

**SUJET DE STAGE**  
**Master 2 - 2017-2018**

**Intitulé du sujet :**

**Apport du GNSS mono-fréquence pour l'observation ionosphérique des séismes et des tsunamis**

*Contribution of mono-frequency GNSS to the ionospheric observation of earthquakes and tsunamis*

**Sujet :**

Le tsunami géant de Sumatra-Andaman du 26 décembre 2004, puis le tsunami de Tohoku du 11 mars 2011, ont rappelé qu'il est nécessaire de prémunir les côtes bordant les zones de subduction contre les effets dévastateurs des séismes sous-marins. Les systèmes d'alerte ont échoué à prédire précisément l'amplitude de ces événements à cause de (1) la difficulté et du coût pour instrumenter les océans avec des réseaux denses et de haute qualité et (2) l'incapacité des données conventionnelles (sismologiques et géodésiques) à prédire précisément l'amplitude d'un tsunami avant qu'il ne balaie les côtes proches de l'épicentre (<500 km). Une solution pour surmonter ces limitations pourrait venir de l'observation des perturbations ionosphériques ou plus précisément les mesures de contenu électronique total (TEC) de l'ionosphère, dérivées des données satellitaires GNSS (constellations GPS, GLONASS, Galileo, Beidou,...) et DORIS. Cette observable est basée sur la mesure du retard dispersif introduit par le plasma ionosphérique sur les ondes radio émises sur au moins deux fréquences. L'utilisation de récepteurs légers et à bas coût embarqués sur des plateformes mobiles (bateaux, nanosatellites, ...) pourrait permettre de multiplier les observations dans des régions du monde pas ou peu couvertes par des sismomètres ou des tsunamimètres. **L'objectif de ce stage pluridisciplinaire est d'étudier la faisabilité d'utiliser de tels dispositifs en s'intéressant plus particulièrement à la mesure mono-fréquence de l'ionosphère.**

Le travail de stage consistera dans un premier temps à étudier la signature ionosphérique du séisme de Pedernales (Equateur, Mw7.8) pour se familiariser avec l'ensemble de la chaîne de traitement et d'analyse des perturbations ionosphériques co-sismiques, c'est-à-dire : (1) collecter les données autres que celles acquises par des récepteurs GNSS permanents (déjà collectées), (2) les traiter (extraction du TEC) pour les différentes bandes de fréquence associées aux différentes constellations et (3) les modéliser par tracé de rayons acoustiques. Cette méthode a été mise en œuvre pour la première fois avec succès sur le séisme de Kaikoura (Nouvelle Zélande, Mw7.8). Le/la stagiaire participera ainsi aux développements en cours sur le logiciel *IonoSeis*, réalisé en collaboration avec l'université de Boise (USA) et contribuera à l'interprétation des résultats. Une étude approfondie de la qualité du contenu électronique total mesuré sera réalisée et une stratégie d'estimation de la perturbation de TEC à partir de données mono-fréquence sera développée après étude bibliographique. Des produits ionosphériques (cartes GIM ou autres) pourront être utilisés pour caler l'observable et prendre en compte les variations grandes longueurs d'onde de l'ionosphère.

Dans la continuité de la première étude, et en fonction du profil du candidat et de la durée du stage, on s'intéressera à modéliser les observations ionosphériques co-sismiques pour le cas d'un récepteur GNSS mono-fréquence embarqué à bord d'un satellite en orbite basse et à évaluer sa capacité à mesurer les perturbations ionosphériques caractéristiques des séismes et des

tsunamis. Un travail comparatif de la précision du positionnement mono-fréquence mono-constellation et bi-fréquence multi-constellation sera aussi demandé.

Le stage sera encadré par L. Rolland du laboratoire Géoazur, et de fortes interactions avec la Boise State University (USA) et l'Institut de Physique du Globe de Paris sont prévues.

Ce stage de recherche est ouvert à tout(e) candidat(e) motivé(e) ayant de solides bases en géophysique et/ou en télédétection. Un intérêt pour la programmation informatique et la modélisation numérique est fortement recommandé.

Le laboratoire d'accueil, Géoazur, est situé sur la technopôle de Sophia-Antipolis près de Nice. Le/la stagiaire intégrera l'équipe *Astrogeo-GPM*, experte en observations satellitaires, et interagira aussi avec l'équipe *Séismes*, experte en inversion multi-données de la source des grands séismes. Il/elle bénéficiera de l'environnement de formation offert par le Centre Spatial Universitaire de l'Université Côte d'Azur.

**Lieu du stage :** UMR Géoazur de l'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA), Sophia-Antipolis  
**Gratification (demandée au laboratoire):** 554,40 euros/mois

### Encadrants :

Lucie ROLLAND, Physicienne Adjointe  
UMR Géoazur / Observatoire de la Côte d'Azur  
Equipe Astrogeo-GPM  
[lrolland@geoazur.unice.fr](mailto:lrolland@geoazur.unice.fr)  
04 83 61 86 97