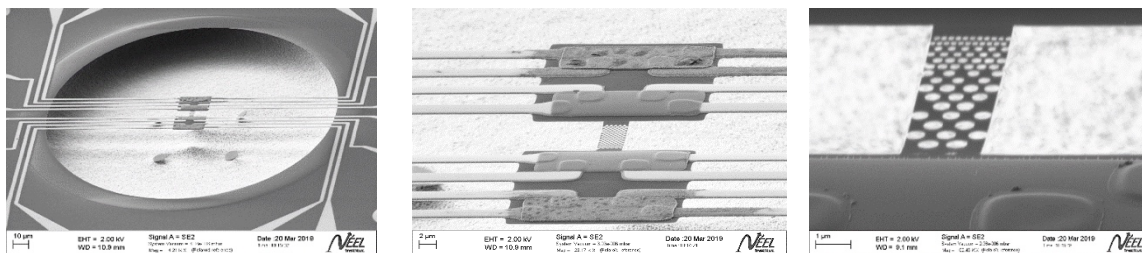


Proposition de stage Master 2 - Année universitaire 2020-2021

Transport quantique de la chaleur à très basse température : vers la manipulation d'un phonon unique à l'échelle nanométrique

Cadre général : les phonons, tout comme les électrons, sont des particules quantiques. Pourtant, à température ambiante et dans un échantillon macroscopique, cette nature quantique des phonons n'apparaît pas dans le transport de chaleur : ceci est dû au fait la longueur de cohérence de phase des phonons à température ambiante, qui limite les distances sur lesquelles les effets d'interférences quantiques sont visibles, beaucoup plus faible que les dimensions caractéristiques de l'échantillon. Cependant, si on refroidit l'échantillon ($T \sim 50\text{mK}$) et réduit ses dimensions ($\sim \mu\text{m}$), il est alors possible de mettre en évidence la nature quantique des phonons. C'est dans ce domaine de recherches que nous travaillons. Dans ce stage, nous proposons d'étudier comment le confinement change le comportement des phonons : nous nous attaquerons au problème du transport thermique en dimensionnalité réduite, *ie* membranes ou nanofils. Ce dernier cas peut se comprendre assez intuitivement : que se passe-t-il lorsque l'on oblige un phonon à se déplacer dans un conducteur unidimensionnel dont les dimensions sont de l'ordre de sa longueur d'onde ? Si le transport se fait de manière ondulatoire, on s'attend à ce que l'on observe un plateau dans la transmission chaque fois que la largeur du fil vaut un nombre entier de fois la longueur d'onde des phonons. Pourtant, les premières expériences sur ce sujet donnent des résultats très débattus et les confirmer pourraient être le sujet du stage.



Structure suspendue pour la mesure de la conductance thermique de membranes nanométriques. Sur la photo de droite, on voit une de ces membranes sur laquelle a été réalisé un motif de trous de taille variable.

Sujet exact, moyens disponibles : les mesures envisagées consistent en des mesures de transport thermiques à très basse température. Il s'agit donc de mesurer des élévations de températures aux bornes de structures suspendues, en réponse à un flux de chaleur, le tout à des température de quelques dizaines de millikelvins. Il va sans dire qu'il s'agit de Physique expérimentale de pointe, qui fait intervenir trois compétences principales : cryogénie, nanofabrication et détecteurs. Notre groupe travaille sur ce sujet depuis plusieurs années, et a mis au point les détecteurs actuellement les plus sensibles (nous vous expliquerons les détails de cette technique quand vous nous rendrez visite). Pour les expériences proposées, un des aspects sera de pousser encore leurs performances en explorant des pistes que nous pensons pertinentes. L'aspect nanofabrication est maîtrisé au laboratoire, une collaboration est envisagée pour travailler sur différents matériaux.

Interactions et collaborations éventuelles : Natalio Mingo (Théorie, CEA, Grenoble), David Lacroix (Expériences, Nancy), Robert Whitney (Théorie, LPMCM, Grenoble)

Ce stage pourra se poursuivre par une thèse : **poursuite en thèse souhaitée.**

Formation / Compétences : formation matière condensée, goût pour la Physique Fondamentale.

Période envisagée pour le début du stage : printemps 2021.

Contact : Olivier Bourgeois (06 88 71 51 86) / Laurent Saminadayar (06 79 66 30 28)

Institut Néel - CNRS

olivier.bourgeois/laurent.saminadayar@neel.cnrs.fr

Plus d'informations sur : <http://neel.cnrs.fr>