est une structure RC+2 poteaux-poutres en béton armé avec des remplissages en maçonnerie de 1972. Le rez-de-chaussée est largement transparent, avec la présence d'un poteau court qui a cédé (déjà renforcé lors de notre passage). Le joint de dilatation, rempli, a été trop rigide pour



Fig. V-215 : Sainte-Luce - école Mixte A, légère fissuration en raccord de murs.



Fig. V-216 : Sainte-Luce - école Mixte A, effet "poteau court" (réparé lors de la visite).

découpler le fonctionnement des deux parties du bâtiment, alors qu'un joint sec s'est créé. Par ailleurs, suite au séisme, un escalier de sortie rapide a été créé pour faciliter l'évacuation du bâtiment en évitant le passage sous le préau.

À Grand Fleur, une maison individuelle (vulnérabilité B) en ossature de béton armé avec remplissage en maçonnerie a subi des dégâts de niveau 3.

C'est une structure des années 1970-1980 (RC+1) dont le rez-de-chaussée est transparent et qui possède un porte-à-faux très important (Fig. V-217). Elle est située à l'aplomb d'une forte pente. On y trouve des fissures larges généralisées aussi bien dans les murs de remplissage que dans la structure porteuse. Des morceaux de plâtre et de mortier ont chuté en grand nombre.



Fig. V-217 : Sainte-Luce - maison individuelle vulnérabilité B.



Fig. V-218 : Sainte-Luce - maison individuelle - partie en porte-à-faux.



Fig. V-219 : Sainte-Luce - maison individuelle - fissuration importante dans pilier porteur.



Fig. V-220 : Sainte-Luce - maison individuelle - fissure entre ossature et remplissage.



SAINTE ANNE
Intensité EMS-98 : VI-VII

Distance à l'épicentre (km) : 68
 Nombre d'habitants (1999) : 4131
 Superficie (km²) : 38,42
 Densité (hab/km²) : 108
 Nombre de bâtiments (INSEE-99) : 2611
 Date de la visite : 7/12/07

Effets sur les personnes

L'ensemble de la population a fortement ressenti ce séisme, plutôt comme une vibration forte au début du séisme puis un balancement fort par la suite. Quelques personnes ont perdu l'équilibre. La population a d'abord été effrayée, puis la panique s'est installée quand le balancement est survenu.

Effets sur les objets

Les objets suspendus, les portes et les vitrines ont fortement vibré, les petits objets ont même chuté alors que les meubles se déplaçaient.

Effets sur les constructions

Habitat (estimation d'après la mairie)

| habitat de fortune | maison en bois | maison en maçonnerie | maison poteaux-poutres | habitat collectif |
|--------------------|----------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| 20% | 10% | 1% | 65% | 5% |

Au moins 20 bâtiments ont été endommagés dans la commune. D'après les services techniques, 40% des bâtiments endommagés étaient des habitats de fortune, 10% des maisons en maçonnerie, 10% des maisons en béton et 40% des immeubles collectifs. Cependant, on peut s'étonner que les bâtiments visités les plus endommagés de la commune soient uniquement des maisons en béton. Un collège et cinq écoles sur un total de 30 bâtiments collectifs publics environ ont été affectés (soit 20% de bâtiments touchés).

Les dégâts déplorés sont des fissures fines généralisées, de nombreuses fissures larges dans les bâtiments en maçonnerie, quelques cloisons écroulées dans les maisons en béton et de nombreuses fissures aux joints de poutres (habitats de fortune, maisons en béton) alors qu'elles sont plus rares dans les maisons en maçonnerie et les bâtiments collectifs.

Les bâtiments visités sont situés au nord de la



Image satellite de la zone urbaine de Sainte-Anne -IGN/GéoPortail



Fig. V-221 : Sainte-Anne - maison individuelle .

commune, à la limite de la commune du Marin.

À Fond Repos, une maison individuelle en ossature béton armé avec remplissages en maçonnerie (toit arraché lors du cyclone Dean - classe de vulnérabilité A), a subi des dégâts de niveau 3. C'est une maison de 1977, bâtie sur le rocher, sans étage et dont le vide sanitaire repose sur des poteaux courts de tailles variables. Certains poteaux manquants devaient y être ajoutés (armatures sans béton). On y trouve des fissures généralisées, de nombreuses fissures larges, de nombreuses chutes de morceaux de plâtre et de nombreuses fissurations aux joints des poutres. Vraisemblablement, l'un des poteaux du vide sanitaire supportant la dalle a cédé, celle-ci s'affaissant nettement.

À Crève-Cœur, une maison individuelle RC+1 en ossature béton armé et remplissage maçonnerie de 1973 (classe de vulnérabilité B) a subi des dégâts de niveau 3. Elle est située sur un sol mou dans une pente modérée dont le mouvement est peut-être à l'origine des dégâts. L'état d'entretien y était meilleur que la maison précédente. On y trouve des fissures généralisées, de nombreuses fissures larges dans les murs porteurs alors que les remplissages sont tous largement fissurés. Une cloison s'est effondrée entièrement, de nombreux morceaux de plâtre sont tombés. Le poteau central supportant le 1^{er} étage n'est plus parfaitement vertical, la dalle du rez-de-chaussée, supportée par des poteaux sur le vide sanitaire,

s'est affaissées. L'escalier s'est désolidarisé de la maison.

À Ferré, une maison individuelle RC+2 en ossature béton armé (classe de vulnérabilité A) a subi des dégâts de niveau 3. Elle est construite sur pilotis dans une forte pente ; un glissement a vraisemblablement commencé à emporter sa partie avale, alors que la partie amont n'a pas souffert (création d'un joint sec). L'intérieur n'a pas pu être visité.

Sur la commune de Sainte-Anne, d'après les autorités, de nombreux bâtiments ont donc subi des dommages de niveau 1 alors que quelques-uns ont subi des dommages de niveau 2. Quelques bâtiments ont connu des dégâts de niveau 3. On note également que les bâtiments les plus endommagés sont situés au nord de Sainte-Anne, vers la commune du Marin, qui a elle-même subi des dégâts important dans cette zone.



Fig. V 223 : Ferré, Sainte-Anne. La partie avale de la maison a commencé à glisser dans la pente.



Fig. V 222 : Ferré, Sainte-Anne. La partie avale de la maison a commencé à glisser dans la pente.



Fig. V 224 : Ferré, Sainte-Anne. La partie avale de la maison a commencé à glisser dans la pente.

AUTRES OBSERVATIONS SUR LA MARTINIQUE

Bilan humain

Une personne a été blessée au Robert et une autre s'est défenestrée au Lorrain. Une femme de 76 ans résidente de la maison de retraite des Amandiers sur la commune du Marin est décédée suite à un problème cardiaque. De nombreuses interventions pour des personnes choquées ont été réalisées par les services de secours, notamment auprès des élèves lors du séisme lui-même ou à la suite des répliques.

Installations à risques technologiques

Suite à l'enquête de la DRIRE menée auprès d'une quinzaine d'établissements à risques technologiques, il ressort une absence de dégât (à 1 ou 2 exceptions près), une absence d'arrêt d'activité, une absence de pollution accidentelle ou sur accidentelle et le bon fonctionnement des systèmes d'alarmes et de mise en sécurité.

EDF

Les installations électriques n'ont pas été affectées, les coupures généralisées (16 000 foyers environ sur la Martinique) sont principalement liées aux dispositifs de mise en sécurité des bains d'huile.

France Télécom

La saturation des réseaux à la suite du tremblement de Terre (4 fois le nombre d'appels habituels) a engendré un dysfonctionnement temporaire tant pour le réseau fixe que mobile.

Réseau de transport

Les réseaux aéroportuaire et portuaire n'ont pas été affectés. Le réseau routier a connu un embouteillage jusqu'aux alentours de 22 h. L'ouvrage de l'échangeur de Dillon a été fissuré au droit des butées sismiques avec éclatement des tenons et au droit des mortaises. Un bloc d'andésite s'est décroché de la falaise sur la RD 10, mais la route a été protégée par l'ouvrage de protection. A Saint-Pierre sur la RD 11, de gros volumes de roches sont tombés dans le piège à matériaux.

ENQUÊTE IPSOS COMPORTEMENT DES PERSONNES

En charge de la mise en place du Plan Séisme Antilles, la DIREN Martinique anime trois groupes de travail sur le risque sismique dont un groupe chargé de la communication (REPLIK) qui organise depuis 2006 une campagne annuelle de sensibilisation du public sur les risques sismiques. Ce groupe a aussi fait évaluer par la société IPSOS le comportement de la population suite à cet évènement, survenu immédiatement après la deuxième campagne REPLIK (Etude Réplik/séisme du 29 novembre 2007 - Rapport Graphique - MEEDDAT/IPSOS Antilles).

Cette étude a été réalisée par téléphone auprès d'un échantillon représentatif de 1064 personnes de 15 ans et plus résidant en Martinique.

L'objectif de cette enquête IPSOS est différent de celui de l'enquête menée par la mission macrosismique pour déterminer l'intensité. Aucune information n'est apportée par l'enquête IPSOS sur les villes majoritairement placées au nord de l'île et proches de l'épicentre. Ipsos précise avec justesse qu'il a été choisi de ne pas faire figurer certains résultats portant sur des sous-populations trop petites.

Cette enquête couvre donc majoritairement les zones à forte concentration de population qui pourraient ne pas être forcément les plus touchées par le séisme.

Au delà des informations portant sur la connaissance du risque sismique par la population, l'enquête IPSOS apporte des éléments importants sur l'attitude des personnes durant le choc, liée plus directement à l'estimation des intensités.

RESUME

Situation :

La répartition de la population interrogée est localisée pour 78% à l'intérieur des bâtiments, 11% piéton à l'extérieur, 7% en voiture et 4% autre situation.

Pour les 78% étant à l'intérieur des bâtiments 45% était au rez-de-chaussée, 18% au 1^{er}, 10% à un niveau supérieur (4% au sous-sol).

La très grande majorité de la population a senti le séisme :

- 99% dans un bâtiment
- 99% des piétons
- 70% des personnes à bord d'un véhicule

Intensité de la secousse :

- La secousse a été très forte pour :
- 45% des piétons
 - 49% des personnes à l'intérieur des bâtiments
 - 50% des personnes à bord des véhicules

Etat d'esprit :

En grande majorité (85% selon IPSOS), l'enquête révèle que *"les Martiniquais se sont déclarés calmes lors du séisme et ce, même lorsqu'ils reconnaissent avoir été effrayés par ces secousses jugées "fortes" à "très fortes" par plus de 90% des personnes interrogées"*.

- 45% calme et serein
- 41 % effrayé mais calme
- 13% effrayé et paniqué
- 1% autre

Le phénomène a été identifié sismique dès les premiers instants par la plus grande partie de la population - 70%

Réactions (plus forts pourcentages)

A l'intérieur - RC/1^{er} étage

- sont sortis immédiatement :
 - RC : 21%
 - 1er : 6%

A l'intérieur - supérieur au 1er

- sont restés figés : 4%

A l'extérieur :

- sont restés figés : 7%

66% de la population soulignent avoir appris lors des journées REPLIK les comportements à adopter en cas de séisme, mais seulement 27% se sont abrités, 4% ont fermé le gaz et l'électricité.

63% de la population a craint un nouveau séisme, mais 58% étaient de nouveau dans leur bâtiment moins d'une demi-heure après le séisme. 39% ont téléphoné ou ont tenté de téléphoner.

Le jeune public (<15 ans) n'a pas été enquêté. La mission de terrain du BCSF apporte sur ce point quelques compléments d'information soulignant la très bonne attitude des jeunes écoliers ayant suivi les formations REPLIK lors du premier choc, notamment comparée à celle de collégiens n'ayant pas suivi la formation et qui ont été plus paniqués.

Lors des répliques, les attitudes des élèves observées par le corps enseignant ont été beaucoup moins appropriées que lors du premier choc, les élèves cédant parfois à la panique suite aux conseils de fuite diffusés dans le cercle familial.

DEPARTEMENT DE LA GUADELOUPE

Le séisme a produit sur la Guadeloupe une forte et lente ondulation comparé par les témoins au tangage d'un bateau, déplaçant le mobilier et les objets, ouvrant des portes, faisant parfois chuter les objets (vaisselle). Ce mouvement ondulatoire fut comme à la Martinique relativement long (environ 1 minute). D'après les témoignages recueillis à Baie-Mahaut, au Gosier, à Deshaies une viration a également été générée ; les véhicules "*sautillaient sur place*". Les poteaux téléphoniques ou électriques ont largement oscillé. L'eau des piscines a été mise en oscillation les faisant parfois déborder, comme à Baie-Mahaut ou à la piscine de Basse-Terre. Le réseau téléphonique a été interrompu, l'électricité a été coupée suite à la mise en sécurité des transformateurs. Après la stabilisation des bains d'huile qui a permis de rétablir le courant pour 90% des abonnés, seuls 4000 foyers restaient privés d'électricité durant quelques heures encore.

Effets sur les personnes

Aucune victime n'est à déplorer hormis quelques blessés légers, mais la panique a gagné nombre d'habitants, parfois très choqués psychologiquement. Une très grande partie de la population s'est retrouvée à l'extérieur des bâtiments. Certaines de ces personnes pleuraient suite à l'émotion vécue. Un quart d'heure après, les agglomérations étaient très souvent saturées de véhicules conduits par les personnes rentrant à leur domicile pour constater d'éventuels dégâts ou allant chercher leurs enfants à l'école malgré la mise en sécurité immédiate des élèves par le corps enseignant. Des milliers de personnes se sont ainsi retrouvées bloquées durant plusieurs heures dans de très importants embouteillages.

Comparativement au séisme des Saintes, les témoins soulignent pour ce séisme du 29 novembre 2007 des mouvements plus longs, plus "pendulaires" et moins forts en vibrations.

Contrairement aux effets de 2004, la population des Saintes n'a pas marqué de mouvement de panique, sans doute habituée depuis de nombreux mois aux effets des répliques.

Effets sur les bâtiments

Suite à l'entretien avec les experts de l'AFPS, les architectes d'urgences et le SIDPC de Guadeloupe et après recensement des dégâts effectués suite aux différentes visites diligentées par la préfecture, il ressort que les dégâts constatés ont été principalement de niveau 1 et en assez grand nombre. Quelques rares dégâts aux constructions de niveau 2 ont toutefois été occasionnés. Des agrandissements de fissures préexistantes depuis le séisme des Saintes de novembre 2004 ont eu lieu. La population indique son inquiétude sur la résistance des bâtiments durant l'ondulation.

Etablissements scolaires

Sur les 34 communes de la Guadeloupe, 14 d'entre elles, les plus touchées (41% des communes du département), ont eu recours au dispositif de diagnostic post-séisme ou à un bureau d'expertise privé.

La moitié des écoles de la Guadeloupe a subi des dégâts, mais seulement 24% d'entre elles ont nécessité un diagnostic d'urgence.

Sur l'ensemble des établissements scolaires (écoles, collèges, lycées, établissements privés, l'UAG, le CREPS, écoles de commerces, d'infirmières) seuls 7 ont été fermés totalement ou partiellement :

- le lycée général et technologique Baimbridge aux Abymes,
- l'école primaire BEBIAN à Basse-Terre : fermeture d'une salle de cours
- l'école la LEZARDE à Petit-Bourg : salle 16 fermée
- l'école primaire COCOYER au Gosier : salle de cours de la directrice fermée
- l'école MIXTE I BOURG à Port-Louis : réfectoire fermé
- l'école du BOURG à la Désirade, une salle fermée

Après le passage des experts , seule une école sur les 84 expertisées n'a pas été autorisée à ouvrir avant le mardi 4 décembre.

La majorité des établissements scolaires n'a pas présenté de danger potentiel.

Réseau de transport

Les réseaux routiers, aéroportuaires, portuaires n'ont pas été affectés de dégât.

Effets induits

Aux Abymes, au quartier Boisvin, une grosse roche s'est décrochée d'un talus et a roulé jusque dans une pièce d'une maison individuelle, heureusement inoccupée à cet instant.

