



**Université Internationale
de Casablanca**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

UNIVERSITÉ RECONNUE PAR L'ÉTAT

Cours d'Optique

Filière CPI1

Semestre S2

Dr. Adil HADRI



**Université Internationale
de Casablanca**

LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

UNIVERSITÉ RECONNUE PAR L'ÉTAT

Chapitre IV:

Systèmes centrés

Surface sphérique : Miroir, dioptre et lentille

Partie 3

Lentilles

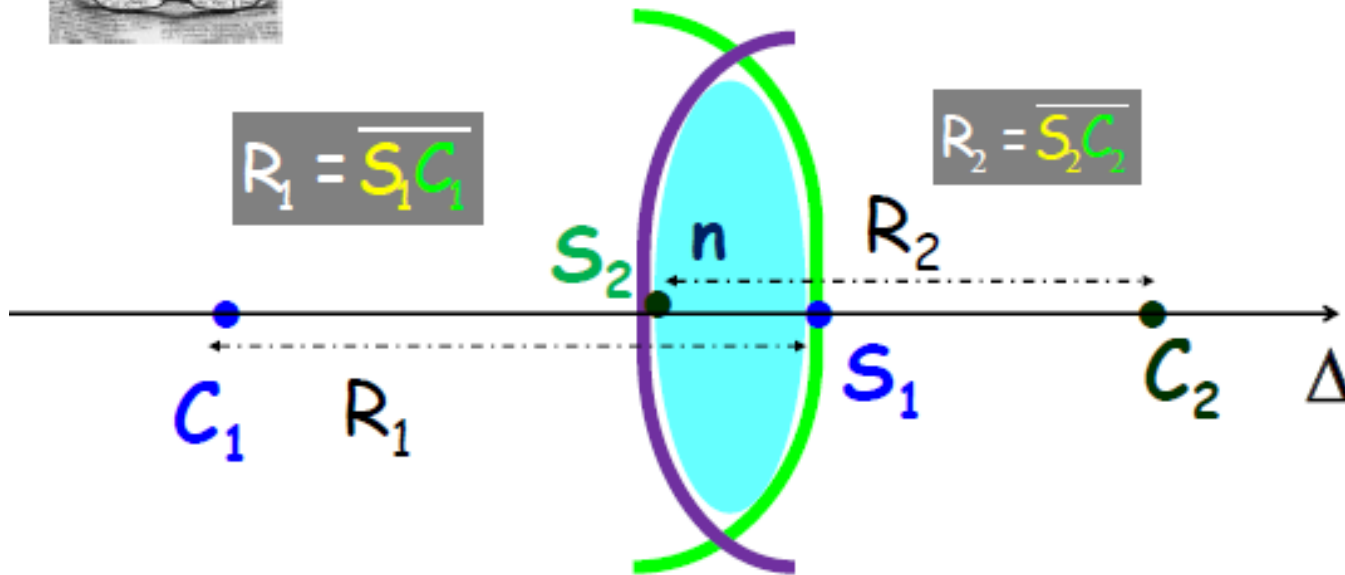
Lentilles

Définition

Lentilles

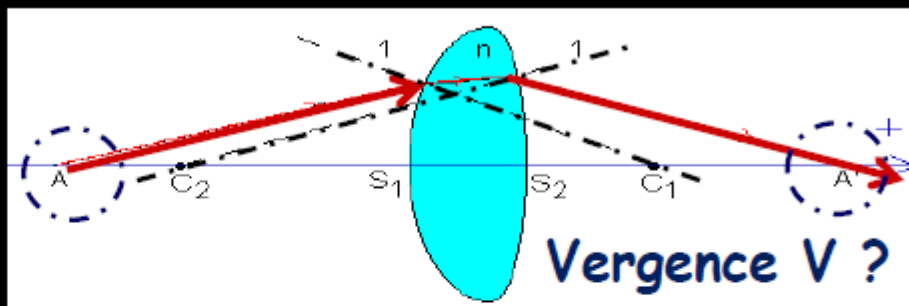


Définition : Une lentille est un milieu transparent limité par deux calottes sphériques, ou par une calotte sphérique et une plane.



Lentilles

Une lentille épaisse est une succession de deux dioptries sphériques (S_1, C_1, n_0, n) et (S_2, C_2, n_0, n) . A et A' sont conjugués



A $\xrightarrow[\text{Dioptre Sphérique } (S_1, C_1, 1, n)]{} A'$ $\xrightarrow[\text{Dioptre Sphérique } (S_2, C_2, n, 1)]{} A''$

Une lentille mince $S_1 = S_2 = S$

$$\frac{1}{SA''} - \frac{1}{SA} = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{SC_1} - \frac{1}{SC_2} \right)$$

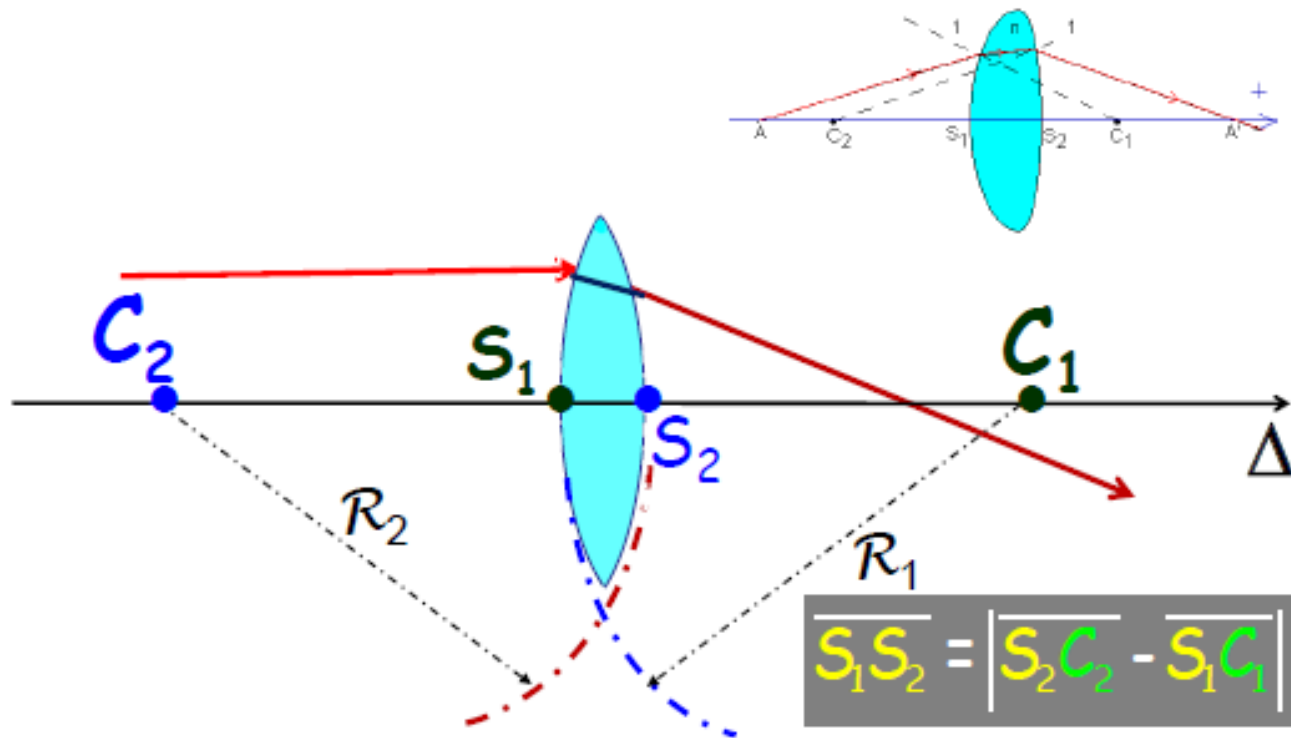
vergence

$$V = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Lentilles

Exemples

La lentille idéale : surfaces sphériques



lentille mince si :

$$\overline{S_1 S_2} \ll \overline{S_1 C_1} \quad \overline{S_1 S_2} \ll \overline{S_2 C_2}$$

