



www.cnrs.fr



Membre de UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR

COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 9 MAI 2018

Attention, sous embargo jusqu'au mercredi 9 mai 2018, 19h.

The Big Bell Test : les sciences participatives pour mettre à l'épreuve la physique quantique

Le hasard quantique est intrinsèquement différent du hasard classique, c'est ce qu'atteste la violation des inégalités de Bell, une étape charnière dans la compréhension de la physique quantique. Un bémol subsiste cependant : tester ces inégalités reposait jusqu'à présent sur des configurations expérimentales paramétrées à l'aide de données générées par des systèmes quantiques. En somme, il s'agissait d'éprouver la physique quantique par la physique quantique. Pour pallier ce problème, une collaboration internationale mise en place par The Institute of Photonic Sciences à Barcelone, rassemblant douze laboratoires sur cinq continents, dont l'Institut de physique de Nice (CNRS/Université Nice Sophia Antipolis), a mené une expérience de sciences participatives inédite. En rassemblant environ 100 000 personnes dans le monde au travers d'un jeu vidéo, les chercheurs ont réussi à contourner le problème de la génération des données et à valider avec rigueur leurs observations expérimentales quant à la violation des inégalités de Bell. Les résultats sont publiés dans la revue *Nature* le 10 mai 2018.

En physique, le principe de réalisme local impose que deux objets distants ne peuvent avoir que des corrélations limitées : les événements que l'un des deux objets subit ne peuvent pas être corrélés à l'autre au-delà d'une certaine mesure. Au cours du siècle dernier, John Stewart Bell a formulé cette limite entre objets physiques dans des inégalités mathématiques. Toutefois, les objets quantiques n'obéissent pas à cette règle. En effet, les événements entre particules quantiques intriquées sont corrélés, quelle que soit leur position dans l'univers. Cette observation viole les inégalités de Bell et donc le principe de réalisme local. Pour expliquer ce phénomène, les physiciens conservateurs du début du XXe siècle — dont Einstein — avaient émis l'hypothèse que des paramètres physiques inconnus existaient, de sorte que la contrainte imposée par les inégalités serait tout de même correcte.

Jusqu'à présent, les chercheurs n'avaient réussi à démontrer la violation des inégalités de Bell qu'en ayant recours à des données générées par des systèmes quantiques pour paramétrer leurs expériences. Afin de tester la corrélation entre particules intriquées, il faut en effet observer chacune d'elles de façon aléatoire, sans que les mesures des deux particules ne soient liées de quelque manière que ce soit. Pour ce faire, des générateurs quantiques¹ de bits aléatoires permettaient de donner des instructions aux machines d'observation. Cela revenait à tester la physique quantique par un système lui-même quantique. Pour sortir de ce paradoxe, 100 000 personnes ont été mises à contribution pour générer des bits aléatoirement par un mécanisme non-quantique. Les données ainsi créées ont permis de générer un code configurant

¹ Les meilleurs systèmes physiques permettant de générer des nombres aléatoires reposent sur la physique quantique. Un bon générateur de la sorte est un photon envoyé sur un miroir semi-réfléchissant. Le photon a 50 % de chances de passer au travers, et 50 % de chances d'être réfléchi. Selon qu'il traverse ou qu'il soit renvoyé par le miroir, il activera deux capteurs différents qui seront chacun associé à un bit 1, ou à un bit 0.



www.cnrs.fr



Membre de UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR

arbitrairement des instruments de mesure des particules intriquées dans 13 expériences, réparties dans 12 laboratoires et autant de pays.

Pour générer ces bits, la cohorte de participants a été invitée à participer à un jeu vidéo : [The Big Bell Quest](#). La progression dans le scénario demande aux joueurs d'appuyer de façon aléatoire sur les touches 1 et 0 du clavier. Ces bits sont envoyés en direct dans les laboratoires. Le 30 novembre 2016, les joueurs ont ainsi généré plus de 97 millions de bits alimentant en continu les expériences durant 12 heures consécutives. Au fil de l'avancée dans le jeu, les joueurs ont pu découvrir des contenus de médiation scientifique comme des explications sur les inégalités de Bell, et la façon dont elles sont testées, agrémentées de vidéos tournées dans les laboratoires recevant les données.

Les résultats obtenus par les expériences confirment la violation des inégalités de Bell par une méthodologie plus consistante et rigoureuse qu'auparavant. Ils ouvrent également la voie à l'approfondissement des applications de la physique quantique. Les principes fondamentaux de l'intrication jouent en effet un rôle essentiel dans le développement de la cryptographie quantique ou de l'ordinateur quantique. La méthodologie employée prouve quant à elle que les sciences participatives peuvent avoir leur place en physique fondamentale.



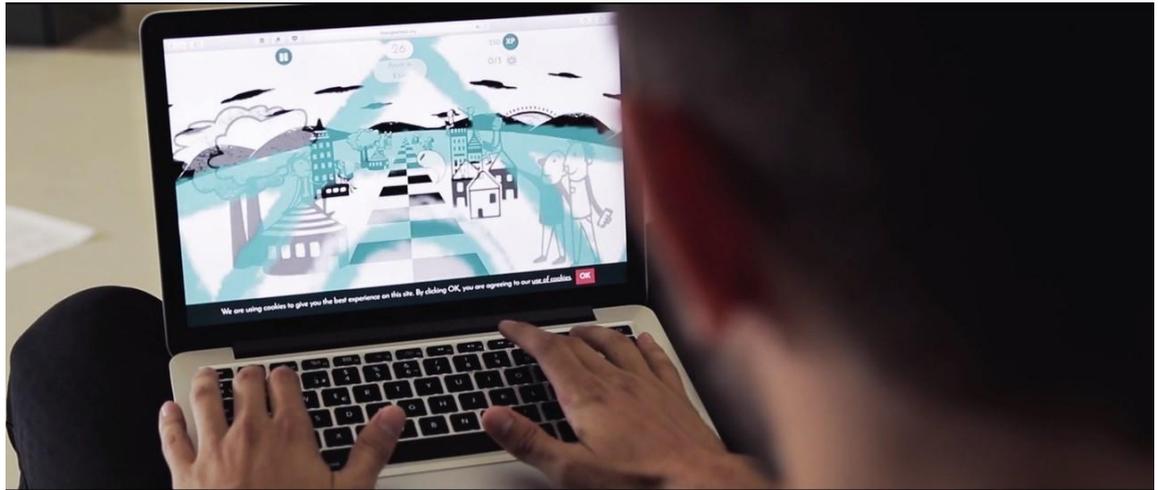
Le jeu vidéo The Big Bell Quest © ICFO.



www.cnrs.fr



Membre de UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR



Le jeu vidéo *The Big Bell Quest* © ICFO.

Référence

Challenging local realism with human randomness. The Big Bell Test Collaboration, *Nature*, 10 mai 2018. DOI : <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0085-3>

Contacts

Chercheur CNRS | Sébastien Tanzilli | T 04 92 07 67 68 | sebastien.tanzilli@inphyni.cnrs.fr
Presse CNRS | Anaïs Culot | T 01 44 96 51 51 | presse@cnrs.fr