



© BRGM

CONTACT PRESSE

Arthur de Pas
Tél. 02 38 64 46 65
Port. 06 84 27 94 14
presse@brgm.fr

Le risque sismique, des résultats entre science et assurance

6500 séismes sont répertoriés en France. Alpes, Pyrénées, Alsace, Antilles sont les zones les plus concernées. Une nouvelle carte a été réalisée par le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) pour approfondir cette connaissance historique et l'élargir à l'ensemble des communes touchées.

Un coût potentiel jusqu'à 8 milliards d'euros

Ce risque a un coût et le BRGM s'est associé à CCR (Caisse centrale de réassurance) pour une étude complète du coût assurantiel des séismes pour la France. Les premiers résultats de ce partenariat montrent que ce coût potentiel peut atteindre jusqu'à 8 milliards d'euros pour les seuls risques résidentiels sur les scénarios testés.

Mais la France est loin d'être le pays le plus affecté par ce risque et le BRGM approfondit son expertise scientifique à l'international. Exemple avec deux projets menés suite au séisme de 2010 sur l'île caribéenne d'Hispaniola, qui regroupe Haïti et la République Dominicaine.

1/ Étude du coût assurantiel des séismes en France

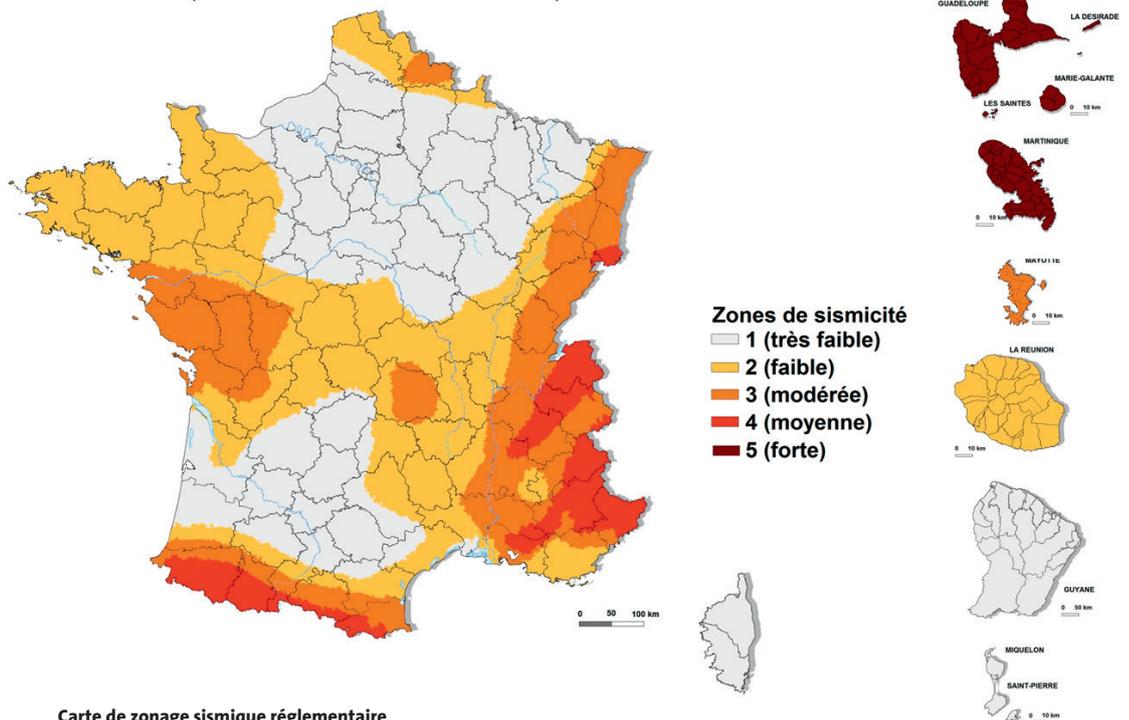
Sur les scénarios sismiques évalués à ce jour, les coûts assurés pour les seuls risques résidentiels peuvent atteindre jusqu'à 8 milliards d'euros. C'est l'un des premiers résultats du partenariat entre le BRGM et CCR qui vise à associer leurs expertises respectives afin de mieux prévoir l'impact des risques naturels.

