

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة السكن و التعمير و المدينة

MINISTERE DE L'HABITAT, DE L'URBANISME ET DE LA VILLE

المركز الوطني للبحث المطبق في هندسة مقاومة الزلازل

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE APPLIQUEE EN GENIE PARASISMIQUE
(CGS)



Rue KADDOUR RAHIM prolongée (face à la poste)

BP 252 Hussein-Dey – 16040 ALGER

Tél : +213 (0)23 77.58.15 à 18 - +213 (0)23 77.58.27 / 28

Fax : +213 (0)23 77.23.23

E-mail : cgsd@cgs-dz.org www.cgs-dz.org

INTITULE DU PROJET:

Identification des profils de vitesse à partir de l'enregistrement du bruit de fond par l'inversion des rapports spectraux HVSR

OBJECTIFS DU PROJET:

La connaissance de la structure locale de la vitesse des ondes de cisaillement et de l'épaisseur totale de la couverture sédimentaire sont des paramètres essentiels dans les études de génie parasismique, car elles permettent l'estimation du potentiel d'amplification possible des sédiments (effets de site), et la dérivation des spectres de réponse élastique, nécessaires à l'analyse structurale sous excitation sismique. Le profil de vitesse des ondes de cisaillement des sols peut être déterminé par la méthode géotechnique ou géophysique conventionnelle en utilisant des sondages. Il est cependant difficile d'employer ces méthodes conventionnelles en raison de leur coût et du temps requis. En tant que substitut économique et pratique, les mesures de bruits de fond, qui peuvent être facilement effectuées à la surface du sol sans obligation de forage, peuvent être une alternative pratique. Nakamura (1989) a indiqué que le rapport spectral horizontal/vertical (H/V) du bruit de fond, qui peut être déterminé avec un seul capteur à trois composantes, peut se rapprocher du facteur d'amplification du site pour une onde S incidente verticalement. L'analyse inverse des spectres H/V de bruit de fond aboutit donc de manière appropriée à un profil V_S du site (Arai et Tokimatsu 2004). Des études antérieures ont déjà permis la résolution des profils de vitesse des ondes S en inversant les rapports spectraux horizontaux/verticaux (H/V) et les courbes de dispersion des ondes de Rayleigh (Fah et al., 2001; Arai et Tokimatsu, 2004 Scherbaum et al., 2003).

De nombreux auteurs révèlent que l'analyse spectrale du champ d'onde mesuré peut conduire à l'identification des modes fondamentaux et supérieurs pouvant être utilisés pour la solution du problème inverse visant à estimer le profil de vitesse de l'onde de cisaillement (Lu et Zhang, 2006 ; Maraschini et al., 2010 ; Foti et al., 2018 ;etc). Deux approches sont largement utilisées dans la littérature pour estimer le profil de vitesse des ondes de cisaillement (Foti et al., 2018), les méthodes de recherche locale qui partent d'un modèle initial et le modifient de manière itérative jusqu'à ce que le décalage entre les courbes de dispersion expérimentale et théorique devienne aussi petit que possible, et les méthodes de recherche globale qui évaluent de grands ensembles de modèles possibles répartis dans des plages de paramètres définies à la recherche de modèles produisant de petits écarts.

Le processus d'inversion consiste à trouver un ou plusieurs modèles de sol dont la ou les courbes de dispersion théoriques correspondent aux données de dispersion mesurées expérimentalement. Les modèles de sol sont définis d'un système de couches horizontales élastiques linéaires sur un demi-espace. Chaque couche est définie par ses paramètres d'inversion : épaisseur (h), vitesse de l'onde de cisaillement (V_s), vitesse de l'onde de compression (V_p) ou coefficient de Poisson (ν), amortissement (ξ) et densité massique (ρ). Le nombre total de couches est généralement inconnu, et assumé par l'analyste avant l'inversion. Les paramètres de couche sont ensuite modifiés pendant l'inversion jusqu'à ce qu'une correspondance acceptable soit faite entre la courbe de dispersion théorique et les données de dispersion expérimentales (Cox et Teague, 2016). La plupart des techniques consistent en trois étapes suivantes : (1) acquisition de données de terrain, (2) traitement de dispersion, et (3) inversion pour obtenir un modèle de sol en multicouches, à partir duquel le profil V_s est extrait (Foti et al. 2014).

