

## **Proposition de projet de thèse dans le domaine de la sismologie, géomécanique, géotechnique**

---

### **Vers une approche physique de l'aléa glissement de terrain sous-marin déclenché par un séisme**

---

Contrat doctoral de 3 ans (CDD)

**Date limite de candidature: 9 avril 2021**

**Prise d'effet du contrat: automne 2021**

#### **1. Description du projet de thèse**

Les glissements de terrain sous-marins modifient la morphologie des zones côtières et sont parfois responsables de tsunamis proximaux susceptibles de causer des dégâts importants. Ces glissements sous-marins s'initient souvent spontanément, mais ils peuvent aussi être déclenchés par des séismes. Le déclenchement des glissements de terrain par des séismes a été étudié empiriquement, mais les modèles quantitatifs basés sur la physique de l'initiation des instabilités par chargement dynamique sont encore insuffisamment développés pour évaluer ce danger. Le projet vise à combler cette lacune en intégrant les capacités de calcul actuelles dans la modélisation des sources sismiques, de la propagation des ondes et de l'initiation des instabilités dans les géomatériaux.

Le but de cette thèse est de développer des modèles géomécaniques de différents niveaux de complexité pour comprendre l'importance de chaque paramètre constitutif du système géologique à étudier (séisme-instabilité-glissement), développer des relations simples basées sur des modèles physiques qui se prêtent à l'évaluation de l'aléa glissements de terrain sous-marins, et les généraliser au-delà d'un site pilote.

Le projet s'appuiera sur les données existantes et les études antérieures sur la pente de l'aéroport de Nice-Côte d'Azur (France), site pilote de notre étude (Dan et al., 2007 ; Kelner et al., 2016 ; Rohmer et al., 2020). Un glissement de terrain et un tsunami catastrophiques se sont produits en octobre 1979, lors de l'extension de la plateforme pour la construction d'un port de commerce (Sultan et al. 2010). Compte tenu du niveau de sismicité de la région sud-est de la France, il est important d'estimer l'impact potentiel d'un séisme sur la pente de l'aéroport, où se trouvent des dépôts sédimentaires à faible résistance. De plus, grâce à l'installation d'un sismomètre large bande sous la mer, une forte amplification des ondes sismiques a été mise en évidence et augmente considérablement l'aléa sismique dans cette zone (Courboux et al., 2020) d'où l'importance de cette étude dans un site à fort enjeu.

Une approche intégrée de modélisation, comprenant la cinématique et la dynamique de la source étendue, la propagation d'ondes et l'initiation du glissement de terrain, est nécessaire pour

prendre en compte la complexité de la source quand elle est proche du site, et du champ d'ondes quand il est modifié par les structures géologiques locales. Le glissement s'initiant sur un plan de faiblesse existant peut être modélisé comme une instabilité de frottement (Helmstetter et al, 2004 ; Viesca et Rice, 2012). Des opportunités restent donc à saisir en exploitant les avancées récentes dans la compréhension du processus de nucléation de séismes et de leur déclenchement dynamique, en particulier dans le cadre des lois de frottement modernes développées à partir d'observations en laboratoire et de modèles micro-mécaniques et en adaptant les outils de simulation numérique de la rupture sismique.

