

Auteurs/Authors:

Benoît LE BRUN, BRGM, b.lebrun@brgm.fr
 Olivier SEDAN, BRGM, o.sedan@brgm.fr
 Carola MIRGON, BRGM, c.mirgon@brgm.fr

Maîtrise d'ouvrage/Contracting authority:

Ministère de l'Écologie et du Développement durable (MEDD), BRGM, French Ministry for Ecology and Sustainable Development (MEDD), BRGM (Office for geological and mining service)

Maîtrise d'œuvre/Project Manager:

BRGM

Baillleurs/Fund Providers:

CEE, région Martinique, EEC, Region of Martinique



Carte 1 :
 Évaluation des dommages aux établissements d'enseignement dans l'hypothèse du séisme du 8 février 1843 – Assessment of the damage to education establishments for the hypothesis of the earthquake of the earthquake of February 8, 1843".
 Source : BRGM



Evaluation et réduction du risque sismique – Antilles françaises

Assessment and reduction of the seismic risk – French West Indies

La réalisation de scénarios sismiques permet d'acquérir une connaissance du risque. Leur réalisation est possible à travers une structuration des données sous un système d'information géographique. Les résultats peuvent être alors appliqués lors de programmes d'évaluation et de réduction du risque, comme aux Antilles par le BRGM.

Producing seismic scenarios makes it possible to acquire knowledge of the risk. Producing them is made possible by structuring the data in a geographic information system. The findings can then be applied during programmes for assessing and reducing the risk, as they have been by the BGRM in the French West Indies.

La mise en place d'une politique efficace de prévention des risques naturels repose sur une bonne connaissance du risque, c'est-à-dire d'abord sur une évaluation de la force des séismes possibles, puis sur une hiérarchisation des secteurs exposés et de leur fragilité. La réalisation de scénarios sismiques permet de répondre à ces questions en mettant en avant les dysfonctionnements générés par un séisme, en permettant une information à la population et, également, en permettant la réalisation de plans de secours tenant compte des moyens potentiellement disponibles et d'une estimation de l'état des infrastructures routières et de transport.

Implementing an effective policy for preventing natural risks requires good knowledge of the risk, i.e. firstly an assessment of the strength of the possible earthquakes and then on a prioritisation of the sectors exposed and of their frailty. Producing seismic scenarios makes it possible to answer these questions by highlighting the malfunctions generated by an earthquake, by enabling the population to be informed, and also by enabling rescue plans to be drawn up that take account of the potentially available resources and of an estimate of the state of the road and other transport infrastructures.

La réalisation d'un scénario d'un phénomène naturel, ici le séisme, nécessite une structuration des données sous SIG. En effet, il s'agit de croiser les données de l'aléa (agression sismique, représentée ici par le mouvement du sol lié à un séisme de scénario), des enjeux (importance du bâtiment) et de la vulnérabilité des enjeux (quel sera le comportement du bâtiment face à l'agression sismique) pour estimer les dommages aux bâtiments pour les différents séismes de scénarios que nous pourrions définir. Il est donc important que les différentes

Producing a scenario for a natural phenomenon (an earthquake in this example) requires data to be structured in the form of a GIS. It is necessary to cross the hazard data (seismic attack, represented in this example by the land movement due to a scenario earthquake) the data on the stakes (importance of the building), and the data on the vulnerability of the stakes (how will the building behave in the face of the seismic attack?) in order to estimate the damage to the buildings for the various scenario earthquakes that we might define. It is thus

■ Outil de simulation

Cet outil de simulation permet ainsi successivement de :

- générer un séisme de scénario en le positionnant géographiquement et en lui donnant les caractéristiques voulues (magnitude et profondeur) ;
- choisir une loi d'atténuation adaptée au contexte sismotectonique du séisme ainsi que les facteurs d'amplification liés au sol. Ceci permet de réaliser des grilles de mouvement du sol ;
- définir des fonctions de vulnérabilité donnant le taux d'endommagement des bâtiments et réseaux en fonction de l'agression sismique ;
- affecter ces fonctions de vulnérabilité aux bâtiments et aux réseaux ;
- définir et affecter aux bâtiments des fonctions d'impact permettant, à partir du taux d'endommagement, de connaître le niveau de dommages du bâtiment et, par la suite, les victimes potentielles et le coût de réparation ;
- réaliser le croisement des données d'aléa et des fonctions de vulnérabilité et d'impact pour réaliser le scénario sismique.

Outre la gestion des données et résultats partiels, ce découpage a un intérêt pédagogique. Il est formateur sur la logique technique de la démarche, la contribution et la fiabilité des données, résultats partiels et simulations. La convivialité de l'outil et ses performances fournissent à un éventail d'utilisateurs potentiels différents l'occasion de visualiser les réponses à de multiples questions. Il permet également de multiplier les scénarios pour mieux appréhender le risque et prendre conscience des incertitudes liées à la méthodologie.

