

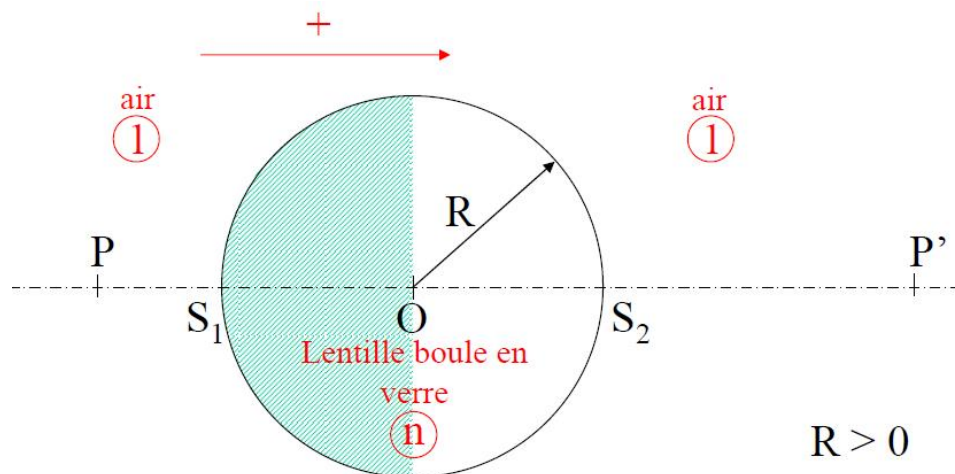
Lentilles

Principes et constructions

I- Introduction :

1- Définitions :

- Une *lentille* est un milieu transparent ($n > 1$) limité principalement par deux dioptries sphériques ou un dioptre plan et un dioptre sphérique.
- Si on considère la lentille boule comme application d'une association de dioptries sphériques pour forcer le trait

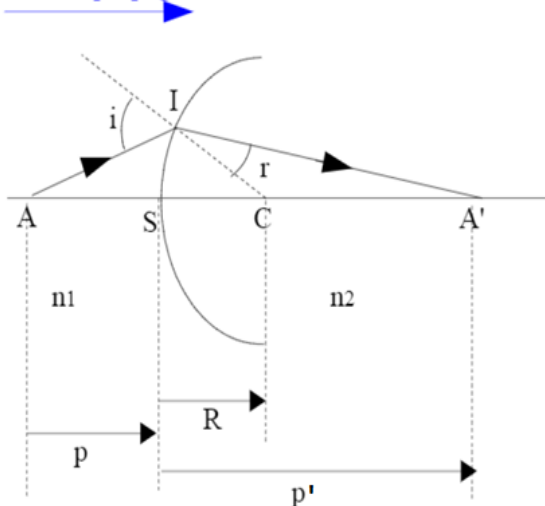


C'est une association de deux dioptries sphériques de sommets S_1 et S_2 de même rayon de courbure.

2- Exemples :

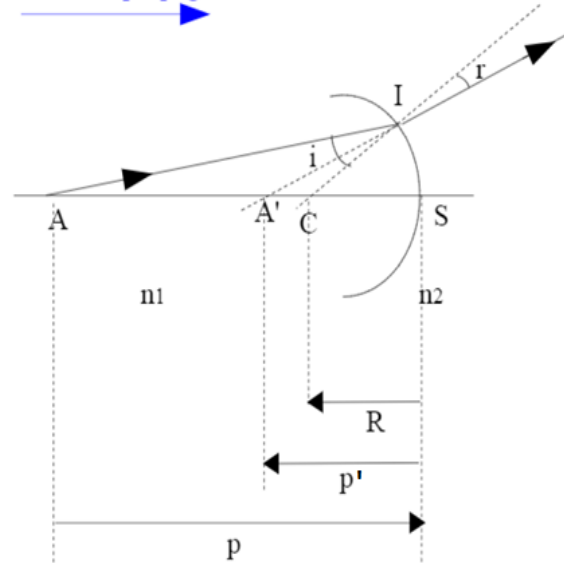
Exemple 1 : $n_1 < n_2$

Sens de propagation de la lumière



Exemple 2 : $n_1 < n_2$

Sens de propagation de la lumière



3- Définitions.

