



Institut de physique

Actualités scientifiques

Observer des ondes lumineuses scélérates sur des temps ultra-courts

Avril 2017

Des physiciens ont observé des fluctuations aléatoires de très fortes amplitudes et ultra-rapides de la lumière se propageant dans une fibre optique, en utilisant un dispositif appelé « microscope temporel ».

Comparables à des vagues géantes (appelées « vagues scélérates ») qui apparaissent parfois en mer, les « ondes scélérates optiques » sont des phénomènes extrêmes pouvant se développer lors de la propagation de la lumière dans les fibres optiques. Ces manifestations bien connues théoriquement sont décrites par la même équation de Schrödinger non linéaire à une dimension, permettant des analogies fortes entre le domaine de l'hydrodynamique et celui de l'optique non-linéaire. Les expériences optiques présentent l'avantage de pouvoir être effectuées en laboratoire et d'être répétées aussi souvent que nécessaire. Ainsi est-il possible de développer des vérifications expérimentales poussées de ces processus en faisant varier les conditions initiales. Pour cela, il est nécessaire d'accéder à une mesure de temps ultra-bref, car de tels phénomènes lumineux se déroulent sur des temps inférieurs à la picoseconde.

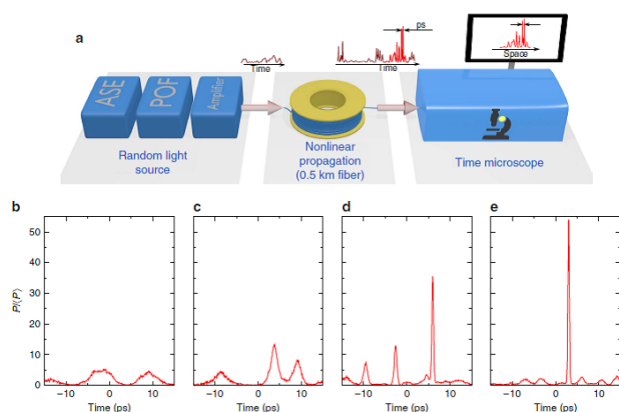
C'est en développant un dispositif original de mesure à des temps ultra-brefs que l'équipe du Laboratoire Physique des lasers, atomes et molécules (PhLAM, CNRS/Univ. Lille 1) a pu mettre en évidence la formation d'impulsions lumineuses géantes à partir de la propagation

de lumière aléatoire dans une fibre optique de 0,5 km. La similitude des caractéristiques de ces impulsions lumineuses avec le soliton de Peregrine, un prototype classique d'onde scélérate, a également été montrée. Ce travail est publié dans la revue *Nature Communications*.

Le dispositif, appelé « microscope temporel », présente des performances remarquables, à savoir une résolution de 250 femtosecondes ainsi qu'une très forte dynamique de 40 dB. Son principe repose sur une interaction non-linéaire entre la lumière au caractère aléatoire et une impulsion laser ultra-courte dont le support temporel a été étiré jusqu'à 25 ps. Cette interaction s'effectue au sein d'un cristal non-linéaire. Le spectre de l'impulsion lumineuse résultant de l'interaction est enregistré par un spectromètre à grande dynamique. Cette technique permet de transformer toute variation temporelle de la lumière à caractériser en une variation d'intensité spectrale de l'impulsion lumineuse résultante, créant ainsi une bijection entre le temps et l'espace. L'analyse statistique des profils lumineux a permis l'observation fréquente de structures sub-picosecondes dont l'intensité instantanée dépassait largement la puissance optique moyenne.

L'observation résolue en temps de ces ondes scélérates ouvre la voie à de nouvelles études fondamentales sur la turbulence optique et sur la propagation non linéaire d'ondes lumineuses partiellement cohérentes.

NB : Au même moment, des chercheurs de l'Institut FEMTO-ST (CNRS/UTBM/UFC/ENSMM) à Besançon ont publié récemment une [étude](#) de l'instabilité modulationnelle en utilisant une technique comparable (lentille temporelle).



Le Microscope Temporel transforme les fluctuations temporelles de la lumière en fluctuations spatiales qui sont ensuite observées à l'aide d'une caméra (en haut). Observation d'un pic ultra court d'intensité lumineuse très élevée (en bas). © *Nature Communications*

En savoir plus

Single-shot observation of optical rogue waves in integrable turbulence using time microscopy

Pierre Suret, Rebecca El Koussaifi, Alexey Tikan, Clément Evain, Stéphane Randoux, Christophe Szewaj et Serge Bielawski

Nature Communications (2016), doi:10.1038/ncomms13136

Contact chercheur

Pierre Suret, Professeur à l'Université Lille 1 et chercheur au PhLAM

Informations complémentaires

Physique des lasers, atomes et molécules (PhLAM, CNRS/Univ. Lille 1)



www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie
3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16
T 01 44 96 42 53
inp.com@cnrs.fr
www.cnrs.fr/inp