

**- Title of the proposed PhD thesis**

Turbidites paleoseismology and seismic potential of the Antilles subduction zone

**-Titre du sujet de thèse proposé**

Paléo-sismologie et potentiel sismogène de la subduction des petites Antilles à partir de l'enregistrement sédimentaire

**- PhD supervisor / Directeur de thèse**

Frauke Klingelhoef (Ifremer, Géosciences Marines, Plouzané)

**- PhD co-directors / Co-directeur de thèse**

Gueorgui Ratzov (UMR 7329 Géoazur, Valbonne),  
Antonio Cattaneo (Ifremer, Géosciences Marines, Plouzané)

**- Abstract**

In the Antilles, the relative seismic quiescence with only two historic subduction earthquakes (1839 and 1843 AD;  $M \sim 8-8.3$ ) has suggested a low seismic coupling with little ability to produce a great magnitude earthquake. A similar assumption in Sumatra, however, has revealed wrong, as attested by the 2004 and 2005 earthquakes.

Great magnitude earthquakes remain unpredictable. To understand their recurrence, occurrence, and spatial and temporal variabilities, time-series recording numerous events are necessary. As the recurrence may easily outpass the time spans of the historical record, a paleoseismic approach is necessary.

Significant advances during the last ~decade allow using the marine sedimentary record to build paleoseismological catalogues spanning the last 10000 years. Submarine earthquakes trigger synchronous and widespread turbidity currents. The detailed analysis of the deposits (turbidites), their content, chronology, and spatial extent allow discriminating between co-seismic and climatic trigger, and thus reconstruct long time-series of earthquakes.

The PhD candidate will use subsurface geophysical data and sedimentary cores collected during the Antithesis (2013-2014) and Caseis (june/july 2016, p.i. Nathalie Feuillet, IPG, Paris) oceanographic cruises offshore the Antilles to: A) constrain the sedimentary transfer axis and turbidite sources, and B) establish a Holocene paleoseismic catalog. The results will then be compared to the subduction parameters (lateral variations of coupling, of convergence obliquity, interplate contact geometry, structural inheritance...) to understand the seismogenesis of the Antilles subduction zone.

**- Résumé**

Dans les Antilles, la relative quiescence sismique avec deux uniques séismes de subduction connus (1839 et 1843,  $M \sim 8-8.3$ ) a longtemps laissé supposer à un faible couplage sismique entre les deux plaques, impliquant un faible potentiel pour générer des forts séismes. La même hypothèse faite à Sumatra s'est avérée fautive, avec l'occurrence des séismes de 2004 et 2005. Les séismes de forte magnitude (mégaséismes) restent imprévisibles. Pour comprendre la récurrence, l'occurrence, et les variabilités spatiales et temporelles des ces mégaséismes, des séries temporelles enregistrant de nombreux évènements sont indispensables. La récurrence pouvant dépasser largement la durée historique, l'approche paléosismique est nécessaire. Des avancées significatives au cours des derniers ~10 ans permettent d'utiliser l'enregistrement sédimentaire à cette fin. En effet, les séismes sous-marins peuvent générer des courants de turbidité synchrones et à grande échelle. L'analyse détaillée de la sédimentologie de leurs dépôts (turbidites), de leur contenu en fossiles, de leur chronologie, et de leur répartition spatiale permettent de discriminer le déclenchement co-sismique ou non, et ainsi de reconstituer des séries temporelles longues (jusqu'à 10 000 ans) de séismes.

L'étudiant(e) utilisera les données géophysiques superficielles et carottes des campagnes Antithesis (2013-2014) et Caseis (juin/juillet 2016, chef de mission Nathalie Feuillet, IPG Paris)

au large des Antilles afin de : A) contraindre les axes de transferts sédimentaires et les sources des turbidites, et B) établir un calendrier paléosismique holocène. Les résultats seront confrontés aux paramètres liés à la subduction (variations latérale de couplage, d'obliquité de la convergence, géométrie du contact interplaque, héritage structural...) pour comprendre la sismogénèse du contact interplaques des Antilles.

