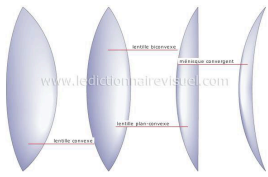


## Chapitre 15 : Les lentilles convergentes



### I- Quelles sont les caractéristiques des lentilles minces convergentes ?

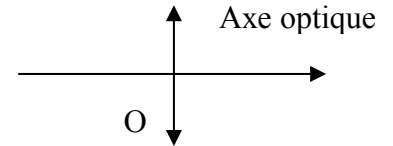
#### 1- Les lentilles minces



Une **lentille convergente** est caractérisée par un **centre épais et des bords minces**. Il existe des lentilles « inverses » des lentilles convergentes qui sont caractérisées par un centre mince et des bords épais : ce sont les lentilles divergentes.

On parle de **lentille mince** lorsqu'on **néglige l'épaisseur de sa partie centrale et qu'on l'assimile à un point noté O**.

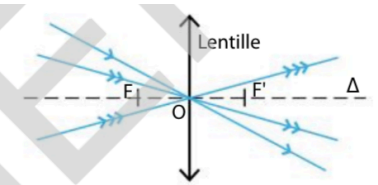
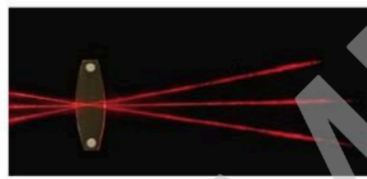
Symbole de la lentille mince convergente :



#### 2- Les points particuliers

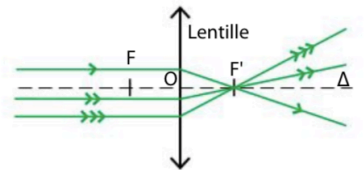
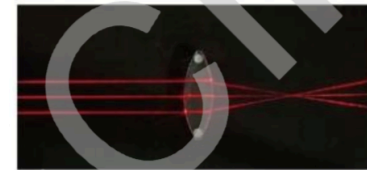
##### a) Le centre optique de la lentille : O

Tous les **rayons passant par le centre optique ne sont pas déviés**.

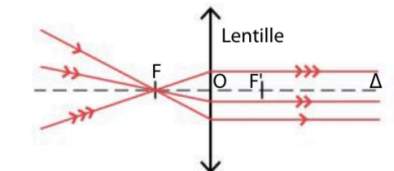
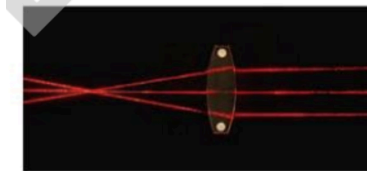


##### b) Les foyers objets F et images F'

Tout **rayon incident parallèle à l'axe optique** d'une lentille mince convergente **émerge en passant par le foyer image F'**.



Tout **rayon incident passant par le foyer objet F** d'une lentille mince convergente **émerge parallèlement à l'axe optique**.



Sens conventionnel de propagation de la lumière



#### 3- Les valeurs algébriques

**On oriente l'axe optique dans le sens de propagation de la lumière**. Le centre optique O correspond à l'origine de l'axe.

- Tout point A sur l'axe optique situé avant la lentille sera repéré par une distance  $\overline{OA} < 0$  (la notation  $\overline{\quad}$  signifie que c'est une mesure algébrique).

- Tout point A' sur l'axe optique situé après la lentille sera repéré par  $\overline{OA'} > 0$ .

De même, on définit un axe perpendiculaire à l'axe optique et orienté positivement vers le haut.

- Tout point B d'un objet (ou B' d'une image) situé au-dessus de l'axe optique sera repéré par une distance  $\overline{AB} > 0$  (ou  $\overline{A'B'} > 0$ ).

- Tout point B d'un objet (ou B' d'une image) situé en-dessous de l'axe optique sera repéré par  $\overline{AB} < 0$  (ou  $\overline{A'B'} < 0$ ).

#### 4- Distances focales et vergences

La **distance focale f'** est définie comme la **distance algébrique entre O et F'** :  $f' = \overline{OF'} > 0$ .