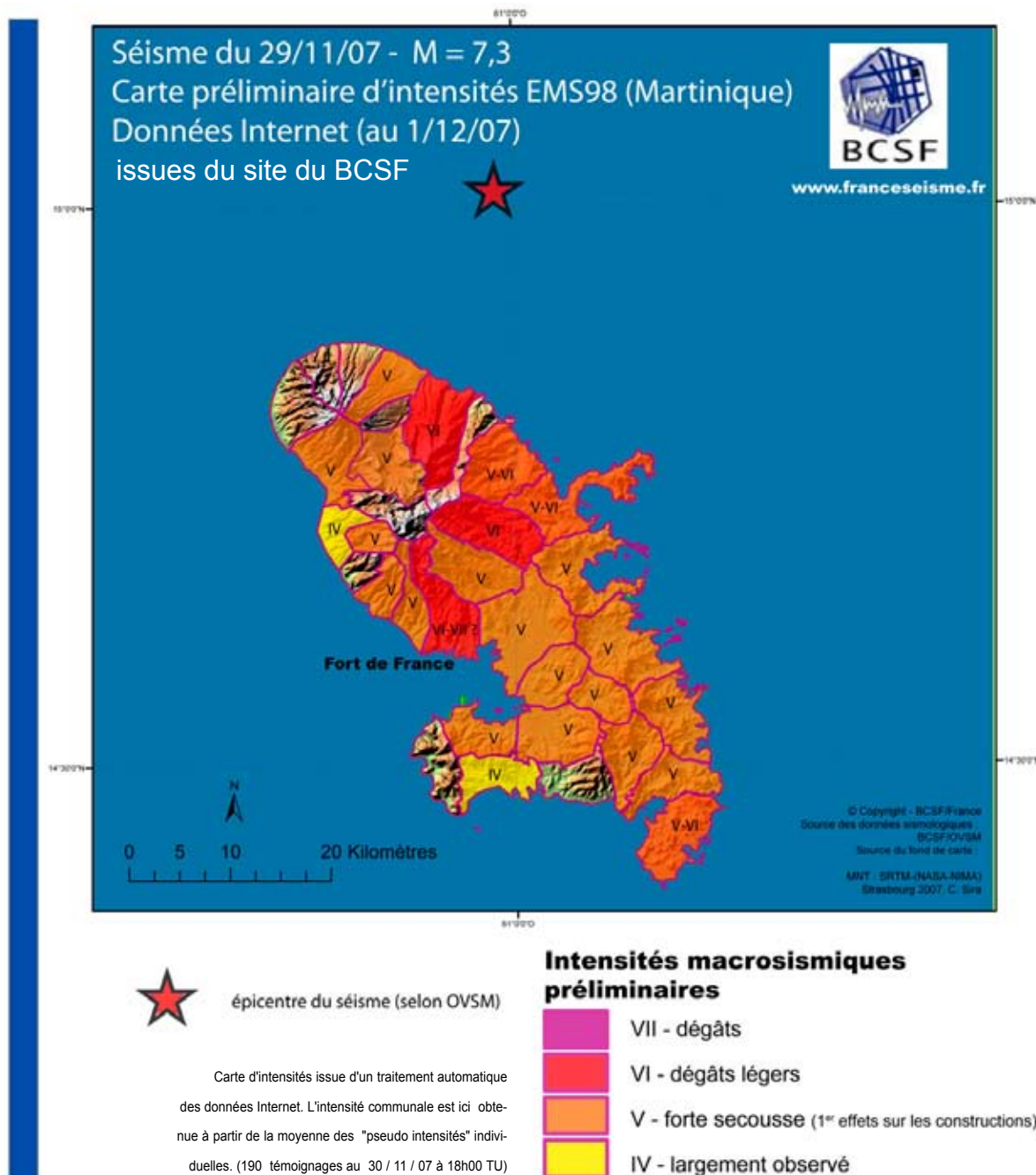
A la Désirade, la falaise du Souffleur a connu un éboulement équivalent à 23 m³.

Un éboulement sur berge a été observé dans la commune de Deshaies.

En résumé de l'ensemble des observations, l'intensité n'a pas dépassé V-VI laquelle a été observée seulement dans trois communes : Les Abymes, Bouillante, Capesterre-Belle-Eau.

INTENSITES DEDUITES DES TEMOIGNAGES INTERNET

Fig. V 225 - BCSF carte préliminaire d'intensités Internet

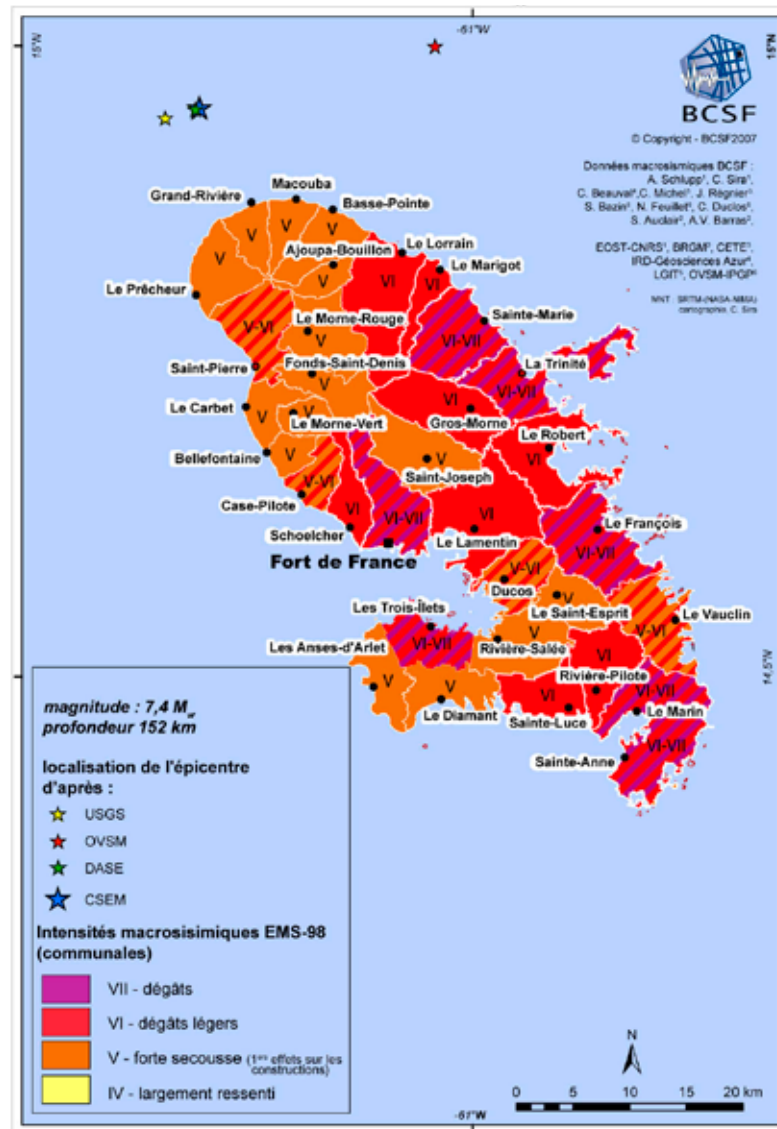


Le BCSF organise, en complément aux enquêtes communales, des enquêtes individuelles depuis 2000. Pour cela, lors de chaque séisme pouvant être ressenti sur une large région, le BCSF fait un appel à témoignage à toute personne ayant perçu des effets. Le témoignage est réalisé sur son site Internet (www.franceseisme.fr) en répondant à 49 questions précises, en sélectionnant une image parmi 8 décrivant chacune différents niveaux de secousse et en décrivant, de façon libre, toute observation complémentaire. Ce questionnaire a été réalisé en accord avec l'échelle EMS-98 hormis les aspects statistiques.

On peut donc en déduire pour chaque témoignage une "pseudo intensité individuelle" (en un point) et une "pseudo intensité communale" calées sur l'EMS-98. Le BCSF recueille ainsi, dans les minutes et heures qui suivent un séisme, des témoignages qui permettent d'effectuer une première cartographie des effets du séisme.

Dans le cas du séisme du 29-11-2007, cet appel à témoignage a été largement diffusé par les Observatoires volcanologiques et sismologiques de Martinique et de Guadeloupe (OVSM et OVSG) lors de chacune de leurs dépêches. Les media locaux en ont fait l'écho. Le BCSF a ainsi

Fig. V 226 - Carte macrosismique de la Martinique pour le séisme du 29 novembre 2007



pu obtenir, au cours des semaines qui ont suivi le séisme, 466 témoignages pour la Martinique, 184 pour la Guadeloupe et 20 pour la Guyane. Ces 670 témoignages individuels, pour les seuls départements de la Martinique, Guadeloupe et Guyane, sont à comparer aux 71 témoignages obtenus par l'USGS (United State Geological Survey qui recueille aussi des témoignages sur son site) sur les mêmes départements. L'USGS a obtenu au final un total de 1588 témoignages mais répartis sur l'ensemble des Antilles, de Trinidad à Porto Rico (Fig. V-227).

En moins de 24 h, 190 témoignages répartis sur 25 des 34 communes de la Martinique étaient ainsi collectés sur le site Internet du BCSF et une carte préliminaire des effets du séisme a pu être réalisée et mise en ligne (Fig. V-225). En comparant cette carte "automatisée" à celle obtenue suite aux observations effectuées sur le terrain au cours de la mission du BCSF, on peut noter :

- les intensités communales finales de V (issues de la mission de terrain, figure V-226) ont toutes été correctement estimées à partir des témoignages Internet sauf pour le Diamant et le Carbet où elles avaient été évaluées à IV (carte préliminaire).

- pour les intensités finales supérieures à V, la situation est plus contrastée. Pour les communes de Gros-Morne (VI), Le Lorrain (VI) et Fort de France (VI-VII), les évaluations préliminaires, via les témoignages Internet obtenus dans les 23 heures, ont été confirmées. Pour les autres communes, les intensités déduites des témoignages Internet sont soit inférieur d'un degré à celles observées sur le terrain dans 11 communes (Sainte Marie, La Trinité, Le Robert, Sainte-Anne, Schoelcher, Le Lamentin, Rivière Pilote ainsi que localement au sein des communes de Ducos, Saint-Pierre, Le Vauclin et Case-Pilote), soit d'un à localement deux degrés inférieurs pour 3 communes (Le François, Le Marin, Les Trois Ilets).

En conclusion, il apparaît que les pseudo

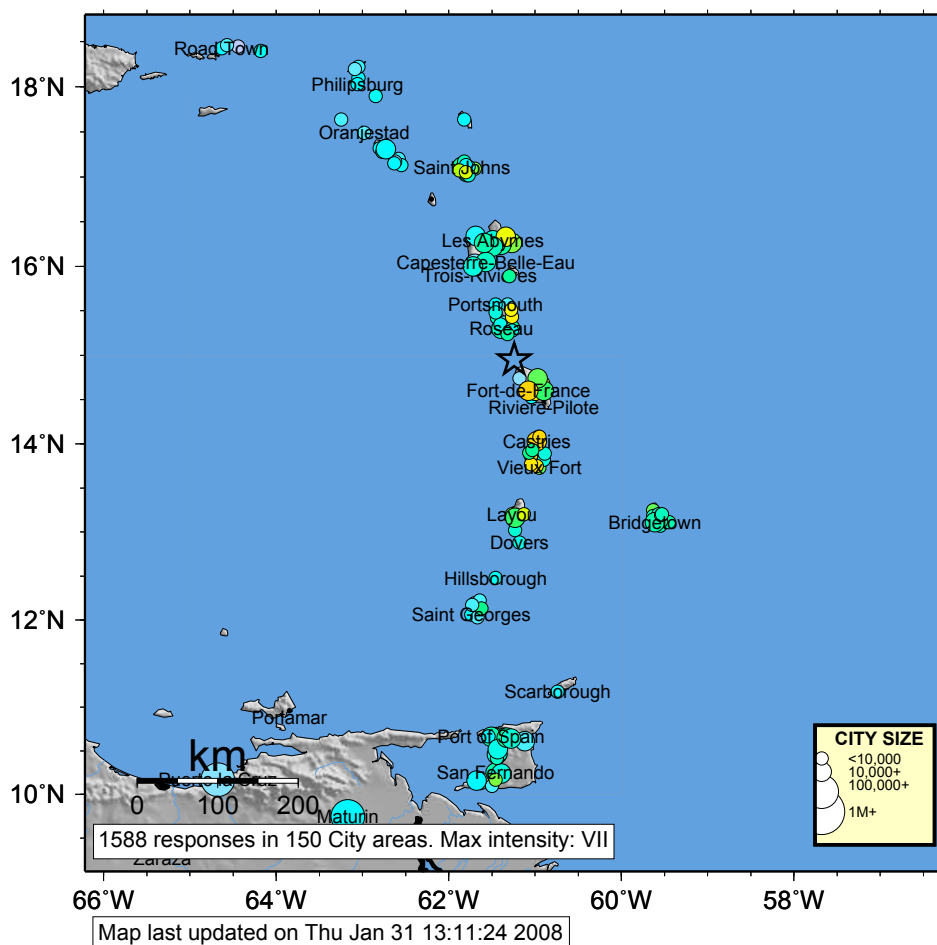
intensités communales déduites des informations obtenues par les témoignages Internet ont été correctement estimées pour les intensités V mais souvent sous-estimées pour les intensités supérieures à V d'un degré et très localement de deux degrés. La carte préliminaire montre bien que les effets sont plus forts dans la zone allant de Fort de France à Sainte-Marie que dans la partie nord de l'île malgré un épocentre localisé au nord de la Martinique. Le BCSF a observé déjà lors d'autres séismes que les intensités déduites des témoignages en ligne "saturent" autour de l'intensité VI, les dégâts aux constructions ne faisant que très rarement l'objet de témoignages sur Internet. Ceci montre clairement que les intensités déduites de témoignages en ligne ne pourront

jamais remplacer une étude sur le terrain quand des dégâts aux constructions ont eu lieu. Par contre, elles donnent rapidement une première indication de la répartition spatiale des effets du séisme. Elles donnent de plus des informations très utiles sur l'étendue de l'aire macrosismique qui est directement liée à la magnitude et à la profondeur de la source. L'appel à témoignage via les observatoires sismologiques (OVSM et OVSG) ainsi que le relais via les media est donc très important et c'est seulement par le biais d'une diffusion large du site (www.franceseisme.fr) que l'on peut obtenir des témoignages répondant tous au même questionnaire.

Nombre de témoignages collectés par institut

| Institut | Martinique | Guadeloupe | Guyane |
|----------|------------|------------|--------|
| BCSF | 466 | 184 | 20 |
| USGS | 31 | 30 | 10 |

Fig. V 227 - USGS Community Internet Map (26 miles SSE of Roseau, Dominica)



| INTENSITY | I | II-III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X+ |
|-----------|----------|--------|-------|------------|--------|-------------|----------------|---------|------------|
| SHAKING | Not felt | Weak | Light | Moderate | Strong | Very strong | Severe | Violent | Extreme |
| DAMAGE | none | none | none | Very light | Light | Moderate | Moderate/Heavy | Heavy | Very Heavy |

VI. Enregistrements de bruit de fond sismique à proximité de bâtiments affectés par le séisme.

Relation entre effets du séisme et fréquences amplifiées

La variabilité des effets d'un séisme peut être due, en partie, des effets de site amplifiant le mouvement du sol à des fréquences proches des fréquences de résonance des bâtiments. Des analyses conjointes macrosismiques et instrumentales s'avèrent donc utiles afin d'identifier ces effets de site. Ainsi, deux personnes de l'équipe d'enquête macrosismique BCSF ont effectué des enregistrements de bruit de fond sismique notamment à proximité et dans les bâtiments les plus affectés (J. Régnier et C. Michel 2008). Sont résumées ici les principales conclusions de cette étude.

Parmi les sites étudiés, un certain nombre de dommages observés peuvent être expliqués par un effet de site et/ou une entrée en résonance du bâtiment et du sol.

Les dommages dans la tour de l'hôpital de Trinité sont très supérieurs à ceux observés généralement sur le reste de la commune. Le rapport spectral H/V calculé d'après les enregistrements de vibrations ambiantes au sol montre un pic à la fréquence de 2.5 Hz, les critères de qualité (Bard et al., 2004) sont tous respectés. D'après la carte géologique, l'hôpital de la Trinité a été bâti sur une ancienne mangrove, à proximité de la limite géologique avec des coulées de lave massive. Au-dessus d'un substratum rocheux, les formations en place sont généralement compressibles avec des caractéristiques mécaniques médiocres, elles sont susceptibles d'engendrer une amplification des ondes sismiques. D'après la géologie, le résultat de l'analyse de la mesure de bruit de fond et les dommages observés, il est très probable qu'un effet de site existe au niveau de l'hôpital.

