



ID de Contribution: 109

Type: Poster

Etude et contrôle des portraits de phase du processus idéal de mélange à quatre ondes dans les fibres optiques

L'équation de Schrödinger non linéaire régit l'évolution des ondes dans de nombreux domaines non linéaires tels que l'hydrodynamique, la physique des plasmas, les condensats de Bose-Einstein et l'optique fibrée. Dans ce dernier cas, l'onde subit des changements dans un milieu dispersif combiné à un déphasage non linéaire dépendant de l'intensité. Le processus clé sous-jacent est le mélange à quatre ondes, qui décrit l'échange d'énergie entre des composantes de fréquence discrètes. En raison de la croissance des bandes latérales additionnelles et des pertes optiques qui limitent la distance d'interaction potentielle, il est notoirement difficile d'observer expérimentalement la dynamique idéale de mélange à quatre ondes.

Afin de résoudre ce problème, nous proposons de modifier itérativement les conditions de phase et d'amplitude d'un signal composé de trois raies spectrales également espacées qui est ensuite injecté dans un court segment de fibre optique [1]. Une telle approche segmentée nous permet d'imiter une propagation idéalisée sur des dizaines de kilomètres - une distance qui dépasse largement la fibre de 500 m utilisée. Notre étude expérimentale révèle la topologie complète de l'espace de phase présentant plusieurs cycles de récurrence de Fermi-Pasta-Ulam-Tsingou, l'existence d'une onde stationnaire ainsi que la présence d'une séparatrice qui marque la transition entre deux régimes d'évolution spatio-temporelle distincts [2].

Lorsqu'elle est tracée sur un portrait de phase, la dynamique des ondes suit des orbites proches qui sont définies de manière unique par les conditions initiales, et qui ne se croisent pas. En changeant brusquement au cours de la propagation les paramètres de contrôle, tels que la puissance moyenne, nous démontrons à la fois théoriquement et expérimentalement qu'il est possible de connecter deux états qui ne sont pas initialement situés sur la même trajectoire fermée [3].

Enfin, nous étudions également les avantages des techniques d'apprentissage automatique supervisées de deux manières différentes. Tout d'abord, nous combinons des mesures non itérées avec un réseau neuronal [4]. Les résultats démontrent que le réseau peut extraire les caractéristiques clés de la topologie de l'espace de phases et peut prévoir avec précision la dynamique non linéaire. Deuxièmement, nous avons mis en œuvre les techniques d'identification parcimonieuse de la dynamique non linéaire. À partir d'un ensemble de plusieurs trajectoires pouvant être potentiellement affectées par le bruit, nous sommes en mesure de récupérer quantitativement les termes directeurs dans les systèmes d'équations différentielles [5].

[1] A. Sheveleva et al., *Optica* 9, 656-662, 2022.

[2] G. Cappellini and S. Trillo, *J. Opt. Soc. Am. B* 8, 824-838, 1991.

[3] A. Sheveleva et al. *Optics Communications*, in press, 2023, arXiv:2303.08469.

[4] A. Sheveleva et al., *Opt. Lett.* 47, 6317-6320, 2022.

[5] A. V. Ermolaev et al., *Sci Rep*, 12, 12711, 2022.

Affiliation de l'auteur principal

Laboratoire Interdisciplinaire CARNOT de Bourgogne

Auteurs principaux: SHEVELEVA, Anastasiia (Laboratoire Interdisciplinaire CARNOT de Bourgogne); ERMOLAEV, Andrei (Institut FEMTO-ST); Dr COLMAN, Pierre (Laboratoire Interdisciplinaire CARNOT de Bourgogne); Prof. DUDLEY, John (Institut FEMTO-ST); Prof. FINOT, Christophe (Laboratoire Interdisciplinaire CARNOT de Bourgogne)

Orateur: Prof. FINOT, Christophe (Laboratoire Interdisciplinaire CARNOT de Bourgogne)

Classification de Session: Session Poster 1: MC3, MC5, MC6, MC11, MC13, MC15, MC16, MC18, MC19, MC25, REDP, posters hors MC

Classification de thématique: MC18 Cinquante années de solitons dans les fibres optiques