

SCHRÖDINGER ERWIN



L'équation d'onde de Schrödinger est un élément clé de la physique quantique, elle décrit les variations spatiales et temporelles des ondes de matière. Cette équation est à la **physique quantique** ce que les lois du mouvement de Newton sont à la **physique classique**.

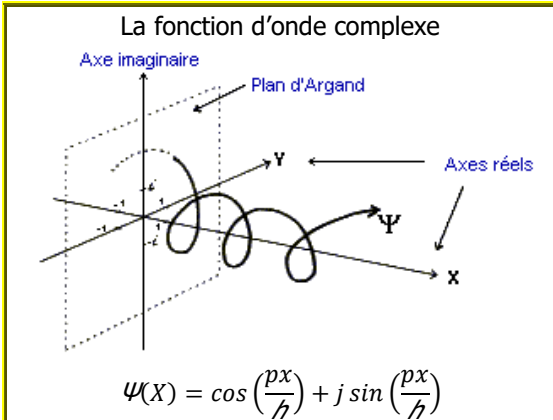
Louis De Broglie, en étudiant la longueur d'onde du photon, comprend que celle-ci ne dépend que de sa quantité de mouvement (**p**) ; par extension à la matière, il démontre ainsi que celle-ci possède également une nature ondulatoire.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}$$

L'équation de Schrödinger est une équation d'onde qui généralise l'approche de De Broglie aux particules massives non-relativistes soumises à une force dérivant d'une énergie potentielle. L'énergie mécanique totale est classiquement :

$$E = \frac{p^2}{2m} + V(r)$$

Si Schrödinger confirma l'hypothèse de De Broglie et lui donna son assise mathématique, il n'expliquait pas ce que représentait une fonction d'onde, ce que pouvait être une onde d'électrons, d'atomes ou de molécules. Les physiciens utilisaient ces concepts mais s'interrogeaient sur leur réalité. Chacun savait rattacher une image sur un terme comme une "onde lumineuse". Chacun pouvait en effet facilement se représenter un rayon de lumière qui se propage en ondulant. On savait également se représenter une onde sonore qui n'était qu'une onde de compression de l'air. Mais comment diable pouvait-on représenter un "paquet d'ondes" ? Que restait-il de lui lorsqu'il entrait en collision avec un atome ? Se brisait-il vraiment en mille morceaux ainsi que le stipulait l'équation de Schrödinger ? Mais dans ce cas, l'électron devrait se briser, or ce n'était pas ce qui se produisait dans la réalité...



En septembre 1926, Bohr invita Schrödinger à Copenhague mais tous deux restèrent inflexibles sur l'interprétation de la nouvelle théorie. Aux yeux de Bohr, la théorie ondulatoire, de caractère continu était incompatible avec le phénomène discontinu que représentaient les "sauts quantiques". Pour Schrödinger, comme nous l'avons dit, l'interprétation probabiliste était irréaliste. Dans son esprit, l'atome devait être conçu comme un tout, une "vibration universelle" car sa fonction d'onde contenait toutes les informations de la particule. En fait Bohr et Schrödinger n'interprétaient pas les résultats expérimentaux de la même façon. Il faudra attendre une année pour réconcilier les deux physiciens.

Pratiquement, l'équation de Schrödinger permet de calculer la forme de l'onde Ψ qui est associée à une particule de masse m , située au point q de coordonnées (x,y,z) au temps t . Ainsi que l'exprime la formule de Schrödinger, la fonction d'onde Ψ est complexe, elle incorpore un facteur "j" qui ne permet pas de se l'imaginer dans l'espace classique, ordinaire.

Comme toute variable imaginaire, "j" se représente dans un plan perpendiculaire à l'axe du temps ou de l'axe des abscisses, dans une nouvelle dimension spatiale. Pour une fonction d'onde complexe, il faut recourir à un plan de projection complexe qui vient se superposer aux dimensions spatiales réelles x,y,z , de façon à pouvoir décrire la fonction Ψ dans l'espace. Le carré de l'amplitude de probabilité, $|\Psi|^2$ peut ainsi être projeté sur ces nouveaux axes réels et complexes.

Ces explications en termes probabilistes déplurent à une majorité de physiciens qui appartenaient tous à l'école déterminisme. Ce manque de précision ne les satisfaisait pas mais il fallait s'y accoutumer, d'autant que quelques mois plus tard, Heisenberg allait encore abattre un pan de l'édifice érigé à la gloire du déterminisme.

Etablissement de l'équation d'onde de Schrödinger	
On considère une particule de masse m se déplaçant sur un axe Ox est soumis à une force $\vec{F} = -grad(V)$ dérivant du potentiel $V(x)$	
Rappel de la quantité de mouvement :	1) $\vec{p} = m\vec{v}$ et $\vec{p} = p = mv$
Selon la propriété de la conservation d'énergie, on a :	2) $E = \frac{p^2}{2m} + V(x) = cste$
2 relations quantiques importantes, énergie et impulsion du photon	3) $E = \hbar\omega$ et $p = \hbar k$ k =vecteur d'onde
Par analogie avec les ondes étudiées en physique, on trouve :	4) $\psi(x,t) = \psi_0 e^{j(kx - \omega t)}$
Calculons deux dérivées de Ψ :	5) $\frac{\partial \psi}{\partial t} = -j \frac{-E}{\hbar} \psi$, $\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = \frac{-p^2}{\hbar^2} \psi$
En multipliant 2) par Ψ on obtient	6) $E\psi = \frac{p^2}{2m} \psi + V\psi$
Et par les relations entre dérivées, voici la célèbre équation :	7) $j\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + V\psi$