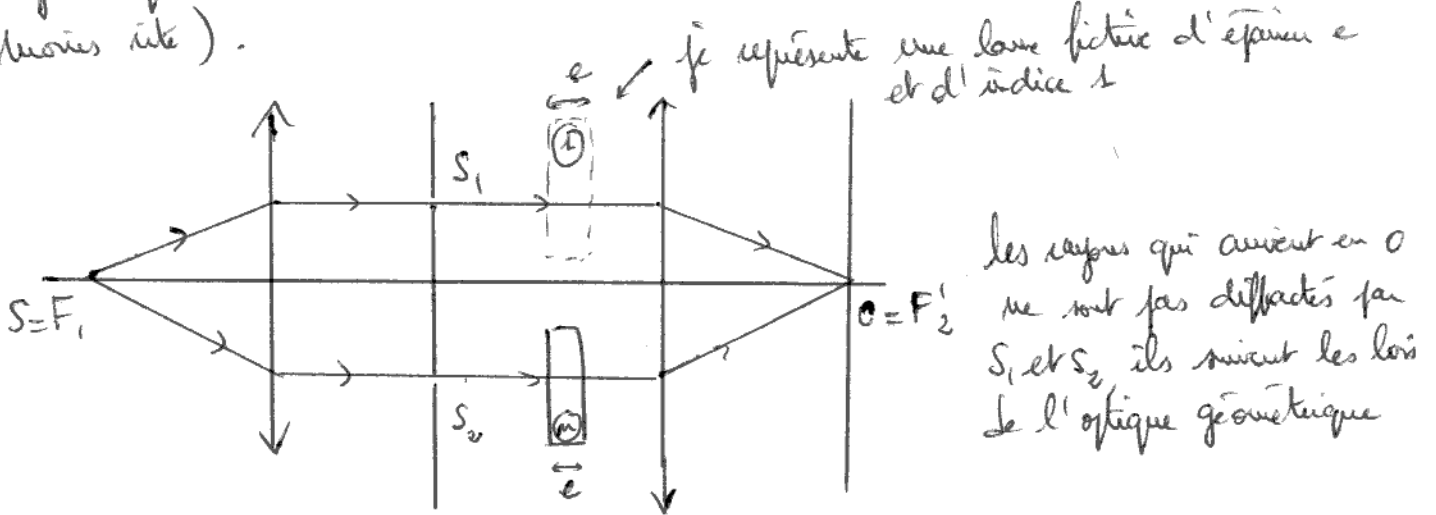


VIII - Dispositif de Fraunhofer

1/2

Données: $f'_1 = 30 \text{ cm}$ $f'_2 = 50 \text{ cm}$ $\lambda = 0,8 \text{ mm}$ $n = 1,6$ $e = 30 \mu\text{m}$

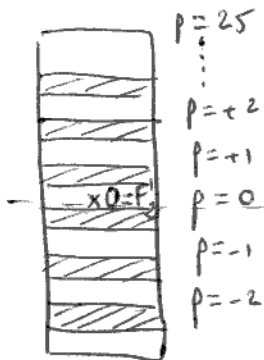
- 1) La frange centrale se trouve en un point M_0 en dessous de F'_2 (les franges sont descendues) or on a: $(SS_1, M_0) = (SS_2, M_0)$. Le trajet par S_1 est donc plus long en distance que le trajet par S_2 , c'est pour compenser le fait que la lame est derrière S_2 (dans la lame la lumière va moins vite).



$$\delta_{21}(0)_{\text{avec lame}} = \underbrace{\delta_{21}(0)_{\text{sans lame}}}_{=0} + \underbrace{M \times e - 1 \times e}_{\text{différence de marche dans la lame: (chemin (2) - chemin (1))}}$$

