



## OFFRE DE THESE AU LTM/CNRS (H/F)

### Intégration du Niobate de Lithium sur une plateforme SiNOI ultra faible perte pour des applications optoelectroniques

Mots clés : Niobate de lithium, Procédés de gravure plasma, rugosité de flancs, pertes optiques, photonique intégrée, optique linéaire et non linéaire.

#### Contexte

Les plateformes photoniques SiN-On Insulator (SiNOI) offrent de nombreux avantages pour adresser les applications qui nécessitent de faibles pertes de propagation optique et de faible consommation. En revanche, ces plateformes souffrent du manque de solution de modulation faible perte et/ou faible consommation. En parallèle, le niobate de lithium ( $\text{LiNbO}_3$ , LN) est l'un des matériaux les plus attractifs pour la photonique intégrée, en raison de ses propriétés électro-optiques et optiques non linéaires, de sa large fenêtre de transparence et de son indice de réfraction relativement élevé. Récemment, des modulateurs électro-optiques en LN extrêmement performants en termes de vitesse et faible consommation ont été démontrés. Ainsi une co-intégration du LN sur une plateforme SiNOI déjà mature permettrait de combiner les propriétés de modulation exceptionnelles du LN avec les performances d'une plateforme SiNOI. Cette co-intégration ouvrirait la voie à des fonctions optoélectroniques de haut niveau qui permettraient de répondre aux besoins de nouveaux domaines applicatifs : quantique, Lidar, calcul optique neuromorphique, spectroscopie, Telecom

Cependant, aujourd'hui, seules quelques équipes à l'échelle internationale maîtrisent suffisamment la gravure du LN pour limiter les pertes de propagation des guides en dessous du dB/m. Bien que ces performances soient remarquables, il reste également une marge significative de progrès puisque l'absorption intrinsèque du LN est de l'ordre de 0.4dB/m. La structuration par plasma du LN est aujourd'hui le verrou technologique à relever pour aboutir à ces composants hybrides ultra-performants.

Dans ce contexte, le DOPT/Leti et le LTM/CNRS proposent un projet de thèse qui vise l'intégration du LN sur une plateforme SiNOI pour des applications opto-électroniques. L'objectif principal est de développer un savoir-faire sur la structuration par plasma du LN et de démontrer des performances optiques de composants actifs et passifs en LN au moins aussi bonnes que l'état de l'art actuel. A terme, les procédés développés pour une plateforme monolithique en LN seront transférés dans le cadre de la co-intégration du LN sur la plateforme SiNOI existante du DOPT/Leti qui est aujourd'hui au meilleur niveau international

#### Travail demandé

Pour atteindre cet objectif, le travail de thèse se développera en 2 phases :

##### 1) Fabrication/caractérisation optique de circuits et modulateurs photoniques LN monolithiques :

Dans cet axe de travail, il s'agit de développer et d'optimiser des procédés de gravure du LN afin d'obtenir des flancs de guide d'onde les plus anisotropes et lisses possibles. Les profils seront caractérisés par de la microscopie électronique et la rugosité des flancs par de l'AFM. Les guides seront ensuite caractérisés optiquement par des mesures de propagation, pour mesurer les pertes optiques. L'objectif de ce travail est d'identifier les conditions plasma aboutissant aux flancs les plus lisses et donc a priori aux pertes optiques les plus faibles. Dans un second temps, le procédé obtenu sera appliqué à la fabrication de modulateurs électro-optiques monolithiques. Les propriétés statiques et dynamiques des modulateurs seront évaluées.

## 2) Co-intégration du LN sur SiNOI

Pour une cointégration réussie du LN sur SiNOI, il faut que les pertes optiques de transition adiabatiques entre le guide SiN et le guide LN soient également les plus faibles possibles. Pour estimer ces pertes, des couches de LN seront reportées sur des circuits SiNOI 200mm. Ce report se fera au LETI, en s'appuyant sur les études actuellement en cours dans le cadre du programme Nano2022. Puis, une lithogravure avec les designs adaptés pour tester les pertes de transition sera définie et transférée dans la couche de LN. Les pertes de transitions pourront être mesurées, comparées aux simulations, et minimisées. La dernière phase du travail sera de réaliser/caractériser un modulateur hybride LN/SiNOI.

### Cadre

Les travaux de recherche s'effectueront au sein du Laboratoire des Technologies de la Microélectronique (LTM), laboratoire CNRS localisé sur le site du CEA Grenoble Minatech, en étroite collaboration avec le département optique du CEA/Leti (DOPT/Leti). Le doctorant aura accès à l'ensemble des équipements et techniques de caractérisation disponibles dans les salles blanches du CEA/Leti, ainsi que de la salle blanche de la Plateforme de Technologie Amont (PTA) du réseau RENATECH également localisé sur le site du CEA-Minatech: réacteur de gravure par plasma, réacteur de dépôt, lithographie, XPS, ellipsométrie, AFM, MEB, banc de caractérisation optique. Le doctorant tirera ainsi parti de cet environnement scientifique unique pour mener à bien son projet de recherche.



### Formation/Compétence

Le candidat doit être titulaire d'un diplôme d'ingénieur ou de master 2. Le travail demandé requiert un goût pour le travail expérimental ainsi qu'un bon niveau scientifique. Des connaissances en procédés de gravure par plasma et caractérisation des matériaux sont requises pour mener à bien le projet. Des connaissances en optique guidée, optique non linéaires seront aussi appréciées. Des compétences en programmation matlab ou python seront également un atout. Il est aussi demandé au candidat une bonne aptitude à communiquer en français et en anglais et à rendre compte de ses travaux. Le candidat doit aimer travailler en équipe tout en faisant preuve d'autonomie, de dynamisme et de rigueur. A l'issue de ce projet, le candidat possèdera une solide expérience en procédés de gravure par plasma, caractérisation des matériaux, procédés de fabrication en salle blanche, caractérisation optique, photonique intégrée.

### Informations pratiques

- **Commencement** : avant fin 2022
- **Financement** : Université Grenoble Alpes (UGA)
- **Contacts** :
  - Erwine Pargon (Chargée de recherche LTM/CNRS), Tel 04 38 78 91 57, Email : [erwine.pargon@cea.fr](mailto:erwine.pargon@cea.fr)
  - Yohan Désières (Ingénieur CEA), Tel 04 38 78 31 26, Email : [yohan.desieres@cea.fr](mailto:yohan.desieres@cea.fr)

**Joindre à votre CV, vos relevés de notes (école d'ingénieur, master 1, master 2) et éventuellement des lettres de recommandation**