

---

## Sujet de thèse

Laboratoire: Fresnell/Ecole Centrale Méditerranée.

Directeur de thèse: Thomas Durt  
Tel: 0601734300

Sujet

Applications fluorimétriques dans le régime à un et deux photons.

Description du sujet:

Le Nobel 2022 a récompensé le travail réalisé par Alain Aspect voici près de 40 ans sur les paires de photons intriqués. Nous nous proposons d'exploiter la nature corpusculaire des photons uniques et des paires de photons pour améliorer les performances de certaines applications en fluorimétrie. Notre objectif est double:

**A) Fluorimétrie dans le régime à deux photons.\***

Lorsque des paires de photons de fréquences  $f_1/f_2$  sont produites dans une fenêtre de temps  $T$  lors d'un processus de fluorescence de type cascade ou biexciton, et que ce signal se superpose à un fonds continu, le rapport signal/bruit se comporte comme  $C12 T/(S1T.S2T)$  avec  $C$  le taux de production de paires non-accidentel et  $S1,S2$ , la densité de bruit aux fréquences  $S1/2$ . Ce rapport se comporte en  $1/T$  et peut donc devenir très élevé lorsque  $T$  tend vers 0. La postsélection de paires en coincidence constitue donc une technique prometteuse en matière de métrologie, en regard de techniques à un photon, plus conventionnelles, dans le régime à bas nombre de photons.

**B) Nouvelles techniques de marquage basées sur la signature quantique.\*\***

Notre second objectif, en résumé, consiste à concevoir des filigranes quantiques basés sur la réponse quantique spécifique de certains fluorophores, dans le régime à un photon (entre autres dans le régime de couplage fort). Comme son équivalent classique, un filigrane quantique est caractérisé par une réponse optique qu'il est difficile d'imiter/contrefaire. Les techniques A et B sont prometteuses en regard des performances métrologiques offertes par la fluorescence conventionnelle et ouvrent la voie vers de nouvelles applications en ce qui concerne le marquage et la lutte contre les contrefaçons d'oeuvres d'art et de produits manufacturés.

## Références bibliographiques:

\* C.Couteau, S.Barz, T.Durt, T.Gerrits, J.Huwer, R.Predevel, J.Rarity, A.Shields, and G.Weih, “Applications of single photons in quantum metrology, biology and the foundations of quantum physics”, Nat Rev Phys, 5, 354, 2023,

“Applications of single photons tu quantum computation and computing”, Supplementary Information, Nat Rev Phys, 5, 326, 2023.

\*\*Fluorimetry in the Strong-Coupling Regime: From a Fundamental Perspective to Engineering New Tools for Tracing and Marking Materials and Objects, M .Hatifi, D. Mara, B. Bokic, R. Van Deun, B. Stout, E. Lassalle, B. Kolaric, Applied Sciences 12 (18), 9238.

\*\*\*Project: 101115149 — ARTEMIS -“moleculAR maTerials for on-chip intEgrated quantuM light sourceS” — HORIZON-EIC-2022-

PATHFINDERCHALLENGES-01

<https://www.centrale-mediterranee.fr/fr/des-moyens-et-des-reussites-pour-la-physique-quantique-centrale-mediterranee>

<https://www.unamur.be/recherche/projets/eu/horizon-europe-eic-pathfinder-artemis>

<https://www.isasi.cnr.it/en/isasi-coordinator-of-a-horizon-eic-project-on-quantum-sources/>