

# Quantique et métaquantique

David Bensoussan

*L'auteur est professeur d'électronique à l'École de technologie supérieure*

Pour qui choisit une carrière en électronique, le recyclage est permanent. Des générations de technologies se succèdent (circuits à lampes, transistors, microprocesseurs, traitements informatiques et optiques) avec leur méthode d'analyse qui leur est propre et la gamme de leurs applications qui va croissant. La modélisation, la solution analytique et la simulation précèdent le prototype expérimental auquel sont apportés d'ultimes ajustements aboutissant à un produit fonctionnel et fiable.

Celui qui sera passé par ces générations n'aura que le bénéfice de l'expérience par rapport à un débutant qui embarque directement dans une nouvelle technologie.

La technologie quantique annonce une ère nouvelle. Les principes de la mécanique traditionnelle dite newtonienne donnent un sens à la réalité sensorielle qui est celle des phénomènes mesurables dans le temps et dans l'espace. Ils expliquent également la dynamique des corps ou le mouvement des planètes. Or, ces principes ne suffisent plus lorsque l'on aborde la physique atomique ou la dynamique des galaxies.

## **Une nouvelle science contre-intuitive.**

Sitôt que nous dépassons la gamme des phénomènes auxquels nos sens réagissent, un monde étrange se dévoile.

Les premiers scientifiques du quantique avouaient leur perplexité face aux phénomènes quantiques. Niels Bohr disait : « *Si une personne n'est pas profondément choquée par la mécanique quantique, alors elle ne l'a pas comprise.* »

Richard Feynman dit en son temps : « *Si vous croyez comprendre la physique quantique, vous ne comprenez pas la physique quantique.* »

Devant des phénomènes incompris et parfois incompréhensibles, d'autres scientifiques glissèrent carrément vers ce refuge de l'âme que représente la métaphysique. Heisenberg avançait : « *L'objet de la recherche n'est plus la nature en soi, mais la nature livrée à l'interrogation humaine, et dans cette mesure l'homme ne rencontre ici que lui-même.* » Schrödinger enchérissait : « *Nous avançons sur le chemin de la connaissance et qu'il faut nous laisser guider par la main invisible de la métaphysique qui se tend vers nous comme sortant du brouillard.* » Max Planck s'avouait être mystifié par ses découvertes : « *nous devons supposer, derrière cette force (qui maintient l'atome en un seul morceau), l'existence d'un Esprit conscient et intelligent. Cet Esprit est la matrice de toute matière.* »

Quelles sont les raisons qui motivent ces réflexions ?

### **Un monde étrange se dévoile**

Au plan microscopique, les particules ont tantôt un comportement corpusculaire (entité contenue dans un petit volume) ou ondulatoire (masse nulle en mouvement dans l'espace). Cette dualité matière-onde qui nous échappe au quotidien est néanmoins confirmée au laboratoire.

Le principe d'incertitude stipule qu'il est impossible de connaître avec précision la position et la vitesse d'une particule, la précision de la position se traduisant par l'imprécision de la vitesse et vice-versa. Alors que la mécanique classique traite de grandeurs certaines et d'une dynamique des corps prédictible, la mécanique quantique traite de grandeurs incertaines associées aux particules dont la dynamique est prédictible en termes de probabilités.

La relativité restreinte remet en question les notions de temps et d'espace qui deviennent relatives par rapport à l'observateur d'un corps en mouvement : les distances se contractent et les temps se dilatent.

La relativité élargie montre que temps, espace et gravité sont interreliés. La grille formée par le temps et la distance se déforme tout dépendant de la distribution de la matière qu'elle contient. Pour illustrer cette corrélation, le temps s'écoule plus lentement en fonction de la hauteur, car la gravité décroît avec l'altitude.

L'espace et le temps n'ont pas d'axe absolu. Les directions vont dépendre de l'observation faite. Ainsi, ce qui est la direction du haut dans l'hémisphère nord correspond à la direction du bas dans l'hémisphère sud. La direction du temps (qui avance) n'est confirmée qu'avec l'augmentation de l'entropie qui veut que le désordre augmente, tout comme c'est le cas de l'agitation moléculaire qui augmente lorsqu'un corps chaud est en contact avec un corps froid.

Masse et énergie sont équivalentes et de fait, la masse est constituée de la combinaison de particules élémentaires (fermions et bosons) qui forment le noyau de l'atome et de diverses énergies d'interaction bien plus importantes que l'énergie gravitationnelle. Au niveau cosmique, l'attraction gravitationnelle prépondérante des astres est due à l'effet d'une matière invisible dénommée matière noire qui absorbe toute la matière et les rayonnements alentour. Toutefois, cet effet est contrebalancé par une énergie inconnue dite énergie noire qui fait que les galaxies s'éloignent l'une de l'autre.

