

205130 – TP Mach-Zehnder sur NewMax

Mach-Zehnder



Contenu : notice de montage détaillée par expérience et résultats à obtenir

Table des matières

I. MATERIEL FOURNI ET MONTAGE	3
1) Matériel fourni.....	3
2) Dangers du laser	3
3) Utilisation des composants fournis.....	4
4) Assemblage des sous-ensembles nécessaires	5
i. Laser vert 532 nm	5
ii. Plaques d'adaptation et fixation des optiques	6
II. EXPERIENCES PROPOSEES.....	7
5) TP Mach Zehnder.....	7
i. Matériel nécessaire.....	7
ii. Réglages.....	7
iii. Mesure possible	11
III. RESSOURCES	12
6) Mach – Zehnder	12

I. Matériel fourni et montage

1) Matériel fourni

Sources	✓ 1 laser vert 1 mW sur tige 532 nm avec bague expandeur
Ecrans	✓ 2 écrans blancs en plastique 150 x 150 mm
Supports et opto-mécanique	✓ 1 table optique NewMax alvéolée 600 mm x 450 mm x 80 mm ✓ 2 pieds magnétiques à rainure ✓ 1 pied MagMax large embase ✓ 11 brides de fixation avec vis de maintien ✓ 1 plaque d'adaptation pour miroirs et lames séparatrices
Composants	✓ 1 couple de miroirs Ø40 mm ✓ 2 lames séparatrices Ø50 mm ✓ 1 objectif x20
Accessoires	✓ 1 manuel d'expériences

2) Dangers du laser

Depuis sa mise au point en 1960 par Townes, les lasers se sont largement implantés dans la vie de tous les jours. Etant donné que cet outil est actuellement omniprésent dans des secteurs d'activités aussi variés que l'industrie ou la médecine, les réglementations les concernant sont régulièrement actualisées et normalisées à différentes échelles (nationale, européenne et internationale).

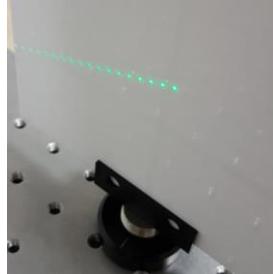


Il existe actuellement 7 classes différentes des sources laser (voir par exemple le site <http://www.cnsi.fr/images/docslibres/CNSI%20-%20Les%20classes%20laser.pdf> ou <http://www.laserconseil.fr/guide>). Selon sa puissance, un faisceau laser peut brûler des matériaux (découpage laser en industrie), la peau mais aussi et surtout les yeux.

Toujours manipuler avec précaution et ne JAMAIS diriger le faisceau vers d'autres personnes.

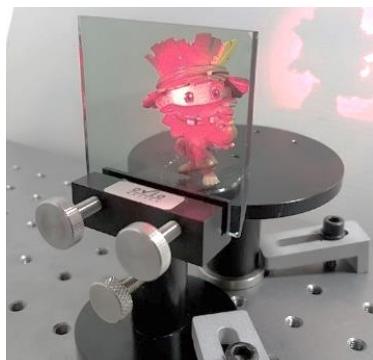
En particulier le laser HeNe de 3-5 mW doit être utilisé en complément du port des lunettes de sécurité.

3) Utilisation des composants fournis



- Les écrans plastiques sont essentiellement destinés au réglage des montages interférométriques et à la visualisation des interférences en sortie de l'instrument. Ils sont maintenus dans les deux pieds porte-écran.

- L'objectifs x20 est à utiliser avec les montures à réglages X-Y, et servent à expander le faisceau laser.



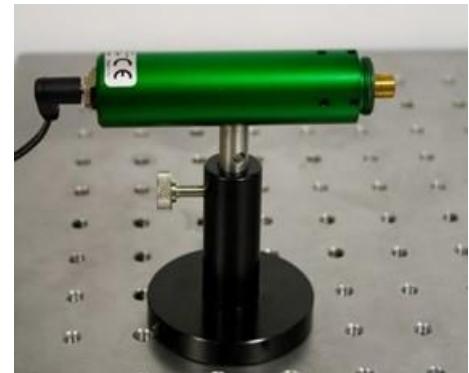
- Le porte lame mince sur tige est destiné soit à maintenir les lamelles de verre dans les montages interférométriques de Michelson et Mach-Zehnder, soit à maintenir les plaques holographiques.
Il est fortement conseillé de brider le pied magnétique de maintien pour éviter toute vibration ou déplacement malencontreux lors des mesures.
- Le plateau porte-objet sert à maintenir l'objet holographié (non fourni - ex : un LEGO est un « bon » objet : stable et aux formes bien définies). Il est préférable de brider le pied magnétique.

