

Master OAM – Proposition de projet

à l'Institut de Physique de Nice
CNRS & Université Côte d'Azur

Des corrélations quantiques ?

Étude expérimentale

Contexte général — On pourrait s'attendre que l'évolution du formalisme lié à la description d'une particule quantique à une paire de particules quantiques n'apporte que peu de nouveautés. En fait la structure à deux particules est extraordinairement riche, car elle introduit la notion de corrélations dont on ne peut pas rendre compte par des raisonnements probabilistes classiques. L'intrication quantique est un phénomène dans lequel deux particules forment un système lié, et présentent des corrélations quantiques impossibles à reproduire classiquement. Cette observation est au cœur des discussions philosophiques sur l'interprétation de la mécanique quantique.

Pour trancher sur la validité du formalisme quantique, les inégalités de Bell, énoncées en 1964 par John Stewart Bell, sont des relations que doivent respecter les mesures sur des états intriqués dans l'hypothèse d'une théorie "classique", c'est à dire déterministe locale à variables cachées. Le prix Nobel 2022 a justement récompensé (entre autres) le travail expérimental d'Alain Aspect qui a démontré qu'elles sont systématiquement violées dans les cas EPR, validant la description quantique de l'intrication :

Objectifs.— Durant ce projet, nous proposons d'étudier le concept de l'intrication. Les grandeurs pertinentes pour décrire un tel état quantique seront abordées et une activité expérimentale sera mise en place an d'observer et de caractériser le degré d'intrication d'une paire de photons. Deux articles [1,2] seront également proposés à la lecture afin de servir de base au travail expérimental et théorique.

1. Une courte partie théorique pendant laquelle nous couvrirons des bases d'optique non-linéaire, d'optique quantique et des fameuses inégalités de Bell.
2. Une référence bibliographique reviendra sur la source d'intrication utilisée et une seconde ouvrira les discussions vers les concepts de localité et réalisme.
3. une grande partie expérimentale qui mettra à votre disposition une source de paires de photons intriqués et les outils pour mesurer des corrélations quantiques en polarisation.

Contact.— Olivier Alibart : olivier.alibart@univ-cotecotedazur.fr, +33 (0)4 89 15 28 65

[1] Ultra-bright source of polarization-entangled photons. Paul G. Kwiat *et al.* Physical Review A **60**, 773-776 (1999)

[2] Challenging local realism with human choices. The BIG Bell Test Collaboration, Nature volume **557**, 212–216 (2018)