

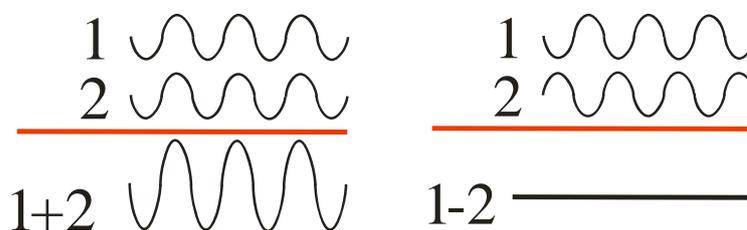
6. Poussières fines et interférences destructives.

Contenu

6.1. Non pas des cercles plats, mais des sphères spatiales	1
6.2 Interférométrie de « nullité.....	2
6.3. Un dispositif « fermé » avec un trajet lumineux égal	3
6.4. Ajuster la configuration : pas si facile.....	5
6.5. À quoi peut-on s'attendre ?.....	5
6.6. Et que voit-on vraiment ?	6
6.7. Une quadruple perturbation.....	9
6.8. Un oscilloscope de Newton avec interférence destructive ?.....	10

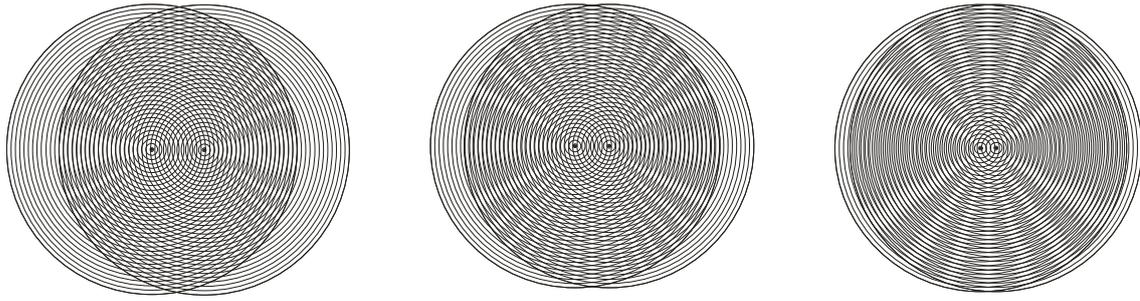
6.1. Non pas des cercles plats, mais des sphères spatiales

Les interférences constructives et destructives ont déjà été abordées dans le quatrième chapitre. Nous les avons illustrées par des vagues dans l'eau créées en jetant deux pierres dans l'eau en même temps.

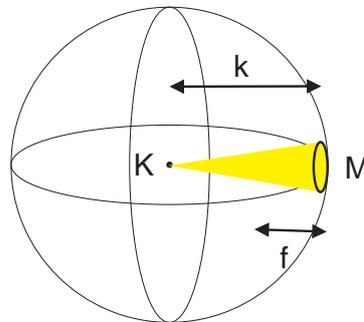


Il y a interférence destructive lorsqu'un pic remplit une vallée. L'eau reste alors à son niveau initial. Un phénomène analogue se produit avec les ondes lumineuses, où la fusion d'un pic et d'une vallée conduit à l'obscurité.

Illustrons-le à nouveau avec deux séries de cercles concentriques qui se pénètrent progressivement l'un l'autre. Des lignes se forment en haut et en bas et s'élargissent quelque peu. À gauche et à droite, nous constatons que les parties communes de la circonférence du cercle deviennent beaucoup plus grandes à mesure que les centres des cercles distincts se rapprochent de plus en plus.



Repensez à la boule de verre et au miroir sphérique qui en faisait partie. C'est cette situation que nous voulons reproduire le plus possible dans notre installation.



