

Interféromètres

Division d'amplitude sur une lame d'air à faces parallèles Franges d'égale inclinaison (anneaux de Haidinger)

Observation « à l'infini » / dans le plan focal image d'une lentille :

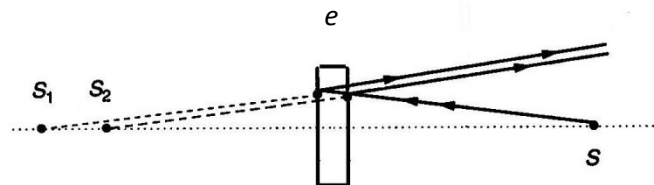


Figure observée dans le plan focal image d'une lentille ↔ « à l'infini » :

Etude des anneaux :

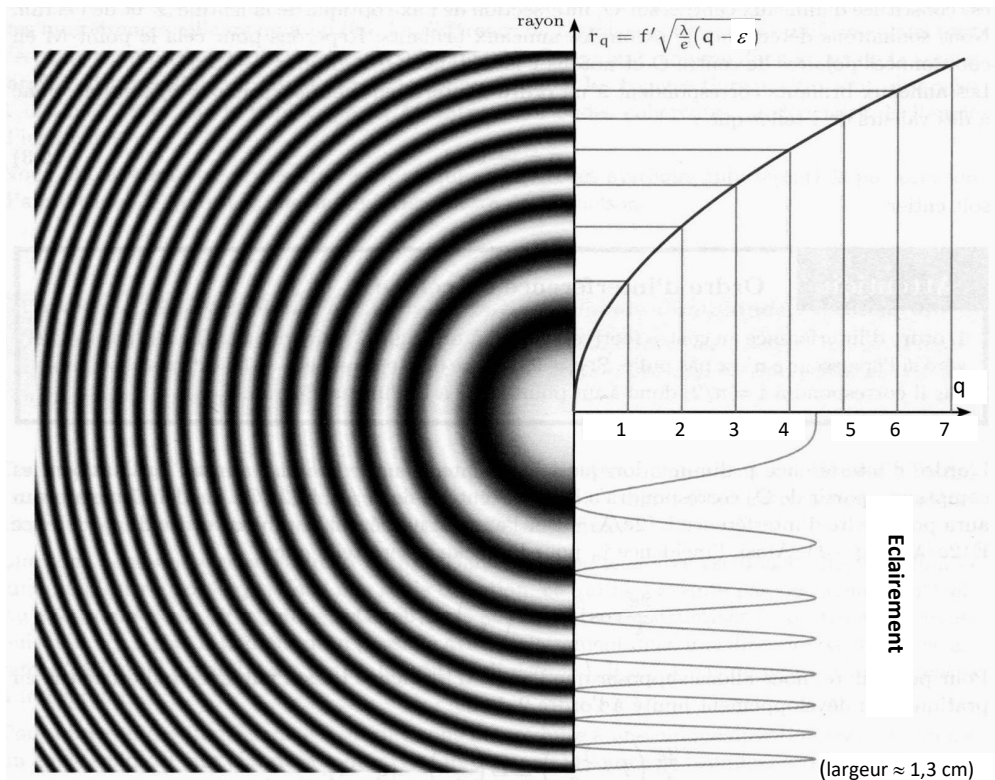
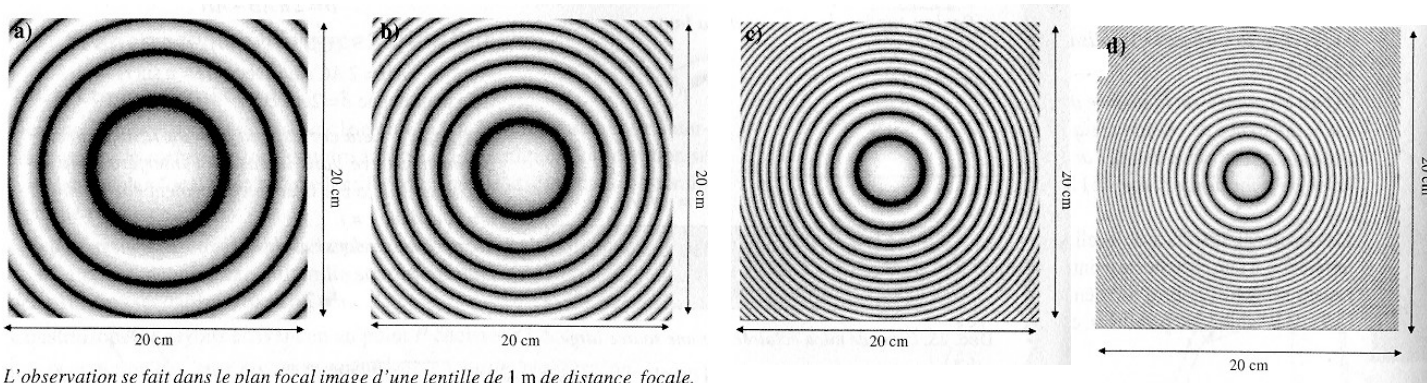


FIG. 19.8. Franges d'égale inclinaison (ou franges d'Haidinger). La figure d'interférences est sur la gauche. L'ordre d'interférence au centre est entier ($\epsilon = 0$), l'anneau n° 0 est réduit à ce centre brillant. En bas à droite, l'éclairement est représenté en fonction du rayon. En haut à droite, la variation du rayon des anneaux en $\sqrt{q - \epsilon}$ est mise en évidence. Ici, pour obtenir des anneaux serrés, l'épaisseur e est de l'ordre de 6 cm. Avec une lentille de projection de distance focale 1 m, la taille réelle de cette figure serait environ six fois plus petite.

