

# ■ 1 ■

## Formation d'une image

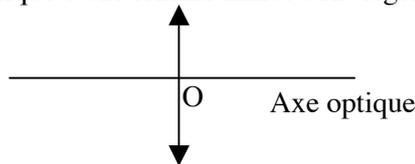
### LENTILLE MINCE CONVERGENTE

#### ► Caractéristiques d'une lentille convergente

Les lentilles convergentes ont la propriété de transformer un faisceau de lumière parallèle en un faisceau convergent.

Lorsque l'épaisseur de sa partie centrale peut être négligée, on parle de lentille mince. Le centre de la lentille est alors assimilé à un point noté O, que l'on nomme centre optique.

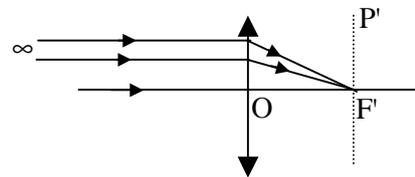
Représentation schématisée d'une lentille mince convergente :



#### • Points remarquables

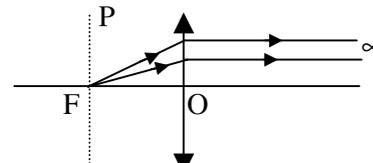
##### Foyer image $F'$

Un faisceau de rayons parallèles à l'axe optique converge vers le point  $F'$  de l'axe appelé foyer principal image  $F'$  après la traversée de la lentille ; ce foyer est réel. Le plan  $P'$  transverse passant par  $F'$  est le plan focal image.



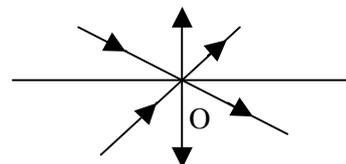
##### Foyer objet $F$

Tout faisceau issu du foyer objet  $F$  (réel) ressort parallèlement à l'axe optique après la traversée de la lentille. Le plan  $P$  contenant le foyer  $F$  est le plan principal objet.



##### Centre optique $O$

Tout rayon passant par  $O$  n'est pas dévié.



Les foyers objet  $F$  et image  $F'$  sont symétriques par rapport au centre optique.

$$OF = OF' = f = \text{distance focale de la lentille (en mètre)}, f > 0.$$

La vergence de la lentille  $C$  est l'inverse de la distance focale, elle s'exprime en dioptrie  $\delta$  ou en  $m^{-1}$ .

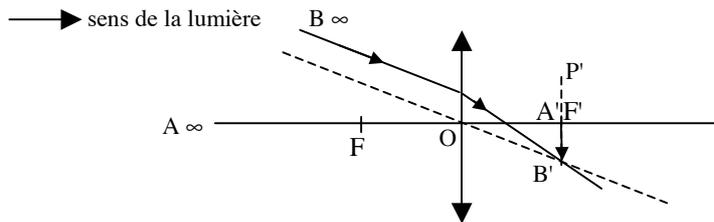
$$C = \frac{1}{f}$$

Plus C est grand et plus la lentille est convergente.

► **Construction graphique d'une image**

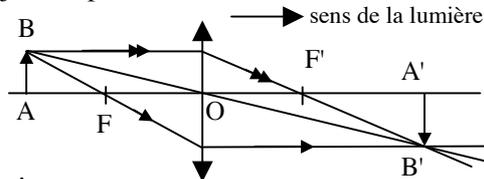
Pour toutes les constructions, il faut toujours indiquer le sens de la lumière. On le symbolise par une flèche.

- Image d'un objet AB placé à l'infini



Les rayons lumineux issus de l'infini convergent après traversée de la lentille, la position de l'image est dans le plan focal image. On construit un rayon parallèle au rayon incident passant par le centre optique, celui-ci n'est pas dévié, son intersection avec le plan focal image donne la position du point B'. Le point A étant sur l'axe optique son image A' est confondue avec le foyer image.

- Image d'un objet AB placé entre l'infini et F



AB : objet ; A'B' : image.

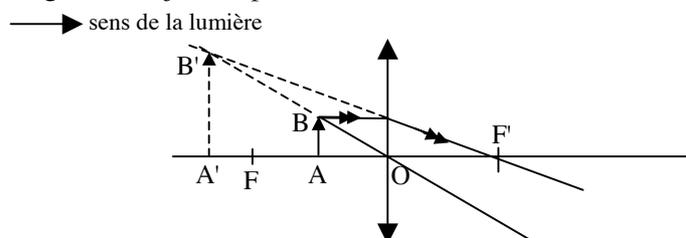
Rayon (→) : on trace un rayon passant par F issu de B ; après la traversée de la lentille le rayon ressort parallèle à l'axe.

