

Version courte :

Un objet macroscopique *entier* refroidi dans son état fondamental quantique de mouvement

Des chercheurs de l'Institut Néel, en collaboration avec une équipe de Helsinki (Aalto, Finlande) a démontré le refroidissement d'un tambour d'aluminium de 15 μm de diamètre a 500 microKelvin ; l'objet mécanique entier est « quantique », au sens où *tous les modes mécaniques* qui le constituent sont tellement froids qu'ils sont vides d'excitations [1]. Jusqu'à aujourd'hui, les expériences qui ont démontré la nature quantique du mouvement n'ont pu le faire qu'en utilisant un ou deux modes mécaniques d'un tel objet ; ces modes quantiques se retrouvant au milieu de l'assemblée des autres modes bien plus thermiquement peuplés, donc « classique », et infiniment plus nombreux. Pour cette raison jusqu'à aujourd'hui, l'objet mécanique dans son ensemble, ici le tambour, demeurerait avant tout un objet classique, avec les limitations que cela impose aux expérimentateurs. C'est cette frontière qui a été récemment dépassée par les chercheurs.

Cette première mondiale ouvre ainsi la voie à un nouveau champ d'investigation expérimental directement focalisé sur les propriétés thermodynamiques quantiques d'objets mécaniques macroscopiques, et à l'étude de la robustesse des états quantiques macroscopiques du mouvement. Il s'agit des fondements même de la mécanique quantique : comment passe-t-on du monde quantique microscopique au monde classique macroscopique ? Une nouvelle théorie de « gravitation quantique » liant les deux piliers de la physique pourrait-elle tout expliquer ? Les Systèmes Micro-Electro-Mécaniques (MEMS) sont un pont entre ces deux limites, et il est aujourd'hui possible d'y aborder les fameux paradoxes liés à l'interprétation des postulats de base de la théorie, comme le paradoxe « EPR » ou celui du « chat de Schrödinger ». Aussi, les propriétés thermodynamiques de ces petits systèmes que sont les MEMS abordent les paradoxes de la thermodynamique, avec les violations des lois de la thermodynamique macroscopique et le fameux « démon de Maxwell ».

Le travail de Cattiaux et al. [1] présente d'ores et déjà des propriétés statistiques mesurées remarquables, signature d'une physique très riche et encore inconnue. Quels sont les « bains thermodynamiques » responsables de ces fluctuations étranges observées aux plus basses températures ? Les travaux continuent...

E. Collin, Institut Néel – CNRS, ULT team

<https://neel.cnrs.fr/equipes-poles-et-services/ultra-basses-temperatures-ubt>

[1] D. Cattiaux *et al.*, Nat. Comm. Vol. **12**, Art. 6182 (2021)

<https://www.nature.com/articles/s41467-021-26457-8>.