Influence de e :

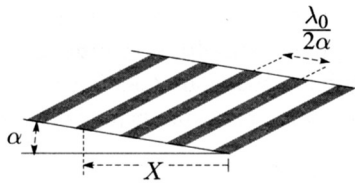
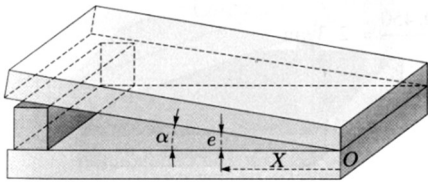


L'observation se fait dans le plan focal image d'une lentille de 1 m de distance focale.
L'ordre d'interférence au centre est égal à : a) 500 ; b) 1 000 ; c) 2 000 ; d) 4 000.

Division d'amplitude sur une lame d'épaisseur variable Franges d'égale épaisseur (franges de Fizeau)

Eclairement observé sur un COIN D'AIR :

Coin d'air « régulier »
Frange

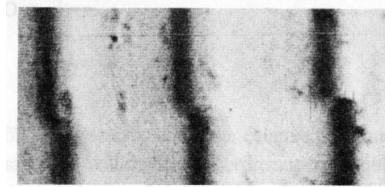
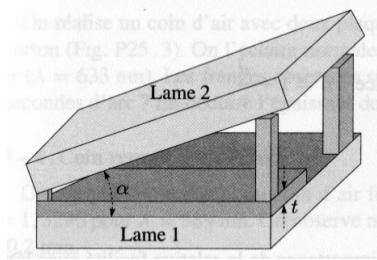


$$\delta(M) = 2e(M) + \frac{\lambda}{2} \approx 2aX + \frac{\lambda}{2}$$

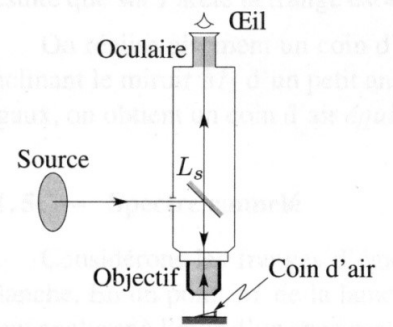
$$\text{Interfrange : } \frac{\lambda}{2\alpha}$$

Variation de e entre 2 franges : $\lambda/2$

Coin d'air réalisé pour mesurer
l'épaisseur d'un dépôt nanométrique
sur une surface plane



Observation des franges au
microscope



Décalage des franges de 0,1 interfrange

$$\Rightarrow t = 0,1 \frac{\lambda}{2} = 29,4 \text{ nm} \quad (\lambda = 589 \text{ nm})$$

Eclairement observé sur une LAME DE SAVON accrochée sur un cadre rectangulaire :

$$\delta(M) = 2ne(M) + \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{Interfrange : } \frac{\lambda}{2n\alpha}$$

$$\text{Variation de } e \text{ entre 2 franges : } \Delta e = \frac{\lambda}{2n}$$



Photo de la lame vue de face

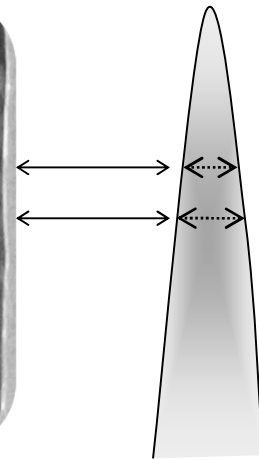
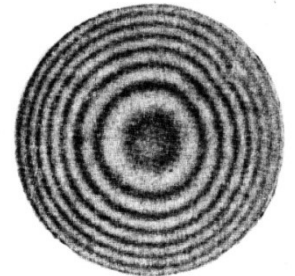
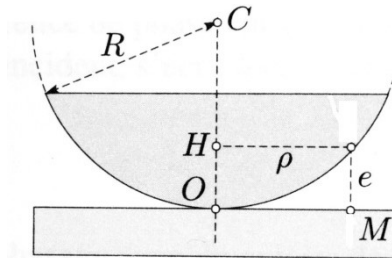


Schéma de la lame en vue de coupe

« ANNEAUX DE NEWTON » obtenus sur une lame d'air réalisée en posant une lentille plan convexe sur une face plane d'un bloc de verre :

