

Confidentialité des communications optiques en espace libre : de nouvelles avancées grâce au chaos temporel des lasers à cascade quantique

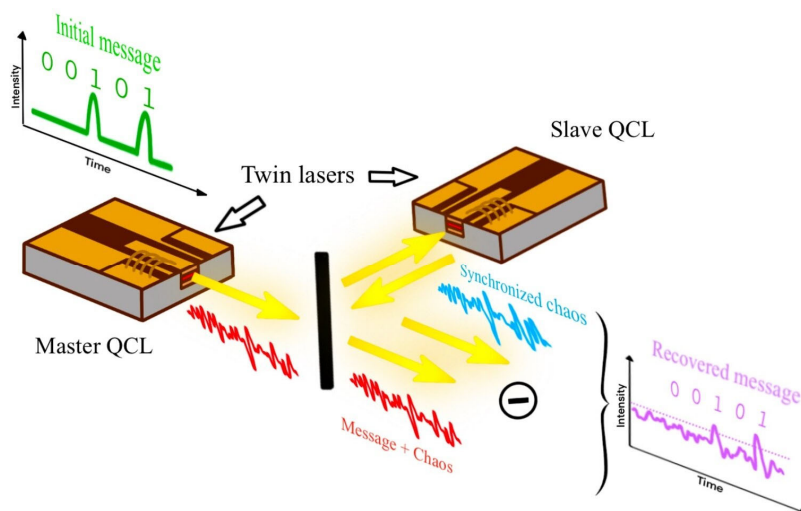
Dans une nouvelle publication dans *Nature Communications*, un groupe de chercheurs internationaux, dont Olivier Spitz et Frédéric Grillot de Télécom Paris, Institut Polytechnique de Paris, utilise des lasers à cascade quantique pour sécuriser les communications optiques en espace libre.

La communication optique en espace libre, autrement dit, la communication entre deux utilisateurs distants qui ont recours à la lumière pour transmettre les informations, est un système très prometteur pour développer des communications ultrarapides. Ce système de communication a la particularité de résister aux interférences électromagnétiques (IEM), perturbations provenant de sources externes qui agissent sur les circuits électriques et qui peuvent parasiter les signaux radio.

Certaines études ont mis en lumière les avantages potentiels des communications optiques en espace libre, mais, à ce jour, ces systèmes de communication ont des inconvénients, concernant notamment une protection limitée contre les écoutes clandestines. Des chercheurs de l'Institut Polytechnique de Paris, de mirSense, de Technische Universität Darmstadt et de l'Université de Californie à Los Angeles (UCLA) ont récemment initié une approche inédite pour le développement de communications optiques en espace libre, qui repose sur une technologie communément appelée le laser à cascade quantique (LCQ). Il s'agit d'un type de laser à semi-conducteurs spécifique qui émet un rayonnement dans l'infrarouge moyen.

« L'idée centrale qui sous-tend notre recherche, c'est le fait que les communications privées en espace libre, avec distribution quantique de clé (en d'autres termes, qui s'appuient sur les propriétés quantiques physiques) sont prometteuses, mais leur avènement devra attendre plusieurs années, voire des décennies » explique Olivier Spitz, Doctorant à Télécom Paris, un des chercheurs à l'origine de cette étude. « La nécessité de disposer de systèmes cryogéniques, un débit de données très faible et des équipements onéreux sont les principaux freins que rencontre actuellement cette technologie. »

Dans leur article publié dans *Nature Communications*, Olivier Spitz propose avec ses collègues une solution alternative aux systèmes évoqués précédemment pour mettre en place une communication privée en espace libre, dépendant des principes de la mécanique quantique. Pour concevoir ce nouveau système, ils ont eu recours au couplage unidirectionnel de deux lasers à cascade quantique.



Dispositif expérimental de communication privée fondée sur la synchronisation du chaos pour les LCQ. Crédits : Spitz et al.

L'approche adoptée par les chercheurs conjugue ce qu'on appelle la synchronisation du chaos à la technologie des lasers à cascade quantique dans l'infrarouge moyen. La synchronisation du chaos est une propriété particulière qui a été étudiée pendant des décennies dans le cadre des lasers à semi-conducteurs émettant dans le proche-infrarouge.