Rayon (sans flèche) : tout rayon passant par le centre optique n'est pas dévié.

Rayon (→) : on trace un rayon parallèle à l'axe optique passant par B ; après la traversée de la lentille il ressort en passant par F'.

A'B' : image. Elle est représentée en trait plein car elle est située derrière la lentille.

- Image d'un objet AB placé entre F et O

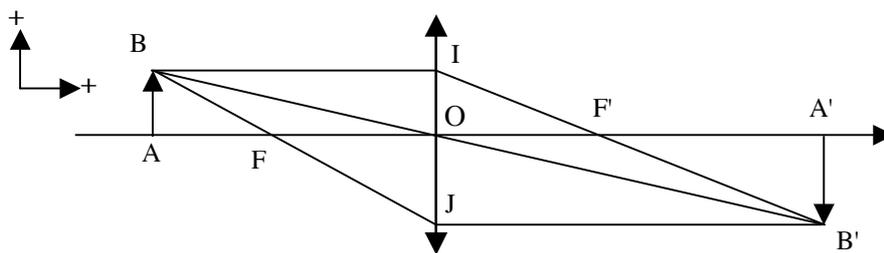


La construction est identique. Les rayons émergents ne se coupant pas après traversée de la lentille, on prolonge ces rayons en pointillés, ils se coupent en B'. On représente alors l'image en pointillés car elle est située en avant de la lentille.

### ► Relations de conjugaison - Grandissement

Les relations de conjugaison nécessitent l'emploi des grandeurs algébriques. L'axe optique est orienté (dans le sens de la lumière), d'où :

$$\overline{OA} < 0 \text{ et } \overline{OA'} > 0$$



A partir des relations entre les triangles homothétiques et à l'aide du théorème de Thalès, on établit les relations suivantes :

Relation de conjugaison de Descartes

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

Relation de Newton

$$\overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = +\overline{OF} \cdot \overline{OF'} = -(\overline{OF'})^2$$

Grandissement

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

$\gamma > 0$  si l'image a le même sens que l'objet, elle est droite.

$\gamma < 0$  si l'image est dans le sens opposé à l'objet, elle est inversée.

### ► Conditions de Gauss

Pour obtenir une image nette il faut se placer dans les conditions suivantes appelées conditions de Gauss :

- les rayons incidents sont peu inclinés par rapport à l'axe optique ;
- les rayons incidents sont proches du centre optique.

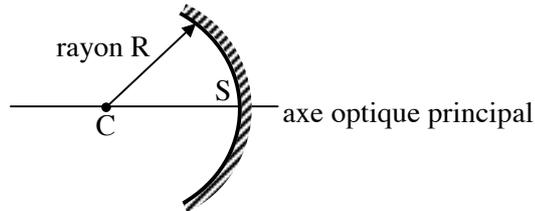
Pour ce faire la lentille sera diaphragmée, on perdra un peu en luminosité mais on gagnera alors en netteté.

Les constructions graphiques et les relations précédentes ne sont applicables que dans ces conditions.

### MIROIR SPHERIQUE CONVERGENT

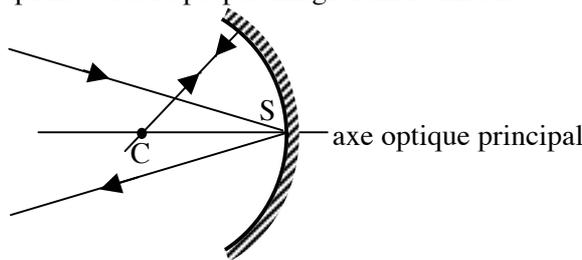
► **Caractéristiques d'un miroir sphérique convergent**

Un miroir sphérique est une portion de calotte sphérique dont l'intérieur a été recouvert d'un matériau réfléchissant. Un miroir sphérique est caractérisé par son centre C et son sommet S. Un tel miroir est dit concave.



• Points remarquables

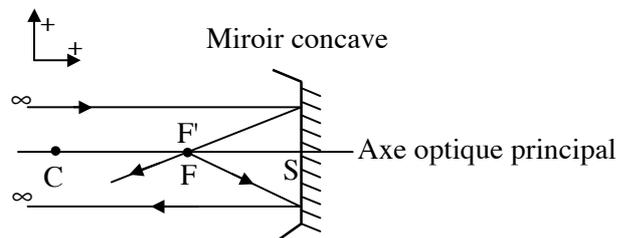
- Le point S est le sommet du miroir, tout rayon incident passant par S est réfléchi de façon symétrique par rapport à l'axe optique principal.
- Le point C est le centre du miroir, tout rayon passant par C se réfléchit sur lui-même. Le point C est sa propre image dans le miroir.



