

## Photonique : une nouvelle découverte sur les lasers faite au LMOPS pourrait renforcer la sécurité des communications numériques

***Ce résultat laisse entrevoir une nouvelle approche physique de la cryptographie où des structures optiques complexes serviraient de clés de cryptage, et leur synchronisation dévoilerait le message caché.***

Les Dr. Jules Mercadier, Dr. Stefan Bittner et Prof. Marc Sciamanna, chercheurs au sein de la Chaire Photonique et du laboratoire LMOPS de CentraleSupélec et de l'Université de Lorraine, viennent de publier une découverte dans la revue *Light: Science & Applications* (cf. [article](#)) qui pourrait transformer la manière de sécuriser les communications numériques.

En reproduisant en laboratoire une synchronisation de dynamiques spatio-temporelles de lasers chaotiques, leurs travaux démontrent que deux lasers peuvent se synchroniser, même lorsque leur dynamique est complexe dans l'espace et dans le temps. **Ces résultats constituent la première démonstration expérimentale de synchronisation spatio-temporelle du chaos dans des lasers commerciaux.** Ils ouvrent la voie à une nouvelle solution de sécurisation de l'information, à haut débit, exploitant le multiplexage spatial (plusieurs canaux en parallèle) et renforçant la sécurité au niveau physique même du signal.

### ***Reproduit au sein d'un laboratoire, le phénomène naturel de synchronisation génère des effets remarquables***

La synchronisation est partout dans la nature : lorsque des lucioles clignent à l'unisson, lorsque des applaudissements dans une salle de concert finissent par adopter un même rythme, ou encore lorsque des métronomes posés sur une surface mobile finissent par battre ensemble. Mais la synchronisation ne concerne pas uniquement des rythmes simples dans le temps.

Elle peut aussi toucher des systèmes étendus dans l'espace, où des structures entières évoluent collectivement. Par exemple, des populations animales réparties sur un territoire peuvent voir leurs fluctuations démographiques évoluer en même temps ; des vagues de chaleur ou des phénomènes climatiques peuvent apparaître de façon coordonnée sur de vastes régions ; des cellules cardiaques s'activent de manière synchronisée pour produire un battement cohérent. Dans ces cas, ce ne sont pas seulement des "battements" qui se synchronisent, mais des motifs complexes qui évoluent dans l'espace et dans le temps.

Pour la première fois, ce phénomène naturel a été reproduit à l'échelle d'un laboratoire. Les chercheurs du LMOPS ont étudié des lasers particuliers appelés BA-VCSELs (lasers à cavité verticale et à large surface). Contrairement aux pointeurs laser classiques, ces dispositifs produisent des motifs lumineux complexes et instables. Leur lumière est dite chaotique : elle fluctue de manière imprévisible à cause des interactions non linéaires entre différents modes laser internes qui présentent des motifs spatiaux différents.

En couplant deux de ces lasers, l'équipe a observé un phénomène remarquable : malgré leur comportement chaotique et leurs différents motifs spatiaux, ils peuvent se synchroniser. Selon les conditions et l'échelle de temps étudiée, leur degré de synchronisation varie fortement. Parfois, ils évoluent presque de manière indépendante, parfois ils présentent une forte corrélation - jusqu'à 90 % de similarité dans leur dynamique.

### ***Pourquoi est-ce important – et prometteur ?***

Au-delà de la curiosité scientifique, cette découverte pourrait avoir des applications concrètes. La synchronisation du chaos est un principe prometteur pour les communications sécurisées. L'idée est la suivante : un laser émet un signal chaotique contenant une information cachée, un second laser synchronisé peut reconstruire ce signal, mais pour un observateur extérieur, le message reste indéchiffrable.

*« Grâce à ces lasers à large surface, il devient possible d'imaginer des systèmes où plusieurs utilisateurs communiquent simultanément en exploitant différentes structures spatiales de la lumière - un peu comme si plusieurs conversations secrètes circulaient en parallèle dans le même faisceau lumineux. C'est la première étape vers une cryptographie physique multi-utilisateurs et utilisant uniquement des lasers »,* commente Marc Sciamanna, professeur à CentraleSupélec, directeur de la Chaire Photonique.

Les résultats de recherche obtenus par l'équipe du LPMOS marquent une première étape vers des réseaux optiques plus sûrs et une preuve supplémentaire que même dans le chaos apparent, la nature peut révéler une forme d'ordre, exploitable pour les technologies de demain.

Pour consulter l'article de recherche : <https://doi.org/10.1038/s41377-026-02198-5>

Jules Mercadier, Stefan Bittner, M. Sciamanna, Synchronization of complex spatio-temporal dynamics with lasers. Light Sci Appl 15, 131 (2026).

### **A propos de CentraleSupélec - [www.centralesupelec.fr](http://www.centralesupelec.fr)**

Née en 2015 de la fusion de l'École Centrale Paris (1829) et de Supélec (1894), CentraleSupélec est l'une des grandes écoles de référence en sciences de l'ingénierie et des systèmes. Établissement public membre fondateur de l'Université Paris-Saclay, elle forme chaque année plus de 5 400 étudiants sur quatre campus en France (Paris-Saclay, Metz, Rennes et Reims) et compte un réseau d' alumni exceptionnel à travers le monde.

Dotée de 19 laboratoires et équipes de recherche, l'école s'appuie sur un écosystème unique d'innovation et de transfert technologique, fort de 3 000 entreprises partenaires et de plus de 1 270 startups dont 10 licornes cumulant 82 milliards d'euros de valorisation.

Résolument ouverte sur le monde, CentraleSupélec accueille 25 % d'étudiants internationaux et collabore avec plus de 170 universités partenaires parmi les plus prestigieuses à l'international. Présidente du Groupe des Écoles Centrale, elle supervise également les écoles Centrale de Pékin, Hyderabad et Casablanca.

Portée par un plan stratégique ambitieux, et capitalisant sur son ADN industriel et les fortes relations qu'elle entretient depuis l'origine avec le monde socio-économique, l'école entend doubler le flux de ses diplômés entre 2022 et 2032, et renforcer son impact sur les grands enjeux de société : transitions écologique et énergétique, souveraineté nationale et européenne, santé et qualité de vie.

### **Contacts presse :**

Claire Flin : [claireflin@gmail.com](mailto:claireflin@gmail.com) – 06 95 41 95 90

Marion Molina : [marionmolinapro@gmail.com](mailto:marionmolinapro@gmail.com) - 06 29 11 52 08