■ A simulation tool

This simulation tool makes it possible successively to:

- generate a scenario earthquake while positioning it geographically and giving it the desired characteristics (magnitude and depth);
- choose an attenuation law adapted to the seismo-tectonic context of the earthquake and the amplification factors related to the soil, this makes it possible to form soil movement scales;
- define the vulnerability functions giving the rate of damage of the buildings and networks as a function of the seismic attack;
- assign vulnerability functions to the buildings and to the networks;
- define and assign to the buildings impact functions making it possible, on the basis of the rate of damage, to determine the level of damage of the building and, as a result, the potential victims and the cost of repair; and
- cross the hazard data and the vulnerability and impact functions so as to produce the seismic scenario.

In addition to management of data and partial findings, this subdivision offers a pedagogical advantage. It trains in the technical logic of the approach, the contribution, and the reliability of the data, partial findings, and simulations. The user-friendliness of the tool and its performance offer, to a range of different potential users, the opportunity of visualising the answers to many questions. It also makes it possible to increase the number of scenarios so as to appraise the risk better and become aware of the uncertainties related to the methodology.

the houses and the error bracket remains acceptable.

Simulation of the earthquake of February 8, 1843

The objective of this simulation was to reproduce the historically strongest earthquake to have hit Guadeloupe. The main teaching from this simulation is as follows:

- The emergency and rescue service buildings of the two major conurbations of the Island would be out of operation (serious collapse damage).
- From 15% to 30% of the education buildings would suffer severe damage, which would result in a large number of victims if the earthquake were to occur during school hours.
- From 25% to 40% of the ordinary housing buildings would suffer severe damage, including 8,000 to 15,000 homes collapsed. In comparison, according to the historical accounts, the earthquake almost

totally destroyed Pointe-à-Pitre and the number of victims was 3,000. But those figures are ascribable in part to a fire that destroyed a portion of the city of Pointe-à-Pitre after the earthquake, the damage caused directly by the earthquake were considerable and remain comparable with the findings of the simulation. A re-occurrence of that earthquake now would thus cause several thousand direct victims and the emergency, rescue, and security services would be rendered non-operational by severe damage to the buildings.

Simulation of a faraway fictitious earthquake

What might the consequences of the earthquake of January 5, 2001 have been if its magnitude had been greater? Simulation shows that the consequences would have been less considerable than for the earthquake of 1843. However, the damage to the strategic buildings, and to the ordinary housing buildings would suggest that the crisis would be made very difficult to manage, and that the number of victims would have been several thousand.

Simulation of the earthquake of April 29, 1897

Simulation of a close earthquake located at the same place as the earthquake of April 29, 1897 shows a concentration of damage around the Bay of Pointe-à-Pitre, while the damage to the south-west of Basse-Terre and to the north-east of Grande Terre would be less severe. The strategic buildings of the conurbation of Pointe-à-Pitre would be out of operation, which would make the crisis difficult to manage.

- entre 15 et 30% des bâtiments d'enseignement subiraient des dégâts sévères, ce qui aurait pour conséquence un nombre de victimes important si le séisme se produisait aux heures de classe ;
- entre 25 et 40% des bâtiments courants à usage de logement subiraient des dégâts sévères, dont 8 000 à 15 000 logements effondrés.

Par comparaison, d'après les récits historiques, ce séisme a occasionné la destruction presque totale de Pointe-à-Pitre et le nombre de victimes s'élève à 3 000. Même si ces chiffres sont en partie imputables à un incendie qui a détruit une partie de la ville de Pointe-à-Pitre après le séisme, les dégâts dus directement au séisme sont importants et restent comparables aux résultats de la simulation. La reproduction de ce séisme actuellement ferait donc plusieurs milliers de victimes directes et les services de secours et de sécurité seraient rendus inopérants par des dégâts sévères aux bâtiments.

Simulation d'un séisme lointain fictif

Quelles auraient pu être les conséquences du séisme du 5 janvier 2001 si sa magnitude avait été plus forte ? La simulation montre que les conséquences seraient moins importantes que dans le cas du séisme de 1843. Cependant, les dégâts aux bâtiments stratégiques, comme aux bâtiments courants à usage d'habitation laissent présager que la gestion de la crise serait rendue très difficile, et que le nombre de victimes serait de plusieurs milliers.

Use of the findings by the local players

This work already has several outlets. In 2001, the civil protection department of the Prefecture of Guadeloupe organised a full-scale seismic crisis exercise on the basis of the findings of the scenarios. That exercise took place in the municipality of Trois-Rivières and it brought to light the positive and negative points of the earthquake rescue plans. It enabled the emergency and rescue services to put themselves in a real situation, in which buildings useful for crisis management are out of operation, and access roads are cut off.