RELATION DE CONJUGAISON

On considère une lentille mince formée par les deux dioptries (1) et (2), de sommet O. On obtient donc les deux relations suivantes, appliquées aux deux dioptries:

$$\frac{n}{SA} - \frac{n'}{SA'} = \frac{n-n'}{SC} \quad \frac{1}{OA} - \frac{n}{OA_1} = \frac{1-n}{OC_1} \quad \frac{n}{OA_1} - \frac{1}{OA'} = \frac{n-1}{OC_2} \quad \frac{n}{SA} - \frac{n'}{SA'} = \frac{n-n'}{SC}$$

En sommant ces deux relations car le terme contenant l'image A_1 par le dioptre (1), objet pour le dioptre (2) est commun;

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1-n}{OC_1} + \frac{n-1}{OC_2} = (n-1) \left(\frac{1}{OC_1} - \frac{1}{OC_2} \right)$$

DISTANCE FOCALE

La distance focale image notée f' est obtenue en déterminant la position du foyer image (p tend vers l'infini):

$$\lim_{p \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{p} \right) = \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Le calcul montre de la même façon que la distance focale objet, notée f est (p' tend vers l'infini):

$$\lim_{p' \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{p'} - \frac{1}{f} \right) = -\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

c' est-à-dire que $\mathbf{f} = -\mathbf{f}'$.

AUTRE FORME DE LA RELATION DE CONJUGAISON

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

Lentilles minces

Définition

Une **lentille** est dite **mince** quand son épaisseur, mesurée sur l'axe principal, est très petite comparée aux rayons de courbure.

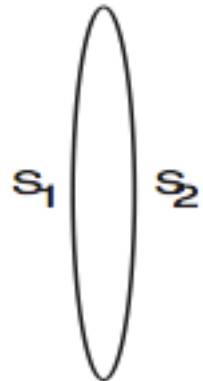
Par suite, nous représenterons schématiquement les lentilles à bords minces et à bords épais, respectivement **Convergente** et **Divergente**.

Lentilles minces

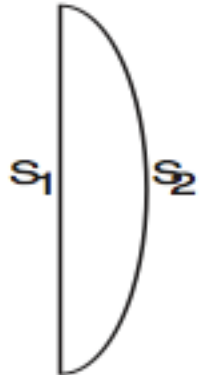
Lentilles sphériques minces dans les conditions de Gauss

On distingue deux catégories :

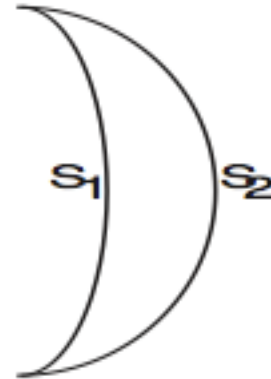
Lentilles à bords minces : Lentilles Convergentes



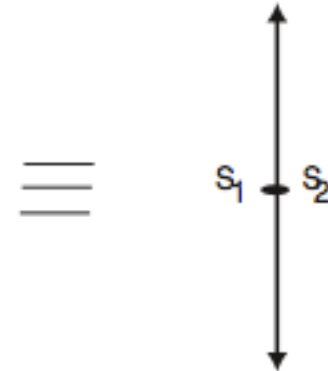
Lentille
biconvexe



Lentille
plan convexe



Menisque à
bords mince

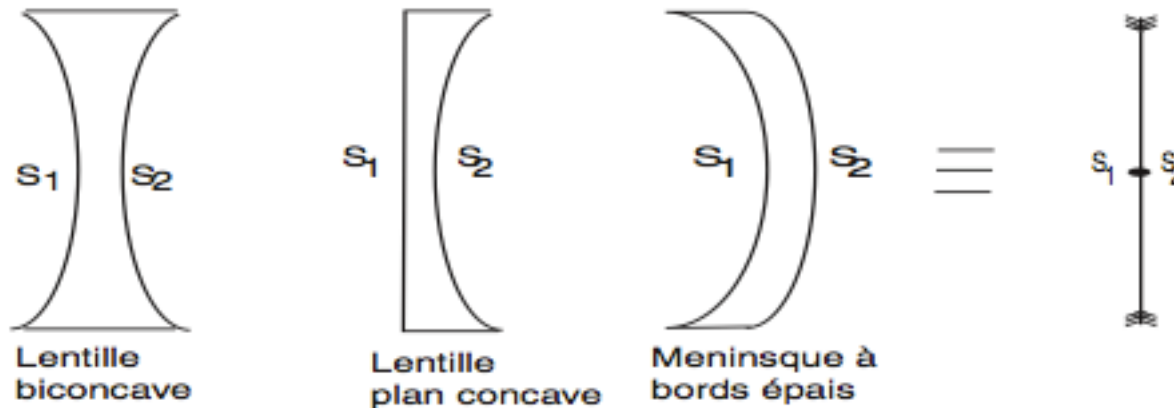


Lentilles minces

Lentilles sphériques minces dans les conditions de Gauss

On distingue deux catégories :

Lentilles à bords épais : Lentilles divergentes



Lentilles minces

Lentille convergente :

Plans focaux : Toute lentille mince convergente, quelle que soit sa forme, possède deux foyers principaux réels, symétriques par rapport au centre optique O.

- Le premier est le **foyer principal objet** et le second est le **foyer principal image**.

