

Synthèse

Jean-Marc Mompelat¹ – Jean-François Semblat² - Evelyne Foerster³

- 1) BRGM, Service Géologique Régional de Guadeloupe – Morne Houelmont Route de l'Observatoire 97113 Gourbeyre – jm.mompelat@brgm.fr
- 2) Université Paris-Est, IFSTTAR, Département Géotechnique, Eau et Risques Groupe Séismes et Vibrations - 58 boulevard Lefèbvre 75732 Paris Cedex 15 - jean-francois.semblat@ifsttar.fr
- 3) BRGM, Service Risques - 3, av. C. Guillemin BP 36009 45060 Orléans Cedex 2 – France - e.foerster@brgm.fr

Présentation de la manifestation

La caractérisation de la réponse des sols en cas de séisme et sa prise en compte dans la construction et l'aménagement représentent un enjeu important pour la prévention du risque sismique. Il suffit pour s'en convaincre d'avoir à l'esprit l'importance des effets de site lors du récent séisme d'Haïti.

Le BRGM est présent en Guadeloupe sur cette thématique à travers notamment la réalisation de microzonages sismiques et la finalisation en 2011 d'un programme de recherche réalisé pour le compte de la région Guadeloupe, intitulé : "*Modèle tridimensionnel pour l'analyse sismique quantitative des effets de site et de l'interaction sol/structure à Pointe-à-Pitre/Jarry*".

A l'occasion de la semaine SISMIK consacrée comme chaque année à la prévention du risque sismique en Guadeloupe, le BRGM a organisé le 9 novembre 2011, une rencontre technique sur la question de la réponse sismique des sols, intitulée REPSSOL. Elle s'adressait aux professionnels de la construction et de l'aménagement ainsi qu'aux chercheurs et aux enseignants.

L'objectif était de faire un point le plus complet possible sur le sujet retenu, en mettant en perspective des questions très opérationnelles avec des enjeux de recherche scientifique.

Cette rencontre a bénéficié du soutien de la DEAL, de la région Guadeloupe et de la Médiathèque du Lamentin qui a mis gratuitement à disposition sa salle de conférence et la logistique associée. Enfin REPSSOL a pu se dérouler grâce à l'indispensable contribution des intervenants figurant au programme.

La manifestation a vu la participation de 92 personnes pour 112 inscrits. Les participants sont d'horizons variés : Université, bureaux d'études sol, bureaux d'étude ingénierie et structure, bureaux de contrôle, Port Autonome de la Guadeloupe, architectes, établissements publics, services techniques communaux, Conseil régional, élus, enseignants, étudiants, administrations de l'Etat, associations, Maîtres d'Ouvrage, Maîtres d'œuvre, foreur, ...

Le Délégué Régional à la Recherche et à la Technologie (M. Fils-Lycaon) ainsi que la chef de service recherche et innovation de la région (Mme Weck) étaient présents.

La rencontre a été introduite par :

- Mme Sylvie Gustave-Dit-Duflo, Conseiller régional, rapporteur de la Commission éducation, enseignement supérieur, recherche et innovation ;
- M. Guillaume Steers, Responsable du Pôle Risques Naturels au sein du service RED de la DEAL (Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) ;
- M. Jean-Marc Mompelat, Directeur interrégional Antilles-Guyane du BRGM.

Synthèse – points à retenir

Le programme détaillé des interventions est donné ci-après. L'objectif était d'aborder la question de la réponse sismique des sols, depuis la génération du signal sismique jusqu'à sa propagation dans les bâtiments, en passant par sa modification par les sols et les conditions géologiques, son enregistrement et sa caractérisation en surface (mouvement sismique) et la prise en compte réglementaire dans la construction et l'aménagement.

Un exposé introductif a été réalisé par M. Jean-François Semblat, responsable du Groupe Séismes et Vibrations au sein du Département Géotechnique, Eau et Risques de l'IFFSTAR (ex. LCPC). M. Semblat qui est venu en Guadeloupe spécialement à l'occasion de REPSSOL, intervenait également comme membre du Conseil de l'AFPS.

Outre une présentation générale du sujet et des enjeux associés, M. Semblat a insisté sur la nécessité d'une bonne prise en compte d'effets particuliers, notamment :

- Les effets d'amplification 2D/3D pouvant entraîner une majoration des spectres ;
- La non-linéarité de comportement de certains sols qui peut avoir un effet très important sur le mouvement sismique en surface ;
- Les interactions sol-structures d'autant plus importantes pour les sols mous et les structures massives.

