

États “Chimère” dans une dynamique à retard en longueur d’onde d’une diode laser accordable

Laurent Larger¹, Bogdan Penkovsky¹, Morgane Girardot-Poinsot¹, & Yuri Maistrenko²

¹ FEMTO-ST / Optics Dept., UMR CNRS 6174, University of Franche-Comté, 16 Route de Gray, 25030 Besançon Cedex, France

² Institute of Mathematics and Center for Medical and Biotechnical Research, NAS of Ukraine, Tereschenkivska Str. 3, 01601 Kyiv, Ukraine

llarger@univ-fcomte.fr

Les états “Chimère” ont été découverts au début des années 2000, dans des réseaux d’oscillateurs non linéaires couplés [1,2]. Ils correspondent à la formation de clusters à l’intérieur du réseau, caractérisés par des comportements dynamiques “incongruents” : des groupes d’oscillateurs en régime de point fixe ou de cycle limite peuvent par exemple coexister avec d’autres groupes présentant des comportements chaotiques. Comme la créature de la mythologie grecque, le corps d’une Chimère est ainsi constitué de parties appartenant à des espèces animales différentes.

Les premières observations expérimentales de ces comportements surprenants des réseaux d’oscillateurs à couplage non local, n’ont cependant été faites que très récemment en 2012. Elles ont été obtenues indépendamment dans un système optique réalisant une dynamique spatio-temporelle d’un front d’onde [3], ainsi qu’en chimie par une dynamique spatio-temporelle dans un réacteur [4].

Une analogie connue entre les équations à retard et les dynamiques spatio-temporelles [5] nous a récemment amenés à rechercher de tels états “Chimères” dans des dynamiques non linéaires à retard [6]. Sur la base de cette analogie, nous avons identifié les conditions dans lesquelles de tels états “Chimères” peuvent exister. Nous proposons ici une expérience d’optique permettant la réalisation physique de ces conditions. Cette expérience fait intervenir une diode laser accordable dont la longueur d’onde obéit à une équation intégral-différentielle non linéaire à retard, dans laquelle la non linéarité correspond à la fonction d’Airy d’un Fabry-Pérot :

$$\delta \int_{s_0}^s x(\xi) d\xi + x(s) + \varepsilon \frac{dx}{ds}(s) = \frac{\beta}{1 + m \sin^2[x(s-1) + \Phi_0]}$$

où le temps est normalisé par rapport au retard temporel, et $x(s)$ représente une quantité proportionnelle à la longueur d’onde du laser accordable.

Références

1. Y. KURAMOTO AND D. BATTOGTOKH, *Nonlinear phenomena in complex systems* **5**, 380 (2002).
2. D. M. ABRAMS AND S. H. STROGATZ, *Phys. Rev. Lett.* **93**, 174102 (2004).
3. A. M. HAGERSTROM, T. E. MURPHY, R. ROY, P. HÖVEL, I. OMELCHENKO AND E. SCHÖLL, *Nature Physics (London)* **8**, 658 (2012).
4. M. TINSLEY, S. NKOMO AND K. SHOWALTER, *Nature Physics (London)* **8**, 662 (2012).
5. F.T. ARECCHI, G. GIACOMELLI, A. LAPUCCI AND R. MEUCCI, *Phys. Rev. A* **45**, R4225 (1992).
6. L. LARGER, B. PENKOVSKYI AND Y. MAISTRENKO, *Phys. Rev. Lett.* **111**, 054103 (2013).