

Sujet	ETUDE SISMO-TECTONIQUE DES SOURCES SISMIQUES DETECTEES PAR LA MISSION INSIGHT ET CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA PROVINCE D'ELYSIUM.
Responsable CNES	Francis Rocard
Laboratoire (s) d'accueil envisagé (s)	Institut de Physique du Globe de Paris
Responsable dans le laboratoire (coordonnées complètes)	Philippe LOGNONNE, Professeur, Université Paris Diderot PI InSIght/SEIS Université Paris Diderot - Institut de Physique du Globe de Paris Planétologie et Sciences Spatiales - Campus spatial - Bâtiment Lamarck A Case 7071, 35-39 rue Hélène Brion 75013 Paris, France Téléphone : +33682815839 E-mail : lognonne@ipgp.fr
Cofinanceur envisagé	Ecole Doctorale STEP'UP IPGP et/ou contrats de recherche (IUF, ANR)
Profil du candidat	Géophysicien ou Géologue avec formation Geophysique
Description succincte du sujet : contexte de l'expérience spatiale, méthodologie appliquée, résultats attendus.	<p>La mission InSight sera lancée en Mai 2018 et déploiera durant l'automne 2018 le premier observatoire géophysique Martien, doté d'un sismomètre très large bande sous responsabilité scientifique de l'IPGP (Expérience SEIS). InSight déploiera également une expérience de flux de chaleur, une station météorologique équipée d'un magnétomètre et des caméras de contexte permettant de caractériser le site d'atterrissage. L'objectif de cette thèse est de compléter l'analyse des données sismologiques de la mission par des analyses sismo-tectoniques et géologiques, in-situ et depuis l'orbite, permettant d'améliorer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la localisation des impacts de météorites, ainsi que la caractérisation 3D du cratère d'impact et la distribution des éjectas, - la détection et localisation des traces et trajectoires de dust devils, tourbillons convectifs fréquents sur Mars, ayant une signature sismique très marquée, - notre compréhension des événements sismiques détectés, - notre compréhension de la structure de la croûte inversée par les données sismologiques et par les autres capteurs géophysiques de la mission. <p>Les données analysées durant la thèse seront donc non seulement les données sismiques à venir d'InSight, correspondant tout à la fois à des séismes, des impacts de météorites ou à des sources atmosphériques détectable depuis l'orbite, tels les dust devils, mais également les données transmises par les différents orbiteurs de la NASA (MRO, Odyssee) et de l'ESA (Mars Express, TGO). La thèse abordera donc deux volets.</p> <p>Le premier volet sera de compléter les analyses sur les sources sismiques martiennes. Dans le cas des séismes, le contexte géologique sera ainsi précisé, et les géométries des failles potentiellement sismiques et des pré-contraintes régionales seront ainsi déterminées à partir des données de télédétection et des données de gravité et topographie. Dans le cas des impacts, la localisation des impacts sera réalisée, en utilisant le logiciel MIDA développé par le CNES/CST, qui permettra de mieux déterminer la position des impacts, en particulier dans les régions non poussiéreuses de Mars où les analyses classiques, réalisées par exemple par inspection visuelle par le JPL sur les données CTX, ne sont plus adaptées. Les cratères d'impacts seront caractérisés avec des outils 3D permettant la réalisation de MNT, ce qui permettra de mieux déterminer la géométrie du cratère d'impact, la quantité d'éjecta et la dynamique de l'impact, y compris la taille, la masse et la vitesse de l'impacteur. La profondeur du substrat et la</p>

structure de la subsurface seront enfin déterminées au voisinage de l'impact, par une analyse morphologique et spectroscopique systématique des éjectas du nouveau cratère et des cratères d'impacts voisins. Dans les deux cas, ces informations orbitales seront alors intégrées dans les inversions sismiques afin de mieux quantifier la source sismique. Entre 5 et 20 évènements sont attendus durant l'année Martienne d'opération nominale de la mission.

Le second volet sera de préciser les contraintes structurelles de la croûte superficielle et de la subsurface, en particulier au voisinage du site d'atterrissage qui a été complètement imagée par le satellite NASA MRO, avec une résolution de 30-60 cm sur les 10000 km² de l'ellipse d'erreur du site d'atterrissage. Cette analyse, couplée à l'analyse des données sismiques, permettra de proposer des modèles régionaux de la structure de la croûte et de la subsurface. Dans ce cadre, les sources sismiques potentielles des dust-devils (et plus généralement liées à la turbulence atmosphérique) seront également étudiées avec les mesures de la station météorologique d'InSight et les données satellitaires précitées, et le cas échéant, les contraintes apportées sur la trajectoire et donc la distance à la station des dust devils seront intégrées dans les inversions de la subsurface. L'étude de la source atmosphérique de bruit sismique sera menée en collaboration avec le Laboratoire de Météorologie Dynamique; l'objectif principal sera d'obtenir une image sismique fidèle de la croûte et de la subsurface, mais les informations collectées sur le bruit sismique atmosphérique permettront par ailleurs de s'intéresser à l'activité atmosphérique proche de la surface, notamment les dust devils.

Enfin et pour les plus gros séismes, le contexte géologique des épacentres seront analysés. Les modèles de structure crustale obtenus pourront alors être interprétés du point de vue de la géologie et de l'histoire de la province d'Elysium et de la dichotomie Nord-Sud.

La thèse sera co-dirigée par P.Lognonné (PR, Paris Diderot, PI SEIS InSight) et Sébastien Rodriguez, MCF Paris Diderot, collaborateur InSight, rodriguez@ipgp.fr **Participerons également à l'encadrement de la thèse A.Lucas (CR CNRS) pour les sources sismiques liées aux impacts et A.Spiga (MCF UMPC) pour les sources sismiques liées à l'atmosphère.**

Outre les collaborations entre toutes les équipes de l'IPGP hébergeant un ou des collaborateurs InSight, une collaboration avec le Centre Spatial de Toulouse, l'Université Pierre et Marie Curie, le LPG de Nantes, ainsi qu'avec le JPL sera développée.