De plus, l'analyse et l'interprétation des enregistrements dans le bâtiment montrent que les fréquences fondamentales du bâtiment sont très proches de celles du sol. Il est possible que le bâtiment soit entré en résonance avec le sol lors du séisme. En outre,

la comparaison avec les enregistrements effectués par le BRGM dans le bâtiment avant le séisme montre une baisse de ses fréquences propres vraisemblablement liées à son endommagement de l'ordre de 20%. Cette valeur est conforme à celles trouvées dans la littérature relativement aux dommages observés (Clinton et al. 2006, Mucciarelli et al. 2004).

Les bâtiments de l'AFPA situés sur la commune de Trinité ont été très endommagés lors du séisme. Les mesures de vibrations ambiantes indiquent une résonance du sol (dont l'origine n'a pu être clairement déterminée, probablement dû à une résonance du remblai sur lequel sont construites les structures) à une fréquence de l'ordre de 2.6 Hz. L'amplification du mouvement qui a pu en résulter pourrait en partie expliquer l'endommagement particulièrement fort des bâtiments E et H de l'AFPA, dont les fréquences de résonance sont assez proches, entre 2.5 et 4.5 Hz (suivant la direction) et 3.5 et 4.5 Hz respectivement. La vulnérabilité particulière de ces bâtiments semble toutefois avoir prévalu.

Le cas de l'école Anne Marc de la commune de François montre des caractéristiques similaires. Cette école se situe également sur les dépôts d'une ancienne mangrove. L'analyse des enregistrements de vibrations ambiantes au sol montre un pic dans le rapport spectral H/V à la fréquence de 1.75 Hz respectant les critères de qualité SESAME. Un effet de site est donc assez probable. De plus, la mesure dans le bâtiment montre que ses premières fréquences de résonance valent 1.6 et 1.8 Hz, respectivement dans les directions longitudinale et transversale (Fig.VI-1).

Il est possible que le bâtiment de l'école soit également entré en résonance avec le sol durant le séisme.

Fig. VI-1 : Exemple de l'analyse des enregistrements à l'école Anne Marc A (François).

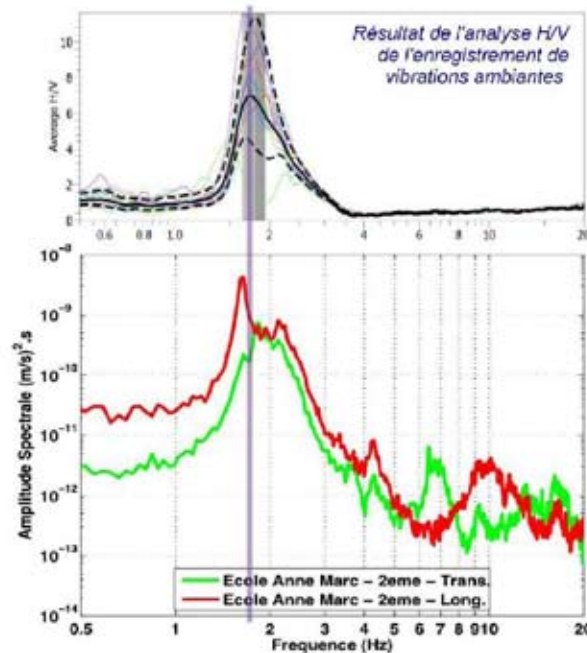


Fig. RM1:

Spectre des enregistrements à l'école Anne Marc A. La fréquence de résonance du sol déterminée avec l'analyse H/V (1.75 Hz) est proche des fréquences apparentes du bâtiment endommagé dans les deux directions (1.6 et 1.8 Hz).



Les dommages subis par les maisons individuelles du lotissement Simon (situées sur les dépôts d'une ancienne mangrove) de la commune du François semblent liés à un effet de site. En effet, la géologie ainsi que la présence de pics dans les rapports H/V corroborent cette hypothèse. Toutefois, les critères SESAME concernant la netteté du pic à 4.5 Hz ne sont pas tous respectés, cela peut être en partie dû à la mauvaise qualité des enregistrements.

A l'école Chapelle Villarson au Robert, l'analyse de l'enregistrement montre un pic dans le rapport H/V, ce pic respecte les critères SESAME de fiabilité de la courbe H/V et de netteté du pic. Néanmoins, les dommages semblent plutôt devoir

être attribués à un léger glissement de terrain.

En ce qui concerne les autres sites, les enregistrements de bruit de fond n'ont pas permis de caractériser d'éventuels effets de site, ni d'aider à expliquer des dommages particuliers. La synthèse des études est présentée dans la figure VI-2. Les détails de l'analyse et de l'interprétation des enregistrements sont décrits dans le rapport de la mission post-sismique du CETE Méditerranée (J. Regnier et C. Michel 2008).



Fig. VI-2 : Synthèse de la localisation et de l'interprétation des enregistrements de vibrations ambiantes. (doc. CETE)

VII. Accélération et intensités

Le séisme du 29 novembre 2007 a été extrêmement bien enregistré en champ proche, grâce à une couverture de stations accélérométriques dense en Martinique et en Guadeloupe de 51 stations dont certaines sont dans des étages de bâtiments (Fig. VII-1, VII-2 et VII-3). Plusieurs organismes français contribuent à la collecte des données de mouvements forts aux Antilles : l'Institut de Physique du Globe de Paris (Observatoires Sismologiques et Volcanologiques de Guadeloupe et de la Martinique), le Conseil Général de la Martinique et le Bureau des Recherches Géologiques et Minières (Douglas et al., 2006, Bengoubou-Valerius et al., 2008). Ces organismes sont partenaires du Réseau Accélérométrique Permanent (Péquegnat et al., 2008) qui met à disposition toutes les données accélérométriques recueillies (<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/>).

Les enregistrements accélérométriques ont fait l'objet de plusieurs rapports ou études préliminaires. Notamment, ils ont servi à l'inversion de la source (Delouis, 2007, Note RAP du 6-12-2007), au calcul de la durée du mouvement fort (Winter et al. 2007), aux estimations d'effets de site par des rapports spectraux (Winter et al. 2007, Berge 2008) et à une analyse préliminaire des signaux (Berge 2008). Les valeurs du PGA (accélération maximale) enregistrées à chaque station et sur chacune des composantes sont fournies par ces différents rapports. Toutes ces analyses sont préliminaires et ne portent parfois que sur une partie des observations accélérométriques. Il apparaît d'ailleurs certaines disparités dans les mesures qui seront corrigées lors de futures études plus détaillées et plus exhaustives.

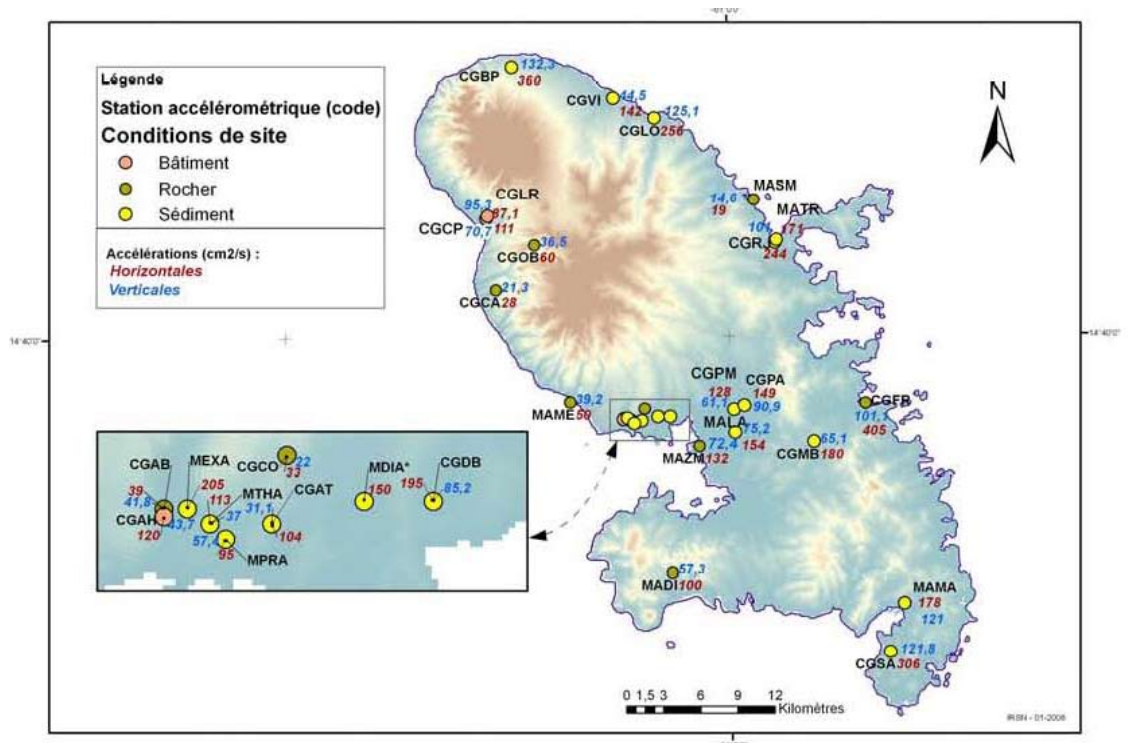


Fig. VII-1 : Synthèse des accélérations maximales horizontales et verticales recueillies lors du séisme du 29/11/2007 pour les 29 stations en Martinique. Le code couleur permet d'identifier la nature du site (rocher, sol ou bâtiment) Figure réalisée par M. Cushing, (d'après Berge 2008).

Fig. VII-2 : Répartition des stations accélérométriques disponibles en Guadeloupe.

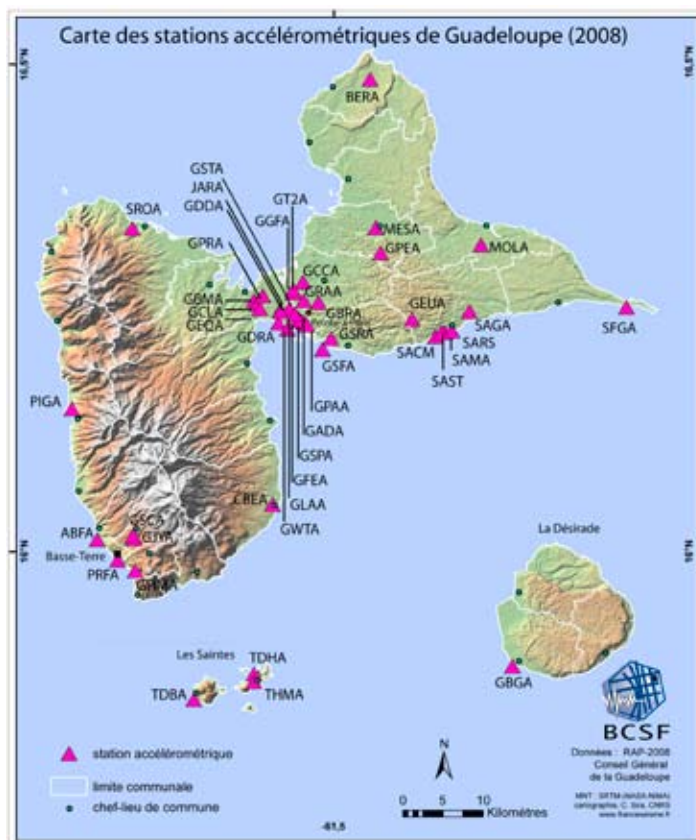
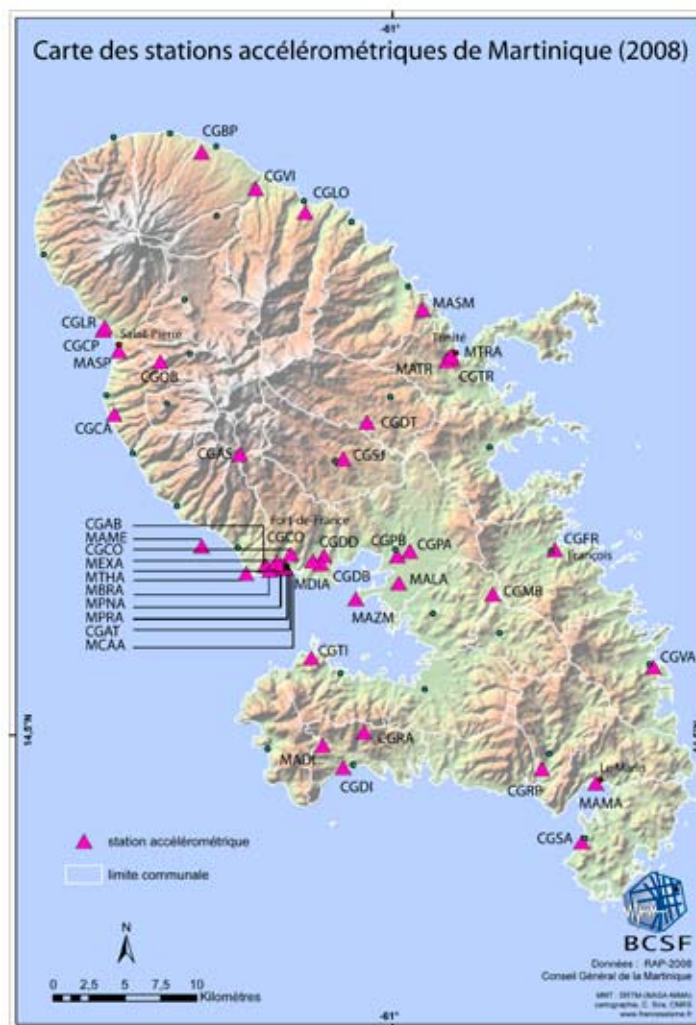


Fig. VII-3 : Répartition des stations accélérométriques disponibles en Martinique.



Mouvements du sol enregistrés

Les accélérations maximales horizontales observées en Martinique et Guadeloupe varient entre 0.006 g (Station GGFA, aéroport de Pointe à Pitre, Guadeloupe) et 0.413 g (station CGFR du Collège La Jetée au François, Martinique). Cependant, 86% des stations accélérométriques ont enregistré une accélération horizontale maximale inférieure à 0.200 g. Celles qui ont enregistré des accélérations plus importantes sont toutes dans des bâtiments (instrumentation Conseil Général) et ne sont pas représentatives des mouvements au niveau du sol.

Le mouvement du sol enregistré par les stations accélérométriques en Martinique varie, pour la composante horizontale maximale, de 0.029 g à 0.413 g avec une moyenne d'environ 0.160 g alors qu'en

Guadeloupe, il varie de 0.006 g à 0.169 g avec une moyenne d'environ 0.070 g. Les valeurs d'accélérations maximales horizontales aux stations sur du rocher varient de 0.029 g à 0.181 g en Martinique et de 0.006 à 0.111 g en Guadeloupe. Les valeurs d'accélérations maximales horizontales aux stations sur du "sol non consolidé" varient de 0.096 g à 0.413 g en Martinique et de 0.081 à 0.169 g en Guadeloupe. On observe globalement un facteur 2 entre les accélérations mesurées en Guadeloupe et en Martinique (Fig. VII-4) ce qui correspond à environ un degré d'Intensité. On retrouve cet ordre de grandeur dans la variation des effets entre la Guadeloupe et la Martinique avec globalement un degré d'intensité plus faible en Guadeloupe.

