

Prix GMP-2019

Le deuxième prix a été attribué à deux chercheurs au département de physique appliquée dans la faculté des sciences de l'Université de Genève : la collaboration d'**Alberto Boaron** et de **Davide Rusca** dans le laboratoire du Prof. Hugo Zbinden leur a permis de faire de progrès majeurs dans le domaine de la communication quantique au niveau théorique et expérimental. Cette technique a le potentiel d'assurer la transmission de données cryptées dans une confidentialité absolue. Elle est basée sur la distribution sécurisée d'une clé quantique (« Quantum Key Distribution », QKD) à l'aide de particules de lumière, les photons, qu'on a mis dans un état quantique. La distance maximale et le taux de transmission des clés sont limités par des contraintes physiques (l'atténuation dans le milieu de transmission, l'efficacité et le bruit du système de détection) et par les protocoles utilisés pour détecter une attaque d'espionnage et de l'empêcher. La distance maximale à un taux de transmission donné est souvent utilisée pour caractériser la performance d'un système QKD.

Dans un premier temps les deux chercheurs ont amélioré par des travaux théoriques les protocoles : Ils ont simplifié la méthode la plus utilisée pour la détection d'une intrusion et ont pu montrer qu'il est possible de réduire la quantité des photons préparés pour la QKD. Basé sur le protocole le plus utilisé dans ce domaine, établi en 1984 par Charles Bennett and Gilles Brassard, ils ont également développé un nouveau protocole qui nécessite moins de photons préparés et ils étaient capable de démontrer sa sécurité.

S'appuyant sur ces innovations ils étaient capables d'établir des nouveaux records pour distance et taux de transmission. En utilisant des fibres optiques monomode standard et des détecteurs à semi-conducteurs disponibles dans le commerce ils sont arrivés à transmettre des clés sur 200km à un taux de 1.2 kHz, qui est mille fois plus élevé par rapport au meilleurs résultats publiés jusque-là. En utilisant un détecteur basé sur la technologie de supraconducteurs ils sont arrivés à établir un nouveau record de distance maximale (421km) et ils ont démontré un taux de transmission de 6.5 bit/s sur 405 km, quatre ordres de grandeurs plus élevé qu'un expérience comparable effectué en 2016 en Chine.

Le premier prix a été attribué à Martin Pfeiffer pour son travail de thèse effectué dans le domaine de la technologie des circuits photoniques intégrés à l'EPFL sous la direction du Prof. Tobias Kippenberg. Pour apprécier l'impact de son travail, il faut faire une petite excursion historique : Pour continuer le progrès dans la miniaturisation des circuits intégrés (« Integrated Circuits », IC) en 1990, il a fallu remplacer les pistes de conducteurs en aluminium par du cuivre. Or, les procédés de structurer le cuivre n'était pas compatibles avec les méthodes de fabrication des ICs en salle blanche. IBM a alors développé une technique additive (la procédée « Damascene ») qui consistait grossièrement parlant à déposer une couche isolante sur le silicium, de creuser des canaux dans cette couche par gravure sèche, et d'enlever la couche de cuivre par polissage mécano-chimique. Avec la fabrication de circuits photoniques intégrés sur silicium on se trouvait en 2010 dans une situation comparable : la miniaturisation des guides d'onde pour la lumière sur les wafers de silicium était limitée par des pertes optiques colossales dans les guides fabriqués à partir de la structuration des couches minces sur le silicium. Quand Martin Pfeiffer a commencé son travail de thèse en 2013 il n'existait pas de solution. Il s'est inspiré de l'histoire dans la fabrication des IC et il a ainsi développé et breveté une procédée « Damascene pour la photonique ». Sa première publication sur cette technique en 2016 a représenté une percée exceptionnelle dans cette discipline : Elle a eu un impact énorme et a été citée plus de 100 fois en moins de deux ans. Dans la suite de son travail de

Prix GMP-2019

thèse il a affiné la fabrication et l'utilisation des circuits photoniques sur silicium en étudiant les propriétés mécaniques et optiques et en caractérisant la performance des circuits optique par simulation et expériences. La reproductibilité de sa technologie de fabrication de guide d'ondes lui a permis de fabriquer divers circuits d'optique intégrée qui ont été utilisés dans le cadre de plusieurs collaborations et a contribué au succès des expérimentations. Au cours des trois dernières années de sa thèse plus de 25 travaux ont été publiés dans divers disciplines optiques tels que l'OCT (tomographie par cohérence optique), la mesure de distance ultra-rapide, la télécommunication cohérente avec des débit de l'ordre du térabits/s, la synthèse de fréquences optique de précision et la génération de solitons.