

Titre du projet : CSBS-Beyrouth : Concordance spectrale entre bâtiment et sol -
détermination des relations fréquence / hauteur par typologie constructive pour le
bâti beyrouthin

Volet : Recherche

Porteur du projet : Pierre-Yves BARD

Laboratoires impliqués : ISTerre

Bilan du projet

Bilan d'activité

L'objectif global de ce projet de recherche de longue haleine, qui s'inscrivait au départ dans le grand projet franco-libanais LIBRIS, est l'initiation de recherches explorant les effets de la coïncidence de fréquences du bâtiment et du sol, sur un plan théorique et en vue d'applications pratiques essentiellement à l'échelle d'un quartier ou d'une ville, mais aussi éventuellement à l'échelle d'un bâtiment, développées dans une thèse financée par l'IRD sur le sujet: "Prise en compte du contenu spectral dans les évaluations de vulnérabilité et de risque sismiques", avec une application à Beyrouth. L'objet du financement attribué par le labex était focalisé sur la réalisation d'une série de mesures en bâtiment (330 bâtiments en tout) dans la ville de Beyrouth, ville exposée à un fort aléa sismique lié à la grande faille du Levant. Ces mesures ont été exploitées pour établir une relation préliminaire de correspondance fréquence / hauteur ou dimensions du bâtiment, et une relation probable entre l'amortissement et la fréquence. Cette exploitation a donné lieu à plusieurs présentations et article de conférence, et un article est en cours de soumission (résumé ci-dessous).

Resonance frequency is a key parameter in the seismic design of a structure, thus dynamic parameters of buildings in Beirut (Lebanon) were investigated based on ambient vibration method for risk and vulnerability assessment. Lebanon is threatened by a high seismic hazard due to its major faults, combined to a high seismic risk caused by urban, economic and political chaos in addition to the lack of a seismic design code implementation. For this study, ambient vibration recordings have been done on 330 RC buildings, frequency parameters extracted and statistically analyzed to identify correlations with physical building parameters (height, horizontal dimensions, age) and site characteristics (rock sites or not). The study shows that (i) only the building height or number of floors (N) is statistically relevant for the estimation of the fundamental period T and (ii) the correlation between T and N is linear and site dependent: $T \approx N/24$ for rock sites and $N/18$ for soft sites. Moreover the measured damping exhibits a striking correlation with the frequency: the taller the building the lower is the damping, however part of the large discrepancy with building code recommendations may be due to the very low level of excitation.

Illustrations - avec légende et crédit (à envoyer également séparément)

