

UE de communication et approfondissement thématique

Sujet : Transition Microscopique/Macroscopique en Physique Quantique

Encadrant : Perola Milman, perola.milman@univ-paris-diderot.fr

Lieu : Université Paris Diderot

Descriptif : Si les notions de micro(macro)scopique en physique classique sont facilement définies en fonction d'unités de mesure pré-déterminées, en physique quantique la situation est plus subtile. Cela se doit au fait que, en physique quantique, les changements de base peuvent changer la "macroscopicité" d'un système selon des définitions tenues comme raisonnables classiquement, heurtant ainsi notre intuition.

Pour illustrer cela, prenons comme exemple deux états, l'un à 0 et l'autre à N photons. Si N est grand, ces deux états peuvent être dits "macroscopiquement distincts", car leur différence d'énergie peut être plus facilement détectée, même pour des appareils de mesure peu performants, au fur et à mesure que N augmente. L'énergie est donc le paramètre permettant la définition de macroscopique (grand N quand comparé à zéro). Imaginons maintenant qu'une transformation unitaire s'applique au système. Dans ce cas, les états à zéro et N photons seront transformés, chacun en une superposition différente d'états de zéro et N photon, avec poids égaux, par exemple. Pour les deux états résultants, le nombre moyen de photons, proportionnel à l'énergie, sera maintenant le même, et égal à $N/2$. Conséquemment, des états que, avant la transformation unitaire, pouvaient être macroscopiquement distingués, ne peuvent plus l'être, après cette transformation. Qu'est-ce que donc la macroscopicité en physique quantique?

Ce genre de question a été adressé dans le contexte de la décohérence [1, 2], théoriquement [1] et expérimentalement [2]. Plus récemment, des stratégies discutables revendiquent la création d'intrication entre systèmes microscopiques et macroscopiques [3], et des applications de ces résultats à des systèmes optomécaniques [4] semblent bien illustrer la subtilité de la discussion.

Dans ce projet, l'étudiant pourra s'intéresser à la recherche de meilleures définitions de macroscopicité, ou bien à déterminer si cette question a vraiment un sens et ne dépend pas du contexte, comme dans l'exemple ci-dessus. Il pourra également s'intéresser à d'autres systèmes permettant d'illustrer d'autres aspects des définitions existantes, comme des ions piégés et systèmes atomiques.

[1] <http://arxiv.org/pdf/quant-ph/0306072v1.pdf> ; <http://www.college-de-france.fr/site/serge-haroche/course-2002-10-29.htm>

[2] <http://www.nature.com/nature/journal/v455/n7212/abs/nature07288.html>

[3] <http://www.nature.com/nphys/journal/v9/n9/full/nphys2681.html>

[4] <http://www.nature.com/nphys/journal/v9/n9/full/nphys2681.html>