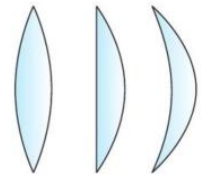




LES LENTILLES MINCES CONVERGENTES



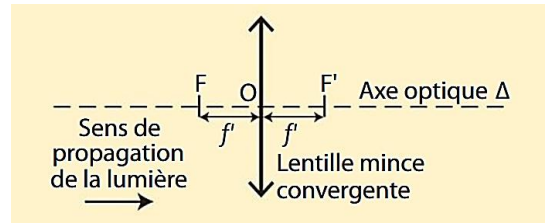
CARACTERISTIQUES

- Les lentilles minces sont des milieux transparents délimités par deux surfaces dont l'une au moins n'est pas **plane**.
- Les lentilles convergentes sont plus **minces** aux bords qu'au centre

VOCABULAIRE

Une lentille mince est caractérisée par trois points particuliers :

- son **centre optique O**
- son **foyer image F'**
- son **foyer objet F**.

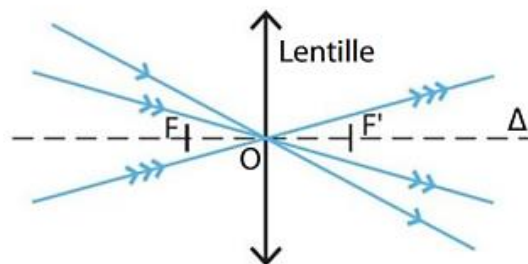
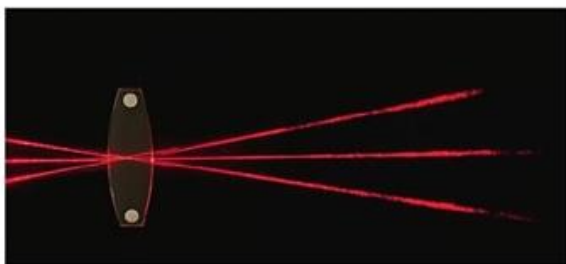


La **distance focale** notée **f'** est la distance entre le centre optique O et chacun des foyers F et F'

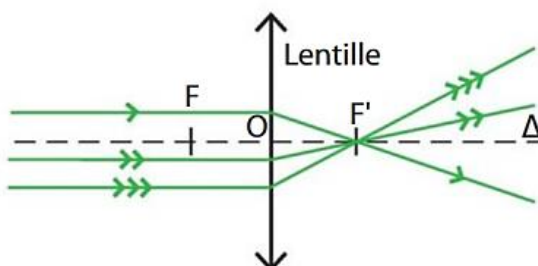
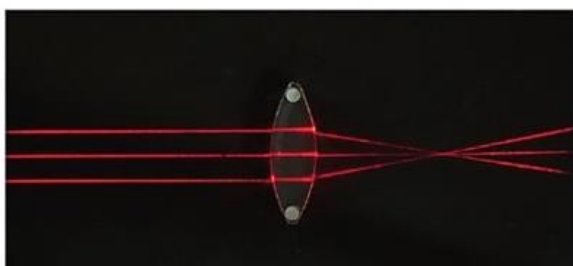
Remarque : Le foyer objet F et le foyer image F' sont **symétriques** par rapport au centre optique O

PROPRIETES

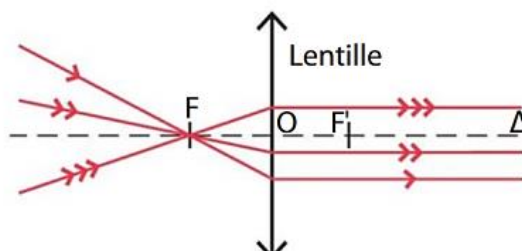
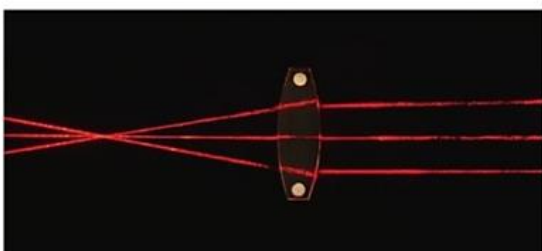
→ Tout rayon incident passant par le centre optique O **n'est pas dévié** en la traversant