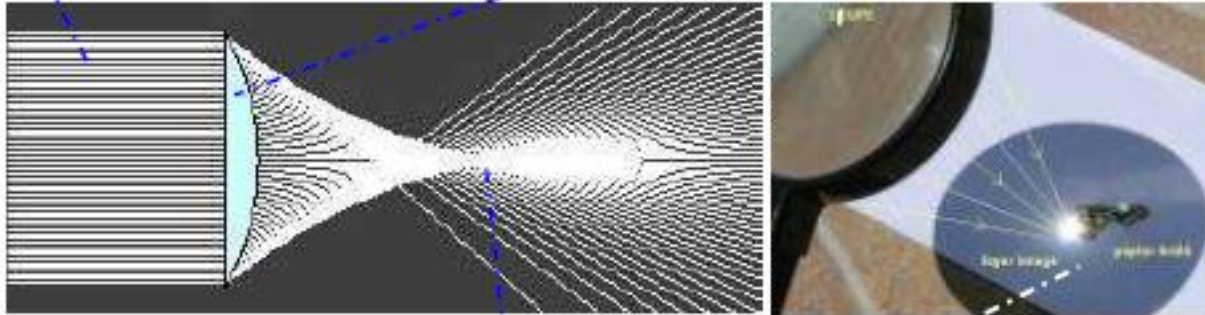


$$\overline{OF'} = f' = -f = -\overline{OF}$$

Lentilles minces

Lentille convergente

Lumière parallèle



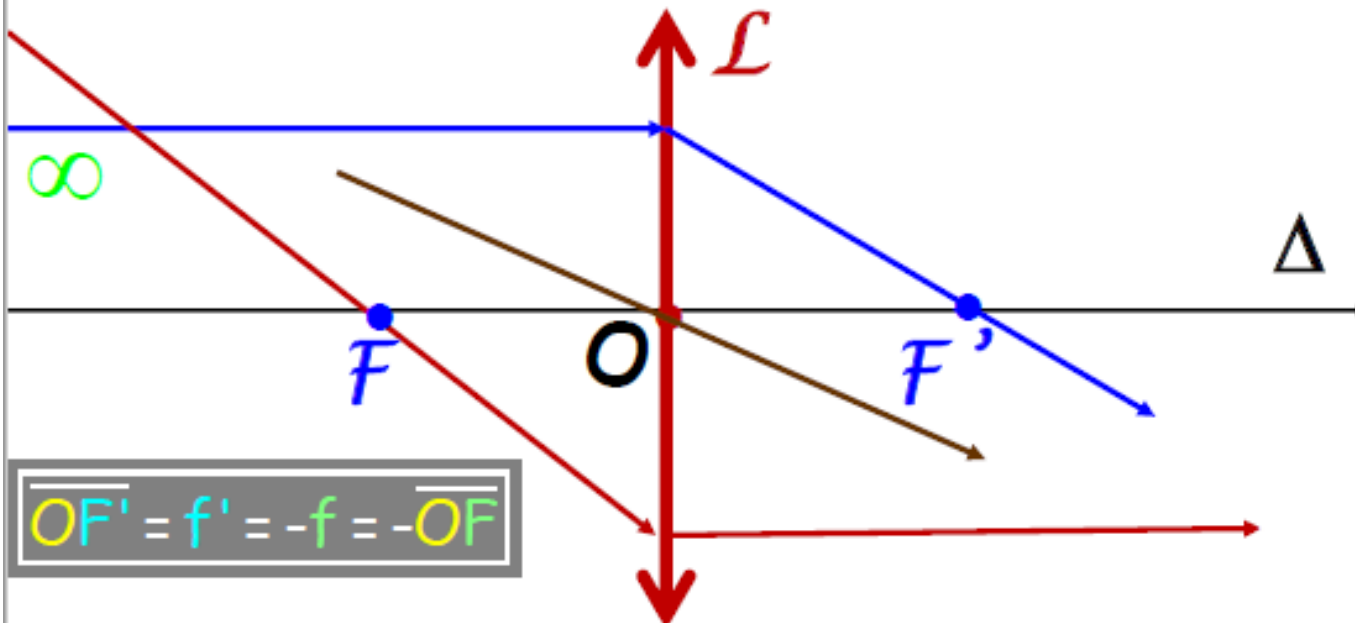
Foyer principal image

On appelle distance focale d'une lentille mince, la mesure algébrique :

$$\overline{OF'} = f' = -f = -\overline{OF}$$

Lentilles minces

L'infini ∞ et le foyer principal image F' sont conjugués par la lentille \mathcal{L}



$$\overline{OF'} = f' = -f = -\overline{OF}$$

le foyer principal objet F et L'infini sont conjugués par la lentille \mathcal{L}

Lentilles minces

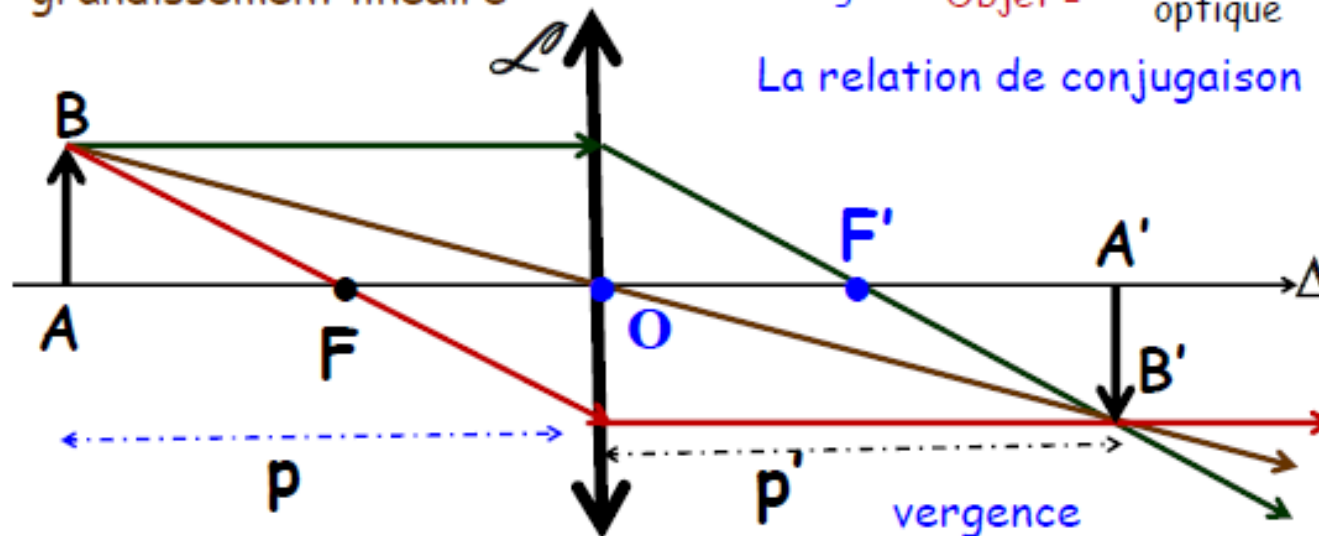
$$\gamma_t = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} \Rightarrow \gamma_t = \frac{p'}{p}$$

grandissement linéaire

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

Image Objet = Instrument
optique

La relation de conjugaison



La relation de conjugaison du point source A et son image A', fournie par une lentille convergente \mathcal{L} de distance focale f' .

$$v = \frac{1}{f'} = -\frac{1}{f} \quad (\text{dioptries})$$

Lentille divergente :

Plans focaux : Toute lentille **divergente**, quelle que soit sa forme, possède **deux foyers principaux virtuels**, symétriques par rapport au centre optique O.

Le premier est le **foyer principal objet** et le second est le **foyer principal image**. Ce dernier est l'image d'un point situé à l'infini.

