

# Bifurcation par modulation d'enveloppe d'un cycle limite dans une dynamique non linéaire à double retard

Laurent Larger<sup>1</sup>, Lionel Weicker<sup>2</sup>, Thomas Erneux<sup>2</sup>, Maxime Jacquot<sup>1</sup>, & Yanne Chembo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FEMTO-ST / dépt. Optique, UMR CNRS 6174, Université de Franche-Comté, 25030 Besançon Cedex, France.

<sup>2</sup> Université Libre de Bruxelles, Groupe d'Optique Non linéaire Théorique, 1050 Bruxelles, Belgique.

`laurent.larger@univ-fcomte.fr`

Du fait de leur complexité structurelle[1], et de leurs nombreuses applications potentielles[2], les dynamiques à retard connaissent un vif intérêt dans la communauté internationale des dynamiques non linéaires. Motivés par un montage expérimental en optique ayant permis de concevoir et démontrer un système complet de communication sécurisée par chaos [3] et fonctionnant sur un réseau optique installé au débit record de 10Gb/s [4], nous nous sommes intéressés à la route vers le chaos d'une dynamique non linéaire à retard présentant 2 retards temporels très distincts.

Le long de cette route vers le chaos, une première bifurcation de Hopf très courante est rencontrée, mais celle-ci est ensuite suivie, au lieu du traditionnel doublement de période, d'une déstabilisation de l'enveloppe d'oscillation, pour donner naissance au même cycle limite que celui de la bifurcation de Hopf, mais avec une modulation d'enveloppe lente, de fréquence commensurable.

Nous proposons d'aborder dans un premier temps les caractéristiques fréquentielles et temporelles des régimes dynamiques observés expérimentalement autour de cette bifurcation particulière. Après une description du système expérimental réalisant un oscillateur électro-optique à retard et à non linéarité non locale dans le temps sur la variable phase optique, nous dérivons un modèle dynamique à double retard. Ce modèle est ensuite analysé dans les conditions d'apparition de cette modulation d'enveloppe du cycle limite de la bifurcation de Hopf, en mettant en avant un certain nombre d'approximations utilisant les échelles de temps multiples très différentes qui interviennent dans la pratique. Une approche perturbative à échelle de temps multiple nous permet ensuite de décrire les conditions théoriques qui mènent à l'apparition des oscillations à enveloppe crénelée.

## Références

1. T. Erneux, *Applied Delay Differential Equations* (Springer 2009).
2. L. Larger, J.M. Dudley, *Nature, News & Views*, **465**, 41 (2010).
3. R. Lavrov, M. Peil, M. Jacquot, L. Larger, V. Udaltsov, and J. Dudley, *Phys. Rev. E* **80**, 026207 (2009).
4. R. Lavrov, M. Jacquot, L. Larger, *IEEE Journal Quant. Electron.* **46**, 1430 (2010).