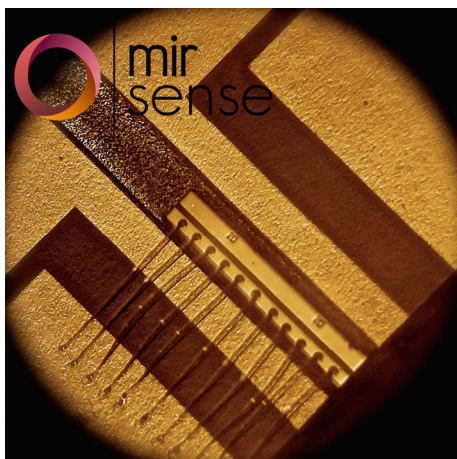


Image de microscope d'un ruban de LCQ. Ce ruban doré au centre mesure 3 mm et est relié par 11 fils dorés pour assurer l'alimentation électrique. Crédits : Spitz et al.

« Un des avantages de l'infrarouge moyen est que l'atténuation de l'atmosphère est faible pour ces rayonnements, comparée à l'infrarouge proche, qui représente la zone d'émission pour la plupart des lasers à semi-conducteurs » explique le chercheur. « Ainsi, nous pouvons envisager une transmission à très grande portée, protégée des conditions atmosphériques variables. De plus, l'infrarouge moyen est synonyme de discrétion, puisque le rayonnement de fond de l'environnement est dans la même zone de longueur d'onde. »

L'infrarouge moyen des LCQ rend l'écoute clandestine encore plus difficile lorsqu'il est question de déchiffrer les données échangées, grâce au système développé par les chercheurs. La sécurité des communications se voit encore davantage renforcée.

« Il me semble que le résultat le plus important est d'avoir réussi la synchronisation du chaos entre deux LCQ » raconte Olivier Spitz. « Pendant longtemps, la possibilité de créer un chaos temporel dans ce type de dispositif était sujet à caution car les LCQ s'appuient sur une technologie différente, comparée à celle des semi-conducteurs à laser, ce qui rend les LCQ plus stables et donc pas particulièrement sujet au chaos. Il y a quelques années, nous avons démontré que les LCQ peuvent créer un chaos temporel, et nous avons franchi une étape supplémentaire, en obtenant une communication privée qui s'appuie sur la synchronisation du chaos. »

Jusqu'à présent, les chercheurs n'ont fait que décrire une preuve de concept du système qu'ils proposent, et la distance entre les deux lasers à cascades quantiques était d'un mètre, ce qui ne représente pas une configuration réaliste pour des communications adaptées aux besoins des utilisateurs. Ils espèrent néanmoins parfaire leur système, afin de l'incorporer dans l'environnement télécom actuel.

Olivier Spitz détaille : « Nous prévoyons d'augmenter la distance entre les lasers à des centaines de mètres puis à des kilomètres, afin de construire un système opérationnel. En plus des lasers à cascade quantique, il existe également d'autres lasers à semi-conducteurs dans l'infrarouge moyen, tels que les lasers à cascades interbandes (LCI). Nous prévoyons de répéter l'expérience avec des LCI, afin de déterminer la meilleure configuration pour les communications privées dans l'infrarouge moyen. »

Lire l'article : Private communications with quantum cascade laser photonic chaos. *Nature Communications* (2021). DOI: 10.1038/s41467-021-23527-9. <https://www.nature.com/articles/s41467-021-23527-9>

À propos de Télécom Paris – www.telecom-paris.fr

Télécom Paris est une grande école du top 4 des écoles d'ingénieurs généralistes françaises. Reconnue pour sa proximité avec les entreprises, cette école publique garantit une excellente employabilité dans tous les secteurs et apparait comme la 1^{re} grande école d'ingénieurs du numérique. Avec des enseignements d'excellence et une pédagogie innovante, Télécom Paris est au cœur d'un écosystème d'innovation unique, fondé sur l'interaction et la transversalité de sa formation, de sa recherche interdisciplinaire, de ses deux incubateurs d'entreprises et de ses campus (Paris et Sophia Antipolis – Eurécom). Son laboratoire LTCI est présenté par l'HCERES comme une unité phare dans le domaine des sciences du numérique avec à la fois un rayonnement remarquable à l'international, un volume exceptionnel d'activités vers le monde socio-économique et les entreprises, et un engagement fort dans la formation. Membre fondateur de l'Institut Polytechnique de Paris, école de l'IMT (Institut Mines-Télécom), Télécom Paris se positionne comme le collège de l'innovation par le numérique du plateau de Saclay.

CONTACT PRESSE TÉLÉCOM PARIS

Isabelle Mauriac

Attachée de presse

01 43 38 75 35 • 06 27 70 71 60

imauriac@imedia-conseil.fr