Superposition de deux ondes lumineuses:

déf: il y a interférence lorsque l'éclairement résultant de la superposition de plusieurs ondes électromagnétiques diffèrent de la superposition de leur éclairement.

I) Superposition de 2 ondes lumineuses sphériques.

On considère 2 ondes monochromatiques, avec les champs électriques, provenant de S_1, S_2

$$\vec{E_1}(M,t) = \vec{E_{01}}\cos(\omega t - \varphi_1(M)) \quad ; \quad \vec{E_2} = \vec{E_{02}}\cos(\omega t - \varphi_2(M)).$$

$$\text{et} \quad \varphi_1(M) = \varphi_{1,0} + \frac{\omega_1}{c}[S_1M] \; ; \; \varphi_2(M) = \varphi_{2,0} + \frac{\omega_2}{c}[S_2M].$$

$$\mathcal{E}(M) = \underbrace{\frac{1}{2}K\|\vec{E_{01}}\|^2}_{\mathcal{E}_1(M)} + \underbrace{\frac{1}{2}K\|\vec{E_{02}}\|^2}_{\mathcal{E}_2(M)} + \underbrace{2K\langle \vec{E_{01}}\cdot\vec{E_{02}}\cos(\omega_1 t - \varphi_1(M))\cos(\omega_2 t - \varphi_2(M))\rangle}_{\text{terme d'interférence } \mathcal{E}_{1,2}(M)}$$

- Ondes cohérentes: → terme d'interférence non nul. $\Rightarrow \mathcal{E}_{1,2}(M) \neq 0$

$$\Rightarrow K\langle \vec{E_{01}}\cdot\vec{E_{02}}\cos((\omega_1-\omega_2)t - \varphi_1(M) + \varphi_2(M))\rangle \neq 0$$
$$\Rightarrow \omega_1 = \omega_2.$$

Pour des ondes cohérentes: $\mathcal{E}_{1,2}(M) = K\langle \vec{E_{01}}\cdot\vec{E_{02}}\cos(\frac{\omega}{c}([S_2M]-[S_1M]) + \varphi_{02} - \varphi_{01})\rangle$.

- hypothèse de sources synchrones: $\varphi_{02} = \varphi_{01}$.
- Pas d'interférences si $\vec{E_{01}}\cdot\vec{E_{02}} = 0$. Approximation scalaire: $\vec{E_{01}}\cdot\vec{E_{02}} \simeq E_{01}E_{02}$.

D'où : $\boxed{\text{Formule de Fresnel: } \mathcal{E}(M) = \mathcal{E}_1(M) + \mathcal{E}_2(M) + 2\sqrt{\mathcal{E}_1}\sqrt{\mathcal{E}_2}\cos(\Delta\varphi(M)).}$

monochromatiques, m̂ pulsation, cohérentes.

Interférences totalement constructives si $\Delta\varphi(M) = 2p\pi, p \in \mathbb{Z}$.

——— destructives — $\Delta\varphi(M) = (2p+1)\pi, \; p \in \mathbb{Z}$.

- différence de marche: $\delta(M) = [S_2M] - [S_1M]$.

$$\Delta\varphi(M) = \frac{2\pi}{\lambda_0}\delta(M).$$

- Ordre d'interférence: $p(M) = \frac{\Delta\varphi(M)}{2\pi}$. Si onde cohérente + synchrone: $\frac{\delta(M)}{\lambda_0} = p(M)$

D'où $p = m \in \mathbb{Z} \longrightarrow$ ttlt constructives.
$p = m + \frac{1}{2} \longrightarrow$ ttlt destructives.

Definition Contraste, ou Visibilité:

$$\boxed{C = \frac{\mathcal{E}_{max} - \mathcal{E}_{min}}{\mathcal{E}_{max} + \mathcal{E}_{min}}.}$$

Si on pose $u = \frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2}$, $C = \frac{2\sqrt{u}}{1+u}$. C_{max} pour $u = 1$.

Contraste détecté par l'oeil jusqu'à 4/5 %.

Rem: On peut écrire: $\begin{cases} \mathcal{E}(M) = 2\mathcal{E}_{moy}(1 + C\cos(\Delta\varphi(M))). & (\mathcal{E}_1 \neq \mathcal{E}_2) \\ \mathcal{E}(M) = 2\mathcal{E}_0(1 + \cos(\Delta\varphi(M))). & (\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_0). \end{cases}$

Retour sur la notion de cohérence : Pas exactement monochromatiques.

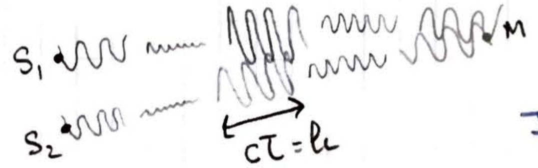
- pour 2 sources distinctes, $\varphi_{01} \neq \varphi_{02}$ et $\vec{E_{01}} \cdot \vec{E_{02}} \neq E_{01} E_{02}$. Varient aléatoirement ;

$\Rightarrow$ Valeur moyenne nulle de $\mathcal{E}_{1,2}(M)$.

Donc $\mathcal{E}(M) = \mathcal{E}_1(M) + \mathcal{E}_2(M)$.

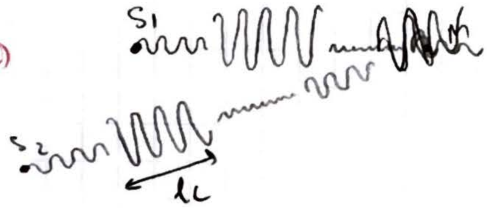
délivrent la même séquence de trains d'ondes.

- On prend 2 sources mutuellement cohérentes : modèle des trains d'onde.

1) 

ℓ_c : longueur de cohérence temporelle.

Ici, $\delta(M) < \ell_c$. Sources cohérentes.

2) 

$\delta(M) > \ell_c$. Sources plus cohérentes.

Rem : Si ℓ_c est finie, la source présente un défaut de cohérence temporelle.