Dynamique d'un laser DFB avec injection optique dans un mode résiduel

Encadrants : Stefan BITTNER, Lucas OLIVERIO

Introduction et contexte

Une diode laser à rétroaction distribué (DFB) présente une cavité qui sélectionne un seul mode principal qui peut émettre un rayonnement laser. Les autres modes, dits résiduels, ne le peuvent pas car leur durée de vie est fortement réduite. L'injection optique d'un autre laser avec une longueur d'onde proche du mode principal peut induire des dynamiques instables voire chaotiques présentant un fort intérêt pour la cryptographie optique ou le traitement tout optique de l'information [1, 2]. L'injection optique dans un mode résiduel n'a toutefois jamais été étudiée. Il est possible de faire laser un mode résiduel grâce à l'injection optique, l'objectif du projet est d'étudier les dynamiques qu'entraîne ce mode d'opération. Une publication récente [3] a démontré qu'une rétroaction optique dans un mode résiduel peut engendrer une dynamique chaotique qui augmente la bande passante du système (c.a.d. vitesse) au-delà d'une rétroaction conventionnelle dans le mode principal. En conséquence, une injection dans un mode résiduel promet des dynamiques plus riches et rapides.

Objectifs du projet

Le but du projet est d'étudier la dynamique d'un laser DFB avec injection optique dans un mode résiduel. Le projet consiste en une étude expérimentale accompagnée par des simulations numériques. Il s'agit d'une étude fondamentale, mais elle peut préparer des applications cryptographiques basées sur une synchronisation de chaos [4].

Dans un premier temps, le setup optique est mis en place et le comportement du laser DFB en fonction de différents paramètres expérimentaux est exploré. Dans une deuxième étape, la dynamique du laser sous injection est étudiée systématiquement avec une expérience automatisée qui varie des paramètres comme la longueur d'onde et l'amplitude du signal injecté. En parallèle, un code des simulation (p.ex. en Matlab ou Python) est développé en se basant sur des codes existants. Finalement, les résultats expérimentaux et numériques seront comparés. Le projet bénéficiera de la plateforme technique existante au laboratoire, dédiée à l'étude des dynamiques non-linéaires des diodes laser.

Compétences requises

Expériences optiques, connaissances de base de la physique des lasers, simulations numériques sous Matlab ou Python ou C++.

Contacts

Stefan Bittner stefan.bittner@univ-lorraine.fr
Lucas Oliverio lucas.oliverio@centralesupelec.fr
Laboratoire Matériaux, Optique, Photonique et Systèmes (LMOPS)
Université de Lorraine et CentraleSupélec
2 rue Edouard Belin, 57070 Metz (France)

Références

[1] S. Blin, O. Vaudel, P. Besnard, et R. Gabet, « Power- or frequency-driven hysteresis for continuous-wave optically injected distributed-feedback semiconductor lasers », Opt. Express 17, 9288 (2009)
[2] S. Wieczorek, B. Krauskopf, T.B. Simpson, et D. Lenstra, « The dynamical complexity of optically injected semiconductor lasers », Phys. Rep. **416**, 1 (2005)
[3] L. Zhang et S.-C. Chan, « Broadband chaos generation in a distributed-feedback laser by selecting residual side modes », Opt. Lett. 49, 1806 (2024)
[4] J. Mercadier, Y. Doumbia, S. Bittner, et Marc Sciamanna, « Optical chaos synchronization in a cascaded injection experiment », Opt. Lett. **49**, 2613 (2024)

Mots clés : laser semi-conducteur, dynamique non-linéaire et chaos

UNIVERSITÉ DE LORRAINE LMOPS CentraleSupélec