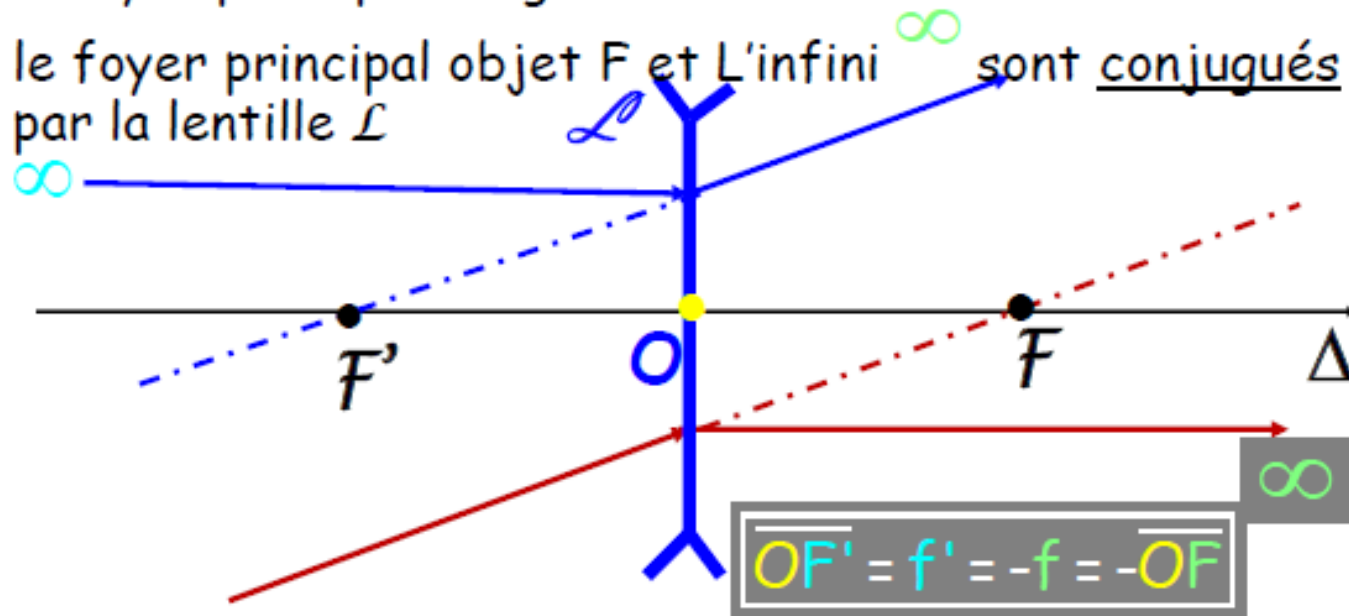


Lentilles minces

L'infini et le foyer principal image F' sont conjugués par la lentille divergente \mathcal{L} .

Autrement dit, tout rayon parallèle à l'axe principal de la lentille émerge de celle-ci comme s'il venait du foyer principal image F' .

le foyer principal objet F et L'infini ∞ sont conjugués par la lentille \mathcal{L}



Lentilles minces

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

La relation de conjugaison

AB : objet réel,
A'B' : image

Image Objet = Instrument
optique

The diagram illustrates the conjugation relation for a thin lens L. The optical axis is horizontal, with the lens L at the center O. Focal points F' and F are marked on the axis. An object AB is placed to the left of the lens, between F' and O. Its virtual image A'B' is formed on the same side. Three rays are shown: a red ray parallel to the axis that refracts through F, a green ray through the center O that continues straight, and a dashed red ray through F' that appears to come from the image. An inset shows a converging lens forming a real image on a screen Delta.

La vergence, exprimée dioptrie, d'une lentille mince est l'inverse de sa distance focale f' .

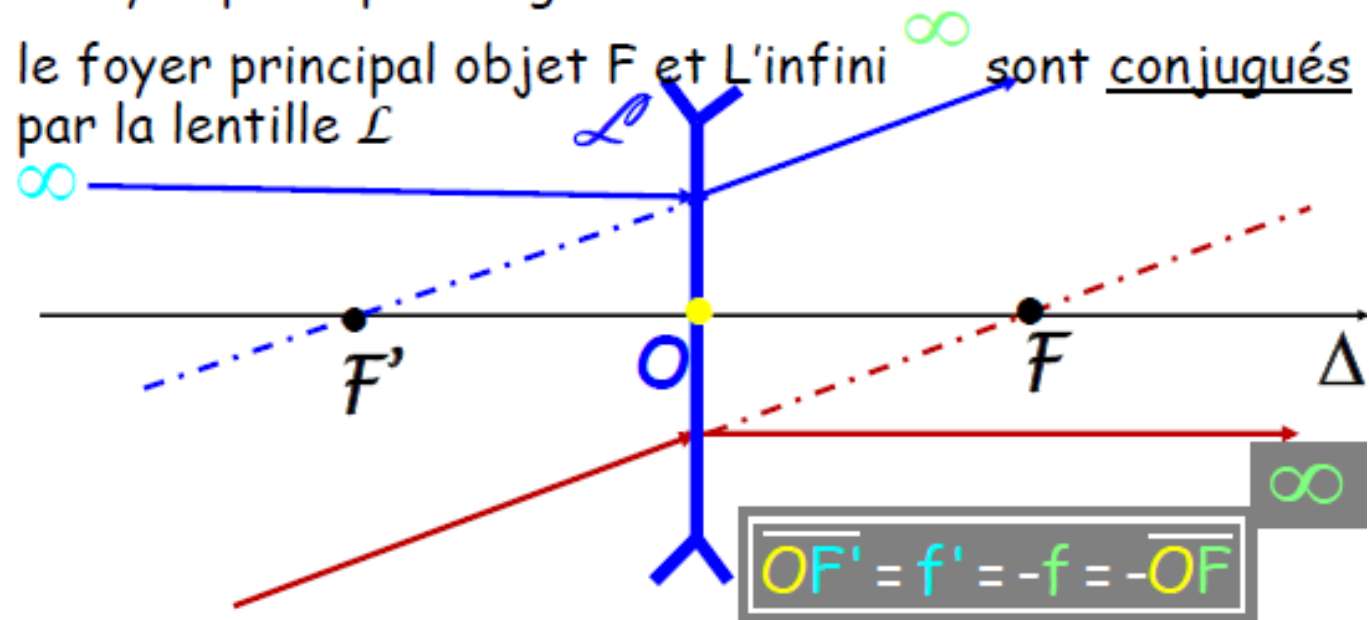
$$V_{(\delta)} = \frac{1}{f'_{(m)}}$$

Lentilles minces

L'infini et le foyer principal image F' sont conjugués par la lentille divergente \mathcal{L} .

Autrement dit, tout rayon parallèle à l'axe principal de la lentille émerge de celle-ci comme s'il venait du foyer principal image F' .

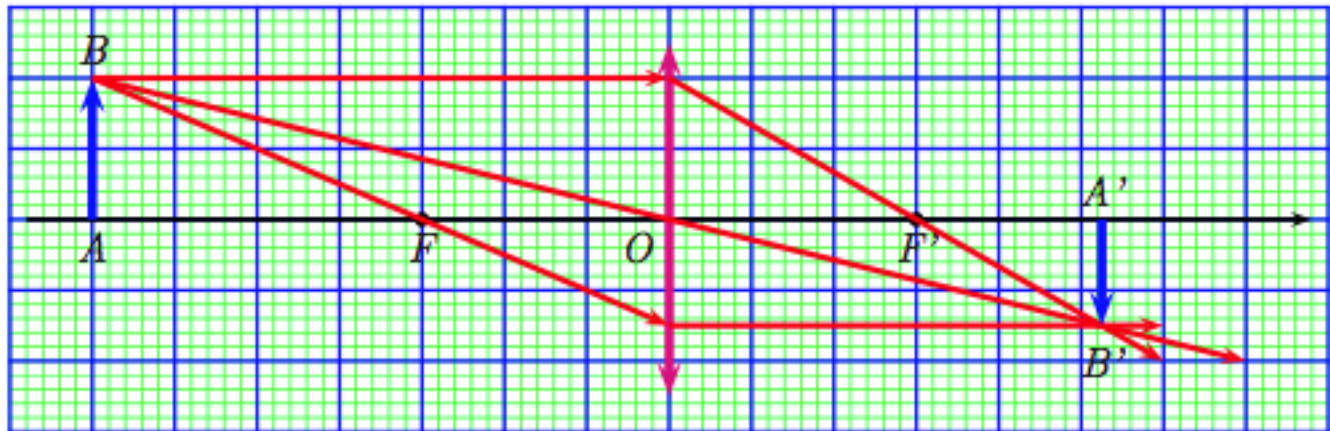
le foyer principal objet F et L'infini sont conjugués par la lentille \mathcal{L}