- Un *dioptre sphérique* est constitué par deux milieux transparents homogènes et isotropes d'indices n_1 et n_2 différents, séparés par une surface sphérique de *rayon de courbure* R .
- Les rayons de courbure sont comptés *algébriquement* sur l'axe principal que nous avons orienté.

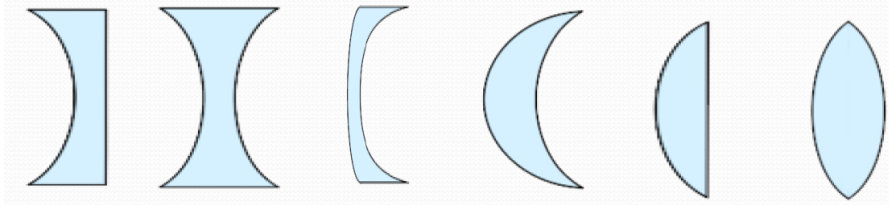
Par exemple, si S_1 et S_2 sont les sommets des dioptries et C_1 et C_2 leurs centres respectifs, les quantités $S_1C_1 = R_1$ et $S_2C_2 = R_2$ sont négatives ou positives selon qu'elles sont orientées contrairement ou dans le même sens que l'axe optique.

Nous nous limiterons ici aux surfaces sphériques qui sont des *calottes sphériques* de centre C et de sommet S , l'*axe principal* du dioptre passant par les points C et S .

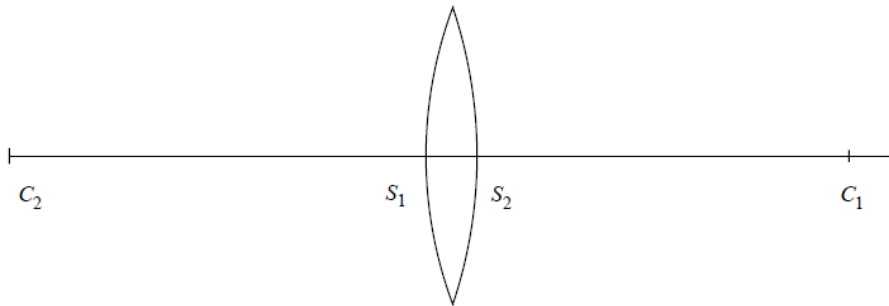
II- Les lentilles minces

1. Définitions :

a- Une *lentille* est un milieu transparent ($n > 1$) limité principalement par deux dioptries sphériques ou un dioptre plan et un dioptre sphérique.



b- Une lentille est une *lentille mince* lorsque son épaisseur au sommet S_1S_2 est *très petite* par rapport aux deux rayons de courbure R_1 , R_2 et leur différence :



c- Les *rayons de courbure* de la lentille sont les rayons de courbure R_1 et R_2 des deux dioptries sphériques. Lorsque l'une des faces est plane, son rayon de courbure est pris par convention égal à ∞ .

Exemples.

$S_1S_2 = 1 \text{ mm}$, $R_1 = 1 \text{ m}$, $R_2 = -1 \text{ m}$, c'est-à-dire que $|R_1 - R_2| = 2 \text{ m}$,

La droite qui joint les centres des deux dioptries sphériques s'appelle l'*axe principal* ou *axe optique*. Lorsque l'une des faces est un dioptre plan, l'axe est la droite passant par le centre du dioptre sphérique et perpendiculaire au dioptre plan.

2- Représentation des lentilles

2-1- Bords des lentilles minces.

a. Lorsque le bord de la lentille est moins épais que S_1S_2 , on dit que la lentille est à *bord mince*.

b. Lorsque le bord de la lentille est plus épais que S_1S_2 , on dit que la lentille est à *bord épais*.

