

Laboratoire de Géologie de Lyon - Terre, Planètes, Environnement

## **Sujet de thèse en sismologie**

(la thèse peut éventuellement commencer par un stage M2)

### **Imagerie sismique globale du manteau terrestre à l'aide de sismogrammes synthétiques calculés dans des modèles de Terre 3D**

Superviseur : Eric Debayle (Eric.Debayle@ens-lyon.fr)

Co-superviseur : Stéphanie Durand

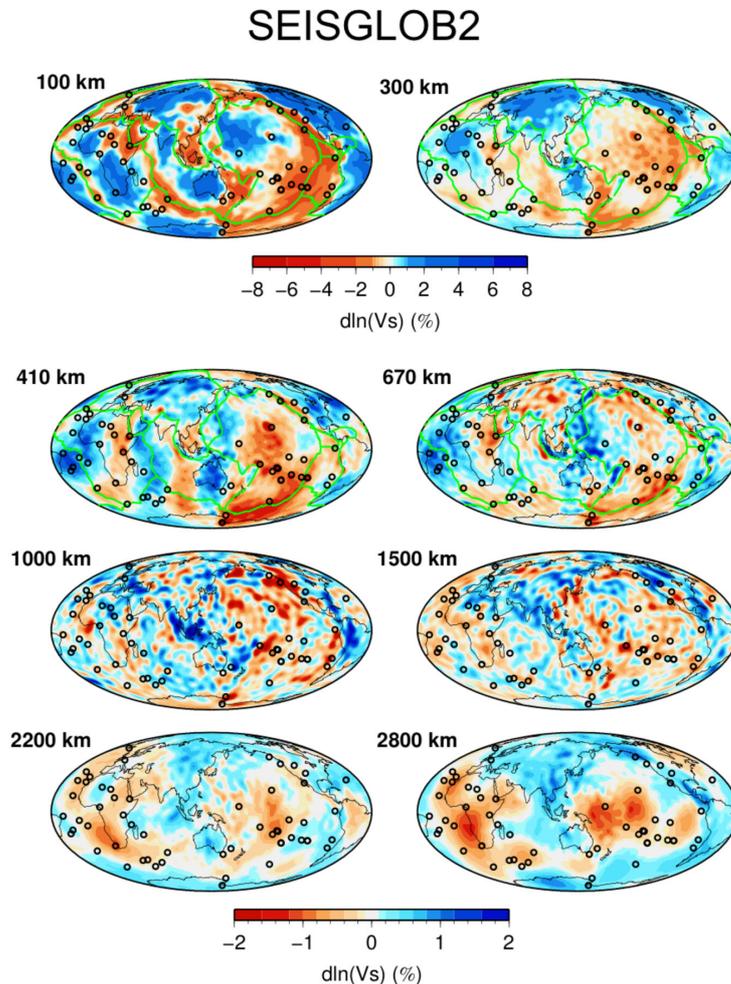
Depuis ses débuts dans les années 1980, la tomographie sismique a contribué à améliorer considérablement notre compréhension de la dynamique interne de la Terre. Elle a permis l'identification de plaques subductées pénétrant profondément dans le manteau et elle suggère depuis quelques années l'existence de panaches mantelliques reliant de grandes provinces situées à la base du manteau à des points chauds situés à la surface. Ces découvertes fournissent des informations importantes sur les mécanismes de base de la tectonique des plaques et sur les modèles de convection du manteau.

La plupart des études tomographiques sont basées sur l'analyse du temps de parcours des ondes sismiques, qui permet de construire des modèles 3D de la distribution des vitesses sismiques dans le manteau. Un des challenges des prochaines années est d'interpréter ces modèles en termes de température, de composition des roches et de présence éventuelle de fusion partielle. Cependant, les vitesses sismiques qui dépendent de l'ensemble de ces trois paramètres ne permettent pas à elles seules d'estimer leurs contributions relatives. Une piste prometteuse est d'utiliser l'atténuation sismique, liée à l'amplitude des ondes sismiques, qui fournit une observation indépendante très sensible à la température. L'atténuation reste cependant très difficile à mesurer car l'amplitude des ondes sismiques dépend également d'effets liés aux hétérogénéités 3D de vitesse qui sont difficile à prendre en compte.

L'amélioration des modèles 3D de vitesse globaux et le développement de codes numériques capables de prendre en compte entièrement les effets 3D ouvrent la voie à des mesures de l'atténuation qui pourront être interprétées simultanément avec celles des temps de parcours. L'objectif de cette thèse est de constituer une base de données de mesures de l'atténuation et des temps de parcours des ondes sismiques pour l'ensemble du globe terrestre. Les mesures seront réalisées en comparant les observations à des sismogrammes synthétiques calculés en utilisant le code SPECFEM3D GLOBE (Komatitsh et al., 2002) capable de prendre en compte l'ensemble des effets 3D qui interviennent lors de la propagation des ondes sismiques. Les sismogrammes synthétiques seront calculés en utilisant les modèles tomographiques développés par notre groupe (Debayle et al., 2016; Durand et al., 2017) qui comptent parmi les mieux résolus à l'heure actuelle. L'idée est de construire une base de données de mesures des temps de propagation et de l'atténuation pour les ondes de surface et l'ensemble des phases d'ondes de volume observées. Nous commencerons avec les ondes S qui permettent d'obtenir une couverture globale de l'ensemble du globe terrestre. Les nouvelles mesures de temps d'arrivées pourront facilement être intégrées à nos modèles tomographiques les plus récents (Durand et al., 2017). Les nouvelles mesures d'atténuation ouvriront la voie à l'interprétation jointe des temps d'arrivées et de l'atténuation sismique.

Nous cherchons un étudiant ayant des bases solides en physique et si-possible en sismologie et/ou traitement du signal et méthodes inverses. De bonnes bases en programmation (fortran, matlab, python) seront un fort atout. La thèse pourrait commencer en septembre 2020 sous

réserve de l'obtention d'une bourse (de l'ENS Lyon ou de l'école doctorale PHAST). Un stage M2 peut précéder cette thèse si un étudiant se manifeste rapidement.



**Figure 1** : cartes des hétérogénéités des vitesses d'ondes S à différentes profondeurs dans le modèle tomographique SEISGLOB2 construit au laboratoire de Géologie de Lyon (Durand et al. 2017). Les perturbations de la vitesse des ondes S sont représentées en pourcent par rapport au modèle 1D de référence PREM (Dziewonski et Anderson, 1981). Ce modèle sera utilisé pour le calcul de sismogrammes synthétiques 3D.

### Références :

- Debayle, E., Dubuffet, F. & Durand, S., An automatically updated S-wave model of the upper mantle and the depth extent of azimuthal anisotropy, *Geophys. Res. Lett.*, 43, 674–682, 2016.
- Durand S., Debayle E., Ricard Y., Zaroli C., Lambotte S., Confirmation of a change in the global shear velocity pattern at around 1,000 km depth, *Geophys. J. Int.*, 211(3), 1628-1639, 2017.
- Dziewonski, A.M. & Anderson, D.I., Preliminary reference Earth model, *Phys. Earth planet. Inter.*, 25, 297–236, 1981.
- Komatitsch, D., J. Ritsema and J. Tromp, The spectral-element method, Beowulf computing, and three-dimensional seismology, *Science*, vol. 298, p. 1737-1742, 2002.