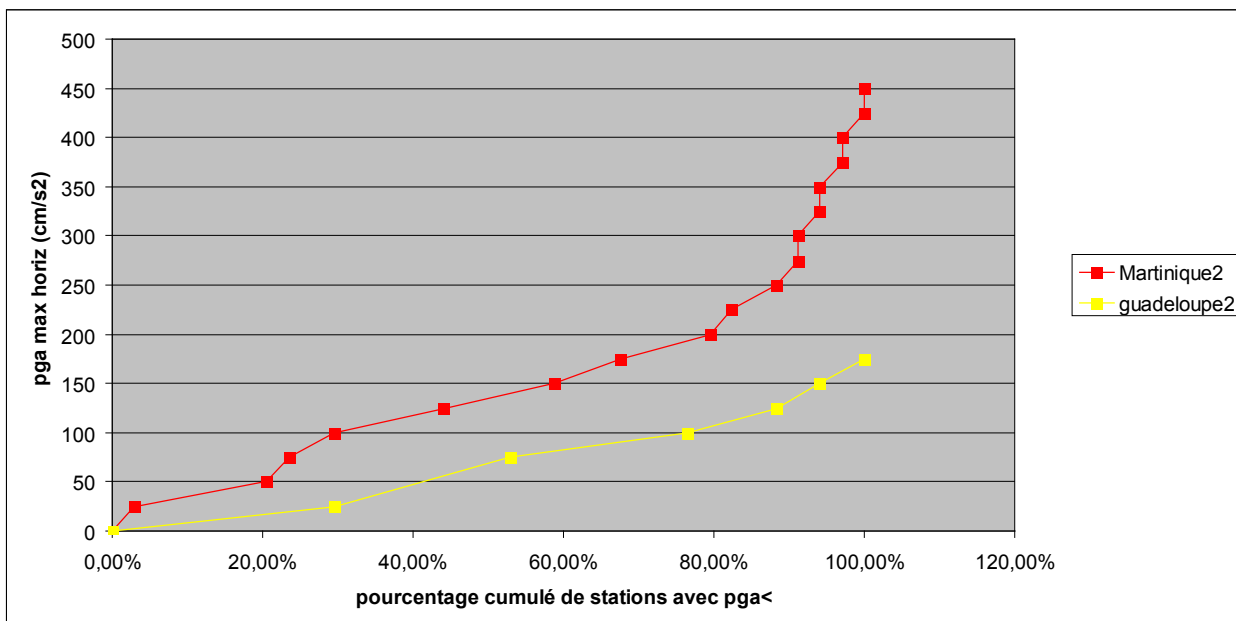


Fig. VII-4 : Répartition des accélérations maximales horizontales en Martinique et Guadeloupe.

La variabilité des accélérations et des observations macrosismiques.

Seule une très faible part de cette variabilité est due à la distance hypocentrale car celle-ci ne varie qu'entre 150 km et 230 km (hormis la station à St Barthélemy à plus de 400 km) (Fig. VII-5). La plus grande partie de cette variabilité est liée à des effets locaux. Par exemple, à Fort de France, les accélérations maximales horizontales varient de 0.040 g à 0.205 g sur de courtes distances. Il est dans ce cas clair que l'intensité communale estimée

par l'enquête macrosismique sur le terrain, qui est une analyse statistique des effets du séisme à l'échelle de la commune, n'est pas corrélable à des mesures accélérométriques ponctuelles qui montrent une grande variabilité au sein d'une commune. Par exemple, la station de la préfecture de Fort de France montre une accélération maximale de 0.096 g et celle du Collège La Jetée au François indique une valeur de 0.413 g, plus de 4 fois plus forte. Les distances hypocentrales de ces deux stations sont peu différentes (151 et 154 km) et le substratum

est dans les deux cas un sol mou avec de faibles V_s (vitesse des ondes de surface) sur environ 20 m de profondeur. Pourtant, les effets du séisme à proximité de ces stations, constatés lors de l'enquête BCSF sur le terrain, ne sont pas plus importants au François qu'à Fort de France, dans les deux cas on constate localement des dégâts de niveau 3. L'intensité EMS98 associée à ces deux communes est de VI-VII. Ceci illustre le manque de corrélation entre des valeurs ponctuelles d'accélération maximales (PGA) et les effets constatés sur les bâtiments à l'échelle communale.

La figure VII-5 illustre bien la variabilité du PGA horizontal pour des distances très voisines. Les variations de distance hypocentrale sont très faibles pour la Martinique et la Guadeloupe alors que les variations d'accélération sont très importantes.

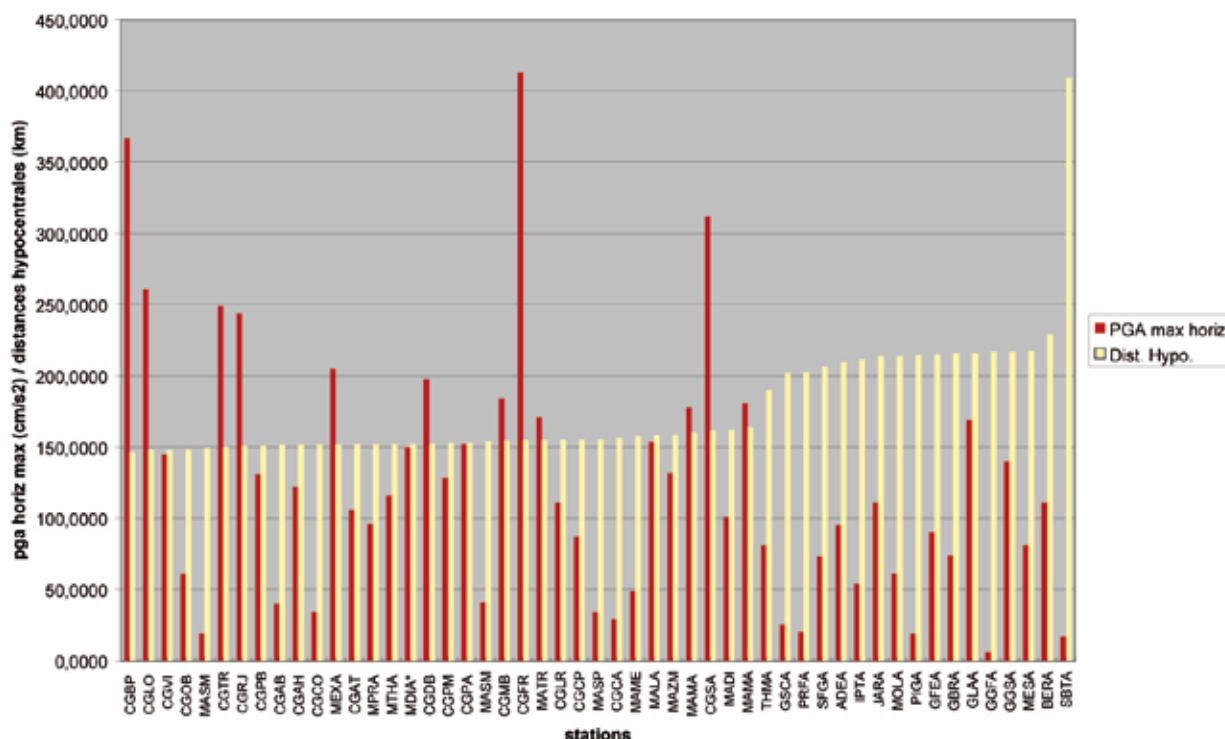


Fig. VII-5 : Variation du PGA horizontal (en rouge en cm/s^2) en fonction de la distance (en jaune en km). De gauche à droite : CGBP à MAMA = Martinique, de THMA à BERA = Guadeloupe, SBTA=St Barthélemy.

La comparaison des communes du Carbet et de François apporte d'autres conclusions. La variation de la distance hypocentrale entre ces deux stations est inférieure à 2%.

L'accélération maximale horizontale pour la station du Carbet, CGCA, est de $0.029g$ et les rapports spectraux ne montrent pas d'amplification particulière à ce site toutes fréquences confondues (mesures OVSM et Douglas et al. 2006, cf rapport Berge 2008). Cette station est clairement au rocher et a enregistré l'une des plus faibles accélérations observées en Martinique.

L'accélération maximale horizontale à la station CGFR (Collège La Jetée au François, Martinique) est la plus forte observée lors de ce

séisme ($0.413g$). Elle est sur un sol mou avec 1 m de remblai sur des tufs altérés jusqu'à une profondeur de 22 mètres (Sondages 1180ZZ0039 et 1180ZZ0040) avec de faibles résistances mécaniques (V_s variant entre 50 à 150 m/s) (Berge 2008).

Ces variations sont donc clairement associées à des caractéristiques locales (effet de site). Cet effet de site est observé par les rapports spectraux H/V sur bruit de fond et sur le séisme des Saintes (21-11-2004) (Fig. VII-6). Ils montrent des amplifications à CGFR sur les composantes horizontales à diverses fréquences entre 2.5 et 5Hz aussi visibles sur les spectrogrammes du séisme du 09-11-2007 (Berge 2008) (Fig. VII-7). Des

études complémentaires, plus poussées, sont nécessaires sur ce site (Berge 2008).

La commune du Carbet est associée à une intensité EMS-98 de V pour le séisme du 29-11-2007 alors que celle de François est de VI-VII. Dans ce cas, la variation des observations accélérométriques est assez bien corrélée aux effets du

séisme à l'échelle de la commune car ces stations sont assez représentatives des conditions sur la commune. En effet, la commune du Carbet est principalement construite sur du rocher alors que celle de François a une importante partie dans la zone à effet de site.

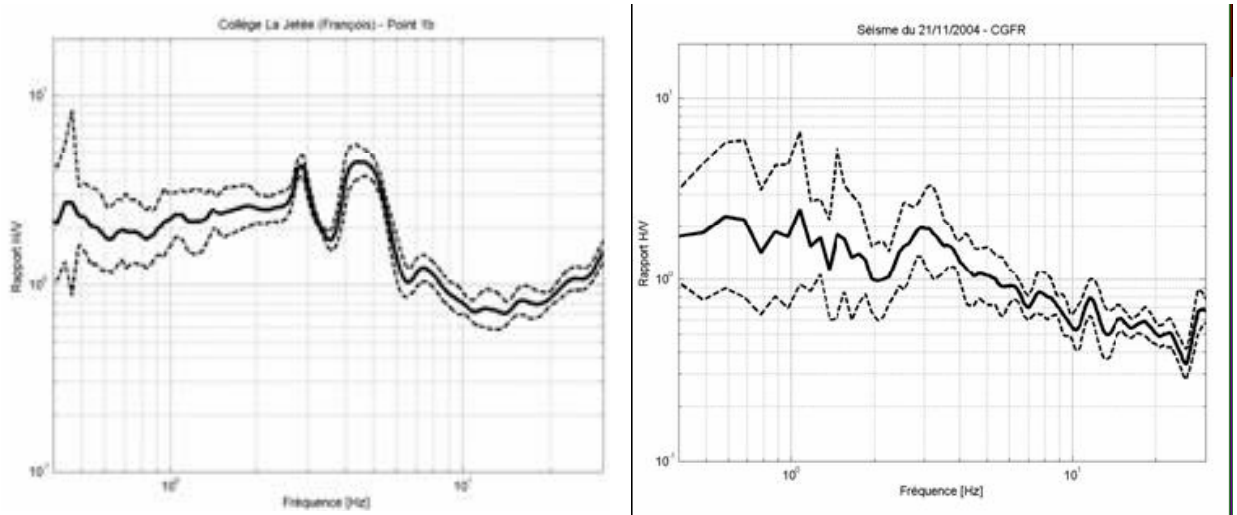


Fig. VII-6 : Courbe H/V bruit de fond (à gauche) et H/V sur le signal enregistré à CGFR lors du séisme des Saintes, 2004 (à droite) (Berge 2008).

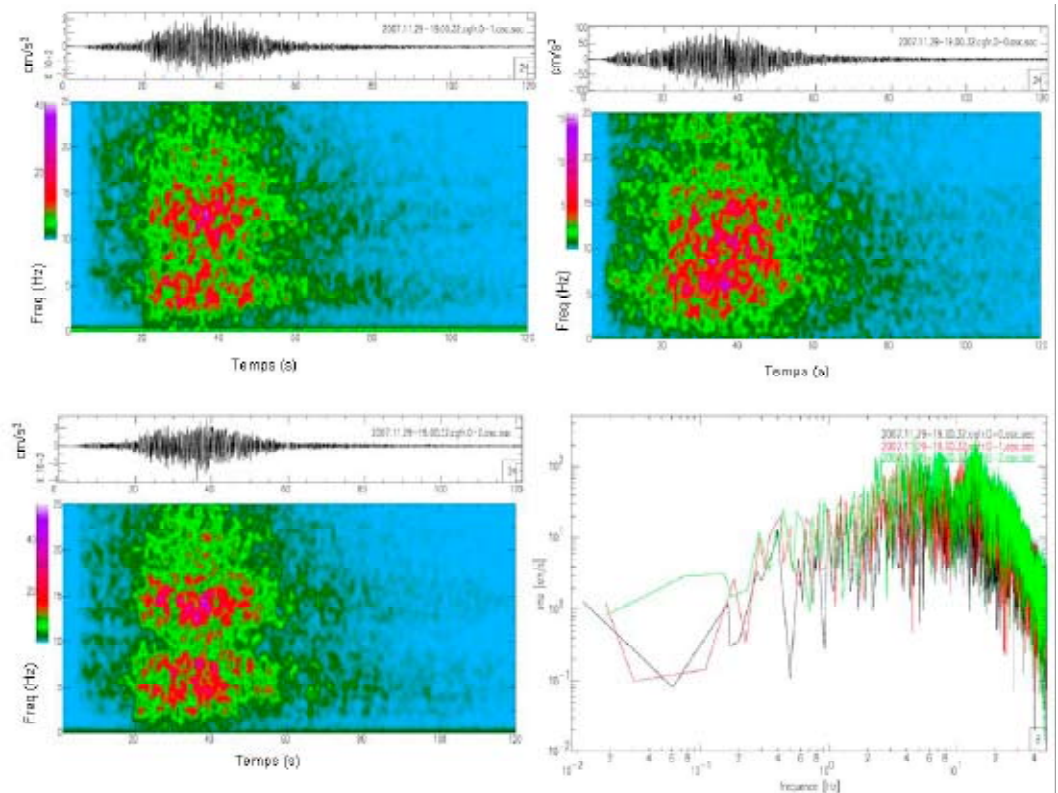


Fig. VII-7 : Représentation temporelle, spectrale et spectrogramme (répartition des fréquences en fonction du temps) de chaque composante de l'accélération enregistrée à la station CGFR lors du séisme du 29-11-2007. En haut à gauche composante est, en bas à gauche composante nord, en haut à droite composante verticale, en bas à droite spectres de Fourier des 3 composantes. Les spectrogrammes sont normalisés au maximum d'énergie, (Berge 2008).

Cependant, ces mesures instrumentales accélérométriques ponctuelles peuvent, à condition de ne pas se limiter aux seules valeurs de PGA ou d'être considérées dans leur ensemble, être mises en relation avec des effets constatés à proximité de la station d'enregistrement. Par exemple, la Fig. VII-8 montre la répartition des accélérations maximales verticales et horizontales en fonction des intensités communales évaluées par notre enquête. On observe une grande variabilité avec de faibles accélérations mesurées dans des communes d'Intensité V à VI-VII et de

même pour les fortes accélérations. Par contre, une régression logarithmique montre bien une progression globale de l'accélération avec l'intensité EMS-98, mais avec une pente plus marquée pour les composantes horizontales que pour les composantes verticales. Il faut noter qu'il n'y a pas lieu de faire une séparation entre les observations au rocher et sur des formations non consolidées car les effets de site, exprimant le mouvement du sol, doivent être pris en compte dans l'évaluation de l'intensité EMS-98.

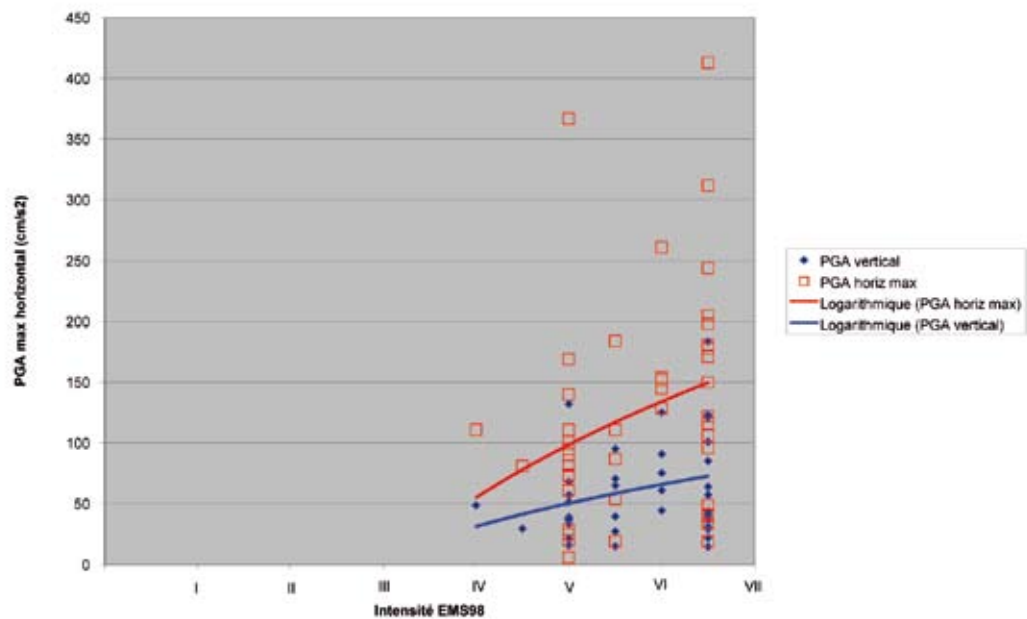


Fig. VII-8 : Répartition des accélérations maximales verticales et horizontales en fonction des intensités communales observées pour le séisme du 29/11/2007 (les intensités communales doubles, type V-VI indiquant qu'une partie de la commune relève de l'intensité V et l'autre de l'intensité VI ont été dans cette figure arbitrairement associées, par simplification, à un demi-degré.

