

La Physique quantique: une théorie intelligible

Prof. F.A. Reuse

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

francois.reuse@epfl.ch

Jusqu'aux environs des années 1970 la physique quantique se présentait encore comme une science dont l'entendement résidait surtout dans la maîtrise des procédures de calcul qui permettaient de prévoir ou d'expliquer les propriétés des systèmes physiques. Il suffisait d'appliquer scrupuleusement des règles, sans nécessairement en comprendre le sens et les raisons, pour obtenir le "bon résultat" qui était, comme on avait plaisir à le souligner, toujours en accord avec l'expérience. Les aspects conceptuels étaient donc fréquemment rejetés au second plan et jugés généralement de peu d'utilité en regard des préoccupations de la plupart des physiciens. La physique quantique est prédictive, mais l'on n'en cerne pas complètement les concepts. On comprend dès lors les raisons qui ont amené beaucoup d'entre-nous à une attitude qui relève, pourrions-nous dire, de « l'acte de foi », ou tout au moins qui y ressemble.

Il faut d'ailleurs préciser que les rares réflexions faites au sujet des concepts fondamentaux de la physique quantique restaient souvent lettres ouvertes ou n'apportaient pas de réponse, ou pire encore, généraient des paradoxes. Cette situation a donc donné lieu à une attitude, par rapport à la physique quantique, que l'on pourrait qualifier de "mystique" en ce sens qu'elle était fondée sans justification sérieuse sur des croyances. Que l'on pense ici à la mécanique "ondulatoire" et au "principe de complémentarité" de Bohr. Des exemples de telles croyances seront donnés en cours d'exposé.

Durant les années qui précédèrent 1970, l'interprétation de la physique quantique reposait essentiellement sur l'interprétation statistique due à Max Born, cette dernière étant souvent entremêlée avec des idées qui émanaient de *l'interprétation dite de Copenhague*. Cette interprétation était fondée sur les inégalités de Heisenberg exprimant l'impossibilité expérimentale de mesurer simultanément certaines propriétés d'un système physique avec une précision arbitrairement élevée. Que l'on pense ici au *microscope de Heisenberg*. Avec une telle interprétation, la physique quantique devient une théorie se référant à l'acte d'observation et non pas une théorie des propriétés d'un système physique en soi, ce dernier possédant *une existence indépendante de l'observateur*. Aux yeux de A. Einstein cette interprétation présentait un défaut majeur. Rappelez-vous, *Dieu ne joue pas aux dés!*

Quelques physiciens ont entrepris de donner à la physique quantique des bases conceptuelles plus élaborées et c'est dans cette ligne de pensée que J. von Neuman et E. Wigner, ont développé une formulation axiomatique de la physique quantique, il y a maintenant plus d'un demi-siècle. Plus tard, plusieurs groupes de chercheurs, dont voici quelques noms, D.J. Foulis, C.H. Randall à Amherst, G. Ludwig et H. Neumann à Marburg, J.M. Jauch et C. Piron à Genève et plus récemment D. Aerts à l'Université libre de Bruxelles, se sont attachés à donner des fondements intelligibles à la physique quantique. Ces chercheurs ont ainsi donné

à la physique quantique le statut d'une *théorie réaliste* (au sens philosophique), c'est-à-dire le statut d'une théorie au sein de laquelle on attribue au système une existence en soi. C'est là une exigence qui, selon A Einstein, doit être satisfaite par toute théorie physique. Dans le schéma conceptuel dit *réaliste* de la physique quantique les "inégalités de Heisenberg" ne se réfèrent plus à des incertitudes de principe attachées aux processus de mesure mais elles se réfèrent à la nature intrinsèque du système c'est-à-dire à la manière dont il *actualise* ses propriétés. Dès les années 1975 l'interprétation réaliste de la physique quantique fût confirmée par les expériences de H. Rauch sur la "diffraction" d'un neutron dans un cristal ainsi que par d'autres expériences faites plus tard par d'autres physiciens et impliquant des atomes, etc.

Le but de ces exposés est d'initier les participants au nouveau schéma conceptuel réaliste évoqué ci-dessus. Il est utile de souligner ici que les procédures de calculs que les physiciens utilisent dans leur activité scientifique quotidienne ne vont en rien être modifiées. Seuls sont changés, la signification physique ou encore le contenu sémantique physique attaché aux objets mathématiques qui apparaissent dans la formulation de la physique quantique.

Temps: Les cours auront lieu du lundi 12 avril au vendredi 16 avril 2010, tous les matins de 9h30 à 11h30.

Lieu: Auditorium
Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg
23, rue du Loess, 67034 Strasbourg

Contact : J.P. Bucher (Tel 03 88 10 70 96), bucher@ipcms.u-strasbg.fr