En France, les séismes sont perçus comme une menace diffuse, elle est pourtant bien réelle avec des conséquences économiques potentielles importantes. Le BRGM et CCR (Caisse centrale de réassurance) travaillent depuis 2014 à la réalisation d'une estimation des coûts engendrés par les séismes qui seraient couverts dans le cadre du régime français d'indemnisation des catastrophes naturelles (Cat Nat - voir encadré). Le modèle BRGM-CCR prend en compte l'aléa (le phénomène sismique), la vulnérabilité des bâtiments, l'endommagement et les coûts assurés, pour la métropole comme pour l'Outre-mer.

Alpes, Pyrénées, Alsace, Antilles... Le travail est déjà réalisé pour une trentaine de départements parmi lesquels figurent les territoires français les plus exposés selon la carte d'aléa réglementaire en vigueur en France depuis 2011 (voir carte). Le périmètre actuel du modèle permet de couvrir 6200 communes abritant environ 13 millions de personnes, soit la quasi-totalité de la population concernée. Les enjeux assurés y sont importants puisqu'ils représentent environ 3000 milliards d'euros pour 10 millions de biens assurés. A ce jour, le modèle couvre les bâtiments à vocation résidentielle (maisons et appartements) et les commerces de proximité situés souvent en rez-de-chaussée des habitations.



Zonage sismique de la France
 en vigueur depuis le 1er mai 2011
 (art. D. 563-8-1 du code de l'environnement)



Carte de zonage sismique réglementaire



LA GARANTIE « CAT NAT », COMMENT ÇA FONCTIONNE ?

La loi du 13 juillet 1982, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, a fixé pour objectif d'indemniser les victimes en se fondant sur le principe de solidarité nationale. Pour que le sinistre soit couvert au titre de la garantie «catastrophes naturelles», il faut que l'agent naturel en soit la cause directe et qu'il soit d'intensité anormale. De plus, les victimes doivent avoir souscrit un contrat d'assurance garantissant les dommages d'incendie ou les dommages aux biens ainsi que les dommages aux corps de véhicules terrestres à moteur. Cette garantie est étendue aux pertes d'exploitation, si elles sont couvertes par le contrat de l'assuré. L'état de catastrophe naturelle, ouvrant droit à la garantie, est constaté par un arrêté interministériel qui détermine les zones et les périodes où s'est produite la catastrophe. La déclaration est effectuée par le maire auprès du préfet, puis les dossiers sont examinés par une commission interministérielle. En 1995, un fonds spécifique a été créé initialement pour financer l'expropriation de biens exposés à certains risques naturels. Il s'agit du fonds de prévention des risques majeurs (ou fonds Barnier) qui est alimenté par une part des primes du régime des catastrophes naturelles. Outre l'acquisition de biens fortement sinistrés ou exposés, la couverture de ce fonds a depuis été élargie aux mesures de réduction de la vulnérabilité ou aux travaux de prévention. CCR est un réassureur public qui propose aux entreprises d'assurance opérant en France, avec la garantie de l'Etat et dans l'intérêt général, des couvertures contre les catastrophes naturelles. Du fait de son implication dans la gestion des catastrophes naturelles en France, elle travaille depuis plusieurs années à améliorer la connaissance des périls naturels et de la vulnérabilité des zones exposées. Elle a ainsi mis en place une filière R&D qui conçoit des outils de modélisation des différents périls naturels pouvant affecter le territoire français. Elle est également gestionnaire de plusieurs fonds publics, dont le fonds Barnier.

