



LABORATOIRE INTERDISCIPLINAIRE CARNOT DE BOURGOGNE
UMR 6303 CNRS
<http://icb.u-bourgogne.fr>

PHYSICS – CHEMISTRY
ENGINEERING

NANOSCIENCE – PHOTONICS – MATERIALS ENGINEERING AND CHARACTERIZATION

Proposition de sujet de thèse – PhD research project 2026

Intitulé du sujet de thèse / PhD Thesis title:

Diffusion et contrôle tout optique de la lumière à travers des potentiels optiques dépendant du temps
Scattering theory and all-optical control of light using time-dependent optical potentials

Unité de recherche- Université / Research laboratory - Organization:

Laboratoire ICB – UMR 6303 CNRS-UBE
(Photonics Dpt – SAFIR Team)

Direction de thèse / Supervisors:

TORRES Théo (theo.torres@u-bourgogne.fr)
FATOME Julien (julien.fatome@u-bourgogne.fr)

Domaine scientifique principal de la thèse / Main research field:

Optique non-linéaire / Nonlinear Optics

Début de thèse et durée / Starting date & Duration:

01/10/2026 – 36 mois / 36 months

Financement envisagé / PhD Funding:

Contrat doctoral – bourse MESRI / MESRI PhD fellowship

Description du projet scientifique / Background & Objectives:

Ce projet de doctorat vise à développer un cadre théorique et expérimental permettant de contrôler la lumière dans les fibres optiques à l'aide de potentiels optiques dépendants du temps qui seront générés par des impulsions optiques intenses. S'appuyant sur les récentes avancées en gravitation analogue et sur cristaux photoniques, le projet exploitera les analogies entre la diffusion spatiale et temporelle pour concevoir et étudier de nouveaux systèmes en optique fibré.

Le projet poursuivra deux objectifs complémentaires. D'une part, les théories de la diffusion, de Bloch et des résonances pour des opérateurs non hermitiens seront utilisées pour contrôler le champ sonde via le champ pompe, permettant un ajustement fin des ondes transmises/réfléchies, de la formation de bandes interdites et des effets résonants dans le domaine temporel. D'autre part, l'approche sera inversée afin de déduire les propriétés du champ pompe à partir des mesures du champ sonde diffusé, ouvrant la voie à des diagnostics indirects d'impulsions optiques ultrarapides.

Sur le plan méthodologique, le projet combinera la modélisation théorique basée sur l'équation de Schrödinger non linéaire, l'analyse de Floquet-Bloch et la théorie de la diffusion et de la résonance non hermitiennes avec des mises en œuvre expérimentales dans des fibres monomodes et multimodes aux

longueurs d'onde de télécommunication. Les résultats permettront d'approfondir la compréhension des structures photoniques temporelles et contribuer au développement de nouveaux outils pour le contrôle optique ultra-rapide, le traitement du signal et les métamatériaux temporels.

This PhD project aims to develop a theoretical and experimental framework to control light in optical fibres using time-dependent optical potentials generated by intense pump fields. Building on recent advances in optical event horizon and photonic time crystals, the project will exploit analogies between spatial and temporal scattering to engineer and probe novel dynamical optical systems.

The project will pursue two complementary objectives. First, scattering theory, Bloch theory, and resonance theory for non-Hermitian operators will be used to **control the probe field via the pump field**, enabling tailored transmission, reflection, band-gap formation, and resonant effects in the time domain. Second, the approach will be reversed to **infer properties of the pump field from measurements of the scattered probe field**, opening the way to indirect diagnostics of complex ultrafast optical waveforms.

Methodologically, the project will combine theoretical modeling based on the nonlinear Schrödinger equation, Floquet–Bloch analysis, and non-Hermitian scattering and resonance theory together with experimental implementations in nonlinear single-mode and multi-mode fibers at telecom wavelengths. The outcomes are expected to deepen the understanding of temporal photonic structures and contribute to the development of new tools for ultrafast optical control, signal processing, and temporal metamaterials.

Diplômes et Compétences requis / Required Skills & Qualifications:

Diplôme de Master en Physique ou/et Optique/Photonique. Connaissances théoriques et expérimentales en théorie de la diffusion, optique guidée, optique non-linéaire, et programmation scientifique. Excellente communication écrite et orale en anglais. Capacité de combiner le travail de modélisation théorique avec un travail expérimental en laboratoire. Curiosité scientifique, esprit d'initiative et aptitude au travail en équipe.

Master degree in Physics/Photonics. Theoretical and experimental background in scattering theory, guided optics, nonlinear optics and scientific programming. Excellent written and oral communication skills in English. Appetence to link theoretical modelling with experimental work in laboratories. Broad scientific interests, demonstrated self-drive and team worker attitude.