→ Tout rayon incident parallèle à l'axe optique Δ émerge de la lentille en passant par le **foyer image F'**



→ Tout rayon incident passant par le foyer objet F émerge de la lentille **parallèlement** à l'axe optique Δ



NOTATIONS et GRANDEURS ALGEBRIQUES

NOTATIONS

\overline{OA} = la position de l'objet par rapport à la lentille

$\overline{OA'}$ = la position de l'image par rapport à la lentille

CONVENTIONS

- L'axe optique de la lentille est orienté de **gauche à droite**.
- L'axe vertical est orienté par convention vers le **haut**
- Toutes ces grandeurs algébriques s'expriment en **mètre**

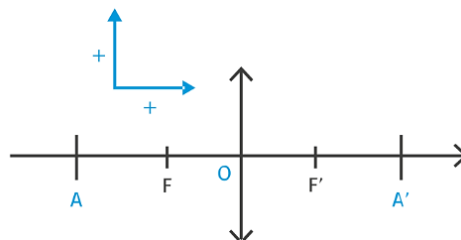
GRANDEURS ALGEBRIQUES

En se référant aux positions du schéma du schéma ci-contre :

$$\overline{OA} < 0 \text{ m}$$

$$\overline{AO} > 0 \text{ m}$$

$$\overline{OA'} > 0$$



CONSTRUCTION GEOMETRIQUE D'UNE IMAGE

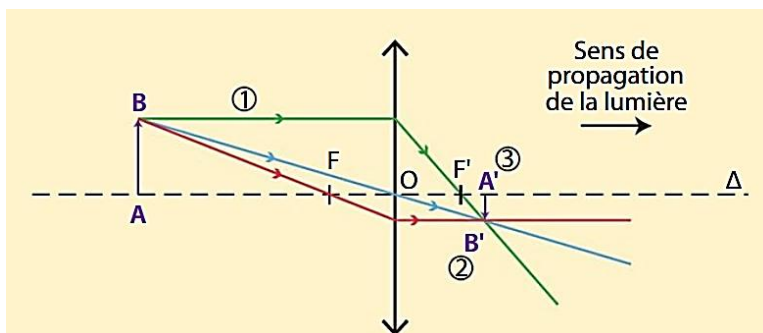
NOTATIONS

- objet AB et son image A'B' sont modélisés par des **segments fléchés perpendiculaire** à l'axe optique de la lentille
- les points A et A' sont sur l'axe optique Δ , et les points B et B' n'y sont pas

METHODE

ETAPE 1

Pour obtenir l'image B' de B à travers la lentille mince convergente, tracer **deux** des trois rayons particuliers suivants :



- Le rayon issu de B et passant par le centre optique O : ce rayon n'est pas **dévié**
- Le rayon issu de B et parallèle à l'axe optique : ce rayon émerge en passant par **le foyer image F'**
- Le rayon issu de B et passant par **le foyer objet F** : ce rayon émerge parallèlement à l'axe optique.

ETAPE 2

Le point image B' est situé à **l'intersection** des rayons émergents.

ETAPE 3

Pour obtenir l'image A' de A, on projette orthogonalement B' sur l'axe optique de la lentille

La construction de l'image A'B' permet de déterminer graphiquement :

- **sa position**
- **sa taille**
- **son sens**.

CARACTERISTIQUES D'UNE IMAGE

IMAGE REELLE >< IMAGE VIRTUELLE

Une image est **réelle** si

- elle est observable sur un **écran**
- elle se situe alors dans l'espace **image** c'est-à-dire à **droite** de la lentille sur un schéma normalisé.

Image réelle



Image virtuelle



Une image est **virtuelle** si

- elle ne peut être observée qu'à travers le système optique.
- on alors besoin d'un appareil imageur pour pouvoir la voir (comme l'œil par exemple)
- L'image se situe alors dans l'espace **objet** c'est-à-dire à **gauche** de la lentille sur un schéma normalisé.

