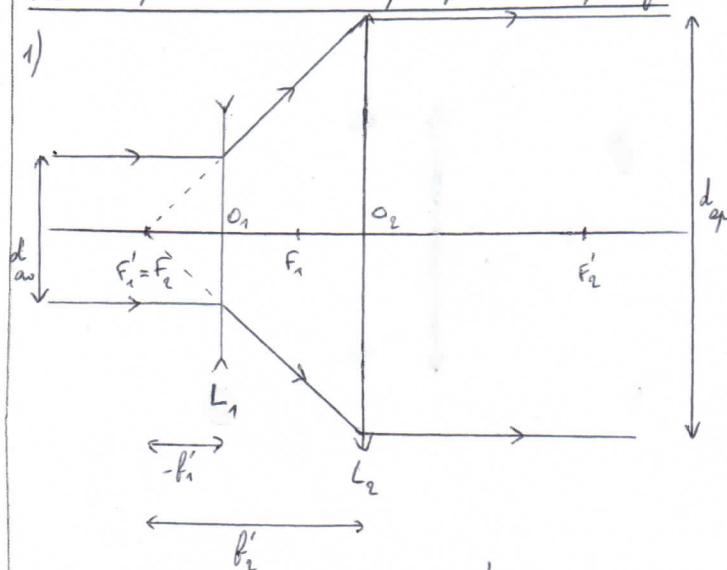


PREMIER PROBLEME : Interférences lumineuses

dispositif des trous d'Young (d'après CCP TSI 2007)

Première partie : réalisation pratique du dispositif :

1)



D'après le théorème de Thalès,  $\frac{-f_1'}{f_2'} = \frac{d_{av}}{d_{ap}}$

$$\Rightarrow \frac{d_{ap}}{d_{av}} = -\frac{f_2'}{f_1'}$$

2) \*  $\lambda = 632,8 \text{ nm} \Rightarrow$  couleur rouge (laser rouge de TP)\* spectre visible :  $400 \text{ nm} < \lambda < 750 \text{ nm}$ 

$\begin{matrix} \uparrow \\ \text{violet} \end{matrix}$        $\begin{matrix} \uparrow \\ \text{rouge} \end{matrix}$

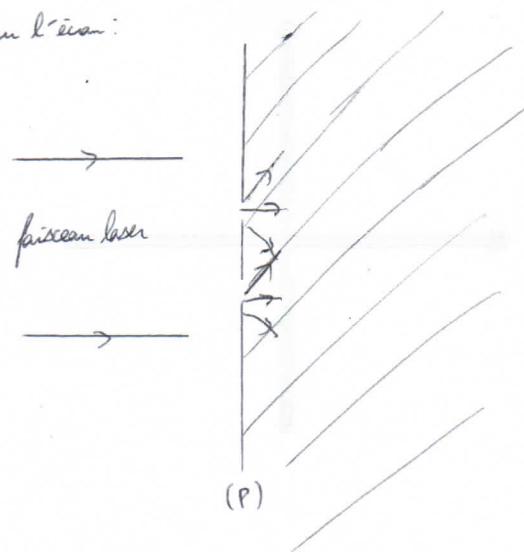
Deuxième partie : description qualitative du phénomène

3) 1) \* En se référant uniquement aux lois de l'optique géométrique, on devrait voir deux petites taches lumineuses sur l'écran (correspondant aux 2 faisceaux lumineux traversant les 2 trous d'Young en ligne droite).

\* Les trous sont de "faibles dimensions", donc on ne peut pas se placer dans le cadre de l'approximation de l'optique géométrique.

\* C'est grâce au phénomène de diffraction de la lumière à la traversée des trous, que l'on observe ce phénomène d'interférences.

3) 2) Sur l'écran :



Champ d'interférences : à droite du plan (P).

4) 1) Sur l'écran (E), on observe une alternance de franges rectilignes sombres et brillantes, parallèles à l'axe y (franges à  $x = c \frac{te}{D}$  car  $d = \frac{ax}{D}$ )

4) 2) Si on obture le trou  $S_2$ , on observe la tache de diffraction d'une ouverture circulaire (tache d'Airy)  
 $\Rightarrow$  alternance d'anneaux sombres et brillants centrés en  $x = \frac{a}{2}, y = 0, z = 0$ .

4) 3) \* Si on translate (P) suivant Ox, la figure d'interférences est translatee selon Ox de la même quantité.

\* Si on translate (P) selon Oy, la figure d'interférences sera inchangée (l'intensité lumineuse ne dépend pas de y).

4) 4) Si on translate (E) suivant  $y'z$ , D change, l'interfrange est modifié ( $i = \frac{\lambda D}{a}$ ).

