

## MESURE DE L'INDICE ET DE L'ÉPAISSEUR D'UNE LAME MINCE

Durée : 4H30. Ce T.P comporte 4 pages.

### 1. MATERIEL / LOGICIELS

Lame de mica LM – Laser He-Ne rouge - Lampe à incandescence Oriel – Condenseur - Iris - Filtre spatial – Monochromateur - Logiciel Chromex

### 2. INTRODUCTION

Dans un système interférentiel à deux ondes on provoque un déphasage entre les ondes parcourant les deux voies de l'interféromètre. Ce déphasage est fonction de la différence de marche  $\delta$  et de la longueur d'onde  $\lambda$  :

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

L'interférence de ces deux ondes donne un éclairement fonction de  $\varphi$  :

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \varphi$$

Le système fournit le même éclairement lorsque  $\varphi$  varie de  $2\pi$  c.à.d. quand  $p = \frac{\delta}{\lambda}$  varie d'une unité.

On peut ainsi rechercher les éclairissements identiques :

- lorsque  $\lambda$  varie: on obtient les **cannelures**
- lorsque  $\delta$  varie; on obtient les **franges**.

Ce TP se propose de réaliser deux montages pour :

- mesurer l'**intervalle spectral** entre cannelures dans un montage interférentiel en lumière blanche.

- mesurer l'intervalle entre franges, l'**interfrange**, dans un montage interférentiel en lumière monochromatique.

La même lame de mica sera utilisée dans les deux montages. Les résultats de ces mesures permettront de trouver l'indice et l'épaisseur de la lame de mica.

### 3. TRAVAIL DEMANDE

#### 3.1 Spectre cannelé

##### 3.1.1 Montage, réglage du monochromateur

C'est celui de la Figure 1.

Utiliser la lampe blanche pour faire un faisceau à peu près parallèle et éclairer avec une incident à  $45^\circ$  la lame de mica. L concentre les faisceaux réfléchis sur la fente Fe d'entrée du monochromateur.

Initialiser le monochromateur. Choisir l'ouverture des fentes et le coefficient d'amplification en affinant l'injection de la lumière par la fente F.

Montrer le réglage à un professeur.