6.2 Interférométrie de « nullité »

Pensez au monde stellaire. La question de savoir si d'autres planètes comme notre Terre existent ailleurs dans l'univers est très actuelle. Il n'est cependant pas facile de trouver de telles planètes. Si elles sont trop éloignées d'une étoile, leur luminosité est trop faible. Si elles sont trop proches, l'intensité lumineuse aveuglante de cet objet céleste empêche d'observer la planète. C'est pourquoi on utilise, entre autres, les interférences destructives : les faisceaux lumineux peuvent, dans certaines conditions, s'éteindre d'eux-mêmes. Nous l'avons déjà expliqué. La lumière de deux télescopes rapprochés et équivalents, réglés sur la même étoile, peut s'unir, mais avec une différence d'une demi-longueur d'onde ou d'un multiple non apparié. La lumière de l'étoile est donc neutralisée. Mais cela ne s'applique pas nécessairement à la lumière de la planète située à proximité de cette étoile. En conclusion, la lumière de l'étoile est atténuée ou éteinte, mais celle de la planète, qui se trouve à une distance différente des télescopes, ne l'est pas. Cette dernière devient donc visible.

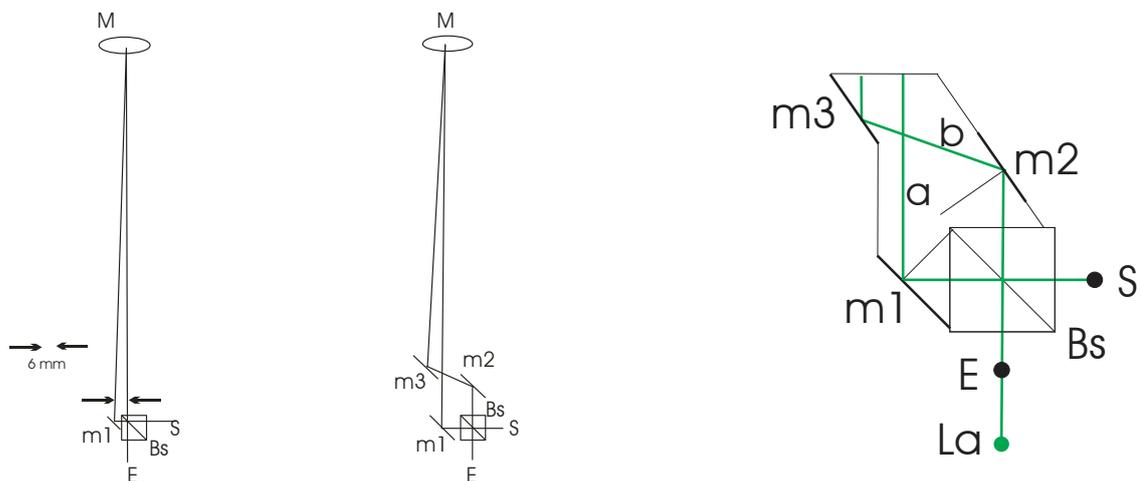
Nous retrouvons également cette grande précision dans l'accord du télescope *James Webb*. Les 18 segments hexagonaux du miroir principal sont accordés les uns aux autres de manière à ce que la lumière provenant de ces segments puisse être alignée au nanomètre près (1×10^{-9} m : soit un millionième de millimètre (!)).

Dans ce qui suit, nous vérifions si nous parvenons également à obtenir des interférences destructives dans notre configuration.

6.3. Un dispositif « fermé » avec un trajet lumineux égal

Dans notre configuration de base « fermée » - la forme triangulaire - nous avons toujours un trajet lumineux « inégal ». La distance de l'objet v1 était plus longue que la distance de l'objet 2. Il est évident que si les trajets lumineux v1 et v2 deviennent de plus en plus égaux l'un par rapport à l'autre, nous obtiendrons plus facilement de larges interférences. La question est donc de savoir comment concevoir un dispositif dans lequel les deux trajets lumineux jusqu'au miroir, v1 et v1, peuvent devenir égaux l'un à l'autre. Pour ce faire, examinons les dessins suivants. À gauche, nous voyons la configuration de base. Le trajet de la lumière vers M via m1 est plus long que le trajet de la lumière allant de Bs directement à M. La plus petite différence de trajet que nous avons pu obtenir dans notre configuration était toujours de 6 mm.