## Références

- Courboux, F., Mercerat, E.D., Deschamps, A., Migeon, S., Baques, M., Larroque, C., Rivet, D., Hello, Y. (2020) Strong Site Effect Revealed by a New Broadband Seismometer on the Continental Shelf Offshore Nice Airport (Southeastern France). *Pure and Applied Geophysics*, doi : 10.1007/s00024-019-02408-9
- Dan, G., Sultan, N. & Savoye, B.(2007). The 1979 Nice harbour catastrophe revisited: Trigger mechanism inferred from geotechnical measurements and numerical modelling. *Marine Geology*, 245:40–64. doi: 10.1016/j.margeo.2007.06.011
- Helmstetter, A., D. Sornette, J.-R. Grasso, J. V. Andersen, S. Gluzman, et V. Pisarenko. (2004) Slider Block Friction Model for Landslides: Application to Vaiont and La Clapière Landslides . *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 109, B2.
- Kelner, M., Migeon, S., Tric, E., Courboux, F., Dano, A., Lebourg, T., & Taboada, A. (2016). Frequence and triggering of small-scale submarine landslides on decadal timescales: Analysis of 4D bathymetric data from the continental slope offshore Nice (France). *Marine Geology*, 379, 281-297.
- Rohmer, O., Bertrand, E., Mercerat, E.D., Régnier, J., Pernoud, M., Langlaude, P. and Alvarez, M. (2020) Combining borehole log-stratigraphies and ambient vibration data to build a 3D model of the Lower Var Valley, Nice (France), *Engineering Geology*, 270:105588.
- Viesca, R. C., et J. R. Rice. (2012) Nucleation of Slip-Weakening Rupture Instability in Landslides by Localized Increase of Pore Pressure. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 117, B3. doi.org/10.1029/2011JB008866.

## 2. Compétences souhaitées

Le.a candidat.e doit avoir une bonne formation en méthodes numériques appliquées au contexte de la géophysique et un intérêt clair pour les modélisations numériques et l'évaluation des risques sismiques. Une connaissance des processus d'instabilités géologiques et d'initiation de la rupture sismique est un plus.

Les différentes étapes de modélisation seront effectuées avec le logiciel d'élément spectraux SPECFEM3D disponible sur <http://geodynamics.org>.

## 3. Conditions d'accueil du projet de thèse

- Le doctorant sera employé du Cerema sur CDD doctorant de l'automne 2021 à l'automne 2024 (dates exactes à fixer avec le (la) doctorant(e))
- La rémunération sera d'environ 1500€ nets les deux premières années et 1700€ la troisième
- Le projet se déroulera majoritairement dans les locaux du Cerema à Sophia-Antipolis (équipe de recherche "Repsody") et le laboratoire Géoazur (Université Cote d'Azur) :

CEREMA Méditerranée  
500 route des lucioles  
CS 80125 Valbonne  
06903 Sophia Antipolis cedex  
France

- Les dispositions permettront au doctorant de bénéficier de la formation de l'école doctorale d'inscription: ED 364 Sciences Fondamentales et Appliquées, Université Cote d'Azur, France.

#### 4. Equipe d'encadrement du projet de thèse

- Le(la) doctorant(e) sera accueilli(e) au sein de l'équipe "Repsody" du Cerema, dont le responsable est Luca Lenti (DR, MTES)
- Le projet se déroulera sous la direction de Françoise Courboux (DR, CNRS) en collaboration avec Jean-Paul Ampuero (DR, IRD) du Laboratoire Géoazur
- Le projet sera co-encadré par Diego Mercerat (CR, MTES), chercheur dans l'équipe Cerema

#### 5. Modalités de candidature

Le candidat intéressé est invité à contacter au plus tôt l'encadrant Cerema de ce projet :

Diego Mercerat  
CEREMA Méditerranée,  
500 route des lucioles  
CS 80125 Valbonne  
06903 Sophia Antipolis cedex  
[diego.mercerat@cerema.fr](mailto:diego.mercerat@cerema.fr)  
Tel +33 6 24 83 30 56

#### Contenu du dossier de candidature :

- le CV du candidat
- la copie de sa carte d'identité ou de son passeport
- les notes du master (a minima le master 1 si les notes du master 2 ne sont pas disponibles)
- la copie du dernier diplôme (maîtrise, diplôme d'ingénieur, master recherche si ce dernier est déjà soutenu).
- une lettre de motivation du candidat expliquant son intérêt pour le sujet (1 page recto-verso maximum).
- une lettre de recommandation

Le candidat lui transmettra un dossier complet (contenu ci-dessus), par mél, **avant le 9 avril 2021.**