

# Observation de Superregular Breathers en optique et en hydrodynamique

B. Kibler<sup>1</sup>, A. Chabchoub<sup>2</sup>, A. Gelash<sup>3</sup>, N. Akhmediev<sup>4</sup> & V. Zakharov<sup>3,5,6</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, UMR6303 CNRS–UBFC, 21078 Dijon, France

<sup>2</sup> Department of Ocean Technology Policy and Environment, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, Kashiwa, Chiba 277-8563, Japan

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

<sup>4</sup> Optical Sciences Group, Research School of Physics and Engineering, The Australian National University, Canberra, ACT 2600, Australia

<sup>5</sup> Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow 119991, Russia

<sup>6</sup> University of Arizona, Tucson, Arizona 857201, USA

bertrand.kibler@u-bourgogne.fr

Des phénomènes d'instabilité sont fréquemment observés dans la nature, et ils peuvent conduire à des catastrophes et des désastres inattendus dans des conditions apparemment normales. La forme la plus simple d'instabilité dans un système est sa réponse à une modulation harmonique. En hydrodynamique, cette forme d'instabilité est connue sous le nom d'instabilité de Benjamin-Feir [1,2], qui correspond à la désintégration d'un train de vagues périodique à la surface de l'eau. En optique, cette instabilité est appelée instabilité de Bespalov-Talanov [3] (ou plus généralement instabilité de modulation), elle mène à la filamentation d'ondes planes. Ces observations pionnières, réalisées indépendamment dans les années 1960, ont abouti à une meilleure compréhension du caractère universel de l'instabilité de modulation [4]. Elles ont conduit à de multiples observations dans divers domaines de la physique. Cependant, aucune de ces études n'avaient pris en compte les propriétés de localisation incontestables des perturbations. Plus de 50 ans plus tard, des formes plus réalistes, mais complexes, de ce fameux phénomène physique n'ont toujours pas été révélées. Ici, grâce à nos capacités techniques exceptionnelles pour manipuler les ondes lumineuses et l'eau, nous observons les dynamiques non-linéaires de perturbations plus sophistiquées.

Nous étudions ces dynamiques en utilisant une fibre optique et un canal hydrodynamique. Chacun de ces systèmes est soumis à de petites perturbations localisées, et nous étudions la croissance et l'annihilation de superregular breathers, qui sont les nouvelles structures d'ondes de base pour décrire le phénomène d'instabilité de modulation [5]. Nos expériences, qui sont menées sur des échelles de temps de quelques secondes dans le canal et quelques picosecondes dans la fibre optique, confirment parfaitement les prédictions théoriques [6]. Démontrer simultanément des résultats expérimentaux à des échelles radicalement différentes, dans deux branches différentes de la physique des ondes, est d'une importance considérable en soi et est extrêmement rare. A notre connaissance, cette méthodologie est la première de son genre. Ces résultats auront un fort impact dans les nombreuses disciplines liées à la dynamique des ondes. En exploitant l'équivalence mathématique entre la propagation non-linéaire d'ondes à la surface de l'eau et l'évolution d'impulsions lumineuses intenses dans les fibres optiques, cette approche multidisciplinaire prouve le caractère universel de ces structures appelées « superregular breathers ». Celles-ci présentent une dynamique d'amplification unique qui peut mener à l'apparition inattendue d'ondes d'amplitude extrême.

## Références

1. T. B. BENJAMIN AND J. E. FEIR, *J. Fluid Mech.*, **27**, 417 (1967).
2. T. B. BENJAMIN, *Proc. R. Soc. A*, **299**, 59 (1967).
3. V. I. BESPALOV AND V. J. TALANOV, *JETP Lett.*, **3**, 307 (1966).
4. V. E. ZAKHAROV AND L. A. OSTROVSKY, *Physica D*, **238**, 540 (2009).
5. V. E. ZAKHAROV AND A. A. GELASH, *Phys. Rev. Lett.*, **111**, 054101 (2013).
6. B. KIBLER, *et al.*, *Phys. Rev. X*, **5**, 041026 (2015).