



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2018

---

**TITRE du SUJET : Traquer les cyclones à partir des signaux sismiques**

Directeur (trice) : STUTZMANN Eléonore  
IPGP, 1 rue Jussieu, 75005 Paris  
stutz@ipgp.fr

Equipe d'accueil :  
**IPGP- Equipe de Sismologie – UMR7154**

Financement : **Contrat doctoral avec ou sans mission d'enseignement**

---

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

---

En l'absence de séismes, les stations sismologiques enregistrent des signaux appelés bruit sismique. Ce bruit est généré par le système océan-atmosphère suivant des mécanismes très différents en fonction de la période. Certains des mécanismes sont connus depuis des dizaines d'années mais il n'existe pas actuellement un modèle complet qui permettrait d'expliquer la génération du bruit sismique entre 1 et 300 s de période. Le but de ce doctorat est de combiner des développements théoriques, des méthodes de traitement du signal et de machine-learning pour mieux comprendre les sources de bruit et obtenir un modèle quantitatif du bruit large-bande.

La plupart des sources de bruit sont localisées dans les océans. Les cyclones et autres tempêtes entraînent la formation de vagues gravitaires. L'interaction des vagues entre elles ou l'interaction des vagues avec le fond océanique à proximité des côtes vont générer des ondes sismiques qui se propagent jusqu'aux stations. Les tempêtes créent également des vagues particulières: les vagues infra-gravitaires de grande longueur d'onde qui, à proximité des côtes, interagissent avec le talus continental et génèrent des ondes sismiques longues périodes qui sont également enregistrées par les sismomètres. Les vagues gravitaires et infra-gravitaires varient en temps, en espace et en contenu fréquentiel et il en est de même pour les sources sismiques qui en résultent (e.g. Stutzmann et al., 2012, Meschede et al., 2017). Ainsi, il y a en continue une multitude de sources dans les océans et les ondes sismiques qui sont générées se propagent dans la terre et sont enregistrées partout, sur les continents, les îles océaniques et au fond des océans.

Dans le cadre de cette thèse, on cherchera dans un premier temps à détecter et caractériser les sources générées par les cyclones. Les ondes de surface et les ondes de volume apportent des informations complémentaires sur les sources mais les ondes de volume sont de très faibles amplitudes et ne peuvent être analysées que par des traitements d'antenne. Ces deux types d'ondes seront analysés avec des méthodes de type machine-learning pour déterminer les caractéristiques des sources et en particuliers celles créées par des cyclones. L'analyse spatio-temporels des sources permettra de mieux comprendre les mécanismes de génération des sources. La modélisation de cette base de données apportera des contraintes importantes pour améliorer à la fois pour les modèles océanographiques (e.g. Arduin et al., 2011, 2015) et les modèles de vitesse sismique à proximité des sources. Ces données pourront également être utilisées pour des études tomographiques régionales.

### **Qualifications**

- Bases solides en sismologie, propagation des ondes sismiques et en traitement du signal.
- Compétence en programmation et capacité à gérer des gros volumes de données.

### **Bibliographie**

- Ardhuin F., L. Gualtieri, E. Stutzmann. How ocean waves rock the Earth: two mechanisms explain microseisms with periods 3 to 300 s2015, *Geophys. Res. Lett.* 42, 765-772, doi:10.1002/2014GL062782
- Ardhuin F., E. Stutzmann, M. Schimmel, A. Mangeney. Revealing ocean wave sources of seismic noise, 2011, *J. Geophys. Res.*, 116, C09004, doi:10.1029/2011JC006952
- Stutzmann E., F. Arduin, M. Schimmel, A. Mangeney, G. Patau, Modelling long-term seismic noise in various environments 2012, *Geoph. J. Int.*, doi:10.1111/j.1365-246X.2012.05638.x.
- Meschede M., E. Stutzmann, V. Farra, M. Schimmel, F. Arduin. The effect of water column resonance on the spectra of secondary microseism P waves 2017, *J. Geophys. Res.*, 122, 8121-8142., doi:10.1002/2017JB014014

