



# Soutenance de thèse

Lundi 18 février

14h 00

Auditorium IOGS

Vincent BRAC DE LA PERRIERE

## « Application du concept de symétrie Parité-Temps à l'optique intégrée »

### Jury members :

Guillaume Huyet – Examinateur, DR CNRS, Institut de Physique de Nice (UMR7010)  
Arianna FILORAMO – Examinatrice, CEA, DRF/IRAMIS//NIMBE/LICSEN  
Olivier GAUTHIER-LAFAYE – Rapporteur, DR CNRS, Université de Toulouse, LAAS (UPR8001)  
Yann G. BOUCHER – Rapporteur, MCF HDR, ENIB, Laboratoire FOTON (UMR 6082)  
Abderrahim Ramdane – Co-directeur de thèse, DR CNRS, Université Paris Sud, C2N  
Anatole Lupu – Directeur de thèse, DR CNRS, Université Paris Sud, C2N  
Henri Benisty – membre invité, Prof. Institut d'Optique Graduate School

### Abstract :

Le développement des systèmes photoniques au cours des dernières décennies, rendu possible par l'évolution des technologies de nanofabrication, a vu l'apparition de nouveaux matériaux synthétiques tels que les cristaux photoniques, les métamatériaux, les plasmons de surface, et plus récemment les structures dites « à symétrie Parité-Temps ». La caractéristique de ces derniers matériaux synthétiques est que bien qu'ils soient décrits par un Hamiltonien non-Hermitien, leurs valeurs propres peuvent toutefois être réelles. En optique plusieurs phénomènes physiques sont connus pour la ressemblance des équations les décrivant, avec l'expression de ce type d'Hamiltonien en mécanique quantique. C'est le cas des équations de modes couplés dans les lasers DFB.

Ce travail de thèse a porté sur la conception, fabrication et étude de lasers DFB à couplage complexe, dans l'optique d'appliquer le principe de symétrie Parité Temps (PT) à un composant fonctionnel. Ces lasers sont combinent un réseau par l'indice et par les pertes, avec un déphasage spécifique. La simulation des modes dans la cavité, effectuée par méthode matricielle de Aables, a dévoilé l'avantageux filtrage apporté par les lasers DFB à couplage complexe, en gardant un seuil faible. Le cas spécifique d'un déphasage d'un quart de période entre les deux réseaux, correspondant à une condition de symétrie PT, induit des effets unidirectionnels d'amplification en réflexion.

Des lasers DFB à couplage par l'indice, par les pertes et à couplage complexe avec différentes phases entre les réseaux ont été fabriqués selon les techniques courantes de réalisation de circuits photonique intégrés : lithographie électronique et gravure ICP notamment.

Les mesures de caractéristiques courant /puissance montrent une diminution du courant de seuil des lasers à couplage complexe en comparaison de leur équivalent à couplage par les pertes, et un comportement monomode plus robuste et plus systématique en comparaison de leur équivalent à couplage par l'indice.

Les variations d'indice réelle et imaginaire dans les cavités ont été mesurés à l'aide d'un laser externe. La résistance au retour optique de nos lasers a également été étudiée. Les résultats montrent une corrélation entre la tolérance au retour optique et le déphasage des réseaux d'indice et de pertes, sans montrer d'amélioration significative de cette résistance par rapport aux lasers DFB à couplage par l'indice.

Ce premier « véhicule test » sur l'application de la symétrie PT aux lasers à contre réaction répartie a permis d'obtenir des perspectives encourageantes quant à l'amélioration des performances des technologies existantes. Ce travail conforte l'intérêt de ce concept pour la conception de lasers DFB tolérant au feedback et leur intégration dans un système laser-modulateur fonctionnant sur la même base.

**Mots clés :** Nanophotonique, photonique, nanotechnologies, optique intégrée, symétrie Parité-Temps, lasers DFB