

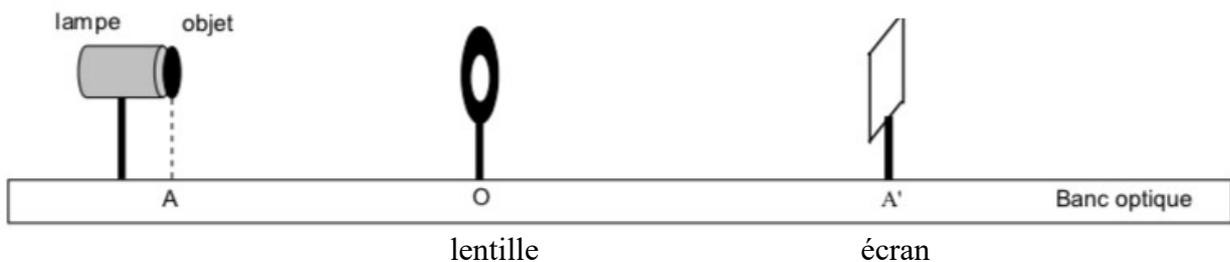
# TP N°4: les lentilles

*Objectif: savoir distinguer rapidement une lentille convergente d'une lentille divergente et vérifier la relation de conjugaison et de grandissement transversal de Snell-Descartes.*

Vous disposez de deux lentilles convergentes de distance focale  $f' = 100 \text{ mm}$ ,  $200 \text{ mm}$  et d'une lentille divergente de distance focale  $f' = -150 \text{ mm}$ .

L'objet AB est la lettre « P » de hauteur  $\overline{AB} = \dots\dots \text{ cm}$ . La lampe est placée sur la graduation  $\dots\dots \text{ cm}$  du banc optique ; ainsi l'objet AB est placé sur la graduation  $\dots\dots \text{ cm}$ .

L'image de l'objet AB par la lentille L de distance focale  $f'$  est notée A'B'.



## 1 Identification rapide des lentilles

Vous disposez de plusieurs lentilles. Examiner ces lentilles, **ne pas les déloger de leur support, elles sont fragiles**. Compléter le texte.

Il existe plusieurs méthodes pour différencier les lentilles convergentes des lentilles divergentes.

**a.** Par l'observation de leur forme:

Une lentille à bords minces est ....., une lentille à bords épais est .....

**b.** Par l'observation de la taille d'un objet proche à travers la lentille

Observer une page de texte à travers une lentille tenue près du texte: si son image est plus ....., la lentille est convergente (loupe); si son image est plus ....., la lentille est divergente.

**c.** Par l'observation du sens d'un objet éloigné à travers la lentille

Observer à travers une lentille un objet « à l'infini » (observer un objet éloigné dans la classe à travers la lentille) : si son image est renversée, la lentille est..... si son image est droite, la lentille est .....

## 2 Image d'un objet à l'infini

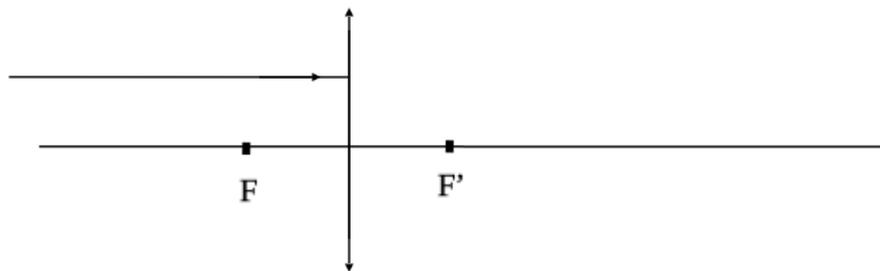
Éloigner le plus possible la lentille de l'objet. On considère alors l'objet « à l'infini ». Placer l'écran derrière la lentille pour y recueillir une image nette de l'objet. Compléter alors le tableau ci-dessous, en indiquant les positions de l'objet, de la lentille et de l'image A'B'.

Position de AB	Position de la lentille : O ( $f' = \dots\dots\dots$ )	Position de l'image A'B'

$\overline{OA} =$

$\overline{OA'} =$

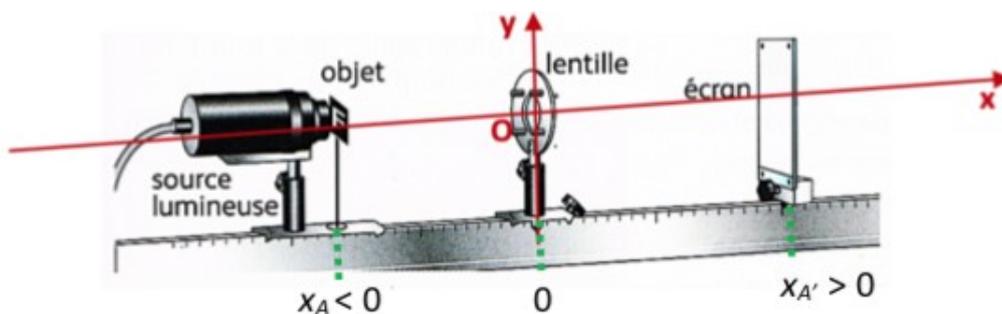
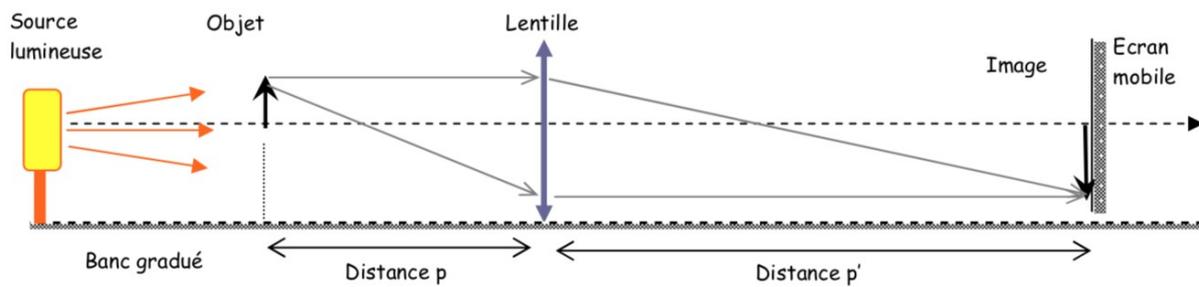
- Où se forme l'image d'un objet situé « à l'infini » ? Compléter le schéma.