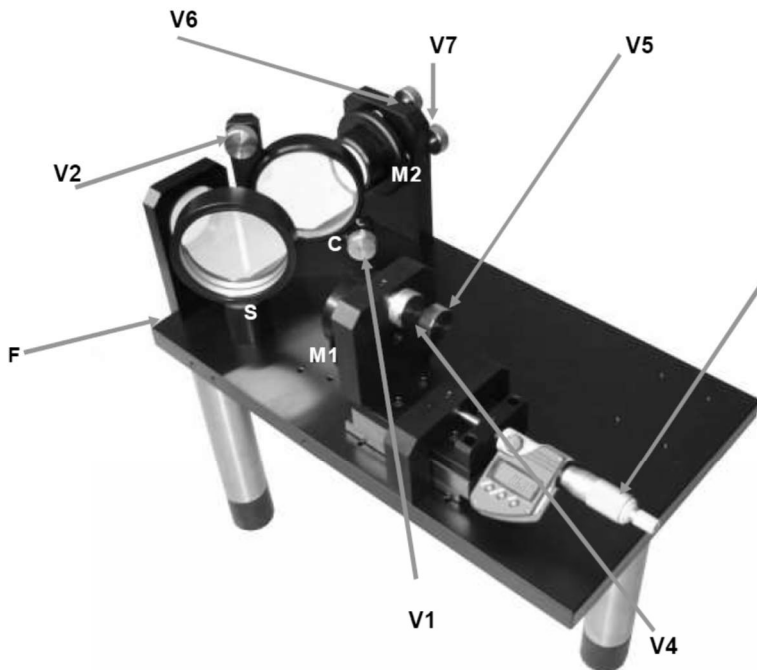
$$e(M) \approx \frac{\rho^2}{2R} \Rightarrow \delta(M) \approx 2e(M) + \frac{\lambda}{2} \approx \frac{\rho^2}{R} + \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{Rayon d'un anneau sombre : } \rho_m \approx \sqrt{mR\lambda}$$

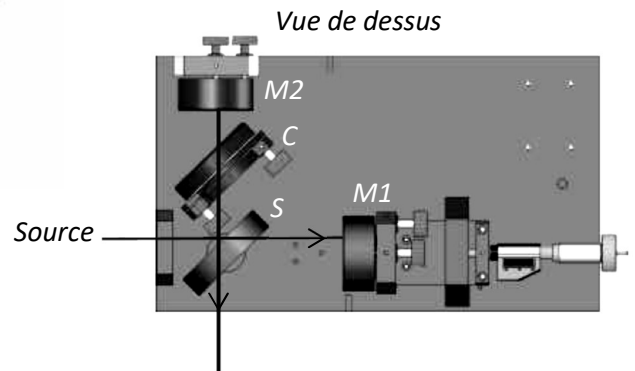


L'interféromètre de Michelson

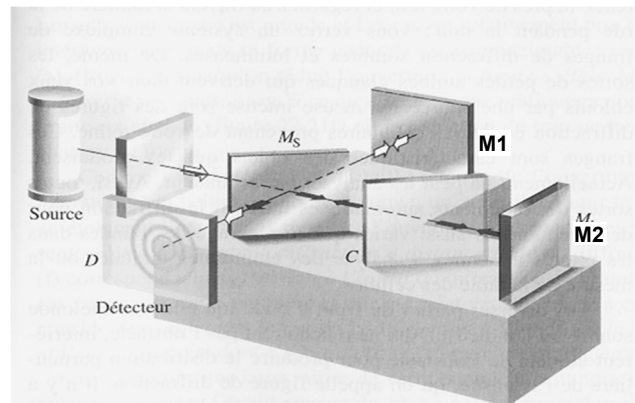
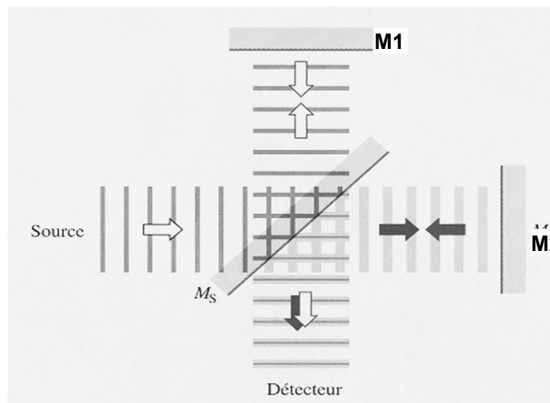
Constitution de l'interféromètre :



