

De l'équation de Schrödinger non-linéaire à la physique statistique sur réseau

Wahb Ettoumi¹, Jérôme Kasparian² & Jean-Pierre Wolf¹

¹ GAP-Biophotonics, University of Geneva, Chemin de Pinchat 22, 1227 Carouge

² GAP-Nonlinear, University of Geneva, Chemin de Pinchat 22, 1227 Carouge

wahb.ettoumi@unige.ch

L'équation de Schrödinger non-linéaire est un exemple d'équation universelle que l'on retrouve aussi bien en optique pour décrire la propagation d'impulsions laser ultrabrèves qu'en mécanique quantique, lorsque l'on s'intéresse au comportement d'un gaz de Bose confiné. Ses propriétés telles que l'intégrabilité à une dimension d'espace, la divergence à temps fini, ou l'existence de solutions solitons ont été extensivement étudiées [1,2] et appliquées à de nombreux autres domaines de la physique.

Dans le cadre de l'optique non linéaire, le phénomène de filamentation a été découvert il y a une vingtaine d'années [3]. Cet effet physique se manifeste lors de la propagation d'impulsions laser suffisamment puissantes pour exciter une réponse non-linéaire du milieu de propagation (souvent l'air ou l'Argon). Ce dernier se comporte alors comme une lentille convergente dont la focale est proportionnelle à l'intensité lumineuse, permettant alors au faisceau laser d'autofocaliser. Au vu des intensités de champ électriques atteintes grâce à ce phénomène d'amplification locale, le milieu de propagation peut alors être ionisé, et le plasma ainsi produit s'oppose à son tour à l'autofocalisation qui lui a donné naissance, en jouant le rôle d'une lentille divergente. Un équilibre s'établit entre ces deux phénomènes et permet un guidage très efficace de la lumière, la diffraction géométrique ne se manifestant quasiment plus.

Avec le développement de sources de plus en plus puissantes, l'observation expérimentale de ce phénomène a été rendue possible pour des tailles de faisceaux macroscopiques (d'une dizaine de centimètres de large par exemple). Les irrégularités spatiales intrinsèques aux faisceaux laser utilisés permettent l'émergence de distributions transverses de lumière rappelant certaines formes de décompositions spinodales [4], ou de problèmes de percolation, guidés par la filamentation.

En nous appuyant sur ces similarités, nous montrons que la distribution spatiale de lumière au cours de la propagation peut être caractérisée par une transition de phase que nous caractérisons par la mesure de sept exposants critiques [5]. Nous poursuivons notre étude en développant un modèle effectif sur réseau grâce auquel nous reproduisons quantitativement les distributions spatiales de lumière obtenues par l'intégration numérique de l'équation de propagation, bien plus complexe.

Références

1. E. H. Lieb, R. Seiringer, and J. Yngvason, *Phys. Rev. A* **61** 043602 (2000).
2. R. Jackiw, S. Y. Pi, *Phys. Rev. Lett.* **64** 2969 (1990).
3. Chin, S. L., *Femtosecond laser filamentation* (Vol. 55). Springer (2010).
4. L. Berthier, J.-L. Barrat, and J. Kurchan, *Eur. Phys. J. B* **11**, 635-641 (1999).
5. W. Ettoumi, J. Kasparian, and J.-P. Wolf, arXiv :1501.01132 (2015).