4) Assemblage des sous-ensembles nécessaires

i. Laser vert 532 nm

L'alignement des interféromètres (Michelson, Mach Zehnder et Fabry-Pérot) se réalise à l'aide d'une source monochromatique (laser). En effet, ce type de source bénéficiant d'une grande distance de cohérence, permet d'obtenir plus facilement des interférences, et notamment de rechercher la teinte plate.

Pour manipuler en toute tranquillité, il est préférable d'utiliser le laser vert 532 nm **204288** pour aligner à l'œil les dispositifs interférométriques. Il s'utilise en complément du pied magnétique large **203298**, fixé dans la table avec une vis M6 et le doigt de maintien **203267**.



Remarque : lors de la recherche des anneaux, il est demandé d'expanser le faisceau du laser. Utilisez dans ce cas l'objectif x20 à visser dans la bague à l'extrémité du laser (mallette 205017).

ii. Plaques d'adaptation et fixation des optiques

La plaque d'adaptation est commune aux différents éléments nécessaires au montage des miroirs fixe et mobile. Elle possède donc différentes ouvertures pour fixer les optiques adaptées selon les cas. Elles sont livrées déjà montées sur les miroirs correspondants.

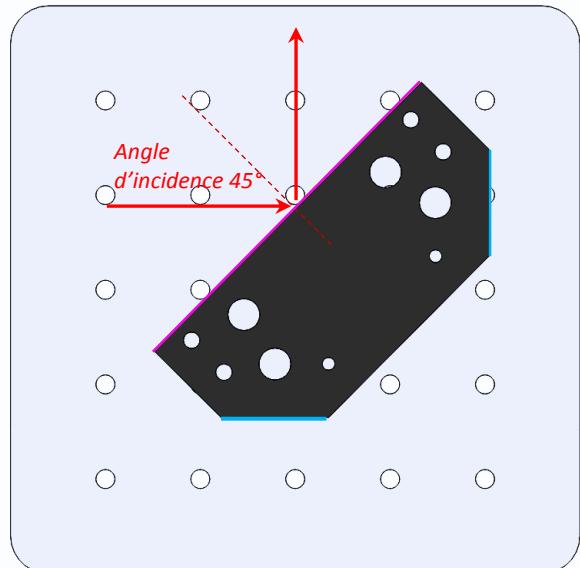
Préréglage de la plaque

Cette plaque a été spécialement conçue pour faciliter le positionnement et le réglage des optiques à 45°.

En positionnant les bords le long des trous de la table, vous garantissez un premier préréglage angulaire de l'optique face au faisceau incident.

Pour pré-orienter l'optique à 45° du faisceau incident, vous pouvez aligner:

- *Le bord avant avec une diagonale de trous (trait violet)*
- *Les bords découpés avec des lignes de trous (traits bleus)*



Enfin, pour garantir un maintien optimal dans la table optique, utiliser 2 doigts de maintien **203267** par plaque utilisée.

II. *Expériences proposées*

5) TP Mach Zehnder

i. Matériel nécessaire

Composants et Source	Pieds et Maintien
Laser vert avec bague et objectif x20	Pied large de maintien + bride
Miroir « fixe »	Plaque d'adaptation + 1 à 2 brides de maintien
Miroir de sortie sur platine μ métrique	2x plaques d'adaptation + 2 à 4 brides de maintien
2x séparatrice-compensatrice	2x plaques d'adaptation + 1 à 2 brides de maintien
2x écrans de visualisation	2 x pieds de maintien pour écran

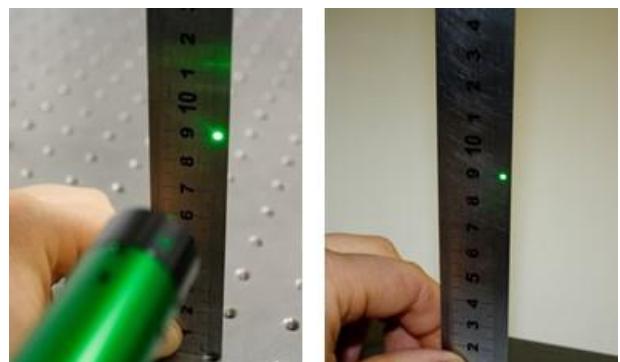
ii. Réglages

1. Positionner le laser sur un bord de la table en étant aligné par rapport aux trous.



2. Fixer la hauteur à 9 cm sur toute la longueur de la table par « défilement » (mesures successives de la hauteur du laser en étant proche de la sortie du module puis éloigné etc...).

