Interrogation de cours _ Optique Ch 1 et 2

1) Les deux ondes sont cohérentes $\Rightarrow$ on somme les vibrations lumineuses

$$\underline{s}_{tot} = \underline{s}_1 + \underline{s}_2$$

On a alors : $I = \langle s_{tot}^2 \rangle = \frac{1}{2} \mathrm{Re}\left(\underline{s}_{tot} \cdot \underline{s}_{tot}^* \right)$

$$\Rightarrow I = \frac{1}{2} \mathrm{Re} \left(\left(S_{o_1} e^{i(\omega t - \varphi_1)} + S_{o_2} e^{i(\omega t - \varphi_2)} \right) \cdot \left(S_{01} e^{-i(\omega t - \varphi_1)} + S_2 e^{-i(\omega t - \varphi_2)} \right) \right)$$

$$= \frac{1}{2} S_{o1}^2 + \frac{1}{2} S_{o2}^2 + \frac{1}{2} S_{o1} S_{o2} \mathrm{Re} \left(\underbrace{e^{i(\varphi_2 - \varphi_1)} + e^{i(\varphi_1 - \varphi_2)}}_{2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)} \right)$$

Si le rayon (1) est seul :

$$I_1 = \langle s_1^2 \rangle = \frac{S_{o1}^2}{2} \Rightarrow \frac{S_{o1}}{\sqrt{2}} = \sqrt{I_1}$$

De même $I_2 = \frac{S_{o2}^2}{2}$ et $\frac{S_{o2}}{\sqrt{2}} = \sqrt{I_2}$

On a ainsi : $\boxed{I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi)}$

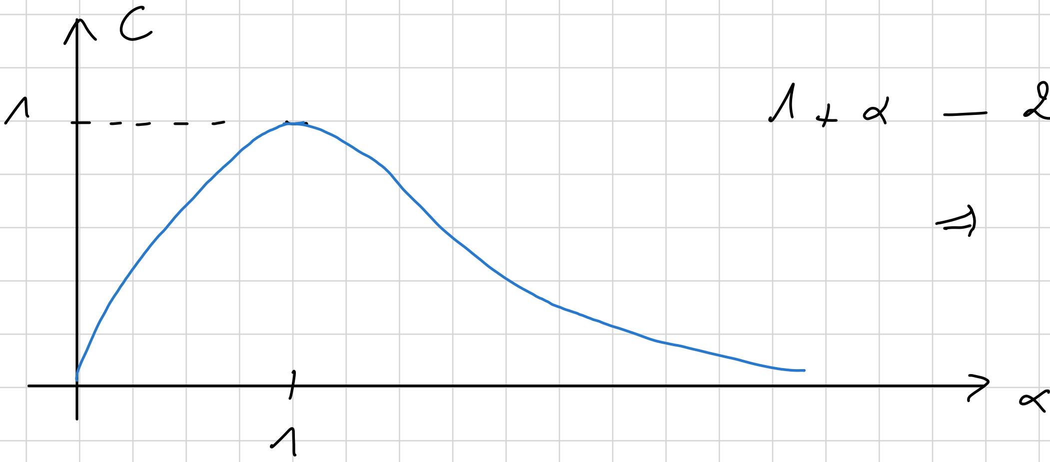
$$\begin{cases} \varphi_1 = \varphi_1(S) + \frac{2\pi}{\lambda_0} L_{SM}^{(1)} \\ \varphi_2 = \varphi_2(S) + \frac{2\pi}{\lambda_0} L_{SM}^{(2)} \end{cases} \Rightarrow \boxed{\varphi = \frac{2\pi}{\lambda_0} \delta} \quad \text{avec } \delta = L_{SM}^{(2)} - L_{SM}^{(1)}$$

Il s'agit de la formule de FRESNEL

2) $C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$ avec $\begin{cases} I_{max} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \\ I_{min} = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2} \end{cases}$

$$\Rightarrow C = \frac{4\sqrt{I_1 I_2}}{2(I_1 + I_2)} = \boxed{\frac{2\sqrt{\alpha}}{1+\alpha}} \quad \text{pour } I_2 = I_1 \alpha$$