Troisième partie : description quantitative du phénomène

$$\begin{aligned}
 5) 1) \quad & \begin{array}{c|ccccc} \pi & y & & & & \\ \hline & 0 & & & & \\ & & & & & \end{array} \quad S_1 \left| \begin{array}{c} \frac{a}{2} \\ 0 \\ -D \end{array} \right. \quad S_2 \left| \begin{array}{c} -\frac{a}{2} \\ 0 \\ -D \end{array} \right. \\
 & \xrightarrow{S_1 \cap} \begin{array}{c} x - \frac{a}{2} \\ y \\ D \end{array} & \xrightarrow{S_2 \cap} \begin{array}{c} x + \frac{a}{2} \\ y \\ D \end{array} \\
 \Rightarrow S_1 \cap = \sqrt{(x - \frac{a}{2})^2 + y^2 + D^2} & \quad & \Rightarrow S_2 \cap = \sqrt{(x + \frac{a}{2})^2 + y^2 + D^2} \\
 \Rightarrow S_1 \cap = \sqrt{(x + \frac{a}{2})^2 + y^2 + D^2} \quad \text{et} \quad S_2 \cap = \sqrt{(x - \frac{a}{2})^2 + y^2 + D^2} \\
 \Rightarrow S(\pi) = S_2 \cap - S_1 \cap = \sqrt{(x + \frac{a}{2})^2 + y^2 + D^2} - \sqrt{(x - \frac{a}{2})^2 + y^2 + D^2}
 \end{aligned}$$

$$5) 2) S_1 \pi = \sqrt{(x - \frac{a}{2})^2 + y^2 + D^2} = D \sqrt{1 + \frac{y^2}{D^2} + \frac{(x - \frac{a}{2})^2}{D^2}} \\ = D \left( 1 + \frac{y^2}{2D^2} + \frac{(x - \frac{a}{2})^2}{2D^2} \right)$$

$a, x, y \ll D$

$$\text{De même, } S_2 \pi = D \left( 1 + \frac{y^2}{2D^2} + \frac{(x + \frac{a}{2})^2}{2D^2} \right)$$

$$\delta = S_2 \pi - S_1 \pi = \frac{D}{2D^2} \left[ (x + \frac{a}{2})^2 - (x - \frac{a}{2})^2 \right]$$

$$\delta(\pi) = \frac{1}{2D} \left( x^2 + \frac{a^2}{4} + ax - \left( x^2 + \frac{a^2}{4} - ax \right) \right)$$

$$\Rightarrow \boxed{\delta(\pi) = \frac{ax}{D}}$$

5) 3) La différence de marche ne dépend que de  $x$   
 $\Rightarrow$  les franges d'interférences sont des lieux  $x = c \frac{k}{\lambda}$ .  
 Si les 2 trous étaient en  $y = y_0$ , on obtiendrait la même différence de marche et donc le même système de franges.

$\Rightarrow$  si on remplace les trous par des fentes, on aura exactement la même figure d'interférences (franges rectilignes  $\parallel$  à  $Oy$ ), mais plus lumineuse.

6) 1) Il faut le temps  $T_1 = \frac{S_1 \pi}{c}$  pour que la lumière arrive de  $S_1$  à  $\pi$ .

$$\Rightarrow \Delta_{1\pi}(t) = \Delta_0 \cos \left( \frac{2\pi c}{\lambda} \left( t - \frac{S_1 \pi}{c} \right) \right)$$

$$\text{et } \Delta_{2\pi}(t) = \Delta_0 \cos \left( \frac{2\pi c}{\lambda} \left( t - \frac{S_2 \pi}{c} \right) \right)$$

6) 2)  $\Delta_\pi(t) = \Delta_{1\pi}(t) + \Delta_{2\pi}(t)$  (additivité des amplitudes instantanées)

$$\Delta_\pi(t) = \Delta_0 \cos \left( \frac{2\pi c}{\lambda} \left( t - \frac{S_1 \pi}{c} \right) \right) + \Delta_0 \cos \left( \frac{2\pi c}{\lambda} \left( t - \frac{S_2 \pi}{c} \right) \right)$$

$$\text{on a } \cos a + \cos b = 2 \cos \frac{a+b}{2} \cos \frac{a-b}{2}$$

$$\Rightarrow \Delta_\pi(t) = 2 \Delta_0 \cos \left( \frac{\pi c}{\lambda} \left( 2t - \frac{S_1 \pi}{c} - \frac{S_2 \pi}{c} \right) \right) \cos \left( \frac{\pi}{\lambda} (S_2 \pi - S_1 \pi) \right)$$

$$\Rightarrow \text{amplitude de l'onde : } 2 \Delta_0 \cos \left( \frac{\pi}{\lambda} (S_2 \pi - S_1 \pi) \right)$$

$$6) 3) I_\pi = K \Delta_0^2 \cos^2 \left( \frac{\pi}{\lambda} (S_2 \pi - S_1 \pi) \right)$$

$$\text{ou } S_2 \pi - S_1 \pi = d = \frac{ax}{D}$$

$$\Rightarrow \boxed{I_\pi = 4K \Delta_0^2 \cos^2 \frac{\pi d}{\lambda} = 4K \Delta_0^2 \cos^2 \left( \frac{\pi ax}{\lambda D} \right)}$$

$$\text{Pq: } \cos 2x = 2 \cos^2 x - 1 \Rightarrow \cos^2 x = \frac{1 + \cos 2x}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{I_\pi = 2K \Delta_0^2 \left( 1 + \cos \frac{2\pi d}{\lambda} \right) = 2K \Delta_0^2 \left( 1 + \cos \frac{2\pi ax}{\lambda D} \right)}$$

