

# Chapitre 18

## Lentilles minces convergentes et images

### 1. Modèle d'une lentille mince convergente

#### 1.1 - Objet et image formée par une lentille

Un objet réel est modélisé par un ensemble de points objets. Un point objet est le point de croisement des rayons lumineux qui arrivent sur la lentille.

Une image est modélisée par un ensemble de points images. Un point image est le point de croisement des rayons lumineux qui émergent de la lentille. À chaque point objet correspond un point image et un seul.

#### 1.2 - Grandeurs algébriques

L'axe optique de la lentille est orienté dans le sens de propagation de la lumière. Le centre optique O de la lentille coïncide avec l'origine de l'axe optique tandis que la perpendiculaire à cet axe est orientée dans le sens de l'objet.

Les positions du point objet A et de son image A' formée par la lentille, A et A' étant sur l'axe optique, sont repérées respectivement par les grandeurs algébriques  $\overline{OA}$  et  $\overline{OA'}$ . L'objet AB et l'image A'B' sont caractérisés respectivement par les grandeurs algébriques  $\overline{AB}$  et  $\overline{A'B'}$ .

## Point Maths

La grandeur algébrique  $\overline{AB}$  sur une droite orientée est telle que :

- cette grandeur algébrique  $\overline{AB}$  est positive si on se déplace dans le sens de la droite orientée pour aller de A vers B ;
- cette grandeur algébrique  $\overline{AB}$  est négative si on se déplace dans le sens inverse de la droite orientée pour aller de A vers B.

Les grandeurs algébriques  $\overline{OA}$ ,  $\overline{OA'}$ ,  $\overline{AB}$  et  $\overline{A'B'}$  s'expriment en mètre (m).

L'image A'B' est réelle si la grandeur algébrique  $\overline{OA'} > 0$ . L'image A'B' est virtuelle si la grandeur algébrique  $\overline{OA'} < 0$ .

### 1.3 - Distance focale

Lorsqu'un point objet A situé sur l'axe optique est à l'infini, le faisceau issu de ce point qui arrive sur la lentille mince convergente est un faisceau parallèle à l'axe optique.

Le point image A' formé par la lentille est alors confondu avec le foyer image F'. Le point image B' est dans le plan orthogonal à l'axe optique passant par F', appelé plan focal image.

La distance focale de la lentille est notée  $f' = \overline{OF'}$ , elle se mesure en mètre. Ainsi, la distance focale  $\overline{OF'}$  d'une lentille mince convergente est positive.

### Remarque

Un point objet est considéré à l'infini si la distance qui le sépare de la lentille est très grande devant la distance focale de la lentille.

Pour estimer la distance focale d'une lentille mince convergente, on peut utiliser différentes méthodes :

- réaliser l'image d'un objet lumineux éloigné (l'éclairage du plafond par exemple) ;
- utiliser l'autocollimation : on accole un miroir plan à la lentille, puis on déplace ces deux éléments pour obtenir une image de l'objet dans le plan de l'objet. La distance focale correspond alors à la distance entre l'objet et la lentille.

## 2. Relations de conjugaison et de grandissement

### 2.1 - Relation de conjugaison

L'image A'B' d'un objet AB formée par une lentille mince convergente de distance focale  $\overline{OF'}$  est telle que :

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

Les grandeurs algébriques  $\overline{OA}$ ,  $\overline{OA'}$  et  $\overline{OF'}$  doivent être données dans la même unité (mètre, centimètre, millimètre).

## Exemple

Un objet AB est placé à 30,0 cm d'une lentille mince convergente de distance focale 12,5 cm. Calculer la position de l'image A'B' d'un objet AB formée par cette lentille.

La distance focale est  $\overline{OF'} = 12,5$  cm et la distance lentille-objet est  $\overline{OA} = -30,0$  cm.

On utilise la relation de conjugaison (avec des grandeurs algébriques) :

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

On a alors  $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}} + \frac{1}{\overline{OA}}$

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

soit  $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \times \overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}$

Ainsi :  $\overline{OA'} = \frac{-30,0 \text{ cm} \times 12,5 \text{ cm}}{-30 \text{ cm} + 12,5 \text{ cm}} = 21,4 \text{ cm}$ .

## Éviter les erreurs

**Un modèle n'est utilisable que dans son domaine de validité.**

Dans le cas du modèle de la lentille mince, les rayons lumineux traversent la lentille au voisinage du centre optique et ils sont peu inclinés par rapport à l'axe optique.

## 2.2 - Relation de grandissement

Pour comparer la taille et l'orientation de l'image  $A'B'$  à celles de l'objet  $AB$ , on

détermine le grandissement  $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ .

Le grandissement est algébrique et n'a pas d'unité.  $\overline{AB}$  et  $\overline{A'B'}$  doivent s'exprimer dans la même unité (mètre, centimètre, millimètre).

On peut démontrer que le grandissement est égal à :

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

avec  $\overline{A'B'}$ ,  $\overline{AB}$ ,  $\overline{OA'}$  et  $\overline{OA}$  des grandeurs algébriques.

## 2.3 - Caractéristiques d'une image

Une image est :

- droite si  $\gamma > 0$  : l'objet et l'image sont dans le même sens ;
- renversée si  $\gamma < 0$  : l'objet et l'image sont de sens opposés ;
- plus grande que l'objet si  $|\gamma| > 1$  et plus petite si  $|\gamma| < 1$ .