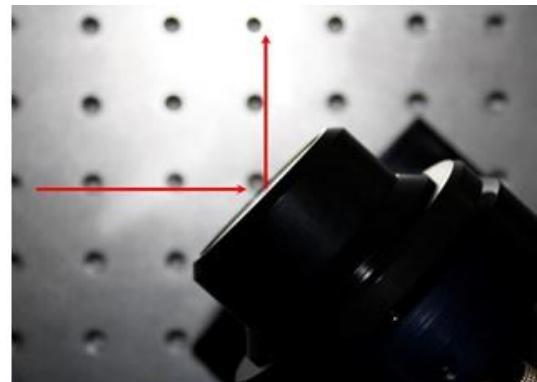
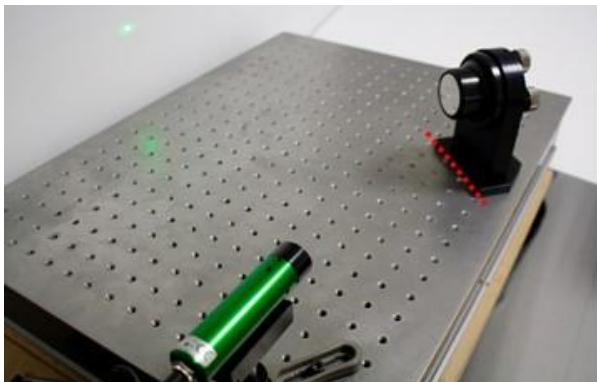
L'ajustement en hauteur se fait via le berceau inclinable, alors que l'orientation latérale se fait en modifiant la position de l'embase du laser. Puis brider l'ensemble.



3. Face au laser, positionner le miroir « fixe » tel que :

- Sa plaque de maintien soit pré positionnée à 45° d'incidence en faisant correspondre le bord de la plaque avec les trous de la table
- Que le renvoi s'effectue à 90° du faisceau incident (à vérifier avec les trous de la table)

Ajuster en tournant légèrement la plaque d'adaptation puis brider l'ensemble.



4. Contrôler la hauteur du renvoi du laser qui doit rester à 9 cm.

Si ce n'est pas le cas, il faut éventuellement ajuster la hauteur à l'aide d'une cale type papier.



5. Insérer la première lame séparatrice (sans compensatrice):

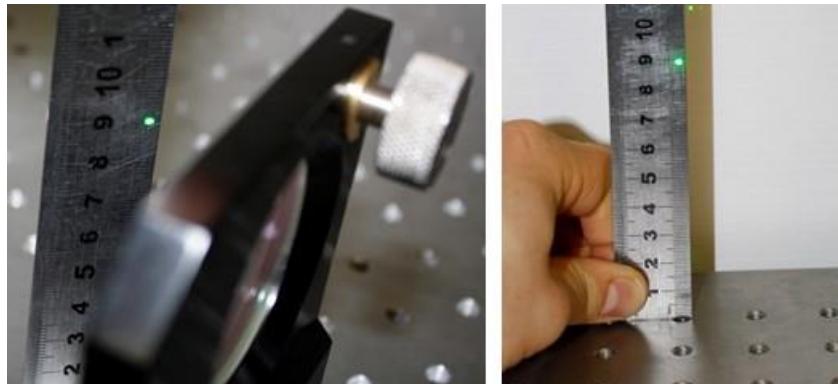
- à une distance de 10 cm ici du miroir fixe
- en alignant sa plaque d'adaptation avec les trous de la table
- tel que le faisceau soit centré



