



## TP 4 – Focométrie

**OBJECTIFS : Mesurer la distance focale d'une lentille par différentes méthodes.**

### Ce qu'il faut savoir et savoir faire

- Exploiter les formules de conjugaison et de grandissement.
- Estimer une valeur approchée d'une distance focale.
- Établir et utiliser la condition de formation de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.
- Former l'image d'un objet dans des situations variées.

#### **Matériel :**

- Lampe
- Jeu de lentilles convergentes et divergentes
- Banc optique
- Supports lentilles
- Miroir plan
- Ecran

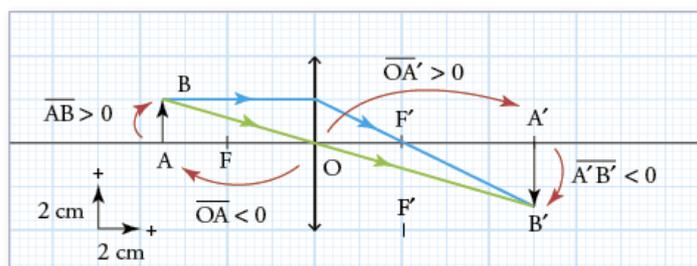
**Fiches utiles :** FM4, FT4

#### Rappel de cours

**Relation de conjugaison de Descartes :**  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$

**Grandissement transversal :**  $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$

Les distances orientées dans le même sens que l'axe optique ou l'axe vertical seront comptées positivement et celles dans le sens opposé seront comptées négativement.

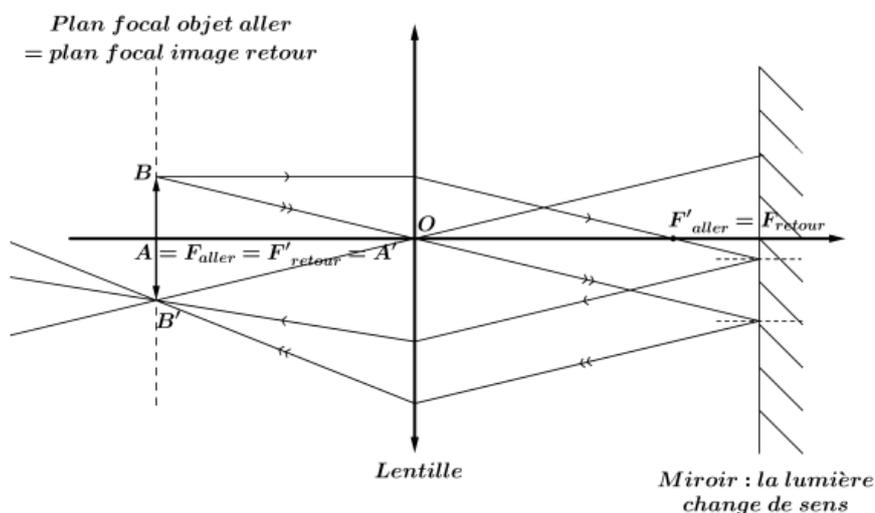


**Travail préparatoire : TD2-Exercice 8**

# I. Mesure de la distance focale d'une lentille convergente par la méthode d'autocollimation

## 1. Etude théorique

On considère un objet AB placé dans le plan focal objet d'une lentille convergente. On place derrière la lentille un miroir plan perpendiculaire à l'axe optique.



On constate que l'image se forme dans le plan de l'objet. La distance focale de lentille correspond alors à la distance entre l'objet et la lentille.

**Q1.** Peut-on utiliser cette méthode avec une lentille divergente seule ?

## 2. Mise en œuvre de la méthode

- Allumer le projecteur situé à gauche du banc d'optique.
- Accoler un miroir plan immédiatement après la lentille convergente.
- Ajuster la position de l'ensemble pour former l'image de l'objet dans le même plan que celui-ci.