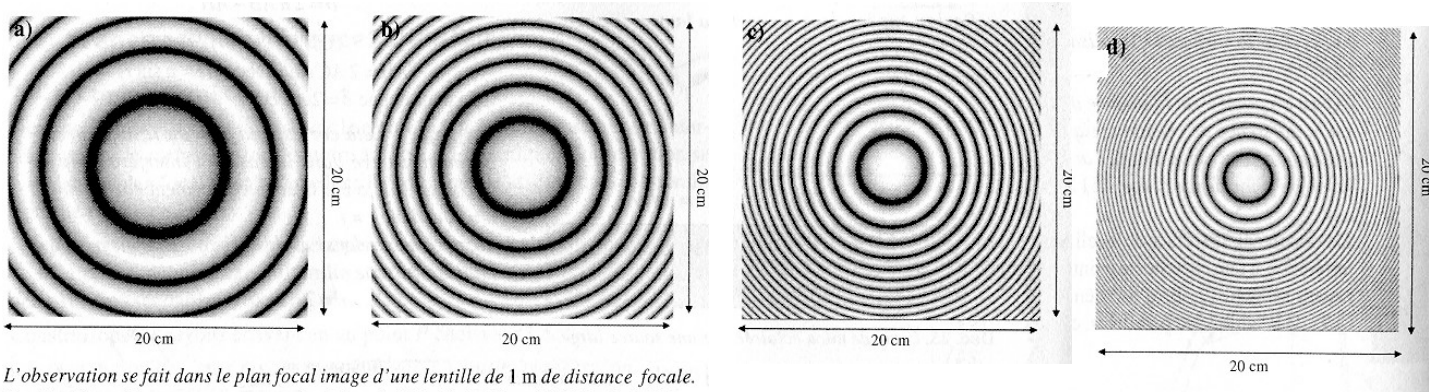
- C : Compensatrice
 - V1 : réglage horizontal de la compensatrice
 - V2 : réglage vertical de la compensatrice
- S : Séparatrice
- M1 : Miroir mobile
 - V4 : Réglage vertical rapide
 - V5 : Réglage horizontal rapide
- V3 : Translation micrométrique du miroir mobile
- M2 : Miroir fixe
 - V6 : Réglage vertical fin
 - V7 : Réglage horizontal fin
- F : Filtre anti-calorique



Principe de l'interféromètre : division d'amplitude :



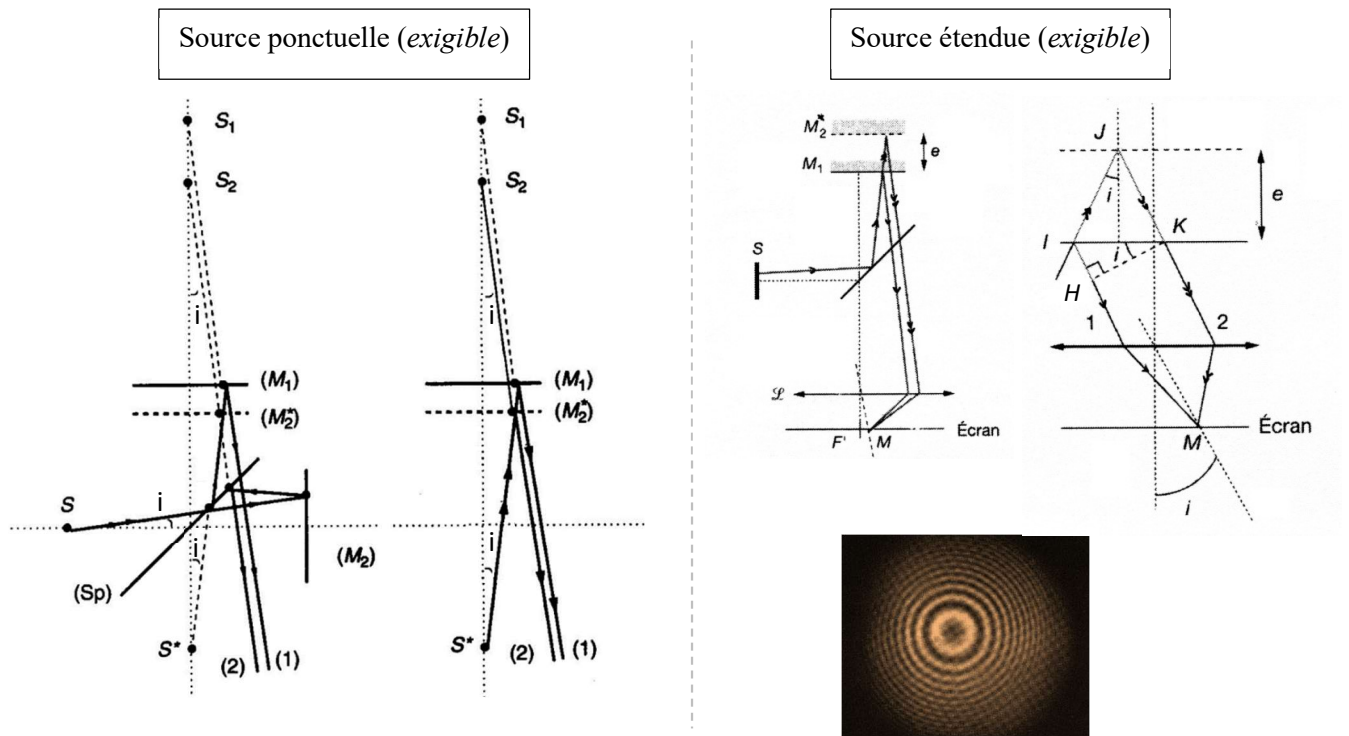
Réglage en « lame d'air » ; figure observée dans le plan focal image d'une lentille ↔ « à l'infini » :



L'observation se fait dans le plan focal image d'une lentille de 1 m de distance focale.
L'ordre d'interférence au centre est égal à : a) 500 ; b) 1 000 ; c) 2 000 ; d) 4 000.

