



HAL
open science

Modélisation de la variabilité spatiale du champ sismique pour les études d'interaction sol-structure

Angkeara Svay, Irmela Zentner, Didier Clouteau, Régis Cottureau

► To cite this version:

Angkeara Svay, Irmela Zentner, Didier Clouteau, Régis Cottureau. Modélisation de la variabilité spatiale du champ sismique pour les études d'interaction sol-structure. 12e Colloque national en calcul des structures, CSMA, May 2015, Giens, France. hal-01515072

HAL Id: hal-01515072

<https://hal.science/hal-01515072v1>

Submitted on 27 Apr 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

Modélisation de la variabilité spatiale du champ sismique pour les études d'interaction sol-structure

A. Svay^{1,2}, I. Zentner¹,
D. Clouteau², R. Cottereau²

¹ EDF R&D, Département Analyse Mécanique et Acoustique, {angkeara.svay, irmela.zentner}@edf.fr

² MSSMat, Ecole Centrale Paris, {angkeara.svay, didier.clouteau, regis.cottereau}@ecp.fr

Résumé — Dans les analyses sismiques des structures étendues ou des structures à multi-supports, une des méthodes les plus réalistes consiste à prendre en compte la variabilité spatiale du champ sismique. Cette variabilité peut être due aux effets aléatoires et déterministes. Les études abordées dans ce papier ont pour but de distinguer ces deux effets sur la variabilité spatiale du champ sismique afin de pouvoir valider une approche commune qui consiste à modéliser séparément ces deux différents effets dans les études d'interaction sol-structure prenant en compte la variabilité spatiale du champ sismique.

Mots clés — effets de sites, variabilité spatiale, fonction de cohérence, propagation d'ondes.

1 Motivation et objectif de l'étude

Les analyses dynamiques de structures non linéaires sont de plus en plus courantes dans le cadre de la réévaluation sismique des ouvrages d'art, de bâtiments ou d'équipement. Dans ce contexte, il est important de modéliser de manière la plus réaliste possible le chargement sismique à appliquer aux structures. Dans les calculs sismiques avec interaction sol-structure, la pratique courante consiste à considérer un mouvement de champ libre uniforme en tout point de la surface de sol. Or, des études menées par différentes équipes de recherche ont montré que la prise en compte de la variabilité spatiale du champ sismique incident peut avoir des effets non négligeables sur la réponse des structures.

La variabilité spatiale du mouvement sismique est due aux trois causes principales ([1],[2]) qui sont (i) l'incohérence "pure" (effet de nombreuses diffractions, réflexions et interférences "wave scattering" que l'onde sismique subit depuis la source jusqu'au site); (ii) l'effet de passage d'onde (différence des temps d'arrivée de l'onde sismique en fonction de l'incidence) et (iii) l'effet de site (variabilité des mouvements à l'échelle de la géographie locale, typiquement par la présence d'un bassin sédimentaire dont le mouvement au milieu n'est pas le même que sur son bord ou une stratification...etc).

L'incohérence "pure" peut être modélisée dans un cadre probabiliste par une fonction de cohérence qui est une fonction normalisée exprimant le rapport entre interspectre et autospectres des deux points considérés. Un certain nombre de modèles de cohérence (semi-empirique ou recalés par les données mesurées sur site) ont été proposés dans la littérature durant ces trente dernières années. En ce qui concerne les effets de sites, ils sont considérés comme des phénomènes plutôt déterministes car il s'agit de la variabilité locale du mouvement due à des géométries particulières comme par exemple des bassins d'alluvion. Normalement, le modèle de cohérence qui est formé à partir de données mesurées sur site peut emmener à des mélanges entre les effets aléatoires (inclusions dans le milieu, variabilité aléatoire des propriétés des matériaux dans le milieu) et les effets déterministes (géométrie du site et stratification du sol). Les études abordées ici ont pour but de distinguer ces deux différents effets dans la formulation du modèle de cohérence afin de valider une approche commune consistant à modéliser séparément les deux effets dans les études d'interaction sismique sol-structure.

2 Méthodologies de l'étude

Pour atteindre l'objectif décrit précédemment, on s'intéresse à des modélisations numériques en utilisant le logiciel SEM3D. C'est un logiciel basé sur la méthode des éléments spectraux pour la résolution

des problèmes dynamiques et spécialement pour les études de la propagation des ondes sismiques dans les milieux hétérogènes aléatoires. Avec ce logiciel, on réalise trois cas d'études différents. Le premier consiste à étudier la variabilité spatiale due aux effets aléatoires. Pour cela, on considère un milieu de demi-espace, dont les propriétés du sol sont hétérogènes aléatoires. On fait propager des ondes sismiques dont les sources peuvent être loin ou proches du site d'observation, et on observe l'incohérence spatiale du champ sismique sur la surface de ce milieu. Le deuxième cas consiste à étudier les effets déterministes (effets de sites). Pour cela, on considère toujours un milieu à surface libre mais avec la présence d'un bassin sédimentaire (figure 1). Comme pour le premier, on fait propager des ondes sismiques dont les sources sont loin et proches du site d'observation et on observe la variabilité spatiale du champ sismique sur la surface du site. En effet, avec la présence du bassin et la stratification du sol dans le bassin, on s'intéresse à étudier la différence entre les mouvements sismiques pour des points situés à la surface du bassin et des points qui sont à l'extérieur du bassin.

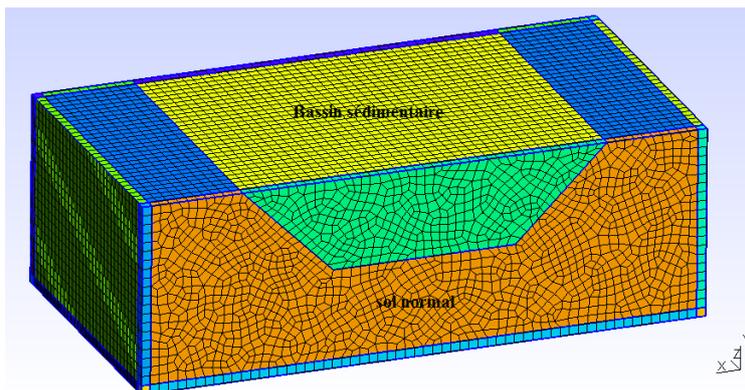


FIGURE 1 – Maillage d'une configuration de bassin sédimentaire dans un milieu à surface libre. Les différentes couleurs représentent les différents domaines considérés qui sont bassin, sol autour du bassin et les couches parfaitement absorbantes qui sont créées au tour du milieu

Pour le troisième et dernier cas, on s'intéresse à mélanger les deux premiers cas d'études. On étudie la variabilité spatiale du champ sismique dans un milieu hétérogène aléatoire avec la présence d'un bassin et la stratification du sol. Avec des analyses réalisées dans les deux premiers cas d'études, on pourra conclure sur la différence entre les effets aléatoires et les effets déterministes dans la variabilité spatiale du champ sismique. Cette conclusion peut emmener à la possibilité de valider une approche commune qui consiste à modéliser séparément les deux effets (aléatoires et déterministes) dans les études d'interaction sol-structure qui prend en compte la variabilité spatiale du champ sismique.

Références

- [1] A. Der Kiureghian. *A coherency model for spatially varying ground motions*, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, No 25, pages 99-111, 1996.
- [2] R. S. Harichandran. *SPATIAL VARIATION OF EARTHQUAKE GROUND MOTIONS, What is it, how do we model it, and what are its engineering implications ?*, Michigan State University, 1999.