Formation de l'image

- *Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par le foyer image F' de la lentille.*
- *Tout rayon passant par le foyer objet F sort parallèle à l'axe optique.*
- *Tout rayon passant par le centre optique O ne sera pas dévié.*

1. Objet réel ($-\infty < \overline{OA} < 2f$)

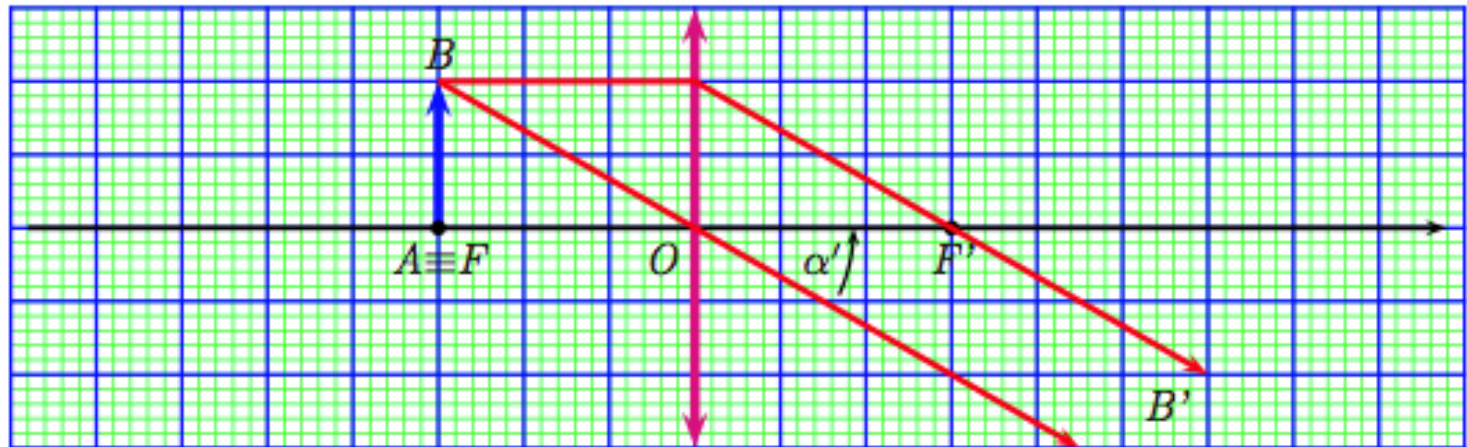


L'image est réelle, renversée et plus petite que l'objet ($-1 < \gamma < 0$)

Formation de l'image

- *Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par le foyer image F' de la lentille.*
- *Tout rayon passant par le foyer objet F sort parallèle à l'axe optique.*
- *Tout rayon passant par le centre optique O ne sera pas dévié.*

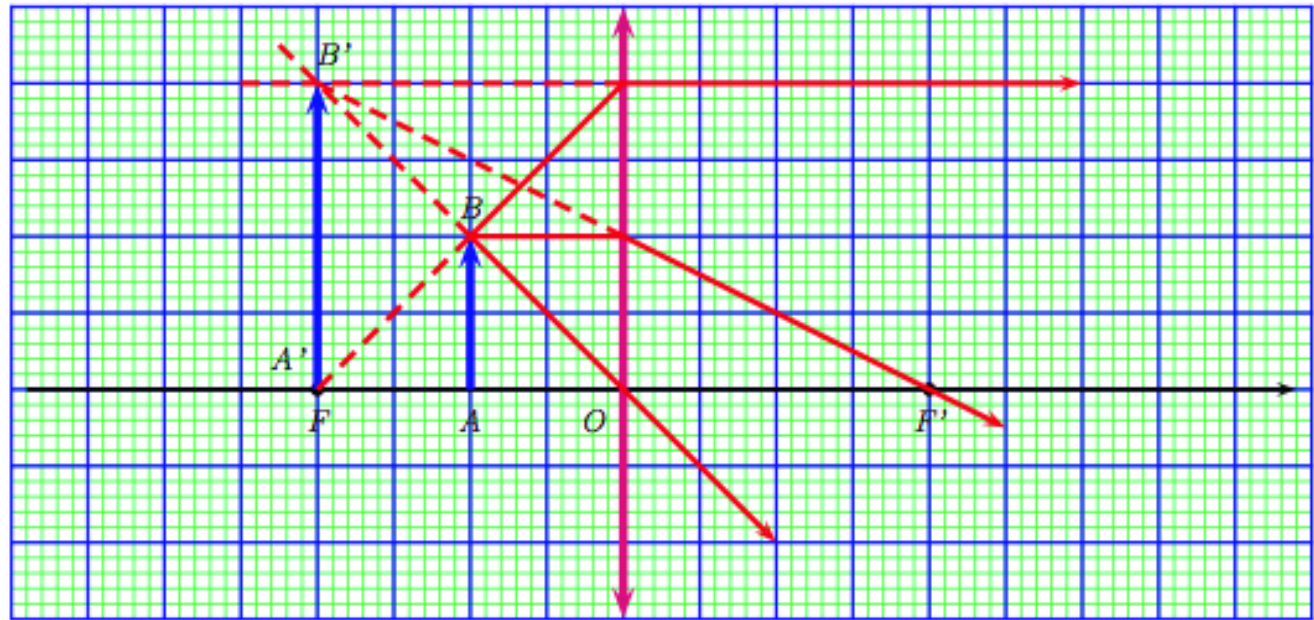
3. *Objet réel dans le plan focal objet ($\overline{OA} = f$)*



Formation de l'image

- *Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par le foyer image F' de la lentille.*
- *Tout rayon passant par le foyer objet F sort parallèle à l'axe optique.*
- *Tout rayon passant par le centre optique O ne sera pas dévié.*

4. *Objet réel entre le plan focal objet et la lentille ($f < \overline{OA} < 0$)*