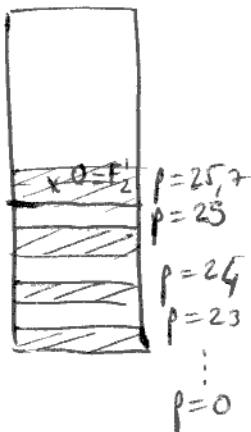
d'où $p(0)_{\text{avec lame}} = \frac{(n-1)e}{\lambda}$ AN: $p(0)_{\text{avec lame}} = 25,7$

sur l'écran sans la lame



les franges descendues

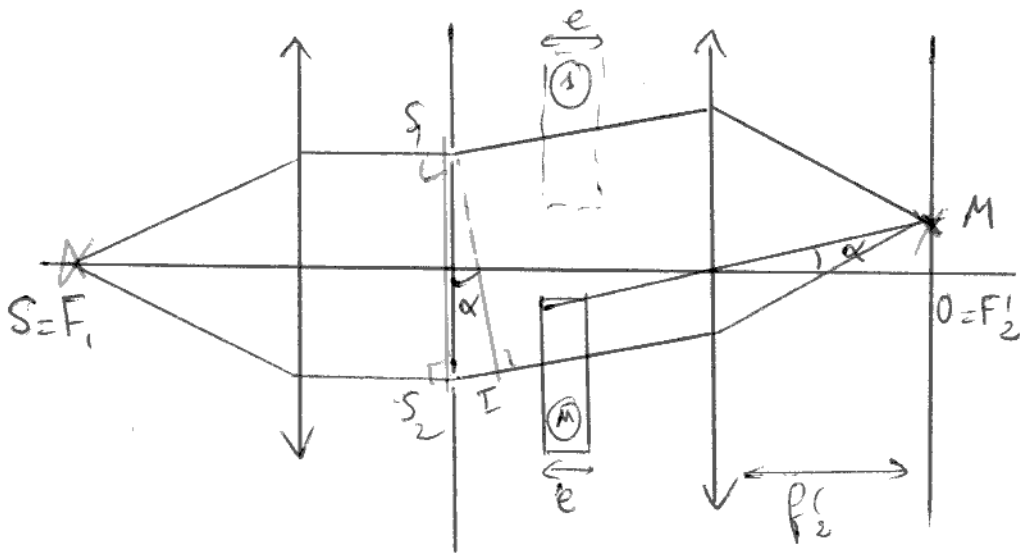
sur l'écran avec la lame



au point O , on a une frange
les franges d'ordre $p=1, 2, \dots, 25$
soit 25 franges brillantes

2)

2/2



(la présence de la lame ne modifie pas le tracé des rayons)

$$\text{on a : } \delta_{21}(M)_{\text{avec lame}} = \delta_{21}(M)_{\text{sans lame}} + \frac{n \times e - 1 \times e}{\text{différence de marche dans la lame (chemin 2 - chemin 1)}}$$

$$\begin{aligned} \text{avec } \delta_{21}(M)_{\text{sans lame}} &= (SS_2M) - (SS_1M) \\ &= (SS_2) + (S_2I) + (IM) - (SS_1) - (S_1M) \\ &= S_2I = \frac{ax}{f_2'} \end{aligned}$$

Ceci M se comporte comme une source par principe de retour inverse de la lumière

Car entre une source et une surface d'onde, le chemin optique est constant.

$$\text{Donc } (SS_1) = (SS_2) \text{ et } (S_1M) = (IM)$$

$$\sin \alpha = \frac{S_2I}{a} \approx \alpha \text{ et } \tan \alpha = \frac{x}{f_2'} \approx \alpha$$

$$\text{soit } \boxed{\delta_{21}(M)_{\text{avec lame}} = \frac{ax}{f_2'} + (n-1)e}$$

$$\text{la frange centrale vérifie } \delta_{21}(u_0) = 0 = \frac{au_0}{f_2'} + (n-1)e$$

$$\text{soit } \boxed{u_0 = -\frac{f_2'(n-1)e}{a}} < 0 \text{ elle est bien descendue}$$

