Offre de thèse financée

Titre : Fibres à cristaux photoniques pour les lasers de haute puissance/énergie: transport/génération de faisceau et mise en forme spatiale de grande qualité

Le laboratoire d'accueil

Cette thèse co-financée Université Lille 1 – CEA CESTA (Bordeaux) s'inscrit dans le cadre du laboratoire conventionné SYLFE [1] regroupant l'équipe Photonique du PhLAM (UMR8523) et le Laboratoire Opto-Electronique du Département Lasers de Puissance du CEA CESTA. Cette thèse se déroulera dans les locaux de l'IRCICA (USR3380) à Villeneuve d'Ascq au sein de l'équipe Photonique du PhLAM dont les activités de recherche sont structurées autour de la plateforme technologique Fibertech dédiée à l'étude et à la réalisation de fibres optiques de spécialité. Cette équipe (~ 40 personnes) génère une production scientifique d'environ 30 articles par an et constitue l'une des toutes premières forces de recherche en France dans son domaine.

La personne retenue bénéficiera des compétences et moyens en modélisation, réalisation et caractérisation de fibres optiques et notamment de la plateforme Fibertech. Cette plateforme constitue un pôle unique en France regroupant en une seule entité 3 méthodes complémentaires de fabrication de verre de haute qualité (MCVD, OVD, Sol-Gel) et 3 tours d'étirages et fibrages.

Description du sujet de thèse

Depuis une quinzaine d'années, les amplificateurs et lasers à fibre sont en plein essor. Ils sont bien sûr un élément essentiel des télécommunications actuelles à très haut débit mais ils jouent aussi un rôle très important dans divers domaines de la physique, de la biologie et de la santé ainsi que dans les marchés industriels tournés vers l'usinage de matériau (gravure, découpe…). Cet essor est lié aux avantages intrinsèques de la fibre (compacité, robustesse, qualité du faisceau…) et à l'augmentation continue de la puissance optique des lasers à fibre.

Toutefois plusieurs applications industrielles importantes (usinage, biologie...) ainsi que de grands équipements tels que le laser Méga-Joule bénéficieraient fortement de lasers fibrées délivrant un *faisceau monomode aplati* (éclairement homogène) de *forte énergie/puissance* et de *polarisation contrôlée*. C'est dans ce contexte que le laboratoire PhLAM, en collaboration étroite avec le CEA/CESTA, a conçu et réalisé *deux premières mondiales* : une fibre air-silice monomode délivrant un mode plat [2] puis une version étendue préservant la polarisation de la lumière [3].

En outre, il est également important de concevoir un système tout fibré qui pourrait transporter une puissance élevée avec un faisceau de qualité spatiale permettant d'éviter les effets délétères (effets non-linéaires, modulations FM / AM...).

La thèse proposée consiste à poursuivre ces travaux (*labélisés par l'Equipex Flux[4] et le CPER Photonics for society*) en visant, d'une part, à augmenter le diamètre du mode fondamental afin d'amplifier à de plus fortes énergies/puissances et, d'autre part, à amplifier directement dans la fibre mode plat à maintien de polarisation. ***Différentes stratégies originales pour augmenter l'aire effective*** du mode fondamental tout en éliminant les

autres modes, délétères pour la qualité spatiale et la stabilité du laser, ***seront étudiées théoriquement et expérimentalement***. ***Les travaux viseront aussi à une meilleure compréhension de l'impact sur les propriétés modales de la fibre des différentes étapes de fabrication, des courbures ainsi que des effets thermiques*** engendrés lors de son utilisation. Une deuxième problématique porte sur la conception et la réalisation de fibres de transport de puissance permettant de s'affranchir des effets non linéaires sur une dizaine de mètres : une étude approfondie de différentes conceptions de fibres, y compris les fibres à cœur creux à guidage par bande photonique interdite sera aussi entreprise. L'objectif à terme est une mise en œuvre sur le pilote du laser Méga-Joule [5].

Le(la) candidat(e) à la thèse pourra s'appuyer sur les connaissances et les compétences des membres du laboratoire conventionné SYLFE (PhLAM-CEA CESTA), ainsi que sur la plateforme Fibertech. Le (la) candidat(e) aura la possibilité de travailler sur l'ensemble du projet (***modèles théoriques et simulations, fabrications et caractérisations optiques*** des fibres réalisées) selon ses envies et compétences.

Encadrants-Contacts:

Directeur de thèse: Géraud Bouwmans (Univ Lille -Phlam - geraud.bouwmans@univ-lille1.fr)
Co-encadrant: Constance Valentin (CNRS - Phlam - constance.valentin@univ-lille1.fr)
Co-directeur de thèse: Emmanuel Hugonnot (CEA – CESTA- emmanuel.hugonnot@cea.fr)

Financement acquis : thèse cofinancée sur 3 ans par une demi-bourse président de l'université de Lille 1 et une demi-bourse CEA-CESTA.

Lieu : IRCICA/PhLAM, 59658 Villeneuve d'Ascq, France

Mots-clés : Fibre optique microstructurée, forte puissance laser, convertisseur de mode, transport de puissance

Références :

[1] https://www.univ-lille.fr/fileadmin/user_upload/presse/20150916_CP_Labo_SYLFE.pdf
[2] C. Valentin *et al.*, Opt. Express **21**, 23250 (2013)
[3] P. Gouriou *et al.*, Opt. Express **23**, 32496 (2015)
[4] http://equipex-flux.univ-lille1.fr/index.php/fr/presentation
[5] http://www-lmj.cea.fr