**L'objet se trouve alors au foyer objet de la lentille, à la distance  $f'$ .**

**Q2.** Mesurer  $f'$  et évaluer l'incertitude associée à la mesure.

☞ Cette méthode, bien que peu précise, s'avère très rapide et permet de placer précisément un objet au foyer d'une lentille convergente.

## 3. Lentille divergente : méthode d'association

L'autocollimation ne fonctionne pas avec une lentille divergente seule. On peut toutefois utiliser cette méthode de façon indirecte, en accolant à la lentille divergente  $L_2$  inconnue une lentille convergente  $L_1$  de distance focale connue.

### Théorème des vergences

**La vergence d'un système de deux lentilles minces accolées est la somme des vergences de chacune des lentilles minces constituant le système.**

**Q3.** À quelle condition sur les distances focales de  $L_2$  et  $L_1$  la lentille équivalente au doublet est-elle convergente ?

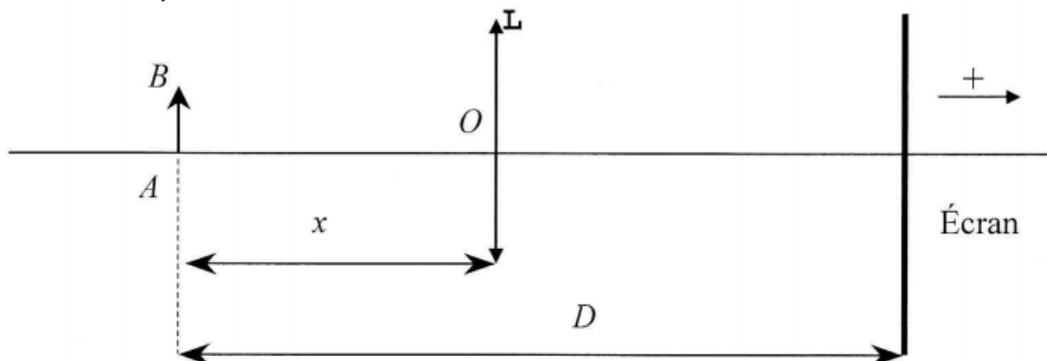
- Accoler la lentille divergente à une lentille convergent correctement choisie.  
→ Mesurer la distance focale du doublet ainsi réalisé par autocollimation.

**Q4.** Déduire de votre mesure  $f_2'$  et l'incertitude associée.

## II. Mesure par la méthode de Bessel

### 1. Etude théorique (*exercice 10 du TD2*)

On dispose d'une lentille convergente de distance focale  $f'$ . On considère un objet réel AB situé à une distance  $D$  fixe d'un écran et à une distance  $x$  positive de la lentille. On peut déplacer la lentille convergente entre l'objet et l'écran :  $x$  est variable.



- Q5.** Rappeler la condition sur  $D$  et  $f'$  permettant de former l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.
- Q6.** Justifier, que si cette condition est respectée, il existe deux positions de la lentille, symétriques par rapport au milieu de  $AA'$ , pour lesquelles on obtient une image réelle  $A'B'$  nette sur l'écran.
- Q7.** On note  $d$  la distance séparant les deux positions précédentes de la lentille. Rappeler l'expression de la distance focale image de la lentille  $f'$  en fonction de  $D$  et  $d$ .

### 2. Mise en œuvre de la méthode

- Placer l'écran à une distance  $D = 100$  cm de l'objet. Déplacer lentement la lentille  $L$  de distance focale  $f'$  environ égale à 20 cm entre objet et écran.  
→ Déterminer la distance  $d$  entre les deux positions de la lentille.

**Q8.** Déduire de la mesure précédente la valeur de  $f'$  et l'incertitude associée  $\Delta f' = \sqrt{\left(\frac{D^2+d^2}{4D^2}\right)^2 \Delta D^2 + \left(\frac{d}{2D}\right)^2 \Delta d^2}$ .

