

Objectifs :

- Proposer et mettre en œuvre un protocole de mesure de distance focale.
- Mesurer des longueurs sur un banc d'Optique et procéder à une évaluation de type B des incertitudes
- Réaliser des pointés transversaux pour déterminer la taille des objets ou images de front (perpendiculaires à l'axe optique du système).

Important : dans tout le TP, on vérifiera avec soin l'alignement des différents systèmes (avec une feuille de papier blanc par exemple).

Focométrie

Définition :

La focométrie est la mesure de distances focales

On cherche à mesurer la distance focale f' d'une lentille mince (L) inconnue.

I - Focométrie au banc d'optique

1) Une méthode expérimentale : l'autocollimation

A l'aide d'un schéma, trouver l'image d'un objet pour un système optique constitué d'une lentille mince convergente suivie d'un miroir.

Que se passe-t-il si l'objet est dans le plan focal objet de la lentille ?

On utilise pour cela un miroir plan que l'on "plaque" contre la lentille (placer la lentille et le miroir sur le même support pour gagner de la place et favoriser l'alignement). On translate ensuite la lentille jusqu'à obtenir, dans le plan de la diapositive, une image nette retournée. Expliquer. Quelle est l'influence de la distance entre la lentille et le miroir plan ? Pourquoi cette méthode n'est-elle pas utilisable pour les lentilles divergentes ?

Une fois le réglage fait, en déduire une mesure de la distance focale de la lentille.

2) Vérification des relations de conjugaison pour une lentille mince convergente

La lentille (L), de centre optique O , forme de l'objet réel AB une image réelle $A'B'$.

Je rappelle ici la relation de conjugaison de Descartes :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

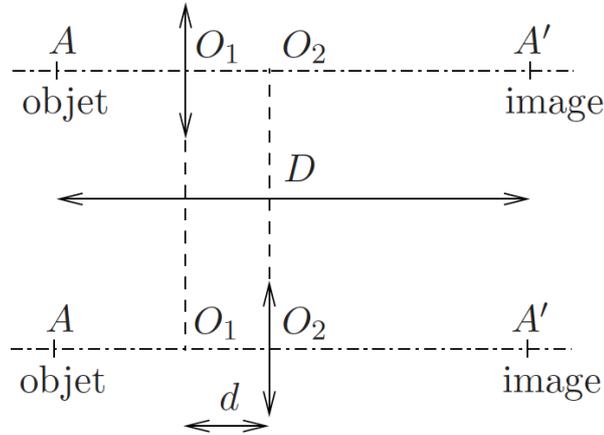
ainsi que la formule du grandissement transverse :

$$\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

À l'aide du banc d'optique, proposer un protocole de vérification expérimentale de ces lois, et une estimation de la distance focale image de la lentille utilisée.

3) Cas des lentilles convergentes : méthode de Bessel

- La lentille (L), de centre optique O , forme de l'objet réel AB une image réelle $A'B'$. On note D la distance entre l'objet et l'image.
Quelle est la valeur minimale de D ?
Il existe deux positions O_1 et O_2 pour lesquelles la lentille donne en A' une image de l'objet placé en A (figure ci-dessous). On pose $O_1O_2 = d$.



Rappeler la formule reliant f' à D et d (formule de Bessel).

- La source de lumière est une lampe à vapeur de sodium qui fournit une lumière quasi-monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 589$ nm. On utilise comme objet la diapositive métallique percée de trous formant un "L". L'image sera observée sur un écran que l'on peut monter sur un pied du banc d'Optique. On veillera à ce que le support de la diapositive et celui de l'écran soit du même type (pieds de même conception). Pourquoi est-ce important pour les mesures?
Mettre en place un protocole expérimental pour déterminer la distance focale f' de la lentille (L) en utilisant la formule de Bessel.
- La méthode de Bessel est-elle utilisable avec une lentille divergente?

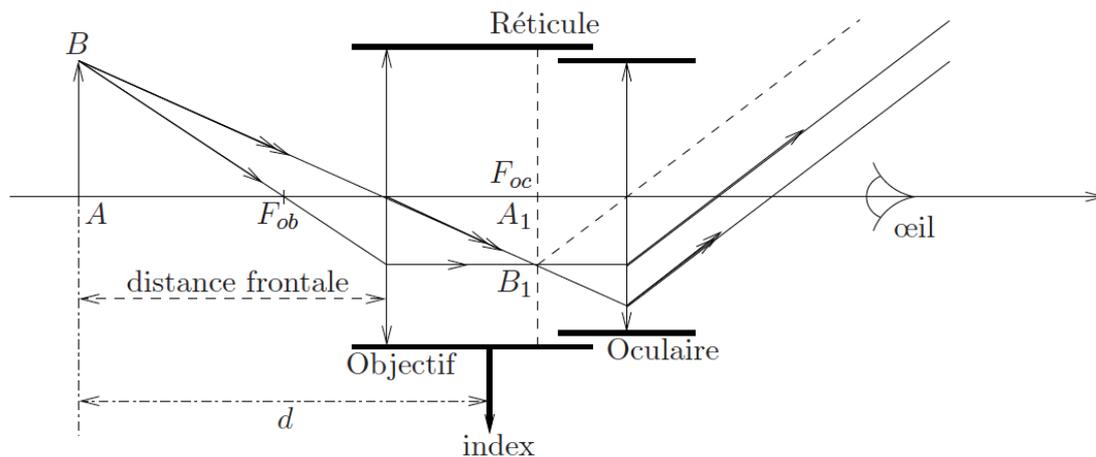
4) Cas d'une lentille divergente

- Méthode "classique"** : accoler une lentille convergente à la lentille divergente inconnue pour rendre l'ensemble convergent et utiliser une des méthodes précédentes.
- Méthode 2** :
A l'aide du banc d'optique, d'une source et d'une lentille convergente, faire l'image réelle d'un objet réel.
Repérer où se situe l'image, position (1).
Placer la lentille divergente inconnue entre la lentille convergente et l'image, de sorte que le faisceau de lumière émergent soit un faisceau parallèle, position (2).
La distance focale de la lentille divergente sera lue entre les positions (1) et (2).