6. Contrôler le renvoi du laser:

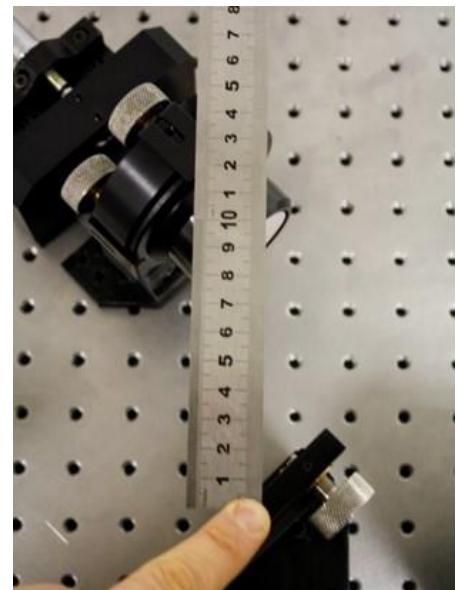
- à 90° de la lumière incidente
- dont la hauteur doit être maintenue à 9 cm.

Si ce n'est pas le cas, vous pouvez éventuellement rajouter une cale d'épaisseur et maintenir fermement l'ensemble avec les brides de maintien.

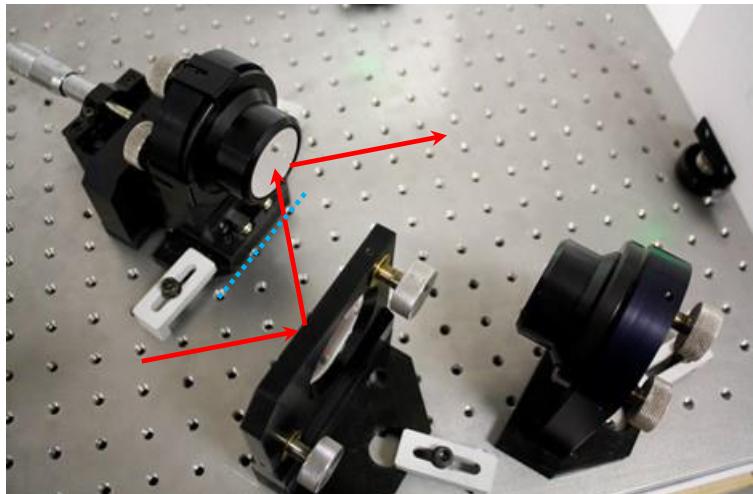


7. Mettre le miroir « mobile » de telle manière que :

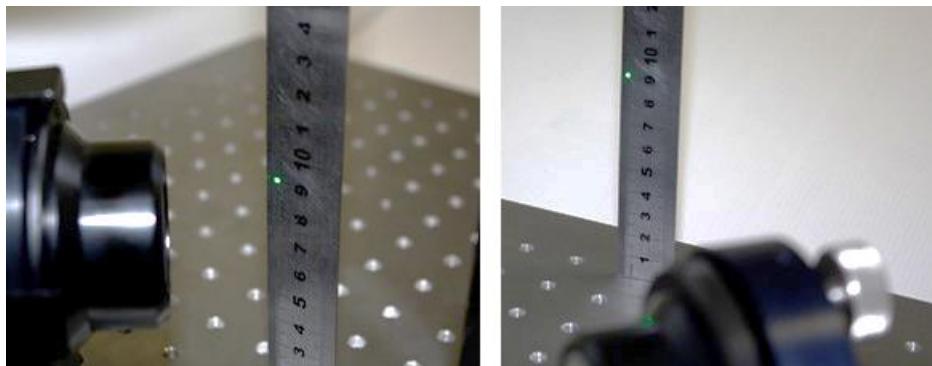
- sa plaque de maintien soit alignée avec les trous de la table pour une orientation proche de 45° par rapport au faisceau renvoyé par la première séparatrice
- la distance miroir-séparatrice soit conservée (10 cm ici)
- le laser arrive centré sur sa surface



