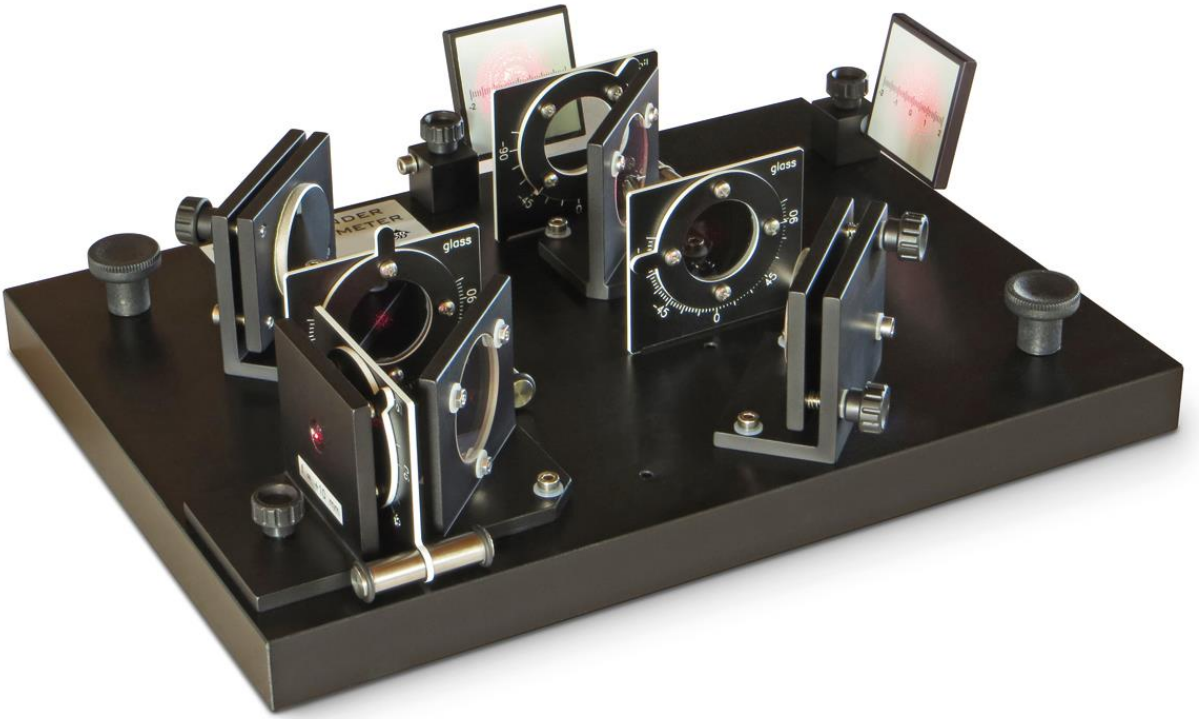
# 3B SCIENTIFIC® PHYSICS

...going one step further

## Interféromètre de Mach-Zehnder 1014617

### Instructions d'utilisation

07/15 ALF




### 1. Consignes de sécurité

L'interféromètre est utilisé avec un laser He-Ne de classe 2. Il faut absolument éviter de regarder le rayon du laser sans protection, car cela peut entraîner une brûlure de la rétine.

- Vous devez impérativement respecter les consignes de sécurité du laser !

Le séparateur de rayon portant le chiffre (4) reflètera la lumière laser sur les deux miroirs (9), mais aussi vers le bas (basé sur la fig. 1). En outre, en fonction du montage de l'expérience, un rayon laser peut partir du second diviseur de rayon et s'étendre au-delà de la zone de la plaque de travail.

- Afin de protéger l'expérimentateur, des écrans opaques doivent être installés sur les lieux de l'expérience.
- L'interféromètre doit être posé sur une table stable ou sur un autre objet stable, de telle sorte qu'il ne tombe pas et ne blesse personne par son poids.

Les boutons porteurs (6) permettent de soulever l'interféromètre pour le saisir sous la plaque de travail.

La pression maximale admissible dans la cellule à vide (11) s'élève à 200 kPas (2 bars) ce qui correspond à une surpression de 100 kPas (1 bar).

- En cas de détérioration du verre de la cellule, telles que des rayures ou des fissures, la cellule à vide doit immédiatement être mise hors service et réparée.
- En cas d'expériences avec de la surpression, s'assurer que personne ne se trouve dans la zone explosible de la cellule. Le cas échéant, porter des lunettes de protection.