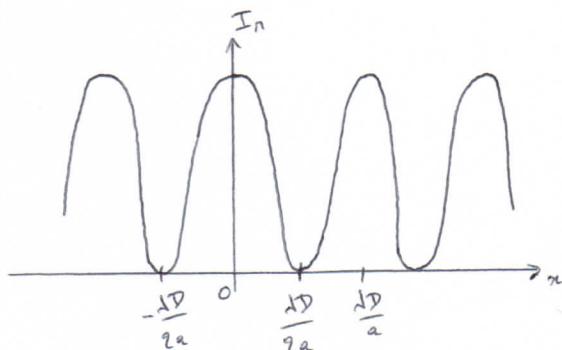
$$(= 2I_0 (1 + \cos \varphi) \text{ dans le casus}).$$

6) 4)  $I_\pi(x) = I_\pi(x+i)$  (l'interfange  $i$  est la distance entre 2 franges brillantes).

$$\Rightarrow \Delta \varphi = 2\pi \Rightarrow \frac{2\pi a \Delta x}{\lambda D} = \frac{2\pi a i}{\lambda D} = 2\pi$$

$$\Rightarrow \boxed{i = \frac{\lambda D}{a}}$$

6) 5)



$$6) 6) \varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} = 2\pi p \quad \text{car } p = \frac{d}{\lambda}$$

$$2\pi p = \frac{2\pi a x}{\lambda D} \Rightarrow p = \frac{ax}{\lambda D}$$

$$p=0 \Rightarrow x=0$$

La frange d'ordre 0 ( $p=0$ ) se trouve en  $x=0$ .

Quatrième partie : modification du dispositif interférentiel :

$$7) \delta'(\pi) = \delta(\pi) + \delta'_{\text{sup}} = \frac{ax}{D} + \delta'_{\text{sup}}$$

$$\text{avec } \delta'_{\text{sup}} = m e - 1 \times e$$

↑  
tirage dans la  
lame pour le rayon 2      ↑  
tirage dans l'air pour  
le rayon 1

$$\Rightarrow \delta'(\eta) = \frac{ax}{D} + (m-1)e$$

\* calcul de l'interfrange :  $\Delta p = 2\pi$     $\Delta p = 1$     $\Delta \delta = \lambda$

$$\Rightarrow \frac{a \Delta x}{D} + 0 = \lambda \Rightarrow \Delta x = i = \frac{\lambda D}{a}$$

$\Rightarrow$  l'interfrange est inchangé.

\* position de la fringe d'ordre 0 :

$$p=0 \Rightarrow \delta=0 \Rightarrow \frac{ax_0}{D} + (m-1)e = 0$$

$$\Rightarrow x_0 = -\frac{(m-1)eD}{a}$$

or cette fringe se trouvait précédemment en  $x=0$

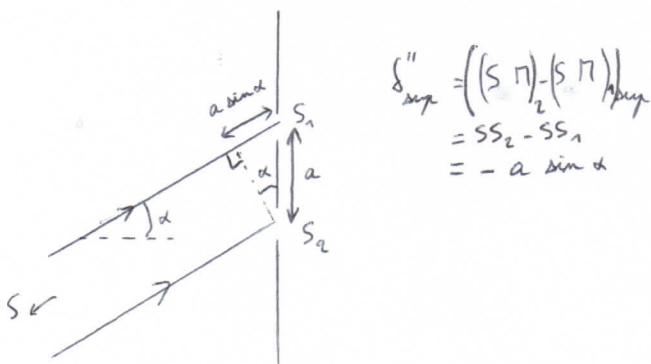
$$\Rightarrow d=0-x_0 \quad \Rightarrow \quad d = \frac{(m-1)eD}{a}$$

Si l'interfrange était inchangé et la fringe d'ordre 0 translatingue de  $d$ , la figure d'interférences est entièrement translatingue de  $d$ .

$$x_0 < 0 \text{ car } m > 1$$

$\Rightarrow$  les franges sont translatingues vers le bas (du côté où se trouve la lame).

$$8) \quad \delta''(\eta) = \delta(\eta) + \delta''_{\text{sup}} = \frac{ax}{D} + \delta''_{\text{sup}}$$



$$\begin{aligned} \delta''_{\text{sup}} &= \left( (S_1 \eta)_2 - (S_2 \eta)_2 \right)_{\text{sup}} \\ &= SS_2 - SS_1 \\ &= -a \sin \alpha \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \delta''(\eta) = \frac{ax}{D} - a \sin \alpha$$

on  $\alpha$  est "petit"  $\Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$

$$\Rightarrow \delta''(\eta) = a \left( \frac{x}{D} - \alpha \right)$$

\* calcul de l'interfrange :  $\Delta \delta = \lambda$

$$\Rightarrow a \left( \frac{\Delta x}{D} + 0 \right) = \lambda \Rightarrow \Delta x = i = \frac{\lambda D}{a}$$

$\Rightarrow$  l'interfrange est inchangé.