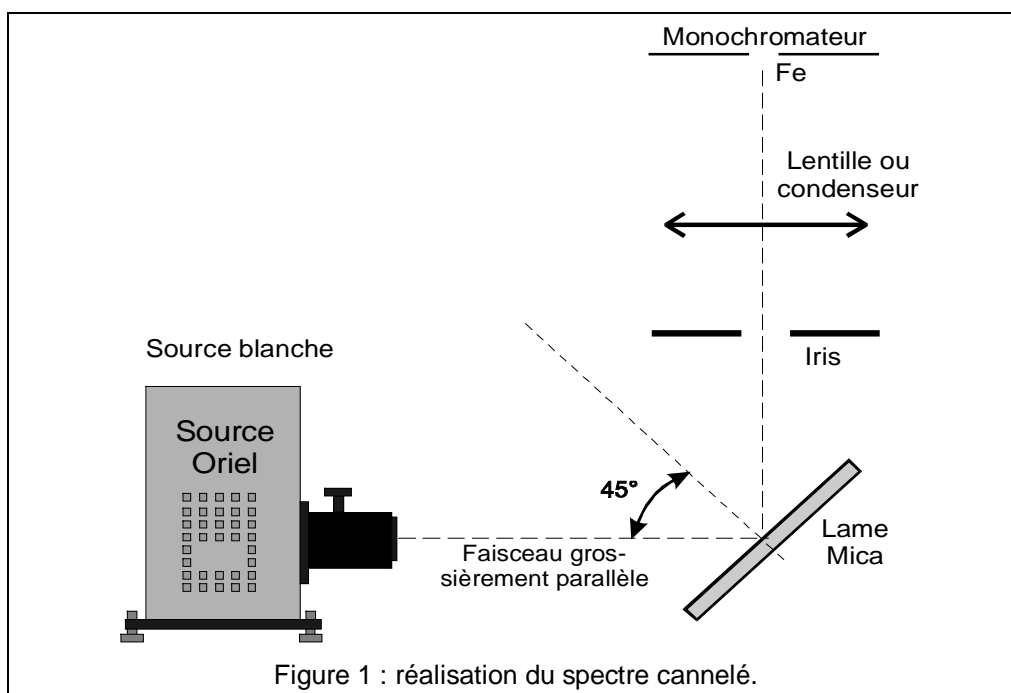
##### 3.1.2 Acquisitions, mesures

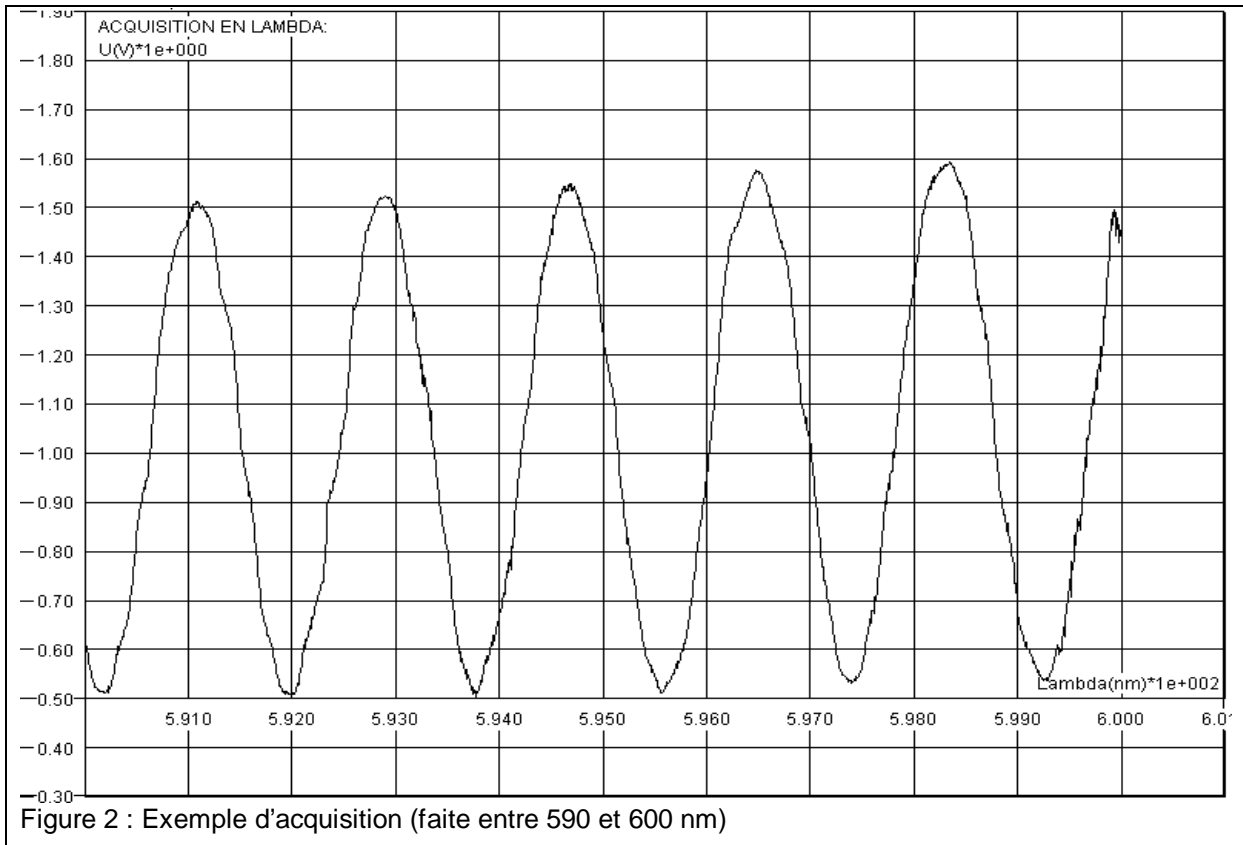
Enregistrer le spectre entre 640 et 650 nm (pas de 0,01nm).

Relever avec la souris les longueurs d'ondes  $\lambda_1$  et  $\lambda_p$  de deux cannelures numérotées 1 et p assez espacées.

Estimer l'incertitude  $\Delta\lambda$  sur  $\lambda_1$  et  $\lambda_p$ .

Faire une sortie imprimante de la courbe obtenue, y noter les valeurs de  $\lambda_1$  et  $\lambda_p$ .