## 2. Contenu du colis

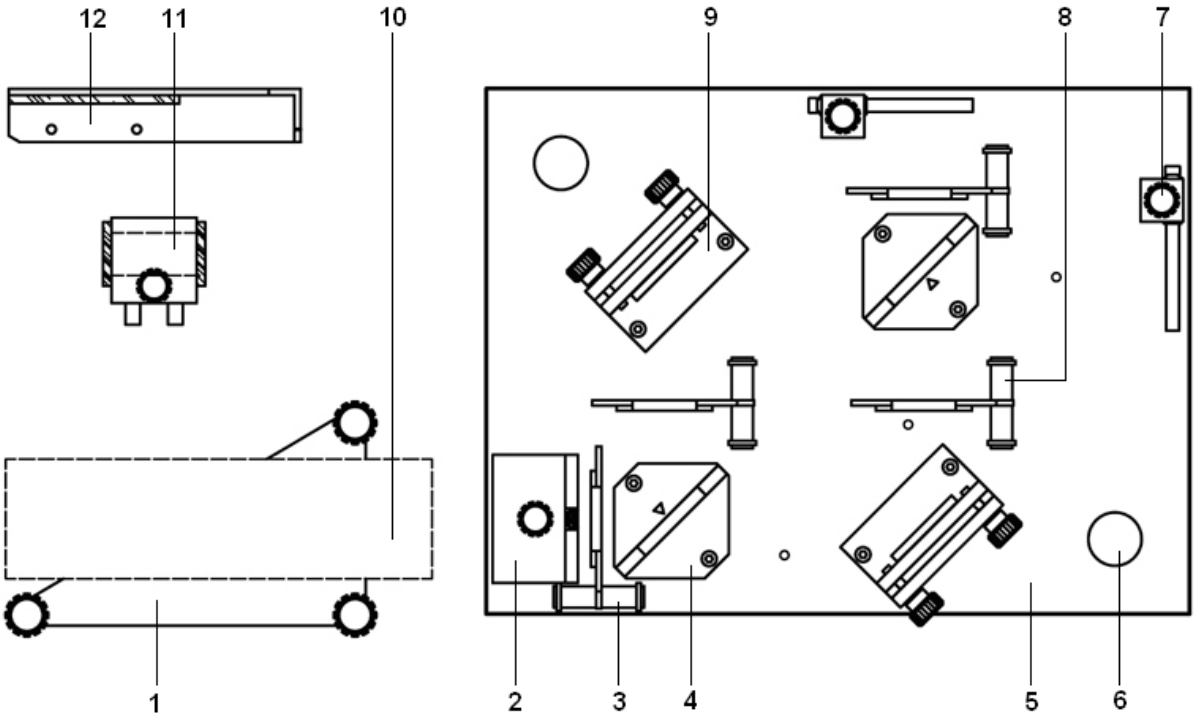



Fig. 1 Contenu du colis et autres composants éventuellement nécessaires

1 Support de laser
2 Lentille de divergence
3 Filtre de polarisation, film (2x)
4 Diviseur de rayon (2x)
5 Plaque de travail
6 Bouton porteur
7 Écran de protection (2x)
8 Filtre de polarisation, verre (2x)
9 Miroir de surface ajustable (2x)
10 Laser (non fourni)
11 Cellule à vide (dans le kit complémentaire 1002652)
12 Plaque de verre sur support (dans le kit complémentaire 1002652)

Non illustré :
13 Boîtier plastique robuste
14 Tournevis six pans
15 Outil de réglage du diviseur de rayon
16 Mode d'emploi

## 3 Description

L'interféromètre de Mach-Zehnder est une variante de l'interféromètre de Jamin. Il fut présenté en 1891 par Ludwig Zehnder et développé, indépendamment, à peu près à la même période, par Ludwig Mach, mais ne fut évoqué par ce dernier qu'en 1892.

Un faisceau lumineux est divisé en deux rayons au moyen d'un diviseur de rayon. Les deux rayons empruntent deux voies différentes pour atteindre un second diviseur de rayon, dans lequel ils sont à nouveau superposés, et les deux longueurs de trajet optique différentes entraînent une interférence (suppression ou amplification).

Si la longueur d'ondes lumineuses est connue, un interféromètre peut servir à mesurer de très courtes distances, ce qui est important, entre autres, pour contrôler la qualité superficielle des composants optiques.

L'interféromètre de Mach-Zehnder permet de réaliser les expériences suivantes et bien d'autres encore :

1. Étude du changement de direction de polarisation au niveau du diviseur de rayon et du miroir de surface

2. Qualité superficielle des composants optiques (qualitatifs et non quantitatifs) *

3. Détermination de l'indice de réfraction de l'air **

4. Expérience analogique de la gomme quantique ("Analogique" car l'expérience décrite ici n'est pas réalisée avec un photon unique.)

5. Interférence de lumière blanche***

* avec complément à l'interféromètre (1002652)

** avec complément à l'interféromètre (1002652) et pompe à vide manuelle (1012856)

*** avec lampe optique avec diaphragmes multiples (1017284)

Grâce aux positions prédéfinies des composants, on peut rapidement transformer les montages pour effectuer les différentes expériences.

L'ensemble interféromètre de Mach-Zehnder est composé de deux diviseurs de rayon, de deux miroirs de surface, de deux écrans d'observation et de quatre filtres polarisants. Les composants optiques d'excellente qualité posés sur une plaque de travail lourde et rigide, garantissent des mesures précises et reproductibles. Les grands composants optiques offrent des images d'interférence claires et nettes, car les deux écrans d'observation réfléchissants peuvent être réglés dans leur inclinaison. Grâce aux positions prédéfinies des composants, on peut rapidement transformer les montages pour effectuer les différentes expériences et les essais peuvent être préparés en très peu de temps.

Fourni avec un boîtier plastique robuste pour ranger l'interféromètre monté et ajusté, ainsi que le support de laser.

## 4. Caractéristiques techniques

| | |
|---|---|
| **Diviseur de rayon :** | |
| Diamètre : | 40 mm |
| Niveau : | $\lambda/10$ (face avant), $\lambda/4$ (face arrière) |
| **Miroir de surface :** | |
| Dimensions : | 40x40 mm² |
| Niveau : | $<\lambda/2$ |
| **Filtre de polarisation :** | |
| Diamètre : | 30 mm |
| Zone de réglage : | ±105° |
| Matériau : | Verre (2x), film (2x) |
| Division angulaire : | 3°, 15° |
| **Plaque de travail :** | |
| Masse : | 5,5 kg |
| Dimensions : | 245x330x25 mm³ |

## 5. Manipulation

### 5.1 Montage du laser

- Monter le laser sur son support.

Comme ce support est conçu pour différents lasers, il comprend trois alésages pour vis à tête conique (M5 ou M6), bien qu'un seul suffise normalement. L'alésage convenant au laser est déterminé par le centre de gravité du laser et ses possibilités de fixation. Une fois monté, le centre de gravité du laser doit se situer à peu près au-dessus de l'alésage du milieu.

Le rayon lumineux doit se situer à 60-62 mm au-dessus de la plaque de travail. Si la zone de réglage des vis moletées ne suffit pas, monter par exemple une bague d'écartement appropriée sous le laser.

Choisir la longueur de la vis de fixation de telle sorte que le boîtier du laser et les parties internes du laser ne soient pas endommagés.

- Pour cela, d'abord la profondeur de vissage maximale de la vis dans le logement du laser, puis choisir une vis dont le filet dépasse d'environ 2 mm de moins du support (une vis et un écrou à quatre pans adaptés aux rainures usuelles sont fournis).

### 5.2 Diviseur de rayon

Le verre du diviseur présente une face antireflet et, identifié par un triangle et également appliqué pour les montages expérimentaux

marqués, un revêtement perméable à 50% sur l'autre face.

### 5.3 Montage, réglages standards

Le montage des composants sur la plaque de travail est illustré sur la fig. 1. La description suivante sous-entend que tous les réglages de base doivent encore être réalisés.

- 1. Visser le diviseur de rayon (respecter ∇) sans le serrer et poser et visser l'outil de montage (cf. Fig. 2). Vous devriez maintenant pouvoir légèrement déplacer les deux miroirs simultanément sur la plaque de travail. Une fois les miroirs fixés, s'assurer qu'aucune fissure ne s'est formée entre le support de miroirs et l'outil. Retirer l'outil.

