



CHAIRE **PHOTONIQUE**



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



UNION EUROPÉENNE
Fonds Européen de Développement Régional



L'Europe s'invente chez nous



L'Eurodépartement



CentraleSupélec



Fondation
CentraleSupélec

GDI SIMULATION

Communiqué de presse du 01 mars 2021

Une collaboration internationale impliquant la Chaire Photonique au sein du laboratoire LMOPS de CentraleSupélec et de l'Université de Lorraine (Metz, France), l'université de Yale (U.S.A), Trinity College Dublin (Irlande), Imperial College London (U.K.), et Nanyang University of Technology (Singapour), a mis au point un laser générant plus de 250 trillions¹ de nombres aléatoires par seconde. Les résultats ont été publiés dans la revue internationale Science². Le précédent record de 560 milliards de nombres aléatoires par seconde était d'ailleurs détenu par la Chaire Photonique en 2014³ en exploitant la dynamique chaotique d'un laser.

La génération de données aléatoires est essentielle à la fois pour la sécurisation de l'information (génération de clefs de cryptage dans le commerce électronique et l'échange de monnaies), la modélisation et la simulation de systèmes complexes notamment quantiques. Les techniques actuelles exploitent soit des algorithmes pour générer des nombres aléatoires ou des sources de bruit physiques souvent d'origine électronique ou thermique. L'utilisation d'un algorithme pour générer les données aléatoires - technique dite pseudo-aléatoire- rend la solution vulnérable à des intrusions logicielles. D'autre part, les sources physiques de bruit utilisées jusqu'à présent ne permettent pas de générer des données aléatoires à des débits supérieurs à quelques centaines de millions de données aléatoires par seconde, à comparer aux débits de plusieurs dizaines de milliards de données numériques qui circulent par seconde dans chacune de nos liaisons de télécommunications par fibre optique à domicile.

Cette nouvelle découverte publiée dans la revue américaine Science² exploite la dynamique complexe de la lumière générée par une diode laser spécifiquement fabriquée par NTU (Singapour), dont le design et l'étude du comportement dynamique ont bénéficié d'une collaboration internationale impliquant Yale University, Trinity College Dublin, Imperial College London, et la Chaire Photonique à Metz.

Dans cette diode laser de nombreux modes d'oscillation de la lumière créent une interférence complexe et ultra-rapide, qui se traduit par des signaux électriques aléatoires enregistrés par des photodétecteurs rapides. La nature aléatoire des signaux électriques générés est certifiée par un certain nombre de tests fournis par le National Institute for Standards and Technology (NIST). Le

record obtenu de 250 Tb/s soit plus de 250 milliards de milliards de bits (données binaires) générés aléatoirement par seconde est plus de 1000 fois supérieur à celui généré précédemment par la Chaire Photonique en 2014 en exploitant la dynamique chaotique d'une diode laser, à savoir le caractère imprévisible mais déterministe des fluctuations temporelles de la puissance générée par un laser. Le système proposé ici exploite par contre la complexité des fluctuations spatiales et temporelles de la puissance optique dans un laser, offrant donc davantage de possibilités pour la génération de signaux aléatoires en parallèle. La génération de données aléatoire exploite l'interférence complexe d'un grand nombre de modes qui convertit le bruit de l'émission spontanée en un signal aléatoire suffisamment intense et donc mesurable. Cette origine quantique des fluctuations du laser garantit l'imprévisibilité des nombre aléatoires.

Stefan Bittner, chercheur au sein de la Chaire Photonique et co-auteur de cette publication, commente: « utiliser l'interférence complexe dans un laser à section large présente un nouveau paradigme qui permet non seulement de créer des fluctuations de signaux optiques plus rapides qu'auparavant mais aussi la génération de données numériques aléatoires en parallèle dans plusieurs centaines de canaux d'information."

Marc Sciamanna, professeur, directeur de la Chaire Photonique et spécialiste de la dynamique complexe des lasers, rappelle que « l'exploitation de la nature complexe de la lumière générée par une diode laser pour des applications innovantes de traitement de l'information est au cœur des thématiques de recherche de la Chaire Photonique à Metz. Au-delà de la génération de nombres aléatoires, la Chaire Photonique exploite ces dynamiques complexes pour le développement d'une intelligence artificielle photonique, pour le routage ou le stockage tout optique de l'information, et pour la cryptographie. La photonique s'inscrit donc dans une démarche innovante où la lumière ne sert plus uniquement à communiquer de l'information mais aussi sert à calculer, stocker et sécuriser l'information. »

La Chaire Photonique bénéficie du financement de GDI Simulation (groupe MBDA), de l'Union Européenne, du Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, de la Région Grand Est, du Département de la Moselle, de Metz Métropole, de CentraleSupélec et de la Fondation CentraleSupélec. Site web: www.chairephotonique.fr

¹ un trillion = un milliard de milliards

² K. Kim *et al.*, *Science* 371, 948-952 (2021);
<https://science.sciencemag.org/content/371/6532/948>

³ M. Virte *et al.*, *Opt. Express* 22, 17271-17280 (2014);
<https://www.osapublishing.org/oe/fulltext.cfm?uri=oe-22-14-17271&id=295924>
<https://www.nouvelobs.com/education/20140627.AFP0666/avec-une-diode-laser-des-chercheurs-de-lorraine-generent-un-record-de-nombres-aleatoires.html>

CONTACT PRESSE CENTRALESUPÉLEC

Alexandrine Urbain / alexandrine.urbain@centralesupelec.fr / Tel : +33 1 75 31 63 10

CONTACT CHAIRE PHOTONIQUE

Prof. Dr. Ir. Marc Sciamanna / marc.sciamanna@centralesupelec.fr / Tel : + 33 6 32 82 93 31
secr. : Mary Fall / maryvonne.fall@centralesupelec.fr / Tel : +33 3 87 76 47 48

CONTACT SCIENTIFIQUE

Dr. Stefan Bittner / stefan.bittner@centralesupelec.fr