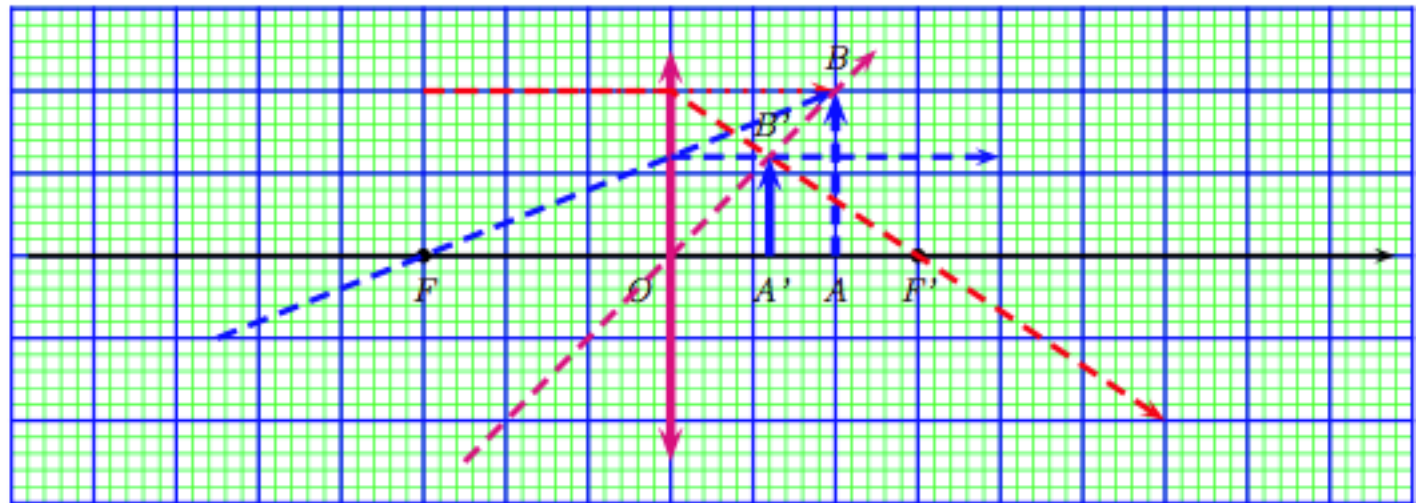


L'image est virtuelle , droite et agrandie

Formation de l'image

- *Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par le foyer image F' de la lentille.*
- *Tout rayon passant par le foyer objet F sort parallèle à l'axe optique.*
- *Tout rayon passant par le centre optique O ne sera pas dévié.*

5. *Objet virtuel ($0 < \overline{OA} < +\infty$)*

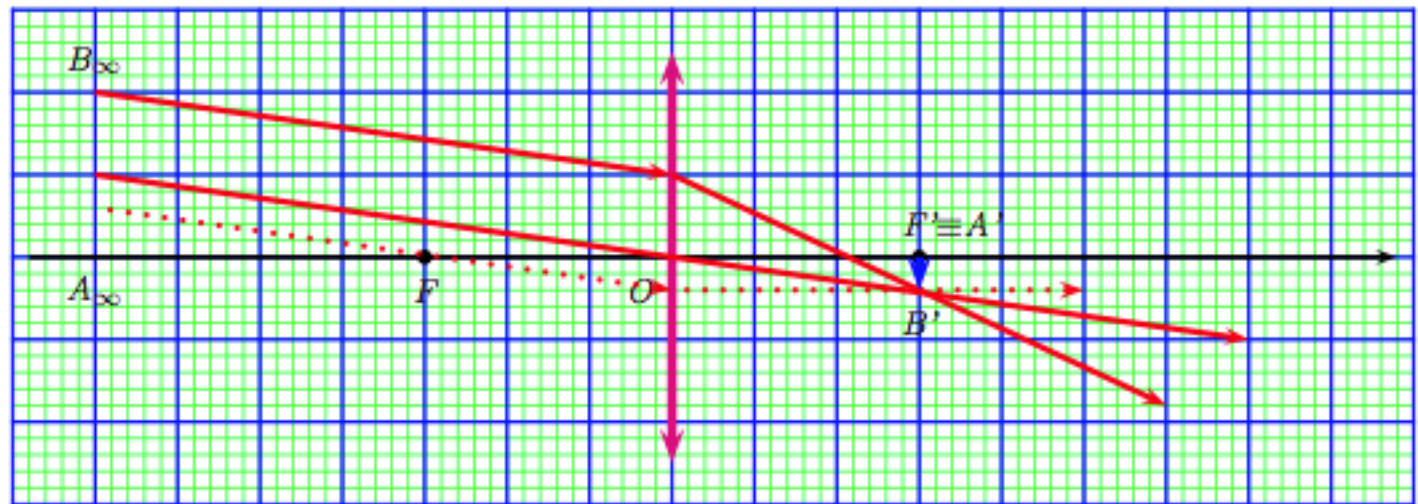


L'image est réelle, droite et plus petite que l'objet

Formation de l'image

- *Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par le foyer image F' de la lentille.*
- *Tout rayon passant par le foyer objet F sort parallèle à l'axe optique.*
- *Tout rayon passant par le centre optique O ne sera pas dévié.*

6. *Objet réel à l'infini ($\overline{OA} \rightarrow -\infty$)*

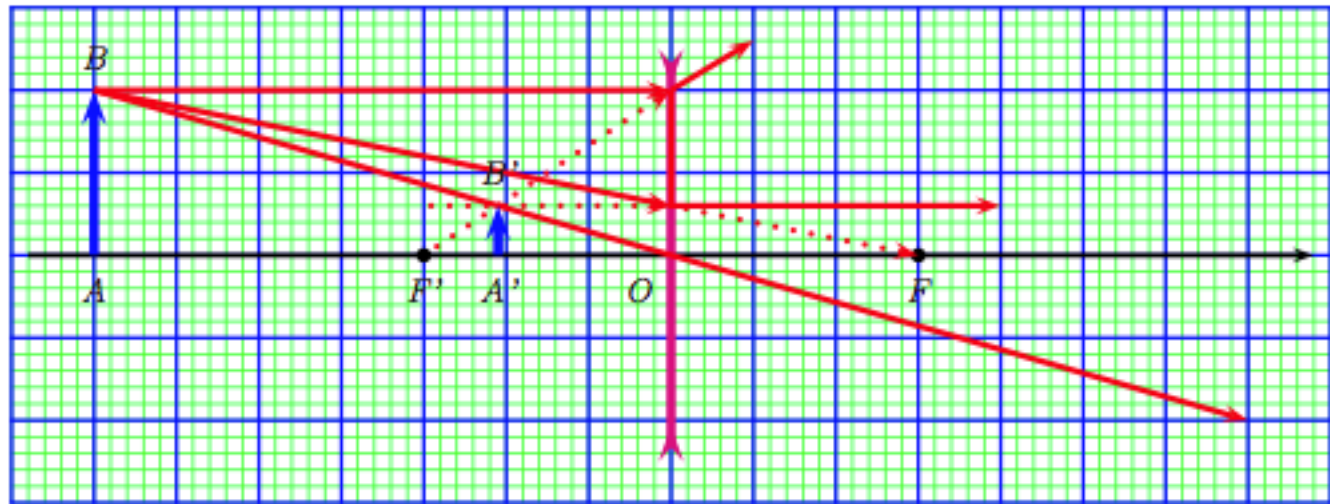


L'image est réelle dans le plan focal image $A' \equiv F'$

Formation de l'image

- *Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par le foyer image F' de la lentille.*
- *Tout rayon passant par le foyer objet F sort parallèle à l'axe optique.*
- *Tout rayon passant par le centre optique O ne sera pas dévié.*