On a les représentations graphiques des deux lentilles sur la figure suivante :

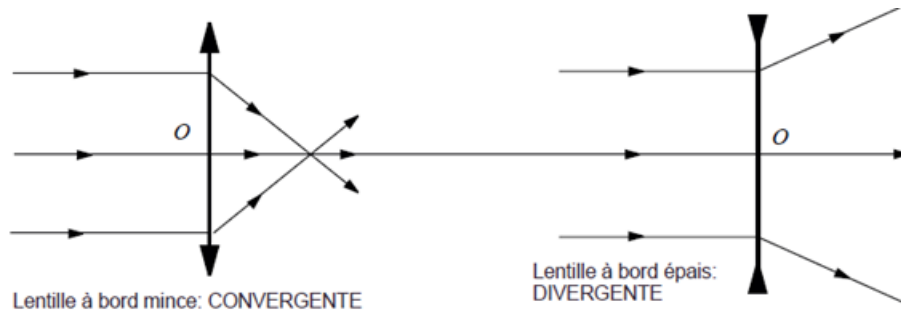


Dans cette représentation graphique, on confond les points S_1 et S_2 , qu'on dénote par O et qu'on appelle le *centre optique* de la lentille. On peut d'ores et déjà retirer le mot mince puisqu'on ne s'intéressera qu'aux lentilles minces.

La droite qui joint les centres des deux dioptrés sphériques s'appelle l'*axe principal* ou *axe optique*. Lorsque l'une des faces est un dioptré plan, l'axe est la droite passant par le centre du dioptré sphérique et perpendiculaire au dioptré plan.

2-2- Lentilles convergentes, lentilles divergentes

Si nous réalisons l'expérience d'envoyer un faisceau de lumière cylindrique sur une lentille parallèlement à l'axe optique, nous observons les deux cas suivants :



- a- Lentilles Convergentes : ce sont des lentilles à bords minces et font converger des rayons lumineux parallèles



- b- Lentilles Divergentes : ce sont des lentilles à bords épais et font diverger des rayons lumineux parallèles



3- Caractéristiques des lentilles :

3-1- Points particuliers de l'axe optique.

Les lentilles ont quelques caractéristiques que nous devons respecter afin de réussir construire les images d'objets de différentes nature (position par rapport à la lentille et par rapport au foyer etc....)

a-Le foyer image : C'est le point F' de l'axe optique, image d'un point situé à l'infini, son abscisse f_0 s'appelle la *distance focale image*.

- Le *foyer image* d'une lentille convergente est un point réel situé du côté de la lentille qui ne contient pas la source.
- Le *foyer image* d'une lentille divergente est un point virtuel situé du côté de la lentille qui contient la source.

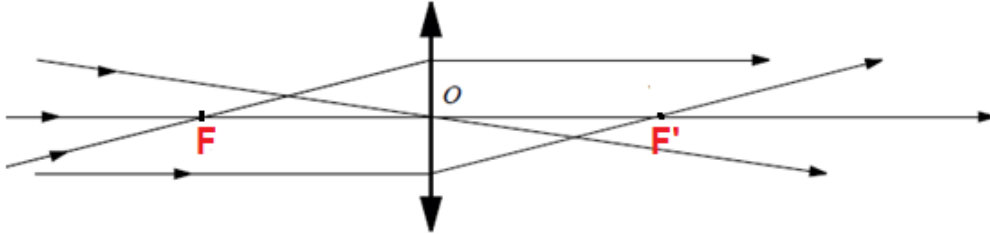
b- Le foyer objet : C'est le point F de l'axe optique dont l'image F' est à l'infini. Son abscisse f , s'appelle la *distance focale objet*.

Les distances focales image et objet sont opposées : *Les deux foyers d'une lentille mince sont symétriques par rapport à la lentille.*

