Daniel Braun, professeur au Laboratoire de physique théorique (UPS / CNRS), vient de calculer la sensibilité ultime de ces "nez artificiels" basés sur des résonateurs nano-mécaniques, et propose une méthode pour l'atteindre.

La spectrométrie de masse est l'un des outils d'analyse les plus importants de la chimie moderne, de la biologie et des sciences de l'environnement. Des résonateurs nano-mécaniques lui offrent de nouvelles perspectives.

Une seule molécule adsorbée sur le résonateur abaisse légèrement la fréquence de résonance, qui est mesurée par un circuit électronique. En 2004, des expériences ont atteint un niveau de sensibilité des femto-grammes, puis atto-grammes, et deux ans plus tard, déjà zeptogrammes.
Entre-temps des sensibilités en dessous du niveau d'un seul atome ont été démontrées, et la course aux masses toujours plus petites est ouverte !

Daniel Braun, professeur au LPT a montré que la sensibilité ultime est atteinte par l'utilisation d'un état quantique de type « chat de Schrödinger », où l'état fondamental est superposé avec l'état le plus hautement excité autorisé.

Ces résultats ont été publiés le 8 juin 2011 dans un article paru dans la revue Europhysics Letters (EPL).

La préparation d'un oscillateur nano-mécanique dans un état quantique précis est un sujet de recherche très « chaud ». En 2010 des chercheurs de l'université de Californie ont réussi pour la première fois à refroidir un résonateur piézo-électrique à son état fondamental, et même à l'intriquer d'une manière contrôlée avec un circuit supraconducteur.

Mais si la préparation de « chat de Schrödinger » reste difficile, même pour les expériences classiques existantes l'analyse de Daniel Braun basée sur la borne quantique de Cramér-Rao servira de point de référence important. Elle prédit qu'il est possible, en principe, d'atteindre des sensibilités de l'ordre d'un millième de la masse d'un électron pour des résonateurs construits de nano-tubes de carbone. Des gains supplémentaires sont possibles en augmentant l'énergie maximale ou le temps d'intégration, ou en diminuant la masse du résonateur. Avec deux ordres de grandeur de plus, la sensibilité ultime devient comparable à la masse relativiste équivalent à un électron-volt, une énergie typique d'une liaison chimique.

Un tout nouveau niveau de spectroscopie de masse pourrait alors être atteint, rendant de l'information non seulement sur la composition, mais aussi sur la structure de la molécule.

Compte tenu du développement spectaculaire, avec environ dix ordres de grandeur gagnés en sept ans, il semble tout à fait possible que le monde verra ce genre de sensibilité dans quelques années.