- En utilisant la formule de conjugaison, montrer sans calcul, que  $OA' \approx f'$ .

- En déduire une valeur approchée de  $f'$  en cm.

## 3. Vérification de la relation de conjugaison de Snell-Descartes



A l'aide d'un banc optique on déplace une lentille convergente (utiliser celle de focale 200cm ) par rapport à un objet que l'on choisit fixe et on détermine ainsi la position pour laquelle on obtient une image réelle nette sur l'écran.

- Pour obtenir une image réelle, vérifier qu'il ne faut pas que AB trouve entre O et F . Noter vos observations.

- Pour une position A donnée (position de l'objet), on mesure  $p$  (la distance OA : lentille-objet), et on calcule  $\frac{1}{p}$  puis on mesure  $p'$  (la distance OA' : lentille-image) et on calcule  $\frac{1}{p'}$  .

Voir tableau à compléter .

### Incertitudes

Pour déterminer  $\Delta\left(\frac{1}{p}\right)$  , on tient compte de **l'incertitude systématique due à l'utilisation de la règle graduée**; cette règle étant graduée au millimètre on prend la moitié de la plus petite graduation pour l'incertitude sur  $p$  soit  **$\Delta p = 0,5 \text{ mm}$** .

*Les lentilles utilisées dans ce TP sont de faible dimension et les rayons peu inclinés par rapport à l'axe optique, on peut donc supposer qu'on se trouve dans les conditions de Gauss et qu'il y a stigmatisme approché de tous les systèmes optiques. Par conséquent, on reconnaît que l'écran est placé au niveau d'une image lorsque celle-ci est vue nette.*

Pour estimer grossièrement **l'incertitude sur la position d'une image  $\Delta p'$** , on peut utiliser la méthode suivante :

- Placer l'écran loin **derrière** l'image et le rapprocher jusqu'à estimer que l'image est nette. Noter la position  $x_1$  de l'écran.

- Placer l'écran loin **devant** l'image et le rapprocher jusqu'à estimer que l'image est nette. Noter la position  $x_2$  de l'écran.

- On estime alors **l'incertitude-élargie à 95%** sur la position par  $\Delta p' = \frac{|x_1 - x_2|}{\sqrt{3}}$

Pour mesurer les incertitudes  $\Delta\left(\frac{1}{p}\right)$  et  $\Delta\left(\frac{1}{p'}\right)$  , on passe par la différentielle, ce qui nous

donne :  $d\left(\frac{1}{x}\right) = \frac{-dx}{x^2}$  c'est-à-dire  $\Delta\left(\frac{1}{x}\right) = \frac{\Delta x}{x^2}$  **où  $x$  vaut  $p$  ou  $p'$** .

$$\Delta\left(\frac{1}{p}\right) = \frac{0,5}{x^2} \text{ en } mm^{-1} \quad \text{et} \quad \Delta\left(\frac{1}{p'}\right) = \frac{\Delta p'}{p'^2} = \frac{|x_1 - x_2|}{p'^2 \sqrt{3}}$$

- Compléter le tableau suivant :

Position de A:  $x_A = \dots\dots\dots$

$x_0 = ..$					
$p \text{ (cm)} = \overline{OA}$					
$1/p$					
$\Delta(1/p) = \Delta p/p^2$					
$x_{A'} = ..$					
$p' \text{ (cm)} = \overline{OA'}$					
$1/p'$					
$\Delta p'$					
$\Delta(1/p') = \Delta p'/p'^2$					

- Tracer le graphe de la fonction donnant  $\frac{1}{p'}$  en fonction de  $\frac{1}{p}$  .

- Montrer que la courbe obtenue est en concordance avec la formule de conjugaison des lentilles.

- D'après la relation de Descartes  $\frac{1}{p'} = \frac{1}{p} + \frac{1}{f'}$  (les valeurs sont algébriques),  $1/f'$  représente donc l'ordonnée à l'origine.

On retrouve donc la valeur de  $f'$  à partir du graphe.

$f' = \dots\dots\dots \text{cm}$

En déduire la vergence de la lentille utilisée.

Montrer que cette valeur est en accord avec l'indication portée sur la lentille.

#### 4 Vérification de la loi de grandissement

$$G_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{p'}{p}$$

Pour une valeur  $p = -40 \text{ cm}$ , on trouve  $p' = \dots\dots\dots \text{cm}$ , en déduire  $G_t = p'/p = \dots\dots\dots$

Mesurer  $\overline{A'B'}$  et  $\overline{AB}$  en déduire  $G_t = \dots\dots\dots$

Comparer les deux valeurs. Commenter.