

Secure communications with quantum continuous variables.

Philippe Grangier

*Laboratoire Charles Fabry, Institut d'Optique Graduate School,
CNRS, Université Paris-Saclay, Palaiseau, France
philippe.grangier@institutoptique.fr*

Abstract

As it has been known since the beginning of the 20th century, light must be described by quantum physics, and it has both discrete and continuous properties. We will first summarize our current description of these properties, and introduce a nice tool for representing them intuitively, that is the Wigner function.

A well-known application of quantum light is quantum key distribution (QKD), which has been developing quite a lot in the recent years. However QKD remains a technically demanding and costly technology, and various directions are currently explored to improve on this issue. In particular, we will present in details one of them, continuous variable (CV) QKD [1-4], which is much closer to standard optical telecommunication techniques than discrete variable (DV) QKD. In particular, CVQKD does not use photon counters, but coherent (homodyne or heterodyne) detections, which are now very usual in high-speed commercial telecom systems [4].

In a last part we will present current attempts towards quantum networks, which aim at overcoming channel losses by various ways including trusted nodes, satellites, or quantum repeaters. As a look to the future, we will also discuss the possibility to achieve deterministic photon-photon interactions [5].

References^[1]_[SEP]

- [1] F. Grosshans, G. V. Assche, J. Wenger, R. Brouri, N. J. Cerf, P. Grangier, Nature 421, 238 (2003).
- [2] P. Jouguet, S. Kunz-Jacques, A. Leverrier, P. Grangier, E. Diamanti, Nature Photon. 7, 378 (2013).
- [3] E. Diamanti and A. Leverrier, Entropy 17, 6072 (2016).^[1]_[SEP]
- [4] F. Roumestan et al, <https://arxiv.org/abs/2207.11702>^[1]_[SEP](2022)
- [4] J. Vaneecloo, S. Garcia, A. Ourjoumtsev, Phys. Rev. X 12, 021034 (2022)

Short Biography

Philippe Grangier is Research Director at CNRS, working in the Quantum Optics group at Institut d'Optique in Palaiseau. He realized many experiments in quantum optics during the 80's and 90's, then from 2000 in Quantum Information Processing, using e.g. single atom qubits in microscopic optical tweezers, quantum cryptography using single photons or continuous variables, entanglement control in atomic and photonic quantum states. He authored more than 200 publications and his achievements have been recognized by many national and international awards. He has been the coordinator of many European projects on Quantum Optics and Quantum Technologies. He is now in charge of the Coordination and Support Action QUCATS, working closely with the European Commission about many issues related to Quantum Technologies in Europe.



Communications sécurisées avec des variables quantiques continues.

Philippe Grangier

Laboratoire Charles Fabry, Institut d'Optique Graduate School,

CNRS, Université Paris-Saclay, Palaiseau, France

philippe.grangier@institutoptique.fr

Abstract

Comme on le sait depuis Planck et Einstein au début du 20e siècle, la lumière doit être décrite par la physique quantique, et elle possède des propriétés à la fois discrètes et continues. Nous résumerons d'abord notre description actuelle de ces propriétés la lumière, et présenterons un outil intéressant pour les représenter intuitivement, la fonction de Wigner.

Une application bien connue de la lumière quantique est la distribution quantique de clés secrètes (QKD), ou cryptographie quantique, qui s'est beaucoup développée ces dernières années. Cependant, la QKD reste une technologie techniquement exigeante et coûteuse, et plusieurs directions sont actuellement explorées pour résoudre ces difficultés. Nous présenterons en détail l'une d'entre elles, la cryptographie quantique à variables continues (CVQKD) [1-4], qui est beaucoup plus proche des techniques de télécommunication optique standard que la QKD à variables discrètes (DV). En particulier, la CVQKD n'utilise pas de compteurs de photons, mais des détections cohérentes (homodynes ou hétérodyne), qui sont désormais très courantes dans les systèmes de télécommunications commerciaux à haut débit [4].

Finalement, nous présenterons quelques tentatives actuelles de mise en place de réseaux quantiques, qui visent à surmonter les pertes de canaux de transmission, notamment par des nœuds de confiance, des satellites ou des répéteurs quantiques. Dans une perspective à plus long terme, nous discuterons également la possibilité de réaliser des interactions déterministes entre photons individuels [5].

References^[1]_{SÉP}

- [1] F. Grosshans, G. V. Assche, J. Wenger, R. Brouri, N. J. Cerf, P. Grangier, Nature 421, 238 (2003).
- [2] P. Jouguet, S. Kunz-Jacques, A. Leverrier, P. Grangier, E. Diamanti, Nature Photon. 7, 378 (2013).
- [3] E. Diamanti and A. Leverrier, Entropy 17, 6072 (2016).^[1]_{SÉP}
- [4] F. Roumestan et al, <https://arxiv.org/abs/2207.11702>^[1]_{SÉP}(2022)
- [5] J. Vaneecloo, S. Garcia, A. Ourjoumtsev, Phys. Rev. X 12, 021034 (2022)

Courte biographie.

Philippe Grangier est directeur de recherche au CNRS, dans le groupe d'Optique Quantique de l'Institut d'Optique de Palaiseau. Il a réalisé de nombreuses expériences en optique quantique dans les années 80 et 90, puis à partir de 2000 en traitement quantique de l'information, en réalisant par exemple des qubits portés par des atomes individuels dans des pinces optiques microscopiques, des expériences de cryptographie quantique utilisant des photons uniques ou des variables continues, et en démontrant le contrôle de l'intrication dans des états quantiques atomiques et photoniques. Il est l'auteur de plus de 200 publications et ses travaux ont été récompensés par de nombreux prix nationaux et internationaux. Il a été le coordinateur de nombreux projets européens sur l'optique quantique et les technologies quantiques. Il est actuellement responsable de l'action de coordination et de soutien (CSA) QUCATS, qui travaille en étroite collaboration avec la Commission européenne sur de nombreuses questions liées aux technologies quantiques en Europe.

