

## TP.3 - Lois des lentilles minces

### I - But :

Mesure de la distance focale de lentilles convergentes et divergentes.

### II - Théorie :

#### II - 1 - Définition d'une lentille mince :

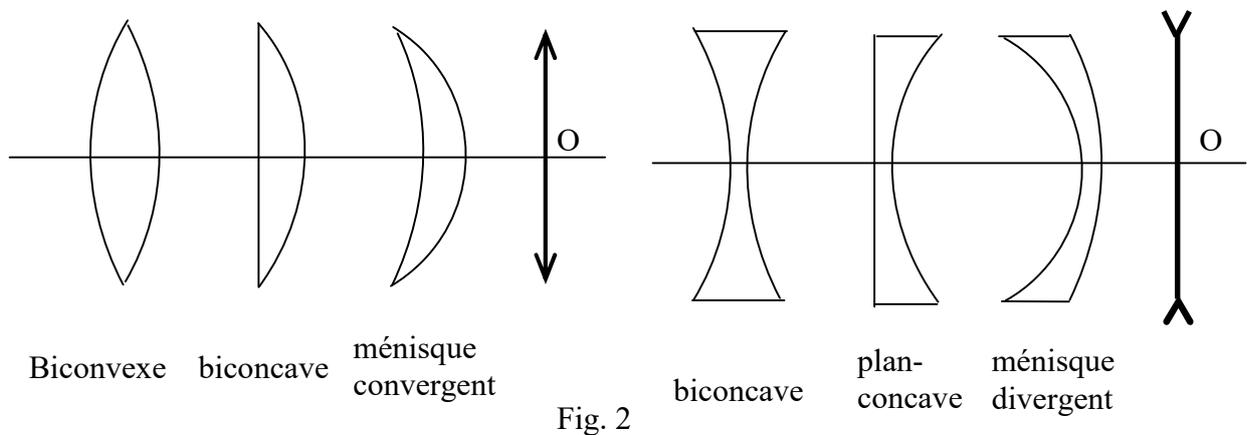
On appelle lentille un milieu transparent, homogène et isotrope limité par deux dioptries sphériques ou un dioptre sphérique et un dioptre plan. Les deux dioptries sont centrés sur un axe commun appelé axe principal ou axe optique. Par convention l'axe optique est orienté positivement selon la direction de propagation de la lumière (gauche → droite).

La lentille est mince si son épaisseur au sommet  $S_1 S_2$  (voir figure 2) est très petite par rapport aux rayons de courbure des faces et à leur différences. Dans ce cas on confond  $S_1$  et  $S_2$  avec le point O qui est le centre optique de la lentille.

Si  $S_1 S_2$  est non négligeable devant les distances citées précédemment la lentille est épaisse.

#### II - 2 - Différents types de lentilles :

Lentilles à bord mince (lentilles convergentes) ; Lentilles à bord épais (lentilles divergentes)



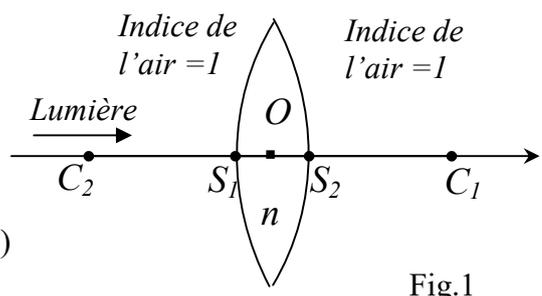
#### II - 3 - Formation d'image:

La méthode générale pour trouver la formule de conjugaison d'un système optique constitué de plusieurs sous systèmes optique est d'écrire les formules de conjugaison permettant de passer d'un sous système à un autre sous système.

Objet A  $\xrightarrow{\text{Lentille mince}}$  Image A'  
On introduit une image intermédiaire  $A_1$

A  $\xrightarrow{\text{Dioptre 1}}$   $A_1$   $\xrightarrow{\text{Dioptre 2}}$  A'  
Les formules du dioptre nous permettent d'écrire :

$$\frac{1}{S_1 A} - \frac{n}{S_1 A_1} = \frac{1-n}{S_1 C_1} \quad (1) \quad \text{et} \quad \frac{n}{S_2 A_1} - \frac{1}{S_2 A'} = \frac{n-1}{S_2 C_2} \quad (2)$$



Par addition membre à membre de (1) et (2) et sachant que  $S_1 \approx S_2 \approx O$  ; On obtient la formule fondamentale des lentilles ;

$$-\frac{1}{OA} + \frac{1}{OA'} = (n - 1) \left[ \frac{1}{OC_1} - \frac{1}{OC_2} \right] \quad (3)$$

