

2.2 Coin d'air et anneaux de Newton

Note historique. Robert Hooke observe en 1665, dans sa *Micrographia*, les couleurs de lames minces et d'anneaux entre deux lentilles. Isaac Newton les étudie systématiquement (*Opticks*, 1704) et mesure l'épaisseur d'air de chaque anneau. Thomas Young les explique en 1801 par les interférences : le déphasage de π à une réflexion rend compte de la tache centrale noire.

2.2.1 Principe

On éclaire en incidence quasi normale, avec une source monochromatique, une lame d'air d'épaisseur variable e , comprise entre deux surfaces de verre. Les deux ondes qui interfèrent sont réfléchies sur la face inférieure de la première surface (verre vers air, sans déphasage) et sur la seconde surface (air vers verre, avec un déphasage de π). La différence de marche vaut donc

$$\delta = 2e + \frac{\lambda}{2}. \quad (15)$$

Les franges sont des lignes d'égale épaisseur, localisées sur la lame d'air. On les observe pour un coin d'air (deux lames planes faisant un petit angle α) ou entre une lentille plan-convexe de grand rayon de courbure R et une lame plane : ce sont les anneaux de Newton.

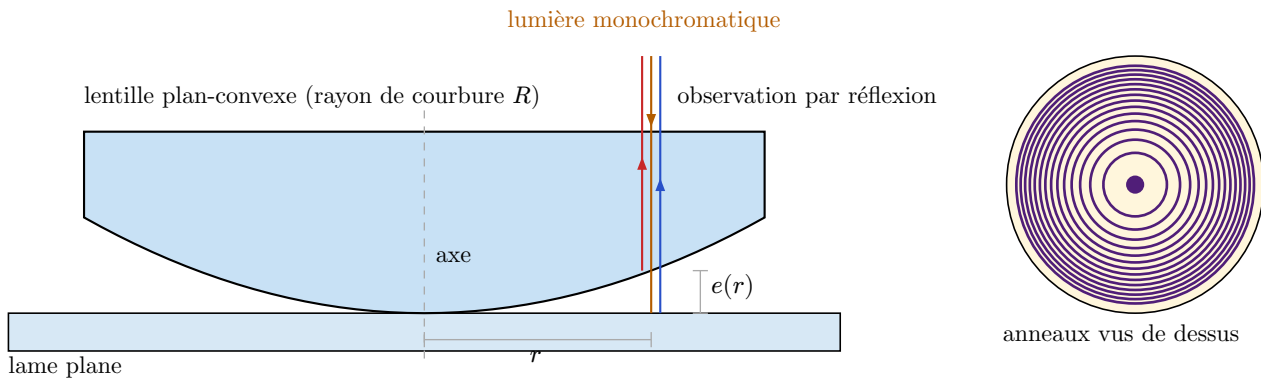


Fig. 10. – Anneaux de Newton : une lentille plan-convexe est posée sur une lame plane. La lame d'air a l'épaisseur $e(r)$ à la distance r de l'axe (épaisseur très exagérée). À droite, la figure d'interférence vue par réflexion : anneaux sombres centrés sur le point de contact.

2.2.2 Coin d'air

L'épaisseur est $e = \alpha x$ et $\delta = 2\alpha x + \lambda/2$. Les franges sombres vérifient $\delta = (p + 1/2)\lambda$, soit $e = p\lambda/2$: les franges sont rectilignes, parallèles à l'arête (qui est sombre, car $e = 0$), et d'interfrange $i = \lambda/(2\alpha)$.

2.2.3 Anneaux de Newton

Pour $r \ll R$, l'épaisseur de la lame d'air est $e(r) = R - \sqrt{R^2 - r^2} \simeq r^2/(2R)$, d'où $\delta = r^2/R + \lambda/2$. Les anneaux sont centrés sur le point de contact, où $e = 0$: la tache centrale est **sombre**. Les anneaux sombres vérifient $\delta = (p + 1/2)\lambda$ et les anneaux brillants $\delta = p\lambda$.

Rayons des anneaux

$$r_p = \sqrt{p\lambda R} \quad (\text{anneaux sombres}), \quad r_p = \sqrt{(p - 1/2)\lambda R} \quad (\text{anneaux brillants}) \quad (16)$$

Les anneaux se resserrent vers l'extérieur (r^2 proportionnel à p). Ordre de grandeur : pour $\lambda = 589 \text{ nm}$ et $R = 1 \text{ m}$, le premier anneau sombre a pour rayon 0,77 mm et le dixième 2,4 mm. En transmission, la figure est complémentaire : la tache centrale est brillante.

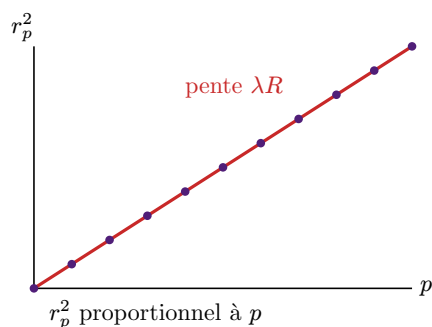


Fig. 11. – Carré du rayon des anneaux sombres en fonction de leur numéro p : on obtient une droite de pente λR .

2.2.4 Mesure du rayon de courbure

Le contact réel est déformé et contient de la poussière : le numéro p des anneaux est inconnu. On mesure donc les diamètres D_p et D_{p+k} de deux anneaux sombres, séparés de k anneaux, et l'on élimine p :

$$R = \frac{D_{p+k}^2 - D_p^2}{4k\lambda}. \quad (17)$$

2.2.5 Lumière blanche

En lumière blanche, chaque longueur d'onde donne ses propres anneaux : les premiers anneaux sont colorés (teintes de Newton), puis les couleurs se mélangent en un blanc d'ordre supérieur, comme dans la lumière blanche du Michelson ou de la bulle de savon.

En résumé : la lame d'air est une ligne de niveau : coin d'air = franges droites d'interfrange $\lambda/(2\alpha)$; lentille sur plan = anneaux de rayons $\sqrt{p\lambda R}$; centre sombre en réflexion, $\delta = 2e + \lambda/2$.

Pour aller plus loin. J.-P. Pérez, *Optique : fondements et applications*, Dunod ; E. Hecht, *Optique*, Pearson ; Sextant, *Optique expérimentale*, Hermann.