Sur la base de ces travaux, les premiers résultats indiquent par exemple que les Pyrénées, région fortement exposée, pourraient enregistrer un sinistre de 3 à 5 milliards d'euros assurés au titre du régime Cat Nat pour ces seuls types de risques en cas de séisme majeur. L'Alsace, moyennement exposée, pourrait quant à elle, connaître un événement de 1,5 à 2,5 milliards d'euros. Enfin, le Grand Ouest, nettement moins exposé, pourrait enregistrer un coût de 100 à 250 millions d'euros selon les scénarios sismiques envisagés à ce jour.

Depuis la définition d'un séisme de référence jusqu'à l'estimation du coût à charge du régime Cat Nat

Pour obtenir ces estimations, il faut d'abord caractériser l'aléa. Un scénario sismique de référence ayant environ 10% de risque de se produire dans les cinquante prochaines années est choisi sur chaque département. Les caractéristiques du séisme (épicentre, magnitude...) sont alors déterminées et les mouvements du sol engendrés par l'événement sont calculés. Afin de mesurer l'impact maximal en termes de dommages d'un tel scénario sismique, il est joué au plus proche des principales agglomérations tout en restant scientifiquement plausible.

Les effets des séismes sont influencés par la géologie locale et la topographie des lieux. Ces données sont donc explicitement prises en compte dans le modèle afin d'estimer les intensités dites macrosismiques en tout point touché par le séisme : c'est une donnée d'entrée du programme d'estimation des dommages développé par le BRGM depuis 15 ans.

En parallèle de l'estimation de l'aléa sismique, les enjeux bâtis sont inventoriés afin d'analyser leur plus ou moins grande résistance à une sollicitation : c'est l'estimation de leur vulnérabilité.

Connaissant l'aléa sismique et la vulnérabilité des bâtis, les dommages attendus peuvent être calculés. On obtient ainsi un nombre de bâtiments touchés et le niveau de dommages pour chaque quartier étudié.

Cette analyse est complétée par les données assurantielles, collectées par CCR depuis plusieurs années dans le cadre de son activité de réassurance et du fait de son rôle central dans le régime français d'indemnisation des catastrophes naturelles. Ces données permettent d'associer à chaque enjeu assuré en France une estimation de sa valeur assurée selon sa localisation, ses caractéristiques (superficie ou nombre de pièces) ainsi que le montant de la prime d'assurance collectée au titre des catastrophes naturelles.



Domages dans le centre-ville d'Amatrice suite au séisme italien du 24 août 2016. Le BRGM a participé en octobre à une mission post-sismique coordonnée par l'AFPS (Association française du génie parasismique).
© BRGM - N. TAILLEFER

Ces données assurantielles permettent de traduire les niveaux de dommages des bâtis en coûts monétaires.

Par ailleurs, la collecte de données sur les sinistres du passé permet à CCR de valider le modèle en comparant, pour des séismes récents (Annecy en 1996, Martinique en 2007 ou plus récemment Barcelonnette en 2014), la sinistralité modélisée à la sinistralité réelle.



**MAGNITUDE OU INTENSITÉ ?
DERNIERS EXEMPLES
EN FRANCE ET EN ITALIE**

Conséquence de la tectonique des plaques, un séisme est une vibration du sol provoquée par une rupture brutale des roches le long d'une faille. Il est caractérisé par deux paramètres: la magnitude et l'intensité. La magnitude, mesurée sur une échelle ouverte et dont les plus forts séismes sont de l'ordre de magnitude 9 (équivalent du séisme de 2011 au Japon), traduit l'énergie libérée par les ondes sismiques. Augmenter la magnitude d'une unité revient à multiplier l'énergie libérée par 30 : ainsi, un séisme de magnitude 6 équivaut à la libération de 30 séismes de magnitude 5 (cf exemples ci-dessous). L'intensité traduit les effets et dommages induits par le séisme en un lieu donné. Son échelle est fermée et varie de I (non ressenti) à XII (pratiquement tous les bâtiments détruits). Le foyer est le point où le séisme a commencé. L'épicentre, situé à l'aplomb du foyer, est le point où les dégâts ont été les plus importants. Par exemple, le séisme qui a eu lieu le 28 avril 2016 entre La Rochelle et Rochefort, avec un foyer situé entre 5 et 15 km de profondeur, pourrait avoir dépassé une magnitude locale de 5. Il a été largement ressenti dans toute la partie ouest du pays, atteignant localement une intensité V - forte (bâtiments qui tremblent dans leur ensemble). A relativiser néanmoins par rapport à la dernière série de séismes en Italie: le premier, survenu le 24 août 2016 entre les communes de Norcia et Amatrice, était plutôt superficiel (foyer à 4 km de profondeur), de magnitude plus élevée (6,2). Causant près de 300 victimes, il a été ressenti jusqu'à plus de 200 km de distance, avec des dommages importants jusqu'à 30 km de distance: intensité VIII, défaillances sérieuses pour certains bâtiments ordinaires, structures anciennes qui s'écroulent. Les séismes de fin octobre (magnitude 6,5 pour le plus important) ont ébranlé sur la même zone des constructions déjà très affectées.