#### II - 4 - Foyers principaux d'une lentille :

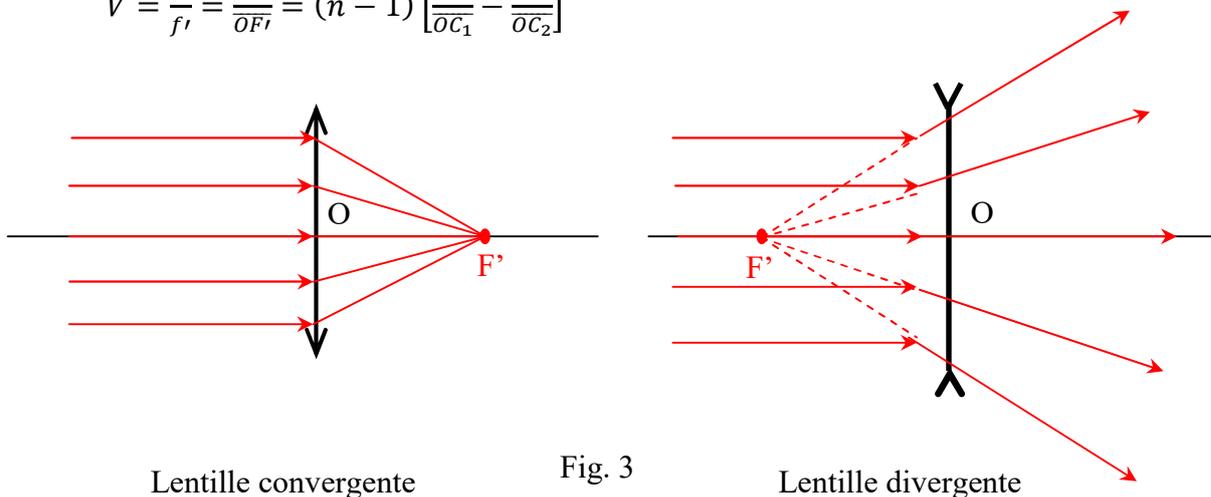
1) Foyer image: noté  $F'$  c'est l'image d'un objet  $A$  appartenant à l'axe optique situé à l'infini. Son abscisse  $\overline{OF'} = f'$  est la distance focale image : elle est positive pour une lentille convergente et négative pour une lentille divergente. On applique la relation (3) avec  $F \rightarrow \infty$

on a :

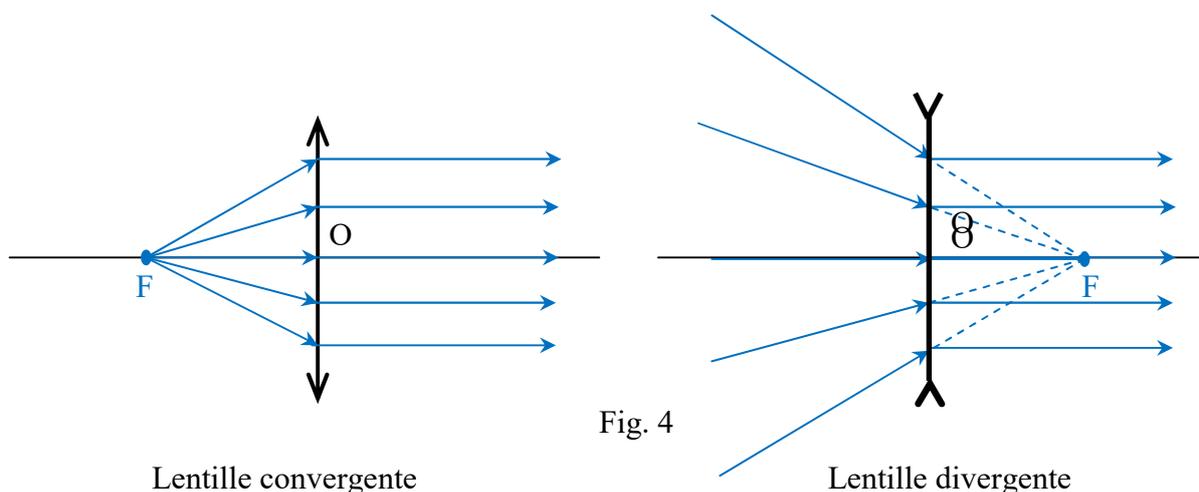
$$\frac{1}{OF'} = \frac{1}{f'} = (n - 1) \left[ \frac{1}{OC_1} - \frac{1}{OC_2} \right] \quad (4)$$

Vergence d'une lentille : c'est l'inverse de la distance focale image mesurée en mètre. Elle s'exprime en dioptrie de symbole  $\delta$  ( $1\delta = 1m^{-1}$ ) :

$$V = \frac{1}{f'} = \frac{1}{OF'} = (n - 1) \left[ \frac{1}{OC_1} - \frac{1}{OC_2} \right]$$



2) Foyer objet: noté  $F$  est un point appartenant à l'axe optique tel que son image à travers le système optique est à l'infini, remarquant que :  $\overline{OF} = -\overline{OF'}$  .



