

## Offre de Thèse

# HI2 : Hyperspectral Infrared active Imaging

**Une thèse d'une durée de 36 mois débutera à l'Institut FOTON, au sein de l'équipe Systèmes Photoniques sur l'imagerie hyper-spectrale active entre 3 et 11  $\mu\text{m}$ .**

**Début de thèse** : entre le 1<sup>er</sup> septembre 2019 et le 1<sup>er</sup> novembre 2019

**Directeur de thèse** : Pascal Besnard

**Co-directeur de thèse** : Jean-Marc Goujon

**Financement** : Photonics Bretagne et CD22.

**Équipe** : Systèmes Photoniques (Groupe Optique Guidée & Capteurs), Institut FOTON, localisée à l'ENSSAT-Lannion

**Mots clefs** : lasers QCL, infrarouge moyen, imagerie hyper-spectrale, speckle, traitement d'image, machine learning, photonique, spectroscopie.

## Sujet

### Contexte

L'infrarouge moyen suscite actuellement un fort intérêt de la part des laboratoires et des entreprises. En effet, une chaîne technologique se met progressivement en place, sous l'action d'une conjonction d'avancées technologiques.

Depuis quelques années, l'Institut FOTON s'est positionné fortement sur ces technologies, notamment les chaînes de mesure actives dans l'infrarouge thermique multi- et hyper-spectral.

L'objectif global du projet dans lequel s'inscrit la thèse est de réaliser un spectro-imageur avec illumination, sur une plage de longueurs d'onde allant de 3 à plus de 11  $\mu\text{m}$ .

Une première thèse FADIM (2016-2019), financée par un groupe breton, a permis la création d'un banc d'imagerie dédié, dont l'architecture basé sur l'illumination par Quantum Cascade Laser (QCL) largement accordable.

Les architectures développées permettent d'atteindre des résolutions spectrales en continu de l'ordre du nanomètre en laboratoire, alors que les architectures conventionnelles à scène large sont limitées par le nombre de filtres utilisés.

### Objectifs de la thèse HI2

Comme dans toute mesure spectrométrique en réflexion-diffusion, les enjeux identifiés concernent la stabilité de l'excitation et de l'étalonnage (fond noir et référence), à laquelle s'ajoutent notamment la stabilité spatiale et le speckle.

Les résultats expérimentaux qui seront obtenus sur ce banc permettront de cibler des zones spectrales d'intérêt et ainsi de définir des architectures plus robustes, simplifiées et adaptées à des applications concrètes répondant à des problématiques identifiées dans les filières agricoles et agroalimentaires notamment.

Les objectifs de la thèse HI2 sont les suivants :

1. Étendre les capacités d'investigation du banc :

- Amélioration de la sensibilité, de la résolution spatiale et de la stratégie de pilotage des flux.
- Analyse de la polarisation et du speckle.
- Expérimentation (analyses non destructives) sur des échantillons en lien avec des partenaires des filières agricoles et agroalimentaires qui pourront fournir des analyses de référence (destructives).
- Le développement des outils de traitement d'image et de discrimination des échantillons,
- Le développement des modèles de décision par apprentissage (machine learning).

2. Développer des architectures de transfert vers l'applicatif :

- Proposer des architectures de détection simplifiées, selon la problématique des filières concernées (résistance au stress des plantes, altération de produits alimentaires, ...).

- Développer des prototypes adaptés au(x) cas concret(s) et valider expérimentalement en laboratoire leurs performances.

La première partie se déroulera préférentiellement dans les locaux de FOTON et la seconde dans les locaux de Photonics Bretagne, à Lannion.

Plusieurs applications peuvent être adressées par ce type de mesure, en fonction des sensibilités obtenues : transformation de structure d'échantillon solide, transformation d'éléments végétaux, analyse spatiale de mélange de gaz. Les raies d'absorption de gaz d'intérêt (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> notamment) entrent dans le champ spectral d'investigation du système.

## Profil du candidat

Le sujet de thèse mettra en œuvre des compétences pluridisciplinaires en imagerie hyper-spectrale active comme la photonique et le traitement d'image.

Une formation de niveau Master 2 (ou école d'ingénieur) abordant une partie significative de ces domaines est nécessaire pour aborder ce sujet de thèse.

Des compétences en *machine learning* traitement du signal et/ou en imagerie seront fortement appréciées.

Le (La) candidat(e) choisi(e) devra en outre avoir le goût de la technologie, du travail en laboratoire, de l'informatique, de l'optique et de bonnes aptitudes pour le travail en équipe.

## L'Institut FOTON (CNRS, UMR6082)

L'Institut FOTON est une unité mixte de recherche associant le CNRS, l'Université de Rennes 1 (l'ENSSAT et l'IUT de Lannion), et l'INSA de Rennes.

L'unité est structurée en six axes thématiques et trois équipes, réparties sur deux sites : deux équipes à Rennes, Optoélectronique, Hétéro-épitaxie et Matériaux (OHM, (INSA- Rennes) et Dynamique des lasers, Optique-hyperfréquence, Polarimétrie, terahertz, imagerie (DOP, UR1) ; une équipe Systèmes Photoniques à Lannion (ENSSAT-Lannion).

Dans cette dernière équipe, le groupe Optique Guidée & Capteurs (OGC) est impliqué dans l'étude de différents systèmes optiques pour des applications industrielles.

La spécificité de FOTON est de rassembler autour de programmes communs trois équipes et trois plateformes couvrant des domaines ciblés de la photonique : la couche physique des télécommunications, des technologies liées aux applications industrielles et de défense (capteurs optiques, lasers, instrumentation pour la photonique) et le photovoltaïque.

Les thématiques de FOTON sont ancrées à celles de la technologie clef générique Photonique (KET : Key Enabling Technology), priorité européenne et de la région Bretagne.

## Information complémentaire – Contact

Pascal Besnard : [pascal.besnard@enssat.fr](mailto:pascal.besnard@enssat.fr)

Jean-Marc Goujon : [JeanMarc.Goujon@enssat.fr](mailto:JeanMarc.Goujon@enssat.fr)

## Candidature

Toute candidature devra être envoyée par mail et devra comporter les éléments suivants :

- Lettre de motivation et CV détaillé
- Copie du diplôme de master ou équivalent et Bulletins de notes des 2 dernières années
- Liste de publications s'il y a lieu
- Lettres de recommandation (x2)

La date limite de candidature est le 01/07/2019. Après la date limite, les candidats seront rapidement informés de leur statut. Les candidats retenus seront invités à un entretien, sur place à Lannion ou par séminaire web en fonction de leur localisation.