Quelques exemples de modélisations :

Simulation d'un séisme sur la faille nord-pyréenne : des dommages potentiels comparables à ceux du séisme en Italie d'août dernier

Pour les Hautes-Pyrénées, l'épicentre d'un des scénarios de séisme évalués est localisé sur la faille nord-pyréenne, à 7 km de Bagnères-de-Bigorre, 11 km de Lourdes, 20 km de Tarbes et 45 km de Pau. Il se situe au niveau de l'épicentre du séisme de 1660 de magnitude 5,8. La secousse engendrée touche largement les communes des départements limitrophes avec localement une intensité comparable à celle ressentie par les communes italiennes très durement touchées par un important séisme en août 2016. Résultat : les coûts à charge pour le régime Cat Nat sont estimés entre 3 et 4,5 milliards d'euros, uniquement pour les habitations.

D'un scénario médian à un scénario extrême : l'exemple des Alpes-Maritimes

Un scénario médian a été réalisé pour le département des Alpes Maritimes de façon analogue aux autres départements traités et est illustré sur la figure ci-dessous. Ce scénario est localisé dans l'arrière-pays niçois, les grandes agglomérations du littoral azuréen n'étant que très peu touchées. Le coût estimé pour ce scénario est de l'ordre de 1 milliard d'euros. Par ailleurs, un scénario alternatif a été réalisé dans le cadre de l'exercice de crise sismique qui s'est déroulé à Nice les 5 et 6 octobre derniers. Ce cas extrême imagine un séisme réaliste mais beaucoup moins probable qui affecterait alors une grande partie du littoral. Il impliquerait des pertes de l'ordre de 4,5 à 8,5 milliards d'euros, uniquement pour le bâti résidentiel.

Des calculs à consolider jusqu'en 2019

D'ici 2019, les travaux seront étendus à l'ensemble des départements exposés à une sismicité plus faible et sur d'autres types d'enjeux (bâtiments commerciaux, agricoles et industriels). En parallèle, une méthode de calcul probabiliste prenant en compte toutes les configurations potentielles de séismes permettrait de donner une vision plus complète des coûts potentiels à l'échelle nationale. ■

