

# La mesure en mécanique quantique via les interprétations

Michel Gondran

Bien qu'au niveau expérimental, les mesures en mécanique quantique aient atteint une précision exceptionnelle, on se heurte au niveau théorique à des incohérences entre les postulats et le monde macroscopique. Ainsi la fonction d'onde est causale et déterministe et représente toute l'information tandis que le résultat de la mesure est statistique. Alors que l'évolution de la fonction d'onde est linéaire et unitaire, comment les superpositions quantiques peuvent-elles disparaître au niveau macroscopique ?

L'objectif de la conférence est de montrer qu'il existe des interprétations de la mécanique quantique qui permettent de résoudre ces problèmes, mais aussi de rendre la mécanique quantique compréhensive.

On partira du fait expérimental qu'une mesure en mécanique quantique correspond in fine à la mesure de l'impact d'une particule sur un détecteur : c'est-à-dire à une position. Cette position est considérée comme une variable, cachée alors que c'est en fait la seule variable directement mesurée !

Dans une première partie, nous montrerons qu'il existe deux interprétations de la mécanique quantique qui considèrent que la fonction d'onde ne représente pas toute l'information et qu'il faut lui ajouter la position du centre de masse. C'est ce que font l'interprétation de Broglie-Bohm et la théorie de la double échelle, qui correspond à un début de formalisation de la théorie de la double solution de Louis de Broglie.

Dans une seconde partie, nous montrerons qu'il existe deux types de mesure selon les variables mesurées : pour les variables classiques, comme la masse, la position, la charge électrique ou la quantité de mouvement, le résultat de la mesure correspond bien à la valeur de la variable en question. Pour la variable spin, la mesure de Stern et Gerlach ne représente pas la valeur du spin (qui est continu), mais le redressement (et non la projection) du vecteur spin selon l'axe choisi pour la « mesure » (qui est discrète).

Des simulations numériques d'expériences (fentes de Young, Stern et Gerlach, EPR-B) illustreront ces résultats. On montrera que les principales autres interprétations s'expliquent très bien et très simplement dans l'approche de la double échelle.

## Références

L. de Broglie, J. Andrade e Silva, *La réinterprétation de la mécanique ondulatoire*, Gauthier-Villars, 1971.

M. Gondran, A. Gondran, C. Noûs, *The double scale interpretation: de Broglie and Schrödinger's external and internal wave functions*, *Annales de la Fondation Louis de Broglie* 46 (1) (2021) 87–126.

M. Gondran, A. Gondran, *Replacing the Singlet Spinor of the EPR-B Experiment in the Configuration Space with Two Single-Particle Spinors in Physical Space*, *Foundations of Physics* 46 (9) (2016) 1109–1126, arXiv:1504.04227.

F. Laloé, *Comprenons-nous vraiment la mécanique quantique ?* CNRS éditions