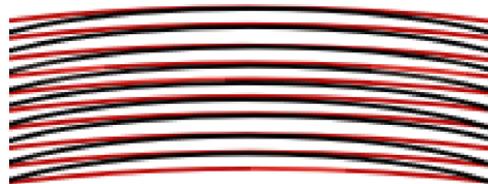
Examinons maintenant le dessin du milieu. En ajoutant deux miroirs plans supplémentaires, m2 et m3, la différence de chemin de 6 mm peut être éliminée. Pour ce faire, nous avons utilisé la carte à l'extrême droite. Elle a été dessinée aussi grande que possible dans un logiciel de dessin, et les deux trajets lumineux ont été alignés. Ensuite, tout a été redimensionné et imprimé sur une carte en carton qui se trouvait sous Bs. Cela a permis de placer les miroirs m1, m2 et m3 avec plus de précision.



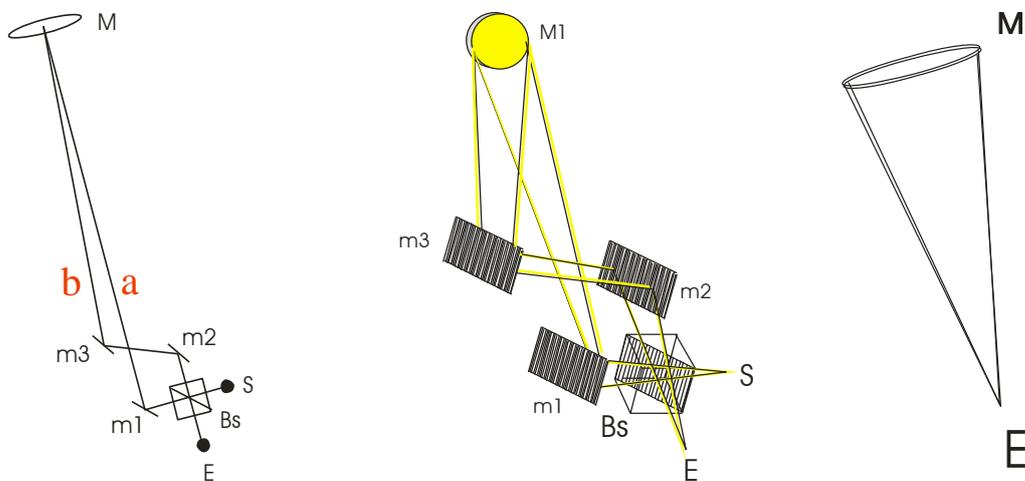
Voici un détail de cette installation. On peut voir le séparateur de faisceaux au milieu, la source de lumière « ponctuelle » à sa droite, sous le séparateur la carte et à côté l'emplacement des trois miroirs plats qui doivent encore être montés.



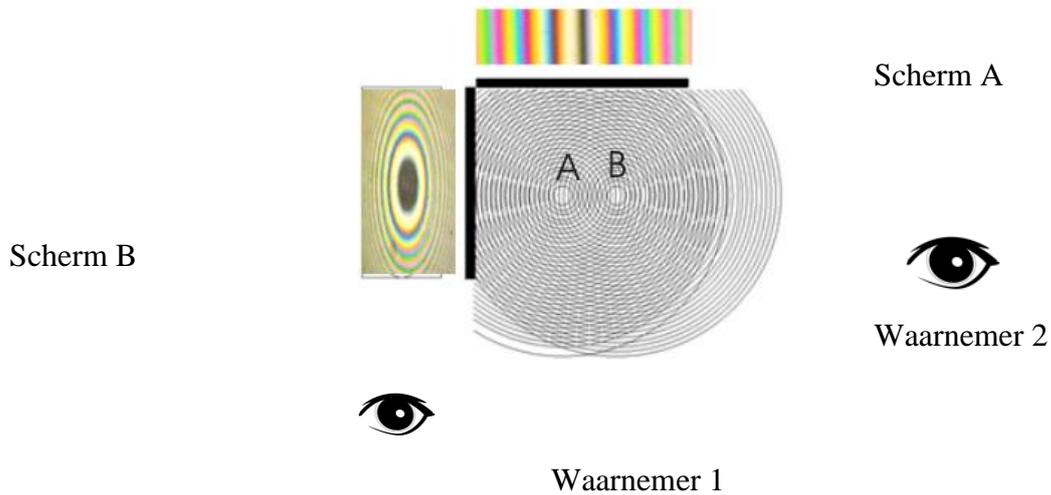
En rendant les deux trajets lumineux aussi égaux que possible, la partie commune des arcs de cercle des points lumineux distincts devient de plus en plus large, ce qui facilite la réalisation de l'interférence voulue.



