



www.cnrs.fr

COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 3 JUIN 2009

Médaille d'or 2009 du CNRS : Serge Haroche, physicien et explorateur du monde quantique

La Médaille d'or 2009 du CNRS est décernée au physicien Serge Haroche. Cette distinction récompense une personnalité scientifique dont les travaux ont contribué de manière exceptionnelle au dynamisme et au rayonnement de la recherche française. Serge Haroche est spécialiste de physique atomique et d'optique quantique. Il est l'un des fondateurs de l'électrodynamique quantique en cavité, domaine qui permet, par des expériences conceptuellement simples, d'éclairer les fondements de la théorie quantique et de réaliser des prototypes de systèmes de traitement quantique de l'information. Professeur au Collège de France depuis 2001, Serge Haroche dirige le groupe d'électrodynamique des systèmes simples au sein du laboratoire Kastler Brossel (École normale supérieure/Université Pierre et Marie Curie/CNRS).

Serge Haroche a commencé à faire de la recherche en 1965, au moment où la physique atomique et l'optique quantique connaissent une profonde révolution, liée à la découverte des lasers et au développement de méthodes nouvelles de manipulation des atomes par la lumière. Il a joué un rôle pionnier dans le domaine de recherche de l'optique quantique, en observant l'interaction atome-lumière sous son jour le plus fondamental. Dans ses expériences d'électrodynamique quantique en cavité, il est parvenu à isoler un atome du monde extérieur dans une cavité aux parois presque idéalement réfléchissantes et l'a forcé à interagir avec un champ élémentaire constitué au plus de quelques photons. Les cavités électromagnétiques ayant abouti à la réalisation de ces expériences et utilisées par son équipe à l'École normale supérieure (ENS) pour piéger la lumière, peuvent être considérées comme des réalisations de la « boîte à photons » jadis rêvée par Bohr et Einstein dans une fameuse « expérience de pensée ».

Les travaux de Serge Haroche ont permis d'étudier et d'illustrer expérimentalement certains postulats de la mécanique quantique qui défient l'intuition. Ils ont largement contribué à expliquer la grande différence apparente de comportement entre le monde microscopique quantique et le monde macroscopique classique. Les expériences développées par Serge Haroche ont notamment permis de suivre l'histoire d'un photon unique dans une cavité électromagnétique en le « voyant » plusieurs centaines de fois et ont mis en évidence sa disparition soudaine et imprévisible dans ce qu'on appelle un saut quantique. Pour la première fois, il a été montré qu'il n'est pas nécessaire de détruire un photon unique pour l'observer.

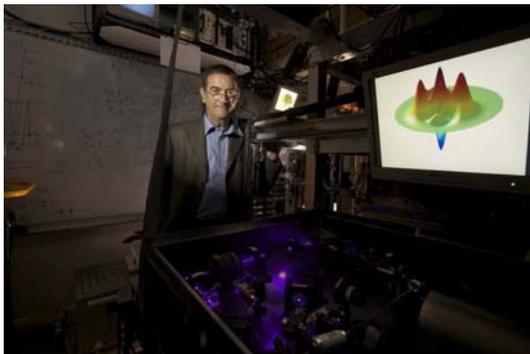
Serge Haroche et son équipe ont pu illustrer le paradoxe du « chat de Schrödinger », référence à une expérience de pensée dans laquelle un système macroscopique mis au contact d'un atome unique se



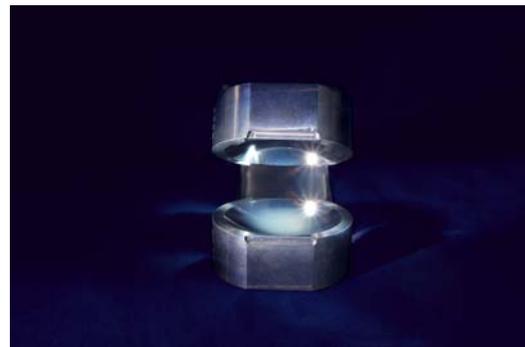
www.cnrs.fr

trouve porté dans une superposition de deux états classiquement différents. Dans l'expérience de l'ENS, un atome préparé dans deux états d'énergie superposés est couplé dans une cavité à un champ micro-onde contenant plusieurs photons. Sous l'effet de ce couplage, ce champ est porté dans un état de superposition quantique, en acquérant deux phases à la fois. Les scientifiques ont suivi l'évolution temporelle de ce champ et ont pu observer la disparition de l'état de superposition quantique, transformé rapidement en un état décrit par les lois de la physique classique. En étudiant expérimentalement ce phénomène appelé « décohérence », ils ont contribué à mieux comprendre pourquoi les systèmes macroscopiques peuvent en général être compris par des concepts classiques, alors même qu'ils sont constitués de particules obéissant à l'échelle microscopique aux lois contre intuitives de la théorie quantique.

Au-delà de ces enjeux très fondamentaux, ces différentes manipulations de photons et d'atomes permettent de réaliser des prototypes démontrant des méthodes générales de stockage d'information et de calcul quantiques. Alors que dans les ordinateurs et les circuits de communication usuels, l'information est codée dans des signaux électriques ou lumineux sous forme de « bits » classiques prenant deux valeurs 0 et 1 exclusives l'une de l'autre, l'information quantique se propose d'utiliser des « bits quantiques » ou « qubits » portés par des systèmes quantiques pouvant exister dans une superposition des états 0 et 1. Le principe de superposition enrichit ainsi considérablement les possibilités du calcul et de la communication. Les théoriciens ont montré que des machines jonglant avec de tels qubits pourraient effectuer certains calculs beaucoup plus rapidement que les ordinateurs actuels, ou encore rendre inviolable le secret de la communication d'information qui repose jusqu'à présent sur des protocoles classiques de cryptographie dont la sûreté absolue n'est pas démontrée. Les expériences d'électrodynamique quantique en cavité de Serge Haroche et de son équipe contribuent largement au développement de cette physique nouvelle.



Serge Haroche
© CNRS Photothèque/Christophe Lebedinsky



Les deux miroirs de la boîte à photons de l'ENS
© CNRS Photothèque/LKB/Michel BRUNE

Contact

Chercheurs | Serge Haroche | T 01 44 32 34 20 | haroche@lkb.ens.fr
Presse CNRS | Elsa Champion | T 01 44 96 43 09 | elsa.champion@cnrs-dir.fr
Cécile Pérol | T 01 44 96 43 90 | cecile.perol@cnrs-dir.fr