

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Métrologie à haute résolution de métasurfaces : développement d'une technique originale de détermination de la phase à l'échelle submicronique

Référence : **PHY-DOTA-2025-14**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : Octobre 2025

Date limite de candidature : juillet 2025

Mots clés :

Métasurfaces, Instrumentation astronomique, PISTIL, métrologie, Phase Shifting Interferometry, Interférométrie

Profil et compétences recherchées :

Opticien, Physicien, avec le goût de la théorie et de l'expérimentation

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :

Depuis une vingtaine d'années, les métasurfaces optiques permettent la création de fonctions optiques, conventionnelles ou non, extrêmement compactes car réalisées sur une simple optique plane. Ces nouveaux composants ouvrent la voie vers une nouvelle génération d'instrumentation astronomique, plus simple et plus compacte que la génération actuelle.

Ces fonctions sont créées en déposant sur la surface optique une mosaïque de petites zones couvertes chacune d'une même famille de nano-antennes ou de structures diélectriques sous-longueur d'onde qui déphasent localement la lumière d'une valeur donnée. La juxtaposition des zones, chacune apportant un déphasage donné, donne à l'ensemble de la mosaïque la fonction optique recherchée. L'essor et le développement de ce genre de composant apporte un nouveau champ de métrologie optique : il devient nécessaire de caractériser finement ces composants après réalisation, et de vérifier, et d'optimiser, le déphasage induit par chaque zone de la mosaïque qui le compose à sa longueur d'onde d'utilisation avant son intégration dans un instrument optique.

L'objet de cette thèse est la mise au point de techniques métrologiques innovantes pour la caractérisation fine de ce genre de composant, à leur longueur d'onde d'utilisation. Il s'agit d'aller mesurer avec précision la cartographie de phase locale effectivement codée par les nanostructures sur les composants. La technique envisagée se base sur une méthode d'interférométrie particulière adaptée aux surfaces mosaïquées (Interférométrie PISTIL) qui a été développée à l'Onera dans le contexte de la mesure de surfaces d'onde pour la mesure des grands miroirs segmentés astronomiques et la combinaison cohérente de lasers fibrés.

Après s'être familiarisé avec la technique PISTIL, l'étudiant devra la faire évoluer pour s'adapter à la mesure haute résolution de ce type de composant, tant du point de vue du dispositif que du traitement des données. Des mesures sont prévues sur des composants nanostructurés de type réseau blasé et sur des systèmes micro-opto-électro-mécaniques (MOEMS) utilisés dans l'instrumentation spatiale afin de valider la technique.

A l'issue de ce travail, l'étudiant statuera sur la pertinence de cette méthode de mesure pour la caractérisation fine des métasurfaces optiques, en vis-à-vis des méthodes interférométriques de contrôle actuelles (Phase Shifting Interferometry). Il en évaluera les performances dans ce cadre de mesure précis, et élaborera le protocole et les routines à suivre pour son exploitation.

Cette thèse se déroule dans le cadre de la collaboration entre l'Onera et le Laboratoire d'Astrophysique de Marseille (LAM). Ce travail de thèse sera réparti entre deux sites : Palaiseau pour la mise au point et les aspects théoriques de la technique PISTIL et Marseille où se situent les bancs d'essai.

Collaborations envisagées :

Laboratoire d'accueil à l'ONERA :

Département : Optique et Techniques Associées

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact / Co directeur de thèse : Cindy Bellanger

Tél. : 0180386384

Email : cindy.bellanger@onera.fr

Directeur de thèse :

Nom : Frédéric Zamkotsian (HDR)

Laboratoire : Laboratoire d'Astrophysique de Marseille

Tél. : 0495044151

Email : frederic.zamkotsian@lam.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>