Qui plus est, la mécanique quantique admet la présence d'une particule en plusieurs endroits à la fois, mais avec une certaine probabilité, et sa position n'est déterminée que lorsque l'observation est faite.

L'intrication de particules rend possible la communication à une vitesse supérieure à celle de la lumière et des essais embryonnaires de téléportation sont à l'étude.

La vitesse de traitement des ordinateurs quantiques est quasi télépathique et les superlatifs manquent pour en décrire l'efficacité en cryptographie.

Ajoutons que les théories actuelles n'expliquent pas l'ensemble des phénomènes quantiques...

### Questions ouvertes

Les chercheurs qui tendent à donner un sens à la physique du monde établissent des principes qui sont valides tant et autant qu'un contre-exemple ne sera pas trouvé. Toutefois, bien des scientifiques élaborent des scénarios fort différents relativement aux phénomènes quantiques qui les laissent perplexes.

Einstein se refusait à accepter que les propriétés de tout corpuscule atomique ne puissent être comprises qu'en termes de l'interaction avec un observateur lequel en influencerait la détermination et que la réalité observée différait de la réalité intrinsèque. Pour son contemporain Bohr, une particule n'a de réalité que lorsqu'on la mesure et c'est donc l'appareil de mesure qui donne réalité au système quantique.

Pour Einstein, la réalité mesurée est insuffisante pour tout expliquer : des variables non encore prises en ligne de compte, des variables cachées, devraient expliquer ce phénomène. La nature est réelle et il revient à la science de déceler les lois qui la régissent. La physique devrait représenter une réalité dans le temps et l'espace, sans actions mystérieuses (*spooky*) à distance et c'est dans cet esprit qu'il a ainsi synthétisé son approche à la science : « *Dieu ne joue pas aux dés.* »

Pour ce qui est de l'observation, peut-on avancer que c'est le temps présent qui détermine le passé ? Est-ce l'observation du temps présent qui détermine l'existence ? Y aurait-il une infinité de passés et de futurs possibles qui sont déterminés par l'observation au temps présent ? À quel moment une position probable se matérialise-t-elle en un endroit précis ? Quelle est la cause qui produit cet effet ? Et si cela se produisait au moment de la prise de conscience de la position de l'objet ? La ligne de démarcation entre la corrélation et la causalité est encore floue.

La théorie de la relativité générale a démontré que l'univers est en expansion (plus exactement, ce sont les distances qui séparent les galaxies qui sont en expansion) et cela a été également validé à nouveau grâce au télescope spatial Hubble.

Or, si l'entropie s'accroît avec le temps qui avance, il faut admettre qu'elle diminue avec le temps qui recule. Le calcul a permis d'avancer la thèse qu'à l'origine, l'univers a commencé par la grande explosion du Big Bang il y a de cela 13,8 milliards d'années. De fait, la formation graduelle de la matière de l'univers s'explique à partir du Big Bang. Mais cela ne donne aucune indication sur ce qu'aura pu être le pré Big Bang. Tous les paris sont ouverts et toute une pléthore de thèses imparfaites est proposée.

Ces réflexions ne sont qu'un maigre échantillon des questionnements auxquels se heurtent ceux qui s'aventurent dans les arcanes de la mécanique quantique, car il devient difficile d'échapper à ces questionnements « métaquantiques » qui remettent en cause la nature même de la réalité.

Une centaine d'années après les débuts de la science quantique, les chercheurs n'échappent pas aux réflexions de fonds que soulève le monde quantique. Pour le contemporain Alain Aspect qui a vérifié expérimentalement l'intrication quantique, *« quelle que soit l'évolution de nos conceptions futures, il sera remarquable que l'étude même du monde extérieur ait abouti à la conclusion scientifique que le contenu de la conscience est la réalité universelle ultime... »*

Il est fort possible qu'une redéfinition de l'évolution de la matière, de l'univers et de l'existence soit en gestation.



Le télescope Hubble (Photo Wikimedia Commons) arrimé au bras canadien de la navette spatiale

([https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Views\\_of\\_the\\_Hubble\\_Space\\_Telescope#/media/File:Hubble\\_Space\\_Telescope\\_Grappled\\_by\\_Shuttle\\_Arm\\_\(27512134324\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Views_of_the_Hubble_Space_Telescope#/media/File:Hubble_Space_Telescope_Grappled_by_Shuttle_Arm_(27512134324).jpg))