Axe optique

## II- Quelle relation mathématique caractérise les lentilles minces ?

### 1- La relation de conjugaison

La relation de conjugaison permet de déterminer la position de l'image  $\overline{OA'}$  lorsqu'on connaît la position de l'objet  $\overline{OA}$  ainsi que la distance focale de la lentille.

**ATTENTION : toutes les longueurs doivent être exprimées en mètres (m).**

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

### 2- Le grandissement

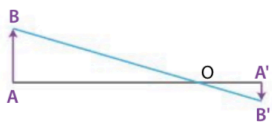
Afin de caractériser l'image donnée par une lentille (sa grandeur et son sens) on définit ce que l'on appelle le grandissement  $\gamma$  (gamma).

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

On démontre, d'après le théorème de Thalès, que

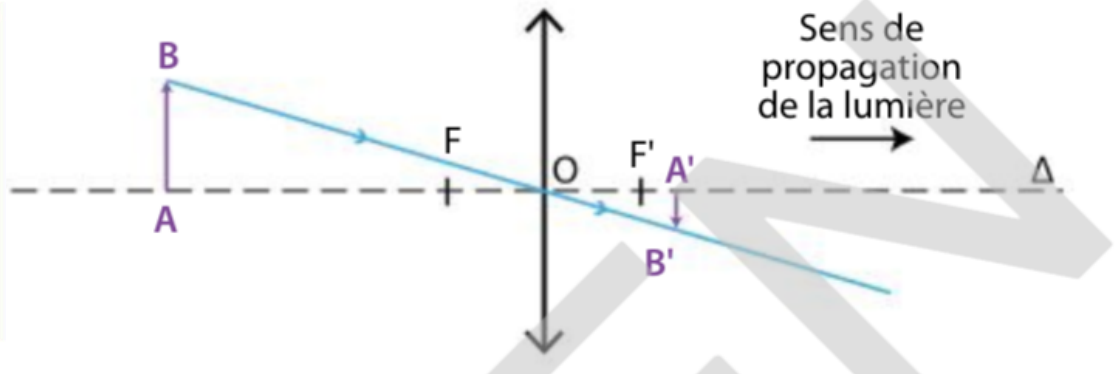
#### Point maths

##### Théorème de Thalès



- Les droites (AA') et (BB') sont sécantes en O.
- Les droites (AB) et (A'B') sont parallèles.
- D'après le théorème de Thalès :

$$\frac{OA'}{OA} = \frac{OB'}{OB} = \frac{A'B'}{AB}$$



Si  $\gamma > 0$ , l'image et l'objet sont orientés dans le même sens : On dit que l'image est droite.

Si  $\gamma < 0$ , l'image et l'objet sont orientés en sens inverses : On dit que l'image est renversée.

Si  $|\gamma| < 1$ , l'objet est plus grand que l'image ( $\overline{OA} > \overline{OA'}$ ).

Si  $|\gamma| > 1$ , l'image est plus grande que l'objet ( $\overline{OA'} > \overline{OA}$ ).

**ATTENTION : les longueurs peuvent être exprimées en mètres (m) ou en centimètres (cm), mais il faut absolument que les deux longueurs soient exprimées dans la même unité.**

### 3- Position et taille de l'image

La position, la taille et le sens de l'image sont les caractéristiques de l'image. Elles sont déterminées graphiquement ou calculées à partir des relations de conjugaison et grandissement. Elles dépendent donc de la lentille mince utilisée et des caractéristiques de l'objet.