Fig. 2 Outil de montage du diviseur de rayon

- 2. Régler les deux miroirs de surface de telle sorte que l'écart entre la plaque de support des miroirs et l'arrière du support soit de 4 mm partout (cf. fig. 3).
- Vous pouvez pour cela utiliser 2 pièces de 10 cents. Visser les miroirs sur la plaque de travail sans les serrer. Pour fixer les miroirs, appuyer vers l'extérieur de telle sorte que le jeu dans les alésages ne provoque aucune déformation des miroirs par rapport aux diviseurs de rayon.

Fig. 3 Réglage de base des miroirs de surface

- 3. Montage des écrans.
- 4. Visser la lentille sans la serrer et l'orienter de telle sorte qu'elle soit parallèle à la plaque de travail.
- 5. Mettre le laser en marche et l'orienter en direction de la lentille et de la plaque de travail, de sorte qu'une tâche lumineuse apparaisse au centre des deux écrans.
- 6. Faire pivoter la lentille d'environ 90° dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, en-dehors du trajet du rayon.

Deux points lumineux clairs et d'autres points lumineux moins visibles apparaissent sur les écrans (En cas de réglage optimal, seul un point clair apparait).

- En tournant les vis moletées, superposer les points lumineux clairs sur les miroirs de surface.

Si les points se superposent, on peut observer un vacillement (une interférence).

- Faites à nouveau pivoter la lentille dans le trajet du rayon.

Avec un peu de chance, des bandes d'interférence apparaissent déjà. Si ce n'est pas le cas, scanner de la façon suivante :

- Au niveau d'un des miroirs, tourner lentement la vis moletée inférieure d'environ +90°, la remettre en position initiale, la tourner lentement de -90° et la remettre sur 0°.
- Si aucune bande d'interférence n'apparaît, tourner la vis moletée supérieure d'env. +30° (= distance équivalente à 2 creux de la vis moletée) et tourner à nouveau lentement la vis moletée inférieure de ±90°. Répéter ce procédé avec -30°, +60° et -60° pour la vis moletée supérieure, le balayage sera interrompu dès l'apparition de bandes d'interférence. Dans le cas contraire, recommencer le montage du diviseur de rayon.
- Après l'apparition des bandes d'interférences, déplacer une nouvelle fois <u>très lentement</u> les vis moletées, les bandes s'élargiront de plus en plus, jusqu'à atteindre le centre du motif d'interférence.

Les deux faisceaux étant quasiment aussi longs l'un que l'autre avec cette méthode, le centre du motif de l'interférence apparaît sous la forme d'une grosse tâche claire ou sombre. On peut alors constater que le motif qui apparait sur les deux écrans, est complémentaire.

7. Pour obtenir un motif d'interférence avec de "jolis" anneaux, les deux faisceaux doivent être de longueur différente.

- Pour cela, visser chacune des 3 vis du miroir de surface inférieur d'1,5 tour (= chemin optique plus long) et dévisser chacune des 3 vis du miroir avant d'1,5 tour (=chemin optique plus court).
- 8. Orienter la lentille de divergence à l'extérieur du rayon.

L'interférence n'apparaît plus lors de la superposition des deux points clairs, mais avec un écart d'env. 6-7 mm, le point du miroir avant apparaît sur la gauche de l'écran arrière (sur l'écran droit, il apparaît à droite).

- Pour retrouver le motif d'interférence, effectuer le balayage décrit sous le point 6.

Le réglage de base est ainsi terminé.

**Alternative 1 :** La longueur des chemins optiques peut également être modifiée par le montage de la cellule à vide (position selon la Fig. 7). Dans ce cas, les étapes 7 et 8 du réglage de base peuvent être supprimées.

**Alternative 2 :** Une fois les étapes 1 à 5 du réglage de base réalisées, la lentille de divergence peut également être montée en sortie de faisceau. Le laser devra, le cas échéant, être réajusté jusqu'à ce qu'1 à 2 tâches lumineuses apparaissent sur l'écran de droite. Par un déplacement des vis moletées des miroirs de surface, les deux tâches lumineuses peuvent former une légère interférence. Ce montage ne permet toutefois pas d'obtenir un motif en forme d'anneau.

Fig. 4 Alternative 2

### 5.4 Nettoyage des composants optiques

- Le miroir de surface, le diviseur de rayon, la lentille de divergence et les plaques de la cellule à vide peuvent être essuyés avec précaution avec un chiffon doux, éventuellement imbibé d'éthanol.
- Essuyer sans exercer de pression ! Il est préférable d'ajouter de l'éthanol et d'exercer moins de pression.
- N'essuyer la plaque en verre sur le support (12) qu'avec un chiffon sec (en embuant éventuellement le verre), car la bande adhésive risque sinon de se détacher.
- Pour nettoyer le filtre polarisant, souffler dessus.

## 6. Exemples d'expériences

### 6.1 Essais de polarisation

Les essais préalables sont facultatifs, mais ils peuvent s'avérer utiles lors de l'interprétation d'effets inattendus survenus au cours de tests d'interférence avec des filtres de polarisation.

**Polarisation du laser utilisé**

Lorsque l'on utilise un laser avec un sens de polarisation donné (généralement horizontal ou vertical), les rapports sont clairs. Toutefois, le sens de polarisation est souvent déterminé "au hasard" et n'est pas clairement défini. Il faut distinguer les cas suivants :

1. Le laser a un sens de polarisation précis qui n'a pas été respecté lors du montage (les lasers diodes n'ont qu'un seul niveau de polarisation).

2. Le laser a deux sens de polarisation généralement orthogonaux mais qui ne sont pas diffusés avec une intensité constante dans le temps.

3. Le laser a plus de deux sens de polarisation. Ceci ne semble être le cas que pour de tubes laser très longs en-dehors de la classe 2 de laser.

Il est possible de déterminer facilement le sens de polarisation du laser utilisé grâce à l'un des deux filtres de polarisation en verren cf. montage expérimental de la fig. 7 sans plaque de verre et avec un seul filtre de polarisation. Cela permet de déterminer l'angle d'obscurcissement maximal de la lumière du laser. A cet angle, le niveau de polarisation est déplacé de 90°.

Il est recommandé d'utiliser un laser He-Ne ou un laser diode stabilisé, car les diodes laser simples peuvent émettre des longueurs d'ondes différentes en fonction de la température, et ces ondes peuvent éventuellement apparaître simultanément, empêchant l'apparition d'un motif d'interférence clair (conseil : le fait de la réchauffer légèrement dans le creux de la main peut y remédier).