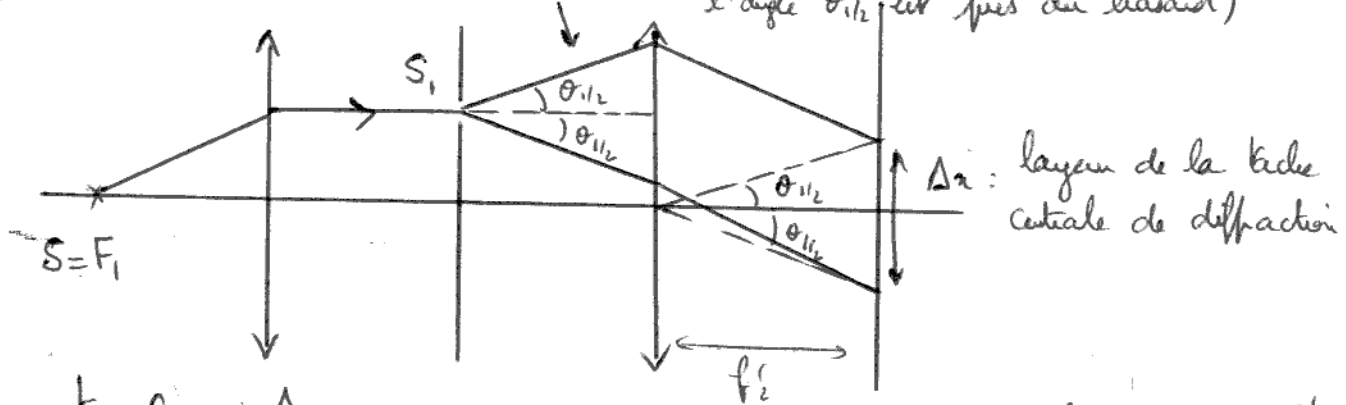
$$\underline{\underline{AN : u_0 = -1,1 \text{ cm}}}$$

VII - Une ou deux fentes

1/2

1)

je représente les deux rayons à la limite de la tâche centrale de diffraction (ou le demi l'angle $\theta_{1/2}$ est pris au hasard)

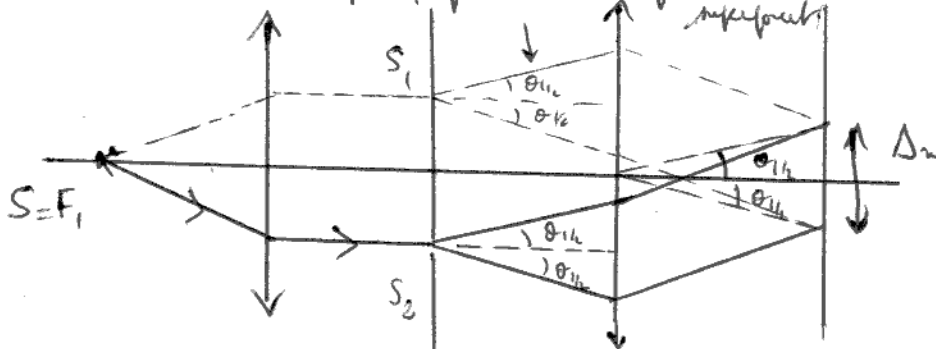


$\tan \theta_{1/2} = \frac{\Delta x}{2f_2} \approx \theta_{1/2}$ avec $\theta_{1/2} = \frac{\lambda}{b}$: la tâche de diffraction est d'autant plus grande que b est petit

d'où $\Delta x = \frac{2\lambda f_2}{b}$ AN: $\Delta x = 26 \text{ cm}$

2)

