

7. Poussière fine dans un interféromètre « inversé » ou « à retournement ».

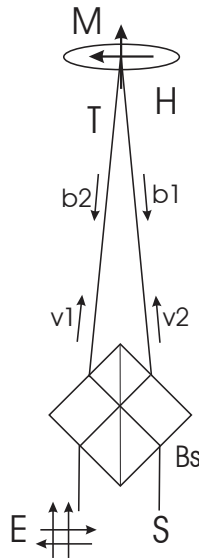
Contenu

7.1. Une image accompagnée d'une inversion gauche-droite.....	1
7.2. Une deuxième version d'un renversement	2
7.3. Troisième version d'un renversement	3
7.4. Plus sensible, mais donc moins stable	5
7.5. L'interféromètre inversé sur le banc optique.....	6

7.1. Une image accompagnée d'une inversion gauche-droite

Un interféromètre à inversion donne une image en même temps que l'image du miroir. Si nous plaçons le doigt dans la première moitié du trajet de la lumière, par exemple dans la moitié gauche, nous voyons le même doigt apparaître dans la moitié droite du miroir, mais inversé gauche-droite.

Regardez le dessin ci-dessous à gauche. Nous voyons l'index pointer vers la gauche. Pensez à ce doigt dans le dessin 2, juste devant le miroir M, à la place de la lettre H (de Main). Le doigt et la flèche pointent tous deux vers la droite.



L'image est droite. Suivez cette image à travers la distance d'image b_1 via B_s jusqu'à E. Nous remarquons que le séparateur B_s est sur sa côte. En E, l'image du doigt continue de pointer vers le haut et vers la gauche. Suivez maintenant la trajectoire du doigt via b_2 . Dans B_s , cette image sur le miroir semi-perméable de B_s fait une inversion d'image gauche-droite. En E, cette image sera toujours droite, mais inversée gauche-droite. Si nous maintenons notre doigt dans la moitié droite du miroir, l'image inversée gauche-droite restera dans la moitié gauche du miroir. Nous voyons alors la fusion de deux images, comme le montre le dessin ci-dessus à droite.

Construisez l'installation et observez ce qui apparaît. Nous voyons un certain nombre de lignes d'interférence parfaitement parallèles les unes aux autres. Si nous plaçons un doigt dans une moitié du miroir, nous voyons évidemment l'image du miroir, mais nous remarquons que le doigt pousse les lignes l'une vers l'autre.

La source de lumière virtuelle et l'image ne coïncident pas, mais sont légèrement séparées et certaines aberrations sont introduites dans le plan de sortie du prisme¹. Cela entraîne des erreurs d'image.

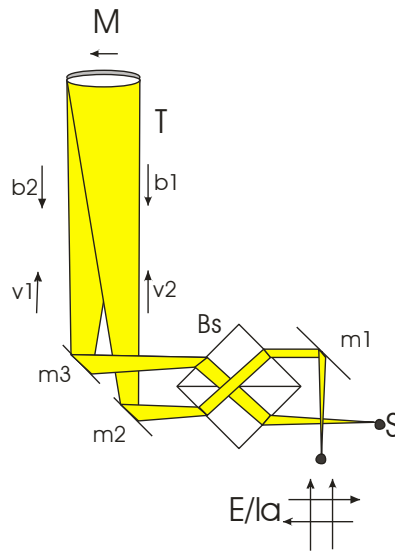
La source de lumière virtuelle et l'image ne coïncident pas, mais sont légèrement séparées et certaines aberrations sont introduites dans le plan de sortie vers le prisme (Malacara, Optical Shop testing, Wiley and sons, 1978, p.174).



7.2. Une deuxième version d'un renversement

Pour résoudre ce problème, il suffit d'ajouter deux miroirs plans m_1 et m_2 . La lumière laser quitte le séparateur parallèlement et, après réflexion, y entre à nouveau parallèlement.

¹ The virtual light source and image do not coincide, but have a small separation and some aberrations are introduced on the plane exit face to the prism (Malacara, Optical Shop testing, Wiley and sons, 1978, p.174).



Essayons-nous d'élargir les lignes d'interférence avec cette dernière configuration ? Ensuite, regardez ce qui apparaît. L'image est particulièrement instable. Nous avons constamment une tempête de couleurs d'interférence changeantes. Il y a une bonne explication à cela. Nous le comparons à la configuration de base avec un trajet lumineux irrégulier. Si le miroir se déplace de manière minimale, les images en E se déplacent également, mais dans le même sens. Dans un interféromètre à inversion, les faisceaux partiels et les images se déplacent évidemment dans des directions opposées.