**Polarisation de la lumière lors de la réflexion sur le diviseur de rayon**

- Monter l'expérimentation comme sur la fig. 5.
- Placer les deux filtres de polarisation en verre en position 1 et 2 et en position 4 la lentille de divergence, qui ne coupe que le trajet du rayon.
- Régler l'angle du rayon entrant sur $\alpha$ au niveau du premier filtre de polarisation.
- Déplacer le filtre de polarisation derrière le

diviseur de rayon, jusqu'à ce que les points lumineux s'illuminent légèrement sur l'écran. Noter l'angle $\gamma$ correspondant.

Le principal sens de polarisation de la lumière réfléchie $\beta$ est déplacé de 90° pour $\gamma$ .

Les résultats des essais sont résumés dans le tableau ci-dessous :

| Angle de polarisation $\alpha$ Entrée | Angle de polarisation $\gamma$, sortie, sombre | Angle de polarisation $\beta$, sortie = $\gamma$ - 90° |
|---|---|---|
| 0° | 90° | 0° |
| 15° | 81° | -9° |
| 30° | 69° | -21° |
| 45° | 57° | -33° |
| 60° | 39° | -51° |
| 75° | 18° | -72° |
| 90° | 0° | -90° |

**Polarisation de la lumière lors du passage à travers le diviseur de rayon**

- Placer les deux diviseurs de rayon en verre en position 1 et 3 selon la Fig. 5 et la lentille de divergence en position 2, pour couper le chemin optique supérieur.

**Polarisation de la lumière lors de la réflexion sur le miroir**

- Pour cette expérience, placer les deux diviseurs de rayon en verre en position 3 et 4. La lentille de divergence reste en position 2.

Les résultats des mesures des 3 expériences sont résumés dans la Fig. 6. On constate que lors de la réflexion, les composants horizontaux sont reflétés, alors que les verticaux sont maintenus. La courbure des deux courbes des diviseurs de rayon indique une légère activité optique.

**Double réfraction de la bande adhésive transparente**

Il est possible de réaliser une expérience intéressante sur la double réfraction, si l'on dispose de la 'plaque de verre avec support' du kit complémentaire. Le montage expérimental est représenté sur la fig. 7.

- Régler les deux filtres polarisants sur 45° et -45° de sorte que, sans plaque de verre, quasiment aucune lumière n'arrive jusqu'à l'écran d'observation.

Si l'on déplace la plaque de verre avec la bande adhésive dans le rayon, une tâche lumineuse apparaît sur l'écran. Avec la combinaison d'angles suivante : 90° au niveau du premier diviseur de rayon et 0° au second, l'écran reste sombre, même si la bande adhésive est dans le passage du rayon (combinaison d'angles perpendiculaires mais avec environ ±10° par les tolérances de la bande adhésive).

La double réfraction de la bande adhésive est réalisée de la façon suivante : Au cours de la fabrication, le matériau support est fortement étiré dans un sens, les effets des hydrocarbures sont donc étirés et orientés dans cette direction. L'indice de réfraction est donc différent que le vecteur E de l'onde lumineuse oscille parallèlement ou perpendiculairement au sens de tension.

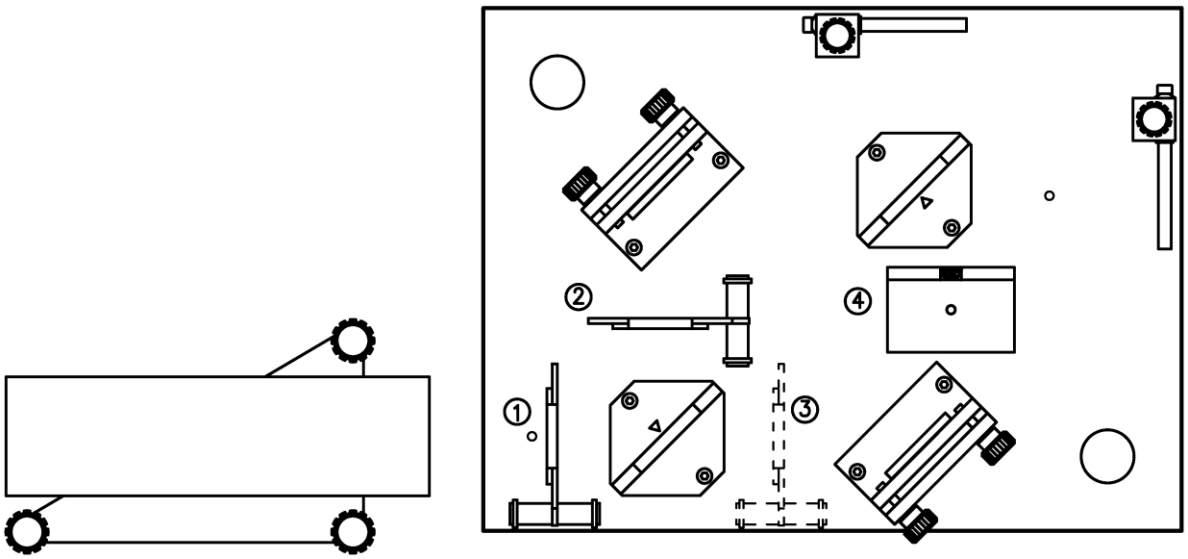



Fig. 5 Montage expérimental pour les études de la polarisation. La lentille de divergence ne sert qu'à couper le faisceau