1. *L'objet est réel $\overline{OA} < 0$*

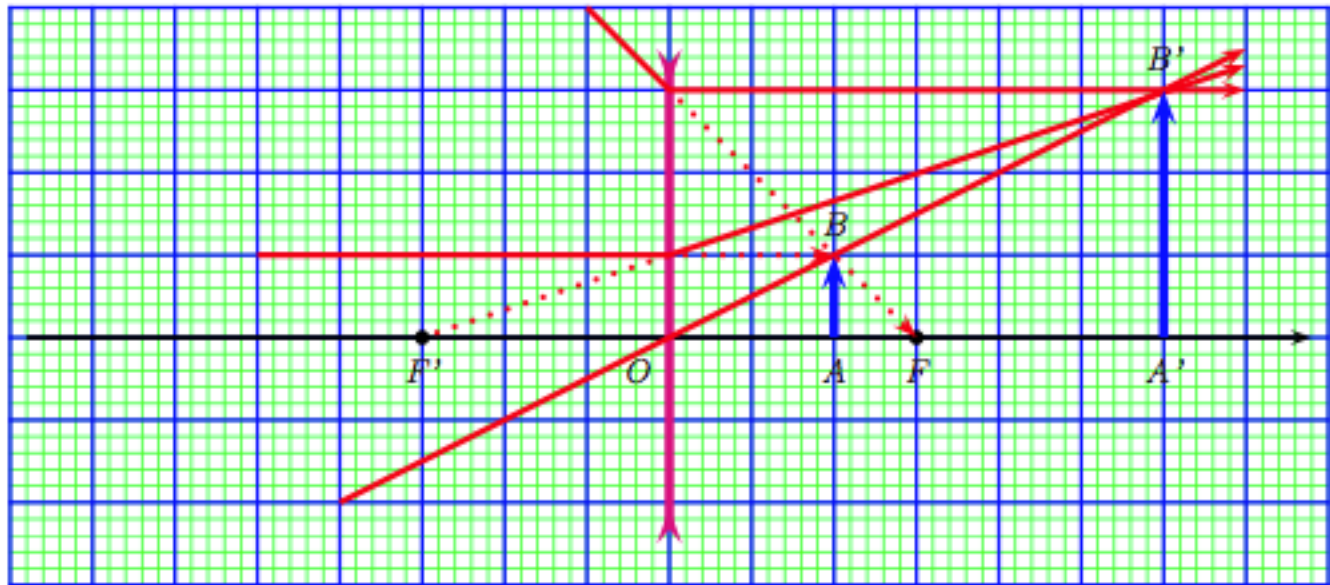


L'image est virtuelle droite et plus petite que l'objet

Formation de l'image

- *Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par le foyer image F' de la lentille.*
- *Tout rayon passant par le foyer objet F sort parallèle à l'axe optique.*
- *Tout rayon passant par le centre optique O ne sera pas dévié.*

2. *L'objet est virtuel entre le plan focal objet et la lentille $0 < \overline{OA} < f$*

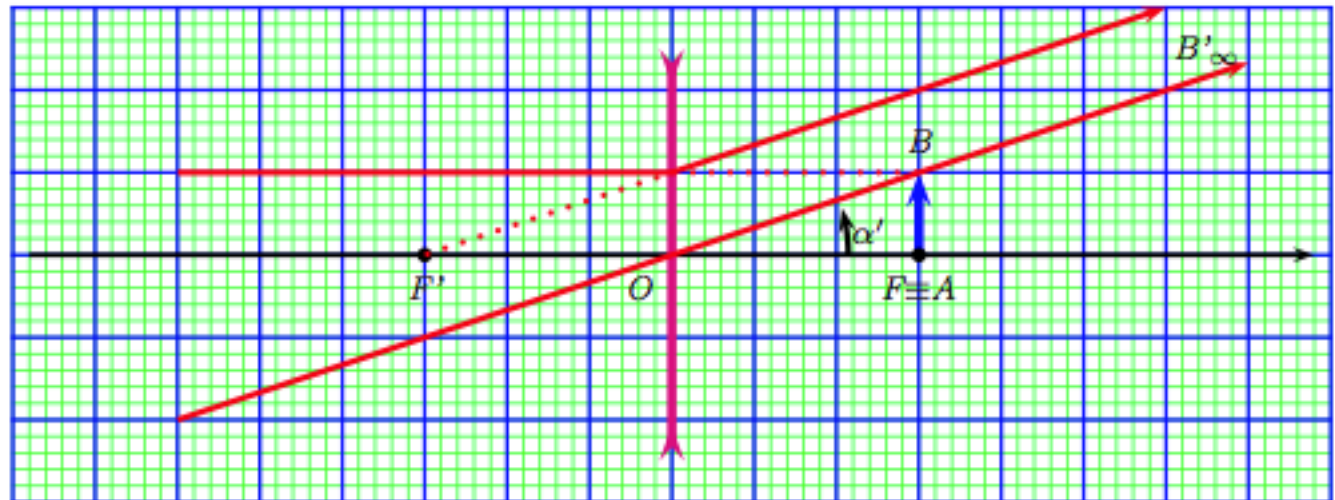


L'image est réelle droite et plus grande que l'objet.

Formation de l'image

- *Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par le foyer image F' de la lentille.*
- *Tout rayon passant par le foyer objet F sort parallèle à l'axe optique.*
- *Tout rayon passant par le centre optique O ne sera pas dévié.*

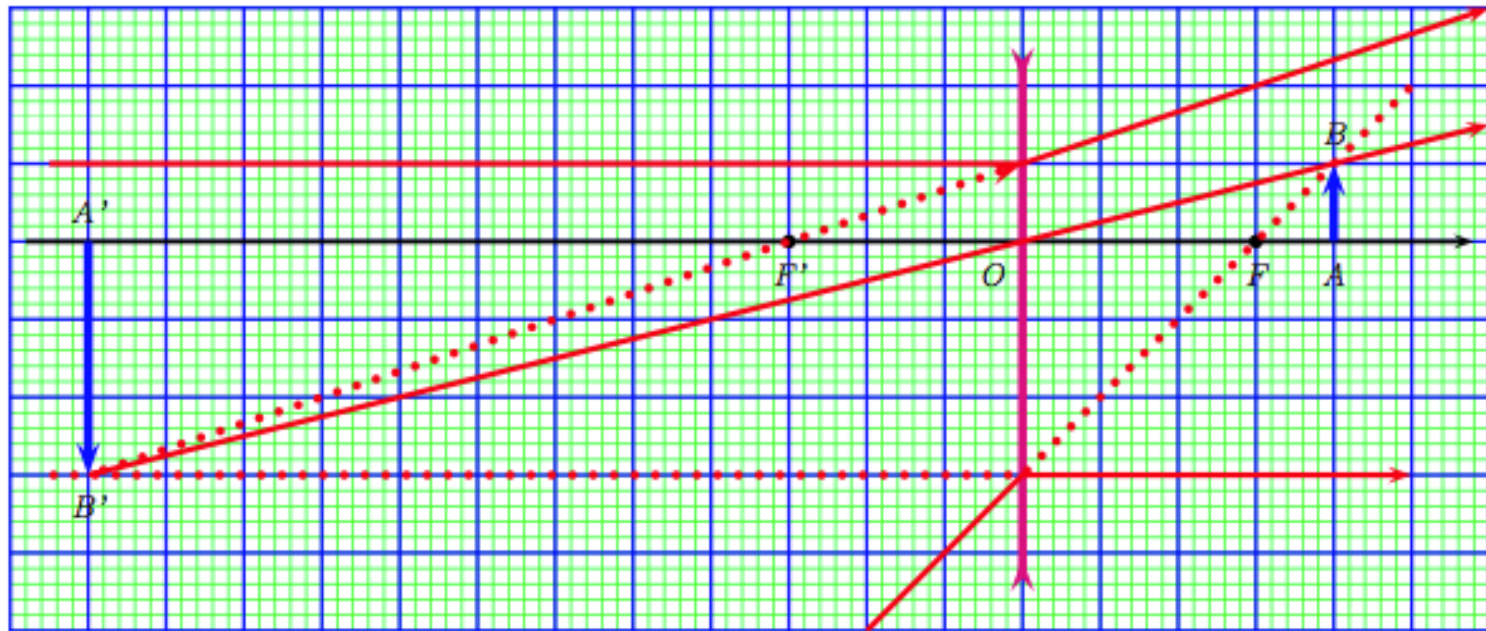
3. *L'objet est virtuel dans le plan focal objet $\overline{OA} = f$*



