

## PROPOSITION D'UN PROJET DE THÈSE

### A L'ÉCOLE DOCTORALE

#### « Écologie, Géosciences, Agronomie, ALimentation »

#### INFORMATIONS GÉNÉRALES

<b>Titre de la thèse :</b> Évaluation de l'énergie sismique libérée dans l'Ouest de la France métropolitaine
<b>Acronyme :</b> ESOF
<b>Champ disciplinaire :</b> Géosciences
<b>Trois mots-clés :</b> Sismicité – Massif armoricain – RESIF
<b>Unité d'accueil :</b> Laboratoire de Planétologie et Géodynamique (LPG, UMR 6112), Nantes Université
<b>Nom, prénom du directeur de thèse :</b> MOCQUET Antoine <b>Adresse mail :</b> antoine.mocquet@univ-nantes.fr <b>Nom, prénom du co-encadrant de thèse :</b> BONNIN Mickaël <b>Adresse mail :</b> mickael.bonnin@univ-nantes.fr
<b>Financement (origine et montant) :</b> EroSeis (projet ANR-20-CE01-0005-02), 162 216,00 €
<b>Contacts (adresse postale) :</b> - Direction de thèse : Antoine MOCQUET/Mickaël BONNIN antoine.mocquet@univ-nantes.fr/mickael.bonnin@univ-nantes.fr - Responsable administrative : Sophie HUGUET sophie.huguet@univ-nantes.fr ; +33(0)2.51.12.53.15  Laboratoire de Planétologie et Géodynamique (LPG, UMR6112) UFR des Sciences et des Techniques 2 rue de la Houssinière, BP 92208 44322 Nantes Cedex 3, France
<b>Mode de recrutement</b> <input type="checkbox"/> <b>Concours</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Entretien</b> <input type="checkbox"/> <b>Autre (précisez) :</b>

## DESCRIPTION SCIENTIFIQUE DU PROJET DE THÈSE

### Contexte socio-économique et scientifique

Le Laboratoire de Planétologie et Géodynamique (LPG), Unité Mixte de Recherches sous tutelle de l'Université de Nantes, de l'Université d'Angers et du CNRS, s'investit depuis plus de dix ans dans l'instrumentation sismologique de l'Ouest de la France métropolitaine. Sa zone d'intervention s'étend sur près d'un quart du territoire métropolitain (Nouvelle-Aquitaine, Pays de la Loire, Bretagne, Normandie, Centre Val de Loire). Cette action est menée en soutien à l'Observatoire des Sciences de l'Univers Nantes-Atlantique (OSUNA), dont le LPG est membre fondateur. Elle est effectuée dans le cadre de l'Action Nationale pour l'Observation (ANO) "Sismologie" de l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU - CNRS), au sein de l'Infrastructure de Recherche RESIF-EPOS (Réseau Sismologique Français). Grâce à cette action, l'Ouest de la France métropolitaine est à présent couvert par un réseau de 26 stations sismologiques permanentes à large bande passante.

### Hypothèses et questions scientifiques

Le réseau sismologique à présent en place met en évidence une sismicité importante de la région en terme de fréquence des événements et modérée à faible en terme de magnitudes. La grande majorité des séismes advient dans les zones de socle ancien (Massif armoricain), les bassins sédimentaires adjacents étant pratiquement asismiques. Les processus à l'origine de cette sismicité sont très mal connus, tant pour ses causes à long terme (contraintes tectoniques passées, influence des structures géologiques anciennes, phénomènes érosifs, rebond postglaciaire, ...) que pour ces facteurs déclencheurs actuels (charges et décharges hydrauliques en milieu continental ou marin). Certains de ces phénomènes, tels que le rôle joué par l'érosion, ne sont encore que des hypothèses et font l'objet de l'ANR EroSeis qui finance cette thèse. Leur compréhension doit donc débiter par une évaluation précise de l'énergie libérée par les séismes et la caractérisation des déformations associées.

### Principales étapes de la thèse et démarche

- *Première année* -

- Étude bibliographique sur l'histoire tectonique et la sismicité des zones continentales stables en général et de l'Ouest de la France métropolitaine en particulier.

- Formation théorique et pratique à la détermination des paramètres de source des séismes.

- Compilation des bases de données existantes (magnitudes, mécanismes au foyer) et analyse critique de ces données.

- *Deuxième année* -

- En collaboration avec les personnes travaillant sur la localisation des événements, évaluation systématique de leurs magnitudes, mécanismes et autres paramètres de source.

- Ré-évaluation critique des mécanismes publiés dans la littérature à la lumière de ces nouvelles déterminations.

- *Troisième année* -

- Mise en relation de la sismicité avec les différents phénomènes pouvant être à son origine, propositions et perspectives sur la caractérisation et les causes de la sismicité en domaine intracontinental stable.