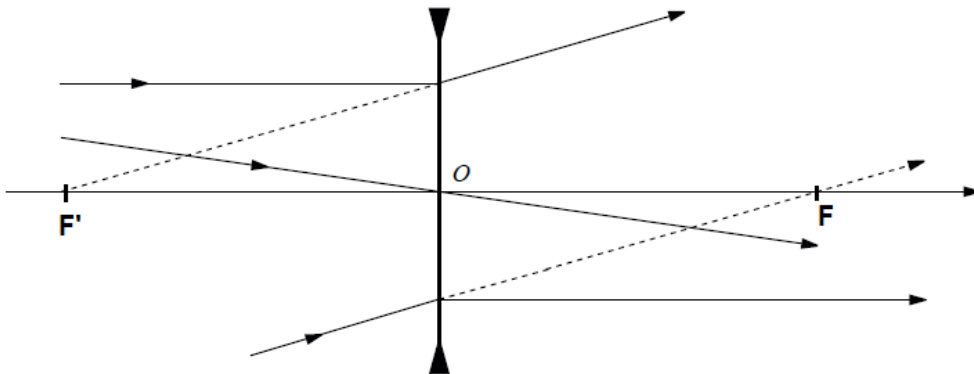
c- Le centre optique : C'est le point O où la lentille rencontre l'axe optique et il possède la propriété que *tout rayon qui passe par le centre optique n'est pas dévié.*

En résumé :

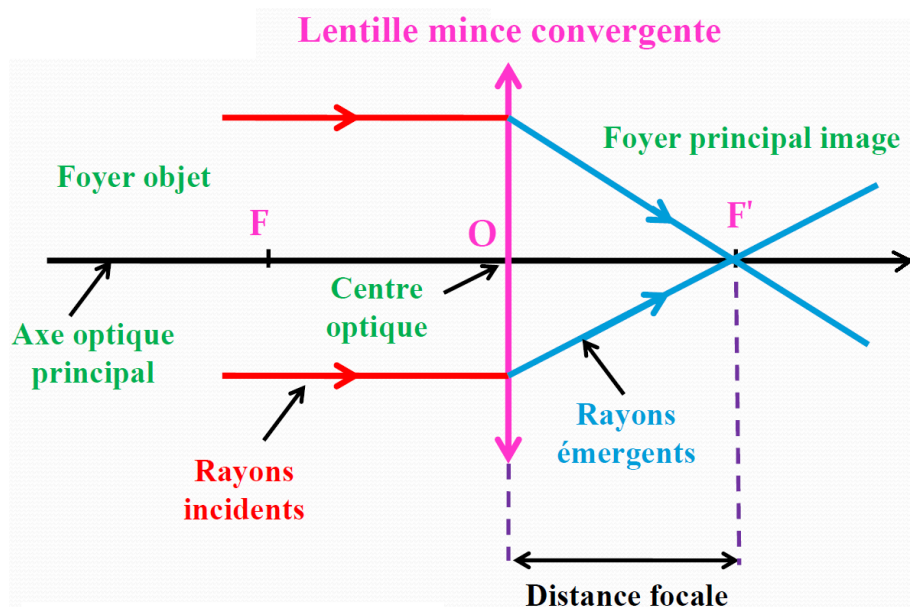
- **Lentille convergente alors les Foyers sont réels**

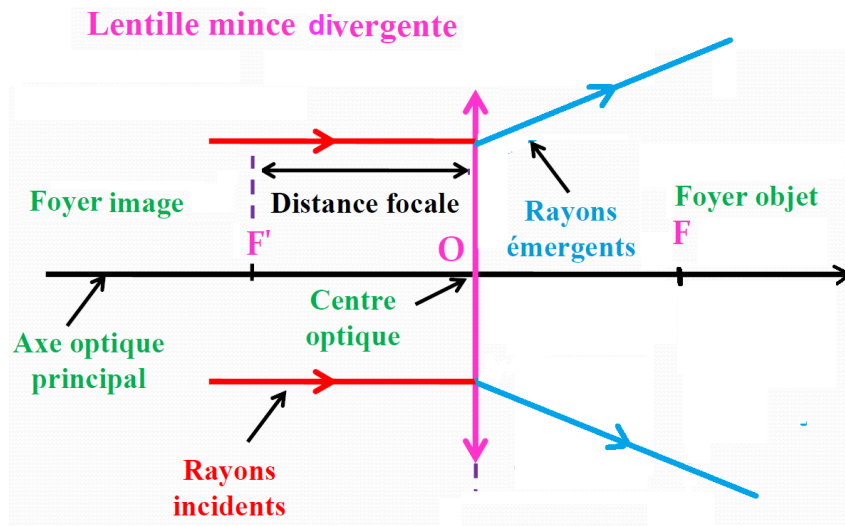


- **Lentille divergente alors les Foyers sont virtuels**



Remarque : la focale d'une lentille convergente est positive et celle d'une lentille divergente est négative





