

## TP 5 – Lentilles minces et mesures de focales

**Matériel :** banc optique, lentille +200 mm, +100 mm et -300 mm, miroir plan, écran, source de lumière, lettre objet, viseur.

Ce TP est centré sur des méthodes de mesures de la focale  $f'$  d'une lentille.

### I Mesure rapide

1 – Proposer une méthode rapide pour estimer l'ordre de grandeur de la focale de la lentille convergente dont vous disposez. Cette méthode n'utilisera que la lentille et les néons du plafond.

Faire un schéma optique de la situation sur votre compte rendu, décrire ce que vous faites, et donner le résultat de votre mesure.

### II Mesure par autocollimation

On garde la lentille précédente. On souhaite encore déterminer sa longueur focale  $f'$ . Un moyen simple est d'utiliser la méthode par autocollimation. On place pour cela un miroir plan derrière la lentille, et on réalise l'image d'un objet à l'aide du système optique lentille+miroir.

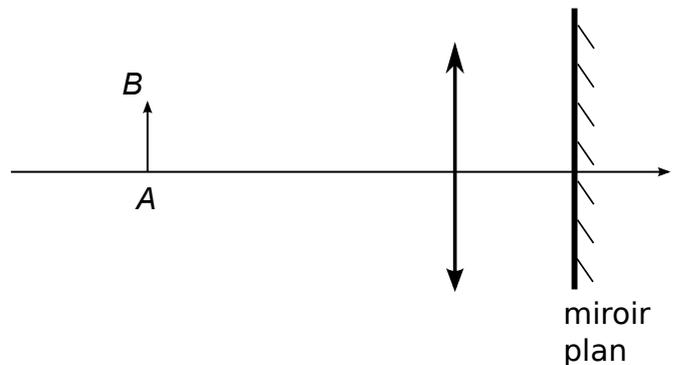
On montre alors que lorsque l'objet est dans le plan focal objet de la lentille, alors son image est dans le même plan que l'objet, et ceci indépendamment de la distance entre miroir et lentille.

La distance objet-lentille est alors égale à la distance focale de la lentille (puisque l'objet est dans son plan focal objet).

2.a – Déterminer expérimentalement la focale de la lentille utilisée, ainsi que l'incertitude sur la mesure. On expliquera comment on procède, et d'où provient l'incertitude.

2.b – Montrer théoriquement, par un tracé de rayons, que lorsque l'objet est dans le plan focal on a bien une image dans ce même plan.

(Remarque : On peut aussi montrer que le grandissement est alors de -1.)



### III Plus précis : mesure par autocollimation avec un viseur

Dans la méthode précédente, la mesure de la distance entre la lentille et l'objet n'est pas très précise.

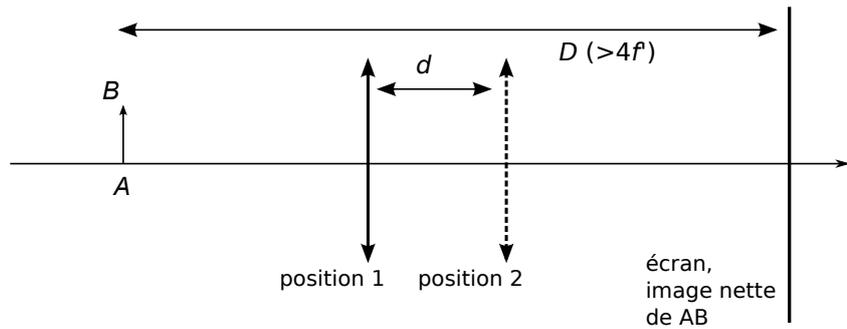
3 – Lire la méthode d'utilisation du viseur optique (site de la classe, [www.mmelzani.fr](http://www.mmelzani.fr), rubrique TP).

3.a – Recommencer la méthode de mesure de  $f'$  avec le miroir, mais en mesurant la distance objet-lentille à l'aide d'un viseur optique.

Comparer votre résultat avec la méthode sans viseur.

## IV Autre méthode : méthode de Bessel

Dans cette méthode, on place l'objet à une distance fixe  $D$  de l'écran, et c'est la lentille que l'on déplace.



On peut montrer que si  $D > 4f'$ , il existe deux positions de la lentille pour lesquelles on obtient une image nette sur l'écran. Ces deux positions sont séparées par une distance  $d$  qui vérifie (cf exercice de TD) :

$$\frac{d^2}{D^2} = 1 - \frac{4f'}{D}.$$

Si  $D < 4f'$ , on ne peut pas obtenir une image nette sur l'écran.

**4.a** – On souhaite déterminer expérimentalement la focale de la lentille utilisée, ainsi que l'incertitude.

Commencer par mesurer  $d$  et  $D$ , puis en déduire la focale.

Évaluer ensuite l'incertitude sur  $d$  et sur  $D$ , puis obtenir celle sur  $f'$  avec la formule de propagation des erreurs :  $(\Delta f')^2 = \frac{1}{16} \left(1 + \frac{d^2}{D^2}\right)^2 (\Delta D)^2 + \left(\frac{d}{2D}\right)^2 (\Delta d)^2$ .

→ Globalement, on expliquera bien comment on procède.

(**Remarque** : Les plus téméraires pourront mesurer la distance objet – image avec le viseur, et comparer à la mesure simple sans viseur)

**4.b** – Si le temps le permet, vérifier expérimentalement que la relation ci-dessus est bien vérifiée en recommençant la mesure pour plusieurs distances  $D$  (et donc à chaque fois en mesurant le  $d$  correspondant).

Mettre la relation théorique sous la forme  $y = a_{\text{théo}}x + b_{\text{théo}}$ , et sous Regressi tracer les valeurs expérimentales de  $x$  et de  $y$ . Conclure.

## V Cas d'une lentille divergente

**5** – Reprendre la méthode de Bessel et l'adapter pour mesurer la focale d'une lentille divergente.

Indication : lorsqu'on accole deux lentilles, on obtient une lentille équivalente dont la vergence vaut la somme des deux précédentes.