3) $C(0) = 0$ $\qquad C \xrightarrow[\alpha \to \infty]{} 0$

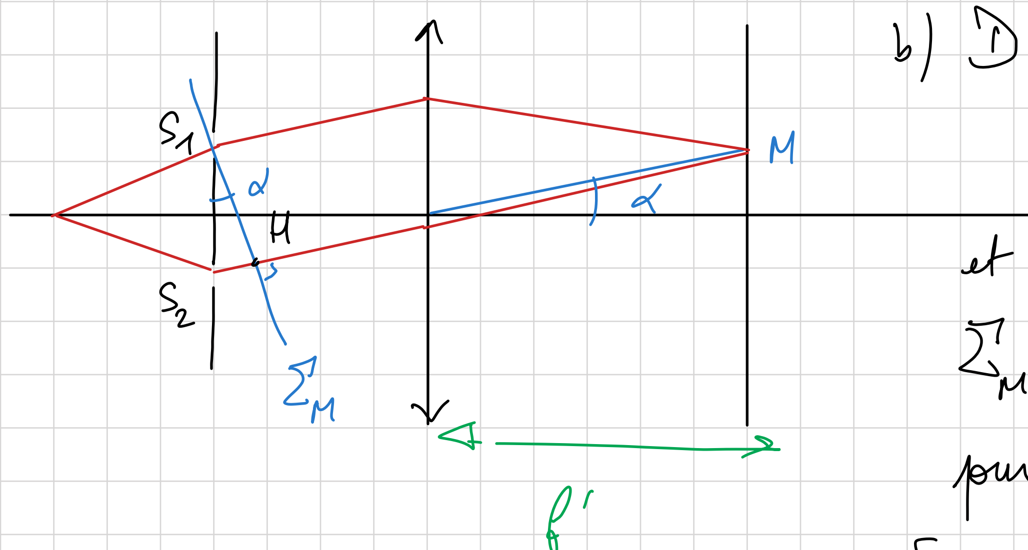


$$1+\alpha - 2\sqrt{\alpha} = \left(1-\sqrt{\alpha}\right)^2 \geq 0$$

$$\Rightarrow C \leq 1$$

Le contraste est maximal pour $\alpha = 1$.

4. a)

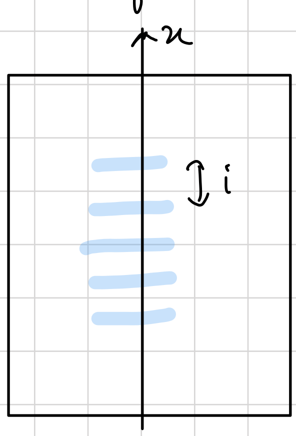


b) D'après le principe du retour inverse de la lumière et le théorème de Malus : Σ_M est une surface d'onde pour un point source en M

$\Rightarrow \delta = S_2H$

$$\left.\begin{aligned} \sin\alpha &= \frac{S_2H}{a} \\ \tan\alpha &= \frac{x}{f'} \end{aligned}\right\} \quad S_2H = \frac{ax}{f'}$$ dans le cadre de l'approximation des petits angles.

c)



Franges rectilignes d'équation $x = $ cte

$$I = 2I_0\left(1 + \cos\left(2\pi \frac{a}{\lambda f'} x\right)\right)$$

$\Rightarrow \boxed{i = \frac{\lambda f'}{a}}$ interfrange

5) a) $p_1 = \frac{\delta}{\lambda_1}$ b) $p_2 = \frac{\delta}{\lambda_2}$

c) Brouillage en M si $p_1 - p_2$ est un demi-entier

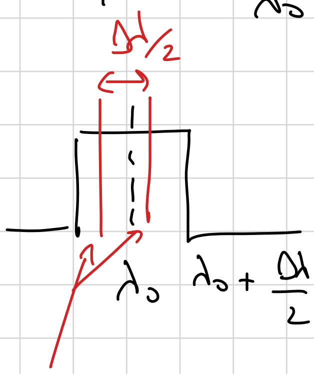
d) $$p_1 - p_2 = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_2 \lambda_1}\left(\frac{ax}{f'}\right) = \frac{1}{2}$$

$$p'_1 - p'_2 = \frac{\lambda_2-\lambda_1}{\lambda_2\lambda_1}\left(\frac{ax'}{f'}\right) = \frac{3}{2}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\lambda_2-\lambda_1}{\lambda_2\lambda_1}\,\frac{a}{f'}\,|x'-x| = 1 \quad \text{soit} \quad (x-x') = \frac{\lambda_2\lambda_1}{\lambda_2-\lambda_1}\,\frac{f'}{a}$$