### 4- La mise au point

Pour réaliser une mise au point, on peut :

- Modifier la distance focale de la lentille mince convergente
- Modifier la géométrie du montage, c'est-à-dire, la distance objet/lentille ou lentille/écran

## III- Deux exemples

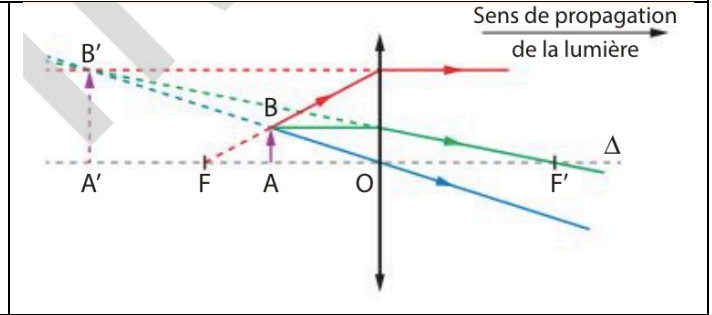
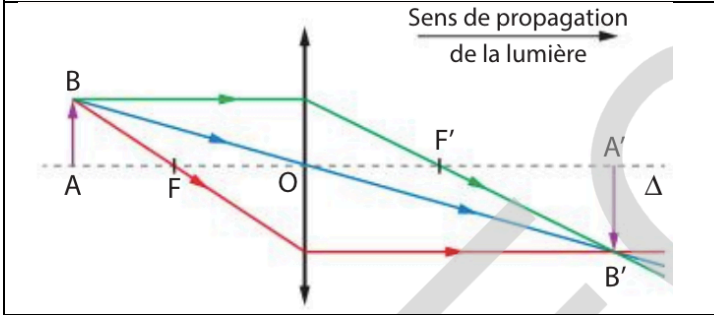
L'objet AB est situé avant le foyer objet F de la lentille

L'objet AB est situé entre le foyer objet F et le centre optique O de la lentille

Situation



### Schématisation



### Caractéristiques de l'image

- L'image formée à travers la lentille peut être observée sur un écran. On dit que l'image est réelle :  $\overline{OA'} > 0$
- Si  $\gamma < 0$  : l'image est renversée.
- Si  $|\gamma| < 1$ , l'objet est plus grand que l'image. si  $|\gamma| > 1$ , l'image est plus grande que l'objet.

- L'image formée à travers la lentille ne peut pas être observée sur un écran. On dit que l'image est virtuelle :  $\overline{OA'} < 0$
- $\gamma > 0$  : l'image est droite.
- $|\gamma| > 1$ , l'image est plus grande que l'objet.

### Relations de conjugaison et de grandissement

#### Données :

$$\overline{OA} = -7,5 \text{ cm}$$

$$f' = 5,0 \text{ cm}$$

- D'après la relation de conjugaison, on peut déterminer la distance  $\overline{OA'}$  :

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

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{\overline{OA}}{\overline{OA} \times f'} + \frac{f'}{f' \times \overline{OA}}$$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{\overline{OA} + f'}{\overline{OA} \times f'}$$

$$\text{Donc } \overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \times f'}{\overline{OA} + f'} = \frac{-7,5 \times 5}{-7,5 + 5} = 15 \text{ cm}$$

$\overline{OA'} > 0$  Donc l'image est réelle. L'image formée à travers la lentille peut être observée sur un écran.

- D'après la relation du grandissement, on peut déterminer sa valeur  $\gamma$  :

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

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{15}{-7,5} = -2$$

$\gamma < 0$  : l'image est renversée.

$|\gamma| > 1$ , l'image est plus grande que l'objet.

#### Données :

$$\overline{OA} = -4,0 \text{ cm}$$

$$f' = 5,0 \text{ cm}$$

- D'après la relation de conjugaison, on peut déterminer la distance  $\overline{OA'}$  :

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

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{\overline{OA}}{\overline{OA} \times f'} + \frac{f'}{f' \times \overline{OA}}$$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{\overline{OA} + f'}{\overline{OA} \times f'}$$

$$\text{Donc } \overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \times f'}{\overline{OA} + f'} = \frac{-4 \times 5}{-4 + 5} = -20 \text{ cm}$$

$\overline{OA'} < 0$  Donc l'image est virtuelle. L'image formée à travers la lentille ne peut pas être observée sur un écran.

- D'après la relation du grandissement, on peut déterminer sa valeur  $\gamma$  :

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

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-20}{-4} = 5$$

$\gamma > 0$  : l'image est droite.

$|\gamma| > 1$ , l'image est plus grande que l'objet.