

> Cette idée, le darwinisme quantique, explique pourquoi nous percevons le monde de façon «classique», et non de la manière si particulière avec laquelle il se manifeste à l'échelle des atomes et des particules fondamentales. Bien que certains aspects de l'énigme restent à préciser, le darwinisme quantique aide à bâtir des ponts au-dessus de la faille, seulement apparente, qui sépare la physique quantique de la physique classique.

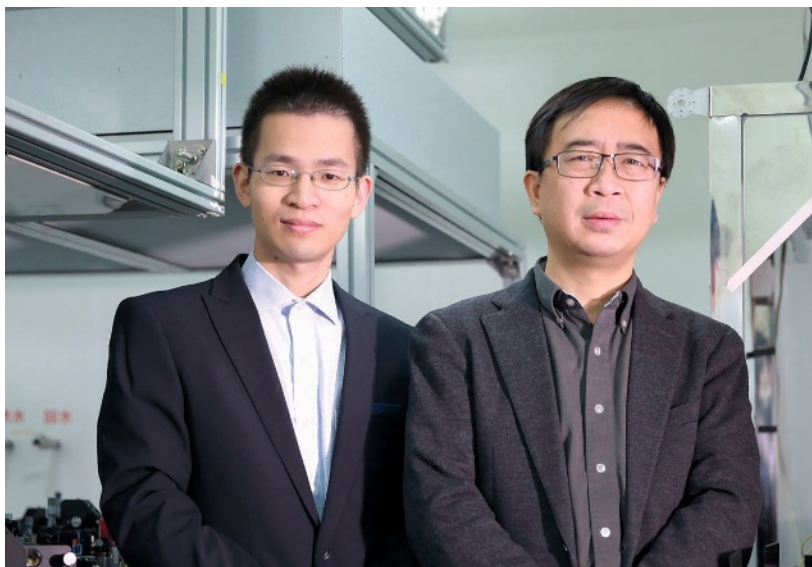
Cette idée a quitté récemment le monde théorique pour celui des tests expérimentaux. Trois groupes de recherche, travaillant indépendamment en Italie, en Chine et en Allemagne, se sont mis en quête de la signature de ce processus de sélection naturelle quantique. Ces tests sont rudimentaires, et demandent à être confirmés, mais jusqu'à présent, la théorie se vérifie.

## STRANGER THINGS

Au cœur du darwinisme quantique se trouve la notion incertaine de mesure – le processus d'observation. En physique classique, ce que l'on voit est simplement ce qui est. Et il n'y a rien à ajouter. En physique quantique, ce n'est plus vrai. Les mathématiques formelles de la mécanique quantique ne disent rien d'évident sur «la nature des choses» dans un objet quantique; elles ne sont qu'une indication sur ce que nous pourrions voir si nous le mesurons. Ainsi, une particule quantique peut avoir un éventail d'états possibles que l'on dit «superposés». Cela ne signifie pas qu'elle est dans différents états en même temps, mais plutôt que, si nous la mesurons, nous observerions l'une de ces possibilités. Avant la mesure, les différents états superposés interfèrent, et peuvent chacun constituer le résultat avec une probabilité propre.

Mais pourquoi ne pouvons-nous pas voir une superposition quantique? Pourquoi tous les états possibles d'une particule ne survivent-ils pas jusqu'à l'échelle humaine? On répond souvent que les superpositions sont fragiles, facilement perturbées par le bruit de l'environnement. Ce n'est pas tout à fait exact. Lorsque deux objets quantiques interagissent, ils s'enchevêtrent, et adoptent un état quantique partagé où les possibilités pour leurs propriétés sont interdépendantes, c'est l'intrication quantique.

Prenons un atome dans une superposition de deux états possibles pour son spin: «haut» et «bas». L'atome est ensuite libéré, et heurte une molécule de l'atmosphère avec laquelle il s'intrique; les deux sont désormais dans une superposition jointe. La molécule d'air peut être poussée dans un sens quand le spin de l'atome est «haut» et dans un autre avec un atome au spin «bas». Ces deux possibilités coexistent.



Chaoyang Lu (à gauche) et Jian-Wei Pan (à droite) ont récemment dirigé une expérience qui a testé le darwinisme quantique dans un environnement artificiel composé de photons en interaction.

À mesure que ces particules rencontrent d'autres molécules dans l'air, l'intrication se répand, et la superposition initialement spécifique à l'atome se diffuse. Les états superposés de l'atome n'interfèrent plus de façon cohérente, car ils sont désormais intriqués avec d'autres états dans l'environnement, parmi lesquels, peut-être, se trouve un instrument de mesure. Pour celui-ci, la superposition de l'atome a disparu et a été remplacée par une liste de résultats classiques qui n'interfèrent plus.

Cette disparition du «caractère quantique» d'un système dans l'environnement est la **décohérence**. C'est l'événement crucial de la transition quantique-classique, qui explique pourquoi un comportement quantique est difficile à observer dans des systèmes macroscopiques. Ce processus est extrêmement fugace.

Étonnamment, bien que la décohérence soit inhérente à la mécanique quantique, elle n'a été identifiée que dans les années 1970, par l'Allemand Heinz-Dieter Zeh. L'Américano-Polonais Wojciech Zurek, aujourd'hui au Laboratoire national de Los Alamos, dans le Nouveau-Mexique, développa l'idée au début des années 1980 et la popularisa.

Mais pour expliquer l'émergence de la réalité classique et objective, il ne suffit pas de dire que la décohérence efface le comportement quantique d'un système. D'une certaine façon, plusieurs observateurs peuvent s'accorder sur les propriétés d'un système quantique. Pour ce faire, Wojciech Zurek, estime que deux conditions doivent être remplies.

D'abord, les systèmes quantiques doivent avoir des états particulièrement robustes, face à la décohérence perturbatrice de l'environnement. Wojciech Zurek parle d'«états pointeurs» parce qu'ils peuvent être représentés par une aiguille pointant une position sur le