

Caractérisation et contrôle des états chimères dans des réseaux optiques

Marouane Ayyad¹ & Saliya Coulibaly¹

Université de Lille, CNRS, UMR 8523-PhLAM-Physique des Lasers Atomes et Molécules, F-59000 Lille, France
marouane.ayyad@univ-lille.fr

Dans la mythologie grecque, une chimère est une créature fantastique dont certaines parties du corps appartiennent à des animaux différents. Ces organismes hétérogènes réussissant ainsi à coexister au sein d'un même animal. Les états chimères n'ont cessé de susciter un intérêt considérable depuis deux décennies[1,2,3]. Leur ressemblance avec plusieurs phénomènes omniprésents dans la nature, tels que le sommeil uni-hémisphérique chez certains mammifères, les crises d'épilepsie et la schizophrénie, a contribué à la compréhension de certains de leurs mécanismes de base.

Par analogie à cette mythologie, en physique et plus particulièrement dans les systèmes complexes discrets spatialement étendus, ces états chimères correspondent à la coexistence de deux comportements dynamiques spatio-temporels opposés. La coexistence de deux domaines l'un cohérent et l'autre incohérent dans une chaîne d'oscillateurs non-linéaires couplés en est l'exemple historique, à l'image des différentes parties du corps d'une chimère. Ces auto-organisations spatio-temporelles ont été largement étudiées théoriquement et expérimentalement. Cependant, rares sont les études menées pour explorer les liens entre ce type de dynamique et les automates cellulaires. Ces automates, malgré leur simplicité, possèdent des propriétés dynamiques remarquables et, par conséquent, représentent un des socles de la théorie d'information[4].

Pour répondre à cette problématique, nous avons considéré des états chimères stabilisés dans une chaîne de résonateurs optiques identiques couplés[5]. Ces états ont alors fait l'objet d'analyses quantitatives et qualitatives par les mêmes outils que ceux utilisés pour caractériser les automates cellulaires[6,7]. Cela nous a permis de mettre en évidence une dynamique de type automate cellulaire élémentaire cachée dans l'évolution de nos états chimères. Nous avons alors été en mesure de déduire, un ensemble de propriétés en terme de calculabilité, ouvrant des perspectives vers des potentielles applications pour le traitement de l'information.

Références

1. KURAMOTO & BATTOGTOKH, Coexistence of coherence and incoherence in nonlocally coupled phase oscillators, *Nonlinear Phenom. Complex Syst.*, **5**, 380 (2002).
2. D.M. ABRAMS & S. H. STROGATZ, Chimera states for coupled oscillators, *Physical review letters.*, **93**, 174102 (2004).
3. TINSLEY & SHOWALTER, Chimera and phase-cluster states in populations of coupled chemical oscillators, *Nature Physics.*, **8**, 662–665 (2012).
4. WOLFRAM, Cellular automata as models of complexity, *Nature.*, **311**, 419–424 (1984).
5. M. G. CLERC, M.A. FERRÉ, S. COULIBALY, R.G. ROJAS, M. TLIDI, Chimera-like states in an array of coupled-waveguide resonators, *Optics letters.*, **42**, 2906–2909 (2017).
6. LANGTON, Computation at the edge of chaos : Phase transitions and emergent computation, *Physica D : Nonlinear Phenomena.*, **42**, 12–37 (1990).
7. MELANIE & CRUTCHFIELD, Evolving cellular automata to perform computations : Mechanisms and impediments, *Physica D : Nonlinear Phenomena.*, **75**, 361–391 (1994).