Accélérations au sol et au rocher.

Les accélérations ont été comparées aux lois d'atténuation empiriques de Young et al. 1997 (Note RAP-Bonilla; Winter et al. 2007; Berge 2008) pour les stations au rocher et au sédiment. Elles montrent au premier ordre :

- que les observations aux stations au sédiment sont globalement dans la courbe "SOIL" proposée par Youngs et al. +/- sigma (Fig. VII-9 et VII-10),
- que les observations aux stations au rocher sont globalement sous la courbe "rocher" proposée par Youngs et al. (Fig. VII-9),
- que les accélérations au sédiment sont plus fortes qu'au rocher (Fig. VII-9 et VII-10),

- que les accélérations mesurées en Guadeloupe montrent une variabilité comparable à celles de Martinique mais avec un niveau global plus faible (Fig. VII-10).

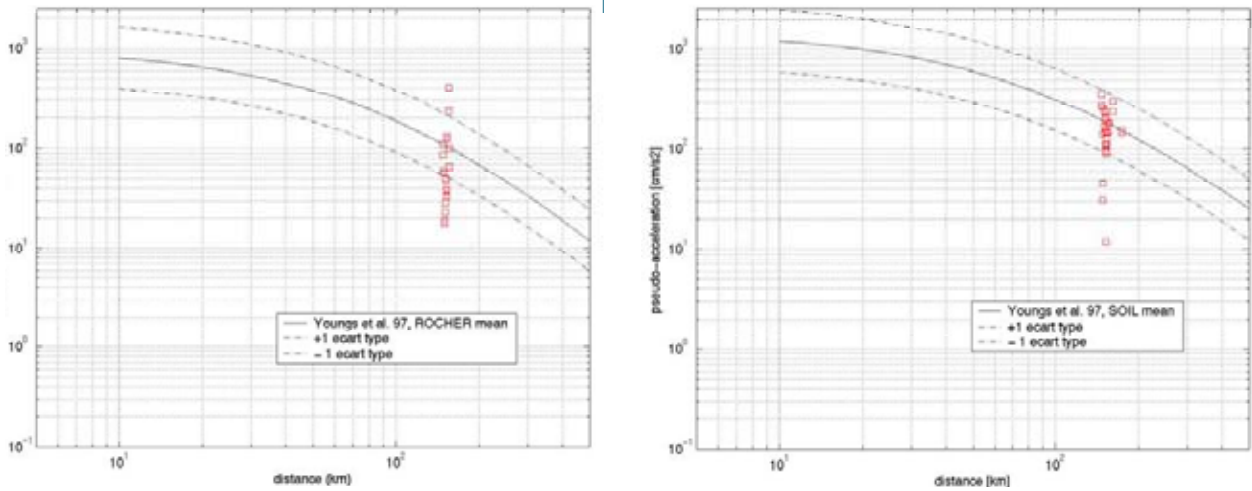


Fig. VII-9 : Comparaison des pics d'accélération horizontaux (2 composantes représentées par station) enregistrés par 29 stations de Martinique lors du séisme du 29/11/2007, aux prédictions empiriques de Youngs et al., 1997 (en utilisant la distance hypocentrale). A gauche au rocher, à droite au sol (d'après Berge 2008).

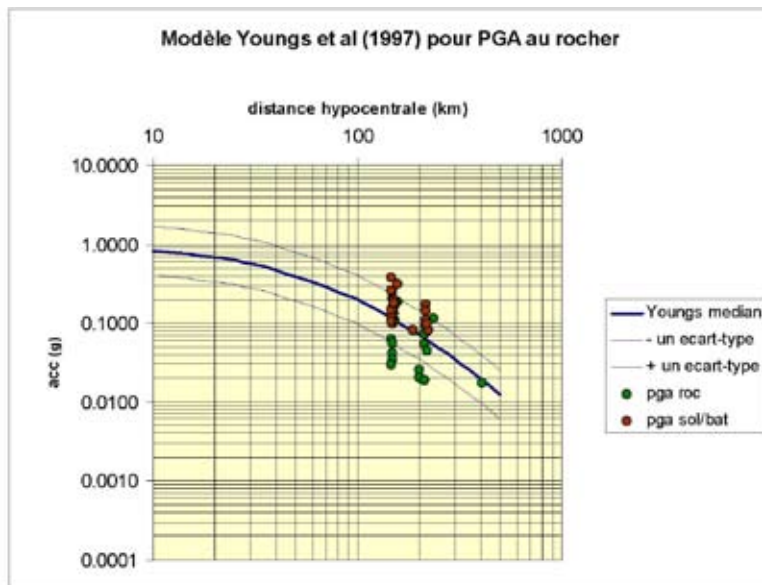


Fig. VII-10 : Comparaison des accélérations horizontales maximales sur site rocheux et sol en fonction de la distance avec le modèle d'Youngs et al., (1997) au rocher pour le séisme du 29/11/2007. Les deux classes de distance correspondent aux îles de la Martinique (la plus proche) et celle de la Guadeloupe, d'après Winter et al. 2007).

Dans le détail (Fig. VII-11), on voit que des accélérations à certaines stations au sédiment sont plus faibles que celles au rocher; de même certaines au rocher montrent des accélérations plus fortes que celles au sédiment. Notez que la station SGFR a été requalifiée en temps que

"sédiment" (Berge 2008). Une vérification de leur classification et de leurs paramètres d'enregistrement s'avère nécessaire avant de pousser les études plus loin (Catherine Berge, 2008).

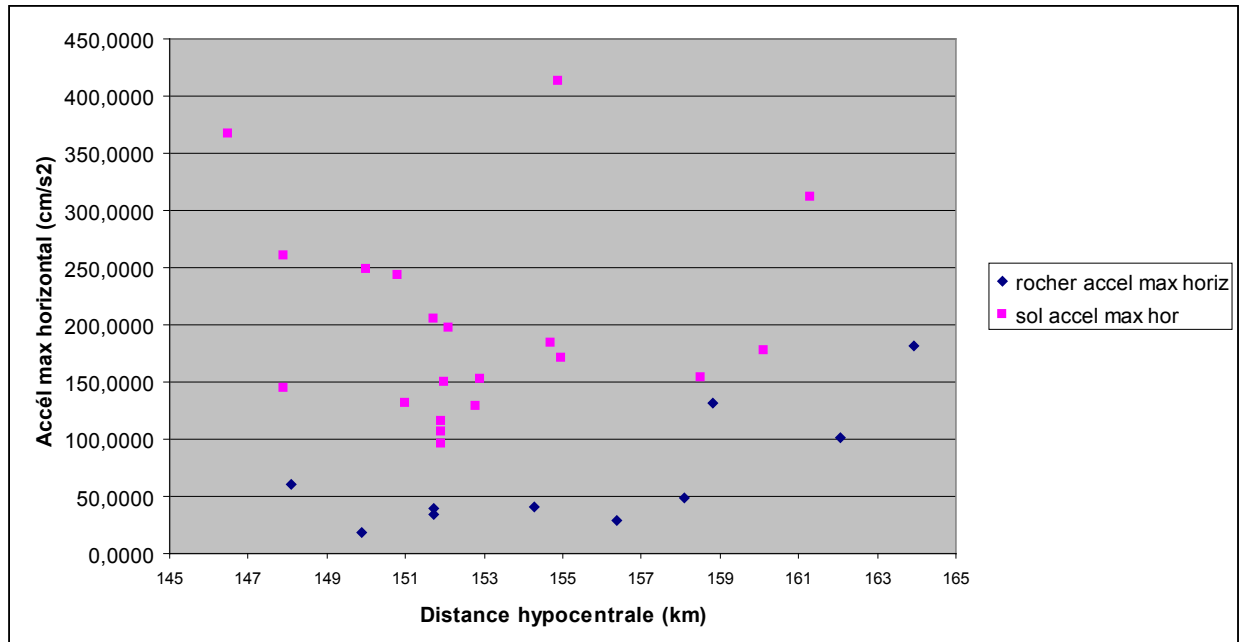


Fig. VII-11 : Accélérations maximales horizontales observées en Martinique au rocher (bleu) et au sédiment (rose) pour le séisme du 29/11/2007.

Exemple d'enregistrement :

Station MPRA (Préfecture, Fort-de-France)

Les signaux accélérométriques sont disponibles auprès du RAP (<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/>). Nous ne montrons ici qu'un exemple qui est la station MPRA à la Préfecture de Fort de France (Fig. VII-12), à proximité de laquelle ont été constatés les dégâts les plus importants à Fort de France. C'est une station qui est sur une ancienne mangrove avec une épaisseur de sédiments "mous" d'environ 25 mètres. On observe que le PGA sur les composantes horizontales est presque le double de la composante verticale. Un pic entre 2 et 3 Hz est visible à partir des rapports H/V faits sur les signaux du séisme et bruit de fond ainsi que sur les mesures site / référence lors du séisme, (Fig. VII-13, VII-14), (Winter et al. 2007).

Le spectre de réponse à MPRA donne une indication sur les fréquences sollicitées par le séisme au droit de la station. Les rapports spectraux effectués sur les signaux du séisme montrent une amplification dans la bande 2-3 Hz sur les composantes horizontales puis une très forte atténuation à 10 Hz qui doit être confirmée (Fig. VII-13). La même observation est faite sur l'analyse du bruit de fond à la même station (Fig. VII-14) (Winter et al. 2007).

L'analyse et l'exploitation de toutes les données instrumentales sont en cours dans plusieurs organismes et devraient permettre d'apporter de nouveaux éclairages.

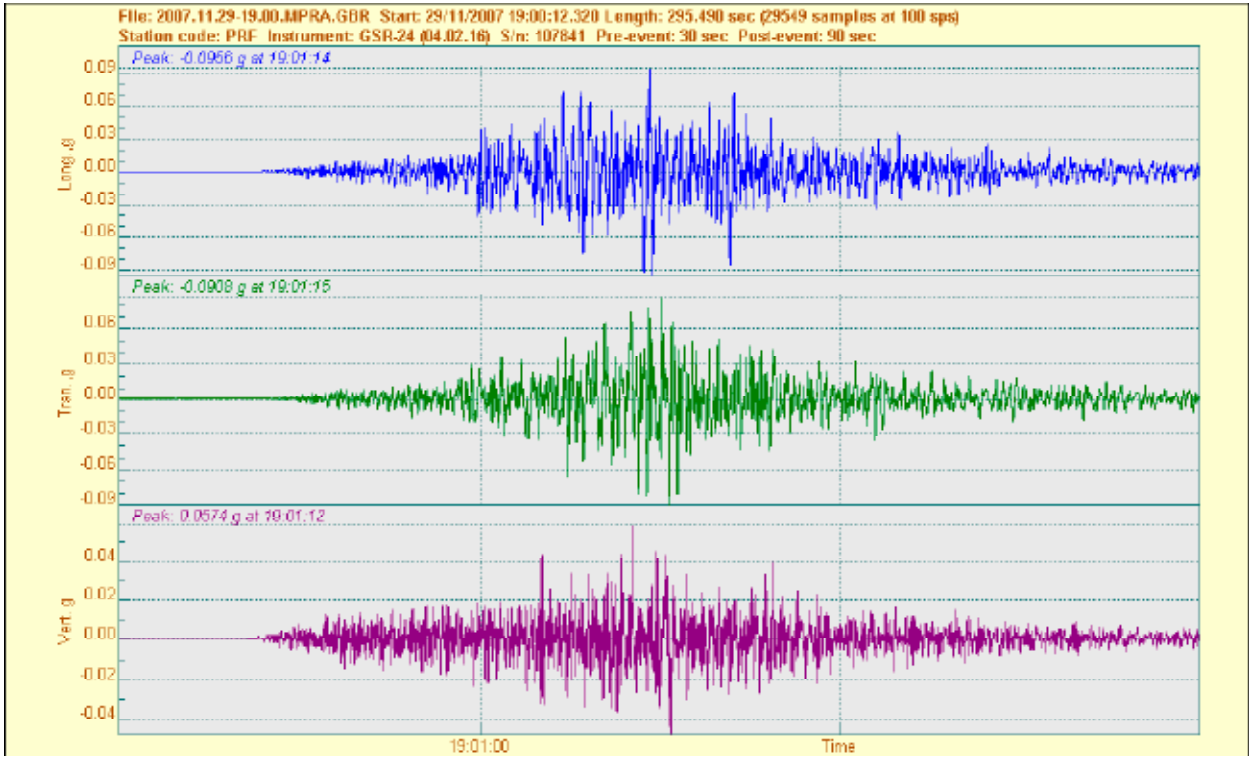


Fig. VII-12 : Accélérogramme de la station MPRA (échelles verticales différentes pour chaque composante) (Fig. d'après Winter et al. 2007).

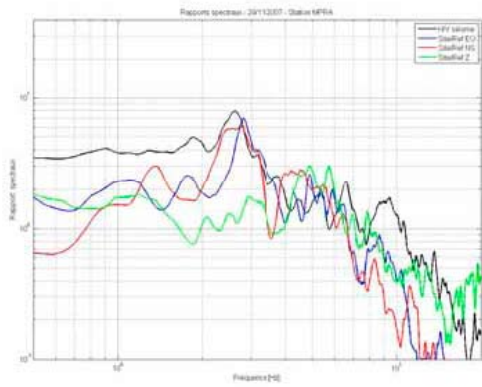


Fig. VII-13 : Rapports spectraux (H/V séisme et site/référence) pour la station MPRA (sol) pour le séisme du 29 novembre 2007 (d'après Winter et al. 2007).

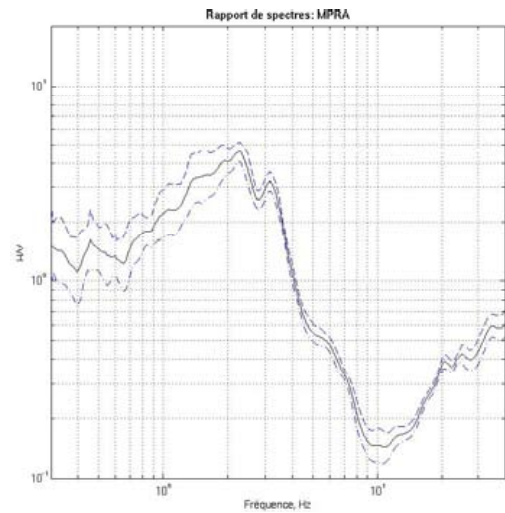


Fig. VII-14 : H/V bruit de fond sur la station MPRA (d'après Winter et al. 2007).

VIII. Sismicité observée en novembre et décembre 2007.

Les observatoires de Guadeloupe et Martinique (OVSG-OVSM/IPGP) ont localisé au cours des mois de novembre et décembre 2007, dans un rayon de 450 km autour de la Guadeloupe (ce qui inclut aussi une large zone autour de la Martinique), un total de 174 séismes d'origine tectonique (Fig.VIII-1 et VIII-2).

Parmi eux, 74 séismes ont été localisés dans la zone de répliques du séisme des Saintes du 21 novembre 2004, entre les Saintes et la Dominique. La magnitude (M_d) maximale de ces répliques du séisme des Saintes est de 3.0. Plusieurs de ces répliques ont été ressenties ou ont été sus-

ceptibles d'avoir été ressenties aux Saintes. La diminution globale des répliques depuis 2004, en nombre et en énergie, témoigne toujours d'une évolution tout à fait normale dans ce contexte tectonique.