Il s'agit de la périodicité du brouillage.

e) $p_0 = \frac{\delta}{\lambda_0}$ $\quad p_m = \frac{\delta}{\lambda_0+\frac{\Delta\lambda}{2}}$



Pour $p_0 - p_m = 1/2$ il y a brouillage entre λ_0 et $\lambda_0 + \frac{\Delta\lambda}{2}$

On peut alors apparier 2 longueurs d'onde dans la raie considérée qui donnent un brouillage 2 à 2 $\Rightarrow$ le contraste global est alors nul

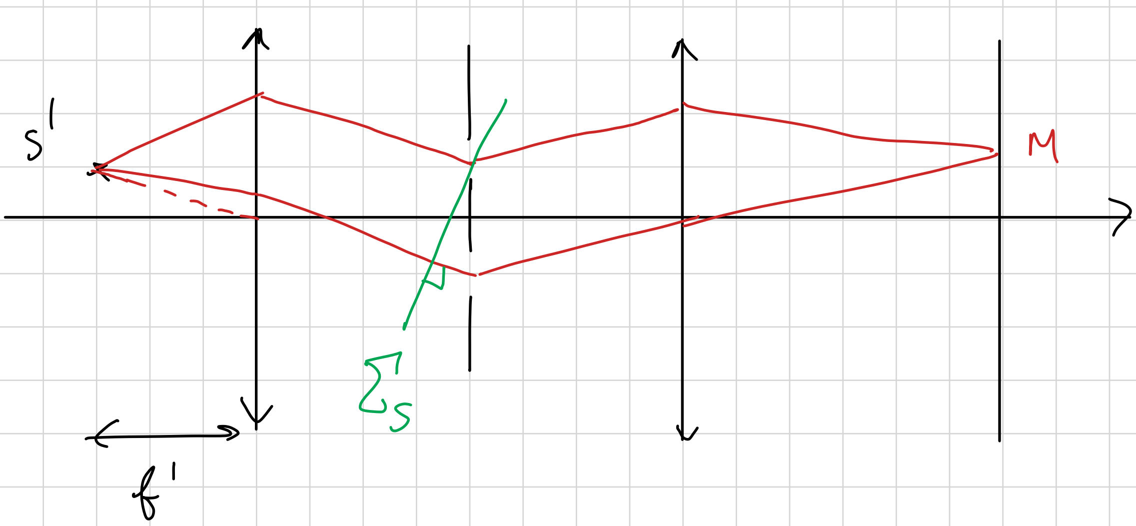
Pour $\delta = \delta_{max}$ $\quad p_0 - p_m = \frac{\Delta\lambda}{2\lambda_0\left(\lambda_0+\frac{\Delta\lambda}{2}\right)}\,\delta_{max}$

$$\simeq \frac{\Delta\lambda}{2\lambda_0^2}\,\delta_{max}$$

$$= \frac{1}{2}$$

$\Rightarrow \delta_{max} = \frac{\lambda_0^2}{\Delta\lambda}$ (longueur de cohérence de la source)

f)



$$\delta' = \frac{ax}{f'} + \frac{a\xi}{f'}$$

même raisonnement que précédemment avec $\Sigma_{S'}$ surface d'onde pour S'

c) brouillage pour $p - p'$ demi-entier avec $\begin{cases} p = \dfrac{\delta}{\lambda} \\ p' = \dfrac{\delta'}{\lambda} \end{cases}$

d) Pour une source étendue de taille b, on veut $\Delta p = \dfrac{1}{2}$ entre le centre de la source et un bord (comme en 5.)

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{\lambda}\left(\frac{ax}{f'} + \frac{ab}{2f'}\right) - \frac{1}{\lambda}\left(\frac{ax}{f'}\right) = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{\frac{b}{f'} = \frac{\lambda}{a}}$$