

## PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DOTA-2024-07**  
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Palaiseau

Département/Dir./Serv. : DOTA/ERIO

Tél. : 01 80 38 64 13 / 01 80 38 63 53

Responsable(s) du stage : Guillaume DRUART /  
Florence DE LA BARRIERE

Email : [guillaume.druart@onera.fr](mailto:guillaume.druart@onera.fr) /  
[florence.de\\_la\\_barriere@onera.fr](mailto:florence.de_la_barriere@onera.fr)

### DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Capteurs optiques et imageurs hyperspectraux

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

**Intitulé : Etude de l'apport des optiques à gradient d'indice sphérique dans l'amélioration des performances des systèmes optroniques**

Sujet :

Etude de l'apport des optiques à gradient d'indice sphérique dans l'amélioration des performances des systèmes optroniques

Les concepteurs en optique ont toujours repoussé les limites de ce qui est possible de faire avec les outils dont ils disposent pour améliorer les performances des systèmes optroniques. Par exemple les surfaces asphériques et les surfaces diffractives ont permis de miniaturiser les systèmes optiques tout en améliorant leurs performances. Ainsi et paradoxalement, il s'agit de simplifier les systèmes optroniques en y intégrant des composants plus complexes. De nombreuses équipes s'intéressent donc par exemple à l'utilisation d'optiques à gradient d'indice (GRIN) pour des applications d'imagerie. Ce sont des composants optiques dont l'indice de réfraction varie dans l'épaisseur du matériau. Ainsi la trajectoire des rayons lumineux n'est plus seulement déviée par les surfaces de l'optique mais également dans le volume de celle-ci, ce qui confère aux concepteurs en optique plus de degrés de liberté pour concevoir un système optique. Depuis 4 ans, l'ONERA travaille avec l'ISCR (Institut des sciences chimiques de Rennes) pour réaliser des optiques GRIN dans des verres infrarouges de Chalcogénure par échange ionique. Récemment, nous avons réussi à obtenir des GRIN radiaux de constringence négative par échange ionique d'ions Na<sup>+</sup> avec des ions Ag<sup>+</sup>. Cependant la profondeur de diffusion des ions limite le diamètre des optiques à des valeurs inférieures à 15mm. Dans le domaine des systèmes infrarouges très ouverts utilisant des détecteurs microbolomètres, cette contrainte sur le diamètre des optiques limite leur utilisation.

L'objet de ce stage est donc d'étudier les optiques GRIN sphériques [1-3]. Ces optiques GRIN peuvent être obtenues en moulant une lame présentant un profil GRIN axial. Ainsi la profondeur de diffusion des ions ne limite plus le diamètre de l'optique mais l'épaisseur de celle-ci. Des systèmes avec des optiques de plus grands diamètres peuvent donc être envisagés.

Dans un premier temps, le/la stagiaire fera une étude bibliographique sur les optiques GRIN sphériques afin de déterminer leurs caractéristiques d'ordre 1 ( focale, ouverture, etc) et comment les modéliser.

Dans un deuxième temps, le/la stagiaire appliquera les connaissances issues de cette étude bibliographique pour implémenter des optiques GRIN sphériques dans des systèmes optiques d'intérêt pour l'ONERA. Par exemple, le stagiaire pourra s'appuyer sur le catalogues d'objectifs infrarouges d'Umicore pour avoir des spécifications [4]. L'étudiant/e utilisera pour cela le logiciel de conception optique Zemax OpticStudio. Il/elle pourra s'appuyer sur des dlls pour simuler les optiques GRIN sphérique dans Zemax OpticStudio. Les GRIN sphériques devront prendre en compte les variations d'indice et les longueurs de diffusion des ions obtenues par l'ISCR. En parallèle il/elle concevra le système équivalent avec des optiques classiques pour évaluer l'apport des optiques GRIN sphériques.

Enfin le/la stagiaire mettra en place un banc métrologique pour mesurer la variation d'indice de GRIN. Pour cela il/elle s'appuiera sur les moyens d'analyse de front d'onde disponibles à l'ONERA. Des échantillons fournis par l'ISCR permettront de valider la méthode mis en place.

Pour mener à bien son stage, le/la stagiaire bénéficiera des connaissances issues de la collaboration ONERA-ISCR dans ce domaine.

[1] James W. Howard, Danette P. Ryan-Howard, "Optical Design Of Thermal Imaging Systems Utilizing Gradient-Index Optical Materials," *Opt. Eng.* 24(2) 242263 (1 April 1985).

[2] Richard A. Flynn, E. F. Fleet, Guy Beadie, and James S. Shirk, "Achromatic GRIN singlet lens design," *Opt. Express* 21, 4970-4978 (2013).

[3] Anthony J. Visconti, Kejia Fang, James A. Corsetti, Peter McCarthy, Greg R. Schmidt, Duncan T. Moore, "Design and fabrication of a polymer gradient-index optical element for a high-performance eyepiece," *Opt. Eng.* 52(11) 112107 (2 August 2013).

[4] <https://eom.unicore.com/en/infrared-solutions/infrared-optics/products/optics-catalogue>.

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

**Méthodes à mettre en oeuvre :**

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

Possibilité de prolongation en thèse : **Oui**

**Durée du stage :** Minimum : 4 mois Maximum : 5 mois (6 mois sur dérogation uniquement)

Période souhaitée : à partir de Mars 2024

### PROFIL DU STAGIAIRE

|   |   |
|---|---|
| Connaissances et niveau requis :<br>Instrumentation optique et conception optique | Ecoles ou établissements souhaités :<br>Ecole d'ingénieur ou master 2 recherche |
|---|---|