

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

### Intitulé : Mesure de réponse spectro-spatiale des détecteurs refroidis en infrarouge

Référence : PHY-DOTA-2026-27

(à rappeler dans toute correspondance)

**Début de la thèse** : Octobre 2026 à Janvier 2027  
selon le type de financement

**Date limite de candidature** : 01/06/2026

#### Mots clés :

Métrologie optique, Physique de la détection, Interférométrie

#### Profil et compétences recherchées :

Diplômé en science physique avec une spécialité en optique, avec un fort gout pour l'expérimental. Des compétences en simulations physiques (type python / Matlab) sont un plus.

#### Sujet :

##### Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :

Dans les domaines du spatial, de l'astronomie et de la défense, l'émergence d'imageurs infrarouges (IR) refroidis, de grand format et à pixels de plus en plus petits, rend la mesure de la réponse spatiale des pixels incontournable. Cette grandeur reflète d'une part la répartition spatiale de la collection de signal par les pixels, et d'autre part, au travers de sa fonction de transfert, la capacité du détecteur à restituer avec précision les détails spatiaux de la scène observée. Elle constitue un outil déterminant :

- pour les technologues, ayant pour objectif l'optimisation des structures de détection infrarouge.
- pour les systémiers, travaillant sur des instruments optroniques de haute performance.

Cependant, plusieurs contraintes viennent complexifier ces mesures : d'une part, le refroidissement cryogénique nécessaire pour ces détecteurs IR haute performance, dont les flux thermiques intrinsèques et/ou environnants sont souvent une limitation importante, et d'autre part, la miniaturisation des pixels dont la taille tend à se rapprocher de la longueur d'onde. À cela s'ajoute enfin le besoin croissant de mesures spectrales (sur différentes longueurs d'onde lumineuses) de cette réponse spatiale, en lien avec le développement de détecteurs multispectraux et hyperspectraux.

Pour répondre à ces enjeux, l'ONERA a conçu le banc cryogénique MIRCOS, une plateforme unique et polyvalente. Ce banc intègre diverses approches de projection de motifs (optique cryogénique, techniques interférométriques, etc.), dont le perfectionnement fait l'objet de recherches continues, afin d'atteindre un niveau de mesure métrologique de la réponse spatiale des détecteurs. Parmi les méthodes les plus prometteuses (pour adresser le défi des petits pixels et des besoins spectraux), les techniques interférométriques reposent sur la comparaison d'un interférogramme imagé par la matrice de détecteurs avec un interférogramme simulé avant détection. Grâce à un traitement dans l'espace de Fourier, la fonction de transfert 2D peut être déduite de la perte d'information spatiale entre ces deux quantités. Cependant, l'interférogramme projeté doit à la fois contenir des fréquences spatiales d'intérêt pour les petits pixels tout en étant parfaitement modélisable afin de ne pas introduire de biais significatifs dans la fonction de transfert restituée. La thèse proposée vise ainsi à améliorer les performances de mesure en utilisant un nouveau concept de réseau optique innovant permettant de projeter sur une matrice de détecteur des fréquences spatiales 2D dont l'amplitude est détectée de façon hétérodyne le long de l'axe optique. Ce nouveau réseau, permet une déconvolution précise de la mesure de FTM avec un éclairage monochromatique. Un prototype dans la bande infrarouge [1-2]  $\mu\text{m}$  a déjà démontré l'intérêt d'une telle signature pour une démarche métrologique. L'idée est donc de poursuivre sur cette voie, avec plusieurs aspects scientifiques à adresser : optimisation des motifs projetés dans l'infrarouge thermique ([3-5] puis [8-12]  $\mu\text{m}$ ) par simulation de la propagation, possibilité de mesure hyperspectrale de la FTM, données discrétisées avec un fort rapport signal sur bruit permettant de couvrir à la fois les basses fréquences spatiales (pour un bon raccordement de la FTM) et les hautes fréquences spatiales (exigées par les petits pixels). Le projet s'articulera autour d'un double volet théorique et expérimental : le doctorant sera amené à modéliser les phénomènes physiques impliqués dans la mesure, mais aussi à concevoir et développer de nouveaux composants et bancs expérimentaux. Il s'appuiera sur l'expérience acquise par l'équipe depuis plusieurs années autour du banc MIRCOS, et pourra développer des compétences avancées en optique, interférométrie, cryogénie et détection infrarouge.

**Collaborations envisagées :**

CNES - CEA Leti - CEA Irfu

**Laboratoire d'accueil à l'ONERA :**

Département : Optique et Techniques Associées

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

**Contact** : Huard de Verneuil Edouard

Tél. : 0180386330      Email : [edouard.huard@onera.fr](mailto:edouard.huard@onera.fr)

**Directeur de thèse :**

Nom : Derelle Sophie / Primot Jérôme

Laboratoire : ONERA

Tél. : 0180386325

Email : [sophie.derelle@onera.fr](mailto:sophie.derelle@onera.fr) ;  
[jerome.primot@onera.fr](mailto:jerome.primot@onera.fr)

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