

Pour le QBisme, en revanche, il n'y a pas de paradoxe. L'effondrement de la fonction d'onde signifie juste qu'un observateur a subitement et de manière discontinue révisé les probabilités qu'il attribue au système, sur la base de nouvelles informations, de la même façon qu'un médecin modifierait le pronostic d'un malade sur la base d'une nouvelle analyse de sang. Le système quantique n'a pas subi de changement étrange et inexplicable; le changement est dans la fonction d'onde, choisie par l'observateur pour traduire ses attentes.

On peut appliquer cette façon de penser au célèbre paradoxe du chat de Schrödinger. Le physicien autrichien Erwin Schrödinger avait imaginé une enceinte close contenant un chat vivant, une fiole de poison et un atome radioactif ayant une chance sur deux de se désintégrer dans l'heure qui suit, d'après les lois quantiques. Si l'atome se désintègre, un marteau brise la fiole et libère le poison, qui tue le chat. S'il ne se désintègre pas, le chat survit.

Neutraliser les paradoxes

Faisons l'expérience, mais sans regarder à l'intérieur de l'enceinte. Au bout d'une heure, la théorie quantique usuelle stipule que la fonction d'onde de l'atome est une superposition de deux états : l'état désintégré et l'état non désintégré. Mais comme nous n'avons pas regardé à l'intérieur de la boîte, la superposition va plus loin. Le marteau est également dans une superposition d'états, tout comme la fiole de poison. Et, ce qui est plus grotesque, le formalisme usuel de la mécanique quantique implique que le chat aussi soit dans une superposition d'états : il est simultanément mort et vivant, ce qui nous paraît absurde.

En considérant la fonction d'onde comme une propriété subjective de l'observateur, et non comme une propriété objective du chat dans l'enceinte, le QBisme résout le paradoxe. La théorie affirme que, bien sûr, le chat est soit mort, soit vivant, et pas les deux à la fois. Certes, sa fonction d'onde représente une superposition de *vivant* et *mort*, mais une fonction d'onde n'est qu'une description de ce que pense l'observateur.

L'espoir est qu'en éliminant les paradoxes, le QBisme aidera les physiciens à

mieux cerner les véritables caractéristiques fondamentales de la théorie quantique – et les « empêchera de perdre leur temps à se poser des questions stupides sur des énigmes imaginaires », comme le dit D. Mermin.

Le QBisme est né dans un court article publié en janvier 2002 sous le titre « Les probabilités quantiques en tant que probabilités bayésiennes ». Ce texte était signé de Carlton Caves, de l'Université du Nouveau-Mexique, Christopher Fuchs, alors aux Laboratoires Bell dans le New Jersey, et Ruediger Schack, de l'Université de Londres. Tous trois sont des théoriciens de l'information quantique, et leurs affiliations respectives à un département de physique, un laboratoire industriel et un département de mathématiques illustrent la nature interdisciplinaire de leurs réflexions.

Au cours de la décennie écoulée depuis, Ch. Fuchs a rejoint le *Perimeter Institute*,

En considérant la fonction d'onde du chat comme une propriété subjective de l'observateur, et non comme une propriété objective de l'animal, le QBisme résoudrait le paradoxe du chat de Schrödinger.

dans l'Ontario (Canada), et endossa le rôle de principal porte-parole du QBisme. Ce Texan trapu, au tempérament enjoué et aux manières cordiales, a un sens de l'humour irrévérencieux et irréprensible. Ses collègues ne sont pas étonnés quand il commence un article par « Dans cet article, je vais tenter de jeter un trouble de bon aloi ».

La conviction de Ch. Fuchs semble être que la science est essentiellement une activité de communication et qu'une compréhension profonde d'un problème ne s'obtient qu'au prix d'un rude combat intellectuel. Ce physicien est à lui seul un tourbillon d'activité, transportant son ordinateur portable aux quatre coins du globe dans un vieux sac à dos, organisant des conférences, animant des débats scientifiques et donnant des cours dans les universités.

Dans cet esprit, Ch. Fuchs a créé une nouvelle forme de littérature. En 2011, l'éditeur *Cambridge University Press* a publié sa correspondance électronique avec des

scientifiques du monde entier dans un volume de 600 pages intitulé *Coming of Age with Quantum Information* (Le passage à l'information quantique). Faisant la chronique des affres de la naissance du QBisme, l'ouvrage laisse entrevoir comment la physique théorique est créée par des êtres humains bien réels. Le livre témoigne également de la conviction de Ch. Fuchs qui, contrairement à la plupart des scientifiques, estime que la philosophie est importante non seulement en raison de son influence sur la physique, mais aussi en raison des idées profondes que la physique peut lui apporter.

L'ouverture d'esprit de Ch. Fuchs aux préoccupations philosophiques devient claire quand on réfléchit à la manière dont le QBisme nous oblige à reconsidérer ce qu'on entend par une probabilité. Les probabilités, c'est comme le temps : vous savez

ce que c'est, jusqu'à ce qu'on vous demande de le définir. On comprend assez bien que la probabilité de 50 pour cent de tomber sur *face* en lançant une pièce non truquée signifie que, dans une longue série de lancers, on obtiendra *face* dans la moitié des cas. Mais comment faut-il comprendre une affirmation telle que « La probabilité qu'il pleuve ce soir est de 60 pour cent », la situation (« ce soir ») ne pouvant

être reproduite ?

Probabilités subjectives ou objectives ?

Au cours des siècles récents, deux conceptions concurrentes de la probabilité ont été développées, chacune ayant ses variantes. L'interprétation dite fréquentiste définit la probabilité d'un événement comme sa fréquence relative dans une série d'essais. Ce nombre est censé être objectif et vérifiable, ainsi que directement applicable aux expériences scientifiques. L'exemple type est le lancer d'une pièce : dans un grand nombre de lancers, environ la moitié des résultats seront des *face*, de sorte que la probabilité de tomber sur *face* est approximativement égale à $1/2$ (en considérant un nombre infini de lancers, la probabilité est exactement égale à $1/2$; mais cette notion de probabilité devient alors invérifiable et perd sa prétention à l'objectivité).