

Propagation et collisions de solitons de phase dissipatifs dans un laser à semi-conducteur forcé

P. Walczak¹, C. Rimoldi¹, F. Gustave², L. Columbo^{3,4}, M. Brambilla^{4,5}, F. Prati^{6,7}, G. Tissoni¹ & S. Barland¹

¹ Université Côte d'Azur, CNRS, Institut de Physique de Nice, Sophia Antipolis, France

² Université de Lille, CNRS, UMR 8523 - PhLAM - Physique des Lasers Atomes et Molécules, Lille, France

³ Politecnico di Torino, Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni, Torino, Italy

⁴ Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR, Bari, Italy

⁵ Dipartimento di Fisica Interateneo, Università e Politecnico di Bari, Bari, Italy

⁶ Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia, Università dell'Insubria, Como, Italy

⁷ CNISM, Research Unit of Como, Como, Italy

`pierre.walczak@inphyni.cnrs.fr`

L'étude des solitons dissipatifs a connu ces dernières années beaucoup d'intérêt et sont observés dans diverses configurations expérimentales [1]. Récemment, l'étude du comportement dynamique de milieux oscillant forcés comme les lasers à semi-conducteurs spatialement étendu forcés a montré qu'il est possible d'observer la coexistence entre états turbulents et cohérents [2], et en particulier, la propagation de solitons de phase dissipatifs [3]. Ces structures sont constituées par un tour de phase de 2π immergé dans l'état accroché au forçage et se propagent dans la dimension longitudinale du laser. Cependant, la collision entre solitons de phase dissipatifs n'a pas encore été observée expérimentalement.

Nous présentons une expérience d'optique non linéaire statistique dans laquelle nous étudions le comportement dynamique d'un laser à semi-conducteur forcé. Nous observons différents scénarios de collision grâce à une mesure de l'intensité du champ. De plus, nous avons effectué des simulations numériques basées sur les équations de Maxwell-Bloch du laser à semi-conducteur avec forçage externe afin de confronter nos résultats expérimentaux.

Notre dispositif expérimental est composé d'un laser à semi-conducteur dans une configuration Fabry-Perot (laser dit esclave) sur lequel on applique un forçage optique externe à l'aide d'un laser à semi-conducteur monomode et accordable en fréquence (laser dit maître). Grâce à une mesure en temps réel des fluctuations d'intensité à la sortie du laser, il est possible de construire un diagramme spatio-temporel nous permettant de représenter l'évolution de la dynamique du système dans le référentiel tournant à la vitesse de groupe dans la cavité. En fonction de la puissance du laser d'injection et du désaccord entre le laser maître et esclave, nous avons observé la collision de structures cohérentes. Les résultats de ces collisions sont multiples et peuvent mener soit à la formation d'états liés (complexe de solitons) soit à l'émergence d'évènements extrêmes dont la distribution de probabilité des fluctuations d'intensité est à queue lourde. Ces structures localisées et de grandes amplitudes sont formées suite à la collisions entre un soliton de phase dissipatif et une structure cohérente transitoire de charge chirale opposée. Enfin, dans une zone de paramètres différents, nous avons observé un régime turbulent particulier très proche des régimes de turbulence de phase observés numériquement par Chaté [4].

Références

1. N. Akhmediev, and A. Ankiewicz, *Dissipative solitons : From Optics to Biology and Medicine*, Lect. Notes Phys. Springer, Berlin Heidelberg (2008)
2. F. Gustave, L. Columbo, G. Tissoni, M. Brambilla, F. Prati, and S. Barland, Phys. Rev. A. **93**, 063824 (2016)
3. F. Gustave, L. Columbo, G. Tissoni, M. Brambilla, F. Prati, B. Kelleher, B. Tykalewicz and S. Barland, Phys. Rev. Lett. **115**, 043902 (2015)
4. H. Chaté, A. Pikovsky and O. Rudzick, Physica D **131**, 17 (1999)