

TP N° 01
INTERFEROMETRE DE MICHELSON

1-BUT DE LA MANIPULATION :

- Mesure de longueur d'onde d'une radiation lumineuse.

2- MATÉRIEL UTILISÉ :

Le dispositif expérimental comprend les éléments suivants (voir la **Figure .2**) :

- 1.La source LASER
- 2.Une lentille (L) de focale $f = 5\text{mm}$
- 3.Deux miroirs (M_1) et (M_2) parfaitement perpendiculaire l'un à l'autre
- 4.Miroir semi – réfléchissant (M)
- 5.Écran (E)

3-THEORIE ET PRINCIPE :

« L'interférométrie et l'étude et l'utilisation du phénomène d'interférence dû aux propriétés ondulatoires de la lumière. Le phénomène d'interférence se produit lorsque deux ou plusieurs mouvements oscillatoires cohérents (de même fréquence et de phase relative fixe) coexistent dans l'espace et dans le temps, et se superposent. De manière générale, deux méthodes de réalisation de franges d'interférences existent : par division du front d'onde et par division d'amplitude.

Cette manipulation a pour but de se familiariser avec l'interférométrie, ceci à l'aide d'un interféromètre de Michelson. Cet interféromètre utilise la méthode de réalisation de franges d'interférence par division d'amplitude : un miroir semi transparent décompose l'onde incidente en deux faisceaux, qui suivront deux chemins optiques différents avant d'être recombinaés et ainsi interférer. Le principe est alors de faire varier l'un des chemins optiques suivant un paramètre, en prenant l'autre chemin optique comme référence.

L'interféromètre de Michelson est constitué d'un miroir semi – réfléchissant (M) et de deux miroirs (M₁) et (M₂) parfaitement perpendiculaire l'un à l'autre (pour l'expérience qui nous concerne) (**Figure .1**).

Un rayon issu d'une source potentielle (S) est réfléchi par (M₁) et (M₂), ils émergent de l'interféromètre en donnant deux rayon (R₁) et (R₂) parallèles qui interfèrent à l'infini (loin des deux miroirs). La symétrie de la figure fait que l'on obtient des franges circulaires sur un écran (E). Pour un rayon incident incliné.

D'un angle $\theta(Ox)$, l'état d'interférence d'un point P situé sur l'écran (où les rayons (R₁) et (R₂) interfèrent) est donner par :

$$P = \frac{2NE}{\lambda} \cos \theta$$

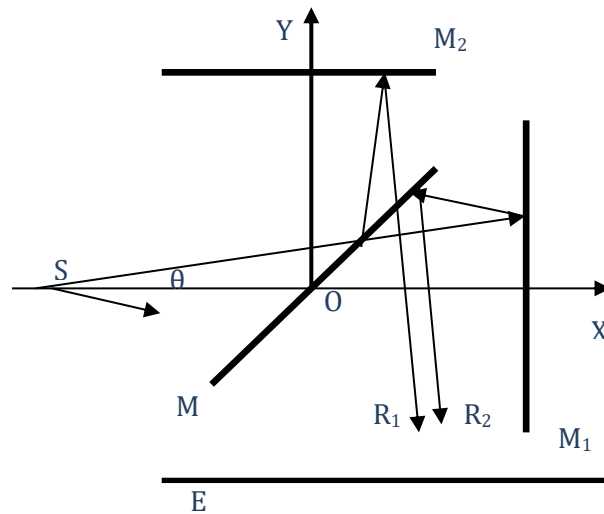


Figure .1

Où P : est l'ordre d'interférence.

n : l'indice de réfraction du milieu.

e : OM₁-OM₂ est la distance qui sépare le miroir (M₁) de l'image de (M₂) par rapport à la lame (M).