\* position de la fringe d'ordre 0 :

$$p=0 \Rightarrow \delta=0 \Rightarrow a \left( \frac{x_0}{D} - \alpha \right) = 0$$

$$\Rightarrow x_0 = D \alpha > 0$$

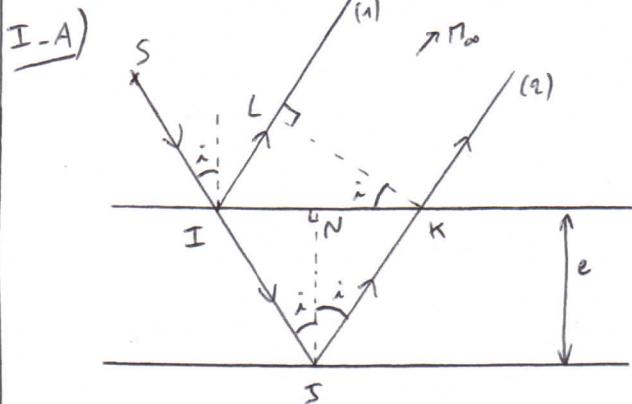
or cette fringe se trouvait précédemment en  $x=0$

$\Rightarrow$  déplacée vers le haut

L'interfrange étant inchangé et la fringe d'ordre 0 translatingue vers le haut de ( $D \alpha$ ), la figure d'interférences est entièrement translatingue de ( $D \alpha$ ) vers le haut.

DEUXIÈME PROBLÈME: Interférences

Partie I: Interférences à l'infini produites par une lame d'air éclairée par une lumière monochromatique



$$\delta = (Sn)_2 - (sn)_1 = (SI + IS + SK + (Kn)) - (SI + IL + (Ln))$$

$\alpha(Ln) = (Kn)$  (thm de Malus + principe de retour inverse de la lumière)

$$\Rightarrow \delta = IS + SK - IL = 2IS - IL$$

triangle  $ISN$ :  $IS = \frac{e}{\cos i}$

triangle  $IKL$ :  $IL = IK \sin i$   
 $= 2 IN \sin i$

triangle  $ISN$ :  $IN = e \tan i$

$$\Rightarrow \delta = \frac{2e}{\cos i} - 2e \tan i \sin i = \frac{2e}{\cos i} \left( 1 - \frac{\sin^2 i}{\cos^2 i} \right)$$

$$\Rightarrow \delta = 2e \cos i$$

or h3 et h4: les réflexions et transmissions se font sans aucun déphasage  $\Rightarrow$  pas de  $\frac{\lambda}{2}$  supplémentaire

$$\Rightarrow \delta = 2e \cos i$$

I-B)  $\delta(i=0) = 2e \Rightarrow p = \frac{\delta(i=0)}{\lambda} = \frac{2e}{\lambda} = P$

C'est l'ordre d'intéférence au centre de la figure d'intéférence.

if h1: les 2 ondes qui interfèrent ont même amplitude.

$$\Rightarrow I = 2I_0 (1 + \cos \varphi) \quad \text{avec } \varphi = \frac{2\pi s}{\lambda}$$

$$\varphi = \frac{2\pi 2e \cos i}{\lambda} = \frac{4\pi e \cos i}{\lambda} = 2\pi p \cos i$$

$$\Rightarrow I = 2I_0 (1 + \cos(2\pi p \cos i))$$

I-c) Soit  $m$  l'ordre d'intérence du  $k$ -ième anneau brillant (donc  $m$  entier).

$$m = \frac{2e \cos i_k}{\lambda} = p \cos i_k \Rightarrow m < p$$

$$\Rightarrow 1^{\text{er}} \text{ anneau brillant: } m = p-1$$

$$2^{\text{ème}} \text{ " " : } m = p-2$$

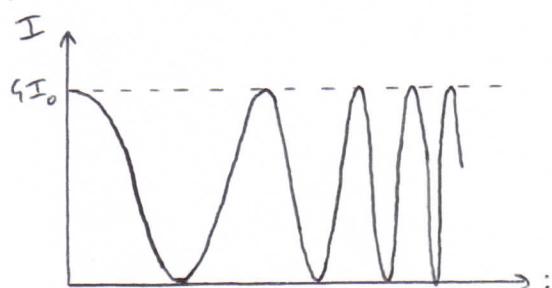
$$k^{\text{ème}} \text{ " " : } m = p-k$$

$$\Rightarrow m = p-k = p \cos i_k = p \left( 1 - \frac{i_k^2}{2} \right)$$

$$\Rightarrow i_k = \sqrt{\frac{2k}{p}}$$

(au centre,  $k=0$ ,  $i_k=0$ , c'est le  $0^{\text{ème}}$  anneau brillant).

