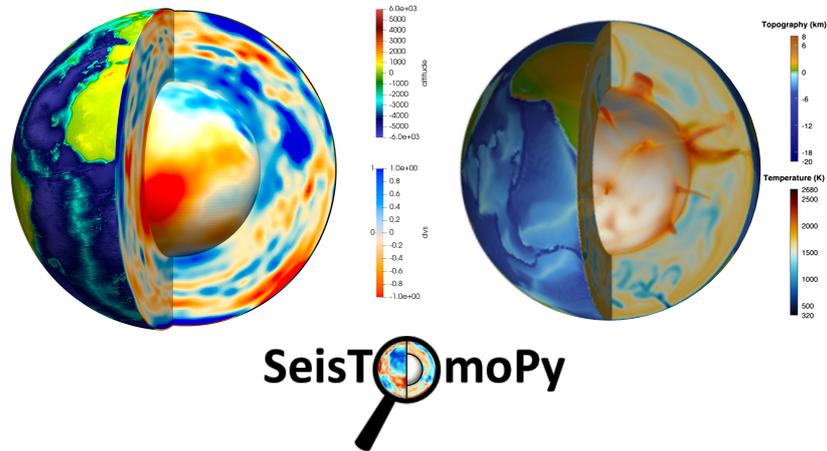


Étude comparative de modèles tomographiques et géodynamiques globaux grâce à l'optimisation de l'application SeisTomoPy



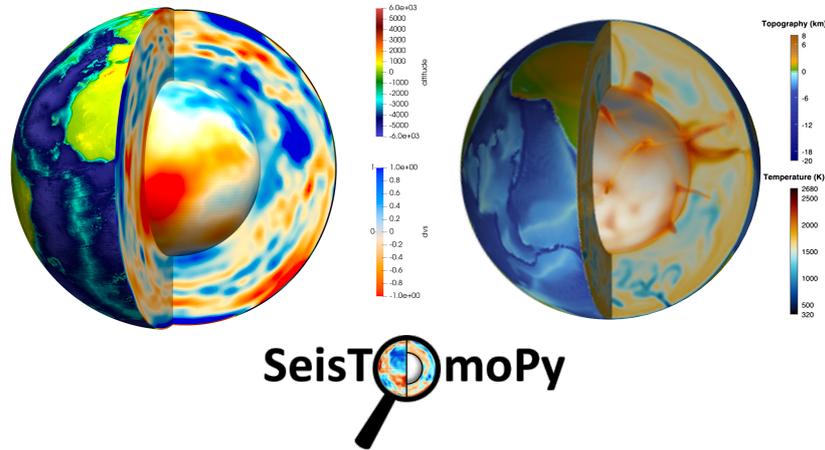
Superviseures : Stéphanie Durand (stephanie.durand@ens-lyon.fr) et Maëlis Arnould (maelis.arnould@univ-lyon1.fr)

La tomographie sismique fournit des images, en trois dimensions, de l'intérieur de la Terre grâce à l'analyse de millions d'ondes sismiques enregistrées aux stations sismologiques. Avec l'explosion du nombre de stations et des moyens de calculs ces modèles sont de plus en plus précis et permettent de mettre en évidence des structures spécifiques telles que les plaques subductées pénétrant plus ou moins profondément dans le manteau, des panaches mantelliques reliant de grandes provinces situées à la base du manteau à des points chauds situés à la surface ou encore une zone de « transition » vers 1000 km de profondeur d'accumulation d'hétérogénéités. En parallèle, des modèles géodynamiques globaux de convection mantellique avec tectonique des plaques visent à comprendre les processus dynamiques à l'origine de ces hétérogénéités sismiques ainsi que leurs propriétés en termes de température et composition. Si la comparaison quantitative entre ces deux types de modèles est essentielle, peu d'outils permettent aujourd'hui de le faire de façon automatisée.

L'outil python SeisTomoPy, développé par Stéphanie Durand, permet de visualiser et comparer quantitativement des modèles de tomographie 3D du manteau terrestre de manière routinière (https://github.com/stephaniedurand/SeisTomoPy_V3). Il est construit sous la forme d'une interface graphique et de classes Python. Le but est de rendre plus accessibles à la communauté scientifique les modèles tomographiques publiés et de faciliter leur exploitation. Pour le moment seulement 8 modèles de tomographie sismique y sont intégrés et quasiment uniquement des modèles isotropes de la vitesse des ondes S. Il est donc nécessaire d'élargir cette bibliothèque à d'autres modèles, notamment les modèles de vitesse d'onde P, d'anisotropie et d'atténuation sismique. Par ailleurs, certains packages sont obsolètes et doivent être remplacés. De nouvelles fonctionnalités doivent y être introduites, notamment l'intégration de modèles numériques globaux 3D de convection mantellique générant, de façon auto-organisée, de la tectonique des plaques en surface. Une étude statistique et comparative des modèles de tomographie et de géodynamique pourra ensuite être conduite, en utilisant des approches de « machine learning » et « pattern recognition », pour mieux contraindre la structure, la dynamique et l'évolution de certaines hétérogénéités du manteau terrestre, telles que les panaches mantelliques.

Il est nécessaire que le candidat ait des bases solides en Python et en programmation en général.

Comparative study of global tomographic and geodynamic models thanks to the optimization of the SeisTomoPy software



Supervisors : Stéphanie Durand (stephanie.durand@ens-lyon.fr) and Maëlis Arnould (maelis.arnould@univ-lyon1.fr)

Seismic tomography provides 3D images of the interior of the Earth thanks to the analysis of millions of seismic waves recorded at seismological stations. Taking advantage of the continuously growing number of stations and computation power and tools, seismic tomography models are more and more accurate and have revealed the existence of heterogeneous structures such as subducted plates located at different depths in the mantle ; mantle plumes rooted at large heterogeneous provinces at the base of the mantle and connected to hotspots at the surface ; or a « transition zone » likely resulting from the accumulation of heterogeneities at 1000 km depth. In parallel, whole-mantle geodynamic models of mantle convection with plate tectonics shed light on the origin and dynamics of these seismic heterogeneities and their thermal and compositional properties. Although quantitative comparisons between these two types of model is crucial, only a few tools are available to draw such comparisons in an automated way.

The python tool SeisTomoPy, developed by Stéphanie Durand, makes it possible to routinely compare 3D tomographic models of the Earth's mantle in a quantitative way (https://github.com/stephaniedurand/SeisTomoPy_V3). This tool is built as a graphic interface with python classes, in order to make published seismic tomography models more accessible and easier to handle by the scientific community. At the moment, 8 seismic tomography models are built-in, of which, most are isotropic models of S-waves. It is therefore necessary to add to this database more models, including P-wave velocity, anisotropy and attenuation models. Moreover, some packages are obsolete and need to be replaced. New features need to be added, notably those enabling the integration of 3D-global numerical models of mantle convection self-generating plate-tectonics at the surface. A statistical and quantitative study of geodynamic and tomographic models will then be conducted, using machine-learning and pattern recognition approaches in order to better constrain the structure, the dynamics and evolution of some of the heterogeneities of the Earth's mantle, such as mantle plumes.

A solid background in Python coding and programming in general is a prerequisite for this internship.