

Invitation à la soutenance de thèse

ÉTUDE DE PHOTORÉCEPTEURS SOUS IRRADIATION DE PROTONS,
ÉLECTRONS ET RAYONS GAMMA POUR LA MISSION LISA

*Study of photoreceivers under proton, electron, and gamma-ray irradiation for
the LISA mission*

Paul COLCOMBET

Mercredi 29 mai 2024, à 9h30

Observatoire de la Côte d'Azur - salle NEF
96 Bd de l'Observatoire, 06300 NICE

Devant le jury composé de :

Olivier GRAVRAND	CEA-LETI	Rapporteur
Vincent GOIFFON	ISAE-SUPAERO	Rapporteur
Martin HEWITSON	Max Planck Institute for Gravitational Physics	Examineur
Gilles METRIS	CNRS-GEOAZUR Observatoire de la Côte d'Azur	Examineur
Nicoleta DINU-JAEGER	CNRS-ARTEMIS, Observatoire de la Côte d'Azur	Directrice de thèse
Christophe INGUIMBERT	ONERA, DPHY	Co-directeur de thèse
Thierry NUNS	ONERA, DPHY	Encadrant

Résumé

Programmée pour 2035, la mission LISA, pilotée par l'ESA, marquera une première en devenant le premier détecteur spatial d'ondes gravitationnelles (GW). Opérant dans la gamme des basses fréquences de 0,1 mHz à 1 Hz inaccessibles aux détecteurs terrestres, LISA ouvrira une nouvelle fenêtre sur notre univers et une nouvelle ère dans l'étude de la cosmologie. Le design de LISA présente trois vaisseaux formant un triangle équilatéral de 2,5 millions de km de côté, suivant la Terre dans son orbite autour du Soleil. Au cœur du fonctionnement de LISA se trouvent trois interféromètres laser de haute précision, détectant des fluctuations de distance de l'ordre d'une dizaine de picomètres entre deux masses de test en chute libre positionnées dans chaque vaisseau. Le cœur de la mesure réside dans ses QPRs, essentiels pour l'enregistrement des signaux interférométriques. Chaque QPR se compose d'une QPD $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ à large surface et à faible capacité couplée à un amplificateur de

Trans-impédance (TIA) à faible bruit, le tout assemblé dans un boîtier mécanique. Au cours de sa durée de vie de 12,5 ans, LISA sera confrontée à divers types de rayonnements, principalement provenant du soleil. Un tel rayonnement peut dégrader les QPDs en induisant des défauts cristallins modifiant les propriétés électroniques du semi-conducteur et donc altérant les performances des QPDs.

L'objectif de cette thèse était d'étudier l'impact de l'environnement radiatif spatial de LISA sur les principaux paramètres électro-optiques des QPDs InGaAs ainsi que leurs répercussions sur les performances des QPRs et, par extension, sur les mesures interférométriques de LISA. Les composants ont été fournis par les membres du groupe de travail sur les QPRs du consortium LISA, à savoir les Pays-Bas et le Japon pour les QPDs, et l'Allemagne pour les TIAs.

Dans ce contexte, cinq montages expérimentaux ont été conçus pour évaluer les paramètres électro-optiques des QPDs, tels que le courant d'obscurité, la capacité et l'efficacité quantique, ainsi que ceux du QPR, comme le bruit de courant d'entrée, la réponse en phase et en amplitude, face à des signaux interférométriques similaires à ceux de LISA. Ces développements expérimentaux ont permis d'évaluer les QPDs et QPRs avant et après trois campagnes d'irradiation : des protons (20 et 60 MeV, $1e9$ à $1e12$ p/cm²) au Centre de Protonthérapie Antoine Lacassagne (CAL) à Nice, des électrons (0,5 et 1 MeV) et des rayons gamma (1 à 237 krad) au centre ONERA Toulouse. Les conditions d'irradiation maximales dépassaient environ cinq fois les exigences pour LISA.

Les résultats ont montré une bonne robustesse des composants face aux radiations, sans défaillances critiques, avec la quasi-totalité des QPDs répondant aux exigences de LISA.

Mots clés

LISA, Environnement Spatial, InGaAs photodiodes, Photorécepteurs, Dommages de déplacement

Vous êtes invité(e) à rejoindre la webconférence ZOOM via le lien:

<https://cnrs.zoom.us/j/92815081745?pwd=K21YZkc0cFUvMIBvTG8zNEJTT0FiZz09>

ID de réunion: 928 1508 1745 **Code secret:** 2WKyCX