



ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA TERRE



université
**PARIS
DIDEROT**
PARIS 7



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2014

TITRE du SUJET : Propriétés génériques du processus sismique, liens avec la physique de la rupture et les propriétés des failles

Directeur :

VALLEE Martin (PhAD), vallee@ipgp.fr

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

IPGP- Equipe de sismologie – UMR7154

Financement :

Contrat doctoral avec ou sans mission

Plus de renseignement voir : <http://ed109.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)

Aujourd'hui, la majorité de notre connaissance du fonctionnement sismique vient de la somme d'études de séismes individuels. Cet état de fait complique la mise en évidence de propriétés génériques du processus sismique, pour laquelle un échantillon large et représentatif de séismes est requis. Une approche récemment développée (Vallée et al., 2011 ; Vallée, 2013) permet maintenant d'analyser systématiquement les caractéristiques de source des séismes de magnitude modérée à forte (magnitude > 5.7). Cette méthode novatrice se base sur une approche déconvolutive appliquée aux ondes de volume lointaines (« télé-sismiques »), et a été validée sur un nombre significatif de séismes majeurs. Les séismes de toute profondeur (0-700km) des 20 dernières années peuvent ainsi être analysés, ce qui représente un ensemble de près de 2700 séismes.

En particulier, la méthode donne directement accès aux « fonctions source », qui traduisent comment le glissement cosismique (intégré sur la faille) s'est développé en fonction du temps. Cette information est très riche, car elle porte en elle la durée du séisme, son impulsivité, son degré de complexité ... Le but est d'analyser ces données de manière systématique afin de mettre en lumière des caractéristiques génériques des tremblements de Terre. A ce jour, ce type d'approche n'a été réalisé que sur des échantillons réduits de la sismicité terrestre, ou en se focalisant sur certaines régions. Ces études passées ont révélé certaines tendances, comme la longue durée des séismes superficiels de subduction (Bilek and Lay, 1999), ou la tendance impulsive des séismes intraplaques par rapport aux séismes interplaques (Houston, 2001).

L'aspect complet du catalogue de fonctions source permettra d'abord de raffiner ces résultats passés. Par exemple, nous avons accès aux fonctions source de plus de 800 séismes sur l'interface de subduction, ce qui permet des études globales fines, mais aussi de se concentrer sur des zones de subduction particulières, et de les comparer entre elles.

Un corollaire de cette analyse sera de mettre en évidence les séismes spéciaux, qui sortent de la tendance générale, et qui stimuleront une analyse spécifique.

Dans un second temps, l'objectif sera de rechercher comment certaines propriétés physiques des séismes (durée, impulsivité, complexité, chute de contrainte, énergie radiée...) se relient au contexte dans lequel les séismes se produisent. De manière non exhaustive, nous nous intéresserons aux points suivants : quelles sont les propriétés spécifiques des séismes interplaques par rapport aux séismes intraplaques ? Les failles anciennes génèrent-elles des séismes différents des failles récentes ? Le pendage des failles a-t-il une influence sur le processus de la rupture sismique ? Peut-on observer une signature sismique du degré de couplage des failles observé par la géodésie ? Ce dernier point est un domaine de recherche très peu exploré jusqu'à présent, rendu possible par l'amélioration conjointe des observations sismologiques et géodésiques globales.

La première grande étape de ce sujet sera donc à dominante observationnelle. La seconde étape sera de mieux comprendre, à l'aide de modèles numériques ou analogiques, les raisons physiques et mécaniques des relations observées. A titre d'exemple, les effets de variation de pendage des failles sur la rupture sismique peuvent en effet être simulés par des modèles dynamiques de propagation de la rupture ainsi que par des expériences analogiques de frottement entre deux échantillons.

Le candidat devra avoir de très bonnes connaissances en sismologie générale, et si possible de bonnes notions de la source sismique. Une connaissance préalable de la programmation est également nécessaire. En effet, le candidat sera amené à interagir avec la méthode numérique permettant d'extraire les fonctions source des séismes. Par ailleurs, l'interprétation sismologique des résultats requiert une ouverture – qui pourra bien sûr être développée durant la thèse - sur la physique de la rupture sismique, la géodésie et la tectonique active.

Interactions prévues avec les chercheurs suivants : H. Bhat (IPGP), J.M. Nocquet (Geoazur), Y. Klinger (IPGP), P. Bernard (IPGP), A. Schubnel (ENS), F. Courboux (Geoazur)

Références :

Bilek, S.L. & T. Lay, Rigidity variations with depth along interplate megathrust faults in subduction zones, *Nature*, 400, 443-446, 1999.

Houston H., Influence of depth, focal mechanism, and tectonic setting on the shape and duration of earthquake source time functions, *J. Geophys. Res.*, 106, 11137-11150, 2001.

Vallée, M., J. Charléty, A. Ferreira, B. Delouis & J. Vergoz, SCARDEC : a new technique for the rapid determination of seismic moment magnitude, focal mechanism and source time functions for large earthquakes using body-wave deconvolution, *Geophys. J. Int.*, 184, 338-358, 2011.

Vallée, M., Source time function properties indicate a strain drop independent of earthquake depth and magnitude, *Nature Communications*, doi: 10.1038/ncomms3606, 2013.