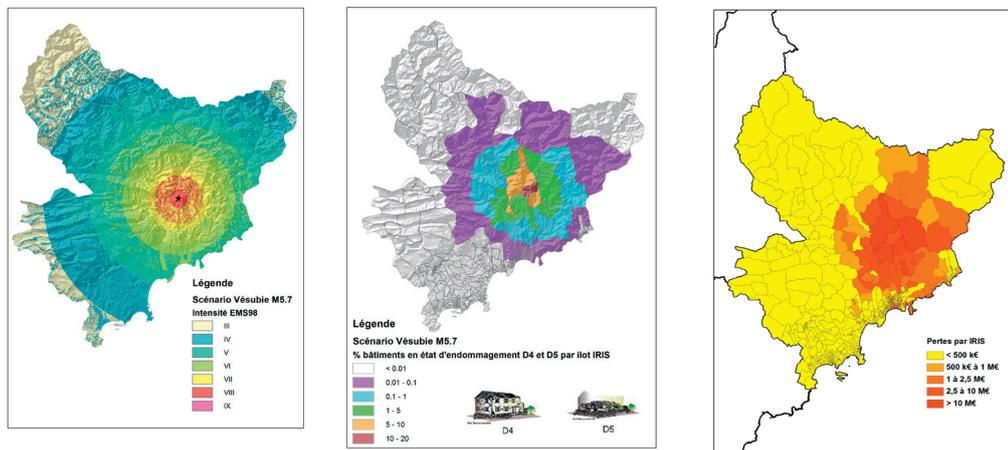


Illustration de la démarche avec les cartes des Alpes-Maritimes (scénario médian) avec ici l'évaluation de l'aléa (à gauche), les dommages (au milieu) et le coût associé (à droite). © BRGM

2/ Élargir la mémoire du risque sismique

Connaître les effets des séismes passés pour l'ensemble des communes françaises, tel est l'objectif du projet d'interpolation mené par le BRGM entre 2012 et 2015.

Grâce aux documents historiques, environ 6 500 séismes survenus avant le XX^e siècle sont répertoriés en France. Leurs conséquences sont en général décrites dans les villes les plus importantes, les plus peuplées ou les plus symboliques du fait de la présence de monuments religieux ou administratifs. Ainsi, s'il est connu que des séismes ont fortement secoué la région de Clermont-Ferrand à la fin du XV^e siècle, seuls les dommages sur quelques édifices symboliques de la ville ou de certaines villes aux alentours sont documentés avec certitude et précision. Impossible donc de connaître de façon systématique avec les sources historiques les dommages dans les petites localités peu peuplées, ou plus généralement d'estimer la façon dont ces événements ont été ressentis par la population qui résidait alors dans la région.

Dans chaque département sont consultables les communes où une description du séisme est consignée dans les archives (voir www.sisfrance.net – recueil des séismes historiques en France). Cet affichage est parfois trompeur : les communes peu renseignées historiquement peuvent en effet paraître faussement à l'abri de ce risque. Pour compléter l'information, le BRGM a donc développé depuis 2012 une méthode d'interpolation en tout point du territoire. Il est désormais possible d'avoir une idée dont les séismes historiques ont probablement été ressentis dans ces localités insuffisamment documentées, ou plus exactement de la façon dont ils auraient été ressentis si elles étaient habitées comme elles le sont aujourd'hui.

2 millions de données désormais consultables sous forme cartographique

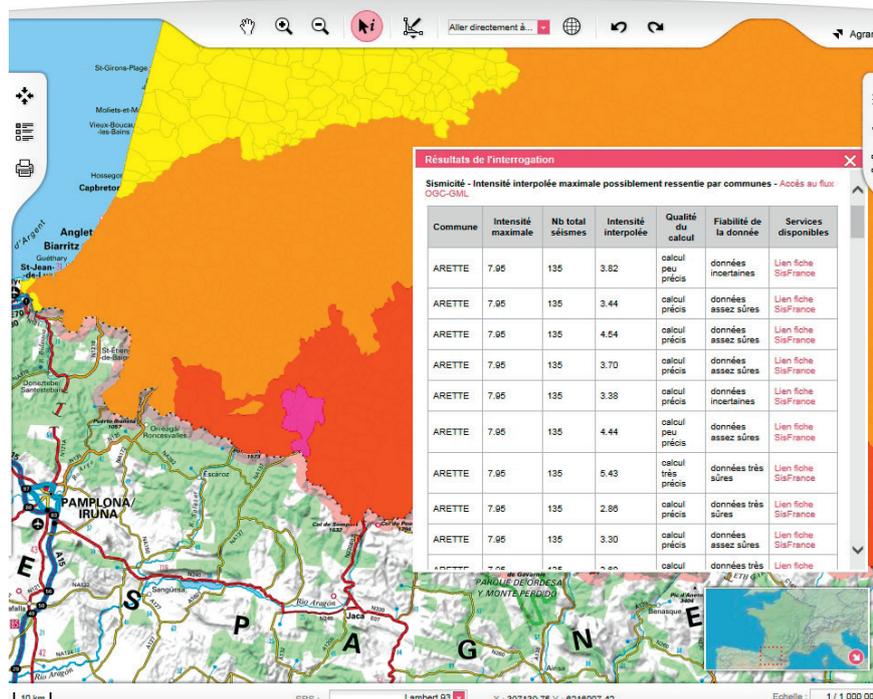
Pour chaque commune française (en France métropolitaine, Guadeloupe, Guyane, Martinique, Mayotte, Nouvelle-Calédonie et à la Réunion), et pour chaque séisme historique suffisamment connu (au moins 3 observations quantifiées), une intensité a ainsi été interpolée à l'aide d'un algorithme mathématique, afin d'estimer comment le séisme historique a dû être ressenti au niveau de la mairie de la commune.