3- la vergence d'une lentille:

La vergence notée C d'une lentille convergente est sa capacité à faire converger les faisceaux lumineux qu'elle reçoit. Elle s'exprime par la relation :

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

C : vergence en dioptries δ

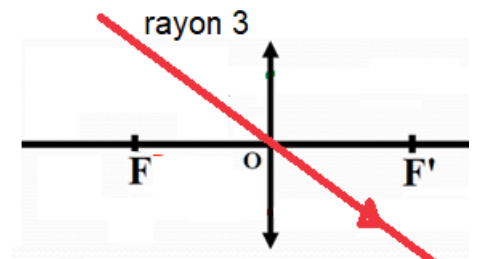
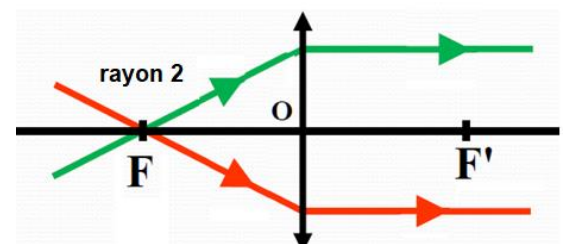
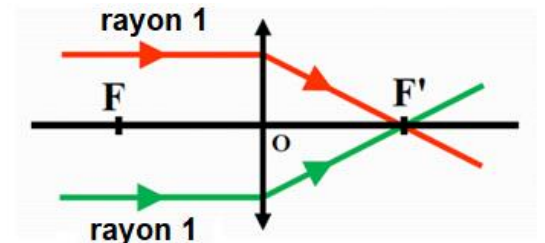
f' : distance focale en m

4- Construction des images :

a- Lentille convergente

Elle se fait par la représentation de 2 des 3 rayons suivants :

- **Rayon 1** : Tout rayon incident parallèle à l'axe optique d'une lentille convergente émerge en passant par le foyer principal image F'
- **Rayon 2** : Tout rayon incident passant par le foyer objet F émerge parallèle à l'axe optique d'une lentille convergente
- **Rayon 3** : Tout rayon incident passant par le centre optique n'est pas dévié :



Remarque : les sens de la lumière est le sens positif pris en général de la gauche vers la droite

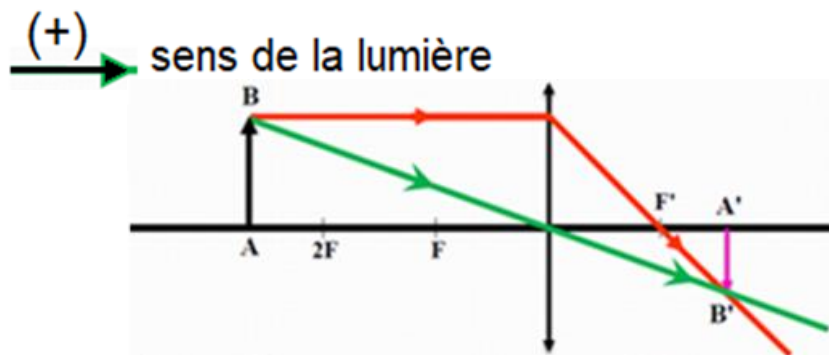
b- Étapes à suivre pour construire l'image d'un objet:

- 1- on modélise l'objet par une **flèche AB** perpendiculaire à l'axe optique en A.
- 2- On choisit une échelle convenable pour représenter la lentille et ses foyers et l'objet AB.
- 3- il faut construire les **2 rayons particuliers** issus du point objet B.
- 4- L'**intersection** de ces deux rayons donne le point **B'**, image de B.
- 5- l'image du point objet A est alors le point **image A'**, **projeté orthogonal** de B' sur l'axe optique.

c- positions et caractéristiques de l'image donnée par une lentille convergente:

