

**PROGRAMME INSTITUTS ET
INITIATIVES**

Appel à projet – campagne 2021

Proposition de projet de recherche doctoral (PRD)

**QICS - Quantum Information Center
Sorbonne**

**Intitulé du projet de recherche doctoral (PRD): Realizing arbitrary quantum operations on a
mechanical oscillator**

Directrice ou directeur de thèse porteuse ou porteur du projet (titulaire d'une HDR) :

NOM : **Voliotis** Prénom : **Valia**
Titre : Choisissez un élément : ou Professor
e-mail : valia.voliotis@insp.jussieu.fr
Adresse professionnelle : Barre 22-32, 2e étage, bureau 208
(site, adresse, bât., bureau) 4 Place Jussieu, boîte courrier 840
75252 Paris Cedex 05

Unité de Recherche :

Intitulé : Institut des NanoSciences de Paris
Code (ex. UMR xxxx) : UMR 7588

**École Doctorale de rattachement de l'équipe (future école ED564-Physique en IdF
doctorale de la doctorante ou du doctorant) :**

**Doctorantes et doctorants actuellement encadrés par la directrice ou le directeur de thèse (préciser le
nombre de doctorantes ou doctorants, leur année de 1^e inscription et la quotité d'encadrement) :**

Co-encadrante ou co-encadrant :

NOM : **Garcia Sanchez** Prénom : **Daniel**
Titre : Choisissez un élément : ou Chercheur HDR
CNRS
e-mail : daniel.garcia-sanchez@insp.upmc.fr

Unité de Recherche :

Intitulé : Insitut des NanoSciences de Paris
Code (ex. UMR xxxx) : UMR 7588

École Doctorale de rattachement : Choisissez un élément :
Ou si ED non Alliance SU : **ED564**



Doctorantes et doctorants actuellement encadrés par la directrice ou le directeur de thèse (préciser le nombre de doctorantes ou doctorants, leur année de 1^e inscription et la quotité d'encadrement) :

Co-encadrante ou co-encadrant :

NOM :

Prénom :

Titre : Choisissez un élément : ou

HDR

e-mail :

Unité de Recherche :

Intitulé :

Code (ex. UMR xxxx) :

Choisissez un élément :

École Doctorale de rattachement :

Ou si ED non Alliance SU :

Doctorantes et doctorants actuellement encadrés par la directrice ou le directeur de thèse (préciser le nombre de doctorantes ou doctorants, leur année de 1^e inscription et la quotité d'encadrement) :

Cotutelle internationale : Non Oui, précisez Pays et Université :

Selon vous, ce projet est-il susceptible d'intéresser une autre Initiative ou un autre Institut ?

Non Oui, précisez Choisissez l'institut ou l'initiative :

Description du projet de recherche doctoral (en français ou en anglais) :

Ce texte sera diffusé en ligne : il ne doit pas excéder 3 pages et est écrit en interligne simple.

Détailler le contexte, l'objectif scientifique, la justification de l'approche scientifique ainsi que l'adéquation à l'initiative/l'Institut.

Le cas échéant, préciser le rôle de chaque encadrant ainsi que les compétences scientifiques apportées. Indiquer les publications/productions des encadrants en lien avec le projet.

Préciser le profil d'étudiant(e) recherché.

Abstract:

Quantum optomechanics and electromechanics is a fast growing field with promising applications in quantum information. Recently non-classical mechanical states have been realized. However, full control of a quantum mechanical mode, which is necessary for successful quantum information processing based on electromechanical systems, has yet to be demonstrated. This project aims to develop a novel quantum electromechanical device capable of obtaining full quantum control of a macroscopic mechanical resonator by integrating a phononic microcavity with a superconducting transmon qubit. We expect to achieve a very strong qubit-phonon coupling coefficient that will allow the realization of any quantum unitary operation on the phononic mode. This will have important applications in quantum information and quantum sensing. In addition this project opens the route to test the relevance of the quantum mechanics to the macroscopic world.

Objectives:

Quantum information processing with electromechanical devices requires full control over a non-classical mechanical state.

Although non-classical mechanical states have been recently demonstrated full control over these quantum mechanical states has yet to be achieved.

This project aims to develop a novel quantum electromechanical device, capable of obtaining full quantum control of a macroscopic mechanical resonator, based on a phononic cavity strongly coupled with a superconducting qubit.

This has the potential to pave the way towards successful quantum information processing based on electromechanical systems.

The main objectives of this project are to:

Integrate a phononic micropillar cavity with a transmon superconducting qubit.

Prepare arbitrary superpositions of phonon number states of the mechanical mode (including Fock and Schrodinger cat states).

Realize arbitrary quantum unitary operations on the mechanical mode.

This project will be done in collaboration with Benjamin Huard and Audrey Bienfait from ENS Lyon

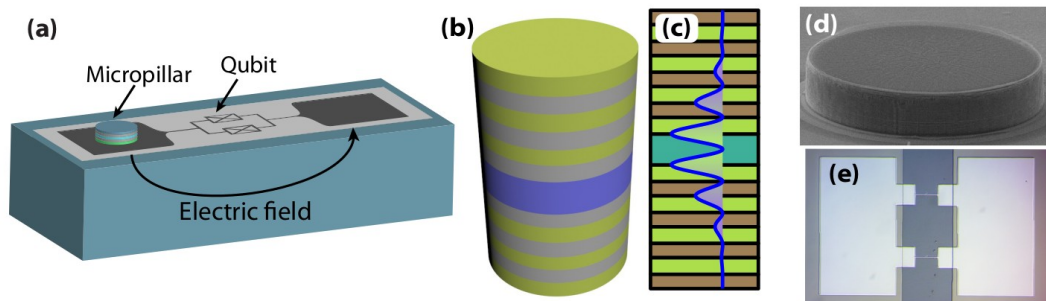


Figure 1: (a) Schematic of the qubit coupled to the micropillar cavity. (b) and (c) Superlattice micropillar cavity composed by a $\lambda/2$ GaAs spacer and two Bragg mirrors (DBR) made of bilayers of AlGaAs/AlAs [8–11]. (d) SEM image of a superlattice cavity fabricated by the INSP group [12]. (e) Optical microscope image of a flux tunable transmon qubit fabricated by the Lyon group.

Merci d'enregistrer votre fichier au format PDF et de le nommer :
«ACRONYME de l'initiative/institut - AAP 2021 - NOM Porteur.euse Projet »

Fichier envoyer simultanément par e-mail à l'ED de rattachement et au programme :
[cd_instituts et initiatives@listes.upmc.fr](mailto:cd_instituts_et_initiatives@listes.upmc.fr) avant le 20 février.