

iXtech conférence

Instruments innovants de mesure de déformations du sol pour les planètes et les astéroïdes: Projet européen PIONEERS

Innovative ground motion sensors for planets and asteroids: PIONEERS H2020-SPACE european project

Raphaël F. Garcia⁽¹⁾, David Mimoun⁽¹⁾, Saloomeh Shariati⁽²⁾, Frederic Guattari⁽²⁾, Jean-Jacques Bonnefois⁽²⁾, Joachim Wassermann⁽³⁾, Felix Bernauer⁽³⁾, Heiner Igel⁽³⁾, Sébastien de Raucourt⁽⁴⁾, Philippe Lognonné⁽⁴⁾, Ozgur Karatekin⁽⁵⁾, Birgit Ritter⁽⁵⁾, Véronique Dehant⁽⁵⁾, Cedric Schmelzbach⁽⁶⁾, Domenico Giardini⁽⁶⁾, and Luigi Ferraioli⁽⁶⁾

⁽¹⁾ ISAE-SUPAERO (INSTITUT SUPERIEUR DE L'AERONAUTIQUE ET DE L'ESPACE), Toulouse, France, (raphael.garcia@isae.fr)

⁽²⁾ IXBLUE, IXSPACE, France,

⁽³⁾ LMU MUENCHEN (LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITAET MUENCHEN), Munich, Germany,

⁽⁴⁾ IGGP (INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE PARIS), Paris, France,

⁽⁵⁾ ORB (KONINKLIJKE STERRENWACHT VAN BELGIE), Brussels, Belgium,

⁽⁶⁾ ETH Zürich (EIDGENOESSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE ZUERICH), Zurich, Switzerland

ABSTRACT

La sismologie planétaire est une technique clé pour imager la structure interne des objets planétaires. Elle vise des objectifs scientifiques fondamentaux allant de la formation de systèmes planétaires à la caractérisation de mondes habitables. PIONEERS est un projet financé par le programme H2020 de la commission européenne qui a débuté en janvier 2019. Il vise à entrer dans une nouvelle ère de l'exploration planétaire avec un concept innovant d'instrumentation pour la mesure de mouvement du sol reposant sur des capteurs de haute précision basés sur l'interférométrie optique et sur des mesures à 6 degrés de liberté (6 DoF, avec 3 translations et 3 rotations). Ce concept instrumental fournira un retour scientifique nettement plus précis par rapport aux sismomètres habituels. Apparues récemment pour les applications terrestres, avec le premier capteur commercial par iXblue, les mesures 6 DoF visent des objectifs fondamentaux de la science planétaire, de la formation de systèmes planétaires à la caractérisation de mondes habitables, en passant par la défense planétaire et l'exploitation des ressources planétaires. Le projet PIONEERS développera deux instruments 6 DoF pour mesurer les déformations du sol d'objets planétaires. Le premier instrument est un prototype 6-DoF à très faible bruit, dédié à l'imagerie de la structure interne des planètes telluriques. Le second est une version plus compacte à haut TRL du même instrument dédiée à l'exploration des petits corps.

Les instruments seront conçus sur la base d'exigences scientifiques, en utilisant l'expertise en sismologie planétaire et les technologies optiques performantes et qualifiées pour l'espace fournies par les partenaires PIONEERS. L'apport scientifique à l'exploration planétaire avec ces instruments 6 DoF sera démontré par des simulations, l'application de méthodes innovantes d'analyse de données et des

tests dans des environnements de laboratoire et des analogues terrestres. Une amélioration du bruit de l'instrument de deux ordres de grandeur est attendue pour le prototype planétaire grâce à l'utilisation de technologies d'interférométrie optique. L'optimisation des coûts et l'adaptation aux normes CubeSat ouvriront de nouveaux marchés vers l'instrumentation scientifique de haute précision.

La spécification initiale du projet PIONEER, l'analyse des performances et les définitions préliminaires des instruments seront présentées. Les types de missions planétaires visées pour ces instruments seront également présentées en donnant des exemples concrets de projets de missions.

English version:

Planetary seismology is a key technique to image the internal structure of planetary objects. It targets fundamental science objectives from the formation of planetary systems to the characterization of habitable worlds. PIONEERS is a H2020 granted project starting from Janvier 2019. It is aimed at entering a new realm of planetary exploration with an innovative ground motion instrumentation concept relying on high precision sensors based on optical interferometry, and on 6 degrees of freedom (6 DoF, with 3 translations and 3 rotations) measurements. It will provide substantially more precise science return compared to usual seismometers. Only recently emerging for terrestrial applications, 6 DoF measurements target fundamental planetary science objectives, from the formation of planetary systems to the characterization of habitable worlds, supporting also planetary defense and asteroid resources applications.

The PIONEERS project will develop two 6 DoF instruments for measuring ground deformations of planetary objects. The first instrument is a very low noise 6-DoF engineering model dedicated to imaging the internal structure of terrestrial planets. The second one is a high TRL, reduced scale version of the same instrument dedicated to the exploration of small bodies, in order to support planetary defense and asteroid resources applications.

Instruments will be designed based on scientific requirements, and re-using planetary seismology expertise and space qualified, high performance optical technologies provided by the PIONEERS partners. The science case of 6 DoF planetary exploration will be demonstrated through simulations, application of innovative data analysis methods, and testing in Earth analogue and laboratory environments. An improvement of instrument noise of two orders of magnitude is expected for the planetary prototype by using optical sensing technologies. Cost optimization and adaptation to CubeSat standards will drive other technological developments that will open new markets for high precision scientific instrumentation. The PIONEER project initial specification and performance analysis will be presented.

Comments:

(Alternative session, Time slot, Oral or Poster, Etc...)

Alternative session could be session 5