Formation de l'image

- *Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par le foyer image F' de la lentille.*
- *Tout rayon passant par le foyer objet F sort parallèle à l'axe optique.*
- *Tout rayon passant par le centre optique O ne sera pas dévié.*

4. *L'objet est virtuel $f < \overline{OA} < 2f$*

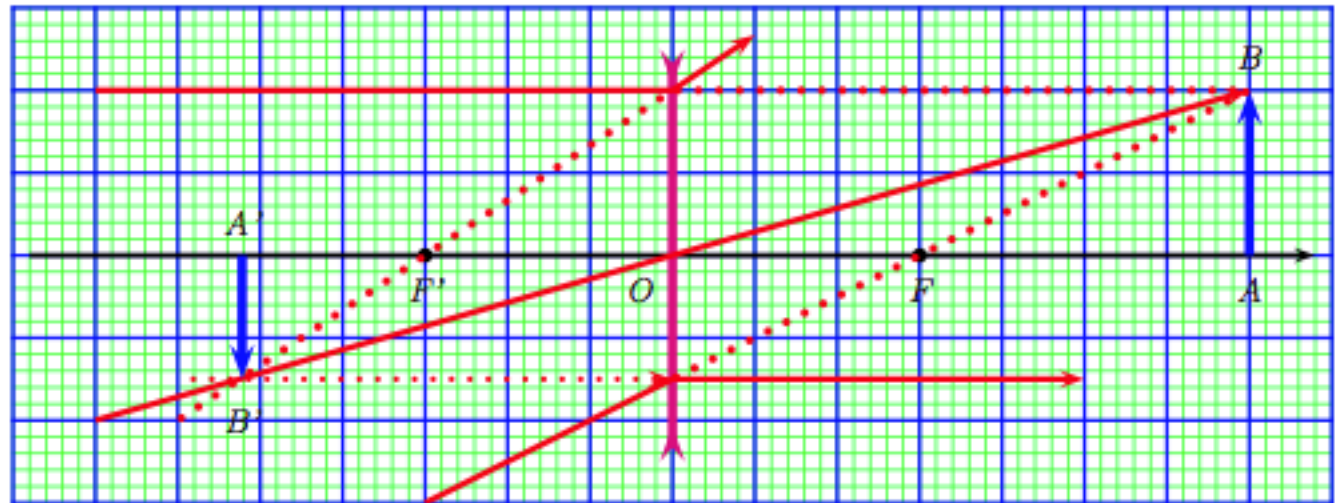


L'image est virtuelle renversée et plus grande que l'objet

Formation de l'image

- *Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par le foyer image F' de la lentille.*
- *Tout rayon passant par le foyer objet F sort parallèle à l'axe optique.*
- *Tout rayon passant par le centre optique O ne sera pas dévié.*

5. *L'objet est virtuel $2f < \overline{OA} < +\infty$*

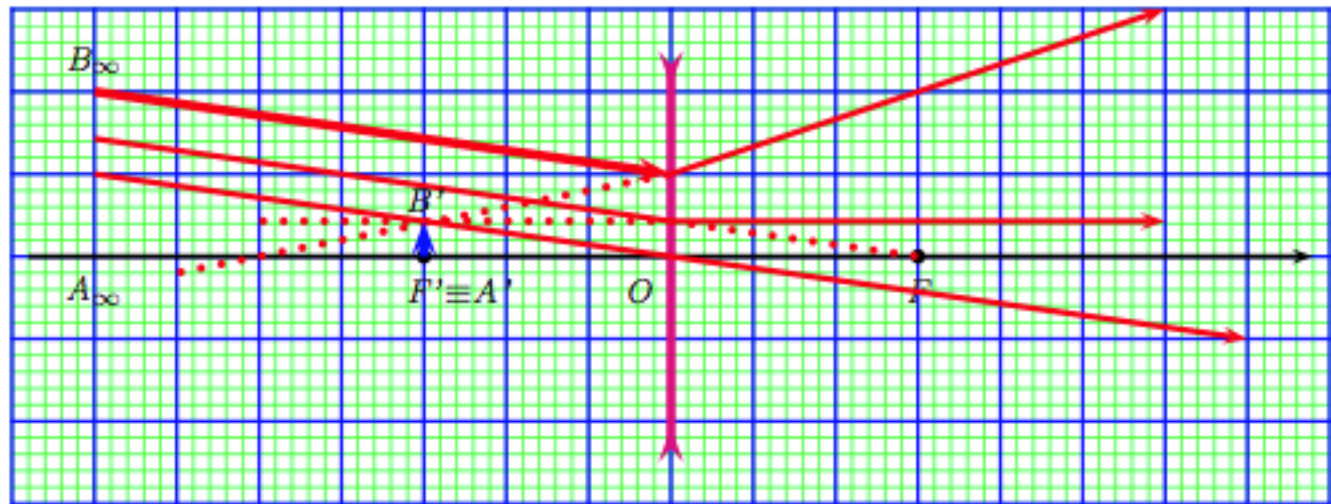


L'image est virtuelle renversée et plus petite que l'objet

Formation de l'image

- *Tout rayon parallèle à l'axe optique passe par le foyer image F' de la lentille.*
- *Tout rayon passant par le foyer objet F sort parallèle à l'axe optique.*
- *Tout rayon passant par le centre optique O ne sera pas dévié.*

6. *L'objet est réel à l'infini $\overline{OA} = -\infty$*



L'image est virtuelle dans le plan focal image

EXERCICE 1: IMAGE D'UN OBJET PAR UNE LENTILLE MINCE CONVERGENTE/DIVERGENTE

Un objet AB, placé à 20cm devant une lentille mince convergente L , a une image A'B' réelle située à 5cm derrière cette lentille L . Le point objet A et son image A' sont situés sur l'axe optique de cette lentille L .

1. Calculer la distance focale f' et la vergence C de cette lentille L .
2. Calculer le grandissement linéaire transversal γ de cette lentille L .
3. Quelle est la taille de l'objet AB, sachant que son image A'B' formée par la lentille L mesure 6mm?
4. Vérifier les résultats obtenus à l'aide d'une construction géométrique.
5. Que devient l'image A'B' de cet objet AB si on utilise une lentille divergente de distance focale $\overline{OF'} = -5\text{cm}$? (position, nature et dimension)

EXERCICE 2: LENTILLE MINCE CONVERGENTE/DIVERGENTE

Soit une lentille \mathcal{L}_1 de centre optique O_1 et de distance focale $f' = +3$ cm.

1. On considère un objet AB perpendiculaire à l'axe optique de taille 2 mm respectivement à 4 cm et 2 cm en avant du centre optique. Déterminer graphiquement l'image de l'objet dans chaque cas.
2. Dans chaque cas, l'image est-elle observable sur un écran ? Est-elle observable par l'œil d'un observateur à travers de cette lentille ? Calculer la taille de cette image A'B'.
3. Déterminer graphiquement l'image A'B' d'un objet AB placé sur le foyer principal objet F de cette lentille
4. Soit une lentille divergente \mathcal{L}_2 de centre optique O_2 et de distance focale $f' = -4$ cm. Déterminer la position l'image d'un objet AB réel de taille 2 mm situé à 6 cm du centre optique. Calculer la taille de A'B'.

Fin...

