



Titre de la thèse : Composants photoniques nonlinéaires intégrés sur nanofilms de LiNbO₃

Laboratoire d'accueil : Institut FEMTO-ST, 15B avenue des Montboucons 25000 Besançon. Département d'optique, équipe optique nonlinéaire.

Mots-clefs : Optique guidée, Optique intégrée, Films de LiNbO₃, Conversion de fréquences, Générateur de photons jumeaux, Calcul quantique

Descriptif détaillé de la thèse :

Ce travail de thèse s'inscrit dans le cadre du projet NanoFiLN financé par le programme PEPR électronique (<https://www.pepr-electronique.fr/>) dans le cadre du plan d'investissement France 2030. Il rassemble 5 laboratoires français (FEMTO-ST, LAAS, INPHYNI, C2N, CEA-LETI) dont l'objectif est de mettre en place une filière technologique nationale pour le développement de composants en optique intégrée de nouvelle génération basés sur l'utilisation de nanofilms de LiNbO₃. Cette configuration permet une exploitation optimisée des effets électro-optiques et nonlinéaires, qui sont des propriétés clefs de ce matériau transparent de l'UV jusqu'au moyen infrarouge. Les nanoguides au cœur de ces composants photoniques à hautes performances ouvrent la voie à la réalisation de puces intégrant des fonctions multiples pour des applications clefs pour les télécoms, l'optique quantique ou encore les analyses environnementales [1]. A terme, l'hybridation de ces nanocomposants LiNbO₃ avec d'autres plateformes complémentaires (Si, SiN, III-V) permet d'envisager la réalisation de dispositifs photoniques pour le traitement complexe de signaux avec un large spectre d'application.

Dans ce cadre, l'objectif du travail doctoral est d'étudier des convertisseurs de fréquences optiques à très grande efficacité de conversion. Les performances visées s'appuient sur une exaltation de l'effet nonlinéaire d'ordre deux du LiNbO₃ grâce à un confinement extrême des signaux optiques dans des nanoguides à faibles pertes. Outre la conversion de fréquence, de telles architectures constituent également des sources de photons jumeaux à forte brillance pressenties pour générer les Qubits au cœur des futurs ordinateurs quantiques.

Après une analyse bibliographique approfondie, ce travail de thèse débutera par une étape de design/modélisation de composants à l'aide de logiciels d'optique guidée (Rsoft) et de simulations Comsol. La fabrication des structures s'appuiera ensuite sur des équipements de pointe de la centrale de micro et nanotechnologies MIMENTO de FEMTO-ST. S'ensuivra une caractérisation détaillée des performances des composants réalisés afin d'optimiser les structures ainsi que les process de fabrication.

Ce travail doctoral équilibré entre simulations, fabrication et caractérisations se déroulera principalement dans le département d'optique de l'institut FEMTO-ST à Besançon au sein de l'équipe d'optique nonlinéaire. Il bénéficiera d'un partenariat étroit avec les membres du consortium du projet NanoFiLN ainsi qu'avec les ingénieurs de la centrale MIMENTO.

Référence bibliographique :

Chen, G., et. al, (2022). Advances in lithium niobate photonics: development status and perspectives. *Advanced Photonics*, 4(3), 034003-034003. <https://doi.org/10.1117/1.AP.4.3.034003>

Profil recherché :

Les candidats motivés pour développer des compétences à l'interface entre nanotechnologies et optique sont encouragés à postuler. Des connaissances en optique et/ou nanotechnologie/nanofabrication et/ou science des matériaux et une appétence pour les travaux expérimentaux seront privilégiées.

Salaire : 42k€ brut/an (contrat de 3 ans)

Direction de la thèse :

Mathieu Chauvet, FEMTO-ST, mathieu.chauvet@univ-fcomte.fr

Candidatures : Les candidats sont invités à soumettre leur candidature par mail à Mathieu Chauvet en incluant une lettre de motivation, un curriculum vitae complet, une copie des diplômes pertinents indiquant les notes et les coordonnées d'au moins une personne référente.



<p>PhD thesis title: Nonlinear photonic components integrated on LiNbO₃ thin films</p>
<p>Host laboratory: FEMTO-ST institute, 15B avenue des Montboucons 25000 Besançon France. Optics department, nonlinear optics teams.</p>
<p>Keywords: Guided optics, Integrated optics, LiNbO₃ films, Frequency conversion, Twin photons generator, Générateur, Quantum computing</p>
<p>Thesis subject and context: This thesis work is part of the NanoFILN project funded by the electronic PEPR program (https://www.pepr-electronique.fr/) as part of the investment plan France 2030. It brings together 5 French laboratories (FEMTO-ST, LAAS, INPHYNI, C2N, CEA-LETI) whose objective is to establish a national technological sector for the development of new generation integrated optical components based on the use of LiNbO₃ nanofilms. This configuration allows an optimized exploitation of electro-optical and nonlinear effects, which are key properties of this material transparent from UV to mid-infrared. The nanoguides at the heart of these high-performance photonic components open the way to the creation of chips integrating multiple functions with key applications for telecoms, quantum optics and even environmental analyzes [1]. Ultimately, the hybridization of these LiNbO₃ nanocomponents with other complementary platforms (Si, SiN, III-V) makes it possible to envision the creation of photonic devices for complex signal processing with a wide spectrum of applications. In this context, the objective of the doctoral work is to study optical frequency converters with very high conversion efficiency. The targeted performances rely on an enhancement of the second-order nonlinear effect of LiNbO₃ thanks to extreme confinement of the optical processed signals in low-loss nanoguides. In addition to frequency conversion, such architectures constitute sources of twin photons with high-brightness expected to generate the Qubits at the heart of future quantum computers. After an in-depth bibliographic analysis, this thesis work will begin with the design/modeling stage of components using software dedicated for guided optics (Rsoft) and Comsol simulations. The manufacturing of the structures will then rely on cutting-edge equipment from the MIMENTO micro and nanotechnology center at FEMTO-ST. This will be followed by a detailed characterization of the components performance in order to optimize the structures and manufacturing processes. This doctoral work with balanced activities between simulations, manufacturing and characterizations will mainly take place at the optics department of the FEMTO-ST institute in Besançon within the nonlinear optics team. It will benefit from a close partnership with members of the NanoFILN project consortium as well as with the engineers of the MIMENTO center.</p>
<p>Reference: Chen, G., et. al, (2022). Advances in lithium niobate photonics: development status and perspectives. <i>Advanced Photonics</i>, 4(3), 034003-034003. https://doi.org/10.1117/1.AP.4.3.034003</p>
<p>Applicant profile: Candidates motivated to develop skills at the interface between nanotechnologies and optics are encouraged to apply. Knowledge in optics and/or nanotechnology/nanofabrication and/or materials science and a motivation for experimental work will be favored.</p>
<p>Salary: 42k€ Gross income /year (3 years contract)</p>
<p>Ph. D. supervisor: Mathieu Chauvet, FEMTO-ST institute, mathieu.chauvet@univ-fcomte.fr</p>
<p>Application: Applicants are invited to submit their applications by e-mail to Mathieu Chauvet including a motivation letter, a full curriculum vitae, a copy of the relevant diplomas showing marks and the contact details of at least one referent contact.</p>