

Observation en temps réel de la collision de solitons optiques dans une boucle de recirculation fibrée

François Copie¹, Pierre Suret¹, Stéphane Randoux¹

Univ. Lille, CNRS, UMR8523 - PhLAM - Physique des Lasers Atomes et Molécules, F-59000 Lille, France
francois.copie@univ-lille.fr

Les solitons dans les fibres optiques sont des impulsions lumineuses qui se propagent indéfiniment tout en conservant leur forme grâce à un parfait équilibre entre dispersion et non-linéarité. De manière quasi-concomitante à la prédiction de leur existence il y a 50 ans [1], Zakharov et Shabat ont développé le cadre théorique qui permet de décrire la propagation de tels solitons en résolvant exactement l'équation de Schrödinger non-linéaire unidimensionnelle [2]. Un des résultats remarquables est le fait que les solitons "collisionnent" élastiquement, ce qui signifie qu'ils émergent après leur interaction complètement inchangés, à l'exception de décalages de position déterminés uniquement par leur amplitude et leurs vitesses relatives.

Nous présentons ici des expériences axées sur la génération et l'observation en temps réel de différents scénarios de collisions entre solitons grâce à la configuration de boucle de recirculation fibrée. Des impulsions solitoniques sont générées qui sont ensuite modulées en phase, permettant le contrôle individuel de leurs vitesses. L'injection de ces impulsions dans une boucle de recirculation et l'enregistrement de leur évolution tour à tour permet d'observer avec précision leur dynamique spatio-temporelle [3].

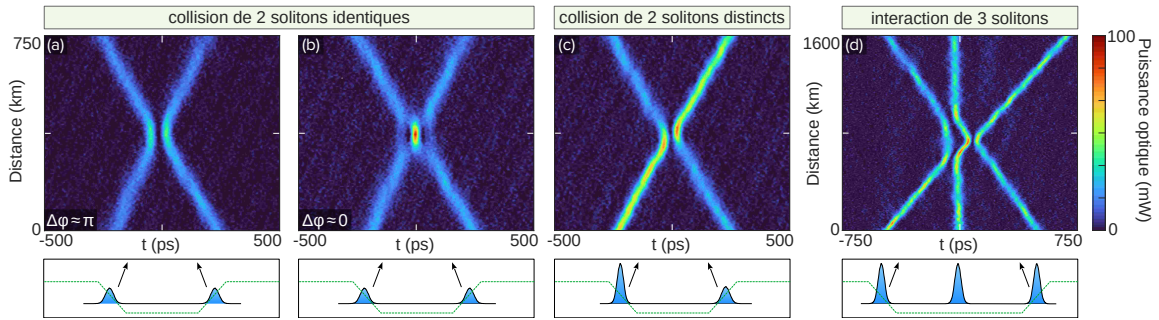


Figure 1. Enregistrements expérimentaux de la dynamique spatio-temporelle de solitons en collision dans différentes configurations. Les impulsions bleues et les lignes pointillées vertes dans les panneaux inférieurs illustrent schématiquement l'intensité initiale et la modulation de phase appliquée respectivement

La Figure 1 montre des extraits de nos résultats expérimentaux, à savoir l'interaction de 2 solitons identiques ou distincts ainsi que le scénario plus complexe de l'interaction entre un petit ensemble de solitons confirmant la prédiction remarquable que le résultat de multiples collisions de solitons n'est paramétrisé que par les interactions par paires.

Ce travail présente des confirmations expérimentales originales de certaines propriétés fondamentales de l'interaction de solitons 1D en utilisant une boucle de recirculation fibrée. Par la suite, la dynamique de champs d'ondes optiques plus complexes constitués de grands ensembles de solitons peut être étudiée en utilisant cette plateforme.

Références

1. A. HASEGAWA, AND F. TAPPERT, *Appl. Phys. Lett.*, **23**, 142 (1973).
2. V.E. ZAKHAROV AND A.B. SHABAT, *JETP*, **34**, 72 (1972).
3. F. COPIE, P. SURET, AND S. RANDOUX, *Opt. Commun.*, **545**, 129647 (2023).