

Propriétés de propagation des structures localisées optiques

Florence Haudin¹, Umberto Bortolozzo² et Stefania Residori³

Institut Non Linéaire de Nice, 1361 route des Lucioles, Sophia Antipolis, 06560 Valbonne, FRANCE

¹florence.haudin@inln.cnrs.fr, ²umberto.bortolozzo@inln.cnrs.fr, ³stefania.residori@inln.cnrs.fr

L'apparition de structures localisées dans les systèmes hors d'équilibre est un phénomène très général. D'un point de vue théorique, les structures localisées apparaissent lorsqu'il y a bistabilité entre un état stationnaire homogène et un état périodique et connectent les deux états sous forme de fronts [1]. En optique non linéaire, elles résultent d'un effet d'équilibre entre les non-linéarités focalisantes du milieu et les effets de diffraction. En exemple, on peut citer les solitons dans les microcavités à semiconducteurs [2], les structures localisées dans les vapeurs de sodium [3] ou encore dans les expériences de valve à cristaux liquides [4]. Les structures localisées optiques apparaissent comme des taches de lumière dans le plan transverse à la direction de propagation de la lumière et peuvent être éteintes ou allumées en appliquant une perturbation de signe adapté. Elles peuvent également former des états liés par l'intermédiaire d'oscillations présentes sur les ailes de leur profils d'intensité [5].

A ce jour, aucune étude sur leurs propriétés de propagation dans l'espace libre n'avait été réalisée. Notre motivation première a donc été de savoir comment évolue le profil d'intensité de ces structures dans la direction z de la lumière en nous intéressant aux propriétés en champ proche mais aussi à la divergence en champ quasi lointain, pour une structure et pour des états liés. Une meilleure compréhension de leurs comportements et de leurs propriétés devraient permettre de générer de nouveaux types de faisceaux. Dans un premier temps, nous avons isolé une seule structure localisée générée par l'expérience de la valve à cristaux liquides et regardé la forme du faisceau diffracté lors de sa propagation. Les résultats obtenus en champ proche sont très différents de ceux pour une ouverture circulaire ou un faisceau gaussien. En particulier, il existe un plan z pour lequel la structure localisée se focalise. En continuant sa propagation, la structure s'ouvre, exhibant un trou à son centre puis se referme pour présenter une seconde focalisation de moindre intensité. Nous avons trouvé que la position suivant z de la structure trou est égale à la longueur de propagation libre parcourue par la lumière dans la boucle de rétroaction. En champ quasi lointain, la divergence de la structure localisée est très proche de celle d'un faisceau gaussien. Nous avons confronté les résultats expérimentaux à ceux obtenus par intégration du système complet d'équations décrivant les effets des cristaux liquides et de la diffraction ; nous avons obtenu un excellent accord entre le modèle et l'expérience.

Dans un second temps, l'étude d'états liés a mis en évidence que des structures indépendantes et parfaitement localisées dans le plan de focalisation, interfèrent en champ quasi-lointain. Les expériences ont donc montré que les structures localisées présentent des interférences à l'échelle macroscopique, caractéristiques d'une dualité onde-particule.

Références

- [1] P.Couillet, C. Riera et C.Tresser, *Phys. Rev. Lett.*, **84**, 3069 (1999)
- [2] S. Barland et al., *Nature*, **419**, 689 (2002)
- [3] B. Schäpers, M. Feldmann, T. Ackermann et W. Lange, *Phys. Rev. Lett.*, **85**, 748 (2000)
- [4] S. Residori, *Phys. Rep.*, **416**, 201 (2005).
- [5] P.L. Ramazza, E. Benkler, U. Bortolozzo, U. Boccaletti, S. Ducci et F.T. Arecchi, *Phys. Rev. E*, **65**, 066204 (2002)