Le séisme du 29 novembre qui a eu lieu à 15 heures (heure locale), de magnitude $M_w=7.4$ a été localisé à 30 km au nord de la Martinique, à environ 150 km de profondeur. On observe distinctement sur la cartographie (Fig. VIII-1 et VIII-2) les répliques du séisme de 2004 (secteur des Saintes) de celles du séisme du 29 novembre 2007 (entre la Martinique et la Dominique).

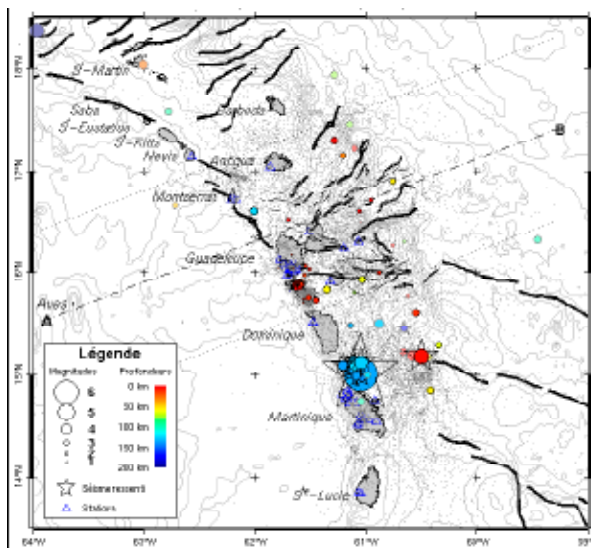


Fig. VIII-1 : Carte des épicentres du mois de novembre 2007 correspondant aux séismes enregistrés et localisés par l'OVSG-IPGP. Traits noirs = failles principales connues (d'après Feuillet, 2000), traits gris = courbes bathymétriques, points gris=sismicité préalablement connue dans la région toutes magnitudes confondues (fig. d'après OVSG-IPGP).

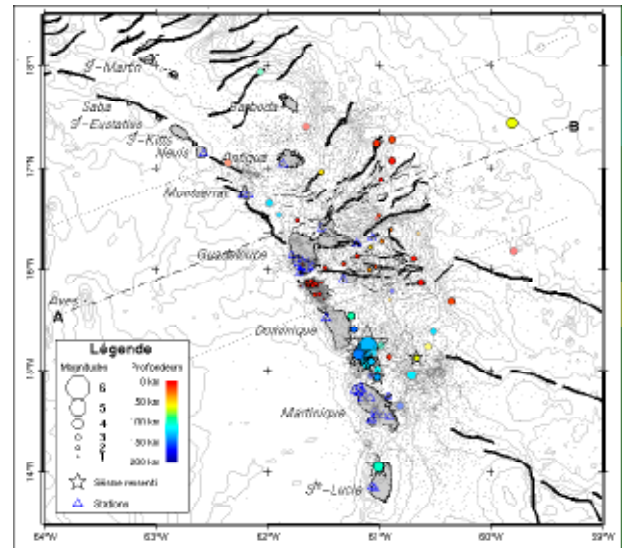


Fig. VIII-2 : Carte des épicentres du mois de décembre 2007 correspondant aux séismes enregistrés et localisés par l'OVSG-IPGP. Traits noirs = failles principales connues (d'après Feuillet, 2000), traits gris = courbes bathymétriques, points gris=sismicité préalablement connue dans la région toutes magnitudes confondues (fig. d'après OVSG-IPGP).

Les répliques du séisme du 29 novembre 2007

Le séisme du 29 novembre 2007 a été suivi de plusieurs répliques (Fig. VIII-3 à VIII-7). L'Observatoire de Martinique (OVSM-IPGP) a pu détecter et localiser 27 répliques ayant eu lieu dans les 9 heures qui ont suivi (Fig. VIII-3). Trois d'entre elles ont été ressenties en Martinique, la plus forte ($m_b=5.1$) s'étant produite dans la nuit du 29 au 30 novembre 2007 à 00 h 00 heure locale (04 h 00 heure TU). Au mois de décembre 2007,

56 répliques ont été détectées et localisées. La réplique la plus forte a eu lieu le 5 décembre à 12 h 11 TU (8 h 11 local), avec une magnitude qui est estimée à $m_b=5.4$ par les réseaux mondiaux. Elle a été ressentie en Martinique mais aussi en Guadeloupe et dans les îles du Nord. Le nombre de répliques est faible et leurs magnitudes sont restées modérées au regard de la magnitude du choc principal.

Le réseau sismologique de l'OVSG-IPGP a pu détecter et localiser 14 répliques au mois de novembre et 17 au mois de décembre. Seule la réplique du 5 décembre, de magnitude $m_b=5.4$ a été fortement ressentie en Guadeloupe (Fig.VIII-21, VIII-22).

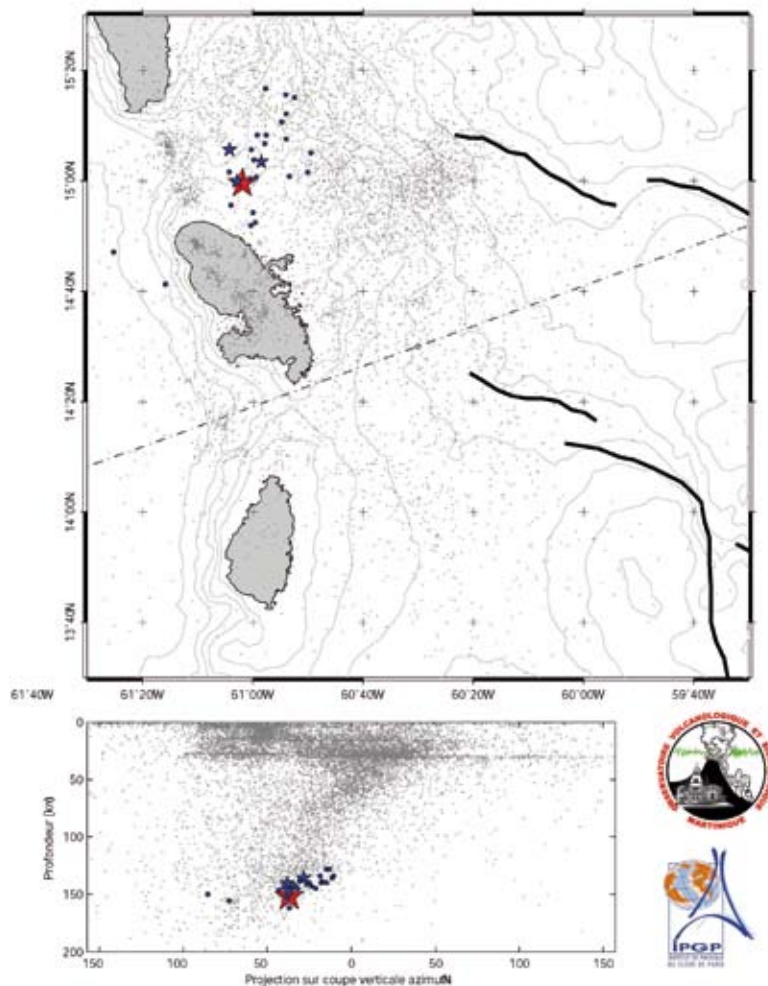


Fig. VIII-3 : Carte de localisation de l'épicentre du 29-11-2007 (rouge) et des 27 répliques au cours des 9h suivantes (bleu). En fond (points gris), la sismicité enregistrée par l'IPGP depuis l'installation des réseaux de surveillance. (communiqué de l'OVSM-IPGP du 30-11-2007)

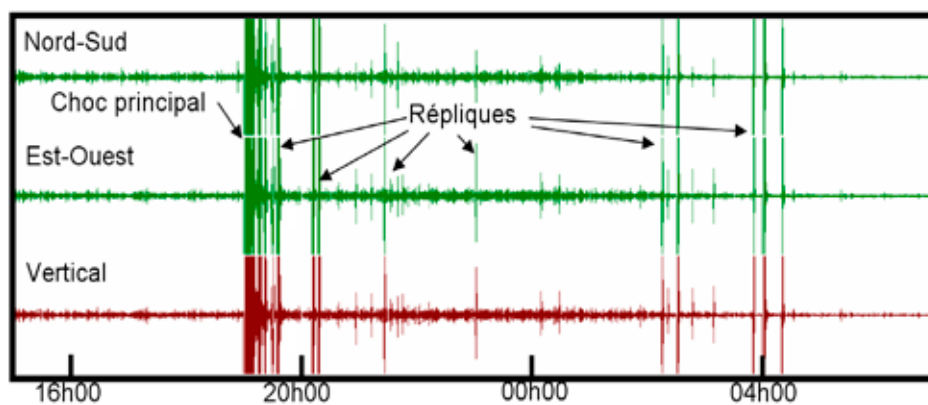


Fig. VIII-4 : Enregistrements de la station 3 composantes du Système de Surveillance International du Traité d'Interdiction Complète des Essais nucléaires (TICE). Station de la Désirade (HA5N), Fig. CEA-DASE : http://www-dase.cea.fr/actu/dossiers_scientifiques/2007-11-29/index.html

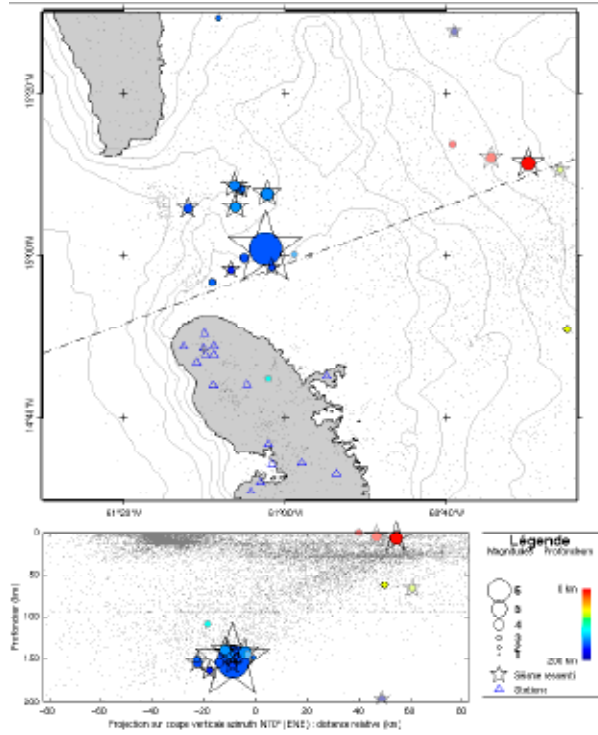


Fig. VIII-5 : Localisation en carte et en coupe (projection sur le trait discontinu sur la carte) des épicentres du mois de novembre 2007 correspondant aux séismes enregistrés et localisés par l'OVSG-IPGP. Traits gris = courbes bathymétriques, points gris=sismicité préalablement connue dans la région toutes magnitudes confondues (figure d'après OVSG-IPGP).

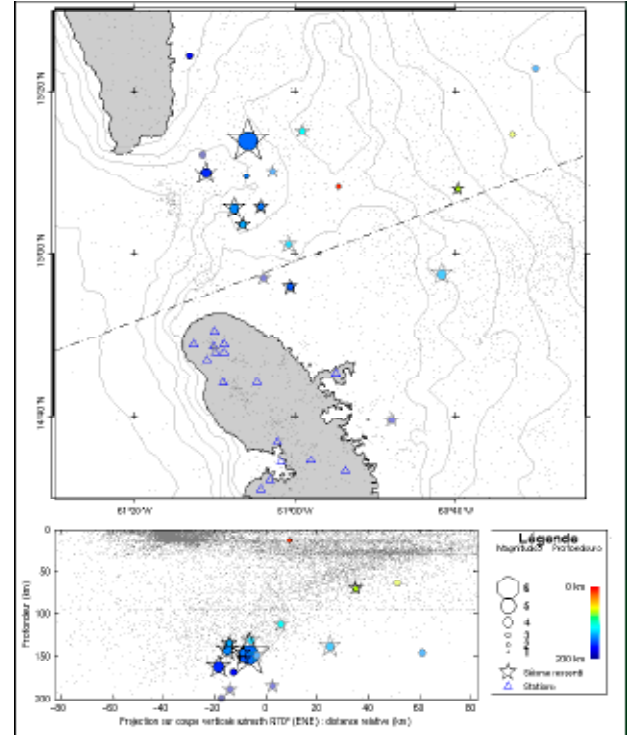


Fig. VIII-6 : Localisation en carte et en coupe (projection sur le trait discontinu sur la carte) des épicentres du mois de décembre 2007 correspondant aux séismes enregistrés et localisés par l'OVSG-IPGP. Traits gris = courbes bathymétriques, points gris=sismicité préalablement connue dans la région toutes magnitudes confondues (figure d'après OVSG-IPGP).

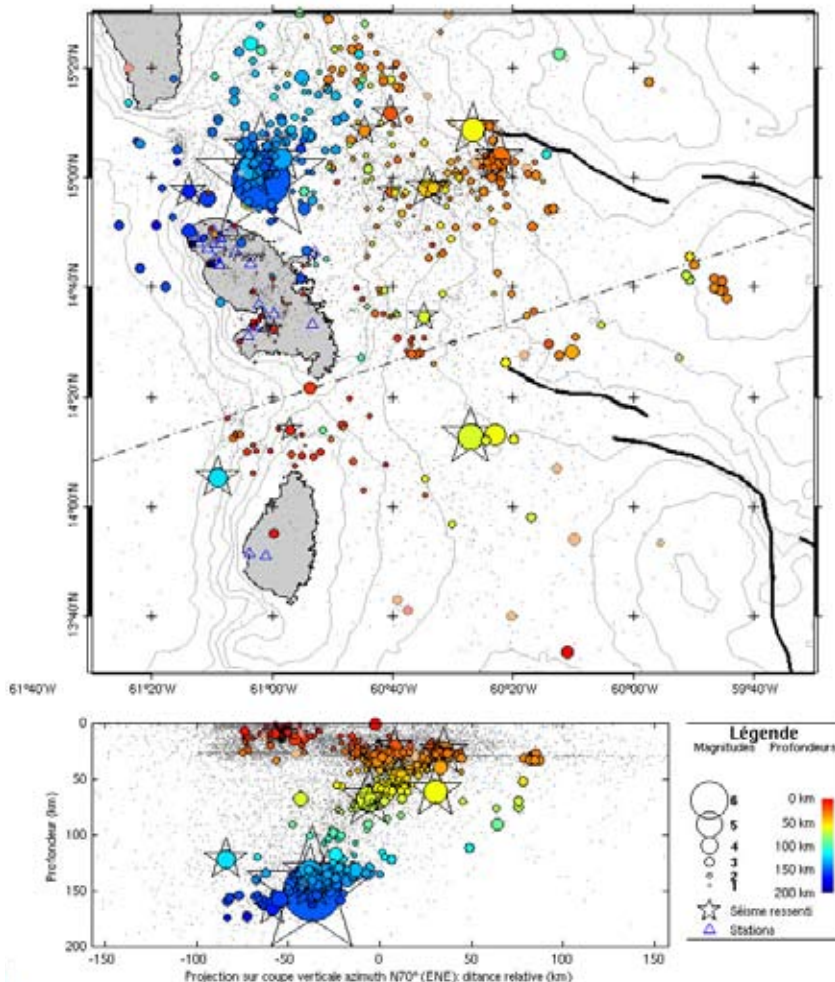


Fig. VIII-7 : Localisation du choc principal du 29/11/2007 et de ses répliques (points bleus de différentes tailles en fonction de la magnitude), sur le fond de sismicité enregistré par l'OSVM pendant 1 an (27 juin 2007 - 26 juin 2008). Tous les points bleus se localisent à une profondeur d'environ 150 km (document OVSM-IPGP, 26 juin 2008, Sara Bazin, communication personnelle). Les étoiles indiquent les séismes ressentis en Martinique.

