



LABORATOIRE INTERDISCIPLINAIRE CARNOT DE BOURGOGNE  
UMR 6303 CNRS

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

PHYSIQUE – CHIMIE  
INGENIERIE

NANOSCIENCES – PHOTONIQUE – SCIENCES DES MATERIAUX & CARACTERISATION

## Proposition de sujet de post-doc

Fibres hybrides à supercontinuum  
Supercontinuum Hybrid Optical Fibers

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

**Contact :** Frédéric Smektala, Professeur, [frederic.smektala@u-bourgogne.fr](mailto:frederic.smektala@u-bourgogne.fr)

**Financier :** Region Bourgogne Franche-Comté, FEDER & Graduate School EIPHI

### Description du projet scientifique :

La génération de supercontinuum (SC) dans l'infrarouge moyen (MIR) est un domaine de recherche très actif motivé par un large éventail d'applications, notamment la tomographie par cohérence optique, le traitement des matériaux, la détection optique, l'imagerie biomédicale et la spectroscopie d'absorption. Bien que de nombreux progrès aient été obtenus récemment dans ce domaine, des efforts considérables sont nécessaires avant que des sources de lumière SC à large bande au-delà de 5  $\mu\text{m}$  ne soient disponibles pour des applications courantes. Les expériences récemment menées à l'ICB ont montré une génération efficace de SC dans le moyen IR jusqu'à 14  $\mu\text{m}$  par exemple.

Ce projet vise à développer de nouvelles fibres optiques multi-matériaux en combinant différents matériaux comme des verres infrarouges et des électrodes métalliques pour générer de nouvelles fonctions électrooptiques dans ces fibres telles que la modulation optique et la gestion de la dispersion. Par exemple, la combinaison des propriétés optiques non linéaires des verres de tellurites ou de chalcogénures avec les propriétés électro-conductrices des métaux permet de moduler la lumière ou même de générer de nouvelles fréquences dans le Mid-IR. Une telle combinaison métal-verre sera explorée autant en amont de la fabrication des fibres, pendant la fabrication de la préforme, de même qu'après le fibrage, par un traitement post-étirage (par exemple par dépôt métallique chimique). Les préformes composites seront préparées en utilisant différentes approches basées sur des procédés mécaniques par exemple. Toutes les propriétés optiques et thermomécaniques des verres seront étudiées de manière approfondie. Les fibres composites seront également caractérisées optiquement et électriquement. L'impact du processus d'étirage sur leurs propriétés électrooptiques sera étudié. Plusieurs techniques d'analyses structurales (Raman, infrarouge, XRD, RMN) et microstructurales / morphologiques (MET, MEB) seront mises en œuvre pour établir les relations entre la structure fine du matériau, la microstructure des fibres et leur réponse optoélectronique.

L'objectif est de développer des dispositifs à fibres hybrides fabriquées à partir de verres IR à basses Tg. L'originalité de l'approche repose sur notre récente démonstration du cofibrage simultané de verres de tellurites avec des électrodes métalliques intégrées. Les verres de tellurites et de chalcogénures

seront particulièrement adaptés à une utilisation dans le M-IR, tandis que leur grande non-linéarité de troisième ordre sera utilisée pour la génération de spectre très larges (supercontinuum, SC). Outre leurs avantages respectifs, les verres de chalcogénures et de tellurites présentent une stabilité élevée contre la cristallisation et une grande capacité de mise en forme. Les fibres hybrides électriques / optiques proposées ici permettront de contrôler, dans un dispositif unique et simultanément, la génération de lumière dans le MIR et des fonctionnalités électriques DC / micro-ondes.

L'objectif du post-doc est donc d'utiliser notre maîtrise du cofilage verre métal, de sorte à fabriquer de nouvelles fibres hybrides permettant de mettre en œuvre dans un guide unique des fonctions électrooptiques. Ceci permettra de développer de nouveaux composants fibrés utiles en endoscopie, combinant à la fois la possibilité de délivrer ou de collecter un signal électrique et de délivrer ou de collecter un signal optique large bande dans l'infrarouge, notamment dans la zone spectrale d'absorption fondamentale des bio-molécules.

#### Connaissances et compétences requises :

- Doctorat en Physique, Physico-Chimie, Matériaux, Chimie.
- Connaissances en physico-chimie des matériaux, optique guidée et d'optique non linéaire
- Maîtrise de l'anglais

**Financement : environ 2300 € brut/mensuel (environ 1900 € net / mensuel)**

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

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

#### Description of the scientific project:

Supercontinuum (SC) generation in the mid-infrared (MIR) is a very active area of research driven by a wide range of applications including optical coherence tomography, materials processing, optical detection, biomedical imaging and absorption spectroscopy. Although much progress has been made recently in this area, considerable effort is required before broadband SC light sources beyond 5  $\mu\text{m}$  are available for routine applications. Recent experiments at ICB have shown efficient generation of SC in the medium IR range up to 14  $\mu\text{m}$  for example.

This project aims to develop new multi-material optical fibres by combining different materials such as infrared glasses and metal electrodes to generate new electro-optical functions in these fibres such as optical modulation and dispersion management. For example, the combination of the non-linear optical properties of tellurite or chalcogenide glasses with the electroconductive properties of metals allows to modulate light or even to generate new frequencies in the Mid-IR. Such a metal-glass combination will be explored both upstream of fibre manufacture, during the manufacture of the preform, as well as after drawing, by post-drawing treatment (e.g. by chemical metal deposition). Composite preforms will be prepared using different approaches based on mechanical processes for example. All the optical and thermomechanical properties of the glasses will be studied in depth. Composite fibres will also be characterized optically and electrically. The impact of the drawing process on their electro-optical properties will be studied. Several structural (Raman, infrared, XRD, NMR) and microstructural/morphological (TEM, SEM) analysis techniques will be used to establish the relationships between the fine structure of the material, the microstructure of the fibres and their optoelectronic response.

The objective is to develop hybrid fiber devices made from low T<sub>g</sub> IR glasses. The originality of the approach is based on our recent demonstration of the simultaneous co-drawing of tellurite glasses

with integrated metal electrodes. Tellurite and chalcogenide glasses will be particularly suitable for use in M-IR, while their high third-order non-linearity will be used for very broad spectrum generation (supercontinuum, SC). In addition to their respective advantages, chalcogenide and tellurite glasses have a high stability against crystallization and a high shaping capacity. The hybrid electric/optical fibers proposed here will allow to control, in a single device and simultaneously, the light generation in MIR and DC/microwave electric functionalities.

The objective of the post-doc is therefore to use our mastery of glass-metal co-drawing to fabricate new hybrid fibers allowing to implement electro-optical functions in a single guide. This will enable the development of new fibered components useful in endoscopy, combining the possibility of delivering or collecting an electrical signal and delivering or collecting a broadband optical signal in the infrared, particularly in the fundamental absorption spectral range of bio-molecules.

Required knowledge and skills:

- PhD in Physics, Physico-Chemistry, Materials, Chemistry.
- Knowledge in physico-chemistry of materials, guided optics and non-linear optics
- Fluency in English

Salary: about 2300 € gross/month (about 1900 € net/month)

Translated with [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator) (free version)