

Diagrammes de bifurcation expérimentaux d'une diode laser soumise à une rétroaction optique externe.

Byungchil Kim^{1,2}, Alexandre Locquet^{1,2}, Nianqiang Li^{3,2}, Daeyoung Choi^{1,2}, & David S. Citrin^{1,2}

¹ Unité Mixte Internationale 2958 Georgia Tech-CNRS, Georgia Tech Lorraine, 57070 Metz, France

² School of Electrical and Computer Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA

³ Center for Information Photonics and Communications, Southwest Jiaotong University, Chengdu, China
alocquet@georgiatech-metz.fr

La dynamique des diodes laser soumises à une rétroaction optique externe, dites diodes laser à cavité externe, a fait l'objet de nombreuses études ces vingt dernières années. Cet intérêt trouve son origine à la fois dans la nature même de ces systèmes qui peuvent conduire à des dynamiques de grande dimension associées à des temps caractéristiques très courts (fraction de nanoseconde), ainsi qu'aux diverses applications possibles, et en particulier les communications sécurisées au niveau de la couche physique [?], la génération de nombres aléatoires à haut débit [?] et le "reservoir computing" [?]. Cependant, une des techniques de base de l'analyse des systèmes dynamiques, le tracé du diagramme de bifurcation, n'avait jamais été appliquée sur base de données expérimentales. Nous avons oeuvré à combler ce manque en caractérisant méticuleusement, dans un diagramme de bifurcation, l'évolution de la dynamique de l'intensité optique d'un laser à cavité externe lorsque la force de la rétroaction est accrue [?]. Nous avons observé en particulier, lorsque le courant est proche du seuil, une cascade de bifurcations correspondant aux passages successifs d'un régime continu vers un régime chaotique. Nous interprétons, sur base de la référence [?], de simulations du modèle de Lang et Kobayashi [?] et de l'analyse du spectre optique, les régimes continus comme correspondant aux modes de gain maximum successifs apparaissant lors d'une augmentation de la rétroaction. Nous interprétons l'évolution vers un régime chaotique comme étant le résultat, dans un premier temps d'une route par quasi-périodicité, et dans un deuxième temps, de la fusion de l'attracteur s'étant développé autour du mode de gain maximum avec les attracteurs de certains modes de cavité externe voisins dans l'espace des phases. Enfin, nous avons étudié expérimentalement l'évolution du diagramme de bifurcation lorsque le courant et le retard associés à la cavité externe sont modifiés.

References

1. A. ARGYRIS, D. SYVRIDIS, L. LARGER, V. ANNOVAZZI-LODI, P. COLET, I. FISCHER, J. GARCIA-OJALVO, C. R. MIRASSO, L. PESQUERA, AND K. A. SHORE, Chaos-based communications at high bit rates using commercial fiber-optic links, *Nature*, **438**, 343 (2005).
2. A. UCHIDA, K. AMANO, M. INOUE, K. HIRANO, S. NAITO, H. SOMEYA, I. OOWADA, T. KURASHIGE, M. SHIKI, S. YOSHIMORI, K. YOSHIMURA, AND P. DAVIS, Fast physical random bit generation with chaotic semiconductor lasers, *Nat. Photon.*, **2**, 728 (2008).
3. D. BRUNNER, M.C. SORIANO, C.R. MIRASSO, AND I. FISCHER, Parallel photonic information processing at gigabyte per second data rates using transient states, *Nat. Commun.*, **4**, 1364 (2013).
4. B. KIM, N. LI, A. LOCQUET, AND D.S. CITRIN, Experimental bifurcation-cascade diagram of an external-cavity semiconductor laser, *Opt. Express*, **22**, 2348–2357 (2014).
5. A. HOHL AND A. GAVRIELIDES, Bifurcation cascade in a semiconductor laser subject to optical feedback, *Phys. Rev. Lett.*, **82**, 1148 (1999).
6. R. LANG AND K. KOBAYASHI, External optical feedback effects on semiconductor injection-laser properties, *IEEE J. Quantum Electron.*, **16**, 347 (1980).