Le tableau ci-dessous indique les caractéristiques des répliques dans la zone hypocentrale du séisme du 29 novembre 2007 d'après l'OVSM-IPGP ressenties en Martinique dans le mois qui a suivi le choc principal.

| Date (2007) | Heure origine TU | heure locale | latitude | longitude | prof. | Mag. OVSM-IPGP | Mag. CSEM | Mag.USGS | I. max estimée * (témoignages Internet ou directs) |
|----------------|------------------|--------------|------------|-------------|--------|----------------|-----------|----------|--|
| 29/11 | 19h34'46.46" | 15h34 | 15°05.60'N | 61° 04.21'O | 146 km | Md 4.3 | mb 5.2 | mb 5.1 | III |
| 29/11 | 20h11'12.01" | 16h11 | 14°59.91'N | 61° 02.78'O | 141 km | Md 4.1 | mb 4.8 | mb 4.5 | II |
| 30/11 | 4h00'0.18" | 00h00 | 15°03.41'N | 60° 58.42'O | 136 km | Md 4.5 | mb 5.1 | mb 5.0 | III |
| 05/12 | 12h11'22.96" | 08h11 | 15°01.79'N | 61° 03.51'O | 134 km | Md 4.6 | mb 5.4 | mb 5.3 | III |
| 13/12 | 00h18'30.26" | 20h08 | 14°05.20'N | 61°09.04'O | 122 km | Md 4.2 | mb 4.6 | mb 4.6 | II |
| | | 12 déc | | | | | | | |
| 18/12 | 16h37'27.32" | 12h37 | 15°01.35'N | 61°02.12'O | 141 km | Md 3.0 | | MD=3.60 | II |
| 24/12 | 23h02'46.92" | 19h02 | 14°57.52'N | 61°13.76'O | 166 km | Md 3.8 | | | II |

*en Martinique, Guadeloupe, Saint Barthélemy et Saint Martin

Les équipes de l'IPGP (Institut de Physique du Globe de Paris) et du LGIT (Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique de Grenoble) ont installé des stations de mesures (sismomètres large-bande) dans des régions particulièrement affectées de la Martinique (études de sites). Par ailleurs, six sismomètres de fond de mer (OBS) ont été déployés dans le canal de la Dominique dès le 10 décembre 2007. Ces instruments permettront de suivre plus précisément l'évolution des répliques, de relocaliser le foyer du séisme principal et de préciser l'orientation de la zone de rupture.

IX. Bibliographie

- Arias, A. (1970). "A Measure of Earthquake Intensity," R.J. Hansen, ed. *Seismic Design for Nuclear Power Plants*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 438-483.
- Bard P.Y. and SESAME participants, 2004. *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations : Measurement, processing and interpretation*.
- BCSF : Séisme des Saintes (Guadeloupe) du 21 novembre 2004, note préliminaire, BCSF2005-NP3, 62 p., 101 fig., 28 tableaux, 5 annexes, 2005.
- Beauducel F., *Sismicité et volcanisme aux Antilles, poster OVSG-IPGP, 2005, (<http://www.ipgp.jussieu.fr/~beaudu/>)*
- Beauducel, F., Bazin, S., Bengoubou-Valerius, M., 2005. *Loi d'atténuation B-Cube pour l'évaluation rapide des intensités sismiques probables dans l'archipel de Guadeloupe. Rapport Interne, Observatoire Volcanologique et Sismologique de Guadeloupe - Institut de Physique du Globe de Paris - Université des Antilles et de la Guyane, décembre 2004, pp 12.*
- Bengoubou-Valerius M., Sara Bazin S., Bertil D., Beauducel F. and A. Bosson, *CDSA : a new seismological data center for the French lesser Antilles, Seismological Research Letters Volume 79, Number 1 January/February 2008.*
- Berge-Thierry C., *Le séisme de Nord Martinique, 29 novembre 2007, Mw=7,4, Bureau d'Evaluation des Risques Sismiques pour la Sûreté des Installations, Note technique DEI/SARG/2008-008, 2008.*
- Bertil, D., Bazin, S., Beauducel, F., *Séisme des Saintes - Rapport de synthèse, CDSA, 36pp, 08-12-2004.*
- Bertil, D., Bazin, S., Beauducel, F., *séisme des Saintes - Rapport de synthèse, CDSA, 11pp, 08-04-2005.*
- Bertil D., S. Bazin, D. Mallarino, F. Beauducel, *Localisation des principales répliques du séisme des Saintes du 21 Novembre 2004, Centre de Données Sismologiques des Antilles, 15 Avril 2005.*
- Bernard P. et Lambert J. : *Subduction and seismic hazard in the northern Lesser Antilles : Revision of the historical seismicity Bulletin of the Seismological Society of America; December 1988; v. 78; no. 6; p. 1965-1983, 1988*
- Bulletin mensuels de l'OVSG-IPGP (Bilan mensuel de l'activité volcanique de la Soufrière de Guadeloupe et de la sismicité régionale novembre et décembre 2007), <http://www.ipgp.jussieu.fr/pages/0303040901.php>*
- Clinton, J. F. Bradford, S. C. Heaton, T. H. and Favela, J., *The observed wander of the natural frequencies in a structure. Bulletin of the Seismological Society of America, 96 (1):237-257, 2006.*
- Communiqué de l'Observatoire Volcanologique et Sismologique de Guadeloupe – IPGP du 28-11-2007, 29-11-2007, 30-11-2007 et 5-12-2007*
- Communiqué de l'Observatoire Volcanologique et Sismologique de Martinique – IPGP du 28-11-2007, 29-11-2007, 30-11-2007 et 5-12-2007*
- Davidovici, V., *Le séisme de Martinique - rapport de mission - 5-8 déc. 2007, décembre 2007.*
- Dominique P., Sabourault P., Le Brun B, *Réseau accélérométrique Permanent, Année 2001-rapport complémentaire, BRGM RP-51406-FR, 2001. <http://infoterrefiche.brgm.fr/PDF/RP-51406-FR.pdf>*
- Dorel, J. : *Seismicity and seismic gap in the Lesser Antilles arc and earthquake hazard in Guadeloupe. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society 67, 679-695, 1981.*
- Douglas J., Bertil D., Roullé A., Dominique P. and P. Jousset, *A preliminary investigation of strong-motion data from the French Antilles, J Seismol, Vol. 10, 271-299, 2006.*
- Feuillard M., 1985. *Macrosismicité de la Guadeloupe et de la Martinique. Observatoire Volcanologique de la Soufrière (Guadeloupe), Éditions du Conseil Général de la Guadeloupe, Institut de Physique du Globe de Paris, 349 p.*
- Feuillet N., «*Sismotectonique des Petites Antilles - Liaison entre activité sismique et volcanique*», Institut de Physique du Globe, Paris. *Thèse de doctorat 2000.*
- Feuillet, N., Manighetti, I., et P. Tapponnier, *Extension active perpendiculaire à la Subduction dans l'Arc des Petites Antilles (Guadeloupe, Antilles Françaises), C. R. Acad. Sci. Paris, 333, pp. 583-590, 2001.*
- Feuillet, N., I. Manighetti, P. Tapponnier, E. Jacques, *Arc parallel extension and localization of volcanic complexes in Guadeloupe, Lesser Antilles, Journal of Geophysical Research, 107, B12, doi:10.1029/2001JB000308, 2002.*
- Feuillet, N., P. Tapponnier, I. Manighetti, B. Villemant, and G. C. P. King : *Differential uplift and tilt of Pleistocene reef platforms and Quaternary slip rate on the Morne-Piton normal fault (Guadeloupe, French West Indies), J. Geophys. Res., 109, B02404, doi:10.1029/2003JB002496. 2004*

- Grünthal, G., Musson, R.M.W., Schwartz, J. and Stucchi, M., (eds), 1998, *L'échelle macrosismique européenne EMS-98*, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie vol.19, Luxembourg, 103 pp.
- Mucciarelli, M. Masi, A. Gallipoli, M. R. Harabaglia, P. Vona, M. Ponzio, F. and Dolce, M., *Analysis of RC building dynamic response and soil-building resonance based on data recorded during a damaging earthquake (Molise, Italy, 2002)*. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 94 (5):1943–1953, October 2004.
- Nakamura Y., "A method for dynamic characteristics estimations of subsurface using microtremors on the ground surface", in *Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI)*, Vol. 30, No.1,25-33, 1989
- Note d'information du RÉSEAU ACCÉLÉROMÉTRIQUE PERMANENT : Séisme du 29 novembre 2007 Nord de la Martinique (Antilles) Ont participé à la rédaction Sara Bazin IPGP-OVSM - Fabian Bonilla IRSN - Marie-Paule Bouin IPGP-OVSG - Michel Bouchon LGIT - Jean-Bernard de Chaballier IPGP-OVSG – Emmanuel Chaljub LGIT - Olivier Coutant LGIT - Bertrand Delouis Géoscience-Azur - Philippe Guéguen LGIT - Mickael Langlais LGIT - Catherine Péquegnat LGIT - Martin Vallée Géoscience-Azur 06 décembre 2007. LGIT - BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9. (<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/>)
- Note d'information n°6 IRSN, Séisme de Martinique du 29 novembre 2007. (http://www.irsn.org/document/site_1/fckfiles/File/dossiers/seismes/fiche_seisme_martinique_nov_2007.pdf) Péquegnat C., P. guéguen, D. Hatzfeld and M. Langlais, *The French Accelerometric Network (RAP) and National Data Centre (RAP-NDC)*, *Seismological Research Letters*, 79(1), 79-89, 2008.
- Rapport AFPS : Le séisme des Saintes (Guadeloupe) du 21 novembre 2004. Rapport de la mission AFPS, janvier 2005.
- Régnier, J. et Michel, C., *Compte rendu de mission post-sismique en Martinique - Séisme du 29 novembre 2007*, CETE Méditerranée, (en préparation - juin 2008).
- Robson, G.R. : *An earthquake catalog for the Eastern Caribbean, 1530-1960*, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 54, 785-832, 1964
- Winter Th., Comte J.P., Mompelat J.M., Aochi H., Auclair S., Barras A.V., Bertil D., Bes de Berc S., Bourdon E., Chauvet M., Dominique P., Douglas J., Lemoine A., Negulescu C., Ollagnier S., Pericat J., Roullé A., Sedan O. *Mission post-sismique aux Antilles : Premiers enseignements sur le séisme du 29 novembre 2007*. Rapport BRGM BRGM/RP -56070-FR, 103 p, 65 fig, 2 tabl., 2007
- Youngs RR, S.J. Chiou, WJ Silva, JR Humphrey. *Strong ground motion attenuation relationships for subduction zone earthquakes*, *Seism. Res. Lett.*, 1997
- Zahibo, N., Pelinovsky, E., Okal, E., Yalçiner, A., Kharif, C., Talipova, T. and A. Kozelkov, *The earthquake and tsunami of November 21, 2004 at Les Saintes, Guadeloupe, Lesser Antilles*, *Science of Tsunami Hazards*, 23, 1, 25-39., 2005.
- Sites internet :**
- Bureau Central Sismologique Français :
<http://www.franceseisme.fr/>
- Centre Sismologique Euro-Méditerranéen :
<http://www.emsc-csem.org>
- Geoscope
<http://geosp6.ipgp.jussieu.fr/>
- Institut de Physique du Globe de Paris :
<http://www.ipgp.jussieu.fr/>
- Observatoire Volcanologique et Sismologique de Guadeloupe (OVSG-IPGP) :
<http://volcano.ipgp.jussieu.fr/guadeloupe/>
- Observatoire Volcanologique et Sismologique de Martinique (OVSM-IPGP):
<http://volcano.ipgp.jussieu.fr/martinique/>
- Réseau Accélérométrique Permanent :
<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>
- USGS:
<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2007/us2007kha5/>

X. Annexes

- 1 - Résumé de l'échelle EMS-98
- 2 - Formulaire d'enquête collectif
- 3 - Intensités macrosismiques
- 4 - Tableau des niveaux de dégâts maximum observés (Martinique)
- 5 - Glossaire

Annexe 1

Résumé simplifié de l'échelle macrosismique européenne (EMS 98)

| Intensité | Définition | Description |
|-----------|--|--|
| I | Non ressenti | Non ressenti, même dans les circonstances les plus favorables |
| II | A peine ressenti | La vibration n'est ressentie que par quelques personnes au repos, en particulier dans les étages supérieurs des bâtiments. |
| III | Faible | Une faible vibration est ressentie à l'intérieur par quelques personnes. Des personnes au repos ressentent un balancement ou un léger tremblement. |
| IV | Largement observé | Le séisme est ressenti à l'intérieur par de nombreuses personnes et par un très petit nombre dehors. Quelques personnes sont réveillées. L'amplitude des vibrations reste modérée. Les fenêtres, les portes et la vaisselle vibrent. Les objets suspendus se balancent. |
| V | Fort | Le séisme est ressenti à l'intérieur par la plupart des personnes et par un petit nombre dehors. Les personnes endormies se réveillent. Quelques personnes sortent en courant. Les bâtiments entrent en vibrations. Les objets suspendus oscillent fortement. La vaisselle, les verres tintent. La vibration est forte. Quelques objets lourds et instables se renversent. Les portes et les fenêtres s'ouvrent ou se ferment. |
| VI | Légers dégâts | Ressenti par la plupart des personnes à l'intérieur et par beaucoup dehors. De nombreuses personnes sont effrayées dans les bâtiments et courent vers les sorties. Les objets tombent. De légers dégâts apparaissent dans les bâtiments ordinaires : petites fissures dans les plâtres, chutes de petits morceaux de plâtre... |
| VII | Dégâts | La plupart des personnes sont effrayées et courent vers les sorties. Les meubles sont déplacés et de nombreux objets tombent des étagères. Un grand nombre de bâtiments ordinaires sont endommagés : petites fissures dans les plâtres, chutes partielles de cheminées... |
| VIII | Importants dégâts | Du mobilier peut être renversé. De nombreux bâtiments ordinaires sont endommagés : chutes de cheminées, larges fissures dans les murs et un petit nombre de bâtiments peuvent s'effondrer partiellement. |
| IX | Destructions petit nombre s'effondrent. | Les monuments sont renversés. De nombreux bâtiments ordinaires s'écroulent partiellement et un petit nombre s'effondrent. |
| X | Nombreuses destructions | Un grand nombre de bâtiments ordinaires s'effondrent. |
| XI | Destructions généralisées | La plupart des bâtiments ordinaires s'effondrent. |
| XII | Destruction totale | Toute structure à l'air libre ou en sous-sol est fortement endommagée ou détruite. |

Adapté du résumé utilisé par le British Geological Survey (résumé original : Grünthal, G., 1998. «European Macroseismic Scale 1998», Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie Volume 15, Luxembourg).

Présentation simplifiée des niveaux de dommage aux constructions

(pour plus de précision et distinction entre les types de construction se reporter à l'échelle d'intensité EMS-98)

NIVEAUX dégâts sur les éléments non-structuraux

| | |
|----------|--|
| Niveau 1 | légers (ex : fissures fines) |
| Niveau 2 | modérés (ex : chutes de gros morceaux de plâtre) |
| Niveau 3 | importants (ex : chutes de tuiles, cheminées, larges crevasses...) |
| Niveau 4 | très importants (ex : ruine partielle de murs) |
| Niveau 5 | effondrement |

dégâts sur les éléments structuraux

| |
|--|
| négligeables |
| légers (ex : fissures dans les murs porteurs) |
| modérés (ex : fissures aux joints poutres-poteaux) |
| importants (ex : endommagement des planchers) |
| très importants (ex : ruines partielle ou totale) |

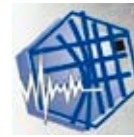
- * Elément structural : partie de la structure de la construction (poutre, poteau, mur porteur...)
- * Elément non structural : mur de remplissage (cloison, parement, revêtement de mur...)

