

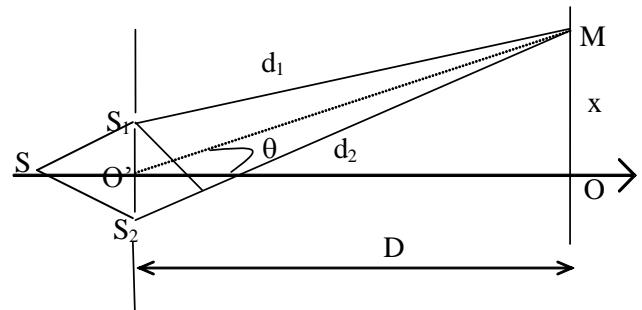
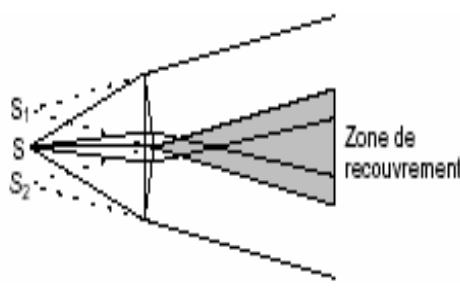


Travaux Dirigés d'Optique ondulatoire  
Série N° 3 (Interférences lumineuses)  
M. ABARKAN

**Exercice 1**

On considère le dispositif des trous de Young ci-dessous permettant d'obtenir des sources en phase. La source principale est équidistante des deux trous considérés comme quasi-ponctuelles, situés dans le même plan vertical, et distants de  $S_1S_2 = a$ . La source émet une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ . A la distance  $D \gg a$  du plan des trous, on place un écran, également vertical.

On donne  $a = 6 \text{ mm}$ ;  $D = 1,5 \text{ m}$ ;  $SO' = 0,5 \text{ m}$ .



- 1- Soient deux rayons issus de la source et arrivant sur l'écran à une distance  $x$  de  $O$ , après être passés respectivement par  $S_1$  et  $S_2$ . Déterminer la différence de marche et le déphasage entre ces rayons.
- 2- Que observe-t-on sur l'écran ?
- 3- En déduire la valeur de l'interfrange.
- 4- La troisième frange brillante est située à une distance  $x = 0,625 \text{ mm}$  du centre, déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de la source.
- 5- On introduit devant la fente  $S_2$  une lame d'épaisseur  $e$  et d'indice  $n = 1,5$ . Déterminer la nouvelle différence de marche optique en un point  $M$  d'abscisse  $x$  sur l'écran  $E$ . En déduire la nouvelle position de la frange centrale.

**Exercice 2.**

On réalise une expérience d'interférences avec des fentes d'Young dans l'air. On obtient une interfrange  $i_0 = 2 \text{ mm}$ . Le dispositif est alors immergé totalement dans de l'eau d'indice  $n = 4/3$ . Quelle est la nouvelle valeur de l'interfrange ?

**Exercice 3.**

Une source  $S$  éclaire deux fentes étroites  $A$  et  $B$  distantes de  $d$  (parallèles à  $S$  et équidistantes de  $S$ ) découpées dans un écran  $E_1$ .

- 1- Dans quelles conditions observe-t-on sur un écran  $E_2$ , parallèle à  $E_1$  et à  $1,5 \text{ m}$  de  $E_1$ , un système de franges d'interférence.



2- Sachant que pour  $\lambda = 0,486 \mu\text{m}$  l'interfrange est 0,6 mm. Calculer la distance  $a$  des deux fentes A et B.

3- Calculer les valeurs de l'interfrange des longueurs d'onde correspondantes aux limites du spectre visible,  $\lambda_v = 0,4 \mu\text{m}$  et  $\lambda_r = 0,7 \mu\text{m}$ .

### Problème 1

Une source ponctuelle de puissance 1mW éclaire une nappe d'eau couverte par une couche d'huile. On s'intéresse aux phénomènes d'interférences donnés par cette couche d'huile. On donne l'indice de réfraction d'huile  $n_h = 1,5$  et celui de l'air,  $n_a = 1$ .

1. Schématissez l'énoncé en indiquant les différentes trajectoires des rayons lumineux.
2. Calculer les coefficients de réflexion  $R$  et de transmission  $T$  (on considère les deux premières couches : la couche d'huile et celle de l'air). On suppose que les faisceaux sont en incidence normale.
3. Dans le tableau suivant, donner :
  - A) les valeurs numériques pour les trois premiers rayons réfléchis et les trois premiers rayons transmis,
  - B) que deviennent ces valeurs si on place un polariseur après la source,
  - C) Que deviennent ces valeurs si on place, en plus du polariseur, un analyseur orienté à un angle  $30^\circ$  du polariseur.

