

GROUND-MOTION AMPLIFICATION AND PRELIMINARY SEISMIC MICROZONATION FOR QUEBEC CITY

Denis LEBOEUF, Université Laval, Québec, Qc, Canada

Valérie MICHAUD, Techmat Inc., Jonquière, Qc, Canada

ABSTRACT

Although Eastern Canada is characterized by a moderate rate of seismicity, several significant earthquakes of magnitudes up to 7 (in 1663) have occurred in the past and triggered significant ground and structural failures. More recently, the 1988 Saguenay earthquake ($M_w 5.9$) and the 1997 Cap-Rouge earthquake ($M_N 5.2$) have reminded us that strong earthquakes can occur again and cause significant losses. In parallel, on a world-wide scale, recent earthquakes have repeatedly shown the crucial importance of site effects on ground motions and earthquake damages distribution and the fact that aging infrastructures and increasing population density lead generally to urban areas more vulnerable to seismic hazards. It is now clear that the seismic risk assessment of existing infrastructures systems will become a dominant issue in the near future for facility owners and city managers as they will need to better understand what these risks are and how they can mitigate them in a both reliable and cost-efficient way. In this new context, however, the evaluation of seismic hazards at a local or regional scale is still a difficult task and there is a need for further work in this domain to develop practical tools and methodologies.

The purpose of this communication is to present an overview of recent research work carried out to better understand geotechnical seismic hazards in Quebec City, to develop a seismic microzonation methodology and to apply it to an area of Quebec City. The presence of a buried valley filled with soft sediments between the Laurentians and the Quebec rock promontory significantly increase the seismic risks in the area. The seismic hazard assessment focuses on site effects and ground motion amplification. This is an experimental project and the results are of preliminary nature. The study is divided in four sections. The first section presents a review of recent literature on site effects and seismic microzonation and briefly discusses the impacts that the new seismic code provisions proposed for the 2005 National Building Code of Canada (NBCC), notably the use of a 2% in 50 year seismic hazard values, could have on the geotechnical seismic risk of new and existing structures. The second section presents an outline of the methodology and the seismic microzonation concepts developed for this study. The third section presents an outline of a new GIS and web-based geotechnical information system develop to compile, store, manage, process and assist in the analysis and visualization of 3D geotechnical information. In the last section, shear-velocity profiles, derived from geotechnical information from the upper 30 m below surface, is used to produce preliminary sediment thickness maps, seismic site classification maps and, based on these sites conditions, to develop preliminary ground shaking spectral amplification maps for probabilistic seismic models H and R (Adams and Atkinson, 2003). These analyses are based on a geo-database of 1958 borings, which include several hundreds from geotechnical site characterization projects. The importance of soil site effects on ground motions, resonant frequencies, amplification factors and surface spectral shapes for Quebec City are evaluated and discussed. Strength and limitations of microzonation methods are discussed. Practical problems associated with the interpretation of geotechnical data for seismic hazards assessment purposes are identified and discussed.

RÉSUMÉ

L'Est canadien est une région de sismicité modérée qui a tout de même subi, au cours de son histoire, des séismes ayant atteint une magnitude de 7, en 1663. Plus récemment, des séismes importants (Saguenay, $M_w 5.9$ en 1988 et Cap-Rouge, $M_N 5.2$ en 1997) ont affecté la grande région de Québec. Ces événements ont donc soulevé de nombreuses questions quant à la sécurité sismique des infrastructures existantes. L'objectif poursuivi par cette communication est de présenter un résumé de travaux de recherche effectués pour mieux comprendre l'aléa sismique à Québec ainsi que pour développer une nouvelle approche de cartographie des aléas sismiques et l'appliquer à un secteur de la région de Québec. L'étude se concentre sur l'évaluation des effets de site et sur le potentiel d'amplification spectrale des mouvements sismiques. L'étude comporte quatre sections. La première présente une brève revue de la littérature récente sur les effets de site et le microzonage ainsi qu'une discussion des impacts que pourront avoir les nouveaux critères sismiques, prévus dans la prochaine édition du Code National du Bâtiment du Canada (2005), sur l'évaluation du risque sismique de structures nouvelles ou existantes. La seconde partie porte sur la méthodologie et les concepts de microzonage développés et utilisés dans le cadre de cette étude. La troisième partie porte sur les nouveaux outils informatiques conçus spécifiquement pour les fins de cette étude (à savoir, un système Web-SIG conçu sur une architecture trois-tiers et incluant un système de gestion de données relationnelles et de visualisation 3D). Enfin, dans une dernière partie, des résultats préliminaires sous la forme de cartes d'iso-contours d'épaisseur des dépôts meubles, de classification sismique des sites et d'amplification spectrale pour les modèles sismiques probabilistes H et R sont présentés. L'importance des effets de site et de l'amplification sur l'aléa sismique régional pour la Ville de Québec est discuté. La communication se termine par une discussion sur l'importance des effets de site dans l'évaluation de l'aléa sismique régional pour la Ville de Québec, sur les problèmes reliés à l'utilisation et l'interprétation des données géotechniques dans l'évaluation des paramètres sismiques et sur les forces et limitations des approches actuelles en microzonage sismique.