$i_k$  varie en  $\sqrt{k}$   $\Rightarrow$  les anneaux se resserrent quand  $k$  augmente.



I-D)  $1^{\text{er}} \text{ anneau brillant: } m = p_0 = p-q$

$$2^{\text{ème}} \text{ " " : } m = p_0 - 1 = p - q - 1$$

$$k^{\text{ème}} \text{ " " : } m = p_0 - k + 1 = p - q - k + 1$$

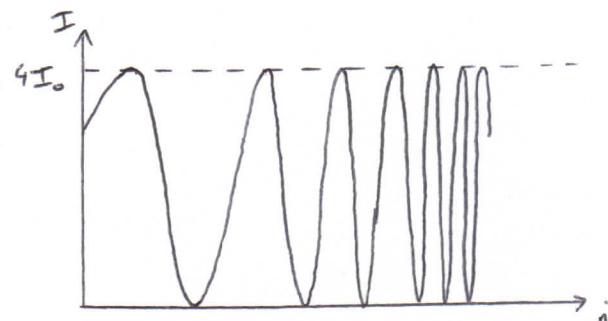
$$m = p - q - k + 1 = p \cos i_k = p \left(1 - \frac{i_k^2}{2}\right)$$

$$\Rightarrow i_k = \sqrt{\frac{2(k+q-1)}{p}}$$

\* La courbe donnant  $I$  en fonction de  $i$  garde la même allure, mais le centre ( $i=0$ ) n'est plus un maximum.

\* De plus, si  $p$  augmente,  $p = \frac{2e}{\lambda}$  augmente

$\Rightarrow i_k$  diminue  $\Rightarrow$  le rayon du  $k^{\text{ème}}$  anneau brillant diminue  $\Rightarrow$  on a de plus en plus d'anneaux dans le champ d'interférence  $\Rightarrow$  les anneaux se resserrent.



I-E) Pour les minima d'intensité, l'ordre d'interférence est un demi-entier.

$\Rightarrow$  il faut remplacer  $m$  par  $m \pm \frac{1}{2}$

$\Rightarrow$  " " " "  $k$  "  $k \pm \frac{1}{2}$

exemple: si  $p = 21988,7$ :

1<sup>er</sup> anneau sombre:  $m = 21988,5 = p_0 + \frac{1}{2}$

$k^{\text{ème}}$  " " :  $m = p_0 + \frac{1}{2} - k + 1$

$\Rightarrow k \rightarrow k - \frac{1}{2}$

exemple: si  $p = 21988,2$

1<sup>er</sup> anneau sombre:  $m = 21987,5 = p_0 - \frac{1}{2}$

$k^{\text{ème}}$  " " :  $m = p_0 - \frac{1}{2} - k + 1$

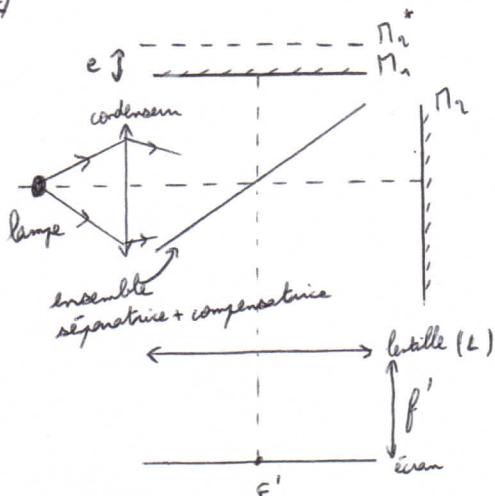
$\Rightarrow k \rightarrow k + \frac{1}{2}$

$$\text{Si } q > 0,5 : i'_k = \sqrt{\frac{2(k+q-\frac{3}{2})}{p}}$$

$$\text{Si } q < 0,5 : i'_k = \sqrt{\frac{2(k+q-\frac{1}{2})}{p}}$$

Partie II: Quelques manipulations avec l'intégration de Nicolson:

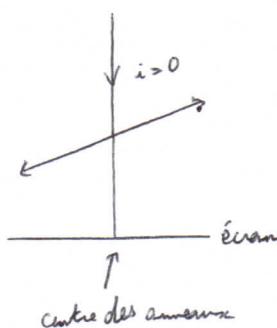
II-A-a)



II-A-b)  $M_1$  et  $M_2$  sont  $\parallel$   $\Rightarrow$  le montage est équivalent à une lame d'air. De plus, la source est large, étendue. Les interférences sont donc localisées à l'infini. On les observe sur un écran placé dans le plan focal image d'une lentille convergente.

II-A-c) Le centre des anneaux est donné par l'intersection de la normale au miroir  $M_1$ , passant par le centre optique de la lentille, et l'écran d'observation (point  $F'$ , foyer image de la lentille).

II-A-d) \* Pivotement de la lentille:



Après pivotement de la lentille, on ne modifie pas la position du centre des anneaux : c'est un foyer secondaire dans le plan focal image de la lentille.