Position des sources secondaires – différence de marche :

Fonctionnement en « lame d'air » avec observation à l'infini :



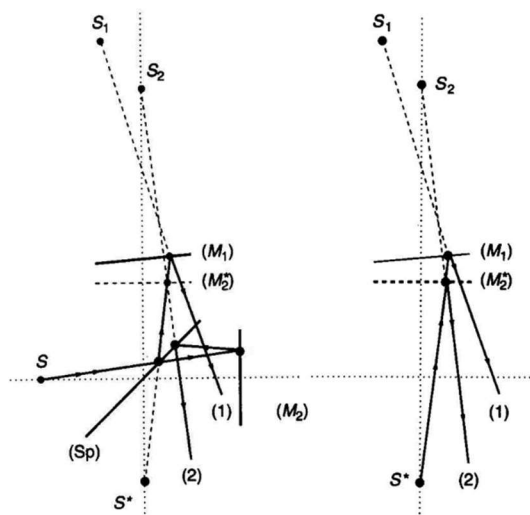
Eclairement observé sur l'écran

Pour une observation à l'infini, avec source ponctuelle ou étendue : $\delta = 2e \cos i$

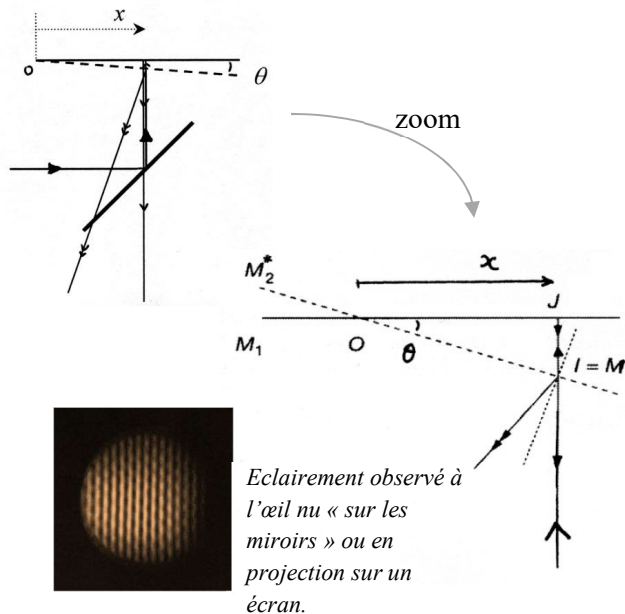
FRANGES D'EGALES INCLINAISONS

Fonctionnement en « coin d'air » avec observation « sur les miroirs » :

Source ponctuelle
(à titre indicatif, schéma non exigible)



Source étendue, éclairage quasi parallèle
en incidence normale (exigible)



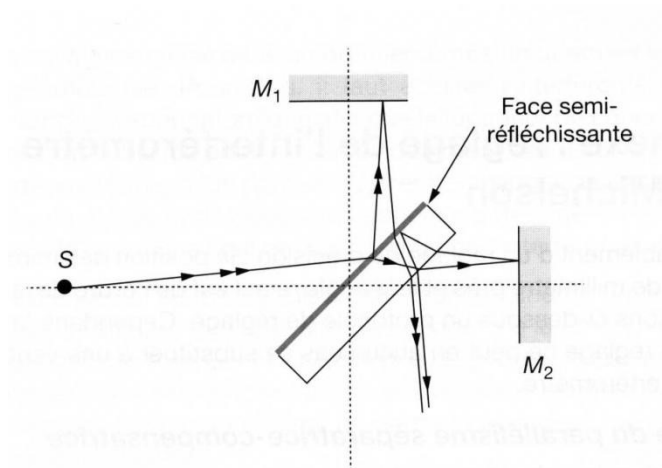
Dans cette configuration uniquement

$$\delta = 2e(x) = 2\theta x$$

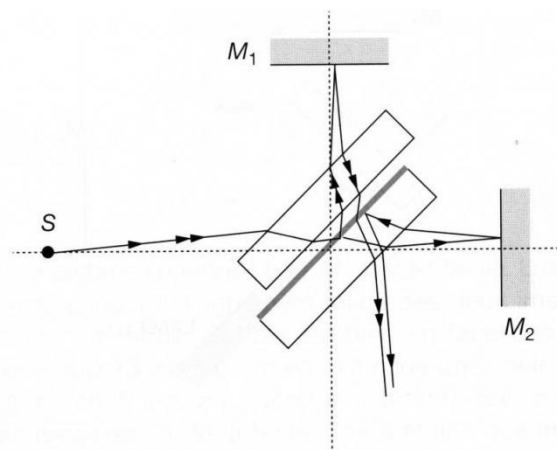
FRANGES D'EGALES EPAISSEURS

Rôle de la compensatrice :

Séparatrice seule :