### 3.2 Franges d'égales inclinaisons

#### 3.2.1 Montage, observations

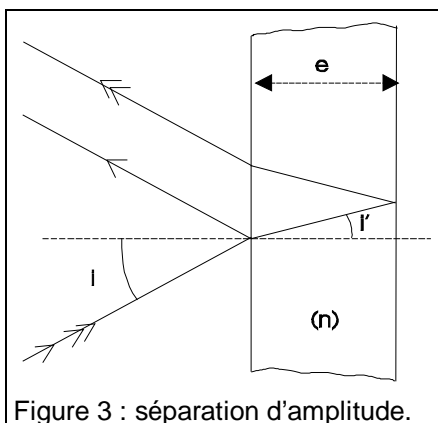
Dans le montage de la Figure 4, on observe sur l'écran E des portions d'anneaux d'égales inclinaisons provenant de l'interférence de rayons obtenus par séparation d'amplitude (réflexion sur les faces parallèles d'une lame de mica).

L'inclinaison reste voisine de 45°, aussi les portions d'anneaux semblent rectilignes est équidistantes séparées de l'interfrange I

Montrer le montage à un professeur.

#### 3.2.2 Mesures

Mesurer l'interfrange linéaire séparant deux franges sombres lorsque l'écran est à distance D. On mesurera l'écart Δx entre la frange 1 et la frange



N+1 puis on calculera  $I = \Delta x/N$ . Recommencer en variant la distance D. Compléter en calculant l'interfrange angulaire  $\alpha$ .

Présenter vos résultats dans un tableau. Représenter I en fonction de D. Noter la pente  $\alpha$  et l'équation  $I = \alpha D$  de la DMC.

### 3.3 Interprétation, résultats

#### 3.3.1 2eme montage Figure 4.

On a vu (TP Pohl1) que la différence de marche entre deux rayons réfléchis issus d'un même incident est (Figure 3):  $\delta = 2ne \cos(i') + \frac{\lambda}{2}$

Démontrer qu'elle peut s'écrire aussi :  $\delta = 2e\sqrt{n^2 - \sin^2(i)} + \frac{\lambda}{2}$  et calculer sa dérivée  $\frac{d\delta}{di}$ .

On en déduit que lorsque l'inclinaison i varie de di, la variation de δ est :

$$d\delta = \frac{-\sin(2i)edi}{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} = \frac{-edi}{\sqrt{n^2 - 0,5}}$$

D (mm)	800	1000	.....
I (mm)			
$\alpha = I/D$			

Pour une variation  $d\delta = \lambda$  de la différence de marche, la variation  $di$  de l'incidence est l'**interfrange angulaire**  $\alpha$  :

Remplacer  $d\delta$  par  $\lambda$  et  $di$  par  $\alpha$  dans l'équation précédente. En déduire :

$$\alpha = \frac{\lambda \sqrt{n^2 - 0,5}}{e}$$

On appelle Q le rapport : 
$$Q = \frac{\sqrt{n^2 - 0,5}}{e} = \frac{\alpha}{\lambda}$$

**Calculer Q** à partir de la pente  $\alpha$  trouvée à partir de vos mesures (attention aux unités). Estimer l'intervalle d'incertitude  $\frac{\Delta Q}{Q} \approx \frac{\Delta \alpha}{\alpha}$

### 3.3.2 1er montage Figure 1

Expliquer la formation du spectre cannelé. Montrer que pour les cannelures  $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_p$  on a :

$$\delta = \frac{(p-1)\lambda_1\lambda_p}{\lambda_p - \lambda_1} \quad \text{Calculer numériquement } \delta.$$

Comme  $\delta = 2e\sqrt{n^2 - 0,5}$  on en déduit le produit P :

$$P = e\sqrt{n^2 - 0,5} = \frac{\delta}{2}$$

**Calculer P** numériquement (attention aux unités)

ainsi que l'incertitude  $\frac{\Delta P}{P} = \frac{2\Delta\lambda}{\lambda_p - \lambda_1}$

### 3.3.3 Conclusion.

Faire les démonstrations et répondre aux questions de 3.3.1 et 3.3.2.

Calculer PQ et  $\frac{P}{Q}$ .

En déduire les valeurs de e et de n, (attention aux unités).

Calculer les incertitude  $\Delta e$  et  $\Delta n$  en utilisant:

$$\frac{\Delta e}{e} = \frac{1}{2} \left( \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta Q}{Q} \right) \quad \text{et} \quad \Delta n = \frac{P\Delta Q + Q\Delta P}{2n}$$

Comparez vos résultats aux résultats attendus  
Les résultats obtenus pour e et n sont-ils compatibles avec les intervalles d'incertitudes?