L'intensité obtenue sur l'écran (E) est donnée par :

$$I = 4i_0 \cos^2 \left(\frac{\pi \delta}{\lambda} \right)$$

Où δ est la différence de marche entre (R1) et (R2) :

$$I = 4i_0 \cos^2 \left(\frac{2\pi n e \cos \theta}{\lambda} \right)$$

Au centre de la figure d'interférences (tache centrale : $\theta = 0$)

On supposant que pour l'ordre $n=1$: $I = 4i_0 \cos \left(\frac{2\pi e}{\lambda} \right)$

L'état d'interférence (tache brillante ou sombre) est donné par :

$$\frac{2\pi e}{\lambda} = pn \Rightarrow \frac{2\pi e}{\lambda} = p$$

-Si p est entier \Rightarrow l'intensité maximale \Rightarrow tache brillante

-Si p est demi entier \Rightarrow l'intensité est nulle \Rightarrow tache sombre

Une variation de l'épaisseur de Δe entraîne de l'ordre d'interface de $\Delta p \Rightarrow$

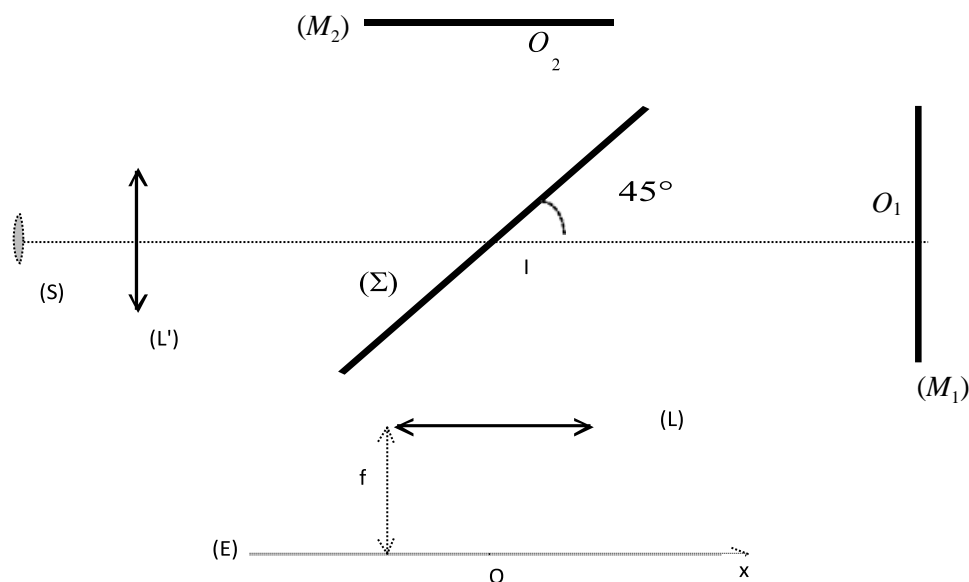
$$\lambda = 2 \frac{\Delta e}{\Delta p} \dots \dots \dots 1$$

4-PREPARATION THEORIQUE :

On considère le dispositif interférentiel de Michelson. La lame séparatrice est supposée d'épaisseur négligeable, ce qui rend la lame compensatrice inutile.

La source (S) est **étendue** : chaque point de la source (vu sous un angle i depuis le centre de la lentille (L') de collimation) donnera un faisceau parallèle, faisant le même angle i avec l'axe optique. Les 2 miroirs sont perpendiculaires, et l'on a :

$$IO_1 = IO_2 + d$$



Les interférences sont observées sur un écran (E) situé dans le plan focal d'une lentille de focale m

La source est monochromatique, de longueur d'onde $\lambda = 0,5461 \text{ nm}$ (raie verte du mercure); on donne par ailleurs la distance $d = 3276,6 \text{ mm}$

- 1- Quelle est la forme des franges d'interférence ?
- 2- Les franges sont-elles localisées ?
- 3- Pourrait-il en être autrement ?
- 4- Comment appelle-t-on ce type de franges ?
- 5- Calculer l'ordre d'interférence brillants p_0 au centre O, ainsi que le rayon des 3 premiers anneaux sur l'écran (E).