Plus on s'éloigne du centre des anneaux, plus le contraste sera mauvais, car on n'observe plus dans le plan focal image de la lentille.

- \* Si la lentille est translatée perpendiculairement à l'axe, le centre des anneaux est au foyer  $F'$  de la lentille, qui est translaté sur l'écran  
 $\Rightarrow$  la figure d'interférences est translatée de la même quantité.

II-A-e) Les anneaux observés sur l'écran sont des anneaux d'égale inclinaison  $i$ . Pour observer le maximum d'anneaux, il faut le plus d'incidence  $i$  possible.

II-B-a) \*  $h_1$ : La séparatrice est une lame semi-réfléchissante qui donne deux rayons de même amplitude. De plus, les réflexions suivent les lois de Descartes, sur la séparatrice comme sur les miroirs plans.

\*  $h_2$ : l'épaisseur  $e$  est due à la dissymétrie dans la position des miroirs : c'est de l'air.

\*  $h_3$ : on néglige le déphasage supplémentaire de  $\pi$  ( $\delta_{\text{sup}} = \frac{\pi}{2}$ ) lors d'une réflexion sur un milieu moins réfringent, ce qui ne peut intervenir que sur la séparatrice et non sur la lame d'air (les miroirs plans  $M_1$  et  $M_2$ ).

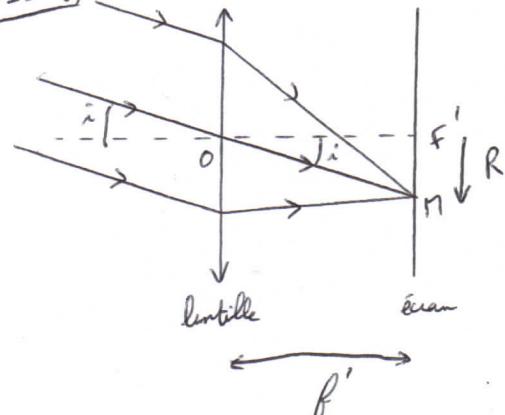
dispositif possible pour { séparatrice, compensatrice } :



\*  $h_4$ : entre deux milieux, au niveau d'un diptère, la transmission n'introduit jamais de déphasage.

Concernant la transmission à travers la séparatrice, la compensatrice est là pour symétriser les deux friseaux interférent.  $\Rightarrow$  pas de déphasage.

II-B-b)



$$\text{triangle } OF'N: R = f' \tan i$$

or dans les conditions de Gauss,  $i$  est faible  
 $\Rightarrow \tan i \approx i \Rightarrow R = f'i$

II-C) On trace  $R_k^2 = f(h)$  (le faire !)

On obtient bien une droite de pente  $a = 5,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^{-2}$

et d'ordonnée à l'origine  $b = -2,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^{-2}$

$$* \text{ cf I-E): } \frac{i'}{h} = \sqrt{\frac{2(h+g-\frac{3}{2})}{P}} \text{ ou } \sqrt{\frac{2(h+g-\frac{1}{2})}{P}}$$

$$\text{or } R_k^2 = f'^2 \frac{i'}{h} \Rightarrow R_k^2 = f'^2 \frac{2(h+g-\frac{3}{2})}{P}$$

$$\text{ou } f'^2 \frac{2(h+g-\frac{1}{2})}{P}$$

$$\Rightarrow R_k^2 = ah + b$$

$$\text{avec } a = f'^2 \frac{2}{P} \text{ ou } P = \frac{2e}{a}$$

$$\Rightarrow a = \frac{df'^2}{e} = 5,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^{-2}$$

II-D) On trace  $R_k^{1/2} = f(h)$  (le faire!). On obtient une droite de pente  $a' = 1,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^{-2}$  et d'ordonnée à l'origine  $b' = -1,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^{-2}$

II-E) 3 équations :

$$\left\{ \begin{array}{l} a = \frac{\lambda f'^2}{e} = 55 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 \\ a' = \frac{\lambda f'^2}{e'} = 17 \cdot 10^3 \text{ mm}^2 \\ e' - e = 4,19 - 4,13 = 0,06 \text{ mm} \end{array} \right.$$

3 inconnues :  $\lambda, e, e'$

(on connaît  $f' = 50 \text{ cm}$ )

$$\Rightarrow e' - e = \lambda f'^2 \left( \frac{1}{a'} - \frac{1}{a} \right)$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{(e' - e)}{f'^2 \left( \frac{1}{a'} - \frac{1}{a} \right)} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

$$e = \frac{\lambda f'^2}{a} = 0,03 \text{ mm}$$

$$e' = \frac{\lambda f'^2}{a'} = 0,09 \text{ mm}$$

\* épaisseur nulle : index à la position :

$$\begin{aligned} x_0 &= 4,13 - e \\ &= 4,13 - e' \end{aligned} \Rightarrow x_0 = 4,10 \text{ mm}$$