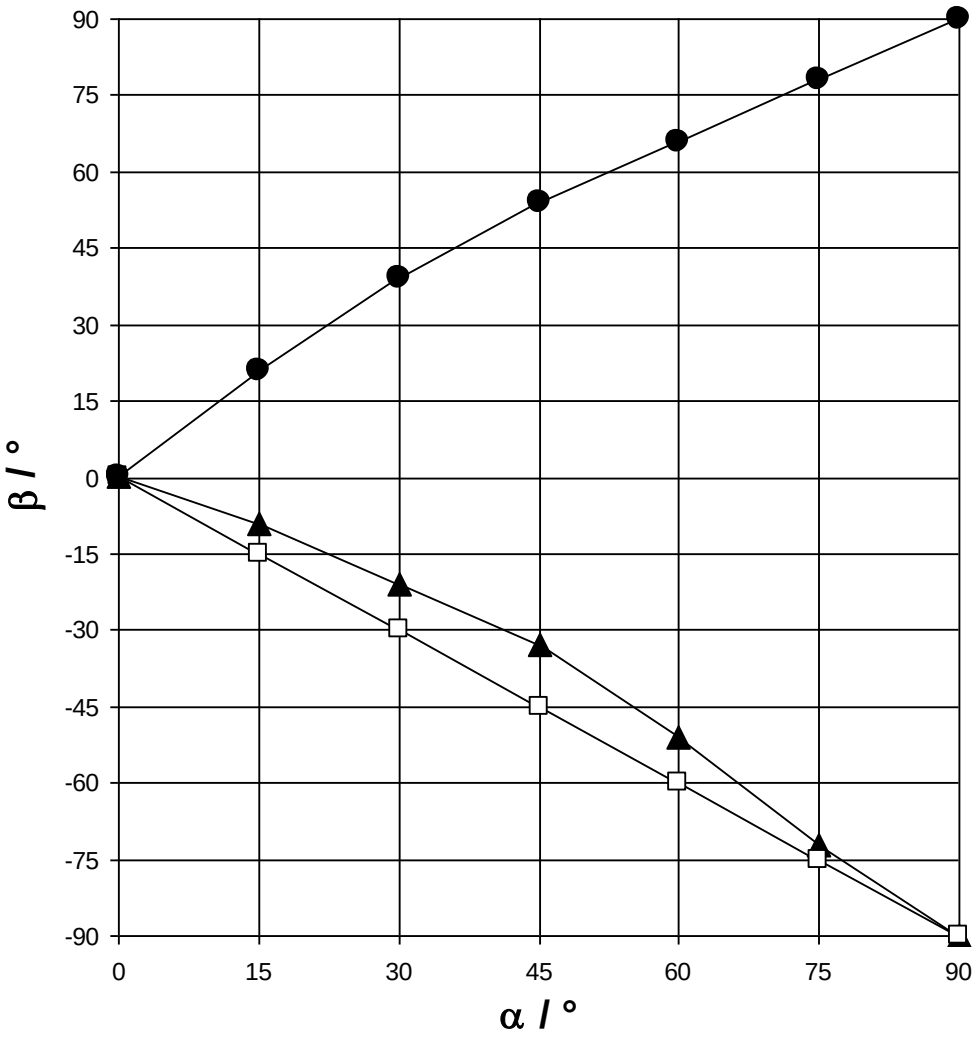



Fig. 6 Résultats des tests de polarisation. Cercles = passage à travers un diviseur de rayon, triangles = réflexion sur le diviseur de rayon, carré ouvert = réflexion sur le miroir de surface

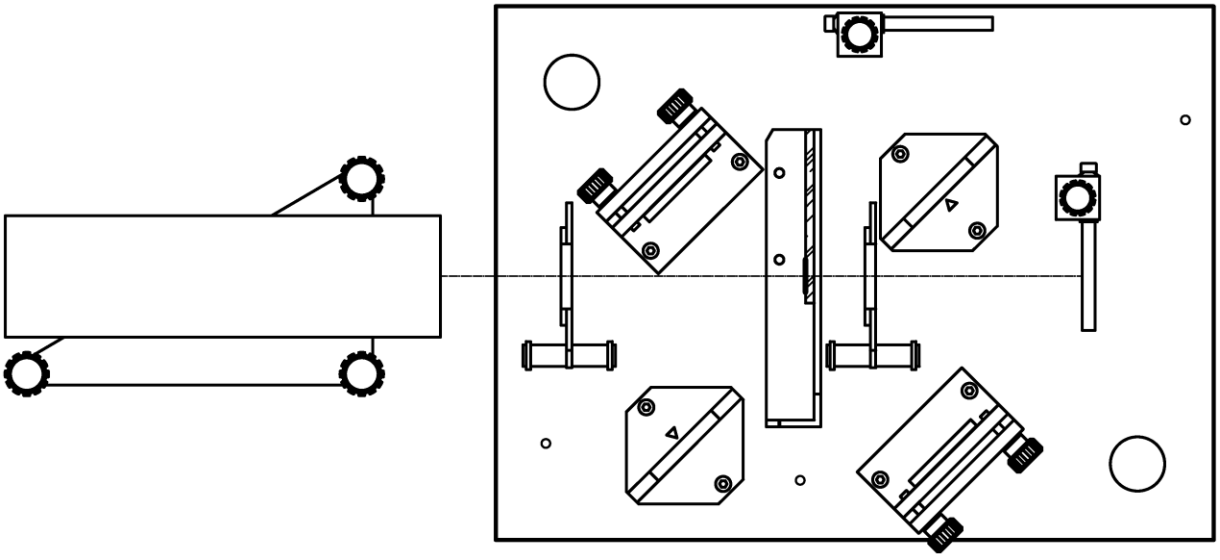


Fig. 7 Montage expérimental pour étudier la double réfraction d'une bande adhésive transparente

## 6.2 Qualité superficielle des composants optiques

Cette expérience permet d'évaluer la qualité superficielle des composants optiques. Ces mesures sont généralement réalisées à l'aide d'un interféromètre Twyman-Green, un appareil dont le rayon lumineux (laser) est élargi et parallèle. Pour une compréhension qualitative du principe de fonctionnement, on peut aussi utiliser une lumière élargie mais non parallèle.

Pour illustrer une surface optique de mauvaise qualité, on utilise un ruban adhésif transparent collé sur une plaque en verre et qui semble parfaitement homogène quand on regarde à travers.

- Monter l'expérimentation comme sur la fig. 8.
- Une fois le montage réalisé conformément à celui de l'expérience standard du paragraphe 5 et les anneaux d'interférence visibles sur les deux écrans, déplacer la plaque en verre avec le support dans le rayon partiel droit.

Lorsque le film adhésif rencontre le rayon, les anneaux d'interférence s'effilochent et on trouve des points clairs dans les zones sombres et inversement. On peut supposer que ceci provient de la surface irrégulière et bosselée du film adhésif, car l'on constate même en cas de très faibles modifications de l'épaisseur de couche, un déplacement des anneaux d'interférence.