Dans le présent projet de recherche, une approche pour estimer le profil de vitesse V_s des sols multicouches à partir de l'inversion du rapport spectral horizontal/vertical (H/V) d'un enregistrement bruit de fond par une station à 3 composantes est proposée. Le présent travail s'inscrit dans la continuité de l'approche de classification des sites utilisant des données de microtremor proposées par Laouami (2020), et fournissant l'identification de la classe de sol et des fréquences de vibration du sol qui seront utilisées pour construire la structure de vitesse d'onde de cisaillement de la couverture sédimentaire locale par l'inversion du spectre H/V. L'idée principale est basée sur la décomposition fréquentielle de la mesure du bruit de fond via une analyse spectrale. Cette dernière conduit à la séparation complète des modes, et à l'identification des principales fréquences vibratoires, qui seront reliées aux différentes interfaces d'un sol multicouche à générer. L'approche de génération des interfaces du multicouche consiste à affecter les hautes fréquences aux couches superficielles, et les basses fréquences aux couches profondes. Des champs aléatoires bornés pour les vitesses des ondes de cisaillement et de compression, les épaisseurs de couche, l'amortissement et les coefficients de Poisson pour chaque couche du profil de sol recouvrant le substratum rocheux seront simulés. De larges échantillons de profils de sol seront simulés et utilisés pour calculer les fonctions de transfert horizontales et verticales via une analyse sismique viscoélastique déterministe en utilisant la théorie de la propagation des ondes. Ensuite, les rapports spectraux H/V simulés (HVSR) seront calculés comme le rapport entre les fonctions de transfert de sol horizontales et verticales (Kawase et al. 2011 ; Ducelier et al., 2013, Laouami et al. 2018). Le misfit normalisé proposé par Arai et Tokimatsu (2004) sera utilisé. Le profil de vitesse d'onde de cisaillement V_s le plus approprié est obtenu avec le misfit le plus faible entre le HVSR expérimental cible et les 10 000 HVSR simulés.

Afin de tester la fiabilité de l'approche proposée, des mesures de bruit de fond sont effectuées sur 52 sites avec les profils des vitesses d'ondes de cisaillement disponibles jusqu'à une profondeur d'au moins 30 m. Une procédure d'inversion automatisée sera développée, permettant l'application de la méthode par des non-experts.

RESULTATS ATTENDUS :

Les résultats escomptés à travers ce projet de recherche sont (i) développement d'une nouvelle approche pour l'identification des profils de vitesse à partir de l'enregistrement du bruit de fond par l'inversion des rapports spectraux HVSR, (ii) contrairement aux mesures expérimentales qui rarement atteignent la profondeur des 30 m exigée par la réglementation, cette nouvelle approche atteint aisément la profondeur du substratum H800, et au delà (iii) comparer aux méthodes expérimentales nécessaires pour ce type de données (Down Hole et Up Hole,

MASW), cette nouvelle approche permettra une économie de temps et d'argent pour les études de microzonage et pour études ponctuelles (projets de construction), (iv) un outil important pour permettre de mesurer la fiabilité des mesures géophysiques pratiquées actuellement.

L'équipe de recherche chargée du projet est composée de :

Nom et Prénom	Grade	Dernier diplôme
<u>Laouami Nasser</u>	Directeur de Recherche	Doctorat d'Etat
Mezouer Noureddine	Directeur de Recherche	Doctorat d'Etat
Bencharif Raouf	Attaché de Recherche	Magister