



ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA TERRE



Sujet proposé pour un début de contrat en Septembre 2012

TITRE du SUJET : Application des principes de reconstruction de fonction de Green à partir du bruit de fond sismique et de retournement temporel à la caractérisation de l'activité volcanique du Piton de la Fournaise (île de la Réunion)

Directeur (trice) : **SHAPIRO Nicolai, DR-CNRS, shapiro@ipgp.fr**

Co-encadrant(e) : **BRENGUIER Florent, Physicien adjoint, fbrenGUI@ipgp.fr**

Equipe d'accueil : **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)

Ces dernières années, le développement de méthodes de reconstruction de fonctions de Green à partir de corrélations de bruit de fond sismique a permis d'imager l'intérieure de la Terre avec une précision accrue et surtout sans la nécessité d'utiliser des sources actives difficiles à mettre en œuvre sur le terrain (Campillo 2006, Shapiro and Campillo, 2005).

Ces mêmes principes ont permis de mesurer l'évolution temporelle continue des propriétés mécaniques de l'intérieur de la Terre avec des applications à la surveillance des volcans (BrenGUI et al. 2008a) et à l'étude de la réponse de la croûte terrestre aux sollicitations induites par les glissements sur des plans de failles (BrenGUI et al. 2008b, Rivet et al. 2011).

Actuellement, cette méthode se heurte à la difficulté de localiser précisément latéralement et en profondeur ces perturbations et de les caractériser (amplitude des perturbations de vitesse sismique par exemple). La résolution de ce problème est nécessaire dans l'objectif de mieux comprendre les processus dynamiques imagés (pressurisation de réservoir magmatique pour les volcans, glissement pour les failles par exemple).

Depuis une quinzaine d'années, l'institut Langevin (anciennement LOA) a développé une méthode originale de traitement de données des signaux enregistrés par des réseaux constitués d'émetteurs et récepteurs. Cette méthode est baptisée décomposition de l'opérateur de retournement temporel (DORT, <http://www.institut-langevin.espci.fr/page-methode-DORT>). Comme son nom l'indique, elle est fondée sur le retournement temporel. Historiquement, cette méthode a initialement été développée pour le contrôle non destructif par ultrason [Kerbrat2002, Robert2009]. Depuis lors de nombreuses études ont été menées en acoustique sous-marine [Clorennec 2005], dans le domaine des micro-ondes [Minonzio2009] et en acoustique médicale [Cochard2009] avec comme applications visées la détection de type SONAR et RADAR, la détection de calculs rénaux.

L'objectif de cette thèse est de travailler sur l'adaptation des méthodes de détection et localisation de cibles à l'échelle sismologique. Nous proposons de nous focaliser en particulier sur le volcan du

Ecole Doctorale des Sciences de la Terre ☒ IPGP – 1, rue Jussieu – Bureau P27 – 75005 Paris

Directrice : Laure Meynadier - ✉ dir-Ed@ipgp.fr

Secrétariat : Prisca Rasolofomanana ☎ +33(0)1.83.95.75.10 - ✉ scol-Ed@ipgp.fr

Piton de la Fournaise qui présente un réseau sismique moderne et dense ainsi qu'une activité volcanique régulière. De plus, le Piton de la Fournaise est équipé d'un réseau dense de GPS et nous pourrions donc comparer nos résultats de localisation de perturbation de propriétés sismiques aux localisations de perturbations de déformation obtenues par inversion GPS (dans le cas d'une intrusion magmatique par exemple).

Les travaux que nous pourrions initier au cours de cette thèse comprennent :

- Une analyse au cours du temps des propriétés du bruit de fond sismique utilisé pour les reconstructions de fonction de Green. Nous prévoyons d'utiliser les méthodes standards de formation de voie. L'objectif est d'évaluer les possibles perturbations de la fonction de Green induites par la variabilité spatiale et temporelle des sources sismiques de bruit,
- L'application de la méthode des éléments spectraux 3D en milieu complexe à la modélisation de la propagation des ondes au sein de l'édifice du Piton de la Fournaise,
- L'adaptation des méthodes de retournement temporel à la localisation d'hétérogénéités fortes du milieu (guides d'ondes, plans de réflexion d'ondes) et à la localisation et caractérisation de perturbations temporelles du milieu (effets d'une injection magmatique par exemple).

Cette thèse sera effectuée à cheval entre l'Institut de Physique du Globe de Paris et l'Institut Langevin. Ces deux instituts partagent le même bâtiment à Paris 5^{ème}. Ces travaux seront encadrés par Nikolai Shapiro (IPGP), Julien de Rosny (Inst. Langevin) et Florent Brenguier en collaboration avec des chercheurs de l'IPGP et de l'ISTerre (Grenoble). Le candidat devra posséder de bonnes connaissances en géophysique et en particulier en sismologie avec un attrait marqué pour la Physique des ondes, le traitement du signal et éventuellement la modélisation numérique.

Références

- ▲ Brenguier F, Shapiro NM, Campillo M, et al., 2008a, Towards forecasting volcanic eruptions using seismic noise, , NATURE GEOSCIENCE Volume: 1 Issue: 2 Pages: 126-130.
- ▲ Brenguier F, Campillo M, Hadziioannou C, et al., 2008b, Postseismic relaxation along the San Andreas fault at Parkfield from continuous seismological observations. SCIENCE Volume: 321 Issue: 5895 Pages: 1478-1481.
- ▲ Campillo, M. (2006) Phase and Correlation in 'Random' Seismic Fields and the Reconstruction of the Green Function Pure appl. geophys. 163 (2006) 475–502 DOI 10.1007/s00024-005-0032-8.
- ▲ Clorennec, D., de Rosny, J., Minonzio, J. G., Prada, C., Fink, M., Folegot, T., et al. (2005). First tests of the DORT method at 12 kHz in a shallow water waveguide. In Oceans 2005 – Europe (pp. 1205–1209).
- ▲ Cochard, E., Prada, C., Aubry, J. F., & Fink, M. (2009). Ultrasonic focusing through the ribs using the DORT method. Med. Phys., 36(8), 3495–3503.
- ▲ Kerbrat, E., Clorennec, D., Prada, C., Royer, D., Cassereau, D., & Fink, M. (2002). Detection of cracks in a thin air-filled hollow cylinder by application of the DORT method to elastic components of the echo. In Ultrasonics (Vol. 40, pp. 715–720). Elsevier Science Bv.
- ▲ Minonzio, J. G., Davy, M., de Rosny, J., Prada, C., & Fink, M. (2009). Theory of the Time-Reversal Operator for a Dielectric Cylinder Using Separate Transmit and Receive Arrays. IEEE Trans. Antennas Propag., 57(8), 2331–2340.
- ▲ Rivet, D., M. Campillo, N.M. Shapiro, V.C. Atienza, M. Radiguet, N. Cotte, and V. Kostoglodov, Seismic evidence of nonlinear crustal deformation during a large slow slip event in Mexico, Geophys. Res. Lett., 38, L08308, doi:10.1029/2011GL047151, 2011.
- ▲ Robert, S., & Prada, C. (2009). Ultrasonic Flaw Detection Using The 1-Bit Dort Method. In Review Of Progress In Quantitative Nondestructive Evaluation (Vol. 1096, pp. 97–104). Amer Inst Physics.
- ▲ Shapiro, NM, M. Campillo, L. Stehly and Mike Ritzwoller 2005 High Resolution Surface Wave Tomography from Ambient Seismic Noise, Science 307, 1615-1618.