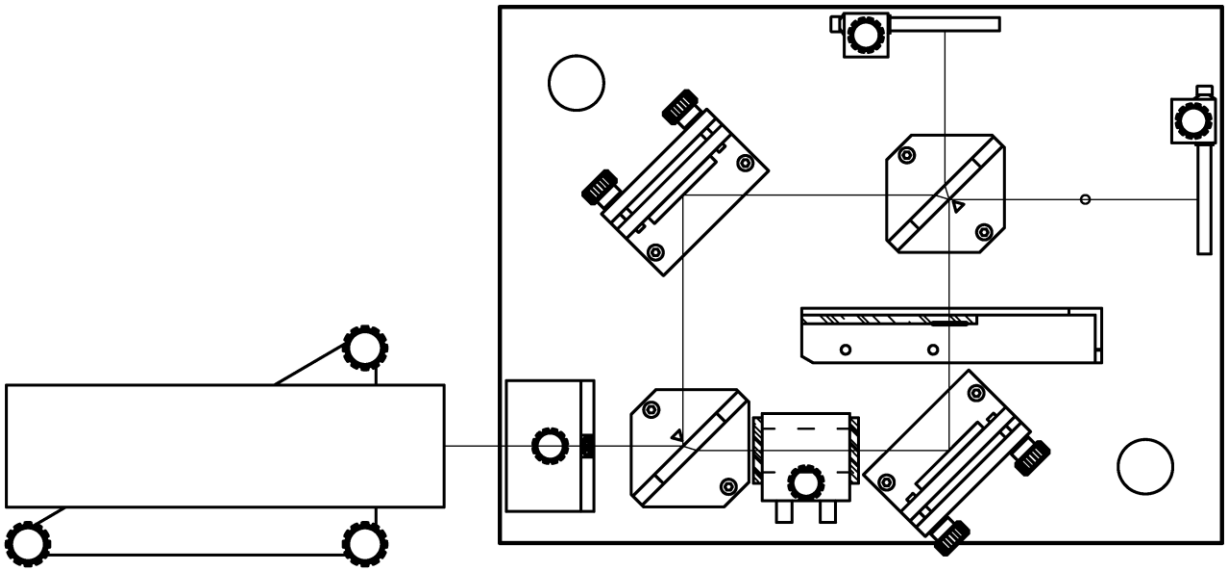


Fig. 8 Montage expérimental permettant de mesurer la qualité superficielle des composants optiques (sans cellule à vide) et montage expérimental pour la mesure de l'indice de réfraction de l'air (sans plaque en verre sur support)

## 6.3 Indice de réfraction de l'air

### Montage de l'expérience

- Monter l'expérimentation comme sur la fig. 8.
- Une fois le montage réalisé conformément à celui de l'expérience standard du paragraphe 5 et les anneaux d'interférence visibles sur les deux écrans, placer la cellule à vide dans le rayon partiel inférieur et la fixer.
- Ajuster éventuellement une nouvelle fois le miroir de surface, pour que les anneaux d'interférence se situent au centre de l'écran arrière.

### Réalisation

- Brancher la pompe à vide sur la cellule à vide et noter la pression p affichée.
- Faire le vide dans la cellule et compter le nombre *m* d'anneaux disparaissant.
- Noter à intervalles réguliers la pression et le nombre correspondant.
- Lorsque la pression minimale est atteinte (pour une pompe à main simple. 10 kPa), remplir à nouveau la cellule à vide d'air.
- effectuer une nouvelle série de mesures en surpression (jusqu'à max. 200 kPa, correspondant à 1 bar de surpression).

### Évaluation

Avec une pression $p = 0$ l'indice de réfraction est $n\ (p = 0) = 1$. L'indice augmente au fur et à mesure qu'augmente la pression selon l'équation

$$n(p) = 1 + \frac{\Delta n}{\Delta p} p \ .$$

Pour déterminer l'indice de réfraction à pression normale, il faut donc d'abord déterminer l'augmentation $\Delta n / \Delta p$. Pour une première approximation, on utilise :

$$\frac{\Delta n}{\Delta p} = \frac{\lambda}{l_Z} \left| \frac{\Delta m}{\Delta p} \right|$$

$m$ est le nombre d'anneaux apparaissant ou disparaissant, $\lambda$ la longueur d'onde lumineuse et $l_Z$ la longueur intérieure de la cellule à vide (dans ce cas 41 mm). Par exemple si pour une chute de pression de $\Delta p$ = 80 kPa on détermine $\Delta m$ = 14, on obtient $\Delta n / \Delta p$ = $2{,}7 \cdot 10^{-9}$ 1/Pa. L'indice de réfraction de l'air à pression ambiante (100 kPa) est donc de $n$ = 1,00027. Dans la littérature on trouve $n$ = 1,00029. (H. Stöcker, Taschenbuch der Physik, Deutsch, 1998)

### 6.4 Expérience analogique de la gomme quantique

- Monter l'expérimentation comme sur la fig. 9.
- ne fois le montage réalisé conformément à celui de l'expérience standard du paragraphe 5 et les anneaux d'interférence visibles sur les deux écrans, régler un film de filtre de polarisation sur 45° et le placer entre la lentille de divergence et le premier diviseur de rayon.

Ceci est nécessaire car le niveau de polarisation des lasers n'est généralement pas réglé sur 45° et une autre polarisation à 0° ou 90° entraînerait des intensités lumineuses des deux rayons partiels très inégales.

Les anneaux d'interférence apparaissant sur les écrans sont déjà légèrement atténués mais encore visibles. Si des réflexions de retour perturbantes apparaissent entre le filtre de polarisation et le laser, une légère inclinaison du filtre peut les atténuer.

- Placer les deux filtres de polarisation en verre dans les deux rayons partiels.

On obtient l'intensité lumineuse optimale pour cette expérience en réglant le filtre gauche sur 0° et le droit sur 90° (cf. Fig. 6 : derrière le diviseur de rayon, le rayon reflété est tourné vers 0°, alors que le rayon continu est légèrement tourné vers 90°).

Les anneaux d'interférence ont maintenant disparu des écrans, car les ondes orthogonales ne peuvent pas se superposer ou s'effacer.

- Régler le second film de filtre de polarisation sur 45° et le placer entre le diviseur de rayon arrière et l'écran.

Les anneaux d'interférence apparaissent à nouveau. L'information sur le trajet des quanta lumineux est gommée.

Selon la théorie des ondes, ce n'est pas surprenant. Dans la mécanique des quantas cependant, les photons sont considérés comme des objets quantiques indivisibles et seule la suppression de l'information existante sur la trajectoire (polarisation) par le dernier diviseur de rayon peut entraîner l'apparition d'inférences niveau des photons, et même des interférences au sein des photons, lorsqu'il n'y a pratiquement que des photons uniques dans l'interféromètre, malgré l'indivisibilité et l'incapacité de traverser les deux trajectoires. Ces idées posèrent également problème à Erwin Schrödinger qui déclara en 1926 : "Si nous devions en rester à ces maudits sauts de quanta, je regretterais d'avoir pu me consacrer à la théorie quantique."