UNE VINGTAINE DE SÉISMES DÉVASTATEURS DEPUIS 1000 ANS EN FRANCE

Une vingtaine de séismes d'intensité VIII (dégâts importants) ou IX (destructions) ont touché la France depuis 1000 ans (précisions sur www.sisfrance.net - base de données réalisée par le BRGM, l'IRSN et EDF). On peut ainsi remonter au 18 octobre 1356, avec un séisme d'intensité IX focalisé sur le Jura suisse et qui a touché particulièrement l'Alsace. Le dernier en date est celui de Guadeloupe (les Saintes), d'intensité VIII, le 21 novembre 2004. Celui de Bagnères-de-Bigorre (Pyrénées centrales) le 21 juin 1660, ou de Lambesc (Provence) le 11 juin 1909 sont parmi les plus dévastateurs recensés en France métropolitaine (intensité VIII-IX). Les intensités des séismes des siècles passés peuvent être estimées grâce à une analyse des documents historiques (coupures de presse pour les plus récents ou témoignages archivés).

Exemple de résultat obtenu dans les Pyrénées pour la commune d'Arette (64), touchée notamment par un séisme destructeur le 13 août 1967. © BRGM

Cartes interactives





Les intensités indiquées ne constituent donc pas des observations référencées des conséquences de séismes historiques. Elles sont fournies à titre indicatif afin de contribuer à l'information de l'exposition aux risques naturels, un droit inscrit dans le code de l'environnement. En vue de cette information préventive, il est en particulier important de mettre à disposition des données scientifiques accessibles sur l'exposition d'un territoire vis-à-vis du risque sismique. Les fruits de ce projet, mené avec le soutien du Ministère de l'Environnement, sont consultables sur les sites www.georisques.gouv.fr (portail permettant d'identifier les risques naturels près de chez soi), www.planseisme.fr et <http://infoterre.brgm.fr>. ■



Église détruite à Portsmouth au nord de la Dominique suite au séisme du 21 novembre 2004 (intensité VIII). © BRGM D.BERTIL

UN SÉISME DÉTECTÉ EN UNE MINUTE GRÂCE AUX RÉSEAUX SOCIAUX

La survenue de catastrophes naturelles comme les séismes est caractérisée par une difficulté à décrire la situation. Il se crée une phase critique pendant laquelle l'enjeu principal est de mobiliser un maximum d'informations disponibles en provenance du terrain pour tenter de construire une représentation réaliste de la situation. Or la réactivité des témoins sur les réseaux sociaux permet d'envisager de les utiliser, quasiment comme des « capteurs ».

Par exemple, le séisme de La Rochelle survenu le 28 avril à 8h46 était détectable dès 8h47 sur Twitter, via les premiers témoignages postés. Dès 8h50, le flux de Tweets a permis une première estimation de la zone impactée, alors que la première notification officielle via les réseaux sismologiques a été émise à 9h08.

Ce constat est à la source du projet d'Observatoire citoyen des risques naturels, soutenu par la Fondation MAIF, et réalisé jusqu'en 2018 par le BRGM et l'UTT (Université de technologie de Troyes). Au moyen d'une plateforme web, l'objectif est notamment d'encourager cette rapide remontée d'informations depuis le terrain par les « citoyens capteurs ».