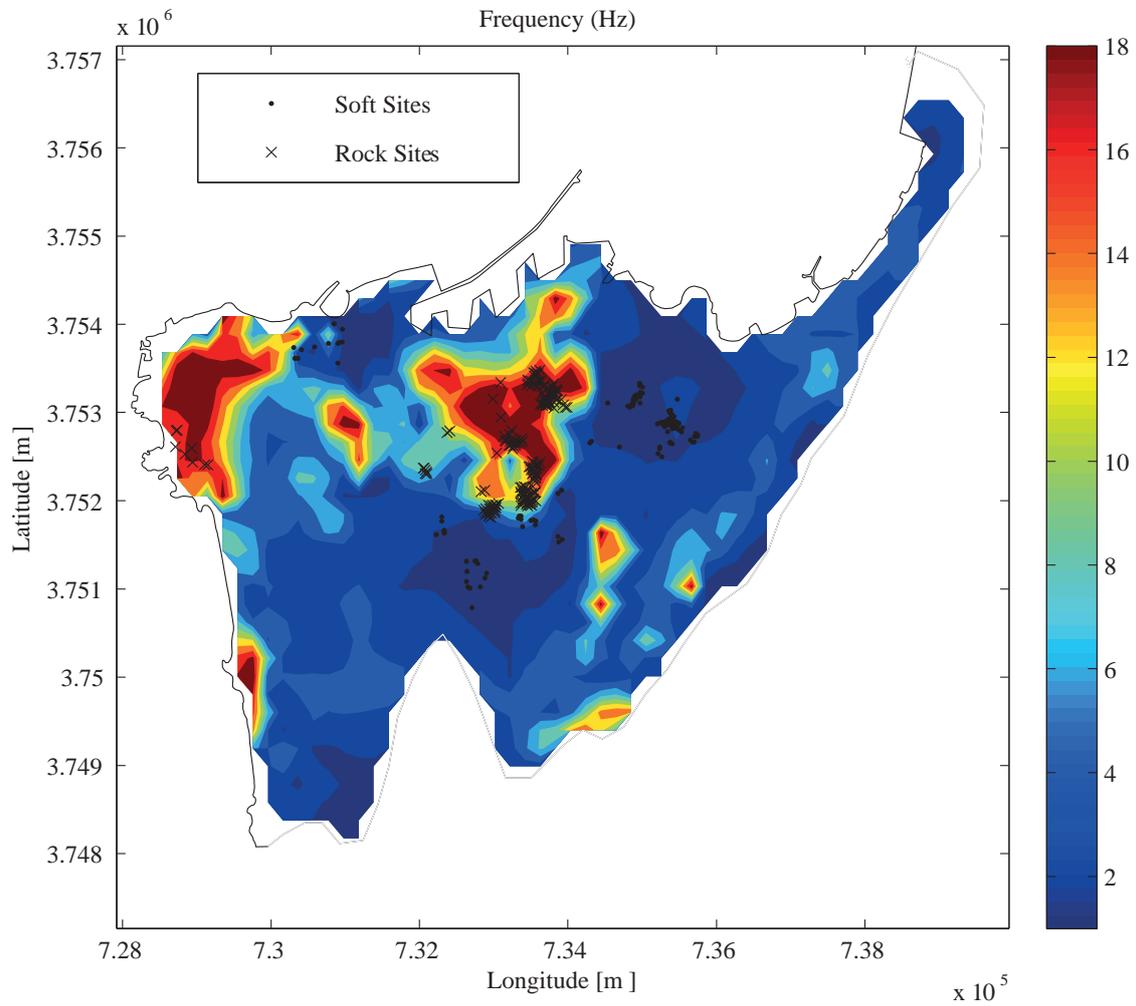


Fig. 1: Map of the interpolated fundamental frequencies in the region of Beirut and location of 330 buildings measured in Beirut on rock and soft soil (Brax 2013)[6]. Frequency is given in Hertz. Mapping using the UTM (Universal Transverse Mercator) coordinate system (Zone: 36)

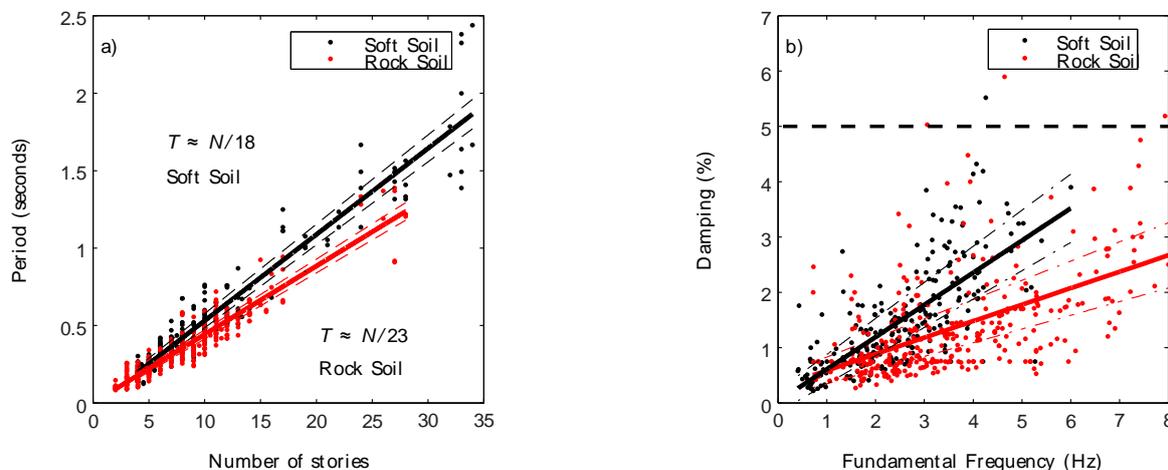


Fig. 2: Correlation, for rock and soft sites, between: a) fundamental periods (T) and number of floors (N), b) damping and fundamental frequency: The slightly higher period on soft soils is fully consistent with the observed larger damping. The solid lines correspond to the linear regression and the dash-dotted lines to 95% confidence interval. The dashed line represents the constant value equal to 5% considered in seismic codes.

Production scientifique (articles scientifiques, actes de congrès...)

- Articles
 - Salameh, C., B. Guillier, J. Harb, C. Cornou, P.-Y. Bard, C. Voisin et A. Mariscal, 2015. Seismic response of Beirut (Lebanon) buildings : Instrumentale results from ambient vibrations. In preparation for Bulletin of Earthquake Engineering
- Diplôme de fin d'études
 - Salameh, C., 2012. Prise en compte du contenu spectral dans les évaluations de vulnérabilité et de risque sismiques : Application à Beyrouth. Mémoire de diplôme d'Ingénieur Civil, Université Libanaise, Septembre 2012, 79 pages
 -
- Actes de congrès
 - Salameh, C., A. Mariscal, J. Harb, P.-Y. Bard, B. Guillier, C. Cornou, and C. Voisin. Dynamic properties of beirut buildings: Instrumental results from ambient vibrations. *Second European Conference on Earthquake Engineering and Seismology (2ECEES), Istanbul, Turkey, Paper #, 12 pages.*
- Conférences
 - Salameh, C. (2014). Propriétés dynamiques du bâti beyrouthin à partir des mesures de bruit ambiant, Colloque de clôture projet "LIBRIS": risque sismique : aleas, vulnérabilités et incertitudes, Beyrouth, 18-20 Novembre 2014.

- Bard, P.-Y. (2014). Du séisme à l'endommagement, , Colloque de clôture projet "LIBRIS": risque sismique : aleas, vulnérabilités et incertitudes, Beyrouth, 18-20 Novembre 2014.

Bilan financier succinct *(avec suivant les cas : co-financements éventuels, équipements achetés, missions, recrutements divers, fonctionnements divers...)*

Les 6000 € attribués par le projet ont été dépensés comme suit:

- frais de terrain pour mesures sur bâtiment à Beyrouth (frais d'envoi de stations d'acquisition, petit matériel)
- Financement d'un stage de 2 mois (juin-juillet 2012, voyage + séjour) pour C. Salameh (stage de fin d'études Université Libanaise)

Annexes si besoin ou lien sur des sites existants et pérennes jusqu'à la fin du Labex (2020)