

Photo-Inscription de Structures Avancées dans les Fibres Optiques pour des Mesures Bragg-Rayleigh en Environnements Extrêmes

Situé sur le plateau de Saclay en région parisienne, au sein du CEA-LIST le Laboratoire Systèmes et Photoniques pour le Monitoring (LSPM) développe des capteurs innovants basés principalement sur les fibres optiques, pour monitorer les paramètres physiques (température, déformation, radiations, ondes acoustiques) en environnements extrêmes (e.g., à haute température (>800°C), en environnements électromagnétiques ou radiatifs), par exemple dans les moteurs d'avion du futur ou les circuits primaires ou secondaires des réacteurs nucléaires, avec comme objectif principal, l'amélioration de la maintenance et de la sécurité des systèmes instrumentés d'aujourd'hui et de demain.

Les fibres optiques possèdent de nombreux avantages, tels que leur faible intrusivité – un diamètre de 125 μm pour une masse de quelques g/km – leurs capacités de multiplexage ainsi que leur cadence d'interrogation – qui dépend principalement de l'électronique de contrôle.

Le LSPM dispose de la plateforme FemtoBragg pour photo-inscrire des structures avancées dans les fibres optiques, et notamment des réseaux de Bragg via les méthodes du masque de phase ou du point par point par laser femtoseconde. Les réseaux sont alors des transducteurs ponctuels, agissant comme des miroirs sélectifs réfléchissant ainsi une fine bande spectrale nommée pic de Bragg. La longueur d'onde de Bragg dépend de la température, sa détermination précise autorise une thermométrie jusqu'à plus de 1000°C. Les réseaux de Bragg ont aussi montré leurs capacités à résister aux environnements radiatifs (X/ γ) en utilisant des techniques d'inscription avancées développées au laboratoire.

A l'inverse, les capteurs répartis (réflectométrie fréquentielle Rayleigh, Optical Frequency-Domain Reflectometry – OFDR) permettent de réaliser des mesures sur plusieurs dizaines de mètres de fibres optiques avec une résolution millimétrique, permettant ainsi des mesures jusqu'à 400°C maximum.

L'objectif de la thèse est de photo-inscrire des structures innovantes par laser femtoseconde – typiquement des réseaux de Bragg peu réflecteurs – pour pouvoir amplifier la signature Rayleigh de la fibre optique et ainsi utiliser ce type de capteurs jusqu'à des températures avoisinant les 1100°C et/ou en environnement radiatif (photons, neutrons, électrons).

Le doctorant devra co-développer, avec l'aide des ingénieurs-chercheurs du laboratoire, un banc d'inscription de réseaux de Bragg peu réflecteurs sur fibre optique, ou d'autres types de structures avancées sur des distances métriques ou décamétriques. Les structures photo-inscrites seront testées par des interrogateurs commerciaux – Luna OBR ou Sensuron – pour s'assurer de leur compatibilité avec ces appareils. Des tests en fours (au LIST, ou sur les sites des partenaires académiques) seront effectués pour qualifier ces structures. Des irradiations à *minima* sous rayons X seront également menées au CEA List afin de qualifier aussi les sondes sous rayonnements ionisants. Enfin, via des collaborations, il sera possible d'analyser les structures photo-inscrites par microscopie après recuit et après irradiation afin d'analyser la stabilité des motifs photo-inscrits en fonction des paramètres de photo-inscription.

Pour mener à bien le sujet, le candidat aura, si possible, des connaissances dans les domaines suivants : fibres optiques, laser, programmation Python/Labview, analyse de données, mesures expérimentales.

Formation : BAC+5

Domaine de spécialité : Fibres optiques, instrumentation

Mots-clés : Fibre optique, laser femtoseconde, réseaux de Bragg, instrumentation

Lieu : CEA Paris-Saclay

Contacts :

Thomas BLANCHET et Sylvain MAGNE, Laboratoire Systèmes et Photonique pour le Monitoring, CEA LIST

Email : thomas.blanchet@cea.fr, sylvain.magne@cea.fr