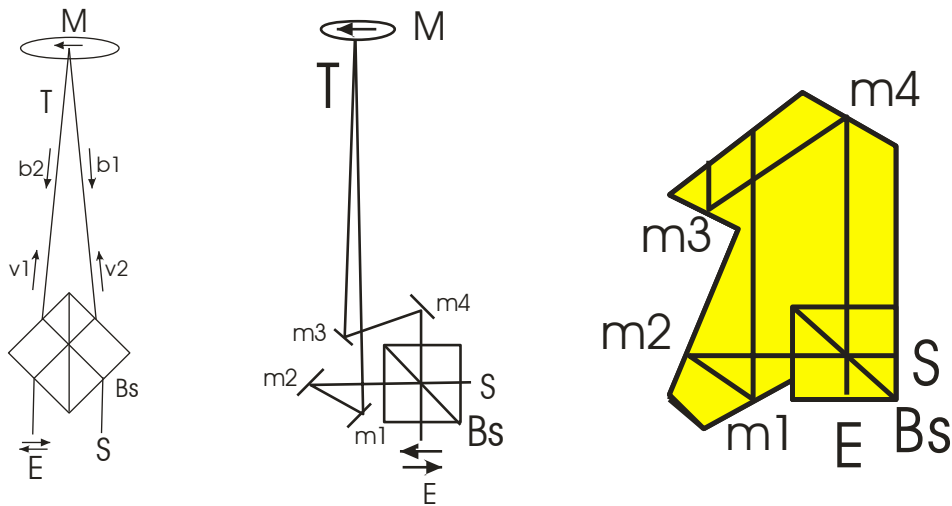
Si nous plaçons la main sur le trajet de la lumière, l'image reste évidemment très instable, mais si nous essayons de reproduire une impression générale dans l'image fragile, nous voyons ce qui est montré ci-dessous.

7.3. Troisième version d'un renversement

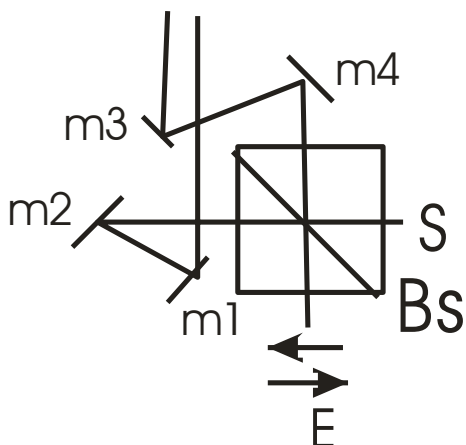
Pour éviter que les rayons lumineux ne frappent le séparateur en biais, nous pouvons également configurer notre inversion de la manière suivante. Dans le dessin de gauche, nous voyons la version avec les faisceaux partiels incidents sur la séparatrice à un angle.

Sur le dessin du milieu, les miroirs plans m1, m2, m3 et m4 ont été ajoutés. On remarque qu'en E, on peut observer à la fois l'image et son inversion. Cette inversion est causée par les miroirs m1 et m2. Si nous les remplaçons par un seul miroir et envoyons la lumière directement à Bs, nous aurions une configuration de base avec un trajet de lumière égal s'il était correctement aligné. Ce n'est pas le cas aujourd'hui. Nous avons maintenant une inversion avec un trajet de lumière égal. Pour construire le dispositif avec précision, nous avons de nouveau utilisé une carte comme base pour le séparateur, avec un trajet lumineux aligné avec précision

et de longueur égale pour les deux faisceaux, sur lequel les différents miroirs plats peuvent être montés.



Nous voyons le schéma de la carte ci-dessous, ainsi qu'une préparation de l'installation. Remarquez le miroir m4 dans l'image au milieu. On peut y voir le reflet des lignes tracées sur la carte. Nous pouvons donc procéder à un réglage partiel par la vue. L'œil voit déjà, très précisément, si une ligne reflétée est alignée avec la ligne originale. Nous pouvons voir dans le reflet qu'il y a encore une petite erreur dans l'ajustement.