• Foyers

Dans les conditions de Gauss on utilise les miroirs sphériques dans une partie presque plane.

Un point objet A à l'infini a son image au foyer image F'. Du fait du principe du retour inverse de la lumière, tout rayon issu de F' aura une image à l'infini. Les foyers objet F et image F' sont confondus.



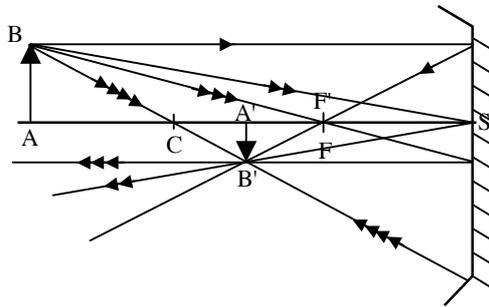
$$\overline{CF} = \overline{CF'} = \frac{\overline{CS}}{2}$$

La distance focale du miroir est :  $f = \overline{SF}$ .

► **Constructions**

Le but en général recherché est de construire l'image d'un objet AB à travers le miroir. On dispose pour cela de quatre rayons fondamentaux :

- tout rayon issu de B et passant par S repart symétriquement par rapport à l'axe optique ;
- tout rayon issu de B et passant par C frappe le miroir et revient sur lui-même ;
- tout rayon issu de B parallèle à l'axe optique passe par le foyer image ;
- tout rayon issu de B et passant par le foyer objet repart parallèlement à l'axe optique après réflexion sur le miroir.



► **Grandissement**

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = -\frac{SA'}{SA}$$

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

$\gamma < 0$ , l'image est renversée.

► **Enoncés des exercices** ◀

■ **Exercice 1** ..... (35 min)

Choisir la réponse correcte.

A priori, tous les cas peuvent se présenter (par exemple toutes les réponses peuvent être fausses).

Pour les questions 1, 2, 3, 4 et 6, les réponses considérées exactes doivent être justifiées, éventuellement à l'aide de schéma.

1. Une lentille mince convergente de distance focale  $f$  a pour foyers principaux les points  $F$  et  $F'$ .

Quel est le rayon émergent correspondant au rayon incident indiqué sur la figure 1 ?

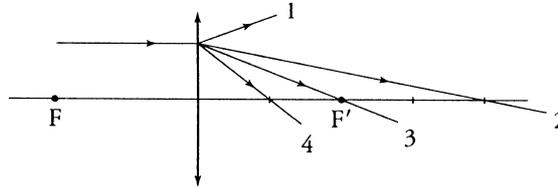


Figure 1

- a) le rayon 1
  - b) le rayon 2
  - c) le rayon 3
  - d) le rayon 4
2. Un vase de 10 cm de hauteur est placé à 1,50 m d'une lentille mince convergente de distance focale  $f = 50$  cm. L'image du vase :
- a) est droite et plus petite que le vase
  - b) est inversée et de même taille que le vase
  - c) est inversée et plus grande que le vase
  - d) est droite et plus grande que le vase
3. Lorsqu'on rapproche un objet réel d'une lentille convergente de position fixe, l'image restant réelle :
- a) l'image se rapproche de la lentille
  - b) l'image s'éloigne de la lentille
  - c) la taille de l'image diminue
  - d) la taille de l'image augmente
4. La figure 2 représente la formation de l'image d'un objet par une lentille mince convergente.
- a) A est obligatoirement l'objet, B est l'image
  - b) A peut être soit l'objet soit l'image
  - c) le foyer principal image est du côté de B si B est l'image
  - d) le foyer principal objet est du côté de A si la lumière se propage vers la droite

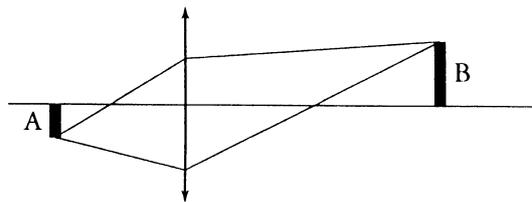


Figure 2

5. Lorsqu'une lentille est utilisée dans les conditions de Gauss :
- a) des rayons lumineux passent par le bord de la lentille.
  - b) elle est toujours utilisée sans diaphragme.
  - c) tous les rayons incidents sont peu inclinés sur l'axe optique.
  - d) l'image est plus nette que si les conditions de Gauss ne sont pas remplies.