Ce programme prévisionnel a vocation à évoluer suivant l'avancement des recherches. Celles-ci feront l'objet de communications dans des congrès nationaux et internationaux, et de publication dans des revues à comité de lecture d'audience internationale.

### Approches méthodologiques et techniques envisagées

Ce travail se fera au sein du projet EroSeis, en particulier avec l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) pour l'étude des sources sismiques. Un travail de thèse connexe débuté en 2020, portant sur la détection des événements et leur localisation précise, fournira ces paramètres d'entrée indispensables à l'évaluation des paramètres de la source sismique. Ceux-ci seront évalués par l'emploi de logiciels existants. Des méthodes permettant d'évaluer la précision des mécanismes au foyer et de les confronter à d'autres mesures de déplacement (p.e. GPS) ou de déformations, pourront être développées.

### Compétences scientifiques et techniques requises pour le candidat

- Formation initiale, soit en sciences de la Terre avec un bon niveau et un goût prononcé pour la physique (en particulier mécanique), soit en physique avec une formation complémentaire en sciences de la Terre (utile mais pas indispensable).
- Des compétences pratiques ou des facilités d'apprentissage en traitement du signal et en programmation scientifique (Matlab, Python, Fortran, ...) sont recommandées.

## ENCADREMENT DE LA THÈSE

<b>Nom de l'unité d'accueil :</b> Laboratoire de Planétologie et Géodynamique (LPG, UMR6112)	<b>Nom de l'équipe d'accueil :</b> Thème Terre
<b>Nom du directeur de l'unité :</b> Antoine MOCQUET	<b>Nom du responsable de l'équipe :</b> Éric BEUCLER & Olivier BOURGEOIS
<b>Coordonnées du directeur de l'unité :</b> dir.umr6112@univ-nantes.fr	<b>Coordonnées du responsable de l'équipe :</b> eric.beucler@univ-nantes.fr/olivier.bourgeois@univ-nantes.fr
<b>Directeur de thèse</b> Nom, prénom : MOCQUET Antoine Fonction : Professeur des Universités Date d'obtention de l'HDR : 1997 École doctorale de rattachement : EGAAL Employeur : Université de Nantes Taux d'encadrement doctoral dans le présent sujet : 50% Taux d'encadrement doctoral en cours (directions et co-directions) (%) : 0 Nombre de directions/co-directions de thèse en cours : 0	
<b>Co-encadrant de thèse</b> Nom, prénom : BONNIN Mickaël Fonction : Physicien-adjoint Titulaire de l'HDR : <input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non Si oui, date d'obtention de l'HDR : Employeur : Université de Nantes École doctorale de rattachement : EGAAL Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 50% Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) (%) : 50% Nombre de co-encadrements de thèse en cours : 1	

### Devenir des anciens doctorants du directeur et co-encadrant de thèse (depuis 5 ans)

- Nom, prénom : GAUDOT Ianis

Date de début et de fin de thèse : 01/01/2013 - 22/01/2016

Direction de thèse : Éric BEUCLER/Antoine MOCQUET

Emploi actuel, lieu : Ingénieur géophysicien au BRGM, Orléans

Contrat : CDI

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

- Bonnin, M., S. Chevrot, **I. Gaudot**, M. Haugmard, and the PYROPE Working Group (incl. E. Beucler & A. Mocquet), Upper mantle deformation beneath the Pyrenean domain inferred from SKS splitting in northern Spain and southern France, *Geophys. J. Int.*, 210, 898-910, doi:10.1093/gji/ggx193, 2017.
- Gaudot, I.**, E. Beucler, A. Mocquet, M. Schimmel, M. Le Feuvre, Statistical redundancy of instantaneous phases : Theory and application to the seismic ambient wavefield, *Geophys. J. Int.*, 204, 1159-1163, doi:10.1093/gji/ggv501, 2016.
- Gaudot, I.**, E. Beucler, A. Mocquet, M. Drilleau, M. Haugmard, M. Bonnin, G. Aertgeerts, D. leparoux, 3-D crustal  $V_S$  model of western France and the surrounding regions using Monte-Carlo inversion of seismic noise cross-correlation dispersion diagrams, *Geophys. J. Int.*, 224(3), 2173-2188, doi:10.1093/gji/ggaa552, 2021.

