

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2025-37**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau / Marseille

Département/Dir./Serv. : DOTA

Tél. : 0180386384

Responsable(s) du stage : C. Bellanger (Onera) –  
F. Zamkotsian (LAM)

Email : [cindy.bellanger@onera.fr](mailto:cindy.bellanger@onera.fr)

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Optoélectronique : photodétection en nanophotonique

Type de stage :  Fin d'études bac+5  Master 2  Bac+2 à bac+4  Autres

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

Sujet :

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 fonctions sont créées en déposant sur la surface 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 le déphasage induit par chaque zone de la mosaïque qui le compose à sa longueur d'onde d'utilisation.

L'objet de ce stage est la mise au point d'une solution de métrologie innovante pour la caractérisation fine des composants métasurfaces optiques. 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 l'astronomie et les lasers.

Pour cela, la technique interférométrique actuelle devra être adaptée à ce nouveau type de mesure microscopique, et mise en œuvre pour caractériser finement un échantillon d'essai métrastucturé qui crée la fonction « réseau blazé » en structurant périodiquement l'indice effectif de la surface. Après s'être familiarisé avec la technique de mesure, le stagiaire devra faire évoluer le banc de mesure actuel pour réaliser les acquisitions, puis mettre au point les méthodes de traitement adaptées afin de restituer spatialement la mosaïque de valeurs de phase introduite par les nano structures qui composent l'échantillon.

Ce travail sera réalisé en étroite collaboration avec le Laboratoire d'Astrophysique de Marseille qui conçoit et réalise l'échantillon d'essai. Le banc de caractérisation sera développé sur le site du LAM à Marseille. L'étudiant, basé à l'Onera Palaiseau, devra donc se rendre à Marseille occasionnellement pour réaliser les mesures.

Ce stage pourra s'ouvrir sur une thèse en métrologie optique à haute résolution sur des composants novateurs incluant des métasurfaces et des systèmes micro-opto-électro-mécaniques (MOEMS) pour l'instrumentation astronomique de nouvelle génération. Ce stage sera co-dirigé par l'ONERA et le LAM.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

**Méthodes à mettre en oeuvre :**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Recherche théorique                | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée     | <input type="checkbox"/> Travail de documentation                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input checked="" type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : Oui

**Durée du stage :**

Minimum : 4 mois

Maximum : 5 mois

Période souhaitée : janvier - septembre 2024

### PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :

M2 ou 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur

Optique expérimentale

Traitement des données

Programmation Python-Matlab

Ecoles ou établissements souhaités :

IOGS, Ecoles Centrales, ENSPS, Master de Physique,  
FIE IOGS, ....

GEN-F218-4