

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Nouvelles approches pour la métrologie des champs électromagnétiques avec des atomes froids de Rydberg

Référence : **PHY-DPHY-2025-25**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 09/2025

Date limite de candidature : 06/2024

Mots clés : atomes froids, atomes de Rydberg, métrologie quantique, capteurs de champs électromagnétiques

Profil et compétences recherchées :

- **Solide formation en physique quantique et en optique ;**
- **Expérience en physique expérimentale appréciée ;**
- **Expérience en programmation & électronique également appréciée.**

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Les atomes dits de Rydberg, qui possèdent un nombre quantique principal très grand devant 1, présentent un certain nombre de propriétés intéressantes pour les technologies quantiques : en particulier, les interactions entre atomes de Rydberg sont fortes et accordables et permettent ainsi de générer des états quantiques intriqués ; leurs très grands dipôles électriques les rendent extrêmement sensibles aux champs électromagnétiques permettant de mesurer ces derniers avec une très grande précision.

Le contexte du projet est celui des capteurs quantiques à atomes de Rydberg, qui exploitent les grands éléments de matrice dipolaires entre états voisins dans les domaines micro-onde, radiofréquences et THz, pour effectuer des mesures très sensibles de champs électromagnétiques. La plupart des dispositifs actuellement étudiés utilisent le phénomène de transparence électromagnétiquement induite dans des vapeurs thermiques proches de la température ambiante. L'intérêt d'utiliser des atomes froids dans ce contexte est grandissant, leur très grand niveau de contrôle et de cohérence laisse entrevoir des améliorations de ce type de capteurs en termes de stabilité, exactitude, linéarité, résolution spatiale et autres.

Cette thèse s'inscrit dans un projet visant à explorer une nouvelle génération de capteurs de champs électromagnétiques avec des atomes froids de Rydberg. Le dispositif expérimental utilisé a récemment permis la démonstration d'une méthode innovante pour la mesure de l'amplitude et de la fréquence d'un champ micro-onde, basée sur une spectroscopie d'états de Rydberg par pertes induites dans un piège magnéto-optique [R. Duverger et al, Phys. Rev. Applied 22, 044039 (2024)]. L'objectif de cette thèse est d'explorer de nouvelles techniques de mesure fondées sur le piégeage des atomes dans des pièges dipolaires optiques de type pinces optiques. Ces techniques ouvrent la voie à de nouvelles applications dans des domaines variés comme l'imagerie THz, la détection électromagnétique, la calibration des déplacements lumineux dans les horloges atomiques, mais aussi à des expériences de métrologie quantique où l'intrication entre atomes est mise à profit pour améliorer la sensibilité des mesures.

Les travaux seront supervisés par deux chercheurs permanents de l'ONERA, ainsi que par un doctorant de 3^{ème} année au début de la thèse. Intégré au sein de l'unité DPHY/SLM de l'ONERA, qui est un acteur mondialement reconnu des capteurs inertiels embarquables à base d'atomes froids, vous serez également amené(e) à interagir avec le département électromagnétisme et radar de l'ONERA ainsi qu'avec nos partenaires académiques et industriels (SYRTE, LAC, LuMin, IEMN, Thales TRT).

Collaborations envisagées : SYRTE, LAC, LuMin, IEMN, Thales TRT (projets ANR et PEPR communs)

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Physique, instrumentation, environnement, espace
Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Alexis Bonnin et Sylvain Schwartz

Tél. : +33 1 80 38 64 23

Email : alexis.bonnin@onera.fr ; sylvain.schwartz@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Sylvain Schwartz

Laboratoire : ONERA DPHY/SLM

Tél. : +33 1 80 38 61 63

Email : sylvain.schwartz@onera.fr

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