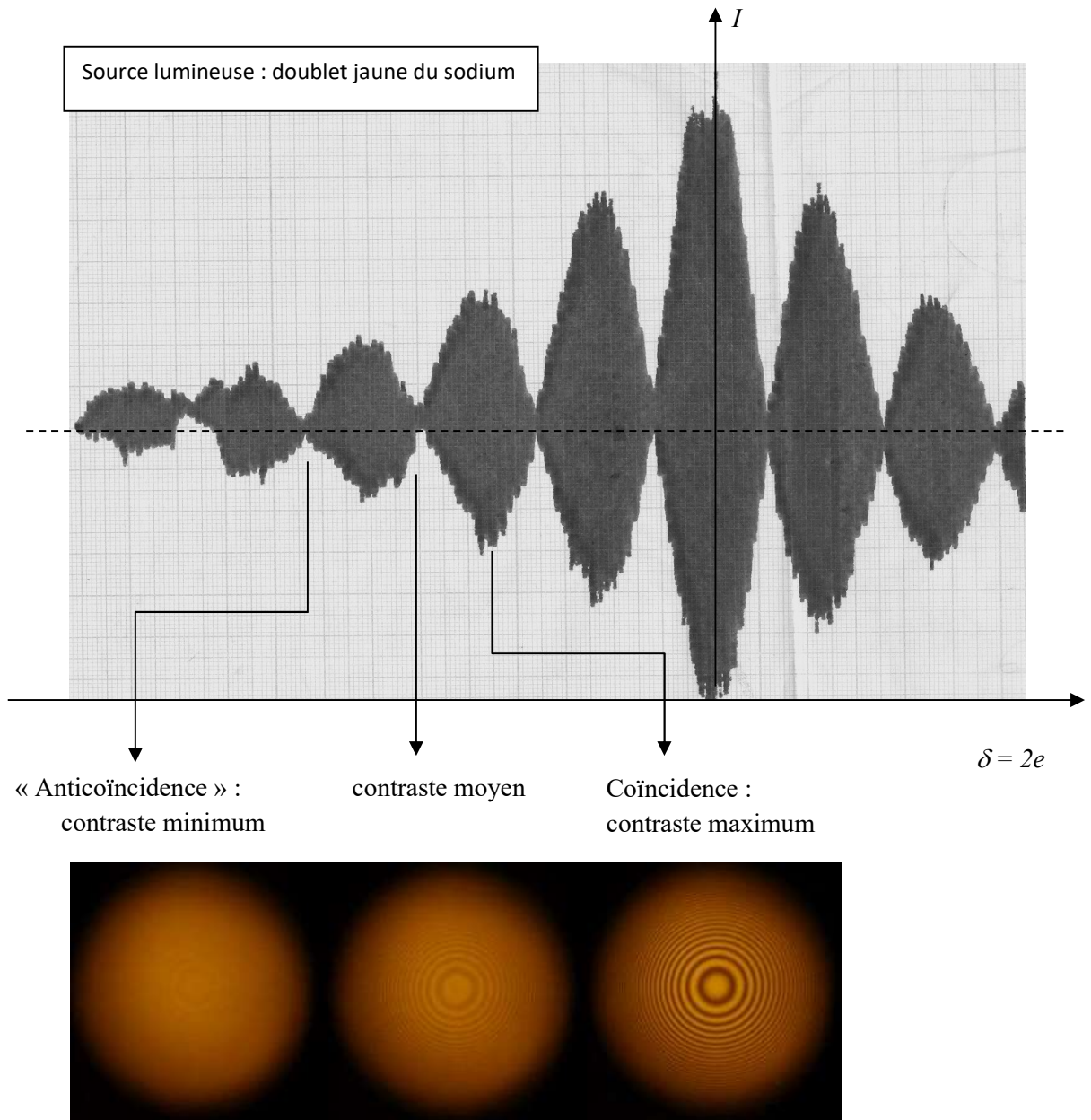


Séparatrice + compensatrice :



Utilisation de l'interféromètre – Exemple d'interférogramme :

Eclairement au centre des anneaux obtenus à partir de l'interféromètre de Michelson, en fonction de l'écartement des 2 miroirs (interférogramme) :



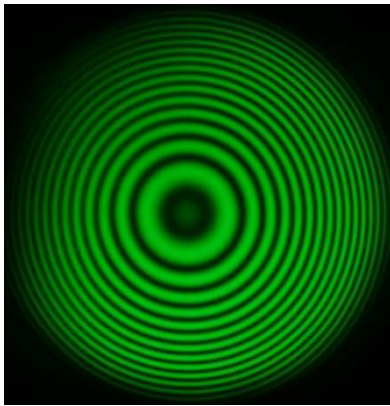
Le phénomène de battements (coïncidences – anticoïncidences) traduit la présence du doublet (2 raies spectrales de longueurs d'ondes proches).

La décroissance globale du contraste avec δ traduit une perte progressive de cohérence temporelle du dispositif et est liée à la largeur de chacune des 2 raies du doublet.

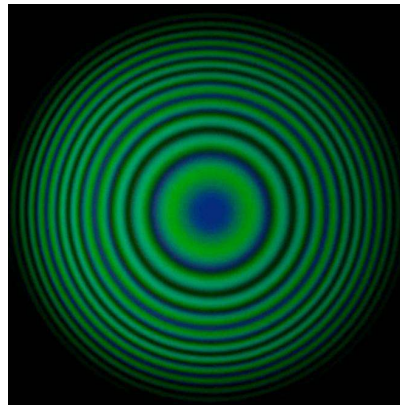
Interférences à 2 ondes en lumière polychromatique

Source lumineuse à spectre discret / lampe spectrale :