GRANDISSEMENT

Le grandissement $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$ apporte des informations sur l'image formée :

$\gamma > 0$	$\gamma < 0$	$ \gamma > 1$	$ \gamma < 1$
Image droite	Image renversée	Image plus grande que l'objet	Image plus petite que l'objet

ETUDES DE CAS PARTICULIERS

Objet situé à l'infini

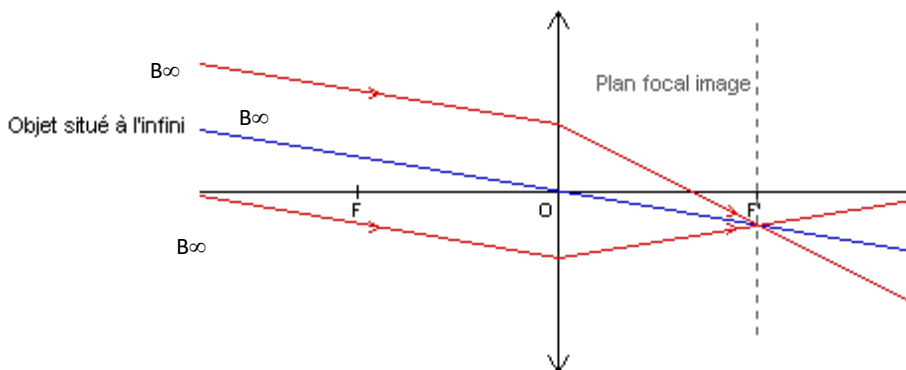


Image formée est :

- ✓ **réelle**
- ✓ **renversée**
- ✓ **dans le plan focal F'**

Objet situé avant le foyer objet F avec $|\overline{OF}| < |\overline{OA}| < |\overline{2OF}|$

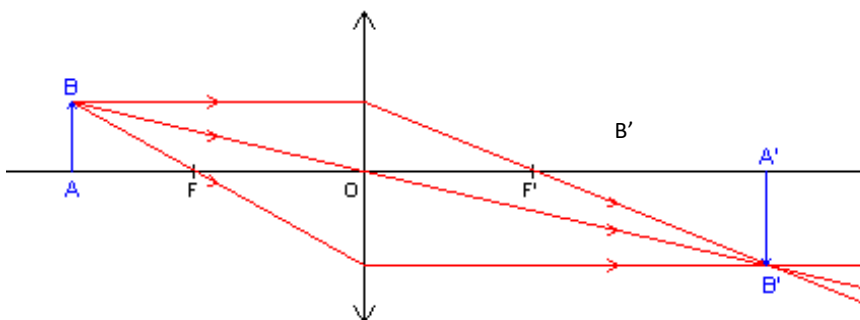
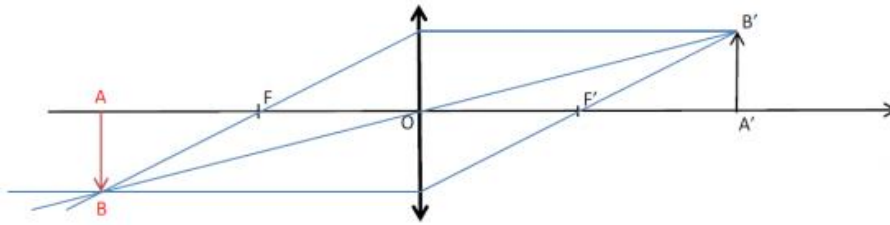


Image formée est :

- ✓ **réelle**
- ✓ **renversée**
- ✓ $|\gamma| < 1$

Objet situé tel que $|\overline{OA}| = 2|\overline{OF}|$



L'image est réelle renversée et de même taille, car :
 $OA = 2f$

Image formée est :

- ✓ réelle
- ✓ renversée
- ✓ $|γ| = 1$

Objet situé avant le foyer objet F avec $|\overline{OA}| > 2|\overline{OF}|$

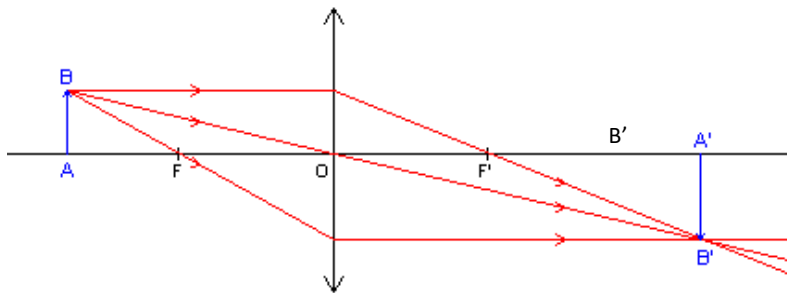


Image formée est :

