

Cours 2011 de Physique Mésoscopique, Collège de France,
"Amplification et rétroaction quantique"
par Michel Devoret
Les mardis, à 9h30, du 10 mai au 21 juin (sauf le 24 mai)
Amphithéâtre Maurice Halbwachs

Présentation du cours:

Grâce à des avancées récentes, il est devenu possible de mesurer des signaux électromagnétiques dans le domaine microonde avec un bruit ajouté inférieur à un photon par mode. Bien que l'énergie d'un photon microonde soit environ 100.000 fois inférieure à celle d'un photon optique, et que sa détection nécessite un circuit refroidi à des températures inférieures à 100mK, il est beaucoup plus facile de contrôler la fonction d'onde spatiale et temporelle d'un photon à 5GHz qu'à 500THz. Ainsi, les expériences de physique mésoscopique, et plus particulièrement celles sur les circuits quantiques supraconducteurs, peuvent être maintenant envisagées à la fois comme expériences de transport électronique et comme celles de l'optique quantique, pour lesquelles la détection d'un photon unique est standard depuis plusieurs décennies.

Le but du cours est d'exposer les principes des nouveaux amplificateurs au cœur des mesures mésoscopiques dont la précision est limitée uniquement par le principe d'incertitude. La première partie du cours traitera de façon approfondie, par le formalisme dit "entrée-sortie", les effets non-linéaires et hors-équilibre caractérisant les circuits actifs quantiques. Nous examinerons en particulier les amplificateurs paramétriques basés sur le pompage d'une ou plusieurs jonctions Josephson. Les relations entre gain, bande passante et étendue dynamique illustreront l'influence déterminante du bruit quantique sur le fonctionnement de ces amplificateurs et sur le traitement du signal de mesure qu'ils effectuent. L'utilisation de la rétroaction dans le but de contrôler l'état dynamique d'un qubit sera abordée dans la dernière partie de ce cours. Nous nous baserons sur l'exemple, d'intérêt métrologique, que serait la mesure des oscillations de Rabi persistantes, phénomène quantique prédit depuis plusieurs années mais encore non observé.

Séminaires (les mardis à 11h, après les leçons):

10 mai : Fabien Portier (CEA-Saclay), "The Bright Side of Coulomb Blockade"

17 mai : Jan van Ruitenbeek (Leiden University, Pays-Bas), "Quantum Transport in Single-molecule Systems"

24 mai : pas de leçon ni de séminaire

31 mai : Irfan Siddiqi (UC Berkeley, USA): "Quantum Jumps of a Superconducting Artificial Atom"

7 juin : David DiVicenzo (IQI Aachen, Allemagne), "Quantum Error Correction and the Future of Solid State Qubits"

14 juin : Andrew Cleland (UC Santa Barbara, USA), "Images of Quantum Light" *

21 juin : Benjamin Huard (LPA/ENS Paris), "Building a Quantum Limited Amplifier from Josephson Junctions and Resonators"

* Andrew Cleland donnera une seconde conférence, "How to be in two places at the same time", le mardi 21 juin à 15h00, dans la même salle.