

Onde électromagnétique et photon : →

Vidéo 1

Dans le cadre du modèle particulaire d'Einstein, les rayonnements électromagnétiques, dont la lumière constitue la partie visible, transportent des **quanta d'énergie** appelés photons. Le photon est une particule de masse nulle.

L'expression des quanta d'énergie E est donnée par :

ΔE en Joule (J)
 h = constante de Planck = $6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s
 $f = \nu$ = fréquence en hertz (Hz)
 λ = longueur d'onde en mètre (m)

$$\Delta E = hf = h\nu = h \times \frac{c}{\lambda}$$

Particule et onde de matière :

La relation de Louis de Broglie associe à une particule matérielle de quantité de mouvement de valeur p , une onde de longueur d'onde λ , telle que :

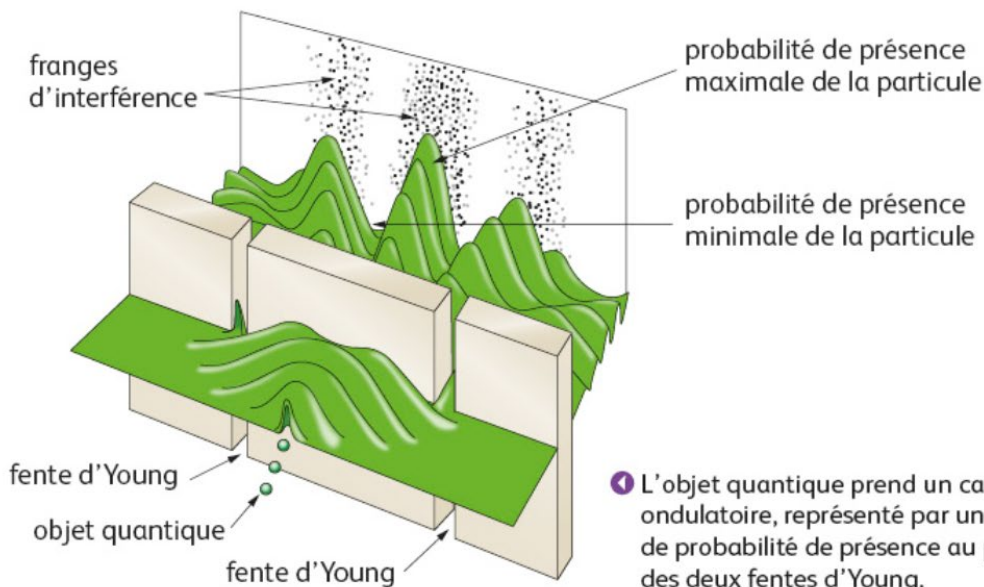
m : masse de la particule en kg
 V : vitesse de la particule en $m \cdot s^{-1}$
 p : quantité de mouvement de la particule en $kg \cdot m \cdot s^{-1}$ ou $J \cdot s \cdot m^{-1}$
 h = constante de Planck = $6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s
 λ = longueur d'onde en mètre (m)

$$p = m \times V = \frac{h}{\lambda}$$

Dualité onde-particule : densité de probabilité de présence : →

Vidéo 2

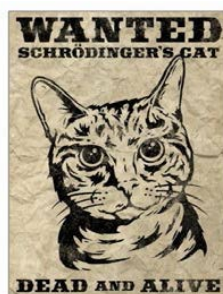
- Un objet quantique présente **simultanément** un aspect particulaire et un aspect ondulatoire.
- Les prévisions sur le comportement d'un objet quantique ne peuvent être que du type **probabiliste**.



① L'objet quantique prend un caractère ondulatoire, représenté par une onde de probabilité de présence au passage des deux fentes d'Young.

Pour conclure une petite conférence sur le monde quantique →

Vidéo 3



EXERCICE – ONDES ET PARTICULES

Si l'on parvient à établir la correspondance entre ondes et corpuscules pour la matière, peut-être sera-t-elle identique à celle qu'on doit admettre entre ondes et corpuscules pour la lumière ? Alors on aura atteint un très beau résultat : une doctrine générale qui établira la même corrélation entre ondes et corpuscules, aussi bien dans le domaine de la lumière que dans celui de la matière.

D'après Notice sur les travaux scientifiques, de Louis de Broglie, 1931

Données numériques :

Masse d'un électron : $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg

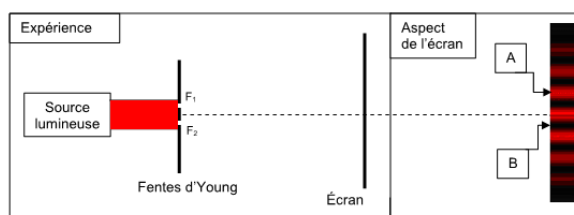
Charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C

Constante de Planck : $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J.s

Vitesse de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3,0 \times 10^8$ m.s⁻¹

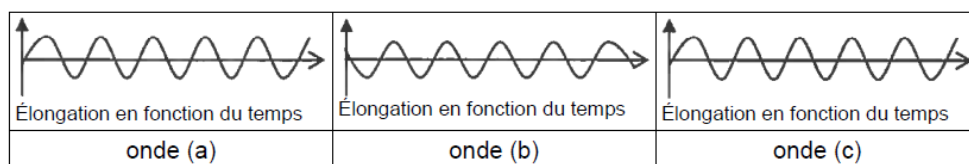
Partie A : Expérience des fentes d'Young

Au début du XIX^e siècle, Thomas Young éclaire deux fentes F_1 , F_2 fines et parallèles (appelés fentes d'Young) à l'aide d'une source lumineuse monochromatique. On observe sur un écran des franges brillantes et des franges sombres. L'aspect de l'écran est représenté ci-dessous.



