

Stage de Master EFEMO
2019-2020, durée 5 mois

Sujet : Réalisation d'une source laser ultrarapide émettant à 2.3 μm

Encadrants : Ammar HIDEUR, Thomas GODIN

Mots clés (4) : laser, optique ultra-rapide, effets non-linéaires, soliton

Objectifs :

Les sources laser émettant dans le moyen infrarouge sont extrêmement attractives pour de nombreuses applications telles que la spectroscopie, la chirurgie, la découpe de matériau ou encore les technologies de défense, du fait que de nombreuses molécules d'intérêt ont des signatures dans cette gamme spectrale.

Dans ce contexte, le département Optique et Lasers du CORIA s'intéresse précisément à la réalisation de sources laser émettant des impulsions brèves dans la gamme 2 à 3 μm , pour laquelle il existe aujourd'hui très peu de solutions expérimentales. Une solution originale explorée par le département en collaboration avec le CIMAP de Caen consiste à exploiter la transition laser à 2.3 μm des ions thulium incorporés dans des matrices cristallines en verre fluoré ou des oxydes. Cette thématique est portée dans le cadre d'un projet national (ANR SPLENDID2) regroupant des experts en croissance de cristaux lasers, caractérisation optique et lasers ultra-rapides. Un des objectifs de ce projet est d'explorer le potentiel de cette solution pour la montée en énergie dans ce domaine spectral, sujet apparaissant comme un réel challenge à l'échelle internationale et focalisant l'intérêt de groupes de recherche de premier plan [1-4].

L'objectif de ce stage de 5 mois est ainsi de développer une source laser émettant à 2.3 μm qui servira à injecter les chaînes d'amplifications cristallines. L'approche qui sera explorée s'appuiera sur une source commerciale fibrée émettant des impulsions ultra-courtes à la longueur d'onde de 2.1 μm qui sera combinée à un convertisseur à auto-décalage en fréquence de solitons (ou *SSFS pour soliton self-frequency shift*) pour atteindre la longueur d'onde de 2.3 μm . Après une caractérisation fine de la source, le travail consistera d'abord à rechercher la configuration de fibre idéale pour optimiser le processus de conversion non-linéaire via des simulations numériques. Différentes fibres optiques en silice, germanium ou en verre fluoré seront ensuite étudiées. Une fois cette étape finalisée, le stagiaire aura l'opportunité de tester la source réalisée pour injecter des amplificateurs à cristaux massifs (YLF et KYF, par exemple) fabriqués par nos partenaires du laboratoire CIMAP.

Résultats attendus pour la rédaction du rapport de stage :

Le principal résultat attendu est la réalisation du décalage Raman par SSFS dans une fibre optique. Une durée de stage de 5 mois, compte-tenu des moyens disponibles, paraît adaptée à la prise en main de l'expérience et de la théorie, et à l'obtention de premiers résultats. Une attention particulière sera consacrée à la bonne maîtrise de l'outil de simulation de la propagation des impulsions dans un milieu non-linéaire. L'utilisation de ces impulsions décalées en fréquence pour l'injection de cristaux serait un plus, mais sera sans doute au-delà de la durée du stage.

Moyens utilisés : Les moyens nécessaires à la réalisation de ce stage, aussi bien du point de vue numérique qu'expérimental, sont d'ores-et-déjà présents dans l'équipe. De plus, ce stage coïncide, comme mentionné précédemment, avec le démarrage d'un projet ANR sur ce sujet, ce qui garantit une forte implication des chercheurs et ingénieurs l'accompagnant.

Travaux Développés sur le sujet au laboratoire (Master, Thèse, ...): S'agissant d'une nouvelle approche pour la production d'impulsions ultracourtes dans le moyen infrarouge, aucune thèse ni aucun stage de master n'a pour l'instant été consacré à l'émission d'impulsion à 2.3 μm . En revanche, une thèse concernant les lasers moyen IR dans l'équipe se terminera d'ici le début du stage (M. Paris).

Références bibliographiques de l'équipe en rapport avec le sujet :

A. Tyazhev et al. - Laser Physics Letters 15, 045807 (2018)

L. Guillemot et al. – Optics Letters **44**, 5077 (2019).

P. Loiko et al. – Optics Letters **44**, 3010 (2019).

Références bibliographiques :

[1] M. J. Baker et al. - Nature Protocols 9, 1771 (2014).

[2] V. A. Serebryakov et al. - Journal of Optical Technology 77, 6 (2010).

[3] C. Frayssinous et al. - Journal of Materials Processing Technology 252, 813 (2018).

[4] S. Antipov et al. – Optica 3, 1373 (2016).