- **Keywords:** turbidites, paleoseismology, subduction, Antilles

- **Mots-clé :** turbidites, paléosismologie, subduction, Antilles

#### - **PhD candidate profile**

The PhD candidate holds a Master degree in marine geology with at least one point of strength in sedimentology (main topic), stratigraphy, geomorphology, seismotectonics. He/she has a strong motivation to work with integrated datasets including sediment cores, bathymetry, seismic profiles. The candidate will work in a sedimentology / geophysics lab to produce new results and present them in oral and written form. Ideally, the candidate has experience in acquisition of data at sea and in the discussion of integrated datasets.

#### - **Profil de candidature souhaitée**

Le candidat recherché doit être titulaire d'un diplôme Master 2 ou équivalent (BAC+5) dans le domaine de la géologie marine et a développé des compétences en sédimentologie (sujet principal) et/ou géophysique, stratigraphie, sismotectonique. Le candidat doit démontrer un intérêt à intégrer des données de carottes de sédiment avec données de nature différente comprenant bathymétrie, profils sismiques CHIRP et multitraces. Le candidat est motivé pour travailler dans un laboratoire de sédimentologie et géophysique pour produire des résultats et les présenter sous forme orale/écrite. Idéalement, le candidat a acquis expérience dans l'acquisition de données en mer et a une aptitude à travailler sur l'intégration de données.

#### - **General bibliography / Bibliographie de référence**

- Adams, J., 1990. Paleoseismicity of the Cascadia subduction zone: evidence from turbidites off the Oregon-Washington margin. *Tectonics* 9, 569-583.
- Feuillet, N., Beauducel, F., Tapponnier, P., 2011, Tectonic context of moderate to large historical earthquakes in the Lesser Antilles and mechanical coupling with volcanoes. *J. Geophys. Res.*, 116, B10308.
- Goldfinger, C., Nelson, C.H., Johnson, J.E., 2003. Holocene earthquake records from the Cascadia Subduction Zone and northern San Andreas fault based on precise dating of offshore turbidites. *Ann. Rev. Earth Plan. Sci.* 31, 555-577.
- Goldfinger, C., Ikeda, Y., Yeats, R. S., Ren, J, 2013. Superquakes and Supercycles. *Seismol. Res. Lett.* 84, 24-32.
- Gràcia, E., Vizcaino, A., Escutia, C., Asioli, A., Rodés, A., Pallàs, R., Garcia Orellana, J., Lebreiro, S., Goldfinger, C., 2010. Holocene earthquake record offshore Portugal (SW Iberia): Testing turbidite paleoseismology in a slow-convergence margin. *Quaternary Science Reviews* 29, 1156-1172.
- Hayes, G.P., McNamara, D.E., Seidman, L., Roger, J., 2014. Quantifying potential earthquake and tsunami hazard in the Lesser Antilles subduction zone of the Caribbean Region. *Geophys. J. Int.* 196, 510-521.
- McHugh, C.M.G., Seeber, L., Cormier, M.-H., Hornbach, M. 2014. Submarine paleoseismology along populated transform boundaries: The Enriquillo-Plantain-Garden Fault, Canal du Sud, Haiti, and the North Anatolian Fault, Marmara Sea, Turkey. *Oceanography* 27(2),118-131.
- Laigle, M., Hirn, A., Sapin, M., Bécel, A., Charvis, P., Flueh, E., Diaz, J., Lebrun, J.-F., Gesret, A., Raffaele, R., Galvé, A., Evain, M., Ruiz, M., Kopp, H., Bayrakci, G., Weinzierl, W., Hello, Y., Lépine, J.-C., Viodé, J.-P., Sachpazi, M., Gallart, J., Kissling, E., Nicolich, R., 2013. Seismic structure and activity of the north-central Lesser Antilles subduction zone from an integrated approach: Similarities with the Tohoku forearc. *Tectonophysics* 603, 1-20.
- Pouderoux, H., Lamarche, G., Proust, J.-N., 2012. Building an 18000-year-long paleo-earthquake record from detailed deep-sea turbidite characterisation in Poverty Bay, New Zealand, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 12, 2077–2101.