Imaginez à nouveau l'espace ci-dessous. D'après le dessin de droite, nous comprenons qu'à partir de E, les deux images miroirs coïncident pratiquement.



Reproduisons le dessin du point 5.4 ci-dessous. Imaginons que les points A et B se rapprochent progressivement l'un de l'autre. D'une part, les cercles sur l'écran B deviennent de plus en plus grands jusqu'à ce que toute la surface du miroir devienne majoritairement noire. D'autre part, les lignes verticales de l'écran A s'élargissent de plus en plus.



6.6. Et que voit-on vraiment ?

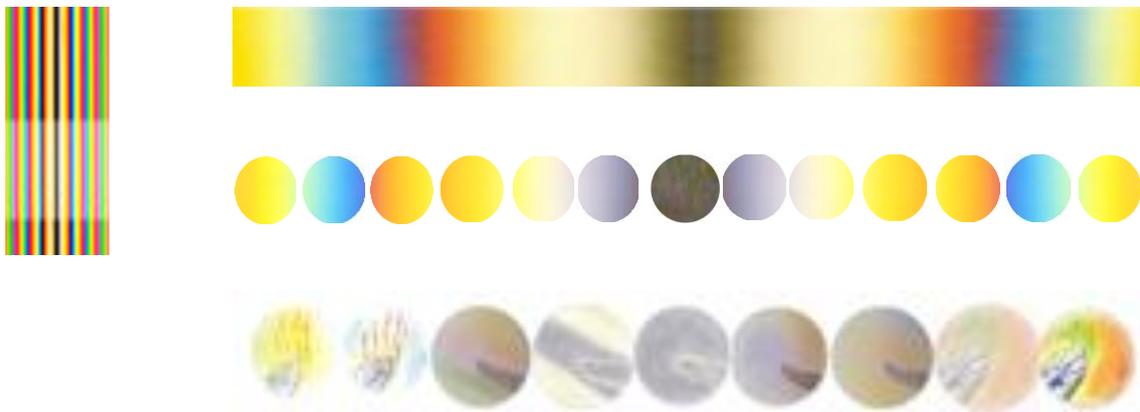
En procédant à un réglage extrêmement précis, nous obtenons en effet que toute la surface du miroir soit remplie d'une seule couleur d'interférence.



Si nous tournons légèrement la vis de réglage de l'un des miroirs plats, la couleur de la surface du miroir devient, par exemple, bleue.



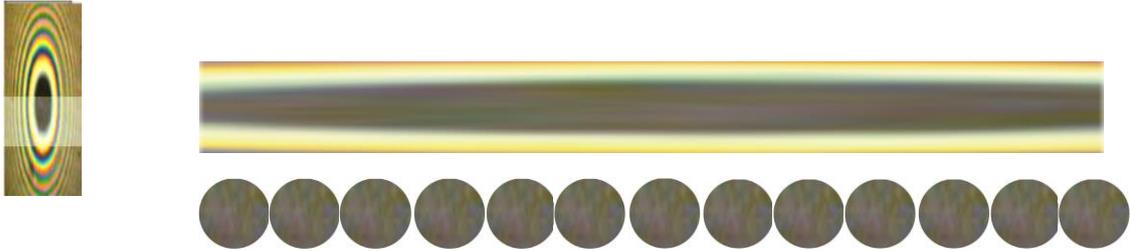
En tournant une vis de réglage dans un sens ou dans l'autre, on peut faire apparaître à l'écran presque n'importe quelle couleur d'interférence. Si nous introduisons la main dans l'installation, nous obtenons une série d'interférences. Le tableau ci-dessous montre les couleurs et les turbulences.