Enquête
macrosismique

FORMULAIRE
COLLECTIF



Centre de Données Sismologique des
Antilles



Bureau Central
Sismologique Français

Témoignages relatifs aux séismes ressentis dans les Antilles Françaises

Commune de _____
Lieu dit, quartier : _____

Questionnaire rempli le : __ __ 200_ par :
Nom :
Prénom :
Organisme

SEISME DU : _____
A _____ heure(s) _____ minute(s)
(Heure locale)






| Effets sur les personnes | La secousse a été ressentie par : | | | | |
|---|--|--|--|--------------------------------|-------------------------------|
| | peu de personnes (inférieur à 10%) | de nombreuses personnes (de 10 à 50%) | La plupart Des personnes (supérieur à 50%) | | |
| Effets sur les personnes | ◆ A l'intérieur | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | - Rdc, 1 ^{er} , 2 ^{ème} étage | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | - 3 ^{ème} étage et plus | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | ◆ A l'extérieur (plein air) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Elle a été ressentie comme : | un balancement | faible <input type="checkbox"/> | moyen <input type="checkbox"/> | fort <input type="checkbox"/> |
| | | une vibration | faible <input type="checkbox"/> | moyen <input type="checkbox"/> | fort <input type="checkbox"/> |
| | ◆ Les personnes | (inférieur à 10%) | (de 10 à 50%) | (supérieur à 50%) | |
| | -ont été réveillées | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | -sont sorties du bâtiment | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | -ont perdu l'équilibre : | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| à l'intérieur | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| à l'extérieur | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| ◆ La secousse a : | inquiété <input type="checkbox"/> | effrayé <input type="checkbox"/> | paniqué <input type="checkbox"/> | | |
| Effets sur les objets | | | Inférieur au 3 ^{ème} | 3 ^{ème} étage ou plus | |
| | | | Faible | moyen fort | |
| | oscillations des objets suspendus (lustres, cadres...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | vibrations des petits objets (vaisselle, bibelots...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | vibration des portes, fenêtres, vitres, vitrines | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | craquement des poutres, planchers et meubles | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | Déplacement, chutes de : | | déplac. chute déplac. chute | | |
| | petits objets instables ou mal fixés | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | meubles légers (chaise, table de chevet...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | meubles lourds (armoires, buffets...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Le séisme a produit des dégâts aux bâtiments dans ma commune <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> ne sait pas | | | | | |
| <i>Si oui remplir les rubriques de la page suivante</i> | | | | | |



CDSA. Centre de Données Sismologiques des Antilles.
Le Houelmont. Route de l'Observatoire.
97113 Gourbeyre. Guadeloupe
Tél : 0590 99 61 75
Fax : 0590 99 11 34



BCSF – 5 rue René Descartes – 67084 Strasbourg Cedex – Fax. 03 90 24 01 25
Site Internet : www.seisme.prd.fr

| Effets sur les constructions | DESCRIPTION DE LA COMMUNE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|--|---|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|---------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|--|--|--|--|--|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Répartition en % (approximatif) du type de bâtiment sur la commune : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| |  TYPE 1 Habitat de fortune <input type="text"/> <input type="text"/> % |  TYPE 2 Maison traditionnelle en bois <input type="text"/> <input type="text"/> % |  TYPE 3 Maison en maçonnerie <input type="text"/> <input type="text"/> % |  TYPE 4 Maison/villa Béton <input type="text"/> <input type="text"/> % |  TYPE 5 Immeuble Collectif <input type="text"/> <input type="text"/> % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | DESCRIPTION DES DEGATS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre de bâtiments ayant connu des dégâts <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> ne sait pas <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sur le nombre de bâtiments <input type="text"/> <input type="text"/> % de type 1 <input type="text"/> <input type="text"/> % de type 2 <input type="text"/> <input type="text"/> % de type 3 <input type="checkbox"/> ne sait pas <input type="checkbox"/> <input type="text"/> <input type="text"/> % de type 4 <input type="text"/> <input type="text"/> % de type 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parmi ces bâtiments touchés quelle est la fréquence des dégâts ? <table style="float: right; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <tr><td>P = Peu</td></tr> <tr><td>N= Nombreux</td></tr> <tr><td>G= Généralisés</td></tr> </table> | | | | | P = Peu | N= Nombreux | G= Généralisés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P = Peu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N= Nombreux | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G= Généralisés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Indiquez | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Type 1 tout venant</th> <th>Type 2 bois</th> <th>Type 3 maçonnerie</th> <th>Type 4 béton</th> <th>Type 5 collectif</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>:- fissures fines ou superficielles (quelques mm)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>:- fissures larges et profondes (quelques cm)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>:- chute de petits morceaux de plâtre ou d'éléments mal scellés</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>:- chutes de gros morceaux de plâtre ou de crépis (supérieur à 20%)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>:- écroulement de morceaux de cloisons, murs, pignons</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>:- fissures aux joints de poutres, poteaux, angles de murs ou dalles</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>:- chute de mortier aux joints de mur ou dalles armées</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>TOITURE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>:- Chutes de tôles, tuiles, ardoises provenant du toit</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>:- Effondrement partiel</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>:- Effondrement total</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | Type 1 tout venant | Type 2 bois | Type 3 maçonnerie | Type 4 béton | Type 5 collectif | :- fissures fines ou superficielles (quelques mm) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | :- fissures larges et profondes (quelques cm) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | :- chute de petits morceaux de plâtre ou d'éléments mal scellés | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | :- chutes de gros morceaux de plâtre ou de crépis (supérieur à 20%) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | :- écroulement de morceaux de cloisons, murs, pignons | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | :- fissures aux joints de poutres, poteaux, angles de murs ou dalles | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | :- chute de mortier aux joints de mur ou dalles armées | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | TOITURE | | | | | | :- Chutes de tôles, tuiles, ardoises provenant du toit | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | :- Effondrement partiel | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | :- Effondrement total | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | Type 1 tout venant | Type 2 bois | Type 3 maçonnerie | Type 4 béton | Type 5 collectif | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| :- fissures fines ou superficielles (quelques mm) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| :- fissures larges et profondes (quelques cm) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| :- chute de petits morceaux de plâtre ou d'éléments mal scellés | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| :- chutes de gros morceaux de plâtre ou de crépis (supérieur à 20%) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| :- écroulement de morceaux de cloisons, murs, pignons | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| :- fissures aux joints de poutres, poteaux, angles de murs ou dalles | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| :- chute de mortier aux joints de mur ou dalles armées | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOITURE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| :- Chutes de tôles, tuiles, ardoises provenant du toit | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| :- Effondrement partiel | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| :- Effondrement total | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Autres observations | Notez ici des informations complémentaires ou autres dégâts observés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>(glissements de terrain, chute de rocher, crevasse dans le sol, débit des sources, niveau des sources, niveaux des puits, phénomènes lumineux,, autres secousses ressenties (date et heure)...</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Annexe 3 - Intensités macrosismiques EMS-98 estimées par commune

Guadeloupe

| Commune | INTENSITE EMS98 | qualité intensité estimée |
|----------------------|--------------------|---------------------------------|
| ANSE-BERTRAND | IV | B |
| BAIE-MAHAULT | V | B |
| BAILLIF | V | B |
| BASSE-TERRE | V | B |
| BOUILLANTE | V-VI | C |
| CAPESTERRE-BELLE-EAU | V-VI | B |
| CAPESTERRE-DE-M.-G. | V | A |
| DESHAIES | V | B |
| GOURBEYRE | V | A |
| GOYAVE | R | A |
| GRAND-BOURG | R | A |
| LA DESIRADE | V | A |
| LAMENTIN | V | B |
| LE GOSIER | V | C |
| LE MOULE | V | B |
| LES ABYMES | V-VI | C |
| MORNE-A-L'EAU | V | A |
| PETIT-BOURG | V | A |
| PETIT-CANAL | V | B |
| POINTE-A-PITRE | V | B |
| POINTE-NOIRE | IV-V | B |
| PORT-LOUIS | V | B |
| SAINT-BARTHELEMY | R | A |
| SAINT-CLAUDE | V | B |
| SAINTE-ANNE | V | B |
| SAINTE-MARIE | R | A |
| SAINTE-ROSE | V | B |
| SAINT-FRANCOIS | V | B |
| SAINT-MARTIN | R | A |
| TERRE-DE-BAS | IV-V | B |
| TERRE-DE-HAUT | IV-V | B |
| TROIS-RIVIERES | IV-V | A |
| VIEUX-FORT | IV | B |
| VIEUX-HABITANTS | V | B |

Martinique

| Commune | INTENSITE EMS98 | qualité intensité estimée |
|-------------------|--------------------|---------------------------------|
| AJOUPA-BOUILLON | V | A |
| BASSE-POINTE | V | A |
| BELLEFONTAINE | V | A |
| CASE-PILOTE | V-VI | A |
| DUCOS | V-VI | A |
| FONDS-SAINT-DENIS | V | A |
| FORT-DE-FRANCE | VI-VII | A |
| GRAND-RIVIERE | V | A |
| GROS-MORNE | VI | A |
| LA TRINITE | VI-VII | A |
| LE CARBET | V | A |
| LE DIAMANT | V | A |
| LE FRANCOIS | VI-VII | A |
| LE LAMENTIN | VI | A |
| LE LORRAIN | VI | A |
| LE MARIGOT | VI | A |
| LE MARIN | VI-VII | A |
| LE MORNE-ROUGE | V | A |
| LE MORNE-VERT | V | A |
| LE PRECHEUR | V | A |
| LE ROBERT | VI | A |
| LE VAUCLIN | V-VI | A |
| LES ANSES-D'ARLET | V | A |
| LES TROIS-ILETS | VI-VII | A |
| MACOUBA | V | A |
| RIVIERE-PILOTE | VI | A |
| RIVIERE-SALEE | V | A |
| SAINTE-ANNE | VI-VII | A |
| SAINTE-LUCE | VI | A |
| SAINTE-MARIE | VI-VII | A |
| SAINTE-ESPRIT | V | A |
| SAINTE-ROSE | V | A |
| SAINTE-ANNE | V | A |
| SAINTE-PIERRE | V-VI | A |
| SCHOELCHER | VI | A |

Annexe 4 - Tableau des niveaux de dégâts maximum observés ou rapportés

Département
de la Martinique

Ces tableaux
représentent les
dégâts maximum
observés lors de
l'enquête de terrain
du BCSF. Ils ne sont
pas représentatifs, sur
ces communes, de la
fréquence des dégâts
qui doit être considé-
rée dans l'application
de l'EMS-98.

| GRD-RIVIERE | | | | | | MACOUBA | | | | | | BASSE-POINTE | | | | | | LE LORRAIN | | | | | |
|----------------|---|---|---|---|---|---------------|---|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|---|---------------|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F |
| 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | |
| 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | |
| 3 | | | | | | 3 | | | | | | 3 | | | | | | 3 | X | | | | |
| 2 | X | X | | | | 2 | | | | | | 2 | X | | | | | 2 | X | | | | |
| 1 | X | X | | | | 1 | | | | | | 1 | X | X | | | | 1 | X | X | X | | |
| AJOUA-BOUILLON | | | | | | PRECHEUR | | | | | | MARIGOT | | | | | | SAINTE-MARIE | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F |
| 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | |
| 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | X | | | | |
| 3 | | | | | | 3 | | | | | | 3 | X | X | | | | 3 | X | X | | | |
| 2 | | | | | | 2 | | | | | | 2 | X | X | X | | | 2 | X | X | | | |
| 1 | | | | | | 1 | X | X | | | | 1 | X | X | X | | | 1 | X | X | X | X | |
| MORNE-ROUGE | | | | | | SAINT-PIERRE | | | | | | FONDS-St.DENIS | | | | | | GROS-MORNE | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F |
| 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | |
| 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | |
| 3 | | | | | | 3 | X | | | | | 3 | | | | | | 3 | X | | | | |
| 2 | X | X | | | | 2 | X | X | | | | 2 | | | | | | 2 | X | | | | |
| 1 | X | X | | | | 1 | X | X | X | | | 1 | X | X | | | | 1 | X | X | | | |
| TRINITE | | | | | | MORNE-VERT | | | | | | LE CARBET | | | | | | SAINT-JOSEPH | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F |
| 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | |
| 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | |
| 3 | X | X | | | | 3 | | | | | | 3 | | | | | | 3 | | | | | |
| 2 | X | X | X | | | 2 | | | | | | 2 | X | | | | | 2 | | | | | |
| 1 | X | X | X | | | 1 | X | | | | | 1 | X | X | X | | | 1 | X | X | | | |
| LE ROBERT | | | | | | BELLEFONTAINE | | | | | | CASE-PILOTE | | | | | | SCHOELCHER | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F |
| 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | |
| 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | |
| 3 | | | | | | 3 | | | | | | 3 | | | | | | 3 | | | | | |
| 2 | X | | | | | 2 | | X | X | | | 2 | X | | | | | 2 | X | | | | |
| 1 | X | X | | | | 1 | X | X | X | X | | 1 | X | X | | | | 1 | X | X | X | | |
| FORT-DE-FRANCE | | | | | | LE LAMENTIN | | | | | | LE FRANCOIS | | | | | | DUCOS | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F |
| 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | X | | | | |
| 4 | X | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | |
| 3 | X | X | | | | 3 | X | | | | | 3 | X | X | | | | 3 | | | | | |
| 2 | X | X | | | | 2 | X | X | | | | 2 | X | X | | | | 2 | | | | | |
| 1 | X | X | | | | 1 | X | X | | | | 1 | X | X | X | | | 1 | X | X | | | |
| SAINT-ESPRIT | | | | | | TROIS-ILETS | | | | | | LE VAUCLIN | | | | | | RIVIERE-SALEE | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F |
| 5 | | | | | | 5 | X | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | |
| 4 | | | | | | 4 | X | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | |
| 3 | | | | | | 3 | X | | | | | 3 | | | | | | 3 | | | | | |
| 2 | | | | | | 2 | X | X | X | | | 2 | | | | | | 2 | X | | | | |
| 1 | X | X | | | | 1 | X | X | X | | | 1 | X | X | | | | 1 | X | X | X | | |

| ANSE-D'ARLET | | | | | | LE DIAMANT | | | | | | RIVIERE-PILOTE | | | | | | LE MARIN | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F |
| 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | | 5 | | | | | |
| 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | | 4 | | | | | |
| 3 | | | | | | 3 | | | | | | 3 | X | | | | | 3 | X | X | | | |
| 2 | | | | | | 2 | | | | | | 2 | X | | | | | 2 | X | X | | | |
| 1 | X | X | | | | 1 | X | X | | | | 1 | X | X | X | | | 1 | X | X | | | |
| SAINTE-LUCE | | | | | | SAINTE-ANNE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | A | B | C | D | E | F | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | 4 | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | X | | | | | 3 | X | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | X | X | | | | 2 | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | X | X | | | | 1 | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | |

Tableau de vulnérabilité des structures (EMS-98)

| Type de structure | | Classe de vulnérabilité | | | | | |
|-------------------|---|-------------------------|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | E | F |
| MAÇONNERIE | Moellon brut, pierre tout venant | ○ | | | | | |
| | Brique crue (adobe) | ○— | | | | | |
| | Pierre brute | ○— | | | | | |
| | Pierre massive | ○— | | | | | |
| | Non renforcée, avec des éléments préfabriqués | ○— | | | | | |
| | Non renforcée, avec des planchers en béton armé | ○— | | | | | |
| | Renforcée ou chaînée | ○— | | | | | |
| BÉTON ARMÉ | Ossature sans conception parasismique (CPS) | ○— | | | | | |
| | Ossature avec un niveau moyen de CPS | ○— | | | | | |
| | Ossature avec un bon niveau de CPS | ○— | | | | | |
| | Murs sans CPS | ○— | | | | | |
| | Murs avec un niveau moyen de CPS | ○— | | | | | |
| | Murs avec un bon niveau de CPS | ○— | | | | | |
| ACIER | Structures en charpente métallique | ○— | | | | | |
| BOIS | Structures en bois de charpente | ○— | | | | | |

○ Classe de vulnérabilité la plus probable; — Intervalle probable;
 Intervalle de probabilité plus faible, cas exceptionnels

Annexe 5 - Glossaire

- AFPS : Association Française de Génie Parasismique
- BCSF : Bureau Central Sismologique Français
- BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
- CDSA : Centre de données sismiques des Antilles
- CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement
- CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique
- EOST : Ecole et Observatoires des Sciences de la Terre (ULP - INSU)
- GéoSciences Azur : Laboratoire Géosciences Azur UMR 6526 CNRS - UNSA - UPMC- IRD de Nice Sophia
- GIS : Groupement d'Intérêt Scientifique
- INSU : Institut National des Sciences de l'Univers (CNRS)
- IPGP : Institut de Physique du Globe de Paris
- IRD : Institut de Recherche pour le Développement
- LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
- LGIT : Laboratoire Géophysique Interne et Tectonophysique
- OVSG : Observatoire Volcanologique et Sismologique de la Guadeloupe
- OVSM : Observatoire Volcanologique et Sismologique de la Martinique
- RAP : Réseau Accélérométrique Permanent
- SIDPC : Service Interministériel de Défense et de Protection Civile
- ULP : Université Louis Pasteur (Strasbourg)



BCSF

**Bureau Central
Sismologique
Français**

Ecole et Observatoire
des Sciences de la Terre



5, rue René Descartes - 67084 Strasbourg cedex
Site internet : www.franceseisme.fr