- ✓ réelle
- ✓ renversée
- ✓ $|γ| > 1$

Objet situé au foyer sur le plan focal objet

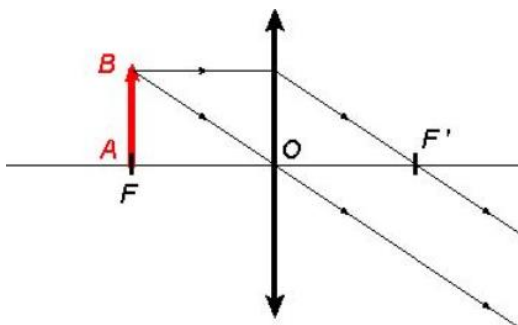


Image formée est :

- ✓ à l'infini

Objet situé entre le plan focal objet et la lentille $|\overline{OA}| < |\overline{OF}|$

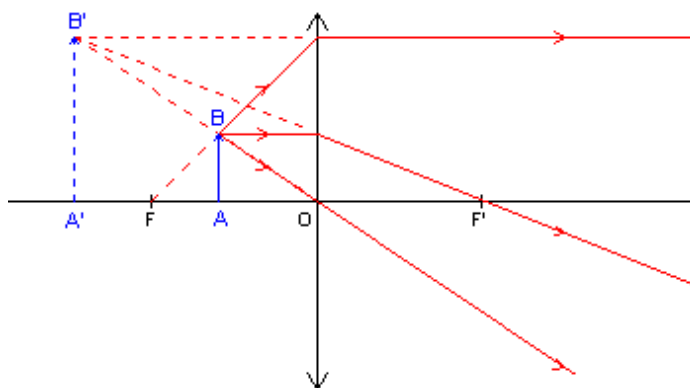


Image formée est

- ✓ Virtuelle
- ✓ dans le même sens que l'objet
- ✓ $|γ| > 1$

Ces relations permettent de déterminer **mathématiquement** la position et la taille de l'image d'un objet par une lentille mince convergente :

La **relation de conjugaison** permet de déterminer la **position** A' de l'image en connaissant la position A de l'objet et la distance focale $f' = \overline{OF'}$ de la lentille

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

La **relation de grandissement** permet de déterminer la **taille** et le **sens** d'une image à partir de la taille et du sens de l'objet :

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

APPLICATIONS

APPLICATION 1

On souhaite tracer l'image d'un objet par une lentille mince convergente.

Cette lentille possède une distance focale $f' = 2,5 \text{ cm}$.

L'objet AB est situé sur l'axe optique de la lentille et perpendiculaire à celui-ci, et sa hauteur est $\overline{AB} = 2,0 \text{ cm}$.

- Tracer l'axe optique, la lentille et les 3 points caractéristiques de la lentille sur un schéma à l'échelle réelle.
- Placer sur le schéma l'objet AB situé à 6,0 cm de la lentille.
- Tracer les 3 rayons caractéristiques et représenter l'image $A'B'$.
- A quelle distance de la lentille se trouve l'image ? Quelle est sa taille ? (On mesure avec précision).
- L'image est-elle droite ou inversée ?
- A l'aide de la relation de conjugaison, calculer la distance lentille-image. Comparer avec votre observation (question d).
- Calculer le grandissement de la lentille. En déduire la taille de l'image et comparer avec votre observation (question d).

APPLICATION 2

L'objectif d'un projecteur de cinéma est une lentille mince convergente devant laquelle défile une bande d'images successives à la vitesse de 24 images par seconde.

