



ÉCOLE DOCTORALE

SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT ET PHYSIQUE DE L'UNIVERS, PARIS

ed560.stepup@u-paris.fr

Titre du sujet : Exploration sismique des mondes glacés : Préparation à la mission DragonFly vers Titan

Directeur (trice) : **Rodriguez Sebastien, MCF, HDR, rodriguez@ipgp.fr**

Co-encadrants : **KAWAMURA Taichi, MCF, kawamura@ipgp.fr**
LUCAS Antoine, CR, lucas@ipgp.fr

Equipe d'accueil : **IPGP- Equipe Planétologie et Sciences Spatiales – UMR7154**

Financement : **Contrat doctoral avec mission d'enseignement**

Développement du sujet : (Maximum 2 pages)

La mission InSight a démontré que la sismologie ouvre de nouvelles perspectives pour explorer les intérieurs planétaires et les environnements de subsurface. Ainsi, de nombreuses missions d'exploration planétaire envisagent désormais d'intégrer un sismomètre (tel que FSS, DragonFly, Europa Lander, etc.). Dans ce contexte prometteur, il est crucial de mener une phase d'exploration approfondie des hypothèses sur les sources potentielles et leurs caractéristiques propres afin d'anticiper tant les stratégies d'acquisition et d'analyse des données que les interprétations de ces signaux, tant en termes de structures internes que d'origine des sources elles-mêmes. Partant de ce constat, il est impératif de préparer minutieusement cette stratégie avant le déploiement.

Le projet de thèse propose ainsi d'entreprendre un travail exploratoire dans le cadre de la mission DragonFly, qui prévoit le déploiement d'un sismomètre à la surface de Titan. Ce drone sera chargé de placer un géophone et un capteur haute fréquence pour étudier à la fois la structure interne du plus grand satellite de Saturne et son environnement de surface. Titan, le plus grand satellite de Saturne, présente, comme l'a révélé la mission Cassini-Huygens, de nombreuses similitudes avec la Terre (atmosphère dense, chimie organique intense, climatologie et géologie actives, notamment). En outre, Titan, principalement composé de glace d'eau et de silicates, posséderait un océan d'eau globale souterrain d'eau liquide. Cela dénote tout l'intérêt que représente l'étude de Titan dans sa globalité, de sa haute atmosphère jusqu'à sa structure interne. Titan est une cible astrobiologique de grand intérêt.

Le projet de thèse se concentrera donc sur l'étude des sources sismiques potentiellement endogènes, notamment liées aux forces de marées de Saturne sur Titan. Les morphologies de surface suggèrent l'existence passée ou présente de cryovolcanisme, tandis que les reliefs dans certaines régions laissent envisager l'existence de mécanismes orogéniques potentiellement sismogéniques. De plus, de nombreux processus de surface sont probablement actifs dans les conditions actuelles, notamment les structures dunaires très présentes dans la région d'atterrissage, susceptibles de générer des signaux sismiques, que ce soit par le biais

d'avalanches sur les versants sous le vent ou en réponse à la turbulence atmosphérique qu'elles engendrent.

Pour ce faire, le projet envisage de dresser un inventaire aussi exhaustif que possible à partir des nombreuses observations réalisées dans le cadre de la mission Cassini-Huygens. Une caractérisation de ces sources sera ensuite entreprise, en s'appuyant notamment sur des analogues terrestres et en effectuant une mise à l'échelle dans les conditions de Titan. Enfin, une exploration paramétrique, en accord avec les observations et mesures géodésiques, gravimétriques et orbitales, ainsi que les équations d'état, devra dégager un éventail de différentes structures internes possibles.

Cette thèse bénéficiera d'un encadrement composé d'experts dans les domaines de la géomorphologie planétologie et en particulier de Titan, de la sismologie ou encore de la télédétection. Les coûts associés à cette recherche (participation à des congrès, frais publications, etc.) seront pris en charge par différentes sources de financement déjà sécurisées par l'équipe encadrante (CNES, INSU). La thèse bénéficiera également des moyens de calcul haute performance de l'IPGP. Enfin, il a prévu que l'étudiant.e soit intégré.e à l'équipe scientifique de DragonFly.

