

Chapitre : Interférence de 2 ondes lumineuses

I- Interférences lumineuses

Les interférences sont les manifestations expérimentales du caractère ondulatoire de la lumière. On dira qu'il y a **interférence** chaque fois que l'intensité vibratoire résultant de la superposition de plusieurs ondes électromagnétiques diffère de la superposition des intensités vibratoires des différentes ondes.

II- Intensité vibratoire résultante

1) Terme d'interférences

Dans le cas où l'intensité I , somme de deux ondes lumineuses, diffère de la somme de l'intensité de chaque onde, on pose le **terme d'interférence**, I_{12} , tel que $I(M) = I_1(M) + I_2(M) + I_{12}(M)$.

2) Notion d'ondes cohérentes

Dans le cas où le terme d'interférence est non nul, on dit que les ondes sont **cohérentes**. Il existe plusieurs conditions pour que deux ondes soient cohérentes :

- Si deux ondes sont cohérentes, leurs **pulsations sont égales**.
- Deux ondes sont cohérentes si leur **déphasage est constant** ou varie très lentement (de manière à être quasiment constant sur une durée égale au temps de réponse du détecteur utilisé).

III- Formule de Fresnel

1) Énoncé

L'intensité vibratoire résultant de la superposition de deux ondes cohérentes est donnée par la **formule de Fresnel** : $I(M) = I_1(M) + I_2(M) + 2\sqrt{I_1(M)I_2(M)}\cos(\Delta\varphi(M))$

Tips : À l'aide de la notation complexe cette formule est facilement retrouvable (et dans le cas où il y a n ondes, on peut trouver l'intensité résultante).

2) Interprétation physique

L'intensité résultante est une fonction périodique dépendant de $\Delta\varphi$. Ainsi, on peut voir que l'intensité vibratoire est **maximale** si $\Delta\varphi(M) = 2m\pi$, les interférences sont **constructives**. Au contraire, l'intensité est **minimale** si $\Delta\varphi(M) = 2(m+1)\pi$, les interférences sont alors **destructives**, le tout avec $m \in \mathbb{Z}$.

3) Ordre d'interférence

On définit l'**ordre d'interférence** en un point M , notée $p(M)$, comme : $p(M) = \frac{\Delta\varphi(M)}{2\pi}$;

Ainsi, les interférences sont constructives quand $p(M)$ est un **entier** et destructives quand c'est un **demi-entier**.

4) Différence de marche

Dans le cas où les sources sont **synchrones** (même phase à l'origine : $\varphi_{01} = \varphi_{02}$), on définit la différence de marche : $\delta(M) = (S_2M) - (S_1M)$.

Par conséquent, $\Delta\varphi(M) = \frac{2\pi\delta(M)}{\lambda_0}$ et $p(M) = \frac{\delta(M)}{\lambda_0}$.

IV- Figure d'interférences

1) Champ d'interférences

Le **champ d'interférence** est la zone de l'espace éclairée par les deux ondes cohérentes, ainsi c'est la zone dans laquelle on peut trouver des interférences.

2) Franges d'interférences

Les zones de l'espace où l'on retrouve des interférences constructives, l'intensité est à son maximum, sont nommées **surface brillante**. A contrario les zones où les interférences sont destructives, l'intensité est minimale, sont les **surfaces sombres**. L'intersection de ces zones avec l'écran d'observation sont les **franges d'interférences brillantes (resp. sombres)**.

3) Contraste

On appelle **contraste** ou visibilité, notée C ou V, la grandeur sans dimension, appartenant à \mathbb{R}_+ , tel que : $C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$.

Dans le cas où $I_1 = I_2$, $C \in [0,1]$.

V- Retour sur la notion de cohérence

1) Cas de deux sources distinctes

Deux sources **distinctes** quasi-monochromatiques ne produisent pas d'interférences. Elles constituent deux sources **incohérentes** et $I(M) = I_1(M) + I_2(M)$.

2) Cas de deux sources mutuellement cohérentes

Pour obtenir des sources cohérentes, on se sert de dispositifs interférentiels pour obtenir à l'aide d'une source primaire S deux sources secondaires « jumelles », S_1 et S_2 , elles sont alors **mutuellement cohérentes**.

Pour pouvoir observer, de deux sources mutuellement cohérentes, des interférences, il faut que $\delta(M) < l_c$ avec l_c la longueur de cohérence du rayonnement émis par la source.