6. La figure 3 représente la marche, à travers une lentille mince convergente, d'un faisceau lumineux issu d'un point A d'une fleur.
- le point P est situé entre le foyer principal objet et la lentille
  - le point P est au foyer principal objet de la lentille
  - l'image de la fleur s'observe à travers la lentille
  - la lentille joue le rôle d'une loupe

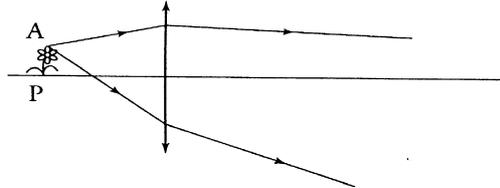


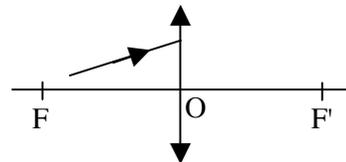
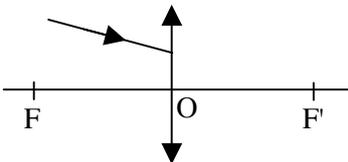
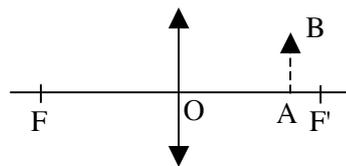
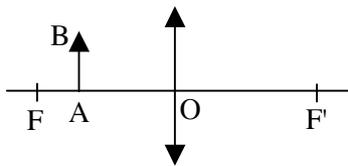
Figure 3

7. Une lentille convergente a pour distance focale  $f = +25$  cm.
- sa vergence vaut  $+4 \delta$
  - sa vergence vaut  $8 \text{ m}^{-1}$
  - sa vergence vaut 25 cm
8. Un objet AB est placé 25 cm devant une lentille convergente de +8 dioptries.
- l'image est droite
  - le grandissement vaut 2
  - le grandissement vaut  $-1$
  - on ne peut pas obtenir d'image sur un écran

■ Exercice 2..... (15 min)

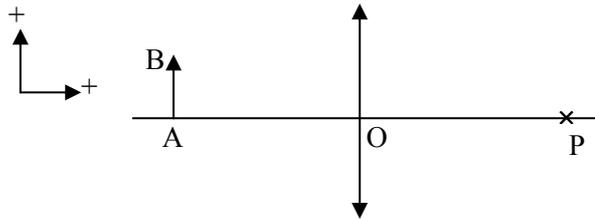
Compléter les constructions suivantes. .

Pour chaque schéma on choisit l'orientation ci-contre pour le sens de la lumière :



■ **Exercice 3 : Lentille convergente utilisée comme loupe ..... (25 min)**

Un observateur dont l'œil placé en P est normal, regarde un objet AB de 10 mm de hauteur. Pour en distinguer les détails, il utilise une lentille de centre optique O et de vergence  $C = +10 \delta$  qu'il utilise comme loupe. Dans tout l'exercice, l'axe principal de la lentille est confondu avec la droite AP et l'objet est perpendiculaire à cette droite.



1. Calculer la distance focale  $f$  de la lentille.
2. L'observateur place la lentille à 5 cm de l'objet AB entre A et P.
  - a) Déterminer la position de l'image A'B' de AB. On calculera pour cela  $\overline{OA'}$ .
  - b) Calculer le grandissement et la dimension de l'image. Peut-on observer cette image sur un écran ?
  - c) Tracer la marche de 2 rayons lumineux issus de B permettant de retrouver les résultats obtenus précédemment.
3. Où l'observateur doit-il placer le centre optique O de la lentille pour que l'image A'B' de l'objet AB soit rejetée à l'infini ?  
 Quel est, pour l'observateur, l'intérêt de cette situation d'observation ?

■ **Exercice 4 : Influence de la position et de l'ouverture du diaphragme  $\Delta$  sur la qualité de l'image..... (20 min)**

Expérience

Après avoir réalisé l'image réelle notée A'B' de la mire (ou quadrillage) notée AB à travers la lentille convergente, nous avons placé un diaphragme sur le trajet suivi par la lumière. La figure ci-dessous montre les réglages qui nous ont donné la meilleure image et comment cette image peut-être déformée en déplaçant seulement le diaphragme.

