

LA NAISSANCE DE LA PHYSIQUE QUANTIQUE

Une chose remarquable se produit en 1900, lorsque Max Planck étudie le rayonnement du corps noir. Plus on chauffe un corps, plus le rayonnement qu'il émet s'élève en fréquence (la couleur devrait aller vers le violet et ensuite l'ultraviolet). Dans les faits, ce n'est pas le cas. Il y a ce qu'on appelle la catastrophe de l'ultraviolet : le rayonnement émis ne correspond pas au calcul.

Max Planck formule l'hypothèse que la lumière (le rayonnement électromagnétique) est émise par petits grains d'énergie qu'on appelle des quanta (quantum, au singulier). Il définit par le calcul la quantité d'énergie transportée par chaque quantum de lumière donnée par la formule : $E = h \times f$ ou $E = h \cdot f$ (la lettre h étant la constante de Planck et f la fréquence de l'onde du quantum).

C'est Albert Einstein qui va annoncer que non seulement la lumière est émise par quanta, mais aussi qu'elle se transmet par quanta. C'est la compréhension de l'effet photoélectrique découvert par Hertz au XIXe siècle, qui va permettre Einstein de comprendre que la lumière est également de nature corpusculaire. Cela veut dire que la lumière ne se transmet pas de façon continue dans l'espace, mais par petits grains d'énergie appelés quanta.

Nous en arrivons, en 1905, à la conclusion que la lumière a une double nature : ondulatoire et corpusculaire. Ceci constitue le premier grand principe de la physique quantique : la double nature ondulatoire et corpusculaire de la lumière. Alors, la lumière est-elle une onde ou une particule ? La lumière est-elle formée d'ondes ou de particules ? Quelques années plus tard le quantum de lumière sera baptisé photon (du grec photos qui veut dire lumière).

En 1924, le jeune physicien Louis de Broglie annonce, dans sa thèse de doctorat, que non seulement la lumière est de nature ondulatoire, mais que les électrons et les autres particules de matière sont également de nature ondulatoire. Il recevra pour cela le prix Nobel quelques années plus tard.

Nous voici donc dans une situation étonnante qui établit que la matière est constituée de particules élémentaires qui se comportent à la fois comme des ondes et comme des particules. Dans le monde macroscopique, on n'a jamais vu une bille se comporter à la fois comme une onde et comme une particule, même si une bille est formée de particules élémentaires.

Rappelons que ce qu'on appelle lumière en physique n'est pas simplement la lumière visible (du rouge au violet), mais aussi toutes les ondes

électromagnétiques allant des ondes radio (grandes longueurs d'onde) aux rayons X et aux rayons gamma (très haute fréquences). Rappelons aussi que plus la fréquence de la lumière est élevée plus son énergie est élevée c'est-à-dire, que l'énergie de chaque quantum, comme l'avait montré Max Planck, est fonction de sa fréquence ($E = h \cdot f$).

Le principe d'incertitude d'Heisenberg (principe d'indétermination)

En 1923, le jeune physicien Werner Heisenberg énonce son principe d'incertitude appelée également principe d'indétermination. Il s'énonce à peu près ainsi : on ne peut connaître simultanément avec précision à la fois la position et la vitesse (quantité de mouvement) d'une particule. Autrement dit, on ne peut jamais connaître la trajectoire exacte d'une particule qui elle, est déterminé par la position et la vitesse. Il est facile de déterminer, en tout temps, la trajectoire exacte d'un avion en fonction de sa position de départ et sa vitesse, mais il est impossible de faire la même chose pour les particules élémentaires, des constituants fondamentaux de la matière. L'énoncé du principe d'incertitude est plus complexe, mais il n'est pas nécessaire à ce niveau de le développer davantage.

La fonction d'onde de Schrödinger

En 1924, le physicien Erwin Schrödinger énonce son équation appelée équation de la fonction d'onde d'une particule. Puisqu'il est impossible de connaître avec précision la position d'une particule en fonction du temps, il trouve le moyen de calculer la probabilité de présence d'une particule en fonction du temps. Cette formule est l'équation de la fonction d'onde de Schrödinger. Ces calculs font appel aux nombres complexes, et le carré du module de la fonction d'onde donne la probabilité de présence d'une particule dans un volume donné en fonction du temps. Autrement dit, on ne peut connaître que des probabilités de présence ou des probabilités de position de ces particules élémentaires (photons, électrons, etc.).

Dans toute cette approche de la jeune physique quantique, il faut retenir essentiellement ceci :

1- La lumière (photons) et toute matière (électrons, protons, neutrons) se comportent à la fois comme des ondes et comme des particules.

2- On ne peut connaître avec exactitude la trajectoire d'une particule comme on peut connaître la trajectoire d'une balle qu'on lance. Il y a une indétermination quant aux mouvements de ces particules.

Prélude à la seconde révolution quantique

Les autres textes sur cette page développent la naissance de la seconde révolution quantique qui a débuté avec l'apparent paradoxe des sauts quantiques (atome de Bohr, 1923) - qui faisait sauter également Einstein et Schrödinger - et qui se poursuivra avec le paradoxe EPR (voir les autres textes) en 1935.

C'est John Bell (théorème de Bell) dans les années 1960 qui, à la suite de David Bohm, scellera la preuve de la seconde révolution quantique, à savoir : le phénomène des corrélations quantiques (intrications quantiques) et la découverte de la non-localité des phénomènes quantiques.

La nature non-locale de certaines propriétés de la conscience sera également prouvée par de nombreux chercheurs, malgré les fortes résistances des esprits cartésiens-mécanistes.

Marc Saint Hilaire

<https://sites.google.com/site/maitresaintgermain/alphascience>