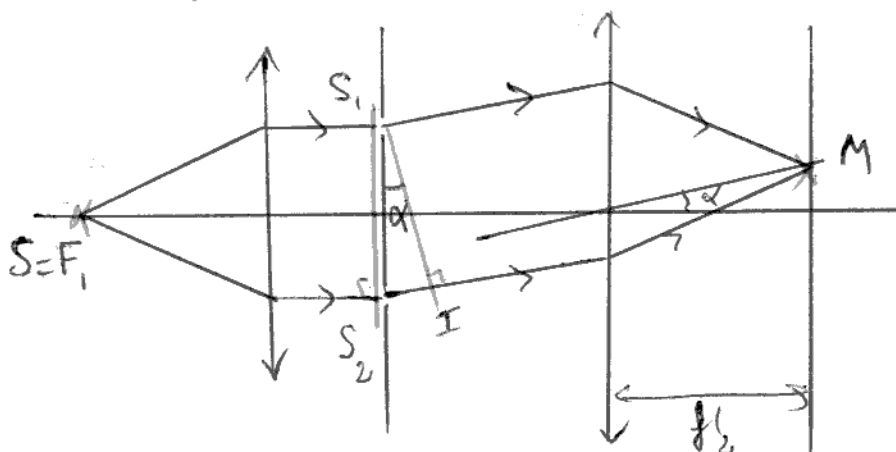
j'ai représenté en pointillés la diffraction par S_1 pour montrer que les tâches se superposent



les deux fentes sont identiques, les tâches centrales de diffraction ont la même forme et la même largeur $\Delta x = 26 \text{ cm}$

3) Les deux tâches centrales de diffraction se superposent et constituent le champ d'interférences de largeur $\Delta x = \frac{2\lambda f_2}{b} = 26 \text{ cm}$

4) Je continue les deux rayons issus de S qui interfèrent en M (je prends un point M avec $n > 0$ pour la démonstration car il est plus prudent de travailler avec des grandeurs > 0 mais le résultat est aussi valable pour $n < 0$).



(même si S_1 et S_2 les rayons ne sont pas tout droit, il y a diffraction pour que les 2 rayons atteignent M)

Par principe de retour inverse de la lumière, M se comporte comme $\frac{\lambda}{2}$ une source.

Entre une source et une surface d'onde, le chemin optique est constant
soit : $(SS_1) = (SS_2)$ et $(S, M) = (IM)$

$$\begin{aligned}\delta_{21}(M) &= (SS_2M) - (SS_1M) \\ &= (\cancel{SS_2}) + (S_2I) + (\cancel{IM}) - (\cancel{SS_1}) - (\cancel{S_1M}) \\ &= S_2I\end{aligned}$$

$$\text{Donc } \alpha = \frac{\pi}{f'_2} \approx \alpha \quad \text{et} \quad \sin \alpha = \frac{S_2I}{a} \approx \alpha \quad \text{d'où} \quad \boxed{\delta_{21}(M) = \frac{ax}{f'_2}}$$

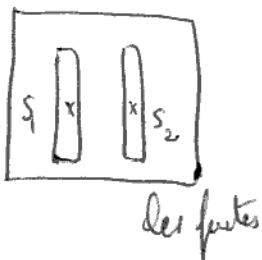
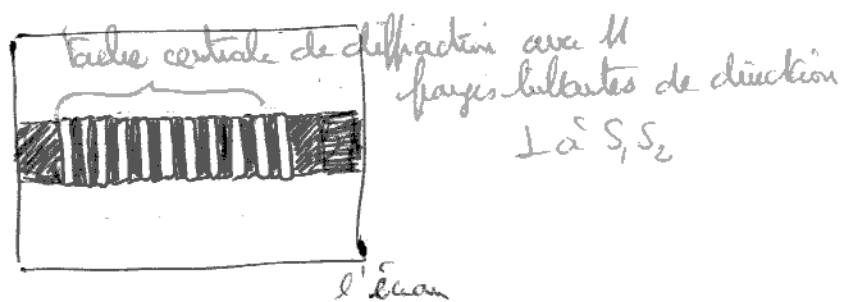
$$\text{L'ordre d'interférences est } \boxed{p(\alpha) = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{ax}{\lambda f'_2}}$$