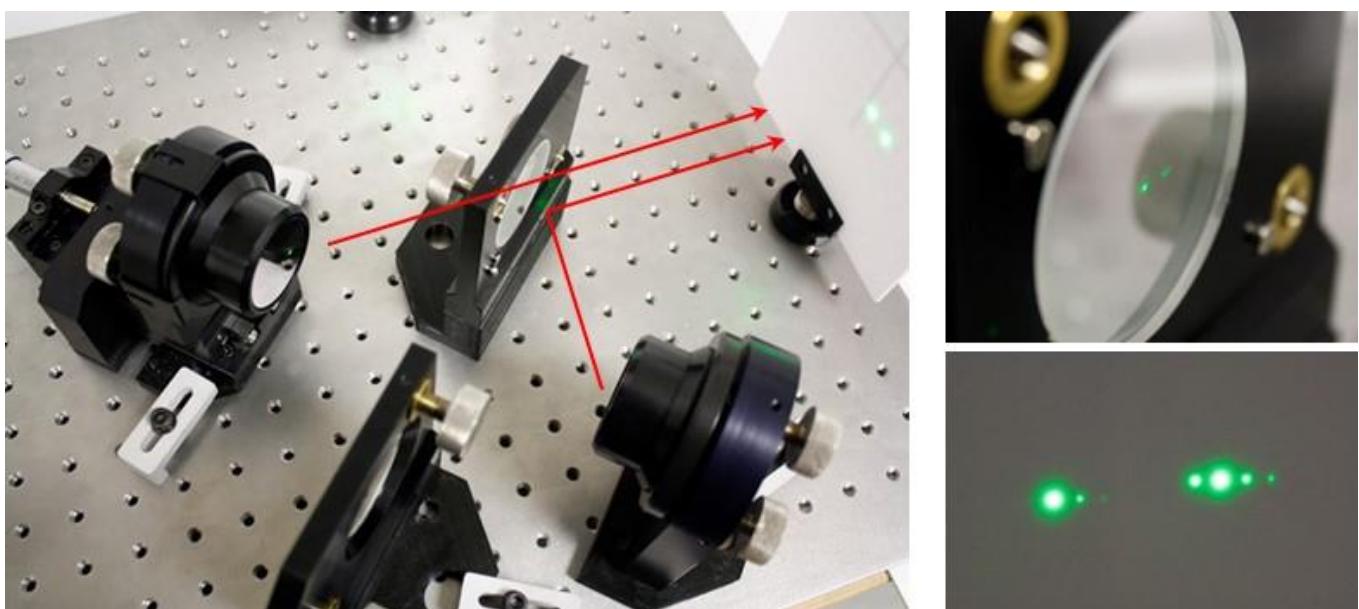
8. Ajuster l'orientation du miroir « mobile » en s'aidant également des trous de la table pour que le laser soit réfléchi à 90° du laser incident (arrivant par la séparatrice). Puis brider le miroir.



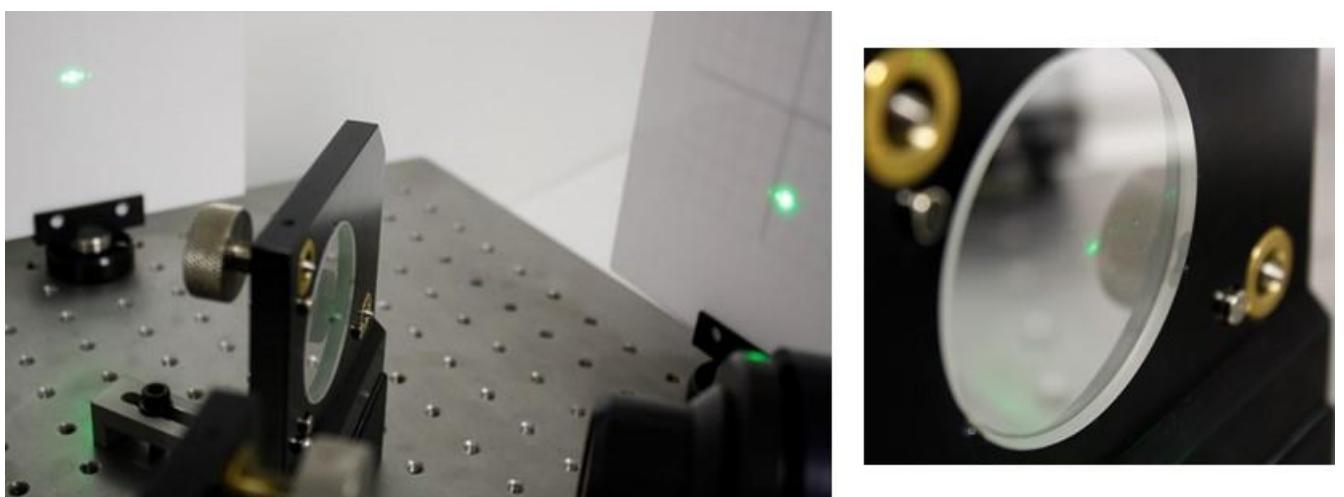
9. En utilisant les vis du miroir, ajuster la hauteur du laser qui doit rester à 9 cm.