1. Qualifier les interférences en A et en B.

2. Ci-contre sont représentées les évolutions temporelles de l'élongation de trois ondes (a), (b) et (c).



Choisir en justifiant, les deux ondes qui interfèrent en A et les deux ondes qui interfèrent en B permettant de rendre compte du phénomène observé.

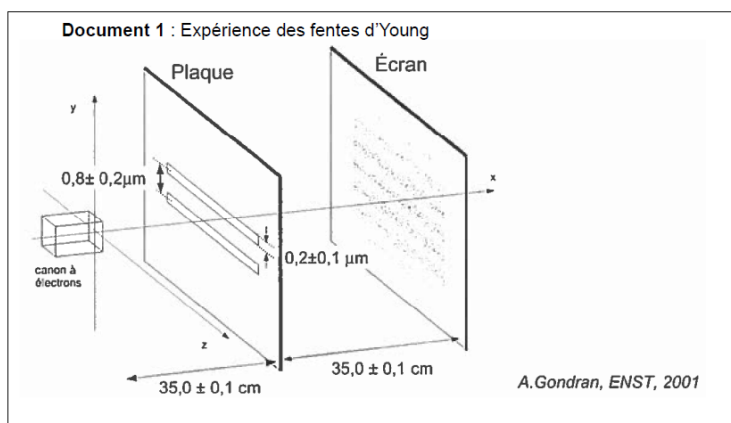
Partie B : Particule de matière et onde de matière

En 1961, Claus Jönsson reproduit l'expérience des fentes d'Young en remplaçant la source lumineuse par un canon à électrons émettant des électrons, de mêmes caractéristiques, un à un. L'impact des électrons sur l'écran est détecté après leur passage à travers la plaque percée de deux fentes.

Répondre aux questions suivantes à partir des documents 1 et 2.

1.1. Peut-on prévoir la position de l'impact d'un électron ? Justifier.

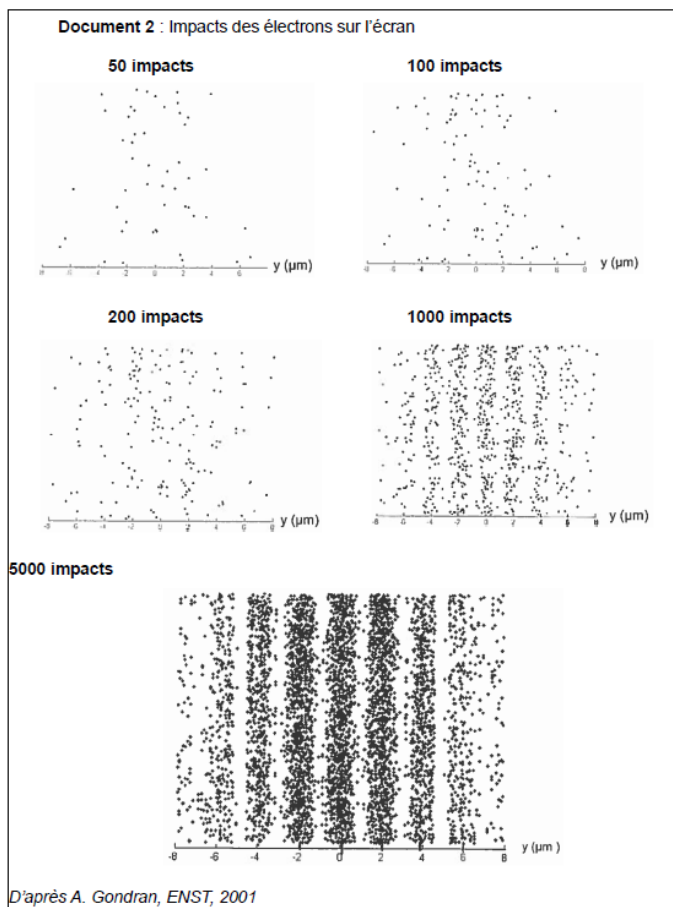
1.2. En quoi cette expérience met-elle en évidence la dualité onde-particule pour l'électron ? Détailler la réponse.



Données :

- Vitesse des électrons : $v = 1,3 \times 10^8$ m.s⁻¹

1.3. Déterminer la valeur de la longueur d'onde de l'onde de matière associée à un électron et donnée par la relation de de Broglie.



D'après A. Gondran, ENST, 2001