

Effet tunnel quantique pour des solitons optiques

Yves Pomeau¹ & Martine Le Berre²

¹ Laboratoire de Physique Statistique de l'Ecole normale supérieure,
24 Rue Lhomond, 75231 Paris Cedex 05, France.

² Laboratoire de Photophysique Moléculaire, Bat.210, 91405 Orsay, France.

`Martine.le-berre@ppm.u-psud.fr`

En considérant le soliton comme une particule quantique, nous montrons qu'il est possible de prévoir un effet tunnel entre deux fibres, phénomène interdit classiquement dans la limite des faibles couplages. Le soliton est vu comme un état lié de N photons, son énergie et son action sont égales au premier ordre à $N\hbar\omega_0$ et $N\hbar$ respectivement, mais il existe au second ordre une contribution en N^2 reflétant l'attraction mutuelle des photons due à l'auto-focalisation par effet Kerr nonlinéaire. Nous évitons la quantification explicite en nous plaçant dans la limite WKB où la probabilité de tunneling est donnée par $P_{tunn} = \exp(-2S/\hbar)$ où S est l'action quantique associée au phénomène de basculement de l'énergie du soliton d'une fibre dans l'autre. Nous ne quantifions pas les deux NLS couplées modélisant la propagation dans les fibres, mais un système de 4 ODE dérivées par Malomed et al. [1] grâce à des fonctions d'essai, et via une formulation variationnelle du problème. Ces ODE reproduisent bien le schéma des bifurcations du model NLS, et forment un système Hamiltonien à deux degrés de liberté, où les variables amplitudes et durée du pulse sont conjuguées de la phase, et de sa dérive, respectivement. Nous montrons que l'action associée au passage de l'énergie du soliton d'une fibre dans l'autre varie en $2\ln(k/k_c)$ [2], où k est le coefficient de couplage entre les deux fibres, et k_c sa valeur au seuil. Nous discutons des possibilités d'observation de cet effet tunnel quantique, et de la possibilité d'aboutir à un état cohérent du soliton dans l'une ou l'autre fibre.

Références

1. B. A. Malomed, I. M. Skinner, P. L. Chu, and G. D. Peng, , Phys. Rev. **E 53**, 4084 (1996); I. M. Uzunov, R. Mushall, M. Golles, Yu. S. Kivshar, B. A. Malomed, and F. Lederer, Phys. Rev. **E 51**, 2527 (1995).
2. Y. Pomeau and M. Le Berre en cours.