

## Interférométrie Atomique avec Condensat de Bose-Einstein : applications aux capteurs quantiques et tests en physique fondamentale.

**Laboratoire:** LCAR, Université Toulouse III Paul Sabatier 31062 Toulouse, France.

**Responsables :** Alexandre Gauguet et Baptiste Allard

Phone: 05 61 55 60 32; Email: [gauguet@irsamc.ups-tlse.fr](mailto:gauguet@irsamc.ups-tlse.fr)

Web: <https://www.quantumengineering-tlse.org/research/atom-interferometry/>

L'interférométrie atomique offre de nouvelles possibilités pour réaliser des tests de concepts fondamentaux en physique et pour l'élaboration de capteurs comme les gyroscopes ou les gravimètres quantiques. Au sein de notre équipe, nous avons développé un interféromètre basé sur la manipulation d'atomes ultra-froids dans des réseaux optiques. L'une des spécificités de notre dispositif est la grande séparation entre les bras de l'interféromètre, pouvant dépasser le centimètre. Cette séparation permet de contrôler des potentiels à proximité des bras, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives pour l'exploration des déphasages géométriques et leur utilisation en métrologie. En particulier, nous prévoyons de réaliser un nouveau test de la neutralité de la matière avec une précision inégalée, ainsi que des mesures de la constante gravitationnelle universelle,  $G$ . De manière plus générale, les avancées issues de ces études apporteront de nouveaux outils pour le développement de capteurs quantiques et contribueront à des programmes de recherche plus ambitieux au cours des prochaines décennies (détecteurs d'ondes gravitationnelles, missions spatiales, etc.).

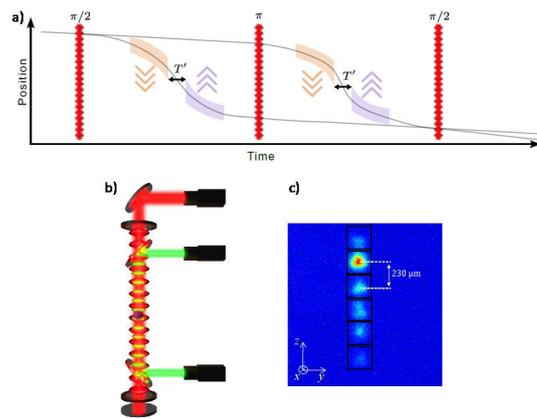


Figure 1 a) Interféromètre à grande séparation spatiale. b) Réseau optique pour la manipulation d'atomes. c) Détection par fluorescence.

Des schémas d'interférométrie originaux fondés sur la manipulation d'atomes froids dans des réseaux optiques ont été proposés afin de transférer un grand nombre d'impulsion de photons ( $\hbar k$ ), promettant ainsi une augmentation de la sensibilité des mesures inertielles et une plus grande séparation entre les bras de l'interféromètre. Nous avons récemment démontré, grâce à l'utilisation de techniques de control optimal quantique, un interféromètre avec une séparation de  $600 \hbar k$ , ce qui représente la plus grande séparation en impulsion réalisée jusqu'à présent. Cette démonstration ouvre la voie à des interféromètres dont les séparations spatiales peuvent atteindre plusieurs mètres.

**Dans le cadre de ce stage**, le ou la stagiaire participera à la mise en œuvre d'un nouveau système laser destiné à améliorer les performances de l'interféromètre atomique. Il ou elle participera aussi à la caractérisation fine des signaux mesurés avec ce dispositif.

**Ce stage pourra se poursuivre par une thèse** dont l'objectif est de démontrer, pour la première fois, la capacité à mesurer des phases associées à des superpositions quantiques macroscopiques. Le ou la doctorant(e) caractérisera ces déphasages afin d'améliorer la précision de l'instrument et étudiera les applications potentielles de cette nouvelle classe d'interféromètre en physique fondamentale. En parallèle, le ou la doctorant(e) participera à la conception d'un instrument de nouvelle génération, conçu pour tester la neutralité de la matière et pour réaliser des mesures de très haute précision de la constante de gravitation universelle,  $G$ .