

Interprétations et polémiques

Nous voyons trop grand. Aucun d'entre nous n'a jamais vu un atome, et nous ne possédons même pas en nous quelque intuition qui nous aiderait à visualiser un phénomène à l'échelle atomique. La découverte de la mécanique quantique et du principe d'incertitude a démontré que non seulement l'homme pouvait s'arracher à des notions profondément enracinées, mais encore découvrir et accepter des faits qu'il était pourtant incapable de se représenter visuellement.

Lev Landau.

La difficulté pour des gens comme Einstein ou Bohr, c'est qu'ils n'ont pas seulement à créer une physique, ils doivent en créer une nouvelle contre une ancienne. C'est là qu'un certain nombre de métaphores vont jouer le rôle de « béquilles » conceptuelles pour une transition entre les deux physiques. C'est particulièrement net chez Niels Bohr. En simplifiant beaucoup, on peut dire qu'Einstein était resté un homme du XIXe siècle, la relativité étant comme l'apogée un peu inattendue de la physique newtonienne. En revanche, avec la physique quantique, la démarcation d'avec le sens commun est double : non seulement les objets du monde physique ne sont pas ce qu'ils paraissent être, mais ils ne correspondent pas non plus à ce qu'en disait la physique précédente. Bohr et ses acolytes vont avoir à penser le réel contre des idées qui semblaient avoir acquis une validité absolue.

[...] C'est donc ce refus de « faire de la métaphysique », cette métaphysique négative, qui a permis l'édification de la nouvelle théorie. Avec les succès croissants de la quantique, l'attitude heuristique et empiriste est devenue une position de principe et des générations de physiciens ont été éduquées dans l'esprit « ce qui se passe au fond, je ne veux pas le savoir ». C'est ainsi, par exemple, que les notions de « complémentarité » ou de « dualité onde-corpuscule » ont servi essentiellement à évacuer des questions conceptuelles gênantes : ce fut le grand art de Bohr que de permettre à la physique quantique d'avancer malgré les critiques — pertinentes — comme celles d'Einstein.

Quantique entretien avec **Jean-Marc Lévy-Leblond** - 11 Mar 2015

<http://www.revue3emillenaire.com/blog/quantique-entretien-avec-jean-marc-levy-leblond/>

La vraie nature des objets quantiques a été pendant longtemps mal comprise : la preuve en est qu'on les décrit encore habituellement en invoquant « la dualité onde - corpuscule ». Il faut remarquer tout d'abord que cette formulation est au mieux ambiguë : faut-il penser un objet quantique comme étant à la fois une onde et une particule, ou parfois l'une, parfois l'autre ? Aucune de ces deux interprétations n'a en fait de sens. « **Onde** » et « **particule** » **ne sont pas des choses, mais des concepts**, et des concepts incompatibles, qui ne peuvent pas caractériser la même entité. Il est vrai que les objets quantiques se comportent dans certains cas comme des particules et dans d'autre cas comme des ondes, mais il est encore plus vrai que dans la plupart des situations (en particulier celles que l'on peut explorer grâce aux expériences modernes et complexes), ils ne ressemblent ni à une onde, ni à une particule.

J.M. Levy-Leblond.

Quel est le problème fondamental auquel se trouvent confrontés les fondateurs de la mécanique quantique, à savoir Bohr, Heisenberg, Born, Pauli et Schrödinger ? En termes kantien, la physique quantique met au jour un niveau de réalité qui échappe aux « formes pures de l'intuition sensible », l'espace et le temps. De ce fait, les micro-objets quantiques, contrairement aux objets macro-physiques peuplant le monde tel que nous le percevons à

notre échelle, ne peuvent être pensés comme des substances permanentes ayant une existence et des caractéristiques intrinsèques : les microparticules ont un comportement phénoménal discontinu, et la plupart des propriétés qu'on leur attribue ne sont (sauf dans certains cas précis) valables que par rapport à un contexte expérimental donné.

Ilias Yocariss. *Des images et des paraboles : Niels Bohr et le discours descriptif en physique quantique.*
<http://journals.openedition.org/narratologie/6025>

Il serait inexact de dire que la lumière (comme tout autre système quantique d'ailleurs) est à la fois une onde et un corpuscule, elle n'est ni l'un, ni l'autre. Le manque d'un vocabulaire adéquat et l'impossibilité de se faire une représentation mentale intuitive des phénomènes à petite échelle nous font voir ces objets comme ayant une nature, par elle-même, antinomique. Pour lever cet apparent paradoxe et insister sur l'imperfection de nos concepts classiques d'onde et de corpuscule, les physiciens Jean-Marc Lévy-Leblond et Françoise Balibar ont proposé d'utiliser le terme de « **quanton** » pour parler d'un objet quantique. Un quanton n'est ni une onde, ni un corpuscule, mais peut présenter les deux aspects selon le principe de complémentarité de Bohr.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Dualit%C3%A9_onde-corpuscule

En effet, pourquoi chercherait-on une sorte de liaison causale entre le corpuscule et l'onde s'il s'agit uniquement de deux images, de deux points de vue pris sur un phénomène complexe ? En fait, les thèses qui représentaient l'onde pilote dirigeant le corpuscule n'ont apporté que des métaphores pour traduire la simple association du corpuscule et de l'onde. Tout ce qu'on peut dire, c'est que cette association n'est ni causale, ni substantive. Le corpuscule et l'onde ne sont pas des choses liées par des mécanismes. Leur association est d'ordre mathématique ; on doit les comprendre comme des moments différents de la mathématisation de l'expérience. Le conflit est d'ailleurs atténué quand on interprète, avec les théories récentes, les ondes comme des probabilités de présence pour les corpuscules.

G. Bachelard. Le nouvel esprit scientifique.

A très petite échelle, les choses ne se comportent en rien comme ce dont vous avez une expérience directe. Elles ne se comportent pas comme des ondes, elles ne se comportent pas comme des particules, elles ne se comportent pas comme des nuages, ni comme des boules de billard, ni comme des poids sur une corde, ni comme rien que vous ayez jamais vu. Historiquement, l'électron, par exemple, fut d'abord supposé se conduire comme une particule, puis on trouva qu'il se comportait en plusieurs points comme une onde. Il ne se conduit donc réellement ni comme l'une ni comme l'autre. A l'heure actuelle, nous avons abandonné ce dilemme et nous disons : il n'est ni l'une ni l'autre.

R. Feynman.

En physique quantique, la valeur d'une observable¹ comme la position ou la vitesse d'une particule n'est généralement prédite que de façon statistique, par la probabilité de trouver telle ou telle valeur. **Niels Bohr, l'un des fondateurs de la mécanique quantique tient pour fondamental le caractère probabiliste des prédictions de cette théorie. Pour Albert Einstein, au contraire, l'impossibilité de prédire les résultats des mesures autrement qu'en termes probabilistes est selon lui la preuve que la théorie quantique est « incomplète »,** qu'elle oublie de prendre en compte certains aspects de la réalité. Le débat est engagé.

Alain Aspect. Le débat Bohr-Einstein et l'intrication quantique à l'épreuve de l'expérience.