© BRGM-MEEM ÉRIC APPÉRE

3/ Une expertise au service des politiques de prévention des risques

S'appuyant sur sa connaissance de l'arc antillais, le BRGM a été associé à deux projets scientifiques d'envergure en Haïti et en République Dominicaine, suite au séisme de 2010 qui a détruit Port-au-Prince.



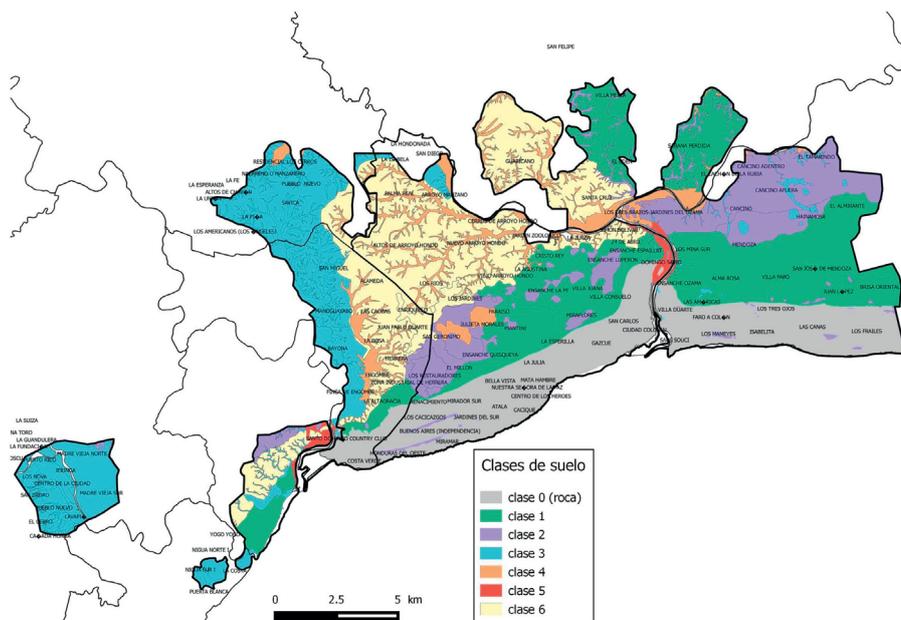
Dégâts à Haïti suite au séisme de janvier 2010. © BRGM J-M MOMPÉLAT

Le 12 janvier 2010, un séisme de magnitude 7 s'abat sur Port-au-Prince en Haïti, causant des centaines de milliers de décès et de blessés. Touchant plusieurs millions de personnes et causant des milliards de pertes matérielles, l'épicentre est situé à 20 km de distance du centre-ville, avec un foyer à faible profondeur (15 km).

Évaluer l'aléa sismique, le niveau de risque en fonction de la vulnérabilité des bâtiments, proposer des mesures de prévention, former les experts, sensibiliser les professionnels et les populations... Suite à cet événement, le BRGM s'est engagé dans des projets scientifiques d'envergure, menés à la demande du PNUD (Programme des Nations Unies pour le développement) en Haïti et en République Dominicaine, qui se sont achevés en 2015 et 2016. Ces deux pays, qui constituent l'île d'Hispaniola, se situent en effet sur l'arc Caraïbe pris en tenaille entre la plaque nord-américaine et la plaque sud-américaine, ce qui génère un jeu de failles très actives. Sur cette île essentiellement montagneuse se trouvent quelques petits bassins sédimentaires, dont les sols meubles sont susceptibles d'amplifier les secousses sismiques. C'est justement là que se sont implantées les deux capitales, Port-au-Prince (dont l'aire urbaine compte 2,5 millions d'habitants) et Saint-Domingue (3 millions d'habitants). En plus d'un contexte naturel de forte sismicité, les techniques de construction et un urbanisme mal maîtrisé contribuent à rendre la situation problématique.

