

# Serge Haroche, physicien et explorateur du monde quantique\*

En juin 2009, Serge Haroche a obtenu la médaille d'or du CNRS.

Cette distinction récompense un physicien dont les travaux ont contribué de manière exceptionnelle au dynamisme et au rayonnement de la recherche française.

© CNRS Photographie / LEBIDINSKY Christophe



## Parcours

Serge Haroche est né en 1944.

Il est actuellement Professeur au Collège de France (Chaire de physique quantique) et directeur du groupe d'électrodynamique des systèmes simples au Laboratoire Kastler Brossel (ENS/UPMC/CNRS).

- **1963 – 1967**  
École normale supérieure (Paris).
- **1971**  
Thèse d'État en physique (Paris).
- **1975 – 2001**  
Professeur de physique à l'Université Pierre et Marie Curie.
- **1983 – 1993**  
Professeur à temps partiel à l'Université de Yale (New Haven, USA).
- **1982 – 2001**  
Professeur à l'ENS (Paris).
- **1994 – 2000**  
Directeur du département de physique de l'ENS.
- **Depuis 2001**  
Professeur au Collège de France.

Serge Haroche a reçu de nombreux prix et distinctions, en particulier le Grand Prix de Physique Jean Ricard de la SFP, en 1983.

\* Texte rédigé à partir du dossier de presse du CNRS du 3 juin 2009.

D'abord intéressé par les mathématiques, Serge Haroche s'oriente très vite vers les sciences physiques. « *J'étais fasciné par le fait que la Nature se comprend par des lois mathématiques et je fus vite attiré par la physique qui ajoutait aux mathématiques une contrainte majeure : celle du réel.* »

Ainsi, lorsqu'il entre à l'École normale supérieure (ENS) à Paris en 1963, Serge Haroche sait qu'il veut faire de la physique. Or, à cette époque, physique atomique et optique quantique connaissent une profonde révolution, liée à la découverte des lasers. Alfred Kastler et Jean Brossel viennent de mettre au point la méthode du pompage optique qui permet de manipuler l'état électronique interne des atomes. C'est dans l'effervescence stimulante du laboratoire qui porte leurs noms que Serge Haroche effectue sa thèse, sous la direction de Claude Cohen-Tannoudji.

Tout au long de sa carrière, Serge Haroche a été un pionnier de la recherche en optique quantique, en observant l'interaction atome-lumière sous son jour le plus fondamental. Dans ses expériences d'électrodynamique quantique, il est parvenu à isoler un atome du monde extérieur dans une cavité électromagnétique aux parois presque idéalement réfléchissantes, et l'a forcé à interagir avec un champ élémentaire constitué au plus de quelques photons. Cette cavité peut être considérée comme une réalisation de la « boîte à photons », jadis rêvée par Bohr et Einstein dans une fameuse « expérience de pensée ».

Les expériences de Serge Haroche ont permis d'étudier et d'illustrer certains postulats de la mécanique quantique qui défient l'intuition. Elles ont notamment permis de suivre l'histoire d'un photon unique dans une cavité électromagnétique en le « voyant » plusieurs centaines de fois (pendant 500 millisecondes, un record mondial), et ont mis en évidence sa disparition soudaine et imprévisible dans 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 », expérience

de pensée dans laquelle un système macroscopique mis au contact d'un atome unique se trouve porté dans une superposition de deux états classiquement différents. Ils 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 comprendre pourquoi les systèmes macroscopiques peuvent en général être décrits par des concepts classiques, alors 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. L'information quantique se propose d'utiliser des « bits quantiques » portés par des systèmes quantiques pouvant exister dans une superposition des états 0 et 1, ce qui enrichit considérablement les possibilités du calcul et de la communication. Les expériences de Serge Haroche et de son équipe contribuent largement au développement de cette physique nouvelle.

De 1983 à 1993, Serge Haroche a partagé sa vie entre l'Université de Paris VI et celle de Yale aux États-Unis où il était professeur. Puis, en acceptant de prendre la direction du Département de physique de l'ENS en 1994, il a décidé de vivre de manière permanente à Paris. Depuis 2001, il occupe la Chaire de physique quantique au Collège de France.

Aujourd'hui, il prône avec ferveur la nécessité de poursuivre la recherche fondamentale, notamment pour la mise au point des applications futures : « *Les grandes applications technologiques de la physique quantique (telles que les utilisations du laser à la reproduction des sons et des images, celles du transistor et des circuits intégrés aux ordinateurs ou encore celles de la résonance magnétique à l'imagerie médicale) ont toujours été des retombées imprévues de recherches fondamentales motivées, au départ, par la pure curiosité scientifique.* » ■