

Gaz de solitons en canal à houle

Leduque Thibault¹, Michallet Hervé¹, Mordant Nicolas¹, Barthélemy Eric¹,

Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, LEGI, 38000 Grenoble, France

eric.barthelemy@grenoble-inp.fr

Le concept de gaz de solitons unidirectionnel a été introduit en 1971 par V. Zakharov comme une collection infinie de solitons KdV en interaction [1]. La dynamique microscopique du gaz de solitons est déterminée par les interactions binaires entre deux solitons, tandis que la dynamique macroscopique du gaz est décrite dans le cadre de la méthode de l’“Inverse scattering transform” (IST) [2].

Nous présentons des expériences de gaz de solitons réalisées dans le canal à houle du LEGI avec 20 cm d’eau. Contrairement à [3] (forçage sinusoïdal), les solitons sont engendrés individuellement à des temps aléatoires tout en gérant le recul du batteur à vitesse constante faible. La mesure des déplacements de surface libre η est effectuée par 8 caméras le long de 16 m de canal à une résolution horizontale de 1 mm et verticale en-dessous du millimètre et à une fréquence d’acquisition de 50 Hz. L’influence de la vitesse de recul du batteur est analysée. Plus cette vitesse est élevée plus le gaz est dense mais plus le recul engendre des ondes dispersives qui superposent aux solitons.

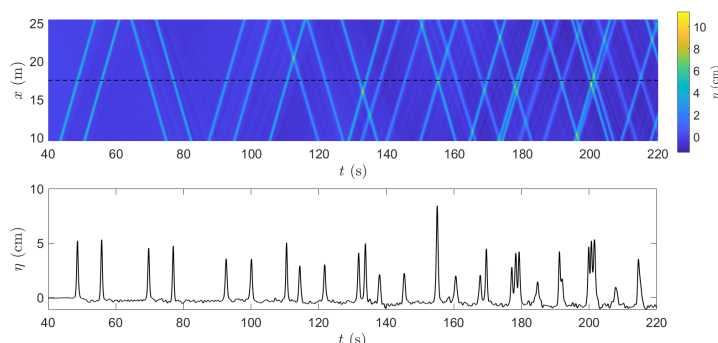


Figure 1. Représentation espace-temps de η et série temporelle à la position x indiquée en pointillés sur le panneau du haut. On note une interaction frontale vers $t \sim 154$ s.

La méthode de “Periodic scattering transform” (PST) est mise en oeuvre [3] pour détecter et caractériser les solitons. On observe que les modules seuils des solitons sont très élevés. Ceci indique que la méthode de génération produit des gaz quasi-purs, malgré des effets de non-intégrabilité : dissipation visqueuse (inévitabile) et génération d’ondes dispersives au cours des interactions frontales (pour des solitons de grandes amplitudes). La PST est aussi utilisée pour déterminer les distributions d’amplitudes dans les gaz et les 4 premiers moments statistiques. Ces derniers sont en très bon accord avec les estimateurs théoriques [4] pour un gaz dilué. On met aussi en évidence un effet de rétroaction du batteur sur la distribution des amplitudes.

Références

1. V.E. ZAKHAROV, Kinetic equation for solitons, *Zh. Eksp. Teor.*, **60**, 993 (1971).
2. M. ABLOWITZ *et al.*, Solitons, Nonlinear Evolution Equations and Inverse Scattering, *Cambridge University Press* (1991).
3. I. REDOR, H. MICHALLET, N. MORDANT & E. BARTHÉLEMY, Experimental study of integrable turbulence in shallow water, *Phys. Rev. Fluids* **6**, 124801 (2021).
4. E. SHURGALINA, Dynamique de champs de vagues irréguliers en zone côtière, *Thèse de doct. Ecole centrale de Marseille*, (2015).