5- MANIPULATION ET MONTAGE :

1. Placer la source LASER face au miroir (M_1) (**Figure .2**) de sorte que le rayon lumineux soit, aussi perpendiculaire que possible à (M_2). Essayer d'obtenir deux points lumineux sur (M_1) et (M_2) au milieu des miroirs.

2. En plaçant un écran (E) parallèlement au miroir (M_2) à 20 ou 30cm au moins de (M), obtenir deux points lumineux (sur (E)) correspondant à des réflexions sur (M_1) (M_2). On amènera les deux points lumineux (ces vis se trouvent à l'arrière du miroir).

3. Une fois obtenu un point lumineux (unique) sur (E) disposer près du LASER une lentille (L) de focale $f = 5\text{mm}$, de sorte à obtenir une source virtuelle (S).

vous devez également voir apparaître sur l'écran (E) la figure d'interférence constituée d'anneaux lumineux (et sombres) concentriques.

4. Pour mesurer la longueur d'onde, on tourne la vis micrométrique à partir d'une position initiale du miroir. En tournant cette vis, le miroir se déplace, on compte en même temps le nombre de taches brillantes ou sombres qui défilent au centre de (E) (le centre de la figure d'interférence). Il faudra compter plusieurs centaines de passages d'une tache brillante à une autre (ou d'une tache sombre à une autre) on mesure enfin le déplacement total (Δe) du miroir donné par la vis micrométrique. Connaissant le déplacement Δe et le nombre de changements d'anneaux on peut déterminer la valeur de la longueur d'onde.

5. Alors si on déplace le miroir et on compte le nombre de franges passées N d'après la relation⁽¹⁾, on peut calculer la longueur d'onde.

➤ Notez les mesures dans le Tableau 01

Tableau 01

Franges passé (N)	$\Delta L(\mu\text{m})$	$\lambda = 2 \frac{\Delta e}{\Delta p}$ (nm)
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
100		
Moyenne (nm)		
Théorique (nm)		
Déférence (nm)		

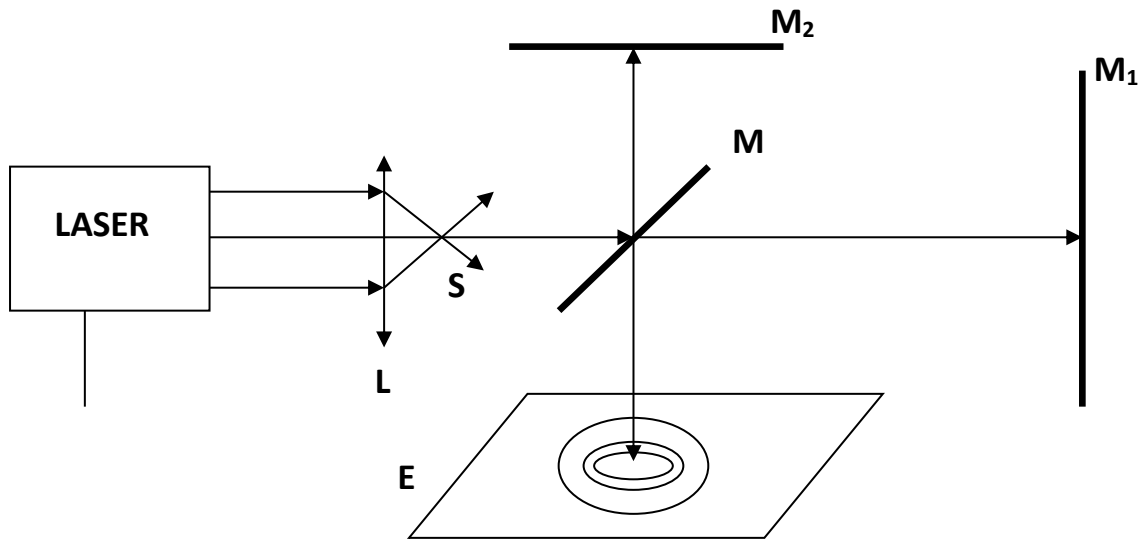


Figure .2

➤ **CONCLUSION:**

.....
.....
.....