



المركز الوطني للبحث المطبق في هندسة مقاومة الزلازل

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE APPLIQUEE EN GENIE  
PARASISMIQUE

Rue KADDOUR RAHIM prolongée (face à la poste) BP 252 Hussein-Dey – ALGER

Tél : 023.77.58.15 à 18 - 023.077.58.27 /28 Fax : 023.77.23.23

E-mail : [cgsd@cgs-dz.org](mailto:cgsd@cgs-dz.org) [www.cgs.dz](http://www.cgs.dz)

**INTITULE DU PROJET:**

**EQUATION DE PREDICTION DU MOUVEMENT FORT (GMPE) DE LA  
COMPOSANTE SISMIQUE VERTICALE POUR L'ALGERIE**

**OBJECTIFS DU PROJET:**

De nombreuses études traitent de la composante horizontale du mouvement du sol et de son effet sur les réponses structurelles, car elle représente la principale cause de dommage causé par un séisme. En particulier, avec le développement de bases de données sur les mouvements forts à travers le monde, plusieurs équations prédictives de mouvement fort (GMPE's) sont publiées dans le monde entier et concernent pratiquement toutes les régions. Cependant, les observations post-séisme montrent que les mouvements du sol de la composante verticale peuvent causer de graves dommages aux structures (Kunnath et al.

2008, Gulerce et Abrahamson 2010). Par exemple, des tremblements de terre destructeurs tels que Northridge, Californie (1994), Kobe, Japon (1995) et Chi-Chi, Taiwan (1999) ont fourni un ensemble d'éléments nouveaux montrant que la composante verticale des séismes est plus importante qu'on ne le pensait auparavant (Haji-Soltani et al., 2017). Il a été constaté que le mouvement vertical du sol peut être égal ou même considérablement supérieur au mouvement horizontal local du sol. Cela est dû à la rigidité de certaines structures dans la direction verticale qui ont des périodes naturelles verticales courtes (Bozorgnia et al. 1998; Bozornia et al., 2016). Par conséquent, d'un point de vue technique, il convient d'accorder une attention particulière aux caractéristiques fréquentielles du mouvement vertical du sol (hautes fréquences).

Cependant, la plupart des codes dans le monde supposent que la composante verticale du mouvement du sol représente les 2/3 de la composante horizontale proposée à l'origine par Newmark et al. (1973). **En Algérie, le RPA99 (version 2003) suppose une accélération verticale (PGA) égale à 0.5 fois l'accélération horizontale.** En conséquence, toutes les composantes du mouvement sismique ont le même contenu fréquentiel. Cependant, le contenu en fréquence est toutefois manifestement différent. En outre, les règles des 2/3 ou du

1/2 pour V/H s'avèrent non conservatrices pour le champ proche et trop conservatrice pour les grandes distances épacentrales.

Les travaux antérieurs sur la caractérisation des mouvements verticaux présentent un intérêt grandissant ces dernières années. L'approche la plus répandue consiste à développer un modèle de prédiction de la composante sismique verticale, en utilisant la même base de données et la même forme fonctionnelle que ceux ayant permis le développement du GMPE horizontal. On peut citer les travaux de (Ambraseys et Simpson 1996, Abrahamson et Silva

1997, Ansary et Yamasaki 1998, Ambraseys et Douglas 2003, Campbell et Bozorgnia 2003, Berge Thierry et al. 2003, Ambraseys et Douglas 2003, Kalkan et Gulkan 2004, Bozorgnia et Campbell 2004, Kalkan et Gulkan 2004, Ambraseys et al. 2005, Cauzi et

Faccioli 2008, Bommer et al. 2011, Gülerce et Abrahamson 2011, Edwards et al. 2011, Poggi et al. 2011, Akkar et al. 2014, Bozotgnia et al. 2016, Bozorgnia et Campbell 2016, Stewart et al 2016).

Dans les règles parasismiques algériennes (RPA 2003), le spectre de réponse vertical correspond simplement à la moitié du spectre horizontal pour toutes les périodes. L'Eurocode (EC8 2004) comprend un spectre vertical défini indépendamment du spectre horizontal, basé en grande partie sur les travaux de Elnashai et Papazoglu (1997).

Dans ce projet de recherche, en considérant les arguments détaillés dans Stewart et al. (2016), nous proposons de développer un modèle prédictif de mouvement du sol vertical pour l'Algérie et la région environnante. Le modèle prédit l'accélération maximale du sol et le spectre de réponse en pseudo-accélération amorti à 5% pour les séismes peu profonds, qui caractérisent l'activité sismique en Algérie, à des périodes allant de 0,02 à 4 s. On utilisera la même base de données que celle utilisée pour le développement récent de la loi d'atténuation (GMPE) de la composante horizontale élaborés pour la même région et décrite dans (Laouami et al., 2018, Ground motion prediction equation for Algeria and surrounding region using site classification based H/V spectral ratio. Bulletin Earthquake Engineering (2018) 16:2653–2684. doi.org/10.1007/s10518-018-0310-3.). Par conséquent, les équations dérivées pour les mouvements verticaux seront cohérentes avec celles dérivées pour les mouvements horizontaux, d'où la possibilité d'analyser le rapport V/H via une analyse paramétrique afin de souligner l'influence de paramètres importants tels que la magnitude, la distance à la source sismique et les effets de site. Une confrontation avec le code RPA99 (version 2003) permettra de vérifier l'hypothèse  $V=0.5 H$ . D'autres comparaisons seront effectuées avec les autres codes EC-8 2004, NEHRP 2009).

Les données qui seront utilisées dans la présente étude proviennent de la base de données Algérienne (50%) et de la région méditerranéenne et des États-Unis (50%). La distance et la magnitude variant respectivement de 5 à 150 km et de 3,0 à 7,4. Basée sur la période fondamentale du site (Zhao et al. 2006), trois classes de sol sont considérées pour le calcul des relations empiriques prédictives du mouvement spectral vertical du sol: roche, ferme et souple.

## **RESULTATS ATTENDUS :**

Les résultats escomptés à travers ce projet de recherche sont (i) proposition d'un modèle de prédiction du mouvement sismique vertical pour l'Algérie, (ii) En combinaison avec le modèle déjà développé et publié pour la composante horizontale pour l'Algérie, nous disposerons d'outils très robustes pour la définition des actions sismiques selon les deux directions horizontale et verticale, (iii) quantification de la marge avec les dispositions réglementaires actuelles, et (iv) réévaluation de l'aléa sismique en Algérie.

Le projet mettra à la disposition des Ingénieurs et bureaux d'études spécialisés tous les outils pour une meilleure définition des actions sismiques et ainsi contribuer à la réduction du risque sismique.

**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
Slimani Abdennasser	Chargé de Recherche A	Magister
Gherboudj Faouzi	Maitre de Recherche	Doctorat
Larbes Said	Ingénieur	Ingéniorat