- Nom, prénom : HAUGMARD Méric

Date de début et de fin de thèse : 01/01/2013 - 14/10/2016

Direction de thèse : Antoine MOCQUET/Éric BEUCLER

Emploi actuel, lieu : Entrepreneur indépendant

Contrat (post-doc, CDD, CDI) : -

Liste des publications issues de ce travail de thèse :

- Bonnin, M., S. Chevrot, I. Gaudot, **M. Haugmard**, and the PYROPE Working Group (incl. E. Beucler & A. Mocquet), Upper mantle deformation beneath the Pyrenean domain inferred from SKS splitting in northern Spain and southern France, *Geophys. J. Int.*, 210, 898-910, doi:10.1093/gji/ggx193, 2017.
- Cara, M. et al., dont **M. Haugmard**, E. Beucler & A. Mocquet, SI-Hex : A new catalogue of instrumental seismicity for metropolitan France, *Bull. Soc. géol. France*, 186(1), 3-19, 2015.
- Gaudot, I., E. Beucler, A. Mocquet, M. Drilleau, **M. Haugmard**, M. Bonnin, G. Aertgeerts, D. leparoux, 3-D crustal  $V_S$  model of western France and the surrounding regions using Monte-Carlo inversion of seismic noise cross-correlation dispersion diagrams, *Geophys. J. Int.*, 224(3), 2173-2188, doi:10.1093/gji/ggaa552, 2021.

### Publications majeures des 5 dernières années du directeur de thèse et co-encadrant sur le sujet de thèse :

- Beucler, E., **A. Mocquet**, M. Schimmel, S. Chevrot, O. Quillard, J. Vergne, M. Sylvander, Observation of deep water microseisms in the North Atlantic Ocean using tide modulations, *Geophys. Res. Lett.*, 42, doi:10.1002/2014GL062347, 2015.
- Bonnin, M.**, S. Chevrot, *I. Gaudot*, *M. Haugmard*, and the PYROPE Working Group (incl. E. Beucler & **A. Mocquet**), Upper mantle deformation beneath the Pyrenean domain inferred from SKS splitting in northern Spain and southern France, *Geophys. J. Int.*, 210, 898-910, doi:10.1093/gji/ggx193, 2017.
- Cara, M. et al., dont *M. Haugmard*, E. Beucler & **A. Mocquet**, SI-Hex : A new catalogue of instrumental seismicity for metropolitan France, *Bull. Soc. géol. France*, 186(1), 3-19, 2015.

Chevrot, S. et al., dont PYROPE Working Group (incl. E. Beucler & **A. Mocquet**), The Pyrenean architecture as revealed by teleseismic P-to-S converted waves recorded along two dense transects, *Geophys. J. Int.*, 200, 1096-1107, doi:10.1093/gji/ggu400, 2015.

Gaudot, I., E. Beucler, **A. Mocquet**, M. Schimmel, M. Le Feuvre, Statistical redundancy of instantaneous phases : Theory and application to the seismic ambient wavefield, *Geophys. J. Int.*, 204, 1159-1163, doi:10.1093/gji/ggv501, 2016.

Gaudot, I., E. Beucler, **A. Mocquet**, M. Drilleau, *M. Haugmard*, **M. Bonnin**, G. Aertgeerts, D. Leparoux, 3-D crustal  $V_S$  model of western France and the surrounding regions using Monte-Carlo inversion of seismic noise cross-correlation dispersion diagrams, *Geophys. J. Int.*, 224(3), 2173-2188, doi:10.1093/gji/ggaa552, 2021.

Maguire, R., J. Ritsema, **M. Bonnin**, P.E. van Keken, S. Goes, Evaluating the resolution of deep mantle plumes in teleseismic traveltimes tomography, *J. Geophys. Res. : Solid Earth*, 123(1), 384-400, doi: 10.1002/2017JB014730, 2018.

Petit, C., L. Le Pourhiet, B. Scalabrino, M. Corsini, **M. Bonnin**, A. Romagny, Crustal structure and gravity anomalies beneath the Rif, northern Morocco : Implications for the current tectonics of the Alboran region, *Geophys. J. Int.*, 202(1), 640-652, doi:10.1093/gji/ggv169, 2015.

### FINANCEMENT DE LA THÈSE

**Origine du financement de la thèse :** EroSeis (projet ANR-20-CE01-0005-02), 2021 - 2025

**Salaire brut mensuel :** 1768,55 € actuellement, en attente d'informations sur l'incidence de la Loi de Programmation de la Recherche sur la rémunération des doctorants.

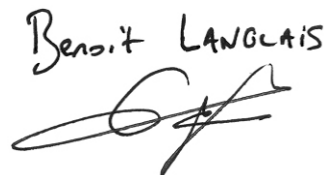
**État du financement de la thèse :** Acquis

**Date du début/durée du financement de la thèse :** 1er octobre 2021 / 3 ans

**Date :** 18 février 2021

**Nom, signature du directeur d'unité :**

Benoit LANGLAIS (Directeur adjoint)



**Nom, signature du responsable de l'équipe :**

Éric BEUCLER



**Nom, signature du directeur de thèse :**

Antoine MOCQUET