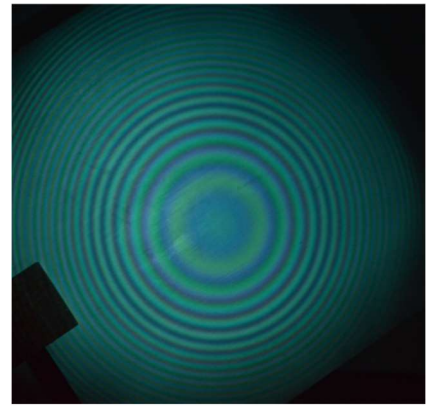
Cas d'une raie unique
(Raie verte du mercure :
Lampe au mercure + filtre
interférentiel)



**Cas de deux raies spectrales
de couleurs différentes**



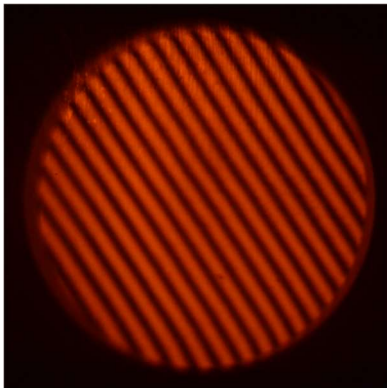
**Cas de plusieurs raies spectrales
de couleurs différentes (Lampe
au mercure)**



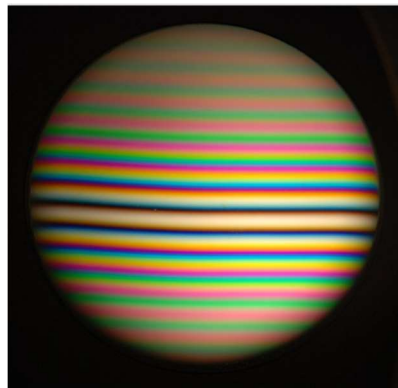
Photos d'anneaux obtenus à partir du Michelson réglé en lame d'air

Source de lumière blanche :

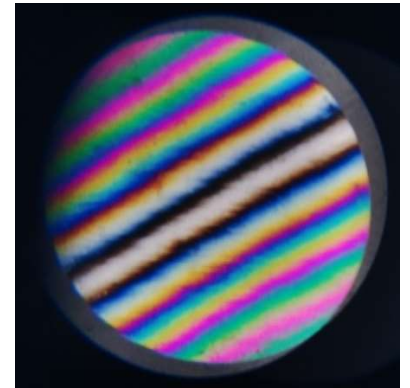
Lumière blanche + filtre rouge
(pour comparaison)



Lumière blanche sans filtre) :
Teintes de Newton

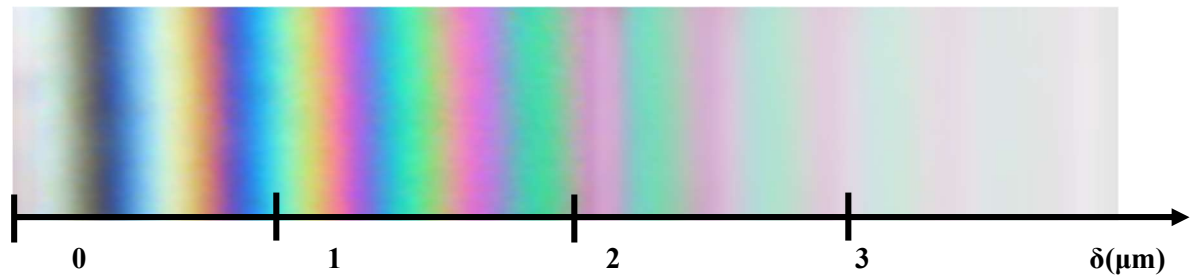


« Zoom » sur la raie blanche
(angle plus faible par rapport à la
photo précédente)

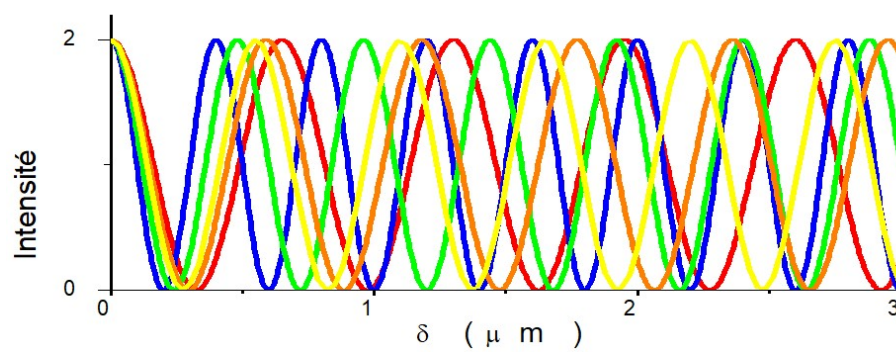


Photos de franges obtenues à partir du Michelson réglé en coin d'air

Echelle des teintes de Newton, *i.e.* des couleurs observées en fonction de δ :