\* incertitude sur  $a$  :  $R_h^2 = a k + b \Rightarrow 2 R_h dR_h \approx k da$   
 $R_h \approx 100 \text{ mm}$  (ordre de grandeur)  $\Rightarrow 2 R_h dR_h \approx k da$

$$dR_h = 2 \text{ mm}$$

$$k \approx 4 \text{ (ordre de grandeur)} \Rightarrow da \approx 100 \text{ mm}^2 \text{ (ordre de grandeur)}$$

\* De même pour  $a'$  :  $da' \approx 60 \text{ mm}^2$  (ordre de grandeur)

\* incertitude sur  $\lambda$  :  $\lambda = \frac{(e' - e)}{f'^2 \left( \frac{1}{a'} - \frac{1}{a} \right)} = \frac{(e' - e) aa'}{f'^2 (a - a')}$

défferentiation logarithmique :

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{\Delta(e' - e)}{e' - e} + 2 \frac{\Delta f'}{f'} + \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta a'}{a'} + \frac{\Delta(a - a')}{a - a'}$$

$$= \frac{\Delta e + \Delta e'}{e' - e} + 2 \frac{\Delta f'}{f'} + \Delta a \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{a - a'} \right) + \Delta a' \left( \frac{1}{a'} + \frac{1}{a - a'} \right)$$

les erreurs s'ajoutent au carré

$$\Delta e = \Delta e' = 0,005 \text{ mm} ; \Delta f' = 0$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \approx 26\% \Rightarrow \text{très mauvaise précision.}$$

$$\Rightarrow 446 \text{ mm} < \lambda < 760 \text{ mm} !!$$

II.F.a) \* On suit la frange d'interférence d'ordre  $n$  entier.

$$n = \frac{\lambda}{\lambda} = \frac{2e \cos i}{\lambda} = c \frac{k}{\lambda}$$

$e \rightarrow \cos i \rightarrow i \rightarrow$  le rayon de cet anneau augmente quand on augmente  $e$ .

$\Rightarrow$  les anneaux apparaissent au centre

(ils sortent)

\* cf I-D, quand  $e \rightarrow$ , l'ordre au centre  $p \rightarrow$  et les anneaux se resserrent. (cf précédemment)

II-F-b) \* L'évolution du contraste est caractéristique d'une lumière polychromatique constituée d'un doublet de radiations (2 longueurs d'onde voisines).

On a 2 systèmes de franges incohérentes qui se superposent : lorsque les fonctions  $I(\delta, \delta_1)$  et  $I(\delta, \delta_2)$  sont en phase, le contraste est maximal ; lorsque ces 2 fonctions sont en opposition de phase, le contraste est minimal (nul si les 2 radiations ont même amplitude).

\* lorsque le contraste s'annule (brouillage des franges), les franges brillantes de  $\delta_1$  sont superposées aux franges sombres de  $\delta_2$ .

$$\delta = N \delta_1 = (N + m + \frac{1}{2}) \delta_2 \quad (N \text{ et } m : \text{entiers})$$

↑  
ordre d'interférence  
entier pour  $\delta_1$

↑  
ordre d'interférence  
demi-entier pour  $\delta_2$

D'autre part,  $\delta = 2e \cos i \approx 2e$  au voisinage du centre de la figure d'interférence.

$$\Rightarrow N = \frac{\delta}{\lambda_1} \approx \frac{2e}{\lambda_1}$$

$$\Rightarrow \left( \frac{2e}{\lambda_1} + m + \frac{1}{2} \right) \lambda_2 = 2e$$

$$\Rightarrow m + \frac{1}{2} = \frac{2e}{\lambda_2} - \frac{2e}{\lambda_1} = 2e \left( \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right)$$

or  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  sont proches :  $\lambda_2 = \lambda$

$$\lambda_1 = \lambda_2 + \Delta\lambda = \lambda + \Delta\lambda$$

avec  $\Delta\lambda \ll \lambda$

$$\Rightarrow m + \frac{1}{2} = 2e \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda + \Delta\lambda} \right) \approx 2e \frac{\Delta\lambda}{\lambda^2}$$

$$\Rightarrow m = \frac{2e \Delta\lambda}{\lambda^2} e - \frac{1}{2}$$

index (en mm)	4,25	4,54	4,84	5,13
e (en mm) $(= \text{index} - 4,10 \text{ mm})$	0,15	0,44	0,74	1,03
m	0	1	2	3

On trace  $m = f(e)$  (le faire!).

