

**Bernard d'ESPAGNAT, Hervé ZWIRN (dir.), *Le Monde quantique : Les débats philosophiques de la physique quantique* (Paris : Éditions Matériologiques, 2014), 24 cm, 428 p., ill., « Sciences et philosophie ».**

Ce livre est un compte-rendu des dix séances, étalées entre novembre 2010 et mars 2013, du groupe de travail du Collège de physique et de philosophie organisé par Bernard d'Espagnat et Hervé Zwirn. Comme tel, ce document n'a pas pour objectif une exposition systématique permettant de poser puis résoudre certains problèmes philosophiques de la physique mais, plutôt, vise ouvertement à conserver le style de la langue orale, l'atmosphère dynamique et conviviale des séances et le caractère « fondamentalement incomplet » des discussions. Ici, le lecteur aura la chance d'assister à une rare situation où d'excellents physiciens spécialisés – à la fois expérimentateurs et théoriciens –, philosophes, et historiens des sciences se retrouvent pour élucider les conséquences conceptuelles des avancées les plus récentes en mécanique quantique. Chose remarquable, ils réussissent très souvent à trouver le bon équilibre entre une *fine analyse technique*, nécessaire pour comprendre les subtilités

2 - Dominique Pestre, *Physique et physiciens en France, 1918-1940* [1985], 2<sup>de</sup> éd. (Paris : Éd. des archives contemporaines, 1992).

des théories, et l'adoption d'un *large champ de vision*, nécessaire pour en dégager les portées philosophiques.

La question principale qui oriente toutes les séances – et qui reste toujours en arrière-plan – est celle de la relation entre physique et réalité : est-il possible, aujourd'hui, de concilier la mécanique quantique avec un certain type de réalisme scientifique ? Le très clair exposé d'Édouard Brézin présentant les traits les plus étranges de la mécanique quantique (Séance I) et le passionnant échange de vues sur le réalisme, permettant de mieux comprendre les positions philosophiques intermédiaires entre le réalisme naïf et le solipsisme (Séance II), posent le cadre du débat et montrent les endroits précis où la mécanique quantique pose un sérieux problème pour les réalistes. Il y en a principalement deux : la mention explicite, dans le formalisme standard, d'un « observateur » pour expliquer le résultat des mesures, et le caractère complètement contre-intuitif de la non-localité (ou non-séparabilité) des systèmes quantiques.

En particulier, il y a le problème de l'apparence classique du monde macroscopique : comment passer d'un monde quantique, où les systèmes sont décrits comme des superpositions d'états n'ayant pas de propriétés bien définies, à un monde macroscopique où les superpositions disparaissent et les propriétés sont définies à tout instant ? En soulignant l'importance de l'environnement, la théorie de la décohérence vise à donner une réponse qui ne fasse pas intervenir un observateur conscient. Jean-Michel Raimond (Séance III) en fait un exposé introductif admirable, tant par le souci du détail dans la description du dispositif expérimental que par sa synthèse conceptuelle de la théorie. Bien que la décohérence ait un grand succès « *for all practical purposes* », sa lecture philosophique est difficile. Parmi les problèmes dégagés lors de l'échange de points de vue qui s'ensuit (Séance IV), le « problème et/ou » occupe une place importante : comment rendre compte théoriquement de l'unicité du résultat d'une mesure ? Grâce à l'étude détaillée de la « dynamique des bifurcations » lors d'un processus de mesure, la théorie de la mesure développée récemment par Roger Balian (Séance IX) vise justement à résoudre ce point qui, autrement, semblerait requérir l'appel à une conscience.

Mais au-delà d'une explication de l'apparence classique du monde, il y a bien sûr le problème de la mesure lors d'un phénomène purement quantique. Pour Niels Bohr et l'école de Copenhague, il est nécessaire d'introduire une dualité irréductible entre un système quantique et un appareil de mesure classique. Ici, le lecteur pourra découvrir en profondeur deux autres approches, fondamentalement différentes, cherchant à échapper à cette dualité. D'un côté, on a la théorie de Broglie-Bohm de l'onde pilote (Séances V et VI) dont les atouts principaux sont de résoudre le problème de la mesure (grâce au « mécanisme des ondes vides » très bien expliqué par Franck Laloë) et d'être interprétable ontologiquement. Cependant cela passe par l'introduction d'une réalité à deux niveaux avec une première réalité, visible mais non manipulable (la position des systèmes), et une deuxième réalité, non visible mais manipulable (la fonction d'onde). Ainsi, cette voie, bien qu'elle ouvre la possibilité d'une interprétation réaliste de la mécanique quantique, oblige à concevoir un rapport très indirect entre ontologie et acquisition de la connaissance. D'un autre côté, on a l'interprétation

relationnelle proposée par Carlo Rovelli et présentée par Matteo Smerlak (Séances VII et VIII), dont l'idée essentielle est de dénoncer le concept d'état intrinsèque. Au contraire, c'est autour de la notion d'*interaction* entre deux systèmes que doit être formulée la mécanique quantique, transformant ainsi tout système en observateur potentiel et évacuant la possible intervention d'une conscience. Dans ce cadre, Smerlak cherche à montrer qu'une analyse détaillée de l'expérience EPR en termes d'événements rend la mécanique quantique compatible avec la localité.

Il m'est ici impossible de rendre compte de toute la richesse des débats, du nombre de sujets qui surgissent et sont attentivement explorés au milieu des discussions. À titre d'exemple, on y discute à plusieurs reprises la notion de système physique, en abordant la question de sa définition d'un point de vue informationnel (Alexei Grinbaum), cognitif (Jean Petitot), expérimental (Alain Aspect), philosophique (Michel Bitbol). La diversité des participants et la connaissance étendue de chacun conduit à une prise de conscience de toutes les dimensions qu'un même problème peut présenter. Aucune de ces questions n'est nouvelle et, pour chacun des sujets pris isolément, il existe certainement des exposés plus complets et plus détaillés que ceux présentés dans ce livre. Le grand atout de cet ouvrage se trouve plutôt dans la profondeur de *l'ensemble du processus* qui permet d'aller au-delà de l'étude de perspectives locales en réunissant des sujets qui sont trop souvent séparés. Le lecteur en sortira avec une excellente vision globale des problèmes fondamentaux de la mécanique quantique et de diverses voies proposées pour les résoudre. Au passage, il aura pu assister à la stimulante tentative de création d'une pensée collective, avec un constant mouvement oscillant entre moments d'expansion (ouverture à plusieurs sujets) et moments de synthèse (regroupement sous des questionnements récurrents).