

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Méthodes d'interférométrie quantique vs classique pour la spectrométrie de gaz

Référence : **PHY-DPHY-2024-12**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 09/2024

Date limite de candidature : 05/2024

Mots clés

Optique quantique, optique non-linéaire, SPDC

Profil et compétences recherchées

Etudiant(e) de 3^e cycle (M2, école d'ingénieur)

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Dans une conjoncture de fort engouement pour la physique quantique, la question se pose des scénarios pratiques où les propriétés d'intrication ou de statistique des champs optiques non-classiques peuvent présenter un atout. Cet avantage a déjà été démontré pour quelques expériences de métrologie fondamentale comme les interféromètres optiques pour la détection d'ondes gravitationnelles, ou les capteurs atomiques (horloges, gravimètres). En revanche pour d'autres applications étudiées à l'ONERA, comme l'imagerie ou la spectrométrie à distance, le rapport signal à bruit peut souvent être amélioré en augmentant la puissance de signal. Il s'agit donc d'étudier dans quelles conditions les méthodes quantiques sont réellement avantageuses par rapport aux méthodes classiques. Par ailleurs, certains avantages de l'optique quantique peuvent être retrouvés avec des méthodes classiques, et donc avec plus de flux.

Dans cette perspective, nous avons réalisé un interféromètre permettant d'étudier les deux régimes de fonctionnement, et compatible avec une mesure d'imagerie autant que de spectrométrie. Ce dispositif est basé sur deux étapes de conversion non-linéaire, produisant deux faisceaux (signal et idler) à des longueurs d'onde potentiellement éloignées. Cette forte « non-dégénérescence » spectrale permet par exemple de sonder un objet répondant bien dans l'infrarouge (comme un gaz), mais en détectant les photons dans le spectre visible, là où les détecteurs sont très sensibles.

Le travail de thèse débutera par la comparaison des performances (résolution, rapport signal à bruit) dans les régimes quantique et classique, pour une configuration où les longueurs d'onde de signal et idler restent proches. Puis il s'agira d'augmenter la séparation spectrale entre les deux longueurs d'onde émises, de façon à atteindre le domaine spectral proche de 2 μ m (voire 3 μ m, suivant les cristaux disponibles), qui permettra par exemple d'appliquer la méthode étudiée à la problématique de mesure de concentration de gaz dans l'infrarouge avec des capteurs dans le visible.

En pratique ce travail permettra de manipuler les outils théoriques et expérimentaux de l'optique non-linéaire (conversion de fréquence), de l'optique quantique (mesures de corrélations, coïncidences...), et de la spectrométrie de gaz.

Collaborations envisagées

Laboratoire LMPQ (Paris Sorbonne)

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Département DPHY

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : J.-M. Melkonian

Email : jmmelkon@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Maria Amanti

Laboratoire : LMPQ

Email : maria.amanti@paris7.jussieu.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>