



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2016

**TITRE du SUJET** : Modélisation de la sismicité sur les failles dans un calcul probabiliste de l'aléa sismiques

Directeur (trice) : Hélène Lyon-Caen (DR1 CNRS), helene.lyon-caen@ens.fr

Co-directeur (trice) / Co-encadrant(e) : *choisir éventuellement un.e co-directeur.trice avec HDR ou un.e coencadrant.e sans HDR supprimer les mots inutiles et ceux en italique*

Oona Scotti (Ingénieur-Chercheur IRSN), oona.scotti@irsn.fr

Equipe d'accueil : à préciser et supprimer la ligne inutile

**ENS- Laboratoire de Géologie de l'ENS- UMR 8538**

Financement : **Financement attendu AXA**

Plus de renseignement voir : <http://ed560.ipgp.fr>, Rubrique : Offres\_de\_thèse  
Il est indispensable de faire acte de candidature sur le site de l'Ecole doctorale

Développement du Sujet : (1 à 2 pages)

L'objectif de cette thèse est de développer des méthodes pour la prise en compte des failles dans un calcul probabiliste de l'aléa sismique (PSHA pour Probabilistic Seismic Hazard Assessment). Le PSHA permet de calculer la probabilité de dépassement d'un niveau sismique en prenant en compte l'ensemble des sources sismogènes de la région d'intérêt. Pour la construction de modèles de failles, données d'entrée du calcul PSHA, il faut intégrer une très grande diversité d'observations : géologiques, sismologiques, paléo-sismologiques, géophysiques, géodésiques. Ces observations sont toutes entachées d'une incertitude et chacune des incertitudes peut avoir un impact, plus ou moins important, sur le résultat du calcul probabiliste. La complexité des modèles de calculs probabilistes mènent souvent les analystes à négliger une partie des incertitudes.

Le premier défi de cette thèse est de propager dans le calcul PSHA toute l'incertitude épistémique<sup>[1]</sup> inhérente à la définition de modèles de faille et à l'estimation du mouvement sismique pour des sites situés à proximité de failles. Le degré de connaissance sur la géométrie et le caractère sismogène des failles étant souvent très différents entre zones actives et zones tectoniquement plus stables, les méthodes développées seront testées dans trois contextes sismiques différents: un site en France, dans le Fossé Rhénan (zone de sismicité faible à modérée), un site en Grèce, dans le Golfe de Corinthe (zone de sismicité modérée à forte) et un dernier site en Turquie, dans la région d'Istanbul (zone à très forte sismicité). Dans chaque région, les calculs probabilistes seront effectués dans la mesure du possible en utilisant des modèles de failles existants (publiés ou disponibles via les collaborateurs) avec une quantification complète de la variabilité des résultats liée aux incertitudes sur les données de base et aux avis divergents de la communauté scientifique vis-à-vis des modèles à utiliser.

Le deuxième défi de la thèse consiste à développer une méthode d'analyse des résultats qui permette d'identifier le/les paramètres d'entrée clefs qu'il sera nécessaire d'améliorer pour réduire les incertitudes. Un résultat important de cette deuxième partie de la thèse sera de fournir des éléments de réponse à la question systématiquement posée par les utilisateurs des résultats issus de calculs PSHA (ingénieurs des structures, réassureurs, pouvoirs publics): pourquoi à partir des mêmes données de base différentes études PSHA peuvent aboutir à des estimations très (trop) différentes de l'aléa sismique ? Est-ce que toutes les hypothèses épistémiques sont compatibles avec les données de base ?

## Plan de travail

Plusieurs méthodologies sont proposées dans la littérature pour définir des modèles de failles (UCERF3, DISS, etc) et pour prendre en compte les failles dans le calcul PSHA (exemple : UCERF3, SHARE, etc). Dans un premier temps, nous allons implémenter ces méthodologies et les tester dans les 3 régions identifiées afin de comprendre dans quelle mesure il est nécessaire de les adapter aux données disponibles. Il s'agira également de développer des outils de visualisation des résultats et de l'incertitude en fonction des différents paramètres afin de pouvoir communiquer les résultats à un public non spécialisé. Une analyse complète de l'incertitude sur le résultat et de son origine permettra de mieux comprendre et de mieux anticiper les paramètres nécessitant une exploration importante pour les études futures afin de mieux caractériser l'aléa sismique, dans les zones actives comme dans les zones stables.

Dans un second temps, il sera utile de quantifier l'évolution de la variabilité du niveau d'aléa avec l'apport de nouvelles données. Avec les avancées technologiques et la multiplication des études, nos connaissances sur les failles et leur sismicité s'améliorent. Comment les nouvelles données agissent-elles sur les résultats du calcul PSHA ? Quelle est la variabilité temporelle du résultat ? Quelles sont les études ayant réduit le plus la variabilité du résultat ? En effectuant plusieurs calculs sur le même site prenant en compte des niveaux de connaissance différents (autrement dit à des dates différentes), il sera possible d'obtenir des éléments de réponse à ces questions et donc de prévoir les études les plus pertinentes pour une meilleure caractérisation de l'aléa sismique dans d'autres régions. Le site d'Istanbul et la région de la mer de Marmara apparaissent appropriés pour cette étude car plusieurs calculs PSHA utilisant des modèles par failles différents ont déjà été réalisés (Erdik et al 2004, Kelkan et al 2009, Gülerce & Ocak 2013, SHARE2014). De plus, il sera possible d'analyser les résultats du calcul de l'aléa sismique de la ville d'Istanbul après la prise en compte des données fournies par le projet MARSite (<http://marsite.eu/>) dont les résultats sont attendus en 2016. La quantification spatio-temporelle de l'activité sismique et asismique des failles dans la région d'Istanbul est un des résultats anticipés de MARSite qu'il sera intéressant de considérer.

## Références

Earthquake hazard in Marmara Region, Turkey (2004), [M. Erdik](#), [M. Demircioglu](#), K. Sesetyan, E. Durukal, [B. Siyahi](#) , doi:10.1016/j.soildyn.2004.04.003

Reassessment of Probabilistic Seismic Hazard in the Marmara Region (2009), Erol Kalkan, Polat Gülkan, Nazan Yilmaz and [Mehmet Çelebi](#), doi: 10.1785/0120080285

Probabilistic seismic hazard assessment of Eastern Marmara Region (2013), Zeynep Gülerce , Soner Ocak"

[1] La distinction la plus courante est de diviser les incertitudes en deux types : incertitude aléatoire et incertitude épistémique. Le premier étant irréductible et dû à la variabilité naturelle des phénomènes aléatoires. Le deuxième est dû à un manque de connaissances qui peut être réduit en faisant davantage d'efforts (recueil de données, consultation d'experts, essais accélérés, etc.). [https://www.hds.utc.fr/~sallakmo/dokuwiki/\\_media/en/qualita\\_2013\\_felipe.pdf](https://www.hds.utc.fr/~sallakmo/dokuwiki/_media/en/qualita_2013_felipe.pdf)

