

## **Proposition de thèse de doctorat:**

### **Diffusion aux grands angles dans les filtres microstructurés pour l'imagerie hyperspectrale**

Les évolutions récentes des imageurs hyperspectraux ont conduit ces dernières années au développement d'une nouvelle génération de filtres optiques spatialement résolus. On parle ainsi de filtres allumettes (1 filtre par barrette CCD) ou mosaïque (1 filtre par pixel CCD). Si la technologie autorise désormais leur fabrication, il reste encore à lever un verrou associé aux performances de ces composants.

En effet, compte tenu du nombre croissant de couches minces (> 150 couches par structure) qu'il faut désormais déposer pour espérer atteindre les performances optiques requises, une nouvelle problématique est apparue et concerne des problèmes de diffusion lumineuse. Le diagramme de diffusion des composants révèle en effet des exaltations de la diffusion aux grands angles, qualifiées de lobes de diffusion. Cette lumière parasite, qui peut être de plusieurs décades supérieur au niveau intrinsèque du composant, vient en conséquence heurter les capteurs adjacents, ce qui amoindrit sérieusement les performances de l'imageur, jusqu'à le rendre inutilisable.

Des études instrumentales et numériques ont déjà été menées à l'Institut Fresnel avec le support du CNES et de la DGA et ont permis de faire évoluer les modèles numériques et la métrologie pour une analyse fine des lobes de diffusion dans le cas de composants planaires. L'accord calcul mesure est désormais excellent pour les structures 1D et les résultats ainsi obtenus ont positionné le laboratoire au premier rang de la scène internationale.

Dans ce contexte, le premier objectif de cette thèse serait d'étendre l'instrumentation à l'analyse spatialement résolue de filtres microstructurés. Cela permettrait en particulier de quantifier avec précision la diaphotie.

Parallèlement à cela, le doctorant travaillera à une analyse en amont de la problématique de diffusion aux grands angles afin de définir des techniques de synthèse de composants optiques qui permettent de coupler l'optimisation des pertes par diffusion lumineuse à la réalisation des fonctions optiques complexes.

Enfin, cette thèse s'insèrera dans le cadre d'un travail collaboratif entre le CNES et différents industriels de l'optique pour le spatial avec lesquels le doctorant sera régulièrement amené à interagir.

#### **Profil du candidat :**

Le candidat devra être diplômé d'un master 2 de physique ou d'une école d'ingénieur. Le travail à réaliser présentera des aspects numériques, théoriques et expérimentaux à mener en parallèle. Le candidat devra donc présenter un goût certain pour ces différentes approches de la physique. Une formation de base en optique est souhaitable.

## **Financement : CNES / Entreprise**

## **Laboratoire d'accueil :**

Laboratoire d'accueil : **Institut Fresnel** – Equipe CONCEPT  
Domaine Universitaire de Saint-Jérôme  
13013 Marseille

## **Directeurs de thèse :**

Myriam ZERRAD (Ingénieur de Recherche à Aix-Marseille Université)  
Michel LEQUIME (Professeur Ecole Centrale Marseille)  
Claude AMRA (Directeur de Recherche au CNRS, responsable équipe CONCEPT),

## **Profil du candidat :**

Envoyer CV et bulletins de notes à [myriam.zerrad@fresnel.fr](mailto:myriam.zerrad@fresnel.fr) avant le 20 avril 2017  
Début de thèse en octobre 2017

## **Références**

- M. Zerrad, S. Liukaityte, M. Lequime, C. Amra. « Light scattered by optical coatings : numerical predictions and comparison to experiment for a global analysis », Applied optics, Optical Society of America, 2016, 55, pp.9680-9687
- Broadband spectral transmittance measurements of complex thin-film filters with optical densities of up to 12, ” S. Liukaityte, M. Lequime, M. Zerrad, T. Begou, and Claude Amra, Opt. Lett. 40, 3225-3228 (2015).
- “Ultra-wide-range measurements of thin-film filter optical density over the visible and near-infrared spectrum,” M. Lequime, S. Liukaityte, M. Zerrad, and C. Amra, Opt. Express 23, 26863-26878 (2015).
- “Ultra-wide dynamic range system for the spectral transmission measurement of complex optical filters,” S. Liukaityte, M. Lequime, M. Zerrad, T. Begou, J. Lumeau, and C. Amra, in Advances in Optical Thin Films V, M. Lequime, H. A. Macleod, D. Ristau, eds., Proc. SPIE 9627, 96271A (2015)
- “Measurements of angular and spectral resolved scattering on complex optical coatings,” S. Liukaityte, M. Zerrad, M. Lequime, T. Begou and C. Amra, in Advances in Optical Thin Films V, M. Lequime, H. A. Macleod, D. Ristau, eds., Proc. SPIE 9627, 96271B (2015)
- M. Lequime, M. Zerrad, C. Deumie, and C. Amra, "A goniometric light scattering instrument with high-resolution imaging," Optics Communications 282, 1265-1273 (2009).
- C. Amra, "Light scattering from multilayer optics. I. Tools of investigation," J. Opt. Soc. Am. A 11, 197-210 (1994)
- C. Amra, "Light scattering from multilayer optics. II. Application to experiment," J. Opt. Soc. Am. A 11, 211-226 (1994)
- <http://www.fresnel.fr/spip/spip.php?article1355>
- <http://www.nktpotonics.com/case/extreme-optical-metrology-first-broadband-measurement-of-a-12-optical-density-with-1-nm-resolution/>
- <http://www.cnrs.fr/insis/recherche/actualites/2016/02/filtres-interferentiels.htm>