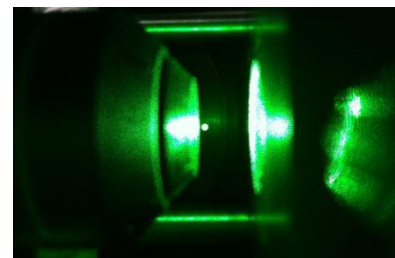


Avis de Soutenance
Monsieur François RIVIERE
Physique



Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Lévitiation d'un nanodiamant dans le vide

dirigés par Monsieur Jean-François ROCH

Soutenance prévue le **lundi 08 novembre 2021** à 14h00

Lieu : Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay - Rue André Rivière Bâtiment 520
Université Paris-Saclay 91405 Orsay
Salle : Amphi

Composition du jury proposé

M. Jean-François ROCH	Université Paris-Saclay GS Physique	Directeur de thèse
M. Loïc RONDIN	Université Paris-Saclay Laboratoire LUMIN (Lumière Matière et Interfaces)	Co-encadrant de thèse
Mme Helena KNOWLES	Université de Cambridge - The Cavendish Laboratory	Examinatrice
M. Jean-Jacques GREFFET	Université Paris-Saclay - Laboratoire Charles Fabry	Examineur
M. Cyriaque GENET	Université de Strasbourg - ISIS (Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaires)	Rapporteur
M. Jochen FICK	Institut Néel	Rapporteur

Mots-clés : vide, nanoparticule, lévitation optique, Centre NV,

Résumé :

Avec les nombreuses applications des pinces optiques, le développement des particules en lévitation dans le vide connaît une période d'essor dans la recherche depuis plusieurs années. Le faible couplage à l'environnement permet d'avoir un système unique pour étudier les interactions fondamentales, de réaliser un capteur de forces et de couples très précis, de tester l'effet de la gravité sur des systèmes quantiques. L'observation récente du refroidissement de nanoparticules dans leur état fondamental quantique ouvre de belles perspectives dans l'étude de la transition entre le domaine de la mécanique quantique et classique.

Le couplage entre la nanoparticule à un système à deux niveaux permet alors d'étendre le contrôle qu'il est possible d'appliquer sur la particule en lévitation dans le régime classique comme quantique, ainsi que d'étendre la sensibilité des mesures. Pour réaliser ce couplage, les centres NV, défauts colorés du diamant, sont de bons candidats car ils possèdent des propriétés de spin et optiques utilisables à température ambiante. Cependant, la lévitation optique de nanodiamants présente des limitations techniques, entre une instabilité du piège à pression modéré et un échauffement important du diamant induit par le laser de piégeage.

Afin de réaliser des expériences de spin-optomécanique, nous commençons par démontrer dans cette thèse le piégeage optique de nanoparticules de diamant dopés fortement en centres NV, dans un vide modéré. Nous étudions ensuite l'échauffement des nanodiamants en bénéficiant des propriétés de thermométrie associées au centre NV. Cette étude nous permet de discuter des mécanismes d'absorption du diamant, à l'échelle de la particule unique, et ainsi de proposer des alternatives pour piéger des diamants sous des conditions de vide plus poussé. Nous discutons de l'impact de cet échauffement sur la dynamique de la particule, et sur sa stabilité dans le piège optique. Nous démontrons alors une méthode permettant de déterminer la température interne d'un nanodiamant à partir de sa dynamique. Finalement, nous réalisons les premières expériences de spin-optomécanique en lévitation optique, en couplant le spin des centres NV à un mode de libration du nanodiamant. Nous mettons en évidence la lecture du mouvement de la particule à travers sa résonance de spin. Nous démontrons que cette mesure peut être utilisée pour étalonner la lecture optique de la dynamique du nanodiamant.

Ainsi, ces résultats proposent des voies encourageantes pour améliorer la stabilité des nanodiamants dans les pièges optiques. De plus, ils ouvrent la voie à un contrôle fin des modes mécaniques par le spin des centres NV avec de nombreuses perspectives dans la mesure de force, ou l'observation d'effets quantiques aux échelles mésoscopiques.