

# Génération et observation d'un gaz de solitons dans des expériences d'hydrodynamique

S. Randoux<sup>1</sup>, P. Suret<sup>1</sup>, F. Copie<sup>1</sup>, A. Tikan<sup>1</sup>, G. El<sup>2</sup>, A. Gelash<sup>3</sup>, G. Prabhudesai<sup>4</sup>, G. Michel<sup>5</sup>, A. Cazaubiel<sup>6</sup>, E. Falcon<sup>6</sup>, G. Ducrozet<sup>7</sup> & F. Bonnefoy<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molecules, UMR-CNRS 8523, Université de Lille, France

<sup>2</sup> Department of Mathematics, Physics and Electrical Engineering, Northumbria University, Newcastle upon Tyne, NE1 8ST, United Kingdom

<sup>3</sup> Novosibirsk State University, 630090, Novosibirsk, Russia

<sup>4</sup> Laboratoire de Physique de l'Ecole normale supérieure, ENS, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université, Université Paris-Diderot, Paris, France

<sup>5</sup> Sorbonne Université, CNRS, UMR 7190, Institut Jean Le Rond d'Alembert, F-75 005 Paris, France

<sup>6</sup> Université de Paris, Université Paris Diderot, MSC, UMR 7057 CNRS, F-75 013 Paris, France

<sup>7</sup> Ecole Centrale de Nantes, LHEEA, UMR 6598 CNRS, F-44 321 Nantes, France

stephane.randoux@univ-lille.fr

Nous présentons une expérience d'hydrodynamique réalisée dans un bassin de traction long de 140 mètres, large de 5 mètres et profond de 3 mètres. Nous considérons des régimes dans lesquels la propagation d'ondes de surface unidimensionnelles est décrite par l'équation de Schrödinger non linéaire à une dimension (1D-NLS). Cette équation intégrable peut être résolue dans le formalisme de la méthode IST (Inverse Scattering Transform). En utilisant les méthodes numériques d'IST introduites dans la référence [1], nous avons d'abord généré numériquement des solutions de l'équation 1D-NLS dont le contenu purement solitonique est paramétré par  $N$  grandeurs complexes. Ces  $N$  grandeurs complexes représentent les valeurs propres du problème IST ; elles sont aussi des constantes du mouvement que nous avons disposé de manière aléatoire dans le plan complexe (gaz de solitons).

Les ondes non linéaires au contenu purement solitonique sont générées par le batteur et nous en observons la propagation grâce à 20 sondes réparties régulièrement le long du canal [2]. Outre l'observation de l'évolution spatio-temporelle, nous déterminons le spectre de Fourier et le spectre des valeurs propres IST pour différents valeurs de  $N$  ( $N = 16, 64, 128$ ) en différents points du canal. Les résultats obtenus constituent l'une des premières observations expérimentales d'un gaz de solitons [3] et participent au développement du champ de la turbulence intégrable [4].

## Références

1. "Strongly interacting soliton gas and formation of rogue waves," A. Gelash and D. Agafontsev, Phys. rev. E **98**, 042210 (2018).
2. "From Benjamin-Feir instability to focusing dam breaks in water waves," Félicien Bonnefoy, Alexey Tikan, François Copie, Pierre Suret, Guillaume Ducrozet, Gaurav Pradehusai, Guillaume Michel, Annette Cazaubiel, Eric Falcon, Gennady El and Stéphane Randoux, arXiv preprint arXiv :1911.00053 (2019)
3. "Experimental Evidence of a Hydrodynamic Soliton Gas," Ivan Redor, Eric Barthélemy, Hervé Michallet, Miguel Onorato, and Nicolas Mordant, Phys. Rev. Lett. **122**, 214502 (2019).
4. "Turbulence in Integrable Systems," V. E. Zakharov, Stud. Appl. Math. **122**, 219 (2009).