## II – 4 – Formule des lentilles :

### 1) Relation de conjugaison :

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

### 2) Grandissement : c'est le rapport de la taille de l'image sur celle de l'objet :

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

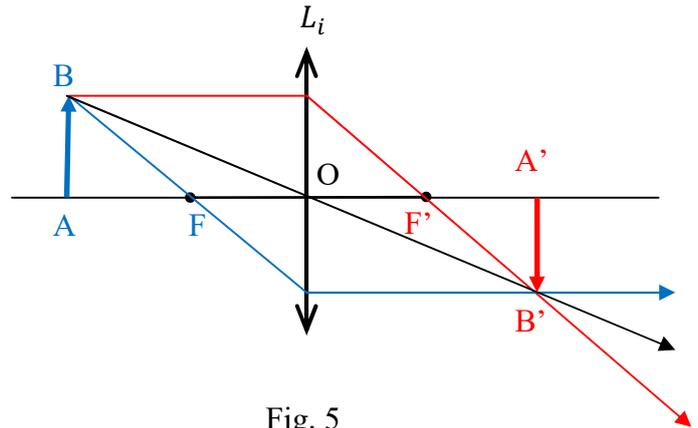


Fig. 5

## III – Manipulation :

### Exercice 1 : Déterminer la distance focale image d'une lentille convergente:

1 - Fixer la source à l'extrémité gauche du banc d'optique comme indiqué sur la figure ci-dessous.

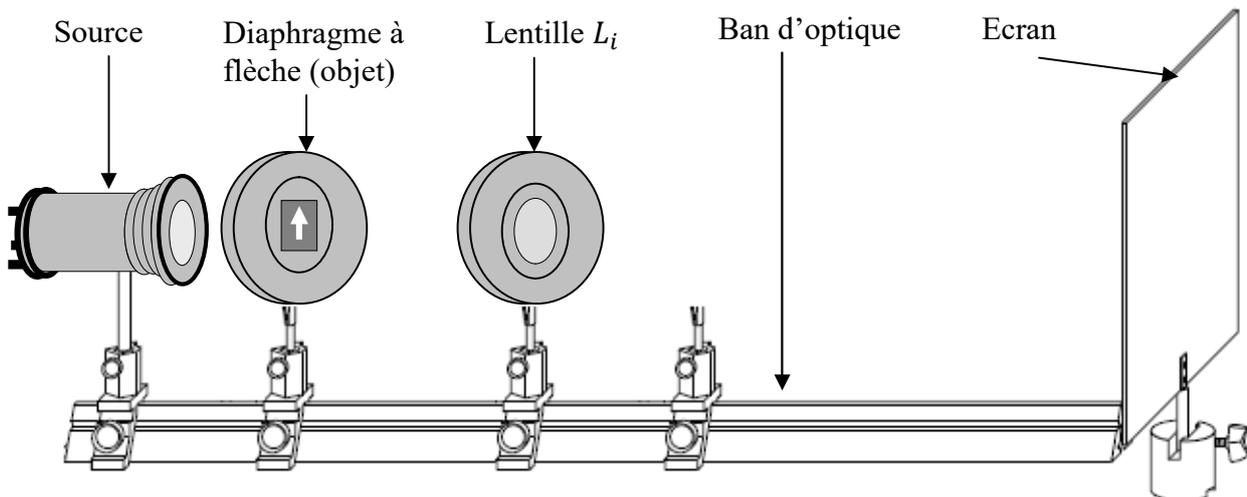


Fig. 6

- 2 - Placer ensuite l'objet  $AB$  (diaphragme à flèche) juste après la source.
- 3 - A l'aide de la lentille  $L_1$  de distance focale  $f'_1$  chercher sur un écran placé à une distance suffisante à droite de l'objet la position  $A'$  de l'image  $A'B'$ .
- 4 - Noter les positions de l'objet  $\overline{OA}$  et celle de l'image  $\overline{OA'}$  par rapport au centre optique (centre de la lentille).
- 5 - Dédire  $f'_1$  et son incertitude absolue  $\Delta f'_1$ .
- 6 - Refaire l'opération précédente pour différentes positions de l'écran.
- 7 - Répéter les mêmes étapes de mesure et de calcul pour les lentilles  $L_2$ .
- 8 - Mettre les résultats de mesure et de calcul dans le tableau 1.

