

## TP 01

### INTERFEROMETRE DE MICHELSON

**BUT :** mesure de longueur d'onde d'une radiation lumineuse.

#### **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.

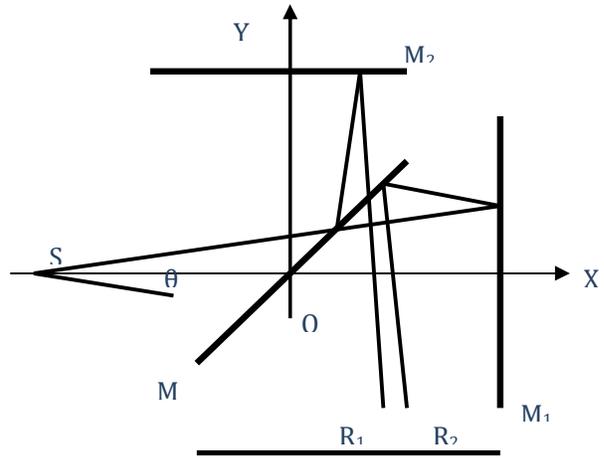
Historiquement, une des premières utilisations de l'interféromètre de Michelson fut l'expérience de Michelson et Morley en 1881, lors de laquelle Albert Abraham Michelson, rejoint par la suite par E. W. Morley, tenta de mettre en évidence l'existence de l'éther, dont les physiciens de l'époque pensaient que l'espace était rempli. Cette expérience fut un « échec » en ce sens qu'elle ne permit pas de déceler la présence de cet éther, mais suggéra l'invariance de la vitesse de la lumière, l'un des postulats d'Einstein lorsqu'il énonça sa théorie de la relativité restreinte.

L'interféromètre de Michelson est constitué d'un miroir semi – réfléchissant ( M ) et de deux miroirs ( M<sub>1</sub> ) et ( M<sub>2</sub> ) parfaitement perpendiculaire l'un à l'autre ( pour l'expérience qui nous concerne ) (**fig 1**).

Un rayon issu d'une source potentielle ( S ) est réfléchi par ( M<sub>1</sub> ) et ( M<sub>2</sub> ), ils émergent de l'interféromètre en donnant deux rayons ( R<sub>1</sub> ) et ( R<sub>2</sub> ) parallèles qui interfèrent à l'infini ( loin des deux miroir ). 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 (R<sub>1</sub>) et (R<sub>2</sub>) interfèrent ) est donner par :

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



**Fig (1)** E

Où P : est l'ordre d'interférence.

n : l'indice de réfraction du milieu.

e : OM<sub>1</sub>-OM<sub>2</sub> est la distance qui sépare le miroir (M<sub>1</sub>) de l'image de (M<sub>2</sub>) par rapport à la lame (M).

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

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

Où  $\delta$  est la différence de marche entre (R<sub>1</sub>) et (R<sub>2</sub>) :

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

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

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

L'état d'interférence (tache brillante ou sombre) est donnée par :  $\frac{2\pi e}{\lambda} = pn \Rightarrow \frac{2\pi e}{\lambda} = p$

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

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

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

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

## MANUPULATION :

1. Placer la source LASER face au miroir ( $M_1$ ) (**fig2**) 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 30 cm 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 potentielle (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 mécanique 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 ( $\Delta e$ ) du miroir donné par la vis micrométrique. Connaissant le déplacement  $\Delta e$  et le nombre de changement 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<sup>(1)</sup>, on peut calculer la longueur d'onde.

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)		

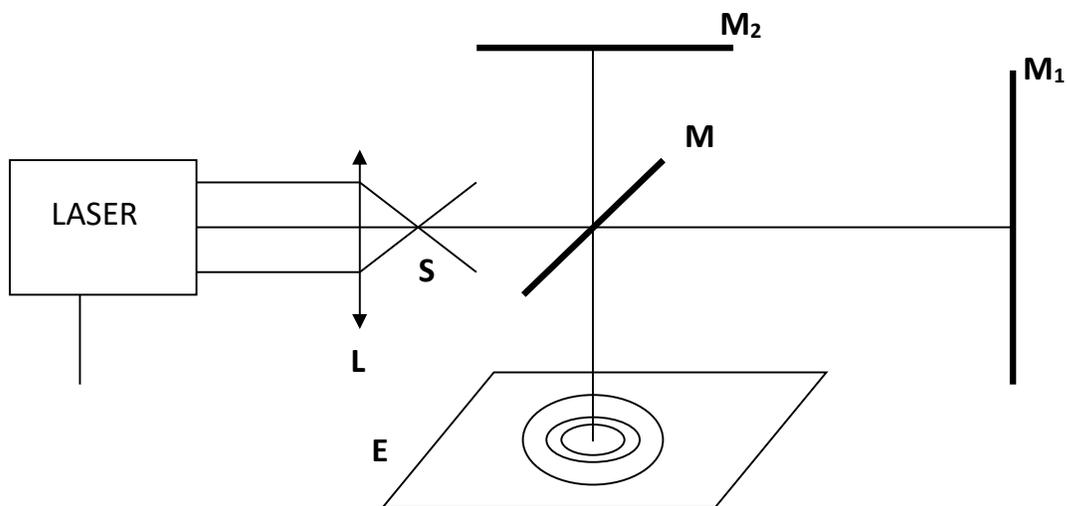


Fig (2)