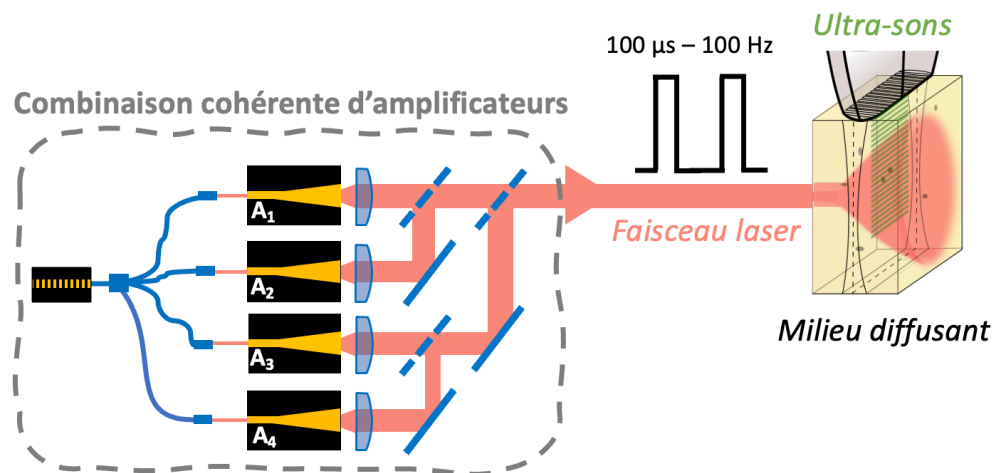


Offre de stage Master M1 /M2

Source laser pour l'imagerie acousto-optique *in vivo* et temps réel de milieux diffusants : évaluation, mise en œuvre

Description : Former une image optique spatialement résolue dans un milieu très diffusant, tel que les milieux biologiques, est extrêmement difficile au-delà de quelques millimètres. Les seuls dispositifs commerciaux reposent sur la tomographie optique, qui présente une résolution spatiale modeste dans les milieux épais, ou l'imagerie photo-acoustique, qui repose sur une détection ultrasonore. **L'imagerie acousto-optique** est une solution alternative particulièrement prometteuse, qui combine plusieurs techniques instrumentales. Elle repose sur l'interaction de la lumière diffuse cohérente – issue d'une source laser monofréquence – avec des ondes ultra-sonores. Cette méthode permet de cartographier les propriétés optiques d'un milieu diffusant avec la résolution sub-millimétrique des ultrasons et sur des épaisseurs de plusieurs centimètres. L'Institut Langevin (ESPCI – Paris) travaille depuis plusieurs années sur une variante de cette technique, qui exploite une imagerie indirecte dans l'espace de Fourier [1]. Les performances de cette approche sont aujourd'hui limitées par le faible niveau des signaux optiques détectés, du fait de la puissance laser insuffisante (< 2 W).

Au Laboratoire Charles Fabry (IOGS – Palaiseau), nous travaillons depuis plusieurs années sur des **architectures de combinaison cohérente** de faisceaux laser, qui visent à augmenter la puissance laser accessible en profitant d'interférences constructives entre des faisceaux cohérents issus d'amplificateurs à semiconducteur [2]. Pour les besoins de l'imagerie acousto-optique, nous avons développé un prototype laser reposant sur la mise en phase et la combinaison cohérente de quatre amplificateurs fonctionnant en régime impulsif ($100 \mu\text{s} - 100$ Hz). Une première preuve de principe, avec seulement deux amplificateurs combinés, nous a permis d'obtenir une puissance-crête de 9 W en sortie de la source laser. Il a déjà été possible d'obtenir une imagerie dans un milieu plus diffusant que ce qui était jusqu'à présent possible.



Dans le cadre de ce stage, nous proposons de valider un montage de combinaison cohérente de quatre amplificateurs, avec lequel nous visons une puissance-crête de l'ordre de 15 W. L'asservissement de la phase relative des différents faisceaux doit être repensé et optimisé, en veillant à obtenir un fonctionnement stable et peu sensible aux perturbations externes. La source finalisée sera complètement évaluée au LCF avant d'être transférée à l'Institut Langevin, où de nouvelles expériences d'imagerie acousto-optique par transformée de Fourier seront menées. À l'issue de ce stage, nous espérons avoir démontré des résultats d'imagerie nous situant au tout premier plan international.

Pour en savoir plus :

1. "Fourier transform acousto-optic imaging with off-axis holographic detection," Louis Dutheil, Maïmouna Bocoum, Mathias Fink, Sébastien M. Popoff, François Ramaz, and Jean-Michel Tualle, Appl. Opt. 60, 7107-7112 (2021)
2. "Coherent combination of micropulse tapered amplifiers at 828 nm for direct-detection LIDAR applications," Qin Liu, Sylvie Janicot, Patrick Georges, and Gaëlle Lucas-Leclin, Opt. Lett. 48, 489-492 (2023)

Profil & compétences recherchés : Le stage présente une forte composante expérimentale en instrumentation optique, ainsi qu'en pilotage/interfaçage et analyse des données. Nous recherchons un.e étudiant.e d'une formation d'ingénieur ou de master avec une spécialisation en photonique, et une solide formation en optique de Fourier.

Contacts :

- **Laboratoire Charles Fabry** : Gaëlle Lucas-Leclin - gaelle.lucas-leclin@institutoptique.fr
- **ESPCI – Institut Langevin** : François Ramaz - francois.ramaz@espci.fr

Localisation & sites web :

- Laboratoire Charles Fabry (LCF) – 2 avenue Augustin Fresnel, Palaiseau, France
<https://www.lcf.institutoptique.fr/en/groupes-de-recherche/lasers>
- Institut Langevin – ESPCI - 1 rue Jussieu, Paris, France
https://www.institut-langevin.espci.fr/imagerie_acousto_optique_en_milieux_diffusants

Démarrage : Printemps 2024

Durée : 4 – 6 mois

Gratification : ~600 €/mois