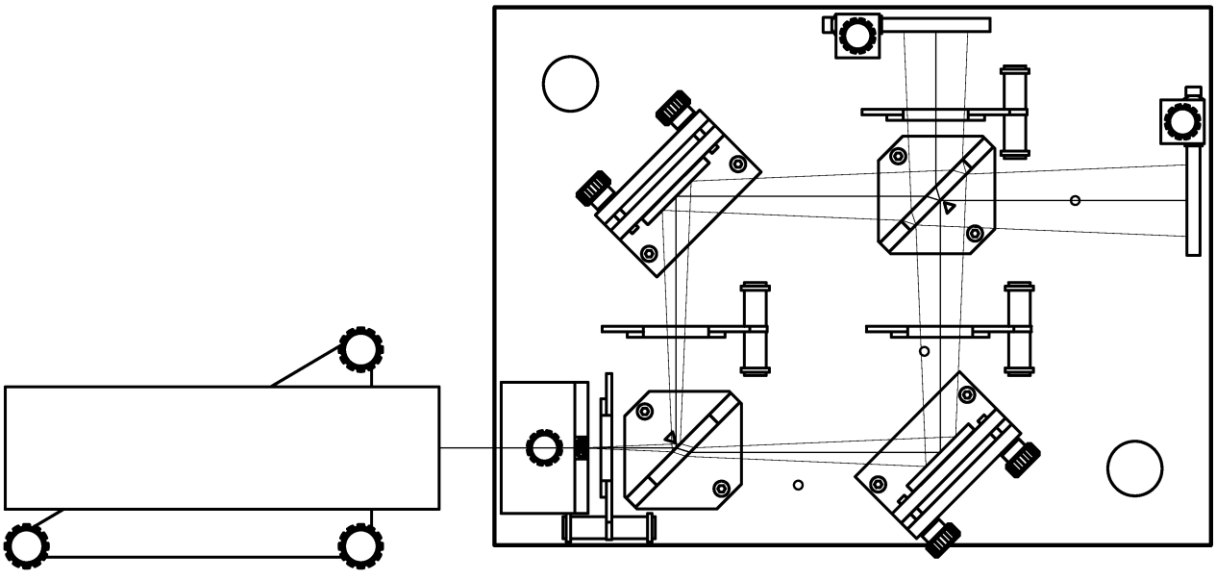


Fig. 9 Montage expérimental pour l'expérience analogique de la gomme quantique. La trajectoire du rayon est valable si les chemins optiques des deux diviseurs partiels sont identiques, et ne correspond pas à la description de l'essai avec les anneaux d'interférence.

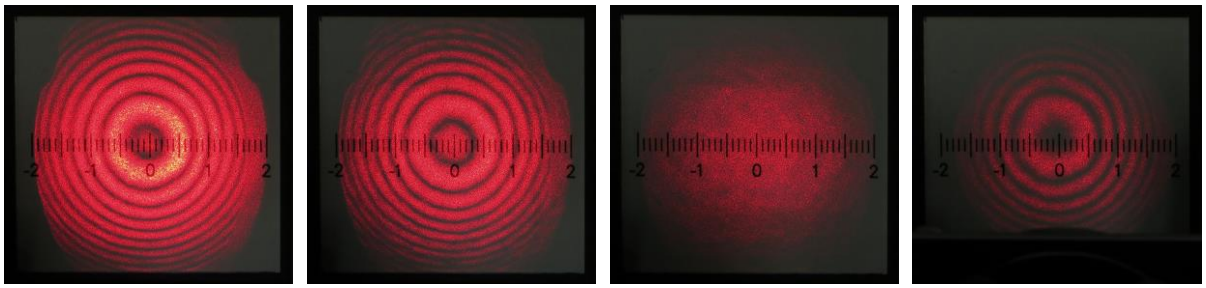



Fig. 10 de gauche à droite : 1. sans filtre de polarisation, 2. un filtre de polarisation (45°) entre la lentille et le diviseur de rayon, 3. deux autres filtres de polarisation (0° ou 90°) dans les deux rayons partiels, 4. quatrième filtre de polarisation (45°) entre le deuxième diviseur de rayon et l'écran

### 6.5 Interférence de lumière blanche

En raison du large spectre, la lumière blanche a une très courte longueur de cohérence. Pour observer l'interférence, les deux trajets lumineux doivent être pratiquement de la même longueur. Avec un interféromètre de Mach-Zehnder, cette condition doit remplie mais nécessite patience et finesse.

**Montage de l'expérience :** Le montage de l'expérience est représenté sur la figure 11. La lentille de divergence est d'abord montée entre le laser et le premier diviseur de rayon.

- Réaliser les réglages de base avec la lumière laser conformément au paragraphe 5.3, points 1 à 6. Régler les deux miroirs de surface de telle sorte que l'écart entre la plaque de support des miroirs et l'arrière du support soit de 4 mm partout.
- Bien ajuster le laser en hauteur.

Une fois les réglages de base réalisés, le centre des anneaux d'interférence apparaît sur les écrans sous la forme d'une grosse tâche claire ou sombre.

- Rabattre l'écran arrière et projeter le motif sur un autre écran situé à au moins 0,5 m (feuille de papier ou mur blanc).

Le plus grande distance évite des erreurs d'interprétation par des coupes abrasives pour les réglages suivants appliqués au miroir de surface avant :

- 1. Faire pivoter la lentille hors du trajet du rayon.
- 2. Tourner la vis moletée supérieure dans un sens puis dans l'autre. Lorsque le point lumineux mouvant est à droite de l'autre, dévisser la vis à six pans jusqu'à ce que le point mouvant vers la gauche soit aussi à gauche de l'autre point qu'il était à droite

(ignorer le déplacement dans le sens de la hauteur).

- 3. A l'aide des deux vis moletées, faire coïncider les deux points, faire pivoter la lentille et centrer les anneaux d'interférence.
- 4. Réaliser les étapes 1 à 3 jusqu'à ce que plus aucune amélioration ne doit possible.
- A la place du laser, placer la lampe optique à diaphragme à trou à une distance de 25 cm de la plaque de travail, les bords avant de la plaque de travail et des supports de lampe étant inclinés.
- Tourner le diaphragme à trou jusqu'à ce que le trou d'un diamètre de 0,7 mm soit devant la LED.
- Faire pivoter la lentille hors du trajet du rayon, relever l'écran arrière et placer les filtres de polarisation, conformément à la figure 11, de façon à ce que les ombres se situent à 1 cm sur l'écran arrière.

