

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DPHY-2026-04**
(à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Chatillon

Département/Dir./Serv. : DPHY/CMT

Tél. : 01 46 73 47 24

Responsables du stage : Jeremy Bonhomme ;
Raphael Levy

Email : Jeremy.bonhomme@onera.fr
Raphael.levy@onera.fr

Thématique(s) : Micro Nano Systèmes et Capteurs inertiels

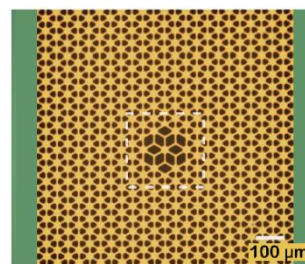
Type de stage : ☒ Fin d'études bac+5 ☒ Master 2 ☐ Bac+2 à bac+4 ☐ Autres

Intitulé : Développement d'un micro résonateur pour la mesure gravimétrique à petite échelle

Dans la perspective de mesurer l'interaction gravitationnelle entre deux objets quantiques, la première étape est la réalisation d'oscillateurs refroidis dans leur état fondamental, de masse élevée, fort facteur de qualité, et basse fréquence. La configuration proposée par le LKB pour atteindre ces conditions, dans un premier temps non refroidi, est la réalisation d'une micro poutre en nitrure de silicium (SiN) vibrant en mode de torsion, ou de flexion intégrant une structure de critaux phononiques 1D pour limiter l'amortissement aux encastrements ($Q=10^8$ à 10^9)[1], intégrant une masse centrale élevée (1ng à 10mg), et un système permettant de générer des contraintes au sein du résonateur pour modifier sa fréquence (10Hz à 1MHz). Ces différentes technologies ont été démontrées au laboratoire LKB avec des structures 2D (cf figure). Il s'agira dans le cadre du stage d'optimiser un résonateur 1D, le réaliser, et le caractériser, en bénéficiant de l'expertise du LKB ainsi que de l'ONERA sur la conception de micro résonateurs, et des équipements des deux laboratoires.

Les travaux porteront ainsi sur :

- l'étude et la conception par simulations éléments finis du résonateur
- la participation à la réalisation du résonateur dans la salle blanche du LKB,
- la mise en oeuvre du système de génération de contraintes dans la poutre
- la mesure optique des résonateurs sous vide à l'ONERA.



Ce stage pourra être suivi d'une thèse afin de poursuivre les travaux, notamment par le développement de la mesure gravimétrique avec une précision de l'ordre du μGal à partir de ce nouveau résonateur ultra-sensible[2].

- [1] A. Cupertino, D. Shin, L. Guo, P. G. Steeneken, M. A. Bessa, et R. A. Norte, « Centimeter-scale nanomechanical resonators with low dissipation », *Nat. Commun.*, vol. 15, n° 1, p. 4255, mai 2024, doi: 10.1038/s41467-024-48183-7.
- [2] J. R. Pratt, A. R. Agrawal, C. A. Condos, C. M. Pluchar, S. Schlamminger, et D. J. Wilson, « Nanoscale Torsional Dissipation Dilution for Quantum Experiments and Precision Measurement », *Phys. Rev. X*, vol. 13, n° 1, p. 011018, févr. 2023, doi: 10.1103/PhysRevX.13.011018.

Méthodes à mettre en œuvre :

- | | |
|---|---|
| ☐ Recherche théorique | ☐ Travail de synthèse |
| ☒ Recherche appliquée | ☐ Travail de documentation |
| ☒ Recherche expérimentale | ☐ Travail en binôme |

Possibilité de prolongation en thèse : **Oui**

Durée du stage : Minimum : 5 mois Maximum : 6 mois

Période souhaitée : janvier 2026 - Août 2026

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis :
Microtechnologies, résonateurs

Ecoles ou établissements souhaités :
Master 2 ou École d'ingénieur en physique