### **- Relevant supervisor bibliography / Bibliographie de l'équipe encadrante**

- Babonneau, N., Cattaneo, A., Ratzov, G., Déverchère, J., Yelles-Chaouche, A., Lateb, T., Si Bachir, R., 2016. Turbidite chronostratigraphy off Algiers, central Algerian margin: A key for reconstructing Holocene paleoearthquake cycles. *Marine Geology*, accepted.
- Cattaneo, A., Babonneau, N., Ratzov, G., Dan-Unterseh, G., Yelles, K., Bracène, R., Mercier de Lépinay, B., Boudiaf, A., Déverchère, J., 2012. Searching for the seafloor signature of the 21 May 2003 Boumerdès earthquake offshore central Algeria. *Natural Hazard and Earth System Sciences* 12, 2159-2172.
- Klingelhoefer F., Gutscher M.-A., Ladage S., Dessa J.-X., Graindorge D., Franke D., Andre C., Permana H., Yudistira T., Chauhan A., 2010. Limits of the seismogenic zone in the epicentral region of the 26 December 2004 great Sumatra-Andaman earthquake: Results from seismic refraction and wide-angle reflection surveys and thermal modeling. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 115 (B01304), 1-23.
- Lepretre A, Klingelhoefer F, Graindorge D, Schnurle P, Beslier M.O., Yelles K., Deverchere J, Bracene R., 2013. Multiphased tectonic evolution of the Central Algerian margin from combined wide-angle and reflection seismic data off Tipaza, Algeria. *Journal of Geophysical Research-solid Earth*, 118(8), 3899-3916.
- Ratzov, G., Collot, J.Y., Sosson, M., and Migeon, S., 2010, Mass transport deposits in the northern Ecuador subduction trench: Result of frontal erosion over multiple seismic cycles: *Earth and Planetary Science Letters*, 296, 89-102.
- Ratzov, G., Cattaneo A., Babonneau N., Déverchère, J., Yelles, K., Bracène, R., Courboulex, F., 2015. Holocene turbidites record earthquake supercycles at slow convergence plate boundary. *Geology* 43(4), 331-334.

### **APPLICATION / DOSSIER DE CANDIDATURE**

**Application open until Sep 12, 2016 / Please send application through the EDSM website**  
**Candidature ouverte jusqu'au 12/09/2016 / Envoyez votre candidature par le site de l'EDSM**  
- <https://edsm.univ-brest.fr/fr/recrutements-2016-en-cours>  
- <https://thesesenbretagne.ueb.eu/edsm/theses-2016> (then 'Sc. de l'Univers', then 'IFREMER Geosciences Marines')

=> UPLOAD as a SINGLE PDF FILE (name\_forename.pdf) the following: i) your CV, ii) a motivation letter; iii) your academic record of the last 2 years, iv) any other relevant document.

=> CHARGER UN SEUL FICHER PDF (nom\_prenom.pdf) contenant : i) CV, ii) lettre de motivation, iii) notes de Bac+3 à Bac +5 ou équivalents, iv) toute pièce que vous jugez nécessaire à la valorisation de votre dossier.

### **ADDRESS FOR PDF FILE UPLOAD / ADRESSE POUR L'ENVOI DU FICHER PDF**

<https://thesesenbretagne.ueb.eu/edsm/theses-2016/paleo-sismologie-et-potentiel-sismogene-1/++add++ueb.thesesenbretagne.candidate>

### **CONTACTS**

#### **- Academic institution / Ecole doctorale de référence**

Ecole Doctorale de Sciences de la Mer (EDSM), UBO, Plouzané <https://edsm.univ-brest.fr/>

#### **- Hosting research institution / Laboratoire d'accueil**

Ifremer, Géosciences Marines, Plouzané (main) and UMR 7329 Géoazur, Valbonne

#### **- Foreseen collaborations / Collaborations envisagées**

CASEIS team and Nathalie Feuillet (IPGP) :

<http://www.ipgp.fr/fr/tecto/campagne-caseis-a-recherche-seismes-passes-larc-petites-antilles>

See also the website of CASEIS cruise: <http://www.ipgp.fr/fr/campagne-mer-caseis>

#### **- For further information please contact**

[frauke.klingelhoefer@ifremer.fr](mailto:frauke.klingelhoefer@ifremer.fr), [ratzov@geoazur.unice.fr](mailto:ratzov@geoazur.unice.fr), [antonio.cattaneo@ifremer.fr](mailto:antonio.cattaneo@ifremer.fr)