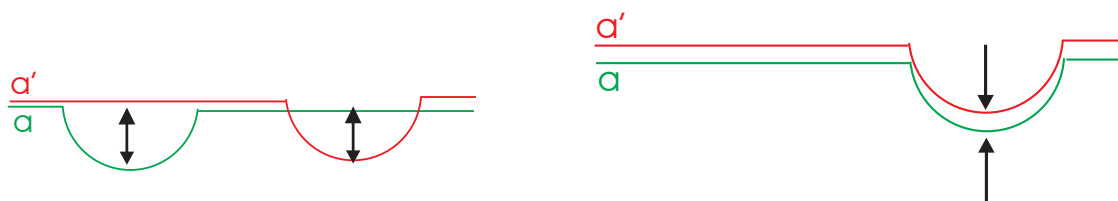


7.4. Plus sensible, mais donc moins stable



Outre le fait que chaque vibration se transforme en un mouvement inverse et entraîne de violentes tempêtes de couleurs, il y a aussi ce que l'on pourrait appeler une sensibilité accrue.

En E, nous obtenons un amalgame de deux images dont seule une moitié a été perturbée. L'autre moitié de l'image est « intacte ». Si deux images de ce type fusionnent, la perturbation est plus importante que celle provoquée par deux ondes subissant la même perturbation. Les deux dessins ci-dessous tentent d'illustrer ce phénomène. À gauche, nous voyons la représentation d'une perturbation dans un interféromètre à inversion, à droite, une perturbation dans notre installation de base, par exemple. Par conséquent, une inversion est beaucoup plus instable, mais en raison de la plus grande distorsion de l'onde résultante, elle nous montre beaucoup plus de détails.



C'est d'ailleurs ce que l'on remarque dans le dessin ci-dessus, représentant les deux « doigts brûlants ». Nous voyons apparemment deux lignes d'interférence juste au-dessus du doigt, l'une à l'intérieur de l'autre, l'une également un peu plus petite que l'autre. Ce qui est surprenant, c'est qu'elles indiquent chacune une limite. Comparez cela à la fumée d'une cigarette. Elle s'amincit progressivement. Il est difficile de tracer une ligne entre « ici, il y a manifestement encore de la fumée » et « ici, il n'y a plus de fumée ».

Revenons au dessin. En réalité, il s'agit donc d'un reflet statique d'un événement particulièrement dynamique. Régulièrement, les lignes s'ouvrent un instant et laissent échapper des bulles de chaleur, appelons-les bulles de chaleur, qui montent tout droit. À chaque fois, elles créent un spectre de couleurs kaléidoscopique. On peut continuer à les regarder avec fascination.

Ce serait d'autant plus fascinant si l'ensemble de l'installation pouvait être rendu exempt de vibrations. Mais un amateur ne peut tout simplement pas maintenir son banc optique immobile à l'ordre du nanomètre, du milliardième de mètre. Bien sûr, la question se pose de savoir ce qu'il adviendrait si tout cela était construit à un niveau professionnel. L'accord des 18 miroirs du télescope James-Webb montre qu'une telle chose est techniquement possible.

Ce qui a été dit jusqu'à présent sur l'interféromètre à retournement s'applique à la pleine luminosité. Pour conclure ce texte, jetons un coup d'œil dans la quasi-obscurité. Nous fermons presque complètement le gradateur et regardons ce qui apparaît lorsque nous plaçons notre doigt sur le trajet de la lumière. Les couleurs ont disparu, de même que la nature instable de l'arrangement. Nous voyons le doigt et son reflet, à nouveau entouré d'une légère bande de lumière, comme nous l'avons vu avec la configuration de Foucault et la configuration de base.



7.5. L'interféromètre inversé sur le banc optique

Ci-dessous, une vue du banc optique dans la pièce « sombre », où un interféromètre inversé est en cours de construction. Il s'agit d'une solution relativement simple. On peut voir la source de lumière blanche « ponctuelle » S, le séparateur de faisceaux Bs et le petit miroir m1. L'observateur se trouve en E, juste derrière le banc optique. Sur l'image, il se trouve donc en bas.

Le laser se trouve encore plus loin derrière l'observateur, qui n'apparaît pas sur l'image, de sorte qu'il ne peut jamais projeter la lumière laser dans l'œil. Les lettres « vm » désignent le miroir plat qui se trouve à mi-chemin du faisceau divergent (ou convergent) et qui réfléchit la lumière vers le miroir concave M. Ce miroir se trouve sous la plaque de bois, juste devant l'observateur en E. On peut voir la lumière laser disparaître sous le miroir. La lumière laser est recadrée plus loin dans l'image.

Les autres miroirs à l'arrière-plan sont prêts pour d'autres configurations. Tous les grands miroirs (155 mm de diamètre) sont sur des chariots qui peuvent être déplacés par des faisceaux à partir de l'emplacement de E selon les trois axes. Ils peuvent donc être rapprochés ou éloignés, tournés et placés plus haut, plus bas ou plus à gauche ou à droite. Tout cela se fait à l'aide de vis de réglage.