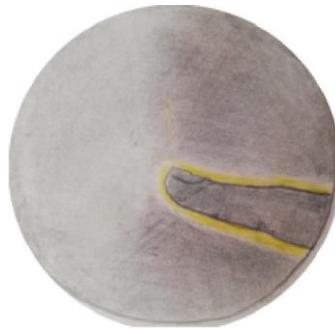
Et l'agrandir à la largeur de la page.



Avec un ajustement presque parfait, avec une interférence quasi-destructive, on ne peut en fait plus parler de lignes ou de cercles, mais toute la surface du miroir se présente dans une couleur foncée. Les cercles concentriques tels que nous les avons représentés au début de ce texte en 7.1. semblent coïncider parfaitement. Ce qui est montré ci-dessous n'est donc qu'une représentation théorique. Mais cela a son utilité : on voit mieux si l'on sait à quoi s'attendre. Nous l'avons illustré avec l'arc du vaisseau de brume et l'échographie d'un bébé dans le texte 3.1.



Nous sommes naturellement fascinés par l'image de l'interférence destructive totale très instable. Si nous plaçons maintenant la main dans le trajet de la lumière, elle présente à nouveau une bande lumineuse sur tout son pourtour. La couleur jaune est la couleur d'interférence dans la vue d'ensemble, juste à côté de la ligne (ou du cercle) d'interférence destructive.

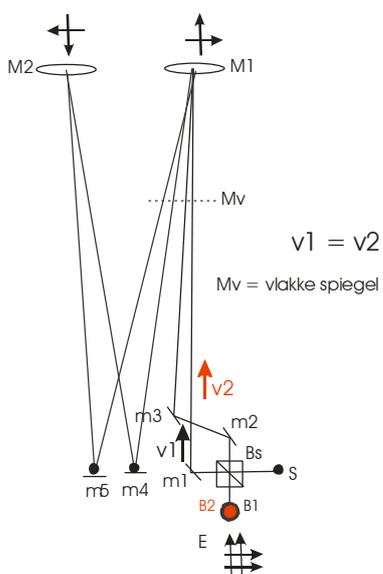


Enfin, lorsque nous réduisons la luminosité au maximum, cette couleur jaune disparaît et la bande lumineuse floue réapparaît.



6.7. Une quadruple perturbation

Dans le dessin de droite ci-dessous, nous voyons le système 1, avec M1, la configuration de base avec un trajet de lumière égal. Si nous tournons légèrement le miroir M1, les rayons lumineux réfléchis ne reviennent plus sur Bs, mais juste à côté (ou juste au-dessus). Si nous ajoutons deux miroirs plats m4 et m5 à la configuration, nous pouvons envoyer le tout vers un deuxième miroir avec une ouverture similaire. Après avoir réfléchi la lumière, le premier système est à nouveau utilisé. Cela signifie que la main tenue devant M1 peut interférer quatre fois avec la lumière. Une fois en divergeant et une fois en convergeant vers M1, en convergeant, et après avoir traversé le système M2, cela se répète une fois de plus. Nous espérons un effet de perturbation cumulatif. Nous n'avons pas pu réaliser l'expérience dans des conditions optimales. La lumière passe à une distance d'environ 15 mètres dans l'installation, et le spot de notre laser divergeait trop pour permettre un réglage précis. Sur la droite, nous voyons une photo de ce montage.

