



ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA TERRE



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2014

LABORATOIRE : Equipe Planétologie et Sciences Spatiales, Institut de Physique du Globe de Paris

TITRE DU SUJET: Inversion conjointe de données sismiques et gravimétrique de la Lune et de Mars

COORDONNEES DU RESPONSABLE : (co-responsable, M.Wieczorek)

Nom – Prénom : Philippe LOGNONNE

Grade: Professeur, Université Paris Diderot

Adresse:

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

NATURE DU SUJET : Modélisation analyse de données inversion Planétologie comparée

SUJET :

Deux missions spatiales vont révolutionner notre connaissance de la structure interne de la Lune et de Mars. La première est GRAIL, dont les données ont permis de mesurer, avec une précision inégalée, le champ de gravité de la Lune jusqu'à des degrés angulaires de 800, soit moins de 15 km de résolution horizontale. La seconde sera la mission INSIGHT, qui nous permettra d'obtenir, à partir de l'automne 2016, des données sismiques inédites de la planète rouge. Dans les deux cas et grâce aux missions passées, un jeu unique de données sismiques et de gravité seront donc disponibles, car le volet sismique de la Lune a été exploré par Apollo, et le volet gravimétrique de Mars l'a été par toute une série d'orbiteurs qui ont permis la mesure du champ de gravité à très hautes résolutions.

L'objectif de cette thèse s'inscrit dans le cadre de la préparation de la mission INSIGHT, mais permettra, pendant les deux premières années de la thèse, de développer tout à la fois la méthodologie de l'inversion et de l'appliquer à la Lune.

L'épaisseur absolue de la croûte Lunaire reste en effet encore mal connue, car fortement dépendante de la densité moyenne du manteau et de la masse du noyau lunaire. Le premier objectif de ce projet sera donc d'inverser conjointement les données GRAIL et les données sismologiques du réseau sismique Apollo, afin de déterminer un nouveau modèle du manteau supérieur lunaire et de la croûte lunaire, en particulier sur la face visible de la Lune, sur laquelle un grand nombre d'impacts ont été détectés par les stations sismiques Apollo. Cette approche sera reprise dans quelques années, dès que les données sismiques de la mission INSIGHT compléteront les données de gravimétrie des missions Martiennes actuellement en orbite.

Dans un premier temps, il s'agira de reprendre d'une façon critique les relations empiriques entre vitesses sismiques et densité utilisées sur Terre pour les corriger de l'absence de fluide dans la croûte lunaire et des effets de gravité et de porosité, différentes entre la Terre, Mars et la Lune. Une attention particulière sera portée sur la structure

Ecole Doctorale des Sciences de la Terre ✉ IPGP – 1, rue Jussieu – Bureau P32 – 75005 Paris

Directrice : Laure Meynadier - 📧 dir-Ed@ipgp.fr

Secrétariat : Prisca Rasolofomanana 📞 +33(0)1.83.95.75.10 - 📧 scol-Ed@ipgp.fr

subsurfique des différentes stations Apollo, afin de mieux corriger des effets de sites les temps d'arrivées des ondes P et S des impacts détectés par ces stations.

Ces relations seront alors utilisées pour réaliser une inversion conjointe des données gravimétrique GRAIL et des temps d'arrivées d'ondes P et S des impacts naturels ou artificiels détectés par les stations Apollo. Les données d'imagerie du satellite Lunar reconnaissance Orbiter (LRO) seront utilisées pour améliorer la position des impacts artificiels. Ces temps d'arrivées seront dans un premier temps calculés avec des modèles de croûte homogène, mais caractérisés par une épaisseur crustale variable. Dans un second temps, les variations latérales de densité crustale, mises en évidence par GRAIL seront également introduites dans l'inversion, ce qui nécessitera l'utilisation de traces de rayon 3D.

Les résultats de l'inversion consisteront en de nouvelles cartes de l'épaisseur du Moho lunaire d'une part, et des variations latérales de vitesse et/ou de densité de la croûte lunaire. Ces résultats seront alors interprétés pour proposer de nouvelles contraintes sur la formation de la Lune et l'épaisseur de l'océan de magma primordial de la Lune, puis arriveront les données d'InSight, et la possibilité d'utiliser cette approche pour inverser la structure de la croûte de Mars. Dans le cas d'InSight des données d'ondes de surface seront par contre a priori possible, et l'intégration potentielle de ces données devra donc être prévue dans la stratégie d'inversion.

Financement de la thèse:

Cofinancement Labex-EADS-SODERN