

➤ quantique. Les grandes choses – c'est-à-dire à partir de la taille d'un virus – se manifestent toujours en un seul endroit. Tout le mystère est là: tout objet étant constitué de matière et d'énergie qui obéissent aux lois quantiques, pourquoi n'expérimentons-nous pas l'étrangeté quantique? En d'autres termes, où le monde quantique s'arrête-t-il et où commence le monde classique? Y a-t-il un fossé entre les deux, un seuil à partir duquel les effets quantiques cessent de se manifester? Ou bien sommes-nous aveugles à une mécanique quantique qui régnerait à toutes les échelles?

De fait, «nous ignorons la véritable nature de la matière entre les mondes micro et macro», avoue Angelo Bassi, chercheur en physique théorique à l'université de Trieste, en Italie. Ce *no man's land* laisse les physiciens perplexes depuis la naissance de la théorie quantique il y a un siècle. Mais ces dernières années, Simon Gröblacher et d'autres ont mis sur pied des expériences extrêmement sensibles qui pourraient révéler les secrets de la transition du quantique vers le quotidien. Nul ne sait si ces efforts porteront leurs fruits, mais une chose est sûre: en sondant les contours flous du monde quantique, les chercheurs pourraient bien mettre au jour un tout nouveau domaine de la physique.

UN PROBLÈME DE MESURE

Ces paradoxes d'échelles n'empêchent pas la mécanique quantique d'être la théorie scientifique la plus puissante et exigeante jamais élaborée. Ses prédictions coïncident avec les expériences avec une précision ridicule élevée. En révolutionnant notre compréhension de la structure atomique, elle a transformé toutes les facettes de la science, de la biologie à l'astrophysique. Sans la théorie quantique, notre monde ne ressemblerait pas à ce qu'il est, pas de GPS, pas de smartphone, pas de laser... Pourtant, la théorie présente un défaut flagrant, selon Stephen Adler, de l'institut d'études avancées de Princeton, dans le New Jersey. «En mécanique quantique, rien ne se passe.» C'est-à-dire?

Le physicien se réfère à l'équation fondamentale de la théorie quantique quant à la nature de la réalité. Connues sous le nom de fonction d'onde, ces équations attribuent des probabilités à ce qu'un objet soit découvert dans tel ou tel état. Contrairement à la physique classique, ou newtonienne, selon laquelle les pommes, les planètes et tout le reste ont toujours des propriétés bien définies, la physique quantique est intrinsèquement probabiliste. Dans un sens, on ne peut pas dire que les particules décrites par des fonctions d'onde existent vraiment; elles n'ont pas

d'emplacement, de vitesse ni d'énergie déterminée, seulement des probabilités.

Tout change lors d'une mesure. À ce moment, des propriétés tangibles font surface, comme si elles étaient invoquées par la simple tentative de les observer. La théorie n'explique pas cette transformation, ni d'ailleurs pourquoi une possibilité se manifeste plutôt qu'une des nombreuses autres. La mécanique quantique décrit ce qui pourrait arriver lorsque l'on effectue une mesure, mais pas ce qui va arriver. Autrement dit, la théorie ne fournit pas de mécanisme expliquant la transition du probable vers l'avéré.

Pour que «les choses se produisent» en mécanique quantique, l'un des fondateurs de la théorie estime nécessaire une faille métaphysique. À la fin des années 1920, Werner Heisenberg a formulé puis diffusé l'idée selon laquelle le fait de mesurer «réduit le paquet d'onde» d'une particule: les nombreuses issues potentielles sont instantanément réduites à une seule, le résultat observé.

Le seul défaut de cette idée est que rien ne dit, dans les équations de la théorie quantique, qu'une réduction se produit. Aucun processus physique connu ne l'explique. La solution de Heisenberg introduit en fait un nouveau mystère: que se passe-t-il exactement lors de la réduction du paquet d'onde? De nos jours, cette énigme quantique est connue sous le nom de «problème de la mesure.»

Les physiciens se sont accoutumés à l'idée de réduction ces quatre-vingt-dix dernières années, mais ils ne l'ont jamais vraiment admise. L'idée qu'une action humaine – la mesure – joue un rôle central dans l'une des théories les plus fondamentales sur le fonctionnement de l'Univers ne satisfait guère quiconque est partisan du concept de réalité objective.

LE CHOIX DE L'INTERPRÉTATION

«Fondamentalement, j'ai un idéal de ce que devrait être une théorie physique, concède Steven Weinberg, Prix Nobel de physique, à l'université du Texas à Austin. Ce devrait être quelque chose qui ne se réfère en aucune manière aux êtres humains. Ce devrait être une base à partir de laquelle tout le reste – y compris tout ce que vous pourriez dire systématiquement sur la chimie, la biologie ou les affaires humaines – peut être dérivé. Les lois de la nature ne devraient pas commencer par un facteur humain. Et pourtant, je ne vois pas comment formuler la mécanique quantique sans un postulat interprétatif faisant référence à ce qu'il se passe lorsque des personnes choisissent de mesurer telle ou telle chose.»

SOMMES-NOUS AVEUGLES À UNE MÉCANIQUE QUANTIQUE QUI RÉGNERAIT À TOUTES LES ÉCHELLES?