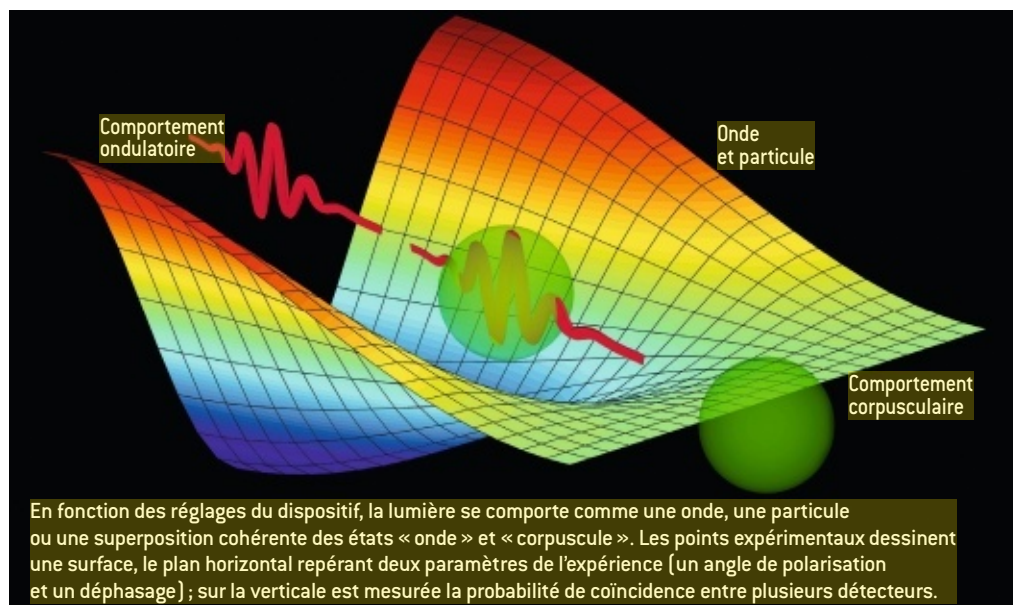


Physique

Onde, particule ou entre les deux



F. Kaiser et S. Tanzilli - CNRS

En 1924, le physicien français Louis de Broglie découvrait la dualité onde-corpuscule : tout objet a des propriétés à la fois ondulatoires et corpusculaires. Puis, en 1927, le physicien danois Niels Bohr proposait le principe de complémentarité : plus un objet quantique se comporte comme une onde, moins il se comporte en corpuscule, selon l'expérience à laquelle l'objet est soumis. La lumière se comporte ainsi tantôt comme une onde, dans les expériences d'interférence par exemple, tantôt comme une particule (le photon), comme dans l'effet photo-électrique. Deux équipes, l'une en France, l'autre en Grande-Bretagne (Jeremy O'Brien, Université de Bristol), ont mis au point des dispositifs permettant d'étudier finement cette complémentarité, et montrent que la lumière peut être dans une combinaison cohérente d'un état corpusculaire et d'un état ondulatoire.

Expliquons l'expérience française, menée par Sébastien Tanzilli du Laboratoire de physique de la matière condensée à Nice (CNRS et Université Nice-Sophia Antipolis), en collaboration avec le Labora-

toire matériaux et phénomènes quantiques à Paris (CNRS et Université Paris Diderot). Elle utilise un interféromètre où la lumière doit traverser deux miroirs semi-réfléchissants avant d'atteindre deux détecteurs placés en sortie. Dans cette configuration dite fermée, la lumière a deux chemins possibles pour parvenir à chaque détecteur. Elle présente alors un comportement ondulatoire : l'onde emprunte les deux chemins à la fois, ce qui se traduit par des interférences sur les détecteurs (la probabilité de détection par chaque appareil dépend de la différence de parcours).

Si l'on retire le second miroir semi-réfléchissant, le dispositif est dans une configuration « ouverte », où il n'y a plus d'interférence : chaque photon arrive sur l'un ou l'autre des détecteurs avec une même probabilité de 50 pour cent, ce qui correspond à un comportement corpusculaire.

L'expérience de l'équipe de S. Tanzilli a consisté à superposer les deux situations, ouverte et fermée. Pour ce faire, les physiciens ont conçu un miroir semi-réfléchissant quantique, qui est pré-

sente si le photon incident a une polarisation verticale, et absent si cette polarisation est horizontale.

Ainsi, une polarisation mixte créerait une superposition quantique des états ouvert et fermé de l'interféromètre, donc une superposition des états corpusculaire et ondulatoire. Pour contrôler la superposition, les physiciens ont utilisé une paire de photons intriqués, système où les propriétés des deux photons restent intimement corrélées l'une à l'autre quelle que soit leur distance. Un photon-test est envoyé dans l'interféromètre tandis que son jumeau est envoyé dans un autre appareil qui en contrôle la polarisation.

En faisant varier la polarisation du photon jumeau, donc celle du photon-test, les physiciens ont fait varier la superposition des états corpusculaire et ondulatoire : ils passent ainsi continuellement d'un comportement purement corpusculaire de la lumière à un comportement purement ondulatoire (la situation étant caractérisée par les corrélations entre plusieurs détecteurs).

→ Sean Bailly

Science, vol. 338, pp. 634-640, 2012

En bref

STRIATUM SOUS INFLUENCE

Le striatum est une aire cérébrale qui régule les mouvements. Il est influencé par diverses régions du cerveau, telles l'aire tegmentale ventrale et la *substantia nigra pars compacta*, via la dopamine, un neurotransmetteur. Des chercheurs américains ont montré que leurs neurones à dopamine relâchent aussi un autre neurotransmetteur, nommé GABA, qui inhibe les neurones du striatum. Cette cotransmission de neurotransmetteurs aidera peut-être à comprendre les troubles moteurs, telle la maladie de Parkinson.

BLEU CONTRE SOMNOLENCE

La lumière bleue, en stimulant les cellules ganglionnaires de la rétine, augmente la vigilance. Des chercheurs français et suédois ont étudié la somnolence de conducteurs soumis à cette lumière ou ayant bu du café ou du café décaféiné (placebo). Les résultats montrent que la lumière bleue permet de garder la même vigilance que le café. Le nombre de franchissements inappropriés des lignes latérales au sol, moins fréquent que dans le cas du placebo, l'indique.

LE POULS DES VOLCANS

En utilisant des images prises par satellite, Estelle Chaussard et Falk Amelung, de l'Université de Miami, ont effectué un suivi de l'ensemble de l'arc volcanique de Sunda, en Indonésie. Sur la période allant de 2006 à 2009, ces chercheurs ont constaté un gonflement du sol autour de six volcans, correspondant au remplissage en magma de réservoirs sous les volcans. Trois de ces volcans sont entrés en éruption depuis. Une méthode prometteuse pour anticiper une éruption !