



www.cnrs.fr



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 13 DECEMBRE 2016

Attention : sous embargo jusqu'au 19 décembre 2016, 11h (heure de Paris)

Dilater le temps pour mieux prédire les événements extrêmes

Dilater les échelles de temps pour explorer les événements extrêmes de la nature semblait impossible... Cette prouesse est désormais envisageable grâce à une équipe de l'Institut FEMTO-ST (CNRS/UFC/UTBM/ENSM) qui a utilisé une technique innovante de détection permettant de capturer en temps réel de tels événements. Cette technique, appliquée pour le moment à la photonique, pourrait aider à la prédiction de vagues scélérates¹ à la surface des océans ou d'autres événements naturels extrêmes. Ces travaux, menés en collaboration avec des chercheurs finlandais, irlandais et canadiens, sont publiés dans la revue *Nature Communications* du 19 décembre 2016.

Les instabilités et le chaos dans les systèmes physiques sont des phénomènes aléatoires naturels, généralement très sensibles aux fluctuations des conditions initiales, si petites soient-elles. Pour comprendre ces phénomènes complexes et omniprésents dans la nature, les chercheurs ont récemment eu recours à des expériences impliquant la propagation d'ondes lumineuses et menant à la formation d'impulsions de durée extrêmement brève, de l'ordre de la picoseconde (un millionième de millionième de seconde). En effet, l'étude de ces phénomènes en optique présente l'avantage de se faire sur des échelles de temps très courtes, permettant ainsi de mesurer un échantillon représentatif d'événements et de caractériser de manière fiable ses propriétés statistiques. Cependant, bien qu'ayant permis des progrès sur la compréhension des dynamiques liées aux événements extrêmes, ces études ont été faites jusqu'à présent de manière indirecte, en raison du temps de réponse des détecteurs actuels, trop lents pour capturer ces événements rares.

Des expériences récentes menées à l'Institut Femto-ST à Besançon ont permis de dépasser cette limite. Basée sur le principe d'une lentille temporelle² qui dilate l'échelle de temps d'un facteur 100 tout en augmentant la résolution, cette nouvelle méthode a permis aux chercheurs d'observer en temps réel des impulsions géantes de lumière, avec une intensité plus de 1000 fois supérieure à celle des fluctuations initiales de la source lumineuse, un laser. Ils ont utilisé pour cela un effet papillon connu en optique sous le nom d'instabilité modulationnelle qui amplifie, dans une fibre optique de télécommunications, le faible bruit intrinsèquement présent dans le faisceau laser.

¹ Les vagues scélérates sont des vagues océaniques très hautes, soudaines, qui sont considérées comme très rares. Elles existent également en optique sous forme d'impulsions lumineuses brèves et intenses.

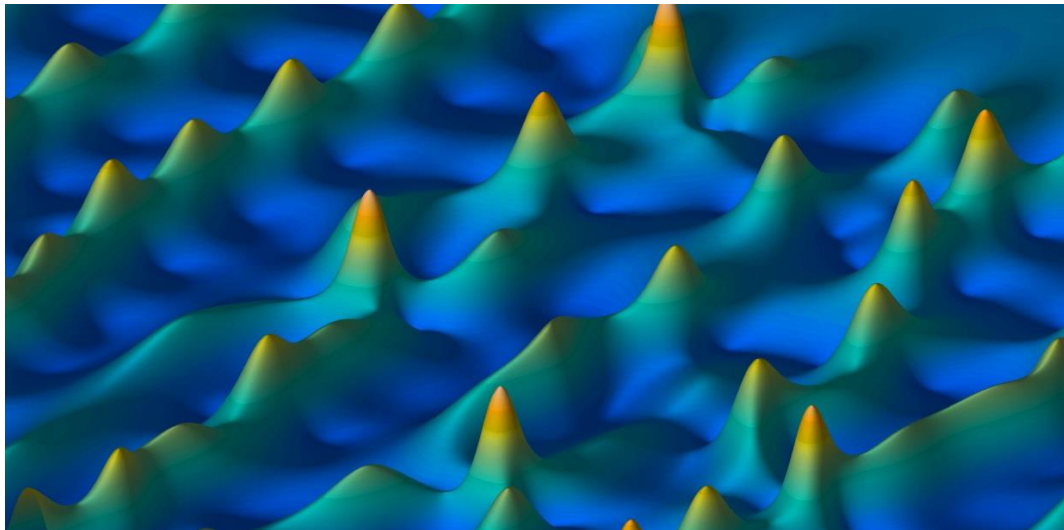
² Une lentille temporelle fonctionne de façon analogue à un objectif d'appareil photographique en grossissant la dimension temporelle d'un événement. Une autre technique, un microscope temporel, existe également et a été utilisé par le laboratoire Physique des lasers, atomes et molécules (CNRS/Université de Lille) pour étudier des instabilités similaires à celles observées dans les turbulences de fluides - voir *Nature Communications* 7, Article 13136 (2016).



www.cnrs.fr

Ces résultats ont une portée qui va bien au-delà du domaine de la photonique, puisque ce type de bruit de fond est généralement considéré comme l'un des mécanismes qui pourrait être à l'origine des vagues scélérates destructrices qui apparaissent de manière soudaine à la surface des océans, mais également de bien d'autres systèmes comme la dynamique du plasma dans l'univers primitif. La capacité à dilater les échelles de temps en optique ouvre donc une nouvelle voie pour l'exploration et la compréhension des nombreux systèmes de la nature pour lesquels il est encore très difficile d'étudier les instabilités de manière directe et ainsi d'obtenir des échantillons statistiques fiables.

Ces travaux impliquent des chercheurs du laboratoire Femto-ST: Franche-Comté électronique mécanique thermique et optique - sciences et technologies (CNRS/Université Franche-Comté/Université de technologie de Belfort-Montbéliard/Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de Besançon). L'UTMB, l'ENSMM et l'université de Franche-Comté appartiennent à la communauté d'universités et d'établissements « Université Bourgogne Franche-Comté ».



Un champ d'impulsions lumineuses picosecondes intenses générées dans une fibre optique. Impossible à détecter avec les équipements conventionnels, la lentille temporelle offre la possibilité de les observer pour la première fois.
© John Dudley, Institut Femto-ST/CNRS

Bibliographie

Real-time measurements of spontaneous breathers and rogue wave events in optical fibre modulation instability. M. Narhi, B. Wetzel, C. Billet, S.Toenger, T. Sylvestre, J.-M. Merolla, R. Morandotti, F. Dias, G. Genty, J. M. Dudley. *Nature Communications* 7, 19 décembre 2016. DOI :10.1038/NCOMMS13675

Contacts

Professeur UFC | John M. Dudley | T 03 81 66 64 94 | john.dudley@univ-fcomte.fr

Chercheur CNRS | Thibaut Sylvestre | T 03 81 66 66 46 | thibaut.sylvestre@univ-fcomte.fr

Presse CNRS | Alexiane Agullo | T 01 44 96 43 90 | alexiane.agullo@cnrs-dir.fr