

FIGURE 1 – Interféromètre de Michelson pour TP.

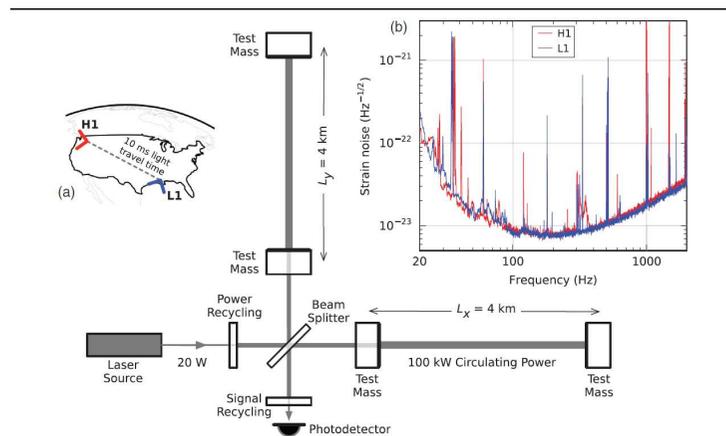


FIGURE 2 – Simplified diagram of an Advanced LIGO detector (not to scale). A gravitational wave propagating orthogonally to the Abbot et al. PRL 2016

### Exemple 1

Un interféromètre de Michelson est réglé en lame d'air d'épaisseur  $e$  et éclairée par une source étendue monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 639 \text{ nm}$ . L'image est projetée par une lentille convergente de distance focale  $f' = 1,0 \text{ m}$ .



FIGURE 3 – Interféromètre européen (VIRGO) et américain (LIGO) pour la détection d'ondes gravitationnelles.

- 1 - Effectuer un schéma du montage où l'interféromètre de Michelson est représenté de façon simplifiée.
- 2 - Démontrer l'expression de la différence marche.
- 3 - Justifier que la figure sur l'écran est constituée d'anneaux concentriques.
- 4 - À l'aide de la figure, mesurer le rayon des deux premiers anneaux brillants. En déduire l'écart  $e$  entre les miroirs.

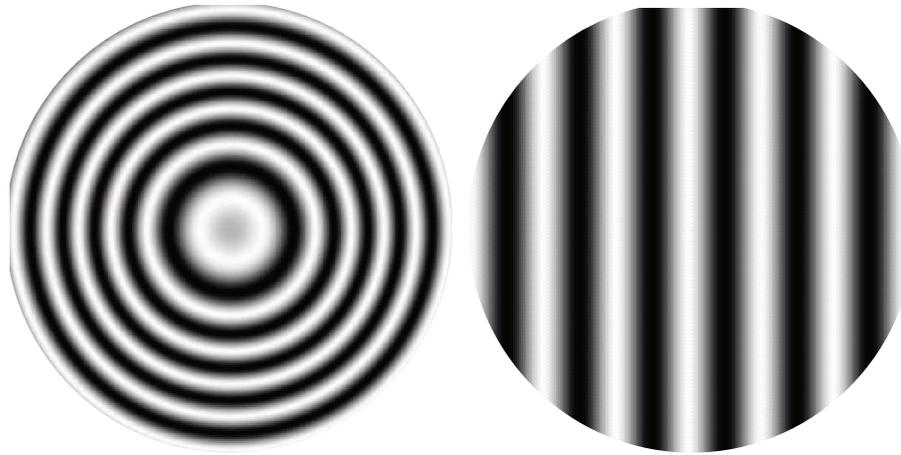


FIGURE 4 – Franges d'égal inclinaison (anneaux) et d'égal épaisseur (franges rectilignes)

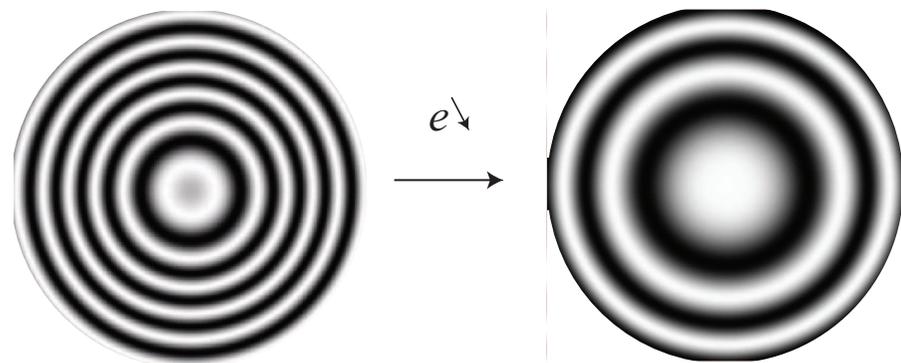


FIGURE 5 – Evolution de la figure lorsque  $e$  diminue, source de lumière monochromatique.

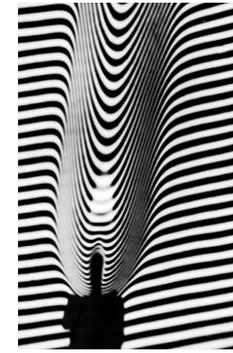


FIGURE 6 – Expérience et photographie de Maurice Françon et de son équipe ; collection d'enseignement du Laboratoire d'Optique des Solides de l'Université de Paris VII.

