

- **Lasers à microdisque injectés électriquement et lasers avec des matériaux 2D sur plate-forme nanophotonique nitrure sur silicium**
- Directeur de thèse : **Boucaud Philippe** – philippe.boucaud@ief.u-psud.fr
- <http://www.researcherid.com/rid/F-1667-2011>
- Thèse partagée entre l'Institut d'Electronique Fondamentale (CNRS-Univ. Paris-Sud) et le CEA-Inac à Grenoble – Partenaires de ce travail : CRHEA – LPN – L2C – Univ. Hong Kong – Univ. Vienne
- Date de démarrage : **Octobre 2016**
- **Thèse financée par le laboratoire d'excellence GANEX (<http://www.ganex.fr/>)**

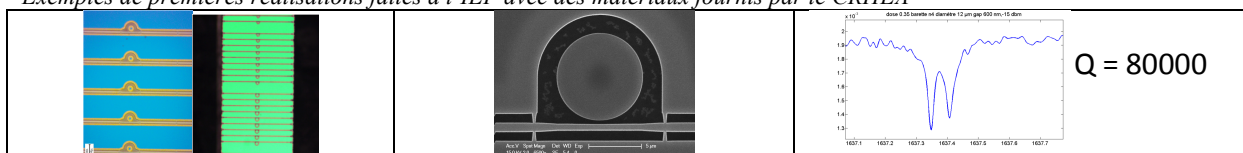
L'objectif de cette thèse est de faire la démonstration de microlasers en s'appuyant sur une plate-forme nanophotonique nitrure sur silicium (111) associant des microdisques et des guides suspendus pour le routage de la lumière. Nous nous intéresserons à deux objectifs majeurs :

- la réalisation de l'injection électrique dans des microdisques dont la zone active est constituée de matériaux nitrure émettant dans l'UV/bleu et le couplage efficace de cette émission dans des guides suspendus pour la distribution/extraction de la lumière sur une puce photonique.
- L'utilisation des microdisques nitrure comme nanorésonateurs transparents dans le visible sur lesquels sera déposée une zone active à base de matériaux 2D (type WSe_2 , MoSe_2) afin de réaliser des lasers ultimes dans le visible, étudier la physique de ces lasers, tout en bénéficiant des atouts des matériaux nitrure (transparence/modulation électrique) et la possibilité de réaliser une puce photonique intégrée avec des matériaux 2D.

Les partenaires du projet ont déjà fait la démonstration de lasers à microdisque nitrure sur silicium fonctionnant à température ambiante de 275 nm à 330 nm sous excitation optique. Cette thèse permettra de franchir une étape supplémentaire en adressant le fonctionnement sous injection électrique des lasers à microdisque et en réalisant un circuit photonique qui permette de collecter efficacement et distribuer la lumière, étape indispensable pour une future exploitation de ces résonateurs. Les longueurs d'onde visées vont de l'UV au visible en variant les matériaux (AlGaN, InGaN). En parallèle, nous valoriserons et exploiterons le potentiel de cette plate-forme nanophotonique, en particulier la transparence des nitrures dans le visible, pour associer microrésonateurs nitrures et matériaux 2D monocouches, ce qui représente une nouvelle orientation scientifique dans un domaine en pleine explosion. Notre consortium a déjà fait la démonstration de facteurs de qualité allant jusqu'à 80000 à 1.55 μm dans des microdisques nitrure, ce qui fait de cette plate-forme un support idéal pour faire laser des matériaux 2D et étudier leur comportement. En collaboration avec l'université de Vienne (T. Mueller), la démonstration de dépôt de matériaux 2D par exfoliation sur microdisques a été faite. Nous voulons aller plus loin pour pousser l'intégration de ces lasers ultimes avec le dépôt par CVD de matériaux 2D qui serait réalisé au LPN.

La thèse combinera à la fois design/modélisation/nanofabrication et spectroscopie optique. Nous souhaitons qu'elle soit partagée entre deux laboratoires, l'IEF (P. Boucaud) et l'INAC (B. Gayral) afin de proposer au doctorant une formation ouverte à plusieurs champs disciplinaire des nitrures. La partie design/nanofabrication sera effectuée à l'IEF tandis que la spectroscopie optique sera effectuée à l'INAC. Cette thèse sera appuyée par des partenariats forts avec une volonté d'ouverture à de nouveaux acteurs et à l'international : le CRHEA pour les échantillons nitrure sur silicium, le L2C avec la possibilité d'effectuer des runs de spectroscopie courts (2-3 semaines), le LPN pour aider au développement de l'injection électrique dans les microdisques par des techniques de micropont (Luc le Gratiet) et le dépôt par CVD des matériaux 2D (A. Ouerghi en charge de cette activité au LPN). Nous aurons également des échanges avec l'université de Hong Kong (A. Choi) sur l'injection électrique dans les microdisques ainsi qu'avec l'université de Vienne pour les matériaux exfoliés.

Exemples de premières réalisations faites à l'IEF avec des matériaux fournis par le CRHEA



Références

"Deep-UV nitride-on-silicon microdisk lasers"

J. Sellés, C. Brimont, G. Cassabois, P. Valvin, T. Guillet, I. Roland, Y. Zeng, X. Checoury, P. Boucaud, M. Mexis, F. Semond, B. Gayral
Nature Scientific Reports 6, 21650 (2016)

"Resonant second harmonic generation in a gallium nitride two-dimensional photonic crystal on silicon"

Y. Zeng, I. Roland, X. Checoury, Z. Han, M. El Kurdi, S. Sauvage, B. Gayral, C. Brimont, T. Guillet, M. Mexis, F. Semond, and P. Boucaud
Applied Physics Letters 106, 081105 (2015)

"Near-infrared gallium nitride two-dimensional photonic crystal platform on silicon"

I. Roland, Y. Zeng, Z. Han, X. Checoury, C. Blin, M. El Kurdi, A. Ghrib, S. Sauvage, B. Gayral, C. Brimont, T. Guillet, F. Semond, and P. Boucaud
Applied Physics Letters 105, 011104 (2014)