L'apport du BRGM dans ces projets a notamment porté sur des études de microzonage sismique pour ces deux pays. Ces travaux, s'appuyant sur une

connaissance géologique actualisée, visent à réduire la vulnérabilité des zones urbaines exposées aux tremblements de terre, identifier les zones où des effets de site importants peuvent survenir et prendre en compte les mouvements de terrain et la liquéfaction des sols, pour aboutir à une catégorisation par secteurs géologiques et topographiques homogènes en fonction de leur niveau de danger. La démarche est familière au BRGM, qui l'a éprouvée par exemple aux Antilles françaises.



Les microzonages permettent de cartographier 7 classes de sol. A Saint-Domingue, les zones en violet, bleu et jaune pâle sont défavorables pour les bâtiments de faible hauteur. Les zones en bleu, orange et surtout rouge sont particulièrement néfastes pour les bâtiments de grande hauteur. © BRGM



Profil géophysique pour évaluer la vitesse de propagation des ondes sismiques dans le sol à la cité administrative de Cap-Haïtien : il s'agit de générer une onde de choc dans le sol, et de relever les données enregistrées par les géophones alignés de part et d'autre. © BRGM

En complément à la ré-actualisation des cartes géologiques au 1/25 000 (1 cm = 250 m), ces études s'appuient également sur des données de forages. Les données existantes ont été analysées et plusieurs dizaines de sondages ont été effectués dans les zones moins connues, sur des profondeurs d'une trentaine de mètres. Contraintes en compression, en cisaillement... Les carottes sont utilisées pour connaître les caractéristiques géotechniques des sols étudiés, grâce notamment à des essais en laboratoire. Ces importantes campagnes de mesures sont complétées par des relevés géophysiques sur site : pour connaître soit la vitesse de propagation des ondes sismiques dans le sol en différents lieux, en générant une onde de choc enregistrée ensuite par des géophones (*voir photo*), soit leur fréquence propre à l'aide d'un sismomètre.

Haïti : cinq microzonages en quatre ans

Le projet en Haïti a d'abord porté sur la connaissance de l'aléa, il s'est déroulé en deux temps. Un premier microzonage a été réalisé entre 2011 et 2013, sur la zone métropolitaine de Port-au-Prince, soit une surface d'environ 80 km². Le travail s'est poursuivi entre 2013 et 2015 avec 4 autres microzonages pour des agglomérations situées au nord du pays, et en 2015 avec une série de diagnostics de vulnérabilité sismique et de recommandations sur certains bâtiments considérés comme stratégiques (établissements scolaires et hôpitaux par exemple). Parallèlement, les principales infrastructures des quatre villes du Nord du pays étudiées ont également fait l'objet d'un examen détaillé.

République Dominicaine : plus de 50% de bâtiments vulnérables dans le quartier historique (Ciudad Colonial).

L'étude d'évaluation du risque sismique s'est déroulée de 2014 à 2016 à Saint-Domingue (260 km²), capitale de la République Dominicaine. Une attention particulière a été portée sur la vulnérabilité des bâtiments à usage résidentiel, avec une cartographie détaillée en fonction du type de construction dans les différents quartiers du centre urbain de la capitale. Les résultats montrent que dans presque tous ces quartiers, il existe au moins 20% de constructions vulnérables. Ce pourcentage peut atteindre plus de 50%, notamment dans le quartier colonial historique riche en monuments anciens. Les dommages simulés en cas de séisme seraient susceptibles d'affecter une grande partie de la capitale, avec un grand nombre de bâtiments inhabitables et des milliers de sans-abris. ■

A PROPOS DU BRGM

Le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) est le service géologique national français, établissement public de référence dans les applications des sciences de la Terre pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol. Son action est orientée vers la recherche scientifique, l'appui aux politiques publiques et la coopération internationale. Parmi ses missions principales figurent la compréhension des phénomènes géologiques et des risques associés, et la mise à disposition des outils nécessaires à la prévention des risques.

www.brgm.fr



Vue du fleuve Ozama à Santo Domingo, République Dominicaine. © BRGM - D.MONFORT