

# Hydrodynamique généralisée et mesures de corrélations balistiques dans une boucle de recirculation fibrée

Elias Charnay<sup>1</sup>, Pierre Suret<sup>1</sup>, Benjamin Doyon<sup>2</sup>, Thibault Bonnemain<sup>2</sup>, François Copie<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univ. Lille, CNRS, UMR 8523 - PhLAM - Physique des Lasers Atomes et Molécules, F-59 000 Lille, France

<sup>2</sup> Department of Mathematics, King's College London, Strand, London WC2R 2LS, UK

elias.charnay@univ-lille.fr

L'Hydrodynamique Généralisée a apporté avec succès une nouvelle description macroscopique de la thermodynamique et hydrodynamique des systèmes intégrables [1]. Une de ses forces est l'expansion hydrodynamique, permettant l'introduction de termes cassant faiblement l'intégrabilité, tels que les pièges ou les potentiels extérieurs. De ce fait, elle est devenue un domaine de recherche très actif en atomes froids et dans les systèmes à N-corps quantiques. Elle prédit de plus des corrélations à grande échelle [2].

Nous pouvons calculer des corrélations spatio-temporelles à deux points pour l'infinité de constantes du mouvement des équations intégrables. En particulier dans le cas de l'équation de Schrödinger non-linéaire, la masse  $\int |\psi(x, t)|^2 dx$  est conservée, et sa corrélation connectée dans l'état stationnaire statistique est donnée par :

$$C_v(t) = \left\langle |\psi(x - vt, t)|^2 |\psi(0, 0)|^2 \right\rangle - \left\langle |\psi(x - vt, t)|^2 \right\rangle \left\langle |\psi(0, 0)|^2 \right\rangle \sim_{t, x \rightarrow \infty} \frac{\alpha_v}{t} \quad (1)$$

où  $\alpha_v$  est un coefficient dépendant des statistiques de la condition initiale [3]. Cette forme balistique est liée au fait que les solitons, en tant que quasi-particules, se propagent avec une vitesse effective  $v$ , modifiée par les interactions.

Nous proposons ici des expériences dans une boucle de recirculation fibrée [4] permettant la mesure de ces corrélations d'intensité. Notre système nous permet la génération de condition initiale arbitraire, en intensité et en phase, puis sa propagation avec peu de pertes. A chaque tour, le signal parcourt 5 kilomètres de fibre optique standard où les pertes sont compensées par un laser Raman contrapropagatif, puis nous extrayons 10% de ce signal pour reconstruire le diagramme spatio-temporel de l'intensité. A partir de ces données, il devient simple de calculer les corrélations. Nous montrons que celles-ci suivent bien une loi polynomiale, en  $\alpha/t$ , démontrant le transport balistique dans ce système et une preuve supplémentaire de la validité de cette théorie.

## Références

1. O. A. CASTRO-ALVAREDO, B. DOYON, T. YOSHIMURA, *Phys. Rev. X*, **6**, 041065 (2016).
2. T. BONNEMAIN, B. DOYON, G. EL, *J. Phys. A : Math. Theor.*, **55**, 374004 (2022).
3. R. KOCH, J-S. CAUX, A. BASTIANELLO, *J. Phys. A : Math. Theor.*, **55**, 134001 (2022).
4. A. E. KRAYCH, D. AGAFONTSEV, S. RANDOUX, P. SURET, *Phys. Rev. Lett.*, **123**, 093902 (2019).