$OA > 2f$

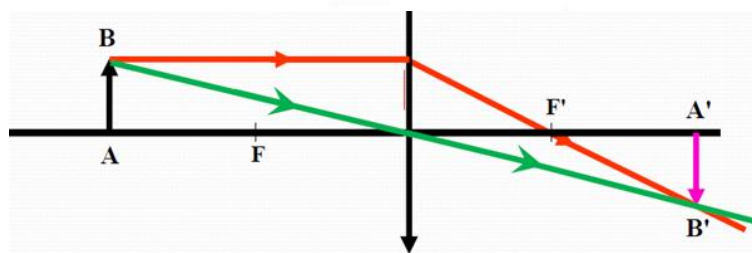
On obtient dans ce cas une image **réelle** (on peut l'observer sur un écran), **renversée** et **plus petite** que l'objet.



On ne va reproduire le sens de la lumière sur les constructions suivantes,

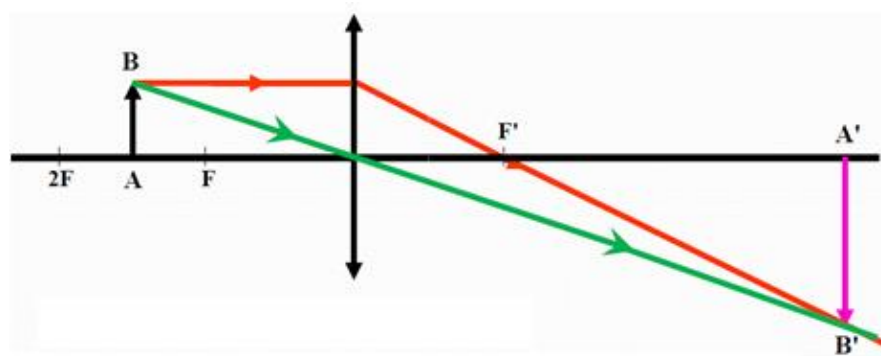
$OA = 2f$

On obtient dans ce cas une image **réelle**, **renversée** et **même grandeur** que l'objet.



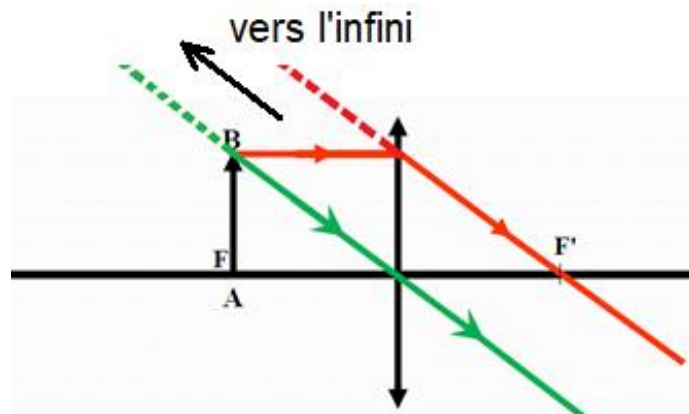
$f < OA < 2f$

On obtient dans ce cas une image **réelle**, **renversée** et **plus grande** que l'objet.



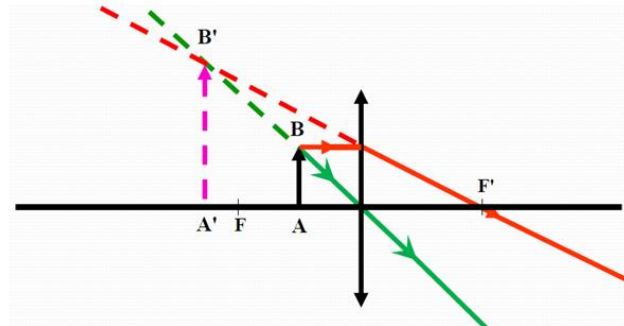
$OA = f'$

dans ce cas les rayons lumineux sont **parallèle**, l'image se forme à l'**infini**



$OA < f$

On obtient dans ce cas une image **virtuelle**, **droite** et **plus grande** que l'objet.



5- Formules des lentilles minces.

Ces formules permettent de calculer, connaissant les caractéristiques de la lentille, la position et la grandeur de l'image en fonction de celles de l'objet.