Après une première partie consacrée aux réseaux et à la géologie, la question de la prise en compte effective de la réponse des sols a été abordée par des bureaux d'étude.

La partie suivante a été consacrée à la prise en compte des effets de site à travers les microzonages sismiques et les PPR. Le cas du récent séisme d'Haïti a été abordé dans cette partie.

Enfin, une dernière partie a abordé des aspects recherche, avec la présentation d'un programme de simulation 1D/3D réalisé par le BRGM en partenariat avec la région (PAP3D), ainsi que des réflexions sur les interactions sol-structure menées dans ce même programme.

Il ressort des discussions les principaux éléments suivants :

- D'importants travaux sont conduits par l'UAG pour mieux connaître la structure géologique des plates-formes carbonatées de Grande-Terre et Marie-Galante et plus généralement, les structures tectoniques à proximité de la Guadeloupe. Ces travaux sont de nature à mieux définir l'aléa sismique en Guadeloupe ;
- Pour connaître la réponse du sol et en tenir compte, il est fondamental de bien caractériser la géologie et les caractéristiques géotechniques locales. A l'échelle des projets, cette caractérisation ne pose pas de problème particulier. En revanche, pour l'élaboration de modèles géologiques en vue de la réalisation de microzonages sismiques ou de simulations 2D/3D, il est indispensable de rassembler un maximum de données existantes. Or, ces données issues le plus souvent d'études géotechniques ne sont pas déclarées alors qu'elles devraient l'être obligatoirement auprès de la DEAL lorsque les reconnaissances vont au-delà de 10 m de profondeur (art. 131 du code minier). La DEAL et le BRGM ont rappelé cette obligation réglementaire. Outre cette obligation, il s'agit de mettre à disposition du plus grand nombre une information la plus complète possible sur le sous-sol (à travers le portail

Infoterre notamment) et ce faisant, d'améliorer la précision des études exploitant ces données ;

- Les diagnostics de vulnérabilité sismique des bâtiments doivent inclure une analyse de la réponse sismique des sols et plus généralement des risques naturels. Dans ce cas, la prise en compte du sol se fait « classiquement » comme dans le cadre d'une approche géotechnique pour un bâtiment ou un aménagement nouveau ;
- L'intérêt des mesures H/V a été souligné pour la mise en évidence des effets de site et des fréquences de résonance des sols. Sans remettre en cause l'intérêt et le bien-fondé de cette méthode, il convient de souligner que dans certains cas, notamment lorsque les contrastes d'impédance sont peu marqués, des effets de site peuvent ne pas être mis en évidence. C'est le cas par exemple dans certaines zones touchées lors du séisme d'Haïti ;
- Que ce soit à l'échelle des projets ou à travers les microzonages, des questions se posent sur l'utilisation de spectres spécifiques plutôt que ceux issus des EC8. Dans certains cas (comme pour le microzonage de Lamentin / Baie-Mahault), il est montré que les spectres spécifiques semblent mieux adaptés que ceux des EC8. Mais il faudra attendre la transcription des microzonages en PPR pour que les spectres spécifiques aient valeur réglementaire ;

La question s'est posée de savoir s'il est possible d'utiliser un spectre spécifique issu non pas d'un microzonage, mais d'une étude spécifique, et dont l'utilisation conduirait à une réduction significative du coût du projet de construction (c'est le cas actuellement pour certaines installations futures du PAG). La question mérite d'être posée, mais a priori, il n'y a pas de dérogation prévue à la réglementation actuellement. Il convient par ailleurs de rappeler que le spectre réglementaire intègre une dimension « contextuelle » permettant à la puissance publique d'appliquer une majoration dans le cadre d'une approche volontairement sécuritaire (dans le cas de contextes insulaires isolés par exemple). Dans ce cas, le niveau réglementaire peut effectivement s'avérer supérieur à celui issu d'une approche spécifique. Enfin, il convient de s'assurer que l'approche spécifique à l'échelle des projets intègre bien tous les aspects potentiellement majorants tels que les effets 2D/3D ou les non linéarités de comportement par exemple, ce qui n'est souvent pas le cas ;