Les bords d'ombre facilitent la configuration suivante :

- A. Sur le miroir avant, faire tourner la vis inférieure très lentement dans un sens puis dans l'autre de façon à ce que les bords d'ombre se déplacent d'environ 1 à 2 mm vers la gauche ou vers la droite.
- B. Si aucune bande d'interférence n'apparaît, faire pivoter la vis inférieure du miroir arrière d'environ 1/50 tour (ce qui correspond à 1 mm sur la surface de la tête moletée, soit environ la largeur du moletage) dans le sens des aiguilles d'une montre et répéter l'étape A. Si après quelques tentatives dans le sens des aiguilles d'une montre, aucun résultat n'apparaît, essayer dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- C. Le cas échéant, vérifier les réglages avec le rayon laser. Vérifier, en particulier, l'ajustement vertical car il est possible que les vis moletées supérieures situées sur les miroirs se soient légèrement déplacées entre temps.
- D. Lorsqu'un motif d'interférence de lumière blanche, même mince, apparaît sur les écrans, monter la lentille de divergence, conformément à la figure 11, pour l'agrandir.

**Conseil** : lorsque l'on tient un filtre polarisant d'une petite largeur de passage devant la lampe optique, le motif d'interférence apparaît même en cas d'ajustement peu précis.

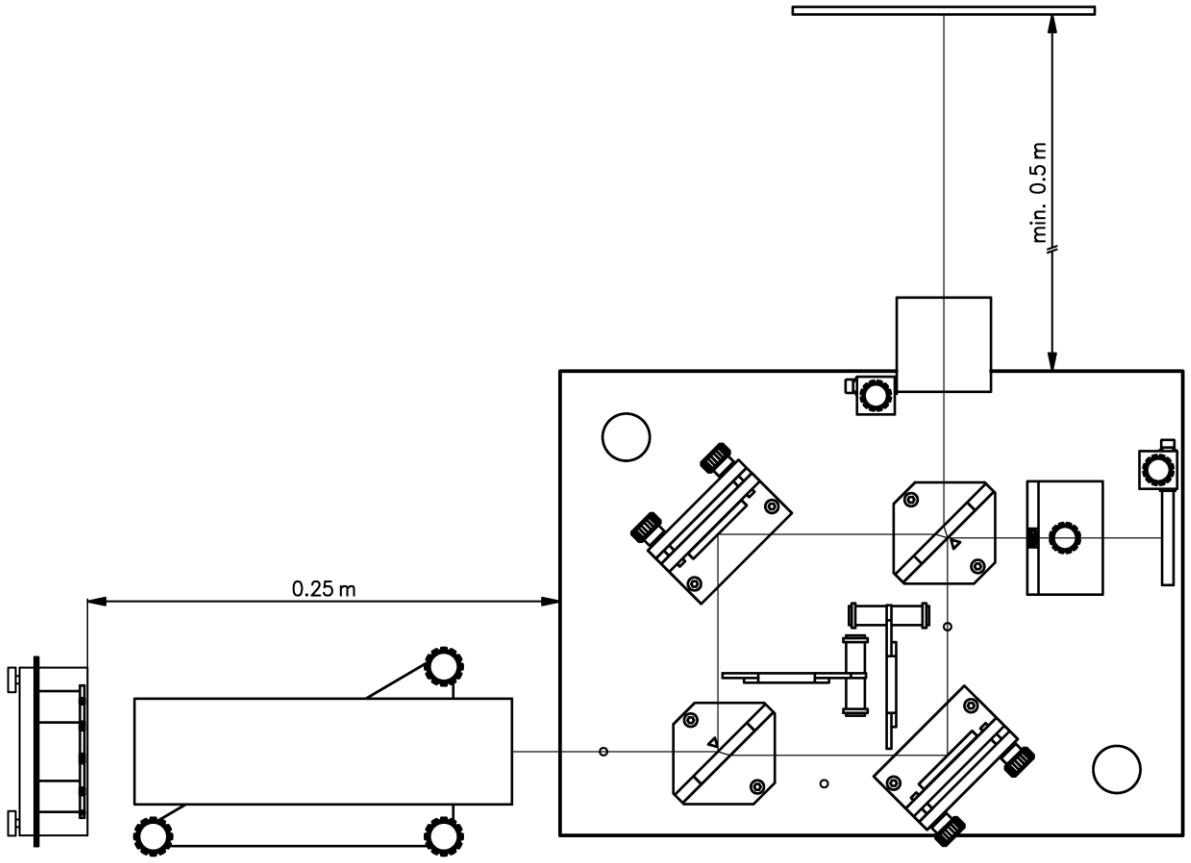



Fig. 11 Montage de l'expérience d'interférence de lumière blanche

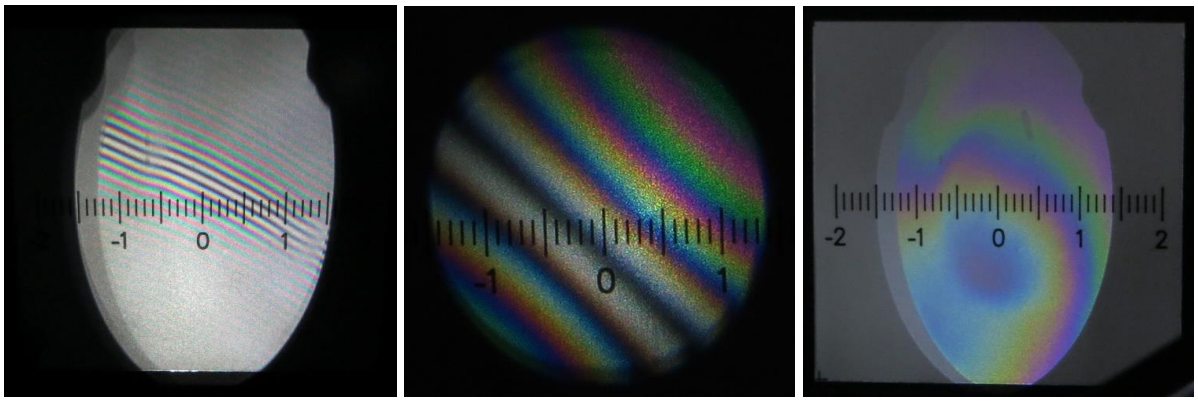



Fig. 12 Motif d'interférence de lumière blanche. L'image de gauche affiche des bandes malgré un réglage non optimal sur l'écran arrière. Une section agrandie par la lentille de divergence est représentée sur l'image centrale. L'image de droite remontre l'écran arrière mais avec un meilleur ajustement.


© Copyright 2015 3B Scientific GmbH