On obtient une droite de pente  $3,4 \text{ mm}^{-1}$

$$\Rightarrow \frac{2e \Delta\lambda}{\lambda^2} = 3,4 \text{ mm}^{-1} \quad \text{or} \quad \lambda = 580 \text{ nm}$$

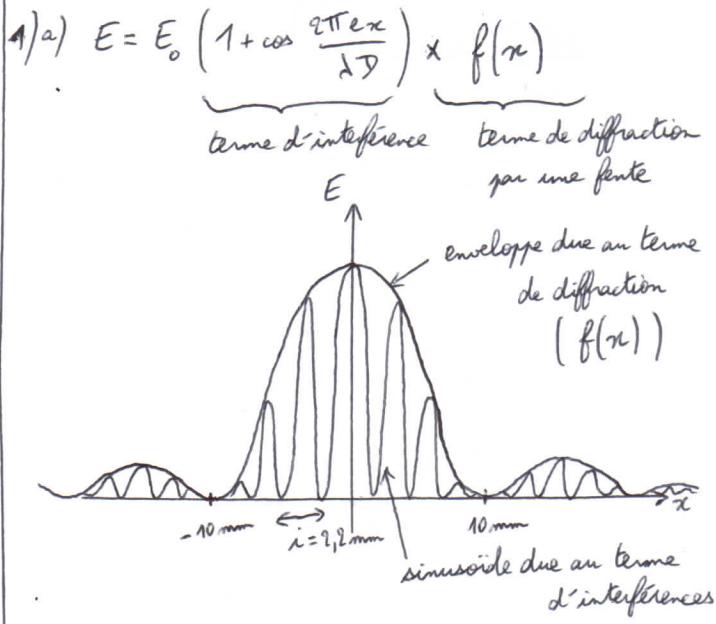
$$\Rightarrow \Delta\lambda = 0,59 \text{ nm}$$

Rq : il s'agit du doublet du sodium

TROISIÈME PROBLÈME: Acquisition d'une figure d'interférence (d'après laque PT 2006)

Interprétation de la combe d'interférence:

1) Exploitation de la combe d'interférence:

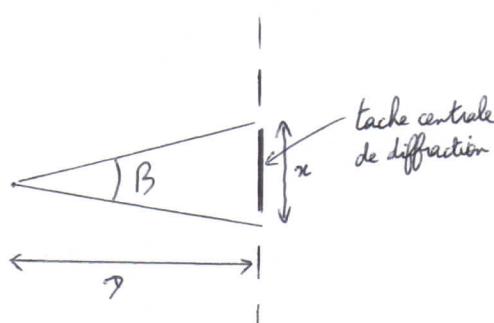


1)b) \* lecture graphique de l'interférage:  $i = 2,2 \text{ mm} = \frac{\lambda D}{e}$

$$\Rightarrow e = \frac{\lambda D}{i} = 5,8 \cdot 10^{-4} \text{ m} \Rightarrow e = 0,58 \text{ mm}$$

\* largeur angulaire  $\beta$  de la tache centrale de diffraction:  $\beta = \frac{2d}{D}$

On va en déduire  $d$ .



$$\tan \frac{\beta}{2} = \frac{x}{D} \simeq \frac{\beta}{2} \Rightarrow \beta = \frac{x}{D}$$

or  $\beta = \frac{2d}{D} \Rightarrow d = \frac{2\lambda D}{x}$

avec  $x = 20 \text{ mm}$  (lecture graphique).

1)c) caméra avec capteurs CCD (plusieurs capteurs  $\Rightarrow$  pas besoin de translater)

2) Vérification optique de l'écartement:

2)a)  $-\frac{1}{OA} + \frac{1}{OA'} = \frac{1}{OF'}$

ou  $OF' = +f'$  (lentille convergente)

$\bar{OA} = p$  et  $\bar{OA}' = \bar{OA} + \bar{AA}' = p + L$

$$\Rightarrow -\frac{1}{p} + \frac{1}{p+L} = \frac{1}{f'}$$

$$\Rightarrow \frac{-p-L+p}{p(p+L)} = \frac{1}{f'} \Rightarrow p(p+L) = -L f'$$

$$\Rightarrow p^2 + Lp + Lf' = 0$$

$$\Delta = L^2 - 4Lf' = L(L-4f') > 0 \quad (\text{cf AN})$$

$$\Rightarrow p_1 = \frac{-L - \sqrt{L(L-4f')}}{2} ; \quad p_2 = \frac{-L + \sqrt{L(L-4f')}}{2}$$

2)b)  $\gamma = \frac{\bar{OA}'}{\bar{OA}} = \frac{p+L}{p} = 1 + \frac{L}{p}$

$$\gamma = 1 + \frac{L}{-L \pm \sqrt{L(L-4f')}} = 1 + \frac{2}{-1 \pm \sqrt{1-4f'/L}}$$

On s'intéresse au cas  $|\gamma| > 1$ , c'est-à-dire  $\gamma < -1$

$$\Rightarrow \gamma = 1 + \frac{2}{-1 + \sqrt{1 - \frac{4f'}{L}}}$$

$$\Rightarrow \gamma = -17,9$$

2)c)  $\gamma = \frac{\bar{A}'\bar{B}'}{\bar{AB}} \Rightarrow |\gamma| = \frac{e'}{e}$

$$\Rightarrow e = \frac{e'}{|\gamma|} = 0,568 \text{ mm} \simeq 0,58 \text{ mm}$$

(cf 1b))

$\Rightarrow$  cohérent