10. Insérer la deuxième lame séparatrice à 10 cm des miroirs (étape la plus critique) telle que les faisceaux soient globalement centrés.



11. Il faut ajuster de manière simultanée l'orientation et la hauteur du faisceau réfléchi pour que les deux faisceaux (transmis et réfléchis sur les deux voies) coïncident sur la lame et sur les écrans (décalage maximum accepté : 1 mm).



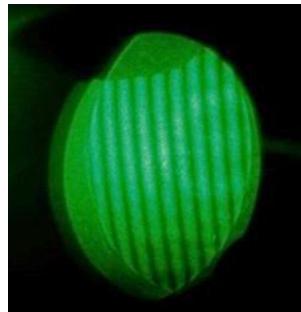
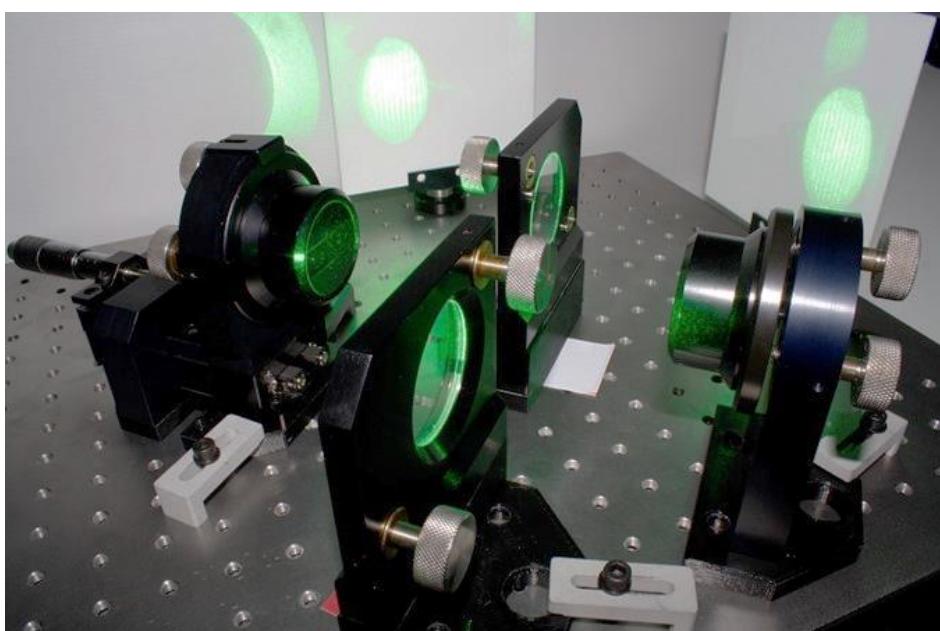
- **Pour ajuster la hauteur :** de nouveau si besoin, utiliser une cale papier.
- **Pour ajuster le recouvrement des faisceaux :** il faut jouer sur l'orientation de la lame séparatrice et son positionnement.

Puis maintenir la lame fixe à l'aide de 1 ou 2 brides de maintien.

12. Si un léger décalage persiste (< 1 mm), ajuster avec les vis de réglage du miroir « mobile » pour que les deux faisceaux coïncident parfaitement.

13. Expander le faisceau à l'aide d'un objectif x20 : vous observez des franges d'interférences sur les deux voies.

Charioter doucement pour faire défiler les franges.



iii. Mesure possible

- Mettre un support porte lame mince avec une lamelle de verre sur chacun des bras
- Faire tourner l'un des deux supports : la variation angulaire de la lame permet d'obtenir des variations d'éclairement sur l'écran.

