

2.4 Interféromètre de Fizeau

Note historique. Hippolyte Fizeau (1819–1896) mesure la vitesse de la lumière en 1849 avec une roue dentée, puis étudie en 1851, par interférométrie, l'entraînement de la lumière par de l'eau en mouvement. En 1868, il propose de mesurer des diamètres d'étoiles par interférences. Aujourd'hui, l'interféromètre de Fizeau sert surtout à contrôler la planéité de surfaces optiques.

2.4.1 Principe

Interféromètre à **division d'amplitude** à deux ondes, utilisé pour contrôler des surfaces optiques. Un faisceau parallèle (laser élargi puis collimé) éclaire en incidence normale une lame d'air d'épaisseur e très faible, comprise entre un plan de référence partiellement réfléchissant et la surface à tester. Les deux ondes qui interfèrent sont la réflexion sur le plan de référence et celle sur la surface testée ; une séparatrice les envoie vers une caméra.

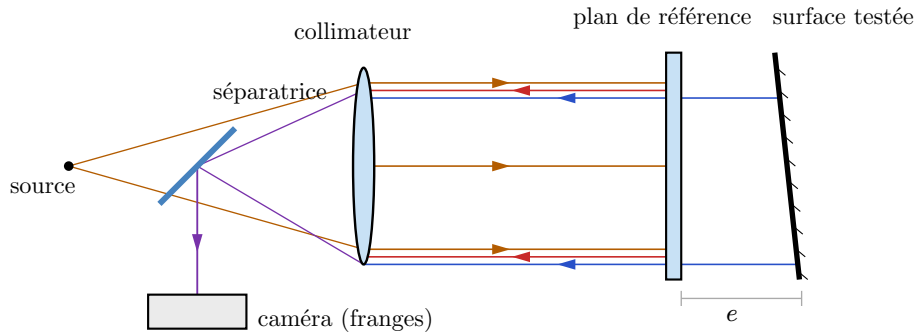


Fig. 13. – Interféromètre de Fizeau : les réflexions sur le plan de référence (rouge) et sur la surface testée (bleu) interfèrent après leur retour dans le collimateur, puis sont envoyées vers la caméra.

2.4.2 Franges d'égale épaisseur

Les deux ondes diffèrent par un aller-retour dans la lame d'air : $\delta = 2e(x, y)$ en incidence normale, à un déphasage constant près dû aux réflexions. Les franges brillantes vérifient $e = p\lambda/2$: chacune est une ligne de niveau de l'épaisseur de la lame d'air, et deux franges voisines correspondent à une variation d'épaisseur de $\lambda/2$. Si les deux surfaces sont planes et font un petit angle α , les franges sont rectilignes et équidistantes, d'interfrange $i = \lambda/(2\alpha)$. Un défaut de planéité déforme les franges.

Défaut de planéité

$$\Delta e = q \frac{\lambda}{2} \quad (19)$$

où q est l'écart d'une frange à une droite, exprimé en fraction d'interfrange. Ordre de grandeur : avec un laser He-Ne ($\lambda = 633 \text{ nm}$), une frange déformée de $q = 1/5$ d'interfrange correspond à un défaut de 63 nm , soit $\lambda/10$.

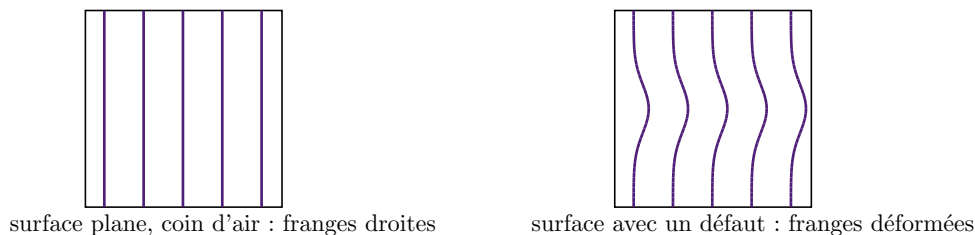


Fig. 14. – Franges d'un Fizeau (schématisques) : le défaut de la surface testée se lit sur la déformation des franges.

Intérêt et limites. Les deux ondes ne diffèrent que par la lame d'air, de sorte que l'appareil est peu sensible aux vibrations et à l'air ambiant, contrairement au Twyman-Green à bras séparés. On atteint $\lambda/10$ à l'œil, et mieux par décalage de phase en déplaçant légèrement le plan de référence. La mesure est relative à ce plan, qui doit donc être meilleur que la surface testée. Le principe est celui des anneaux de Newton, avec un plan de référence.

Pour aller plus loin. D. Malacara (éd.), *Optical Shop Testing*, Wiley ; P. Hariharan, *Optical Interferometry*, Academic Press ; J.-P. Pérez, *Optique : fondements et applications*, Dunod.