

Proposition de thèse :

Mesure d'un signal quantique dépendant du temps

O. Brodier*

La mécanique quantique de Copenhague postule que la mesure est un processus instantané qui se décrit mathématiquement par une projection de l'état du système sur le vecteur propre correspondant au résultat de la mesure. C'est le postulat de « réduction du paquet d'onde ». Dès son apparition, ce postulat étonnant et paradoxal a nourri un débat philosophique, illustré par le très connu « chat de Schrödinger ». De plus, depuis l'époque de l'établissement de cette théorie, les types de mesures expérimentales se sont diversifiés, et l'écart entre ce qu'on appelait autrefois « instrument de mesure » et le système quantique mesuré s'est peu à peu réduit. Cela a permis aux physiciens de se familiariser progressivement avec la notion de mesure, et plusieurs outils conceptuels sont apparus pour apprivoiser ce nouveau paradigme, comme la notion de « décohérence », qui permet d'expliquer pourquoi il ne peut y avoir d'interférences quantiques au niveau macroscopique ; ou encore la théorie des systèmes ouverts qui tente de décrire le plus généralement possible l'interaction d'un système avec son environnement.

Le cas des mesures en temps fini est particulièrement intéressant puisqu'il est a priori contradictoire avec une réduction instantanée du paquet d'onde. Pour mesurer un signal faible dépendant du temps, les expérimentateurs utilisent des amplificateurs très faible bruit, et enregistrent le signal amplifié sur ordinateur, pour ensuite effectuer sur lui des corrélations temporelles ou des moyennes. Plusieurs outils théoriques décrivent ce genre de situations, allant de la simple physique statistique quantique aux équations stochastiques quantiques, en passant par les statistiques complètes de comptage (« full counting statistics »)[1] et la théorie de Landauer[2] pour le courant. Aucune de ces techniques ne décrit réellement le processus expérimental, mais elles ont toutes fait leur preuves en matière de prédictions.

L'objet de cette thèse serait de comprendre pourquoi ces diverses techniques fonctionnent, en tentant de faire un lien systématique entre la pratique expérimentale et les modèles employés. On tentera en particulier de mieux comprendre comment se traduit expérimentalement la non-commutation des opérateurs à des temps différents, et quelle conséquence elle a *a priori* sur la nature des signaux mesurés. En d'autres termes, on voudrait comprendre la différence entre un signal quantique amplifié et un signal classique amplifié, sachant que le signal quantique amplifié est traité expérimentalement comme un signal classique.

Références

- [1] Levitov and Lesovik, JETPL (1993).
- [2] R. Landauer, IBM J. Res. Dev. 1, 223 (1957).

*Laboratoire de Mathématiques et Physique Théorique, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Tours, 37200 TOURS