FR – Offre de stage M2/ Fin de cycle ingénieur

Développement de capteurs acoustiques distribués à fibre optique par inscription laser femtoseconde

---

Contexte – Les capteurs acoustiques distribués (DAS) basés sur des fibres optiques permettent de surveiller en temps réel des infrastructures étendues (pipelines, câbles sous-marins, structures civiles) en mesurant des déformations dynamiques sur plusieurs kilomètres. Les systèmes actuels exploitent la rétrodiffusion Rayleigh naturelle de la fibre, un phénomène intrinsèquement faible (niveau de signal de l'ordre de -70 dB/m). Cette faiblesse limite la sensibilité et la dynamique des capteurs et impose des contraintes sur la puissance optique injectable, car au-delà d'un certain seuil, des effets non linéaires dégradent les mesures. De plus, la cohérence de la lumière rétrodiffusée peut engendrer des variations aléatoires du signal, ce qui complique son exploitation et rend nécessaire l'utilisation de systèmes d'interrogation sophistiqués et coûteux. Une alternative prometteuse consiste à inscrire des réflecteurs ponctuels dans le cœur de la fibre par laser femtoseconde, augmentant localement le signal rétrodiffusé tout en limitant les pertes.

Objectifs – Ce stage vise à développer cette technologie en optimisant un banc d'inscription par laser femtoseconde combiné à un système de déroulement, similaire à [1], pour créer des points diffusants ponctuels dans le cœur de fibres optiques standards. L'objectif est d'atteindre des performances comparables à l'état de l'art [2], c'est-à-dire un compromis optimal entre réflectance élevée (-53 dB/point) et pertes minimales (< 0,01 dB/100 points), tout en validant la stabilité et la linéarité de la réponse. La 1ère partie du stage consistera à optimiser les paramètres du banc de déroulement (vitesse de translation, contrôle du déplacement latéral) et à étudier l'influence des paramètres laser (énergie, taux de répétition, profil de faisceau) sur la qualité des microstructures. La 2nde partie du stage sera dédiée à la caractérisation des performances intrinsèques de la fibre optique à l'aide d'un réflectomètre OBR puis à une évaluation du gain obtenu sur la mesure DAS. Ce stage sera mené en collaboration avec Thales DMS, situé à Sophia-Antipolis.

Profil – Ce stage s'adresse à un(e) étudiant(e) en Master 2 ou fin de cycle ingénieur en physique, optique ou photonique, motivé(e) par l'expérimentation et la caractérisation de systèmes optiques. Des compétences en fibres optiques, en manipulation de lasers et en analyse de données seront appréciées. Une expérience avec les lasers femtosecondes sera un atout.

Durée – 5 à 6 mois
Lieu – Institut de Physique de Nice (INPHYNI), 17 rue Julien Lauprêtre, 06200 Nice, France
Gratification – ~680€/mois
Poursuite en thèse – Oui, via le concours de l'école doctorale
Contact – Envoyer CV et lettre de motivation à :
Matthieu Bellec, INPHYNI, matthieu.bellec@univ-cotedazur.fr
Guillaume Arpison, Thales DMS, guillaume.arpison@thalesgroup.com

[1] L. Colliard et al., *Femtosecond laser writing of robust waveguides in optical fibers with enhanced photosensitivity*, Opt. Exp. 32, 19735 (2024).
[2] B. Reddings et al., *Low-noise distributed acoustic sensing using enhanced backscattering fiber with ultra-low-loss point reflectors*, Opt. Exp. 28, 14638 (2020).

EN – M2 Internship / Final-year engineering internship offer

Development of fiber-optic distributed acoustic sensors via femtosecond laser inscription

---

Context – Distributed Acoustic Sensing (DAS) systems based on optical fibers enable real-time monitoring of extended infrastructures (pipelines, subsea cables, civil structures) by measuring dynamic strain over several kilometers. Current systems rely on the natural Rayleigh backscattering of the fiber, an intrinsically weak phenomenon (signal level on the order of -70 dB/m). This weakness limits the sensitivity and dynamic range of the sensors and imposes constraints on the injectable optical power, as beyond a certain threshold, nonlinear effects degrade the measurements. Moreover, the coherence of the backscattered light can give rise to random signal fluctuations, which complicates its exploitation and requires sophisticated and costly interrogation systems. A promising alternative consists in inscribing point reflectors into the fiber core using a femtosecond laser, locally enhancing the backscattered signal while keeping losses low.

Objectives – This internship aims to develop this technology by optimizing a femtosecond laser inscription setup combined with a fiber reel-to-reel system, similar to [1], to create point-like scattering centers in the core of standard optical fibers. The goal is to achieve performance comparable to the state of the art [2], i.e., an optimal trade-off between high reflectance (-53 dB/point) and minimal losses (< 0.01 dB/100 points), while validating the stability and linearity of the response. The first part of the internship will focus on optimizing the scrolling bench parameters (translation speed, lateral displacement control) and studying the influence of laser parameters (energy, repetition rate, beam profile) on the quality of the microstructures. The second part will be dedicated to characterizing the intrinsic performance of the optical fiber using an OBR (Optical Backscatter Reflectometer) and then evaluating the gain achieved in DAS measurements. This internship will be carried out in collaboration with Thales DMS, located in Sophia-Antipolis.

Profile – This internship is aimed at a Master 2 or final-year engineering student in physics, optics, or photonics, motivated by experimentation and the characterization of optical systems. Skills in optical fibers, lasers, and data analysis will be appreciated. Experience with femtosecond lasers will be an asset.

Duration – 5 to 6 months
Location – Institut de Physique de Nice (INPHYNI), 17 rue Julien Lauprêtre, 06200 Nice, France
Allowance – ~€680/month
PhD funding – Yes, via the doctoral school competitive exam
Contact – Please send CV and cover letter to:
Matthieu Bellec, INPHYNI, matthieu.bellec@univ-cotedazur.fr
Guillaume Arpison, Thales DMS, guillaume.arpison@thalesgroup.com

[1] L. Colliard et al., *Femtosecond laser writing of robust waveguides in optical fibers with enhanced photosensitivity*, Opt. Exp. 32, 19735 (2024).
[2] B. Reddings et al., *Low-noise distributed acoustic sensing using enhanced backscattering fiber with ultra-low-loss point reflectors*, Opt. Exp. 28, 14638 (2020).