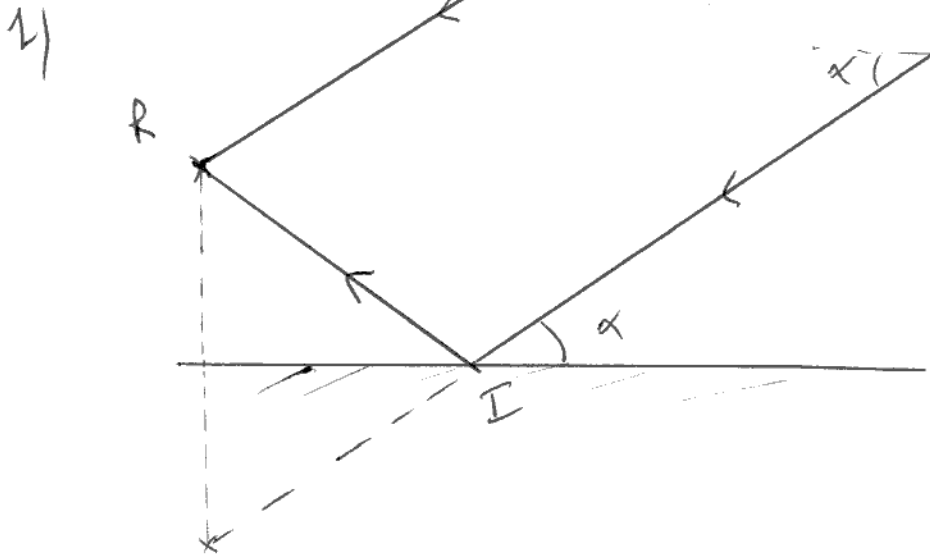
Je calcule $p_{\min}$ et $p_{\max}$ aux limites du champ d'interférences en $x = \pm \frac{\Delta x}{2} = \pm 1,3 \text{ cm}$

$$p_{\min} = p(x = -1,3 \text{ cm}) = \frac{230.10^{-6} \times (-1,3.10^{-2})}{650.10^{-9} \times 0,8} = -5,75$$

$$p_{\max} = p(x = +1,3 \text{ cm}) = +5,75$$

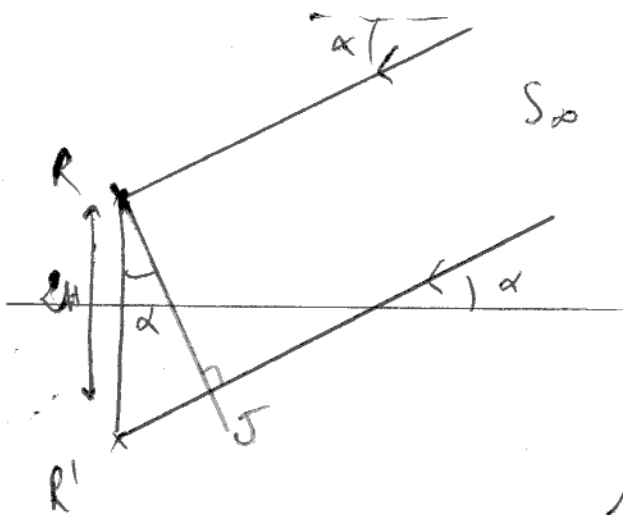
Les franges brillantes correspondent à des ordres d'interférences entiers
 $p = -5, -4, \dots, 0, \dots, 4, 5$ soit au total 11 franges brillantes.





la source est à l'infini et envoie des rayons parallèles, on ne peut pas placer cette source, ni construire son image par le miroir, donc j'ai construit R' , image de R par le miroir.

Par symétrie les distances IR et IR' sont égales donc on peut, pour les calculs, utiliser le rayon $S_\infty IR'$ au lieu de $S_\infty IR$.



$$\delta_{2,1}(R) = (S_\infty R') - (S_\infty R)$$

entre la source S_∞ et la surface d'onde RJ , le chemin optique est constant donc $(S_\infty R) = (S_\infty J)$

$$\delta_{2,1}(R) = (S_\infty J) + (JR') - (S_\infty R) = JR'$$

$$\sin \alpha = \frac{JR'}{2H} \quad \text{soit} \quad \boxed{\delta_{2,1}(R) = 2H \sin \alpha}$$

