



Cartographie d'un « chat de Schrödinger » à quatre instants différents.

Des chats en cavité

Les expériences en cavité réalisées par l'équipe du laboratoire Kastler Brossel (LKB) étudient l'étrangeté du principe de superposition, en préparant ce que les physiciens ont pris l'habitude d'appeler des « chats »... de Schrödinger. Non par affection, mais en référence à une célèbre expérience de pensée formulée par Erwin Schrödinger en 1935.

Pour illustrer la superposition d'états des particules, celui-ci avait imaginé le dispositif suivant : dans une cage à l'intérieur de laquelle se trouve un chat, une fiole de poison est reliée à un mécanisme lui-même relié à un atome radioactif. Si l'atome se désintègre, la fiole se déverse dans la cage, et le chat meurt. S'il ne se désintègre pas, la fiole demeure intacte et le chat, vivant. Or, selon la théorie quantique, l'état de l'atome est incertain : il a autant de chances de se désintégrer que de rester intact. De ce fait, impossible de savoir si le chat est mort ou vivant : il est à la fois l'un et l'autre. Dans les expériences du LKB, le chat est remplacé par une poignée de photons (de la portion micro-ondes du spectre électromagnétique). Afin de surprendre leur superposition d'états, l'équipe les « met en cage » dans une cavité, plus précisément entre deux parois circulaires de 5 centimètres de diamètre se faisant face. Ces parois sont recouvertes de miroirs ultra réfléchissants portés à une température proche du zéro absolu. Avec ce dispositif, les photons rebondissent plus d'un milliard de fois d'une paroi à l'autre, ce qui signifie qu'ils parcourent 40 000 kilomètres, l'équivalent de la circonférence de la Terre ! Ceci permet de retarder considérablement le moment où ils se perdent dans les miroirs. Leur durée de vie est portée à 130 millisecondes, ce qui laisse le temps d'observer le système quantique avant que la décohérence ne survienne. Mais comment surprendre le système quantique ? Toute mesure habituelle du champ avec un appareil le perturbera et le forcera à se positionner. La clé, ce sont les atomes sondes. Des atomes sont placés dans un état de Rydberg (1) : ils sont bombardés par une série de photons afin de placer un de leurs électrons sur une trajectoire circulaire très « excitée », c'est-à-dire de diamètre 2 500 fois plus grand que celle du même électron dans l'état fondamental de l'atome. Ces atomes « géants » se couplent à merveille avec les photons micro-ondes et permettent de les détecter de manière « douce », sans absorber l'énergie lumineuse ni trop perturber le système, en emportant une empreinte de l'état du champ. De ces empreintes, l'équipe tire des « cartes quantiques », espèces de radiographies de l'état du champ piégé dans la cavité. On y découvre deux pics, signatures des états classiques (les équivalents des états « mort » et « vivant » du fameux chat) et entre ces deux pics, des franges d'interférences, signes de la superposition quantique. Ces franges s'effacent progressivement lorsque l'on effectue une « radiographie quantique » du champ en fonction du temps, et cet effacement révèle de façon spectaculaire le processus de la décohérence quantique.

(1) Du nom du physicien Rydberg qui fut un des fondateurs de la spectroscopie atomique.