## III. Mesure par la méthode de Silbermann

Une alternative à la méthode de Bessel, appelée méthode de Silbermann, consiste à faire varier  $D$  jusqu'à ce qu'il n'y ait plus qu'une seule position de la lentille qui permette de projeter l'image de l'objet sur l'écran. Dans ce cas, on a  $f' = \frac{D}{4}$ .

- Mettre en œuvre la méthode.

- Q9.** Déduire de la mesure précédente la valeur de  $f'$  et l'incertitude associée.  
**Q10.** Les mesures par les méthodes de Bessel et Silbermann sont-elles compatibles ?

## IV. Mesure de la distance focale d'une lentille divergente par la méthode de Badal

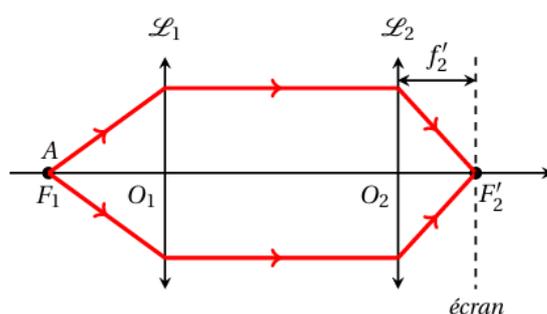
Cette méthode permet de mesurer la distance focale d'une lentille divergente.

On dispose de trois lentilles minces :

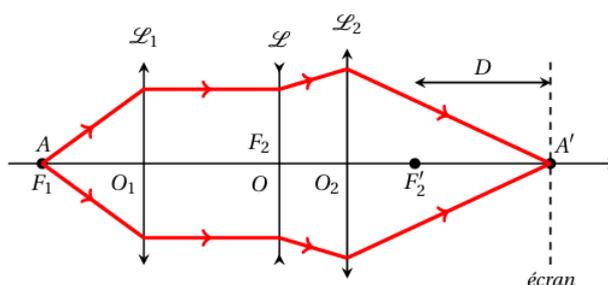
- une lentille convergente  $L_1$ , de distance focale image  $f'_1$  connue et de centre optique  $O_1$  ;
- une lentille convergente  $L_2$ , de distance focale image  $f'_2$  connue et de centre optique  $O_2$  ;
- une lentille divergente  $L$ , de distance focale image  $f'$  inconnue et de centre optique  $O$ .

Afin de déterminer  $f'$ , on met en œuvre l'expérience suivante :

- Un objet ponctuel lumineux  $A$  est placé au foyer objet de  $L_1$  et son image par  $L_2$  est projetée sur un écran situé à une distance  $f'_2$  de  $L_2$ .



- La lentille  $L$  est ensuite intercalée entre  $L_1$  et  $L_2$ , au niveau du foyer objet  $F_2$  de  $L_2$ .  
→ Il est alors nécessaire de reculer l'écran d'une distance  $D$  pour observer l'image nette  $A'$  de  $A$ .



**Q11.** Montrer que :  $f' = -\frac{f'^2_2}{D}$ .

- Prenez pour  $L_1$  une lentille convergente quelconque et pour  $L_2$  la lentille convergente que vous avez utilisé tout au long du TP.  
→ Placer l'objet  $A$  au foyer objet de  $L_1$  par autocollimation.  
→ Placer la lentille  $L_2$  à une distance de  $L_1$  supérieure à  $f'_2$ .  
→ Pour placer la lentille  $L$  dans le plan focal objet de  $L_2$ , utilisez la valeur de la distance focale  $f'_2$  obtenue par autocollimation au début du TP.  
→ Mesurer les positions  $x_1$  et  $x_2$  de l'image formée par la lentille  $L_2$ , respectivement sans la lentille  $L$  intercalée et avec.

**Q12.** Dédurre de vos mesures la valeur de  $D$  puis celle de  $f'$ .