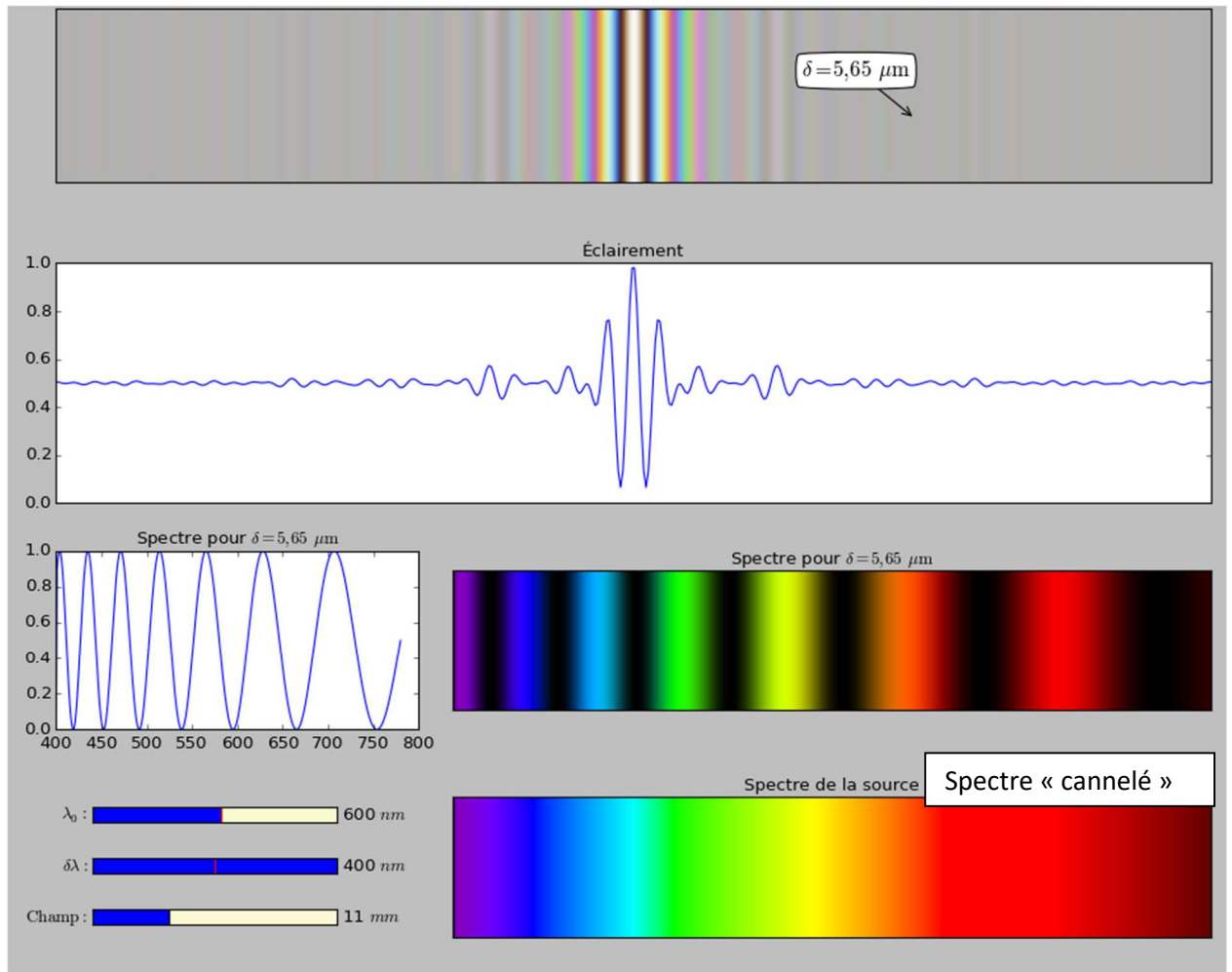


Les teintes de Newton naissent de la superposition de tous les systèmes de franges colorées :

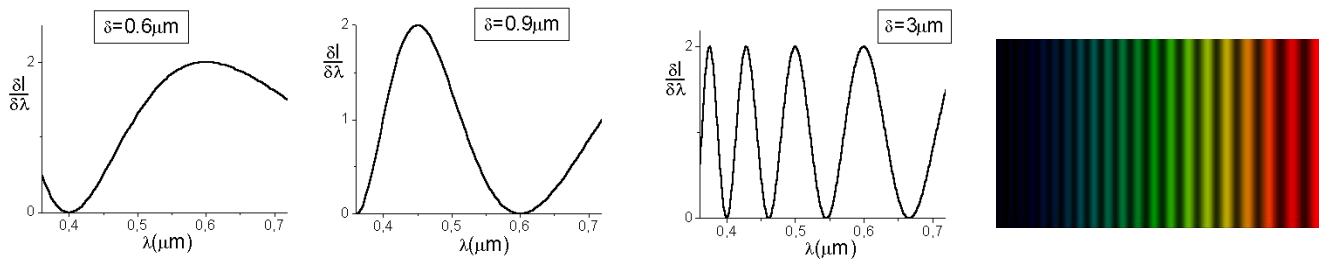


Etude du spectre d'une teinte de newton particulière (une valeur particulière de δ)

- Exemple de $\delta = 5,65 \mu\text{m}$:



- Autres exemples :



Teinte vaguement
orangée

Teinte bleu sombre

Limite du blanc
d'ordre supérieur
→ spectre
« cannelé » présentant
4 cannelures

Très nombreuses
cannelures
⇒ blanc d'ordre
supérieur et