**Tableau 1 :**

Lentille	$L_1(f'_1)$			$L_2(f'_2)$		
<i>Grandeur phys.</i>						
$\overline{OA}(\quad)$						
$\overline{OA}'(\quad)$						
$f'_i(\quad)$						
$f'_{i\text{ moy}}(\quad)$						
$\Delta f'_i(\quad)$						
$\Delta f'_{i\text{ moy}}(\quad)$						
$\chi(\quad)$						
$\Delta\chi(\quad)$						

Exercice 2 : Déterminer la distance focale d'une lentille divergente:

Association de deux lentilles minces, doublet :

Un système centré constitué de deux lentilles minces de distance focale  $f'$  et  $f'_x$  situées à une distance  $d$  l'une de l'autre a une vergence équivalente  $V_{eq}$  tel que :

$$V_{eq} = V + V_x - d \times V \times V_x \quad \text{donc} \quad \frac{1}{f'_{eq}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{f'_x} - \frac{d}{f' \times f'_x}$$

$$\Rightarrow f'_{eq} = \frac{f'f'_x}{f' + f'_x - d} \quad \text{on déduit :} \quad f'_x = \frac{f'_{eq}(f' - d)}{f' - f'_{eq}}$$

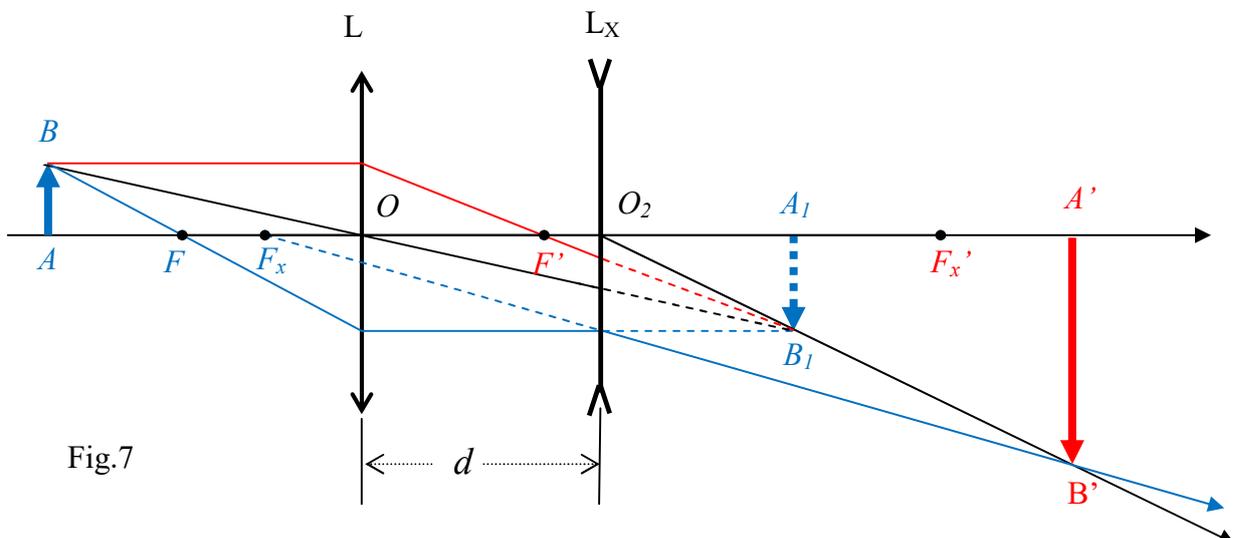


Fig.7

1- Former l'image  $A'B'$  d'un objet  $AB$  à l'aide d'un ensemble de deux lentilles accolées ( $d=0$ ) (l'une convergente de distance focale connue ( $f' = 50mm$ ) et l'autre divergente de distance focale inconnue  $f'_x$ ) (Fig.7).

2 - Noter la position de l'objet  $\overline{OA}$ , celle de l'image  $\overline{OA'}$  ainsi que la distance  $d$  qui les sépare

3 - Calculer la distance focale de la lentille équivalente  $f'_{eq}$  (selon la méthode conjuguée), puis déduire la distance focale de la lentille divergente  $f'_x$ .

4 - Comparer les valeurs expérimentales aux valeurs théoriques et donner vos commentaires

Tableau 2 :

Ens. de lentilles	$(f', f'_4)$			$(f', f'_5)$		
<i>Grandeur physique</i>						
$\overline{OA}$ ( )						
$\overline{OA'}$ ( )						
$f'_{eq}$ ( )						
$f'_{eq_{moy}}$ ( )						
$f'_x$ ( )						

Question : La lentille équivalente est-elle convergente ou divergente ? Pourquoi ?