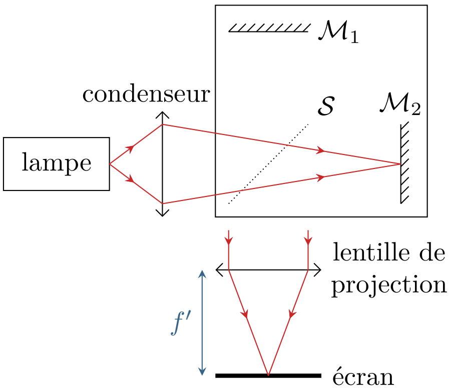
Fiche résumé 27 – Optique

Interférences par division d'amplitude

- **Intérêt :** gagner en luminosité grâce à la possibilité d'utiliser une source étendue sans perte de contraste, mais au prix d'une localisation de la figure d'interférences, qui n'est parfaitement contrastée que sur un domaine restreint du champ d'interférences.

- **Un Michelson** = deux miroirs de planéité très haute qualité + une lame séparatrice semi-réfléchissante.

I - Michelson en lame d'air

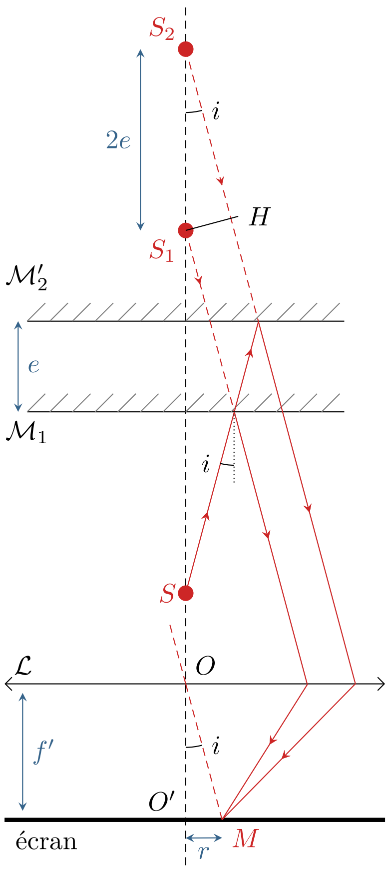


- **Configuration lame d'air :**
  ▷ Miroirs fictifs parfaitement parallèles ;
  ▷ Franges circulaires appelées « anneaux d'égale inclinaison » ;
  ▷ Localisation à l'infini donc observation dans le plan focal image de la lentille de projection ;
  ▷ Éclairage convergent sur les miroirs donc utilisation d'un condenseur.

- **Différence de marche à l'infini :** sources secondaires distantes de $2e$ (et non pas e !)

  $\rightsquigarrow$ $\delta = S_2H = 2e\cos i$.

- **Étude des anneaux :**
  ▷ Rayon : $r = f' \tan i$ puis DL de tan et cos pour relier le rayon à l'ordre d'interférence ;
  ▷ L'ordre d'interférence est maximal au centre des anneaux, minimal sur le tour de la figure, et sauf exception jamais nul ;
  ▷ Plus la lame d'air est épaisse, plus on observe d'anneaux ;
  ▷ Évolution d'un anneau lors du chariottage : exprimer r en fct de p et e et raisonner à p fixé.
  $\rightsquigarrow$ lorsque l'on s'approche du contact optique, les anneaux rentrent par le bord et dispraissent par le centre.



- **Écart spectral d'un doublet :** mesurer l'éclairement $\mathcal{E}$ au centre des anneaux avec photodiode + système d'acquisition.

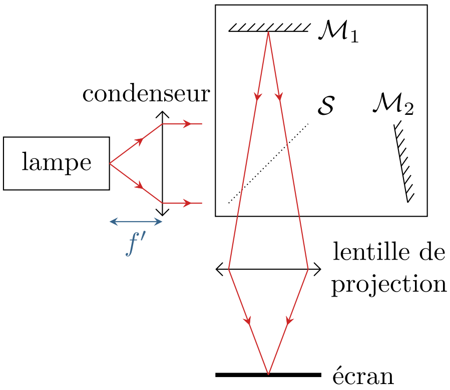
$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\lambda_1} + \mathcal{E}_{\lambda_2} = 2\mathcal{E}_0\left[1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_1}2e\right)\right] + 2\mathcal{E}_0\left[1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_2}2e\right)\right]$$

Après calcul on identifie :
▷ un terme d'interférences $\cos(2\pi/\lambda_0 \times 2e)$ identique à celui d'une source ponctuelle monochromatique ;
▷ un facteur de contraste $\Gamma(e)$ dépendant de $\Delta\lambda$.

Anti-coïncidence : $\Gamma(e) = 0$ (contraste nul donc éclairement uniforme) ; coïncidence : $\Gamma(e) = \pm 1$ (contraste maximal).

$\rightsquigarrow$ mesurer la distance dont il faut chariotter pour passer d'une anti-coïncidence à la suivante permet de déterminer $\Delta\lambda$.

II - Michelson en coin d'air



- **Configuration coin d'air :**

▷ Miroirs fictifs légèrement inclinés ;
▷ Franges rectilignes dites « d'égale épaisseur » ;
▷ Localisation sur les miroirs dont on forme l'image sur l'écran par la lentille de projection
▷ Éclairage quasi-parallèle donc source au foyer du condenseur.

- **Différence de marche** (pas à connaître) : $2\alpha x$ avec α l'angle du coin d'air et x l'abscisse mesurée le long d'un miroir.

- **Interférences en lumière blanche :**

▷ En un point M de l'écran, l'ordre d'interférences $p = \delta(M)/\lambda$ dépend de la longueur d'onde donc certaines longueurs d'onde interfèrent constructivement et d'autres destructivement.

▷ L'œil n'a que trois types de cônes (= capteurs de couleurs) : s'il y a trop de couleurs différentes pour lesquelles les interférences sont constructives, on a l'impression de voir du blanc ⇝ blanc d'ordre supérieur.

▷ La gamme de ddm pour laquelle les interférences en lumière blanche donnent des couleurs visibles à l'œil est en pratique extrêmement réduite.

⇝ voir les teintes de Newton est un repère précis de l'égalité des chemins optiques.

- **Lame de phase** = objet transparent d'indice $n \neq 1$.

⇝ écart de différence de marche entre les rayons passés par l'air et ceux passés au travers de la lame :

$$\delta_{\text{lame}} = \delta_{\text{air}} + \underbrace{(n - 1)}_{\substack{\text{les rayons qui traversent} \\ \text{le matériau d'indice } n \text{ parcourent} \\ \text{moins de distance dans l'air d'indice 1}}} \times \overbrace{2}^{\text{aller-retour}} e$$

Étienne Thibierge, 23 février 2024, www.etienne-thibierge.fr