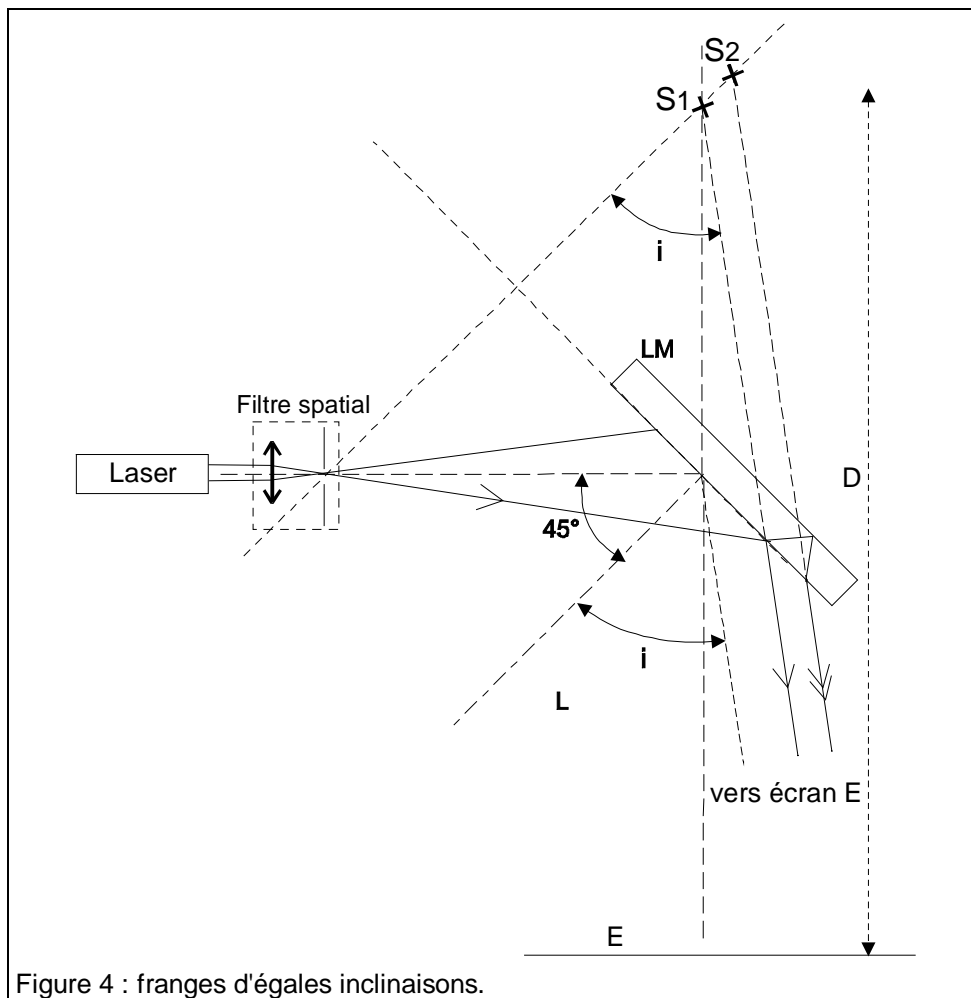


Figure 4 : franges d'égales inclinaisons.

NOMS : .....

Date : .....

.....

.....

**FEUILLE A RENDRE EN FIN DE SEANCE**

**BAREME CORRECTION**

§	Travail à faire	A noter sur place	A noter à l'écrit
3.1.1	Montage – Spectre cannelé	___/4	
3.1.2	Acquisitions – mesures - $\lambda_1$ et $\lambda_2$		___/4
3.2.1	Montage – Franges d'égales inclinaisons	___/4	
3.2.2	Mesures – Tableau - Graphe		___/4
3.3	Interprétation – Résultats  1 <sup>er</sup> montage 2 <sup>eme</sup> montage Conclusion		___/4
<p><b>Le travail « à noter sur place » doit être impérativement montré avant la fin de la séance.</b>  <b>Le compte-rendu doit être présenté lors de la prochaine séance de TP</b>  <b>Remarques:</b></p>		<b>Total</b>	___/20