

# **Développement d'une nouvelle technique de spectroscopie Brillouin par une source laser ultra haute cadence : application à la spintronique**

Paolo Paris - Giorgio Santarelli - Eric Cormier  
Laboratoire Photonique, Numérique et Nanosciences (LP2N) – Talence  
Journée de l'Ecole Doctorale Sciences Physiques et de l'Ingénieur  
2023/2024

Nous proposons d'étudier une nouvelle méthode de spectroscopie Brillouin acoustique et de spintronique. Pour cela, nous développons une source laser impulsionnelle innovante dont la cadence des impulsions atteint la centaine de GHz. Le projet est une collaboration avec trois laboratoires experts dans les domaines de la spectroscopie laser, la croissance de solides cristallins et les milieux ferromagnétiques.

Les objectifs du projet doctoral sont les suivants :

- Construire un dispositif pompe-sonde classique pour mesurer les propriétés acoustiques de solides par diffusion Brillouin, c.f Time Domain Brillouin Scattering (TDBS)
- Tester la nouvelle méthode de spectroscopie Brillouin acoustique par excitation résonante
- Augmenter la cadence du laser pulsé à la centaine de GHz
- Tester la nouvelle méthode de spectroscopie Brillouin de spin par excitation résonante

Dans une première phase, la source impulsionnelle sera adaptée à une expérience de spectroscopie par diffusion inélastique Brillouin de la lumière (TDBS) par excitation résonante. En effet, la cadence largement accordable de la source impulsionnelle couvre les fréquences de résonance des phonons (dizaine de GHz) des matériaux étudiés. Ce travail sera fait en collaboration avec les laboratoires de l'Institut de Physique de Rennes (IPR) et le laboratoire Lab-STICC (Brest). L'IPR aura la charge de mener des mesures de spectre de phonons avec une méthode classique d'excitation par une impulsion laser et le Lab STICC fabriquera les échantillons solides étudiés. Les essais seront faits sur des échantillons de PolyMéthyle MethAcrylate (PMMA). Les résultats des deux expériences de spectroscopie seront ensuite comparés.

Dans une deuxième phase, la source sera adaptée à une expérience de spectroscopie de spin. Ceci implique de pouvoir augmenter la cadence de répétition des impulsions lasers pompes continuellement jusqu'à 500 GHz. Pour cela, le spectre généré par la source laser sera manipulé à l'aide d'un conformateur d'impulsion. Cependant, la multiplication de la fréquence de répétition des impulsions implique de raccourcir la durée des impulsions à moins de 200 fs pour éviter le recouvrement temporel. Ceci sera réalisé en élargissant le spectre par le biais de phénomènes non linéaires dans des guides d'ondes et fibres, et en compressant efficacement les impulsions. En plus de ces étapes s'ajoute l'amplification du faisceau laser. Une fois la multiplication de la fréquence de répétition des impulsions et la compression de ces dernières abouties, la nouvelle source laser sera adaptée à l'expérience de spectroscopie de spin. Ce travail sera fait en collaboration avec l'Unité Mixte de Physique de Paris-Saclay (UMPhy), spécialisée dans les matériaux ferromagnétiques, et avec le laboratoire Lab-STICC. Il vise à déterminer si nous sommes capables de détecter la résonance des magnons de grenats ferromagnétiques avec cette nouvelle technique de spectroscopie.