

# PCSI

## T.P. focométrie

### 1. But :

On sait simplement caractériser une lentille : reconnaissance rapide du caractère convergent ou divergent, puis autocollimation pour obtenir une évaluation de la vergence. Le problème de la méthode d'autocollimation est l'incertitude importante sur la distance focale, notamment due à l'incertitude sur la position du centre optique. Les méthodes présentées dans ce TP permettent d'améliorer la précision.

Il faut donc, plus encore que d'habitude si possible, prendre soin d'évaluer les incertitudes expérimentales, et les comparer entre elles d'une méthode à l'autre. Les incertitudes ont au moins deux origines :

$\Delta L_1$  : l'erreur de lecture (1/2 graduation en plus ou en moins)

$\Delta L_2$  : la latitude de mise au point qui correspond à la zone dans la quelle on peut considérer l'image nette (à apprécier à chaque mesure).

### 2. Méthodes directes :

#### 2.1. Autocollimation

Mesurer la distance focale d'une lentille convergente par autocollimation, calculer l'incertitude absolue et relative. Recommencer pour deux autres lentilles.

#### 2.2. Avec un objet à l'infini :

**Principe** : On utilise le fait que l'image par une lentille (de focale inconnue) d'un objet à l'infini est dans le plan focal image. Pour obtenir un objet à l'infini, on place la diapositive dans le plan focal objet d'une autre lentille, convergente, par autocollimation.

A partir de ces indications, proposer un protocole de mesure de la distance focale d'une lentille à l'aide d'un viseur. Le mettre en œuvre, évaluer les incertitudes expérimentales. Peut-on utiliser ce protocole pour obtenir la vergence d'une lentille divergente ? A quelle condition ?

#### 2.3. Lentille divergente :

**Principe** : le principe est le même que pour une lentille convergente, mais il faut auparavant fabriquer une lentille convergente en accolant à la lentille divergente une lentille convergente de plus grande vergence. La vergence totale est  $V=V_C+V_D$  ( $V_C$  et  $V_D$  étant respectivement les vergences de la lentille convergente et de la divergente).

Montrer que l'incertitude sur la vergence  $V_D$  est  $\Delta V_D = \Delta V_C + \Delta V$  :

En déduire que l'incertitude sur  $f'_D$  est : 
$$\Delta f'_D = f'^2_D \left( \frac{\Delta f'_C}{f'^2_C} + \frac{\Delta f'}{f'^2} \right)$$

Procéder selon les deux méthodes précédentes. Comparer.

### 3. Méthode de Silbermann

L'objet et l'écran sont à la distance  $D > 4f'$ . Rapprocher l'écran tout en ajustant la position de la lentille de telle sorte que l'image reste nette. Quand on atteint  $D = 4f'$ , le grandissement vaut -1, la lentille est équidistante de l'objet et de l'écran. Si on rapproche encore l'écran, on ne peut plus obtenir d'image nette.

En déduire  $f'$  et son incertitude expérimentale.

## 4. Méthode de Bessel

**Principe** : l'objet et l'écran sont à la distance  $D > 4f'$  fixe l'un de l'autre. Montrer qu'il existe alors deux positions de la lentille.  $O_1$  et  $O_2$ , telles que l'objet et l'écran soient conjugués et que, si

$$d = O_1 O_2, f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$$

Evaluer l'incertitude sur  $d$  et  $D$ , et en déduire l'incertitude résultante sur  $f'$ .

Reprendre l'expérience plusieurs fois pour obtenir une série de valeurs de  $f'$ . Par un traitement statistique approprié, en déduire une valeur moyenne de  $f'$  et la nouvelle incertitude expérimentale.

## 5. Méthode de Badal

Cette méthode s'applique aux lentilles divergentes.

**Principe** : Une première lentille auxiliaire convergente  $L_1$  est disposée de manière à donner de l'objet  $A_0$  une image à l'infini. Une seconde lentille auxiliaire convergente  $L_2$  est disposée à la suite de  $L_1$  à une distance supérieure à sa distance focale  $f_2'$ . L'ensemble donne de  $A_0$ , une image  $A'$  sur un écran. On place la lentille divergente  $L_D$  étudiée (focale  $f'$ ) dans le plan focal objet de  $L_2$ .

Pour obtenir une image  $A''$  de  $A_0$ , montrer qu'il faut alors déplacer l'écran d'une distance  $D$  telle que

$$D = A' A'' = -\frac{f'^2}{f'}$$

Proposer un protocole expérimental adapté ; en déduire la valeur de  $f'$  et son incertitude expérimentale.

## 6. Méthode des points conjugués :

Cette méthode peut être utilisée pour toutes les lentilles, qu'elles soient convergentes ou divergentes. On va l'utiliser ici sur la lentille de vergence annoncée  $-3\delta$ . Toutes les mesures seront réalisées au viseur.

### Manipulation :

Objet réel – image virtuelle : Placer la lentille le plus près possible de la diapositive. Viser l'image avec le viseur (position  $V_A$ ), puis la lentille (position  $V_L$ ), puis la diapositive en enlevant la lentille de son pied (position  $V_A$ ). Eloigner la lentille de la diapositive de 4cm en 4cm et répéter l'opération jusqu'à ne plus pouvoir observer l'image avec le viseur.

Avec la lentille de focale 20cm créer une image réelle de la diapositive à 40 cm de la lentille. Cette image sert d'objet virtuel pour la lentille divergente. Effectuer 3 mesures avec comme distance  $\overline{OA}$  entre la lentille divergente et l'objet virtuel 5, 10 et 15 cm.

$\overline{OA} = \overline{V_O V_A}$	$\overline{OA'} = \overline{V_O V_{A'}}$	$x = \frac{1}{\overline{OA}}$	$y = \frac{1}{\overline{OA'}}$

Exploiter ces données, et en déduire une valeur moyenne de  $f'$ . Evaluer (dans une approche statistique) l'incertitude expérimentale sur  $f'$ .