

1.5 Miroir de Lloyd

Note historique. Humphrey Lloyd (1800–1881), physicien irlandais, imagine en 1834 un dispositif à un seul miroir. Il y observe une frange centrale sombre, qui met en évidence le déphasage de π à la réflexion sur un milieu plus réfringent.

1.5.1 Principe

Un miroir plan est éclairé en incidence rasante par une fente source S , située à la hauteur h au-dessus de son plan. La lumière réfléchi semble venir de l'image S' de S dans le miroir : S et S' jouent le rôle des deux sources, distantes de $a = 2h$. Ici l'une des deux sources est la source primaire elle-même : le front d'onde est divisé en réfléchissant une partie de lui-même sur le miroir. L'écran est placé perpendiculairement au miroir, au voisinage de son extrémité, et l'on n'observe les franges qu'au-dessus du plan du miroir.

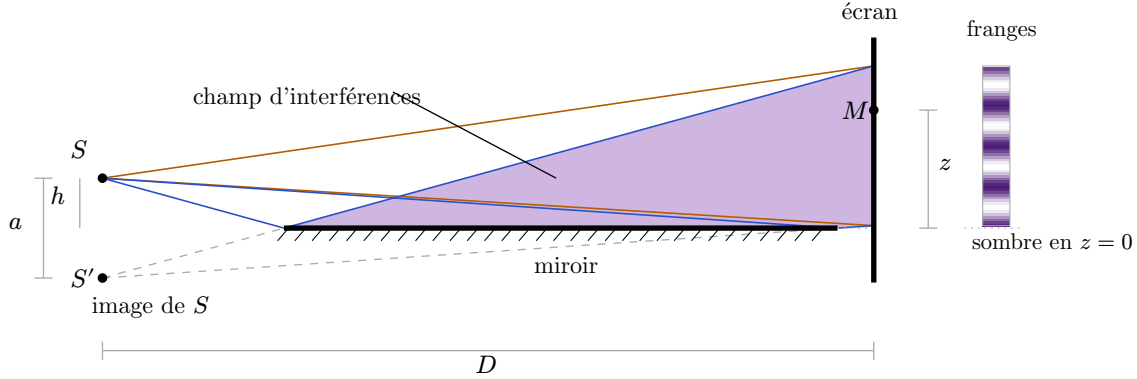


Fig. 6. – Miroir de Lloyd : le faisceau réfléchi semble issu de l'image S' . Les franges se forment au-dessus du plan du miroir, et la première, à $z = 0$, est sombre.

1.5.2 Différence de marche et franges

Pour un point M de l'écran, à la hauteur z au-dessus du plan du miroir et à la distance D de la source, $SM = \sqrt{D^2 + (z - h)^2}$ et $S'M = \sqrt{D^2 + (z + h)^2}$, donc pour $z, h \ll D$

$$S'M - SM \simeq \frac{2hz}{D}. \quad (8)$$

La réflexion apporte en plus un déphasage de π , équivalent à une différence de marche de $\lambda/2$: $\delta = 2hz/D + \lambda/2$. L'éclairement vaut

$$I(z) = 2I_0 \left(1 + \cos \left(\frac{2\pi\delta}{\lambda} \right) \right) = 2I_0 \left(1 - \cos \left(\frac{4\pi hz}{\lambda D} \right) \right). \quad (9)$$

Franges de Lloyd

$$i = \frac{\lambda D}{2h} \quad (10)$$

La frange en $z = 0$, c'est-à-dire sur le miroir, est **sombre** : les franges brillantes sont en $z = (p + 1/2)i$. Ordre de grandeur : $\lambda = 550 \text{ nm}$, $h = 0,5 \text{ mm}$ et $D = 1 \text{ m}$ donnent $i = 0,55 \text{ mm}$.

1.5.3 Remarques

Un demi-système de franges. Contrairement aux fentes d'Young, seul le demi-espace situé au-dessus du miroir est utilisable : le champ d'interférences est limité par la longueur du miroir et par l'inclinaison des rayons.

Incidence rasante. Le pouvoir réflecteur est voisin de 1 près de l'incidence rasante, ce qui équilibre l'éclairement des deux faisceaux et donne des franges très contrastées.

Application. Le même principe sert en radioastronomie (antenne en haut d'une falaise, la mer jouant le rôle du miroir), au milieu du XXe siècle.

Pour aller plus loin. J.-P. Pérez, *Optique : fondements et applications*, Dunod ; E. Hecht, *Optique*, Pearson ; M. Born et E. Wolf, *Principles of Optics*, Cambridge University Press.