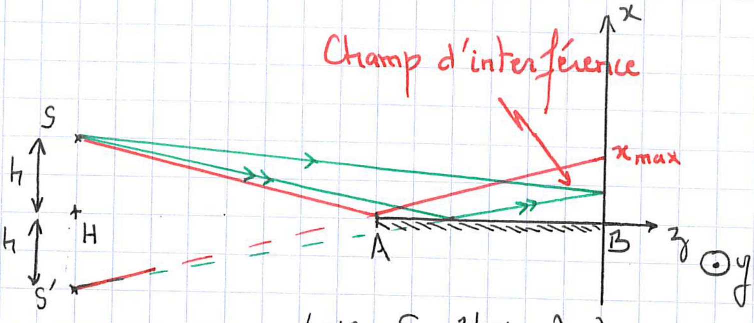
OP211. Miroir de Lloyd

1 a) Soit S' le conjugué de S par le miroir.
Les deux sources S et S' mutuellement cohérentes sont équivalentes à un dispositif de trous de Young.
On obtient donc sur l'écran des franges rectilignes selon (By).



(NB : $\delta = \dfrac{2hx}{HB} + \dfrac{\lambda}{2}$)

b) Par analogie avec les trous de Young : $\boxed{i = \dfrac{\lambda HB}{2h}}$ $i = 82\ \mu m$.

c) $di = -\dfrac{\lambda HB}{2h^2} dh$. Donc pour $dh > 0$, l'interfrange diminue.

d) La superposition de figures d'interférence d'interfranges différents peu générer des brouillages.

On utilise le critère semi-quantitatif de brouillage sur la moitié de la hauteur de la source :

$$\left| p\left(h+\frac{\ell}{2}\right) - p(h) \right| \geq \frac{1}{2} \Rightarrow \left| \frac{\ell x}{\lambda HB} \right| \geq \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\ell \geq \frac{\lambda HB}{2|x|}}$$

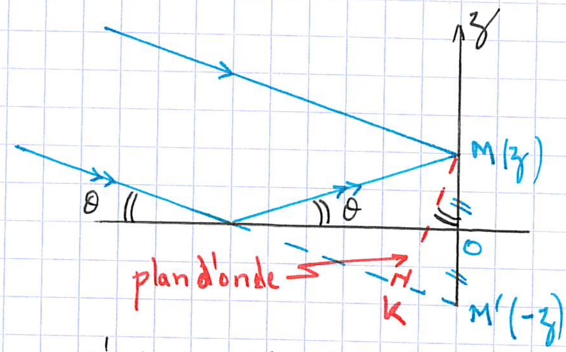
La valeur ℓ_{min} de ℓ pour laquelle aucune des franges de l'écran n'est brouillée est

$$\ell_{min} = \frac{\lambda HB}{2 x_{max}}$$

où $\dfrac{x_{max}}{AB} = \dfrac{h}{HA}$ (théorème de Thalès) $\Rightarrow$ $\Rightarrow \dfrac{1}{x_{max}} = \dfrac{1}{h}\dfrac{HA}{AB}$

d'où $\boxed{\ell_{min} = \dfrac{\lambda HB . HA}{2h\, AB}}$ $\ell_{min} = 0{,}16$ mm.

3 a) Le dispositif équivalent au miroir de Lloyd est cette fois éclairé par une onde plane



M' image M par la mer (miroir plan)

$$\delta = (KM') + \frac{\lambda}{2} = 2z \sin\theta + \frac{\lambda}{2}$$

Calculons l'interfrange dans les deux cas proposés.

h (m)	10	700
$\sin\theta$	$1\ 10^{-3}$	$7\ 10^{-2}$
i (m)	$1{,}5\ 10^{3}$	21

La frange en $z = 0$ est sombre ($\dfrac{\delta}{\lambda}(z=0) = \dfrac{1}{2}$)

Sa hauteur au dessus de la mer est d'environ $\dfrac{i}{4}$ donc 375 m dans le premier cas et 5 m dans le deuxième.
Dans ce deuxième cas, il est possible de placer un capteur sur le mat d'un bateau à une hauteur excédant 5 m.

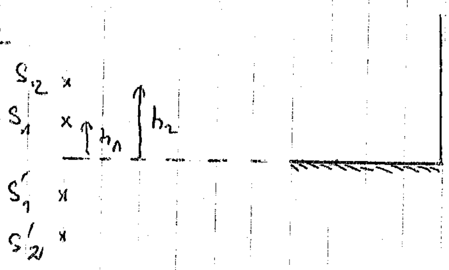
b) En considérant que $R_\perp$ est le coefficient de réflexion en intensité

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\varphi \quad \text{ou} \quad I_2 = R_\perp I_1$$

$$= I_1\left(1 + R_\perp + 2\sqrt{R_\perp}\cos\varphi\right) \longrightarrow I = I_1(1+R_\perp)\left(1 + \frac{2\sqrt{R_\perp}}{1+R_\perp}\cos\varphi\right)$$

Contraste : $C = \dfrac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \dfrac{2\sqrt{R_\perp}}{1+R_\perp} = 0{,}994$ Les interférences restent très bien contrastées.

2)



a) Bien que monochromatiques de même longueur d'onde, les 2 sources sont incohérentes. La figure d'interférence sera la superposition des figures dues à chaque source.
Les franges de chaque système ont des interfranges d.

b) Ordre de la 10^e frange noire due à S_1 : $p_1 = \dfrac{\delta_1}{\lambda_0} = \dfrac{2h_1 x}{\lambda_0 HB} + \dfrac{1}{2} = 9 + \dfrac{1}{2}$ car frange sombre en $x = 0$ d'ordre $\frac{1}{2}$

Frange brillante due à S_2 : $p_2 = \dfrac{\delta_2}{\lambda_0} = \dfrac{2h_2 x}{\lambda_0 HB} + \dfrac{1}{2} = n \quad (n \in \mathbb{N}^*)$

$$\Longrightarrow x = \frac{9}{2}\frac{\lambda_0 HB}{h_1} = \frac{\lambda_0 HB}{2h_2}\left(n - \frac{1}{2}\right) \longrightarrow \frac{9}{h_1} = \frac{1}{h_2}\left(n - \frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{2n-1}{18} \longrightarrow \frac{h_2 - h_1}{h_1} = \frac{2n-19}{18}$$

Au minimum $n = 10 \rightarrow \boxed{h_2 - h_1 = \dfrac{h_1}{18}}$

4 - a) Lors du déplacement de S, l'interfrange diminue et le champ d'interférence augmente.

b) On multiplie les points source incohérents entre eux. La figure d'interférence se brouille peu à peu.