5) Incertitudes

Pour la partie 2) et 3), proposer une écriture de la distance focale avec incertitude (en utilisant le fichier python proposé).

II - Utilisation d'un viseur



1) Principe

Pour simplifier les explications, on supposera que l'œil est normal.

Un viseur doit donner une image nette d'un objet situé à distance finie. Il est appelé à *frontale fixe* car la distance entre l'objet vu net à travers l'oculaire et l'objectif est constante. On note d la distance entre l'objet vu net à travers l'objectif et l'index repérant la position du viseur (la distance entre l'objectif et l'index est fixe). L'objet AB est vu net seulement si son image A_1B_1 par l'objectif se trouve dans le plan du réticule (ce dernier ayant été placé dans le plan focal objet de l'oculaire).

L'objectif est une lentille convergente qui donne de l'objet AB une image intermédiaire A_1B_1 superposée au réticule.

Tous les instruments d'optique comportent un oculaire qui permet de regarder les images à l'œil sans fatigue, c'est-à-dire sans accommodation.

L'oculaire est une lentille convergente qui permet de voir nette simultanément A_1B_1 ainsi que le réticule. En effet, le plan du réticule est confondu avec le plan focal objet de l'oculaire ce qui permet une vision sans effort, c'est-à-dire sans accommodation, pour l'œil (supposé normal).

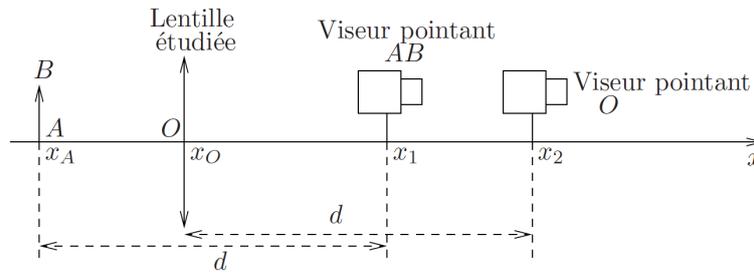
$$AB \xrightarrow{\text{objectif}} A_1B_1 \xrightarrow{\text{réticule}} A_1B_1 \xrightarrow{\text{oculaire}} A'B' \xrightarrow{\text{infini}} A''B'' \xrightarrow{\text{œil}} \text{sur la rétine}$$

Dans la suite, les mesures consisteront à voir nettes en même temps le réticule et l'image A_1B_1 de l'objet AB étudié. A_1B_1 sera alors bien dans le plan focal objet de l'oculaire. Le réglage de mise au point de l'oculaire dépend de l'œil de l'observateur et est donc personnel. Il est nécessaire avant toute utilisation des appareils d'optique. **Il ne change pas les autres réglages.**

Le réticule est constitué de deux fils croisés fixes et d'un fil double vertical mobile horizontalement. Le plan du réticule est placé perpendiculairement à l'axe optique du système. On règle la position du double fil mobile vertical à l'aide d'un bouton moleté : 50 graduations correspondent à un tour du bouton moleté et à un déplacement latéral de 0,5 mm. On peut donc mesurer des hauteurs d'image au $\frac{1}{100}$ mm.

ATTENTION ! L'index du viseur n'indique pas la position de l'objet visé mais une position décalée de la distance d , non connue au départ, mais constante.

Si on veut mesurer une distance longitudinale (par exemple la distance objet-centre optique d'une lentille) il faut réaliser deux pointés :



On oriente le banc dans le sens de propagation de la lumière.

- *Premier pointé* : pointé de AB repérée par l'abscisse x_A sur le banc (x_A inconnue). L'index du viseur est repéré par l'abscisse x_1 sur le banc. On a alors $x_1 = x_A + d$. Attention ! Pour pointer AB, il faut enlever la lentille ! En effet, AB ne peut être pointé par le viseur que s'il est effectivement un objet pour lui !
- *Deuxième pointé* : pointé du centre optique O de la lentille étudiée, dont la position est repérée par l'abscisse x_O sur le banc. L'index du viseur est repéré par x_2 . On a alors $x_2 = x_O + d$.
- *Résultat* : on a finalement : $x_2 - x_1 = x_O - x_A = AO$. La distance d se simplifie dans les calculs.

2) Réglage du viseur

- *Réglage de l'oculaire*
Régler la distance oculaire-réticule pour voir le réticule net, sans accommoder (un œil regardant à l'infini, placé après le viseur, doit "s'accrocher sans effort" sur le réticule, si le réglage est correct). Pour un œil normal, le réticule est alors dans le plan focal objet de l'oculaire.
- *Réglage de l'alignement*
On effectue un réglage grossier à l'aide d'une feuille de papier blanc qui coupe le faisceau. On peut suivre le trajet du faisceau lumineux pour vérifier que chaque instrument est éclairé convenablement. On effectue ensuite un réglage fin du viseur. Pour cela, on fait coïncider l'image du centre de l'objet avec la croisée du réticule. Ensuite, pour s'assurer que l'axe du viseur coïncide avec celui du banc, on introduit un défaut de mise au point en déplaçant le viseur : le centre de l'objet doit devenir flou sans se déplacer latéralement.

3) Mesures

Reprendre les parties 1) 2) 3) et 5) du I, en réalisant les mesures au viseur.