⚠ avec les miroirs, les angles ne sont pas petits

$$\begin{aligned} \delta_{\text{géométrique}} &= 2H \sin \alpha \\ \delta_{\text{optique}} &= 2H \sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \end{aligned}$$

il y a un déphasage de π

$$\varphi = \frac{2\pi\delta}{\lambda} = \pi \Rightarrow \delta = \frac{\lambda}{2}$$

ce déphasage ajoute une différence de marche de $\lambda/2$

2) Les interférences destructives correspondent à des franges sombres soit à des valeurs de p demi-entières.

$$p = \frac{f_{optique}}{\lambda} = \frac{2H \sin \alpha_h}{\lambda} + \frac{1}{2} = k + \frac{1}{2} \quad \begin{array}{l} k \text{ entier} \\ \text{relatif} \end{array} \quad 2/2$$

$$\text{soit } \left| \frac{2H}{\lambda} \sin \alpha_h = k \right|$$

avec $0 \leq \sin \alpha_h \leq 1$ car α compris entre 0 et $\pi/2$

$$0 \leq k \frac{\lambda}{2H} \leq 1$$

$$0 \leq k \leq \frac{2H}{\lambda} = 2,5 \quad \text{soit } k=1 \text{ ou } 2$$

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{2H} \Rightarrow \underline{\alpha = 23,6^\circ} \quad (k=1)$$

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{2H} \Rightarrow \underline{\alpha = 53,1^\circ} \quad (k=2)$$

3) Le contraste est défini par : $C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \frac{15 - 2}{15 + 2} = 0,76$

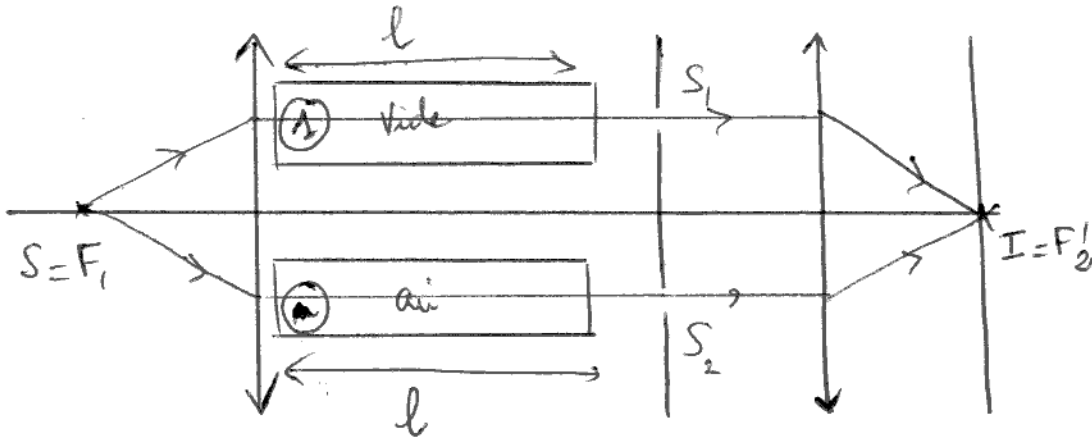
$C = 0,76 > 0,5$: les franges se distinguent encore les unes des autres

IV - Interférométrie de Rayleigh

1/2

- 1) On fait le vide dans le tube T avant S_1 donc la lumière va plus vite sur le chemin passant par S_1 , pour compenser son retard, la lumière qui passe par S_2 (tube T') doit parcourir une distance plus courte: la frange centrale se trouve en dessous de I, les franges descendent

2)



les rayons qui arrivent en I ne sont pas diffractés par S_1 et S_2 , ils vont tout droit

$$\delta_{2,1}(I)_{\text{avec les tubes}} = \delta_{2,1}(I)_{\text{sans les tubes}} + \underbrace{(n \times l - 1 \times l)}_{\text{différence de marche dans les tubes: chemin 2 - chemin 1}}$$

(S S1 I) = (S S2 I)
sans les tubes

d'où

$$p(I)_{\text{avec les tubes}} = \frac{(n-1)l}{\lambda} = 101,5 \Rightarrow \boxed{n-1 = \frac{101,5 \lambda}{l}}$$

AN $n-1 = 29.10^{-6}$

