

Laboratoire ARTEMIS, UMR 7250

UMR CNRS-INSIS, Observatoire de la Côte d'Azur et Université Côte d'Azur

Proposition de thèse 2020-2023

Etude de photorécepteurs sous irradiation de protons pour la mission spatiale LISA

Description du sujet :

Cette thèse est développée dans le cadre du consortium international LISA (Laser Interferometer Space Antenna). Une collaboration interdisciplinaire entre le laboratoire ARTEMIS et le Centre de Proton-thérapie Antoine Lacassagne (CAL) à Nice fait également partie du projet.

La thèse porte sur l'étude des Photorécepteurs dédiés à la mission spatiale LISA :

<https://www.elisascience.org/articles/lisa-mission/lisa-mission-gravitational-universe>

Dans l'instrument LISA, le signal d'interférence optique ($\lambda = 1064 \text{ nm}$) est transformé en signal électrique par une photodiode à quadrant (QPD), connectée à une électronique de proximité (FEE), l'ensemble portant le nom de "Photorécepteur" (PR). Les performances du PR en termes d'efficacité de détection, de bande passante, de bruit, de dissipation de puissance, sont essentielles pour garantir la précision requise pour la mesure des signaux d'ondes gravitationnelles dans l'instrument LISA.

Pendant la durée de la mission, estimée à 12,5 ans, le PR sera soumis à l'irradiation de particules énergétiques solaires (protons) susceptibles d'affecter son bon fonctionnement, voire d'entraîner sa destruction. Le durcissement et la qualification des PR en environnement spatial représentent donc un enjeu technologique majeur pour une mission spatiale comme LISA, basée sur des mesures optiques interférométriques de haute précision.

L'objectif principal de la thèse est la validation des Photorécepteurs pour la mission LISA. Dans ce contexte, la thèse propose l'étude et la compréhension des mécanismes d'endommagement des PR dans l'environnement spatial. L'effet de la dégradation des caractéristiques dans des installations de test interférométriques laser similaires à l'instrument LISA sera également étudié.

Physicien / ingénieur et expérimentateur, le doctorant devra développer des bancs de test électro-optiques pour caractériser les paramètres spécifiques des QPD (courant d'obscurité, capacité, efficacité de détection et homogénéité de la réponse spatiale), mais aussi de déterminer les paramètres globaux des PR (bruit, dissipation de puissance, bande passante). Des mesures expérimentales dans l'air et sous vide, avant et après irradiation de protons, devront être effectuées. Le doctorant contribuera activement à la construction du système expérimental nécessaire à l'irradiation et aux tests de PR sur le site du CAL. Des simulations de Monte Carlo sont nécessaires pour la définition et l'optimisation des conditions d'irradiation (géométrie, fluence, énergie). Le doctorant étudiera l'effet de la dégradation des caractéristiques PR sur les mesures interférométriques et contribuera à la mise en œuvre de ces résultats dans le modèle de performance de l'instrument LISA.

Ainsi, les résultats aideront à guider le développement de dispositifs PR dans le but de minimiser la dégradation et d'améliorer les performances électro-optiques.

L'étude proposée est appliquée dans un premier temps à l'optimisation des PR pour la mission LISA. Cependant, les applications spatiales comme les capteurs LIDAR et les communications optiques inter-satellites ainsi que les applications au sol comme les systèmes de transmission numérique optique à grande vitesse pour les expériences de physique des hautes énergies peuvent bénéficier des résultats de la présente thèse.

Connaissances et compétences requises : Physique des semi-conducteurs ; Interaction rayonnement-matière ; Instrumentation associée aux expériences d'irradiation ; Instrumentation associée à la caractérisation des photo-détecteurs ; Electronique associée aux photo-détecteurs ; Photonique/lasers ; Interférométrie homodyne et hétérodyne ; Traitement du signal analogique et numérique ; Interfaçage des montages d'expérience ; Maîtrise des outils de simulation de semi-conducteurs (SILVACO TCAD).

Profil du candidat ou de la candidate recherché(e) : Diplômé(e) d'école d'ingénieurs ou de master en physique des matériaux, photonique/lasers ou aérospatiale, connaissance générale en traitement et analyse de signaux, goût pour les mesures et la précision, fort attrait pour l'instrumentation et l'électronique, à la fois autonome, imaginatif(ve), persévérant(e) et capable de prendre du recul sur les résultats. Une parfaite maîtrise de l'anglais écrit et oral est impérative : la quasi-totalité des documents sont en anglais.

Responsables de thèse :

Nicoleta Dinu-Jaeger, ARTEMIS, Nice

E-mail : nicoleta.dinu-jaeger@oca.eu; Tel : (+33) 04.92.00.39.62

<https://www.oca.eu/fr/accueil-artemis>

Gerhard Heinzl, Albert Einstein Institute (AEI), Hanover, Germany

E-mail: gerhard.heinzl@aei.mpg.de; Tel: +49-511-762-19984

https://www.aei.mpg.de/179093/Interferometry_in_Space

Les candidats intéressés sont priés d'envoyer une candidature comprenant :

- CV
- Liste des notes précédentes (Bachelor et Master)
- 2 lettres de recommandation
- Lettre de motivation

et contactez Nicoleta Dinu-Jaeger (Nicoleta.Dinu-Jaeger@oca.eu) dès que possible pour une discussion / sélection préliminaire avant la **date limite officielle (6 avril 2020)** de demande de soutien financier.