

Offre de thèse (H/F) portant sur le contrôle tout optique dans les réseaux de guide micro-photoniques

Au sein du département Photonique, l'équipe Soliton, Laser, et Communication Optique du laboratoire ICB¹ cherche un doctorant (h/f) pour développer des techniques de contrôle tout-optique dans des réseaux de guides micro-photoniques.

Les équations gouvernant la propagation de la lumière dans des réseaux de guides couplés présentent d'énormes similarités avec l'équation de Schrödinger régissant l'évolution temporelle d'un système quantique². Des effets optiques analogues à la marche quantique aléatoire, aux oscillations de Bloch, ou encore la localisation dynamique, ont ainsi peut être démontrés³. Les contraintes technologiques ne permettaient à l'époque que d'étudier des réseaux comprenant un très grand nombre de guides : cela permettait d'imiter les effets de bandes (électroniques), mais pas les phénomènes de transition entre niveaux d'énergie discrets. Les progrès réalisés en nano-fabrication permettent maintenant d'envisager la transposition à l'optique des techniques utilisées en électrodynamique quantique pour contrôler l'état d'excitons entre niveaux d'énergie discrets.

Les résultats attendus sont dans un premier temps la mise en place de techniques innovantes appliquées au contrôle tout-optique sur puce : démultiplexeurs complexes, filtres spectraux, etc. Dans un deuxième temps, des aspects plus fondamentaux seront abordés où s'intéressera à la manière dont les nonlinéarités optiques permettent d'obtenir de nouveaux régimes de propagation dits 'exotiques' (c'est-à-dire n'ayant pas d'équivalent en optique fibrée). Pour finir, les réseaux de guides ont une structure géométrique proche de certains systèmes modèles utilisés en optique topologique (le Su-Schrieffer-Heeger modèle par exemple⁴) : il s'agira donc de voir comment un lien peut être établi – ou pas – entre ces deux domaines de la physique.

Cette thèse aura lieu dans le cadre du projet NAC-NIP financé par l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR). Le projet, qui se situe à la frontière entre science fondamentale et appliquée, comporte aussi bien des aspects très théoriques qu'expérimentaux (e.g. nano-fabrication, mesure, et caractérisation d'échantillons micro-optiques).

Qualification requise : Vous êtes détenteur d'un diplôme d'ingénieur ou d'une Master2 Recherche ; une spécialisation en optique/photonique ou en physique de la matière condensée est un plus.

Lieux : Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB) – UMR CNRS 6303, Campus de l'Université de Bourgogne, Dijon (France)

Durée : 36 mois

Salaire brut : environ 2 135€/mois

Date : Démarrage de la thèse entre le 1^{er} Juin et le 1^{er} Octobre 2021. Candidatures acceptées jusqu'à ce que le poste soit attribué.

Renseignement et candidature : Dr. Pierre COLMAN (pierre.colman@u-bourgogne.fr)

¹ <https://icb.u-bourgogne.fr/solitons-lasers-et-communications-optiques/>

² S. Longhi, "Quantum-optical analogies using photonic structures", *Laser & Photon. Rev.* **3** (3), pp. 243–261 (2009) DOI: [10.1002/lpor.200810055](https://doi.org/10.1002/lpor.200810055)

³ I. L. Garanovich *et al.*, "Light propagation and localization in modulated photonic lattices and waveguides", *Physics Reports* **518** (1–2), pp. 1-79 (2012) DOI:[10.1016/j.physrep.2012.03.005](https://doi.org/10.1016/j.physrep.2012.03.005)

⁴ N. Batra and G. Shee, "Understanding Basic Concepts of Topological Insulators Through Su Schrieffer-Heeger (SSH) Model", ArXiv 1906.08435v1 (2019) <https://arxiv.org/pdf/1906.08435.pdf>

Ph.D. offer to study all-optical control techniques applied to array of micro-photonic waveguides

In Photonics Department, the Soliton, Laser, & Optical Communication team at the ICB Lab¹ (Dijon, France) is hiring a Ph.D. student to investigate all-optical control in arrays of micro-photonic waveguides.

The equations that govern the propagation of light in waveguide arrays bare strong similarities with the Schrödinger equation which describes the temporal evolution of quantum systems². As such, optical effects analogue to the Bloch Oscillations or dynamic localization have been demonstrated³. Previous limitations in the nano-fabrication processes restricted the experimental investigations to large waveguide arrays: (electronic-like) band effects could be studied, but not the transition between discrete levels of energy. Nowadays, it can be possible to implement optically the techniques used to control excitons in Quantum Electro-Dynamics (QED).

The first outcome of this thesis will be the use of QED technique to implement on-chip all-optical control functions such as for instance complex switching and commutation arrays, spectral filters, etc. Then, the impact of the optical nonlinearity – which usually does not exist in QED- will be studied. In particular, we expect to unveil exotic nonlinear propagation regimes that do not have any equivalent in fibers optics. Finally, the geometry of the arrays of waveguides that will be studied here is very close to the toy models used in topological photonics (e.g. the Su-Schrieffer-Heeger model⁴). Hence, it will be investigated whether a link can be established between QED control in waveguide array and topological optics.

The thesis will take place within the framework of the national ANR-funded project NAC-NIP. This project holds at the same time very fundamental and theoretical aspects, as well as more applied and experimental demonstrations. Suitable candidate must then be eager to work on both aspects of the project.

Qualification & skills: You hold a master 2 diploma in physics with excellent track of record; specialization in photonics or in condensed matters physics would be a plus.

Lab: Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB) - UMR CNRS 6303, Burgundy University Campus, Dijon (France)

Duration: 36 mois

(Gross) Salary: ~ 2 135€/month

Starting Date: The project is available from 1st June. Applications accepted until post is filled.

Inquiries & application: Dr. Pierre COLMAN (pierre.colman@u-bourgogne.fr)

¹ <https://icb.u-bourgogne.fr/solitons-lasers-et-communications-optiques/>

² S. Longhi, “Quantum-optical analogies using photonic structures”, *Laser & Photon. Rev.* **3** (3), pp. 243–261 (2009) DOI: [10.1002/lpor.200810055](https://doi.org/10.1002/lpor.200810055)

³ I. L. Garanovich *et al*, “Light propagation and localization in modulated photonic lattices and waveguides”, *Physics Reports* **518** (1–2), pp. 1-79 (2012) DOI:[10.1016/j.physrep.2012.03.005](https://doi.org/10.1016/j.physrep.2012.03.005)

⁴ N. Batra and G. Shee, “Understanding Basic Concepts of Topological Insulators Through Su Schrieffer-Heeger (SSH) Model”, ArXiv 1906.08435v1 (2019) <https://arxiv.org/pdf/1906.08435.pdf>