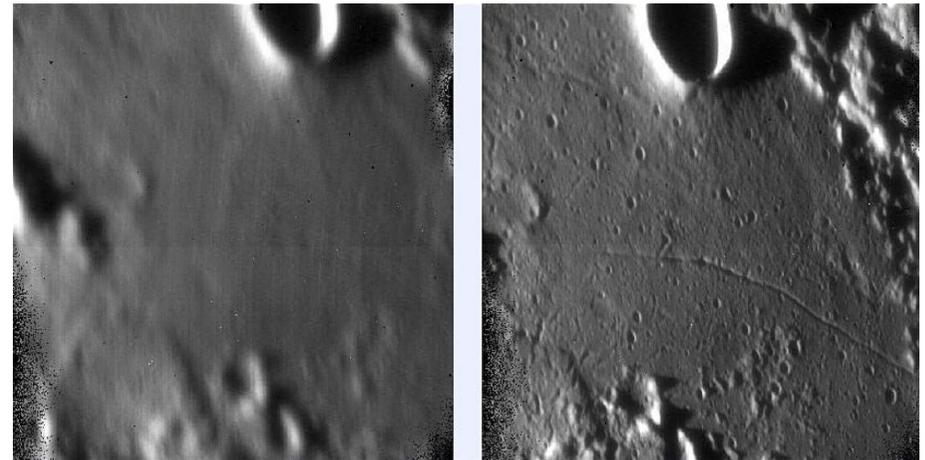


FIGURE 7 – Amélioration d'un cliché de la surface de la Lune par grâce à l'optique adaptative sur le VLT au Chili ( d'après <https://lesia.obspm.fr/>)

### Exemple 2

Un interféromètre de Michelson est réglé pour observer les franges du coin d'air. Il est éclairé par une source étendue à l'infinie. La figure d'interférences est projetée sur un écran à l'aide d'une lentille de distance focale  $f' = 20$  cm ; la distance entre la lentille et l'écran est  $D = 1,30$  m. La lumière est monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 633$  nm.

1 - Représenter le dispositif expérimental et faire le tracé de deux rayons qui interfèrent. Où sont localisées les franges d'interférences ?

2 - Exprimer puis calculer l'angle  $\alpha$  entre les miroirs ?

3 - Expliquer la présence d'un défaut sur l'un des miroirs et déterminer son épaisseur et son diamètre.

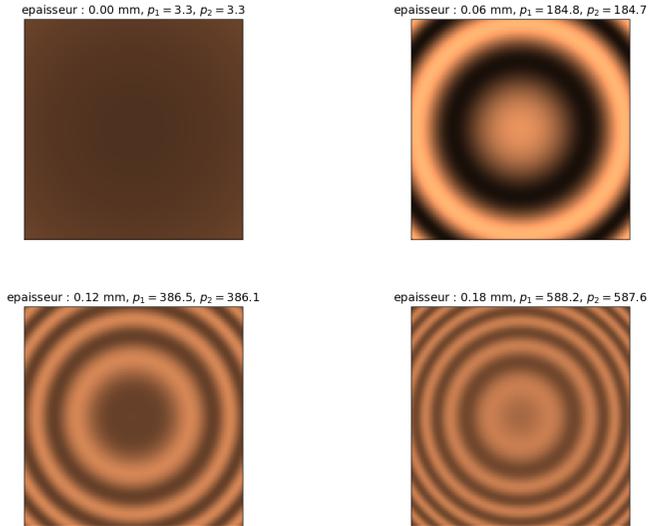
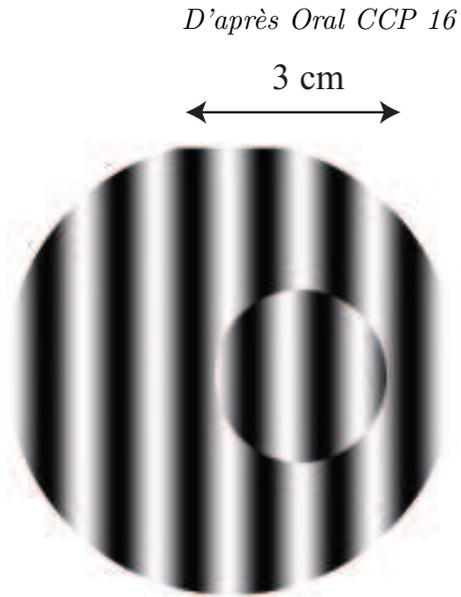


FIGURE 9 – Michelson en lame d'air, simulation du doublet du sodium.

