



Proposition de sujet de thèse - 2019

Chalcogénures et Fibres Optiques Infrarouges Non Linéaires pour des sources large bande de 2 à 15 μm

Chalcogenides and Nonlinear Infrared Optical Fibers for 2-15 μm broadband sources

Unité de recherche : ICB, UMR 6303 CNRS-Université de Bourgogne Franche-Comté

Direction de thèse : Frédéric Smektala, Professeur, frederic.smektala@u-bourgogne.fr

Co-encadrants: B. Kibler, F. Désévéday, G. Gadret, JC. Jules, P. Mathey

Description du projet scientifique :

L'infrarouge est un domaine spectral offrant des perspectives d'applications novatrices très nombreuses plus particulièrement dans le domaine des sources fibrées large bande compactes et dans le domaine de l'analyse spectrale pour le contrôle environnemental (gaz à effet de serre, polluants atmosphériques), le diagnostic médical, l'identification biochimique. Le sujet est très dynamique au niveau international et les progrès réalisés ces dernières années sont remarquables, avec un retour vers la société assez rapide puisque, par exemple en ce qui concerne les sources fibrées large bande, de nouveaux dispositifs deviennent disponibles sur le marché.

Actif sur le domaine à Dijon depuis plus de 10 ans, le Groupe Verres Non Linéaires et Fibres Optiques Spéciales de l'équipe SLCO à l'ICB est un acteur du domaine reconnu au niveau international, et régulièrement lauréat d'appel d'offres compétitifs (ANR Internationale, ANR PRC, Programme I-Site BFC).

Le sujet proposé consiste à étudier de nouvelles fibres optiques infrarouges très non linéaires, à base de verres de chalcogénures transparents entre 1 et 16 μm . Ces verres sont entre 100 et 1000 fois plus non linéaires que le verre de référence, la silice. Le groupe Verres Non Linéaires et Fibres Optiques Spéciales a la maîtrise de la synthèse et de la caractérisation de cette famille de matériaux. Il s'agit dans ce projet, parmi les très nombreuses compositions possibles, de travailler sur des verres de chalcogénures les plus compatibles possibles avec des exigences environnementales élevées, c'est-à-dire de ne pas recourir à des éléments notoirement très toxiques comme l'arsenic ou l'antimoine par exemple, qui sont largement utilisés dans les verres de chalcogénures "courants". Le groupe a déjà identifié un système adéquat qui fera l'objet d'une étude plus approfondie dans le cadre de cette thèse : domaine vitreux, températures caractéristiques (T_g , T_x), propriétés physico-chimiques (coefficients de dilatation, indices de réfraction linéaires et non linéaires, dispersion chromatique etc...), procédés d'obtentions de massifs de très haute

pureté (taux d'impuretés inférieur au ppm) par recours à des distillations statiques et dynamiques et/ou des procédés chimiques réactifs.

Ensuite, une composition optimale sera retenue pour la réalisation de préformes structurées par usinage mécanique et pour le fibrage de fibres optiques microstructurées. L'intérêt de ces fibres microstructurées, à cœur suspendu par exemple, réside dans la possibilité de contrôler la dispersion chromatique du guide d'onde, propriété essentielle à la génération de spectres très larges de type supercontinuum (plusieurs octaves soit plusieurs milliers de nanomètres d'étendue spectrale) à partir d'impulsions lasers spectralement étroites.

D'autre part, un couple de compositions compatibles avec la fabrication de fibres à saut d'indice de forte ouverture numérique sera également choisi (différence d'indice de plusieurs 10^{-2}). La gestion de la dispersion chromatique, fortement dépendante de la géométrie du guide, conduit ici à un cas de figure différent du précédent, en permettant par exemple d'accéder à un profil de dispersion très plat, avec 2 zéros de dispersion.

Les fibres obtenues seront alors excitées par des impulsions laser femto secondes, à l'aide de sources fibrées compactes (laser à 2 μm) ou à l'aide de sources plus puissantes et de plus grande accordabilité (NOPA), selon leurs propriétés de dispersion chromatique. L'objectif est d'obtenir la génération de supercontinuum couvrant les bandes II et III de transparence atmosphérique, c'est-à-dire de réaliser des sources fibrées émettant une lumière cohérente sur un spectre continu très large allant typiquement de 2 à 15 μm , avec une densité de puissance spectrale constante.

Ces sources large bande seront ensuite utilisées dans des expériences de spectroscopie infrarouge, par exemple pour mettre en évidence des absorptions caractéristiques de gaz indésirables pouvant être présents dans l'atmosphère, tels que des polluants atmosphériques (CO_2 , CH_4 , NO_x , SO_x etc..) ou des neurotoxiques (gaz sarin, gaz Vx etc...)

L'objectif de ce travail doctoral est de développer, au final, de nouvelles sources fibrées accordables large bande dans l'IR.

Le doctorant interviendra sur l'ensemble du projet qui se situe à l'intersection de l'optique, des matériaux et de la modélisation : synthèse des verres, mise en forme, étirage des fibres optiques, caractérisations optiques linéaires et non linéaires, modélisations numériques. Ces travaux se dérouleront dans le cadre d'une coopération régionale au sein de la COMUE Bourgogne Franche-Comté et de l'EUR EIPHI et d'une coopération internationale (ANR Proteus avec le Canada, Programme CNRS-JSPS Tiberis avec le Japon)

Connaissances et compétences requises :

- M2 ou Ingénieur en Physique, Physico-Chimie, Matériaux, Chimie.
- Bases en physico-chimie des matériaux.
- Bases d'optique guidée et d'optique non linéaire
- Maîtrise suffisante de l'anglais (bibliographie en anglais, rédaction d'articles scientifiques).

Toutes les connaissances pratiques nécessaires à la synthèse des verres et à l'étirage des fibres optiques seront acquises sur place pendant les deux premiers mois de thèse.

Financement CNRS : 2135 € brut/mensuel

<https://icb.u-bourgogne.fr/equipe/frederic-smektala/>

<https://icb.u-bourgogne.fr/>