

Structures spatiales localisées topologiques en optique

Bruno Garbin, Julien Javaloyes, Giovanna Tissoni, & Stéphane Barland

Université de Nice Sophia Antipolis, Institut Non-Lineaire de Nice, CNRS UMR 7335, 06560 Valbonne, France
stephane.barland@inln.cnrs.fr

Des structures localisées dissipatives ont été observées dans de nombreux systèmes optiques, que ce soit dans la direction transverse à la propagation ou bien le long de la direction de propagation. Dans le premier cas, le couplage spatial est la diffraction alors que dans le second cas il s'agit essentiellement de dispersion. Malgré les différences importantes entre les systèmes physiques présentant l'un et l'autre type de structures localisées, celles-ci peuvent en général être classées dans deux catégories, indépendantes de la direction dans laquelle le phénomène a lieu, en fonction de la présence ou absence de symétrie de phase du système considéré [1]. Dans la première catégorie, les structures localisées sont accrochées en phase à un forçage externe [2](une équation paradigmatique est celle de Lugiato-Lefever) et peuvent résulter de la stabilité de fronts qui connectent deux solutions stationnaires stables [3]. Au contraire, les structures localisées longitudinales ou transverses dans des systèmes avec symétrie de phase comme les lasers [4] sont plutôt analysées dans le cadre de l'équation de Ginzburg Landau cubique-quintique, résultant donc de termes dissipatifs qui discrétisent la famille continue de solitons de l'équation de Schrödinger non linéaire [5]. Dans ce contexte, il est naturel de se demander s'il est possible d'observer des structures localisées optiques qui n'appartiennent ni à l'une ni à l'autre de ces catégories.

Dans cette contribution, nous présenterons la première démonstration expérimentale de l'existence et du contrôle de structures localisées optiques se basant sur la topologie de l'espace de phase du système considéré. Pour créer de telles structures, nous utilisons un laser à semiconducteur sous l'influence d'un forçage cohérent près d'une bifurcation noeud-col sur un cercle, dans un régime appelé d'excitabilité [6]. Chaque impulsion "excitable" consiste donc en une excursion de 2π de la phase relative entre la forçante et le laser, passant autour de l'origine. Nous enfermons alors le système dans une boucle de rétroaction linéaire grâce à un simple miroir (du point de vue mathématique : un terme de retard) et nous montrons la régénération d'une impulsion excitable. En utilisant le retard comme un pseudo-espace [7] nous montrons la coexistence et le contrôle de plusieurs impulsions se propageant dans la cavité optique et dont la stabilité résulte de la topologie du système excitable sous jacent.

Références

1. W. Firth. *Nature Photonics*, 4(7) :415–417, 2010.
2. S. Barbay, X. Hachair, T. Elsass, I. Sagnes, and R. Kuszelewicz. Homoclinic snaking in a semiconductor-based optical system. *Physical Review Letters*, 101(25) :253902, 2008. S. Barland, J. Tredicce, M. Brambilla, L. A. Lugiato, S. Balle, M. Giudici, T. Maggipinto, L. Spinelli, G. Tissoni, T. Knödel, M. Miller, and R. Jäger. *Nature*, 419 :699–702, 2002. B. Schäpers, M. Feldmann, T. Ackemann, and W. Lange. *Phys. Rev. Lett.*, 85 :748, 2000. F. Haudin, R. G. Rojas, U. Bortolozzo, S. Residori, and M. G. Clerc. *Physical Review Letters*, 107(26) :264101, 2011. F. Leo, S. Coen, P. Kockaert, S. P. Gorza, P. Emplit, and M. Haelterman. *Nature Photonics*, 4(7) :471–476, 2010.
3. P. Couillet. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 12(11) :2445–2457, 2002.
4. P. Grelu and N. Akhmediev. Dissipative solitons for mode-locked lasers. *Nat Photon*, 6(2) :84–92, Feb 2012. P. Genevet, S. Barland, M. Giudici, and J. R. Tredicce. *Phys. Rev. Lett.*, 104(22) :223902, Jun 2010.
5. S. Fauve and O. Thual. *Phys. Rev. Lett.*, 64(3) :282–284, Jan 1990.
6. M. Turconi, B. Garbin, M. Feyereisen, M. Giudici, and S. Barland. *Physical Review E*, 88(2) :022923, 2013.
7. G. Giacomelli and A. Politi. *Physical Review Letters*, 76(15) :2686, 1996. G. Giacomelli, F. Marino, M. A. Zaks, and S. Yanchuk. *EPL (Europhysics Letters)*, 99(5) :58005, 2012. L. Larger, B. Penkovsky, and Y. Maistrenko. *Physical review letters*, 111(5) :054103, 2013.