

[\(Résumé tiré de websciences voir original\)](#)

I Aspects ondulatoire et particulaire de la lumière

1. Comportement ondulatoire de la lumière

Pour Maxwell (1831-1879) la lumière est un cas particulier d'ondes électromagnétiques de longueurs d'onde comprises entre 400 et 800 nm.

Les phénomènes de diffraction ou d'interférences sont des manifestations du comportement ondulatoire de la lumière.

Exemple : Interférences obtenues à l'aide de fentes d'Young.

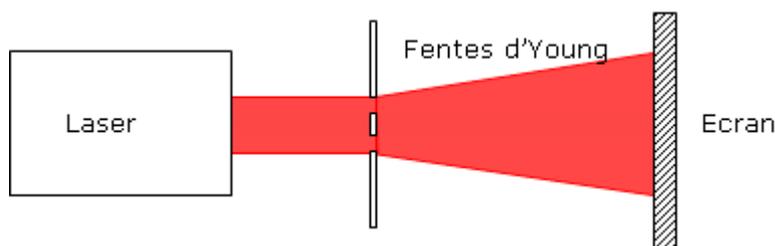


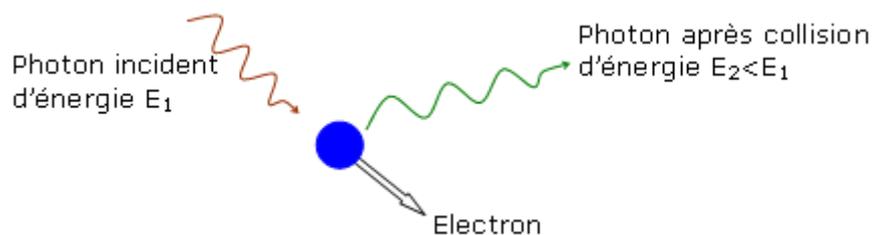
Figure obtenue

2. Comportement particulaire de la lumière

Pour Newton (1643-1727), la lumière est composée de petites particules massiques et rapides. C'est une conception particulaire de la lumière.

Au début du XX^{ème} siècle, Einstein (1879-1955) propose le modèle du photon, qu'on peut considérer comme une particule transportant un quantum d'énergie.

Exemple : L'effet Compton est une manifestation de ce comportement particulaire de la lumière.



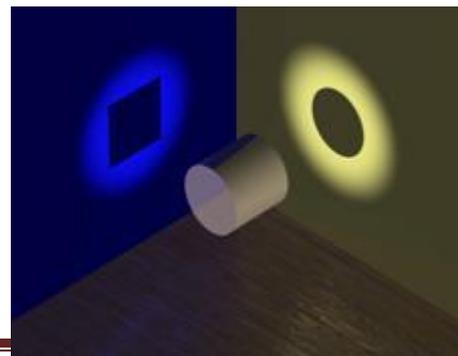
Cette expérience est interprétée comme une collision, dite élastique, entre un photon et un électron. Après la collision, le photon voit son énergie diminuer au profit de l'électron.

3. Dualité onde-particule de la lumière

Les concepts classiques d'onde et de particule pris isolément sont insuffisants pour interpréter complètement la nature de la lumière.

Exemple : métaphore du cylindre

Suivant les conditions d'observation, le cylindre se comporte tantôt comme un cercle, tantôt comme un rectangle. La nature du cylindre est pourtant différente de ces deux éléments pris isolément.



Nature de la lumière : La lumière se comporte tantôt comme une onde, tantôt comme une particule: ce sont les conditions de l'expérience qui orientent son comportement. Pour désigner ce double comportement, on utilise l'expression de dualité onde-particule.

II. Particules matérielles et onde de matière

1. L'hypothèse de de Broglie

En 1924, Louis de Broglie propose de généraliser la dualité onde-particule, admise pour la lumière, à tous les objets microscopiques: il émet ainsi l'hypothèse que ce double comportement est observable chez tous les objets microscopiques de la matière (électrons, protons, neutrons...) (hypothèse est confirmée en 1927).

Les objets microscopiques de la matière (électrons, protons...) présentent, comme la lumière, un double aspect ondulatoire et particulaire.



Louis de Broglie

2. La relation de de Broglie

À chaque particule en mouvement est associée une onde de matière de longueur d'onde λ , liée à la quantité de mouvement p de la particule par la relation de de Broglie:

$$p = h/\lambda \quad \text{avec } h : \text{constante de Planck}$$

3. Condition d'observation du comportement ondulatoire

Le comportement ondulatoire des objets microscopiques est significatif lorsque la dimension a de l'obstacle ou de l'ouverture est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde de matière λ .

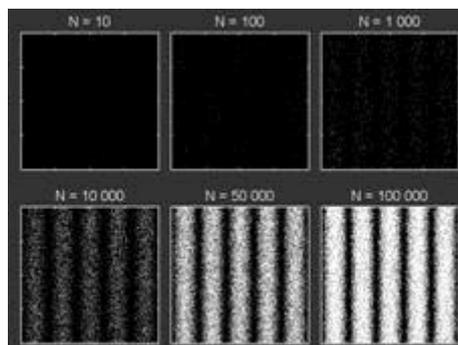
Remarque : La constante de Planck étant extrêmement faible, les objets de notre quotidien ont un comportement ondulatoire indécélable.

III. Aspect probabiliste des phénomènes quantiques

1. Phénomènes quantiques

Définition : Les phénomènes quantiques sont les phénomènes où interviennent des objets microscopiques de la matière et qui ne s'expliquent pas par les lois classiques de la physique.

Exemple : La dualité onde-particule est un phénomène quantique.



La figure illustre les interférences particule par particule obtenues avec un faisceau d'électrons traversant des fentes de Young. La distribution spatiale des impacts des électrons sur l'écran semble chaotique pour un faible nombre d'électrons (10 à 1000). Pour un nombre important, la distribution est ordonnée : on observe d'une part des zones où le nombre d'impacts est important, d'autre part des zones avec très peu d'impacts.

Cette distribution ordonnée des impacts peut s'interpréter par un comportement aléatoire de la particule de matière.

2. Approche probabiliste

Le comportement aléatoire des particules quantiques permet d'extraire des informations de nature probabiliste.

Exemple : Sur la figure ci-contre les zones les plus lumineuses correspondent aux zones où la probabilité d'impact d'un photon sur l'écran est la plus importante. À l'opposé, la probabilité d'impact d'un photon est très faible pour les zones sombres.