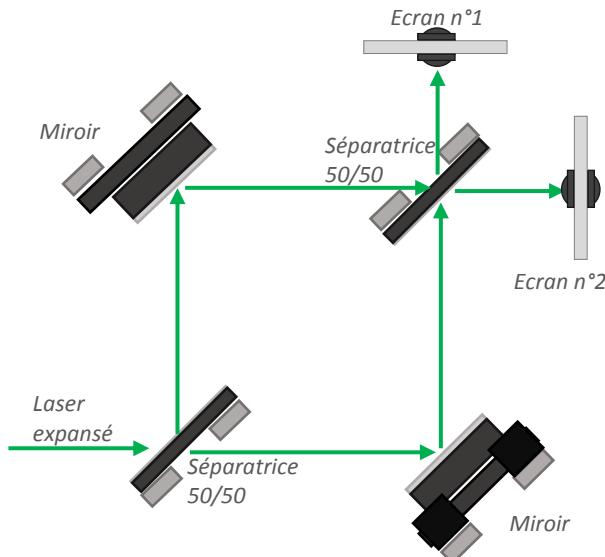
Ainsi certains angles particuliers doivent conduire soit à une extinction totale ou soit à une augmentation de la luminosité.

III. Ressources

6) Mach - Zehnder

L'interféromètre de Mach-Zehnder a été développé par Ludwig Mach et Ludwig Zehnder. Il repose sur le principe d'interférométrie à division d'amplitude.

L'onde incidente est d'abord divisée en deux ondes équivalentes à l'aide d'une lame séparatrice dont les coefficients de réflexion et transmission sont égaux à 50 %. Puis, ces deux ondes sont réfléchies à 90° de leur trajectoire initiale par deux miroirs (M1 et M2) pour être recombinées au niveau d'une seconde lame séparatrice identique à la première. Le résultat des interférences sera observé sur deux écrans complémentaires.



Ce système est un dérivé de l'interféromètre de Michelson et possède deux bras symétriques. Cette disposition implique que les déphasages, liés aux miroirs, sont identiques sur les deux voies. En particulier, lorsque les deux bras sont strictement de la même longueur et que l'angle d'incidence sur les miroirs est égal à 45°, le déphasage en sortie de l'interféromètre est nul.

Les franges de coin d'air s'obtiennent en modifiant légèrement l'angle d'un des deux miroirs.

En interposant sur l'un des bras un objet déphasant, alors le système de franges se déforme. Cette particularité est couramment utilisée en aérodynamisme pour la mesure de variations de pression dans l'air autour d'une maquette. Ces variations de flux d'air impliquent des variations d'indice optique, et donc induisent des déformations sur les franges.

Différences de marche en introduisant une lame à faces parallèles sur le trajet optique

Sur le premier bras, on place une lame à faces parallèles, en incidence normale par rapport au faisceau, d'épaisseur e et d'indice n . Cette lame introduit une différence de marche $d_1 = (n - 1)e$.

Sur l'autre bras, on place une autre lame, identique à la précédente, mais orientée telle le faisceau arrive sur la lame sous l'incidence α . L'angle de réfraction β est tel que $\sin \alpha = n \sin \beta$. Cette lame introduit une différence de marche $d_2 = (n \cos \beta - \cos \alpha) e \approx e (n - 1) (1 + \frac{\alpha^2}{2n})$.

Développement limité 1^{er} ordre (petits angles) :

$$\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

$$\cos \beta = (1 - \sin^2 \beta)^{1/2} \approx 1 - \frac{\sin^2 \alpha}{2n^2} \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2n^2}$$

Finalement, la différence de marche entre les deux bras est : $d = (n - 1) e \frac{\alpha^2}{2n}$

Des services au quotidien

Obtenir des conseils, un devis, une demande de démo



> Service technico-commercial

Pour la Métropole

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : optique@ovio-instruments.com

Web : www.ovio-optics.com

Pour l'international

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : export@ovio-instruments.com

Commander, suivre une commande

> Administration des ventes

Passer une commande

Fax : +33 (0)1 30 44 25 40

E-mail : optique@ovio-instruments.com

Courrier : OVIO Instruments - Service Clients

468, rue Jacques-Monod

CS 21900, 27019 Evreux CEDEX France

Suivre une commande

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : optique@ovio-instruments.com



Obtenir des conseils, un devis, une demande de démo



> Support technique, SAV

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : SAV@ovio-instruments.com

Web : www.ovio-optics.com

Pour l'International

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

Attention : pour tout retour de matériel en SAV, merci de nous appeler au préalable.