A second use is in progress in Martinique. The civil protection services asked us to produce several standard scenarios. The idea is to have a catalogue of scenarios and, when an earthquake occurs, as soon as the location is known, to take the scenario that is closest to the real earthquake in order to procure an estimate as quickly as possible of the location of the damage.

All the findings of this work can be consulted through the BRGM¹. The work was conducted as part of the public service and research operations of the BRGM with co-funding from the French Ministry for Ecology and Sustainable Development, from the EEC and from the Region of Martinique.

¹ www.brgm.fr, under "répertoire publications et rapports/rapports à thématiques risques".

■ Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)

3, av Claude Guillemin
BP 6009
F-45060 ORLEANS cedex 2
Tel: 33 (0)2 38 64 34 34
Fax: 33 (0)4 91 17 20 40
www.brgm.fr

The BRGM (Office for geological mining service) is specialised in Geoscience for a sustainable Earth. It is a public institution with industrial and commercial interests under the joint supervision of the Ministries for Research and for Industry. It has a payroll of 855 employees. It is assigned the tasks of:

- understanding geological phenomena;
- developing new methodologies and techniques; and
- producing and disseminating data that is pertinent and of high quality so as to make tools available that are necessary for public policies on surface, subsurface, and natural-resource management, on prevention of natural risks and of pollution, and on regional development and planning.

It has three major missions: research, technological development, and innovation; support for public policies, and citizen information; and international co-operation and development aid.

It acts in the following areas:

- Mineral resources
- Water
- Development planning and natural risks
- Environment and pollution
- Environment and metrology
- Mapping and digital information systems

Simulation du séisme du 29 avril 1897

La simulation d'un séisme proche localisé au même endroit que le séisme du 29 avril 1897 montre une concentration des dégâts autour de la baie de Pointe-à-Pitre, alors que les dégâts au sud-ouest de la Basse-Terre et au nord-est de la Grande Terre seraient moins sévères. Les bâtiments stratégiques de l'agglomération pointoise seraient inopérants, ce qui rendrait la gestion de la crise difficile.

Utilisation des résultats par les acteurs locaux

Ces travaux ont d'ores et déjà eu plusieurs débouchés. En 2001, le service de protection civile de la Préfecture de Guadeloupe a organisé un exercice grandeur nature de crise sismique sur la base des résultats des scénarios. Cet exercice s'est déroulé sur la commune de Trois-Rivières et a permis de mettre à jour les points positifs et négatifs des plans de secours séismes. Il a permis aux organismes de secours de se mettre en situation réelle, dans laquelle des bâtiments utiles à la gestion de crise sont inopérants et des routes d'accès coupées.

Une deuxième utilisation est en cours en Martinique. Les services de la protection civile nous ont demandé la réalisation de plusieurs scénarios type. L'idée est d'avoir un catalogue de scénarios et, lorsqu'un séisme survient, dès que la localisation en est connue, de prendre le scénario le plus proche du séisme réel

afin d'avoir une estimation la plus rapide possible de la localisation des dommages.

Tous les résultats de ces travaux sont consultables auprès du BRGM¹. Ils ont été réalisés dans le cadre des opérations de service public et de recherche du BRGM avec des cofinancements du ministère de l'Écologie et du Développement durable, de la CEE et de la région Martinique.

¹ www.brgm.fr, répertoire publications et rapports/rapports à thématiques risques.



■ Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)

3, av Claude Guillemin
BP 6009
F-45060 ORLEANS cedex 2
Tel: 33 (0)2 38 64 34 34
Fax: 33 (0)4 91 17 20 40
www.brgm.fr

Le BRGM est un établissement public à caractère industriel et commercial (Epic) sous la tutelle des ministères en charge de la Recherche et de l'Industrie. Son effectif est de 855 personnes. Il est chargé de :

- comprendre les phénomènes géologiques,
- développer des méthodologies et des techniques nouvelles,
- produire et diffuser des données pertinentes et de qualité afin de mettre à disposition les outils nécessaires aux politiques publiques de gestion du sol, du sous-sol et des ressources, de prévention des risques naturels et des pollutions et d'aménagement du territoire.

Il a trois missions majeures : Recherche, développement technologique et innovation ; appui aux politiques publiques et information des citoyens ; coopération internationale et aide au développement.

Il intervient dans les domaines suivants :

- Ressources minérales
- Eau
- Aménagement et risques naturels
- Environnement et pollutions
- Métrologie de l'environnement
- Cartographie et systèmes d'information numériques

Habitat aux Saintes –
Housing at Saintes.
Source : BRGM