- Il est dommage de ne pas disposer de données de microzonage sismique en mer, dans la continuité des zonages terrestres. S'il est difficile d'envisager systématiquement une telle approche, elle peut être envisagée pour les zones maritimes à enjeu et proches des côtes, dans la mesure où des données seraient disponibles. Ça serait par exemple le cas de toute la zone portuaire entre Jarry et Pointe-à-Pitre ;
- Le PPR actuel de Baie-Mahault pose problème en l'état. La prise en compte des sols repose sur une logique et une nomenclature issue des PS92. Or la réglementation actuelle est l'EC8. D'autres questions sont soulevées comme le mouvement sismique à retenir en cas de remaniement du sol, l'impossibilité d'assurer la pleine opérabilité des bâtiments et ouvrages classés en catégorie D et la prise en compte de la « concomitance » des aléas météorologiques et cycloniques. Il semble sur ce dernier point qu'il s'agisse avant tout d'un problème de terminologie et qu'il est question en fait de prendre en compte d'une part l'aléa météorologique et d'autre part l'aléa sismique ;

La DEAL indique que les prescriptions concernant ce PPR (comme les autres) sont a priori peu appliquées sauf pour les gros projets sur lesquels interviennent des BET ;

La DEAL annonce la mise en œuvre prochaine d'une étude d'évaluation des PPR existants, en vue de leur future révision. Par ailleurs, il sera mis également à l'étude la définition de PPR sismiques à partir des microzonages sismiques (délai non précisé) ;

- La simulation 3D réalisée par le BRGM dans le cadre du programme de recherche PAP3D (région de Pointe-à-Pitre / Jarry) comparée aux résultats de l'approche 1D, a permis de souligner une sous-estimation significative des PGA par les simulations 1D, du fait de la non prise en compte par ce type d'approches, des effets topographiques et de la génération d'ondes de surface. Ce résultat permet de relativiser l'intérêt d'une approche spécifique 1D. Il souligne en outre l'intérêt qu'il y aurait à majorer les résultats obtenus en 1D, lorsque des simulations 3D ne peuvent pas être mises en œuvre.
- Des recherches menées par le BRGM dans le cadre de ce même projet sur des modélisations dynamiques de bâtiments prenant en compte l'influence du sol, de la fondation et des autres structures proches ont aussi été présentées. Ces modélisations complexes serviront de base au développement de modèles simples mais réalistes permettant de tenir compte de ces facteurs.

A l'issue de la rencontre, il a été décidé de mettre à disposition des participants et de toutes les personnes intéressées, sur un site internet, l'ensemble des présentations et des documents produits.

Programme

THEME	Intervenants
8:00 - Accueil des participants	
Introduction du séminaire	Région Guadeloupe (S.Gustave-Dit-Duflo) DEAL (G. Steers) BRGM (JM Mompelat)
Problématique de la réponse sismique des sols	IFSTTAR / AFPS (JF Semblat)
Les réseaux sismologiques en Guadeloupe et leurs finalités	OVSG/IPGP (JB de Chabalière)
Représentation géologique du sous-sol : de la donnée aux modèles	BRGM Gpe (E. Bourdon)
Apports récents et perspectives pour une meilleure connaissance géologique et structurale de Grande-Terre	UAG/LARGE (JF Lebrun)
Questions - discussions	
Pause café	
Prise en compte effective et réglementaire des effets de site en Guadeloupe	IMSRN (F. Largesse)
Incidences de la réponse sismique des sols dans le calcul parasismique des bâtiments	BET Hauss (C. Hauss)
Prise en compte des sols dans les diagnostics sismiques réalisés en Guadeloupe	GEOMAT (S. Dumoulin)
Questions - discussions	
Importance des effets de site lors du séisme d'Haïti de janvier 2010	BRGM Orléans (A. Roullé)
Microzonages sismiques : méthodologies et finalités	BRGM Gpe (M. Bengoubou)
Prise en compte des effets de site dans l'aménagement : des atlas communaux aux futurs PPR sismiques	DEAL (G. Steers)
Questions - discussions	
Apports des simulations numériques 1D/2D/3D : l'exemple de la région pontoise	BRGM Orléans (E. Foerter)
Prise en compte des interactions sols-structures	BRGM Orléans (T. Ulrich)
Questions - discussions - clôture de la rencontre technique	
13 :30 - Cocktail déjeunatoire	