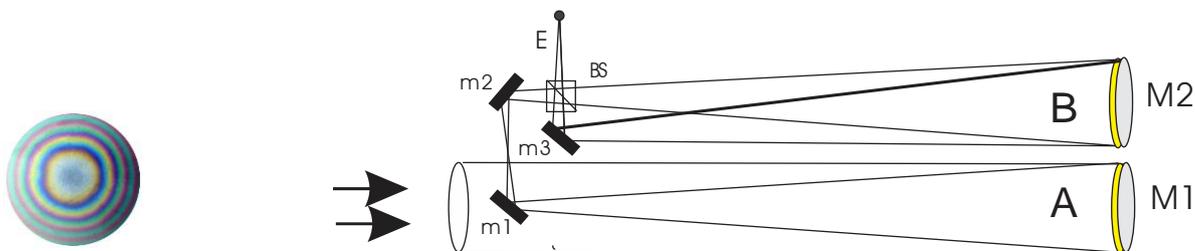


6.8. Un oscilloscope de Newton avec interférence destructive ?

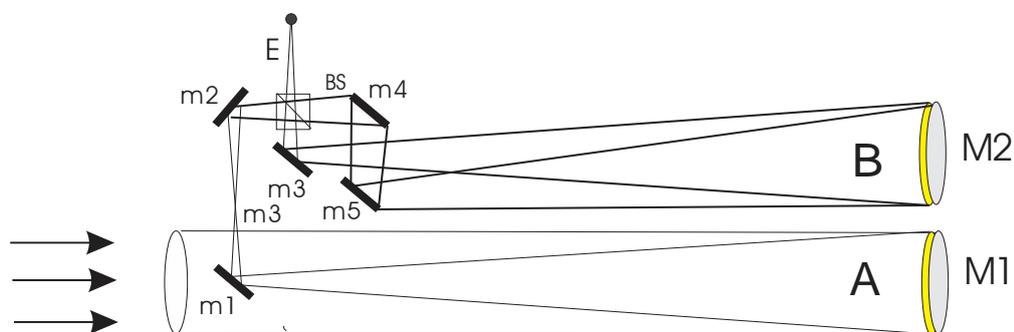
Examinons le montage ci-dessous. On reconnaît dans le système A (M1-m1) une lunette de Newton, le système B est le montage de base avec un trajet lumineux inégal. Le miroir M1 est éclairé depuis son point focal. Le miroir M2 est imagé à partir de son centre de courbure.

Théoriquement, cette unité devrait donner des images comme celles que nous avons décrites à la section 6.4. Cependant, nous ne regardons pas la main, mais plutôt l'environnement, ou si nous pointons l'observateur vers le ciel, la lune et les étoiles.

Nous avons construit ce dispositif par curiosité, bien que nous ne disposions pas d'un miroir M2 dont le centre de courbure soit égal au point focal du miroir M1. Le résultat a été que nous avons vu les arbres et la nature tout autour imprégnés de larges cercles newtoniens.



Toutefois, si l'on souhaite vérifier si le montage peut convenir à l'interférométrie « d'annulation », dans le système B, le montage de base avec un trajet lumineux inégal n'est pas suffisant, mais il doit être complété par le montage avec un trajet lumineux égal. C'est pourquoi, dans le dessin ci-dessous, les miroirs planaires m4 et m5 ont été ajoutés. Il ne s'agira certainement pas d'un montage simple d'un point de vue technique.



Reste à savoir s'il est possible de l'utiliser pour visualiser des images d'interférences destructives. Si cela s'avérait effectivement possible, on pourrait rechercher des planètes avec

un seul télescope. Un deuxième télescope similaire à celui décrit au point 6.2. deviendrait alors en principe superflu.

Et qu'en serait-il si l'on observait la nature environnante un jour d'orage ? Les violentes turbulences de l'air pourraient-elles entraîner un déplacement intense des couleurs d'interférence, un peu comme ce que nous avons vu autour de notre main ? En y réfléchissant, il semblerait que le vent crée des ombres sombres, ponctuées par des traînées jaunes. Ou même, dans une violente tempête, à des couleurs plus éloignées de la ligne centrale destructrice, colorant peut-être même les environs en rouge ou en bleu. Pour en avoir la certitude, il faudrait d'abord construire un tel instrument. Mais cela n'est plus depuis longtemps la tâche d'un constructeur de télescope amateur.