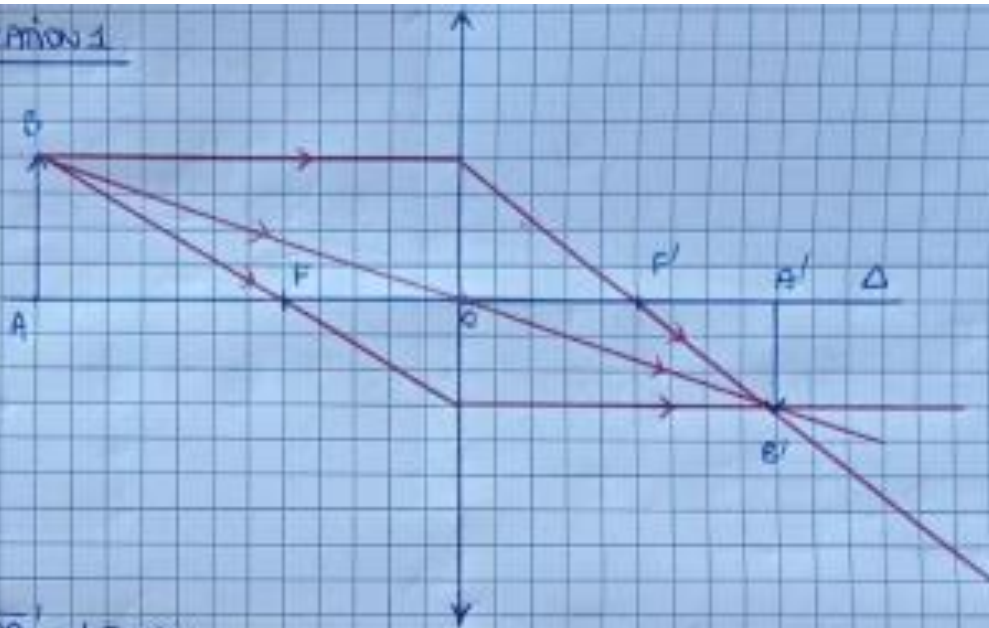
Le gérant d'une salle de cinéma vient d'aménager une nouvelle salle de projection et souhaite acheter un écran pour que l'intégralité de l'image puisse y être projetée sans être coupée.

Données

- Distance focale de la lentille : $f' = 10 \text{ cm}$;
- Distance lentille-bande de film : 10,1 cm ;
- Dimensions d'une image de film : hauteur 24 mm et largeur 36 mm ;
- Longueur de la salle : 12 m.

→ À l'aide des données, indiquer quelles doivent être les dimensions minimales de l'écran pour que l'image projetée ne soit pas coupée.

APPLICATION 1



$$\overline{OA'} = 4,5 \text{ cm}$$

$$\overline{AB'} = -1,5 \text{ cm} \quad \text{image inversée}$$

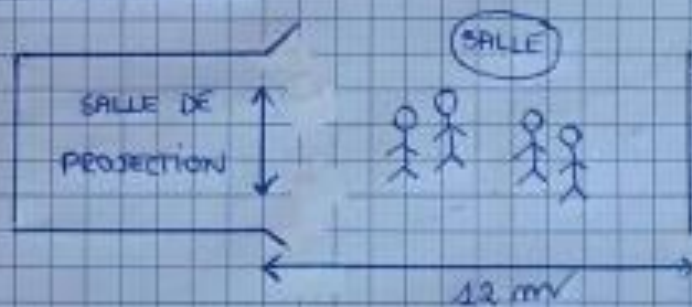
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{\overline{OF'} + \overline{OA}}{\overline{OF'} \times \overline{OA}} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{\overline{OF'} \times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

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-1,5}{2} = -0,75$$

$$\overline{A'B'} = \overline{AB} \times \gamma = 2 \times (-0,75) = -1,5 \text{ cm}$$

$$= \frac{2,5 \times (-6)}{2,5 - 6} = 4,3 \text{ cm}$$

APPLICATION 2



$$\overline{OP'} = 10 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\overline{OA} = -10,1 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\overline{AB} = 2,4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\overline{OA'} = 12 \text{ m}$$

- calcul du grandissement $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{12}{-10,1 \times 10^{-2}} = -119$

- calcul de la taille de l'image

$$\overline{A'B'} = \gamma \times \overline{AB} = -119 \times 2,4 \times 10^{-2} = 2,9 \text{ m}$$

$$\overline{C'D'} = \gamma \times \overline{CD} = -119 \times 3,6 \times 10^{-2} = 4,3 \text{ m}$$

→ ECRAN dimensions minimales $2,9 \times 4,3 \text{ m}$