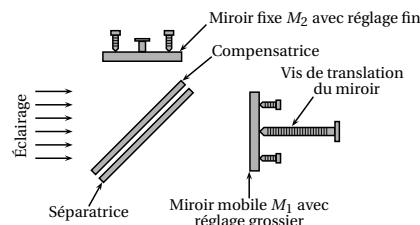


Optique ondulatoire

Interférences par division d'amplitude – Michelson

L'interféromètre de Michelson



L'interféromètre de Michelson est constitué de deux miroirs sensiblement perpendiculaires et d'un ensemble diviseur de faisceau formé d'une lame séparatrice et d'une lame compensatrice.

Le faisceau incident est divisé en deux faisceaux d'intensités égales qui se superposent à la sortie de l'appareil après avoir emprunté des trajets différents : on observe alors un phénomène d'interférence.

Les deux modes de fonctionnement de l'interféromètre de Michelson

L'interféromètre de Michelson est équivalent à une « lame d'air » comprise entre le miroir M_2 et le miroir fictif M'_1 , symétrique de M_1 par rapport à la séparatrice.

Lame à faces parallèles

Ce réglage correspond à la configuration où M_2 et M'_1 sont parallèles entre eux. On dit aussi que l'interféromètre est réglé en « lame d'air ».

Coin d'air

Dans cette configuration, M_2 et M'_1 ne sont pas parallèles entre eux. La droite intersection de M_2 et M'_1 est appelée *arête du coin d'air*.

Propriété des interférences par divisions d'amplitude

Lorsque la source est ponctuelle, les interférences peuvent être observées partout dans le champ d'interférences¹ : elles sont dites non localisées.

Lorsque la source est large, on observe un brouillage de la figure d'interférence, sauf sur une surface, appelée *surface de localisation*, où elle reste nette. On parle d'*interférences localisées*.

- Dans la pratique on utilise toujours une source large² avec un dispositif à division d'amplitude. **Les interférences devront être observées sur leur surface de localisation.**
- La surface de localisation est en réalité la **surface de contraste maximal** ; en dehors de cette surface, selon les cas, on n'observera rien du tout, ou on observera une figure plus ou moins contrastée.
- Avec un dispositif à division du front d'onde, le brouillage des interférences est le même partout : on ne les observe nulle part ; on parle d'*interférences non localisées*.
- La surface de localisation est déterminée par l'ensemble des points où se coupent les deux rayons émergents issus d'un même rayon incident émis par un point central de la source.
- expérimentalement, on observe les interférences sur un écran. Le montage devra donc **conjuguer la surface de localisation avec l'écran d'observation**, à l'aide d'une lentille mince convergente.
- Une frange est définie par $\delta = \text{cte}$. Si la différence de marche $\delta(X)$ dépend d'un paramètre X , une frange correspond alors à $X = \text{cte}$; on parle alors de « franges d'égal X ».

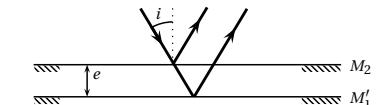
1. Le champ d'interférences est le domaine de l'espace où se superposent les deux faisceaux susceptibles d'interférer.

2. On préfère obtenir une figure d'interférences lumineuse, quitte à se restreindre à l'observer dans la surface de localisation.

L'interféromètre réglé en lame d'air

La différence de marche entre deux rayons interférent (issus du même incident) est donnée par

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



- En éclairant avec une source large, **les interférences sont localisées à l'infini**. On placera donc l'écran d'observation au foyer d'une lentille convergente³.
- La différence de marche dépendant de l'inclinaison i du rayon incident, les franges sont dites d'*égale inclinaison*⁴.
- Les franges d'interférences sont des anneaux.
- L'ordre d'interférences $p = \frac{\delta}{\lambda}$ est maximal au centre ($i = 0$), et décroît quand on s'en écarte.
- Le rayon du k -ième anneau est $\rho_k = \rho_1 \sqrt{k}$.
- Les anneaux sont d'autant plus resserrés que l'épaisseur e de la lame est grande.
- Quand $e = 0$, on est au *contact optique* ; les anneaux disparaissent et on obtient une intensité uniforme sur l'écran (on parle de la *teinte plate*).
- Pour observer beaucoup de franges, il faut que δ — et donc l'angle d'incidence i — puisse varier sur le plus large intervalle possible, c'est-à-dire éclairer la lame avec un faisceau le plus ouvert possible : **on fait l'image de la source sur la lame d'air — c'est-à-dire sur les miroirs du Michelson — à l'aide d'une lentille convergente de courte focale (condenseur)**.

L'interféromètre réglé en coin d'air

Le montage est équivalent à



L'intersection des deux plans est l'*arête du coin d'air* ; l'angle du coin d'air est $\alpha \ll 1$. La différence de marche entre deux rayons interférent (issus du même incident **sous incidence normale**) vaut

$$\delta = 2e \sim 2\alpha x.$$

- En éclairant avec une source large, **les interférences sont localisées au voisinage du coin d'air**. On fera donc l'image des miroirs sur l'écran d'observation à l'aide d'une lentille convergente⁵.
- La différence de marche dépendant de l'épaisseur e du rayon incident, les franges sont dites d'*égale épaisseur*⁶.
- Les franges d'interférences sont rectilignes, parallèles à l'arête du coin.
- L'ordre d'interférences est nul (« frange centrale ») sur l'arête du coin ($e = 0$).
- Les franges sont d'autant plus resserrées que le coin est fermé (α petit).
- Pour observer beaucoup de franges, il faut que δ — et donc la position x du point d'incidence — puisse varier sur le plus large intervalle possible, c'est-à-dire éclairer la plus grande surface de miroir ; l'éclairage se faisant en incidence normale, **on placera la source au foyer du condenseur**.

3. Dans la pratique, le contraste ne chute pas brutalement entre une observation à l'infini et une observation à distance finie, de l'ordre de quelques mètres.

4. Pour une frange, $\mathcal{E} = \text{cte}$, donc $\delta = \text{cte}$, soit $i = \text{cte}$, d'où le nom « égale inclinaison ».

5. La localisation est beaucoup plus contraignante qu'avec la lame d'air : le contraste chute très vite dès que l'on s'écarte du coin d'air.

6. Pour une frange, $\delta = \text{cte}$, soit $e = \text{cte}$.