



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2018

TITRE du SUJET : Classification de signaux sismo-volcaniques par apprentissage automatique (machine learning)

Directeur: [Métaxian Jean-Philippe](mailto:metaxian@ipgp.fr), fonction (DR), metaxian@ipgp.fr
Co-directeur **Mars Jérôme**, Pr, jerome.mars@gipsa-lab.grenoble-inp.fr
Equipe d'accueil : **IPGP- Equipe de Sismologie – UMR7154**

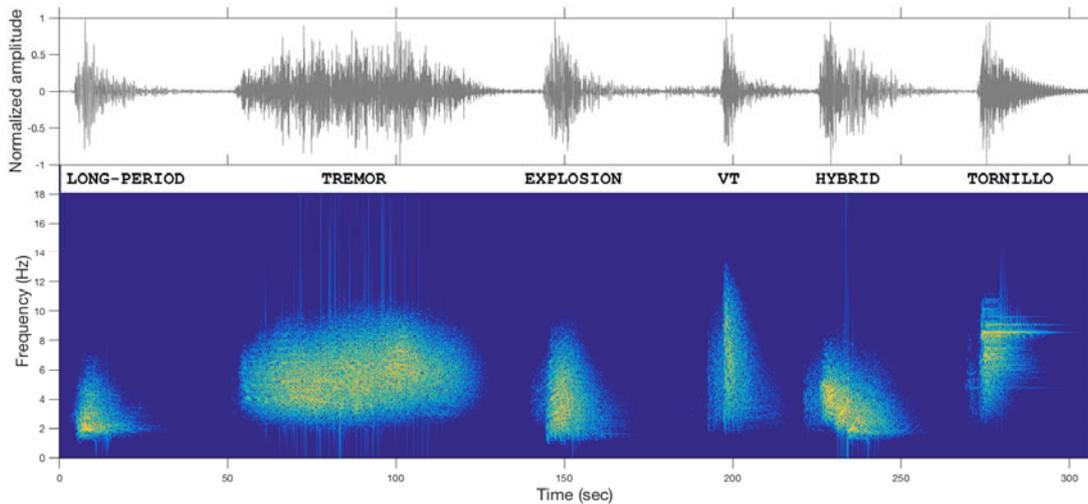
Financement : **Contrat doctoral avec ou sans mission d'enseignement**

*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*

Développement du Sujet : (1 à 2 pages)

L'interprétation des signaux sismo-volcaniques apporte une connaissance sur l'activité interne des volcans. Chaque type de signal sismique peut être associé à un processus physique (fracturation de roche, transfert de fluide dans un dyke, émission de cendres, croissance de dôme, etc.). En terme d'analyse des données, il en résulte un problème de reconnaissance des formes dans lesquelles les signaux observés sont attribués à des classes sémantiques (chacune associée à une activité volcanique différente). La classification est particulièrement complexe car il existe une grande variété de signatures volcano-sismiques (classes) sur un volcan donné et que les propriétés intraclasses évoluent au cours du temps (entre période de repos et éruption, d'une éruption à l'autre, etc.). Le nombre d'événements de chaque classe peut également augmenter considérablement au cours d'une phase éruptive. La plupart des observatoires volcanologiques classent les signaux manuellement. En période de crise, cette approche manuelle est inopérante. Comme dans de nombreuses situations de Big Data, les approches d'apprentissage automatique (machine learning) sont désormais considérées comme capables d'analyser des années de signaux, permettant ainsi une surveillance automatique à plus grande échelle.

Malfante et al., (2018a) ont proposé une architecture basée sur la classification supervisée dans laquelle un modèle de prédiction est construit à partir d'un ensemble de données d'observations étiquetées. La méthodologie de classification se compose d'une étape de représentation des signaux étiquetés dans l'espace des descripteurs qui quantifient des valeurs physiques des observations, puis l'utilisation d'un classificateur automatique pour entraîner le modèle. L'application à un catalogue de 6 années de données sismiques du volcan Ubinas (Pérou) comprenant plus de 100 000 signaux a permis de classer avec succès plus de 90% des signaux du catalogue répartis en 6 classes. Ce résultat remarquable est prometteur pour des applications de surveillance. Ce type d'analyse a permis de détecter des variations d'activité au cours du temps, identifiées par des variations du taux de classification, qui n'avaient pas pu être détectées visuellement à l'observatoire (Malfante et al., 2018b). Cet autre résultat ouvre des perspectives pour mieux comprendre la dynamique des processus éruptifs.



Formes d'onde et spectrogrammes représentant 6 classes caractéristiques de l'activité éruptive du volcan Ubinas.

Les objectifs de la thèse sont 1) tester d'autres méthodes de classification, notamment des méthodes de classification semi-supervisé et supervisé afin de pouvoir s'affranchir de catalogues de données, 2) les appliquer aux bases de données de différents volcans dans le but d'analyser les processus éruptifs ou dans un but de surveillance. Les bases de données proviendront du volcan Ubinas pour lequel nous disposons d'enregistrements continus sur la période 2006-2018 incluant 3 éruptions et celle du volcan de la Soufrière de la Guadeloupe dont l'activité connaît une évolution depuis plusieurs années. Les bases de données d'autres volcans pourront être ajoutées en fonction des opportunités.

Qualifications

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

Bibliographie

- Malfante, M., M. Dalla Mura, J. P. Métaixian, J. I. Mars, O. Macedo and A. Inza, "Machine Learning for Volcano-Seismic Signals: Challenges and Perspectives," in IEEE Signal Processing Magazine, vol. 35, no. 2, pp. 20-30, March 2018. doi: 10.1109/MSP.2017.2779166
- Malfante, M., M. Dalla Mura, J. I. Mars, J. P. Metaxian, O. Macedo and A. Inza "Automatic Classification of Volcano Seismic Signatures", J. Geophys. Res, under review