



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2018

TITRE du SUJET :

Imagerie géophysique multi-paramètres de la croûte Martienne par les expériences SEIS et APSS de la mission InSight.

Directeur (trice) : **Nobuaki Fuji** nobuaki@ipgp.fr

Une co-direction de la thèse sera proposée tant à l'IPGP que dans le laboratoire partenaire de cette thèse le cas-échéant : Taichi Kawamura, Philippe Lognonné

Equipe d'accueil : *Equipe Planetologie et Sciences Spatiales et Equipe de Sismologie*
IPGP– UMR7154

Financement : **Contrat doctoral avec ou sans mission d'enseignement**
co-financement de partenaire académique InSight possible.

Plus de renseignement voir : <http://ed560.ipgp.fr>, Rubrique : Offres_de_thèse
Il est indispensable de faire acte de candidature sur le site de l'Ecole doctorale

Développement du Sujet : (1 à 2 pages)

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 un capteur d'infrason et une station météorologique.

L'objectif de cette thèse est de contraindre la structure de la croûte de Mars à partir des données sismiques des événements régionaux et, quand cela sera possible, par des données d'infrasons ou des données provenant du bruit micro-sismique généré par l'atmosphère Martienne.

Les données sismiques régionaux correspondront tout à la fois à des séismes, des impacts de météorites ou des séquences de bruit. Ces données seront enregistrées essentiellement par les composantes courtes et longue période de l'expérience SEIS d'InSight, alors que pour les impacts, des signaux additionnels seront détectés par le capteur de pression de la mission. Ces données seront caractérisées par la détection de trois ou quatre phases sismiques principales (P, S et premières arrivées des ondes de Rayleigh et de Love), pour les impacts par des données supplémentaires de temps d'arrivée des ondes acoustiques, et pour les données de bruit par la détection de réflexion cohérentes dans le bruit.

\

Pour les impacts et contrairement à la structure interne, la structure de l'atmosphère est par contre bien mieux connue. Il sera donc possible, en couplant les modèles régionaux développés par le LMD aux données acquises par InSight et éventuellement des autres missions martiennes au sol (Curiosity) et orbitale, de pouvoir élaborer d'excellent modèle a priori de la structure atmosphérique régionale au moment de la détection du signal et de pouvoir ainsi modéliser de la

meilleure façon les temps d'arrivées des phases acoustiques en fonction de la distance de l'événement.

La première année de la thèse consistera à mettre en place et à tester les algorithmes de modélisation et d'inversion des données sismiques (événements et bruit) et infrasons, dans les différents cas de figure, et donc avec et sans détection d'infrason. Ces algorithmes seront testés avec des données terrestres, afin d'en évaluer les limites et performances. Différentes méthodes de modélisations de forme d'onde (Modes propres 3D, DSM, AxiSEM, SPECFEM 3D) seront pour cela testées et comparées, et une ou deux seront sélectionnées puis optimisées pour les inversions. Ces dernières seront dans un premier temps basées sur des inversions de temps d'arrivées, de dispersion de vitesses d'onde de surface et d'analyse de bruit, puis dans un second temps sur des inversions plus ambitieuses de formes d'ondes. Pour ce qui est de la forme d'onde, une attention particulière sera portée sur l'atténuation sismique et son lien avec la présence d'eau liquide dans la croûte superficielle. Ces contraintes sismiques seront intégrées avec celles obtenues grâce au sondage magnétique réalisé avec le magnétomètre d'InSight, puis interprétée du point de vue du profil en eau dans la croûte superficielle. Pour optimiser le temps de calcul, ces modélisations et inversions utiliseront des stratégies de calcul multi-tâches, compatibles avec des super-calculateurs massivement parallèles. En parallèle, l'intégration des modèles méso-échelle sera testée avec les données de Curiosity et leur interprétation en terme de contraintes sur les ondes acoustiques sera finalisée, tout à la fois pour les profils 1D et 3D de vitesse du son que de vents.

Les secondes et troisièmes années seront dédiées à l'analyse et à l'inversion des données de la mission InSight, qui seront disponibles dès janvier 2017. Les premiers modèles de structure crustale obtenus seront alors interprétés du point de vue de la géologie et de l'histoire de la province d'Elysium, avec une attention particulière sur la détermination de l'épaisseur crustale, sur l'existence de stratification de grande échelle dans la croûte entre une croûte primaire et secondaire et enfin sur l'existence de marqueurs sismologiques associés à la présence d'eau dans la croûte.

Outre les collaborations entre toutes les équipes de l'IPGP hébergeant un ou des collaborateurs InSight, une collaboration avec plusieurs Laboratoires associés à la mission est envisagée, en particulier avec le LMD (Université Pierre et Marie Curie), l'ETH Zurich et le LPG de Nantes, ainsi qu'avec le JPL.