	$I_{R1}$	$I_{T1}$	$I_{R2}$	$I_{T2}$	$I_{R3}$	$I_{T3}$
Sans Polariseur						
Avec Polariseur						
Avec Polariseur et Analyseur						

4. En admettant que les résultats obtenus en incidence normale sont également valables pour des incidences voisines de la normale, expliquez alors pourquoi le phénomène d'interférences donné par cette lame de verre est plus contrasté par réflexion que par transmission, et pourquoi on peut se limiter dans l'étude qui suit aux deux premiers rayons réfléchis.
5. Montrez que la différence de marche entre les deux premiers rayons réfléchis est donnée par  $2necost$ , où  $t$  est l'angle que fait le premier rayon réfracté avec la normale aux faces de la couche d'huile.
6. Exprimez le déphasage entre les deux premiers rayons réfléchis en tenant compte des déphasages à la réflexion.
7. Quelle est la plus petite épaisseur qui permet d'avoir des interférences destructives. A.N :  $\lambda = 450 \text{ nm}$ .
8. Donner une application de ce dernier phénomène (interférence destructive)

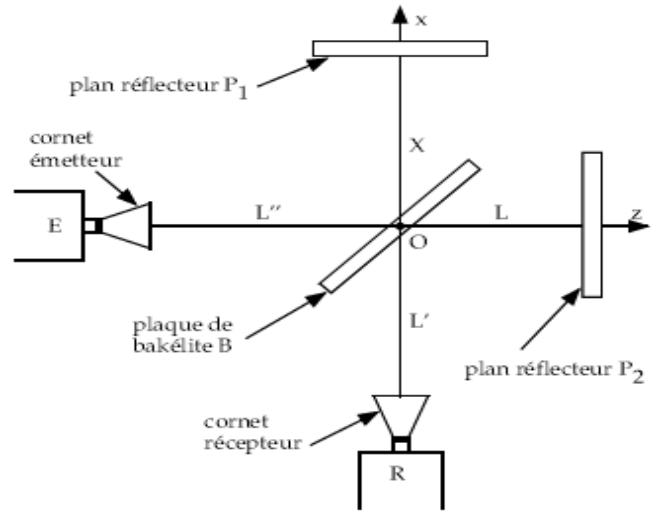


## Problème 2

Un interféromètre de Michelson dont la séparatrice « plaque bakélite B » est inclinée de  $45^\circ$  sur l'axe d'émission Oz, est éclairé par une source S de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$ .  $P_1$  et  $P_2$  sont deux miroirs de réflexion totale. On place un détecteur (récepteur R) à une distance  $L'$  du centre de la séparatrice (voir la figure).

L'interféromètre est placé dans l'air et réglé **préalablement** en contact optique  $\delta = 0$ .

On translate le miroir  $P_1$  parallèlement à son plan de manière à former une lame d'air à faces parallèles d'épaisseur  $e_0 = 7,5 \text{ mm}$ .



1. Décrire le phénomène observé sur le détecteur ? Justifier.
2. Comparer le phénomène observé dans le cas d'une source ponctuelle et dans le cas d'une source étendue.
3. Déterminer numériquement le retard optique (différence de marche)  $\delta_0$  (en  $\mu\text{m}$ ) entre les deux faisceaux lumineux de l'interféromètre.
4. En déduire l'ordre d'interférence  $P_0$  au centre.

Si on place, sur l'un des deux bras de l'interféromètre, perpendiculairement sur le faisceau, une lame mince en verre d'indice  $n=1,5$  et d'épaisseur constante  $e$ , l'ordre d'interférence varie de  $\Delta P = 15$ .

5. Déterminer l'épaisseur de la lame  $e$ .

On déplace un miroir d'un des deux bras d'une distance  $x$  (voir le schéma).

6. Donner la nouvelle différence de marche  $\delta$  et le déphasage  $\varphi$  en fonction de  $x$ .
7. Donner l'expression de l'intensité  $I$  en fonction de  $x$ .
8. Donner les positions des franges sombres et brillantes.
9. Tracer la courbe de  $I$  en fonction de  $x$  en précisant les positions des minimums et des maximums.