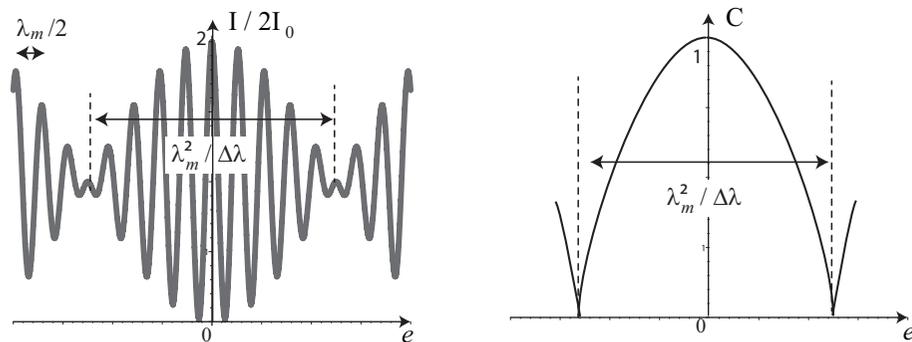
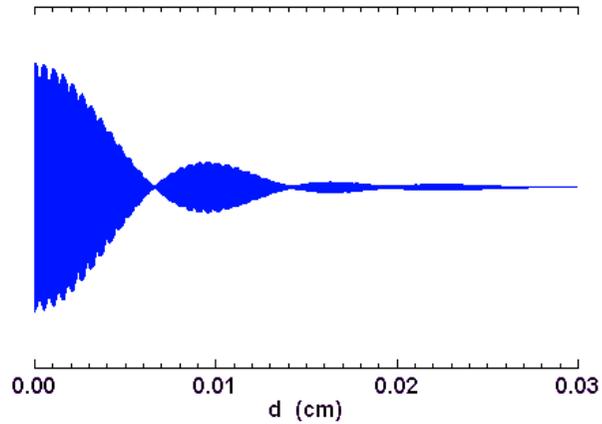


FIGURE 8 – Evolution de l'intensité lumineuse lorsque  $e$  augmente, source de lumière avec deux longueurs d'onde.  $\Delta\lambda = \lambda_m/10$

**Exemple 3** On considère un interféromètre de Michelson réglé afin d'obtenir des anneaux d'interférence sur un écran placé dans le plan focal d'une lentille convergente. On notera  $d$  la distance entre les deux miroirs de l'interféromètre  $M_1$  et  $M_2$ . Un détecteur ponctuel est placé au centre  $O$  du système d'anneaux et délivre un signal électrique proportionnel à l'intensité lumineuse qu'il reçoit. Pour une lampe de longueur d'onde  $\lambda \approx 600$  nm, la figure suivante donne l'intensité lumineuse en fonction de  $e$ .



- 1 - Quelle serait la figure si la source possédait une largeur spectrale nulle.
- 2 - En posant deux longueurs d'onde  $\lambda_1$  (au centre du spectre) et  $\lambda_2$  à une extrémité du spectre, déterminer un critère pour que le contraste soit nul.
- 3 - En supposant  $\lambda_2 - \lambda_1 \ll \lambda_1$ , en déduire la largeur spectrale de la source utilisée. On posera  $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$  et  $\lambda = (\lambda_1 + \lambda_2)/2$ .

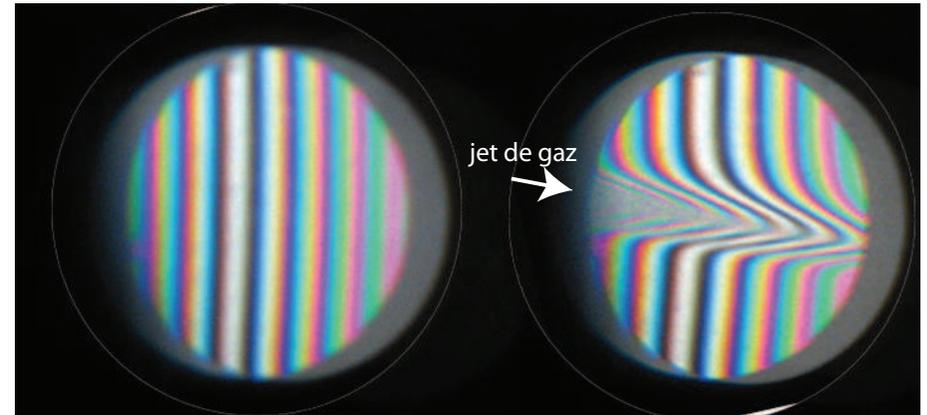


FIGURE 10 – Michelson réglé en coin d'air et au contact optique en lumière blanche

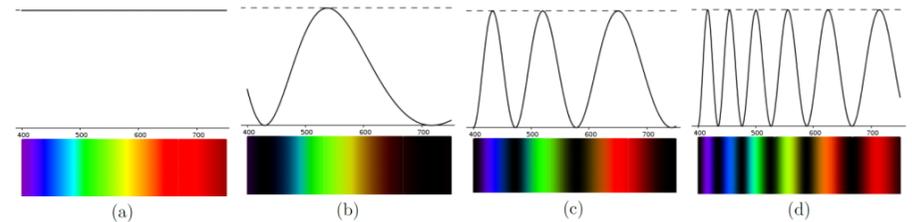


FIGURE 11 – Spectres en différents points de la figure d'interférence.