1. **Positions.** Sur l'axe optique orienté, on définit les grandeurs suivantes :

$$p' = \overline{OA'}, \quad p = \overline{OA} \quad \text{et} \quad f = \overline{OF} = -f' = -\overline{OF'}$$

La relation fondamentale des lentilles minces donne : c'est la relation de conjugaison

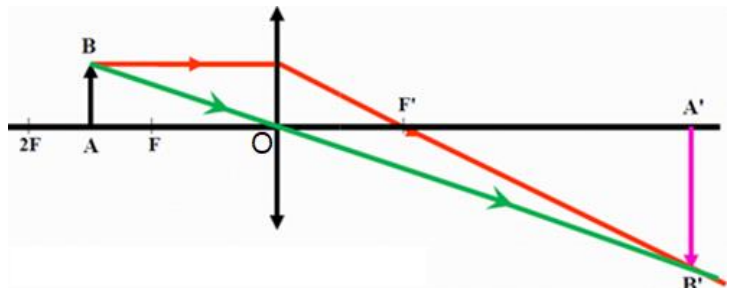
$$\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}$$

Remarque : attention ce sont des valeurs algébriques (les distances mesurées dans le sens de la lumière sont >0 , négative sinon).

2. **Grandissement.** Considérons un objet rectiligne AB . Nous orientons arbitrairement la droite perpendiculaire à l'axe optique qui supporte l'objet en question. Dans tous les cas de figure, en utilisant les triangles semblables OAB et $OA'B'$: nous avons la relation :

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

Le rapport γ (gamma) est le **grandissement** de l'image par rapport à l'objet



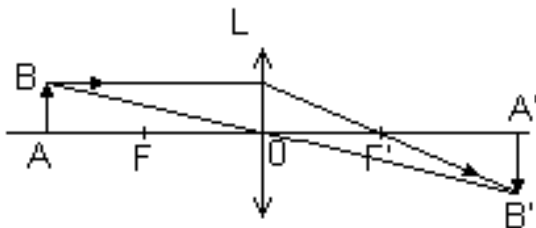
Remarque. Pour des objets rectilignes, le grandissement est une quantité algébrique parfaitement définie pour $p \neq 0$. Pour $p = 0$, on a obligatoirement $p' = 0$.

Si $\gamma > 0$ l'image est droite et si $\gamma < 0$ l'image est renversée

Si $\gamma > 1$ l'image est agrandie et si $\gamma < 1$ l'image est réduite

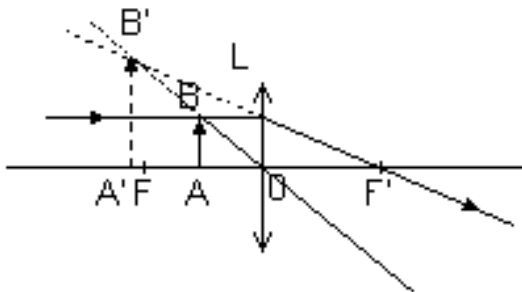
6- Les différentes constructions d'images des lentilles minces :

LENTILLE CONVRGENTE



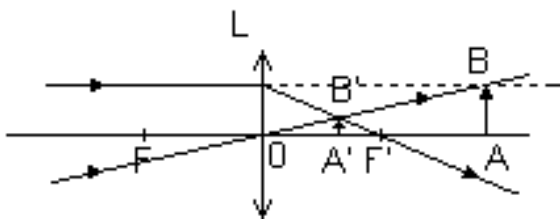
AB objet réel

A'B' image réelle $p < 0; p' > 0$



AB objet réel

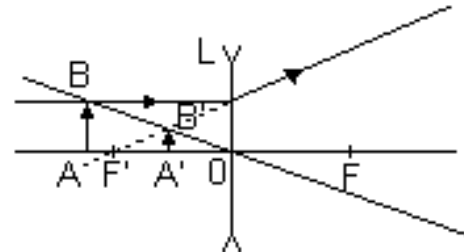
A'B' image virtuelle $p \text{ et } p' < 0$



AB objet virtuel

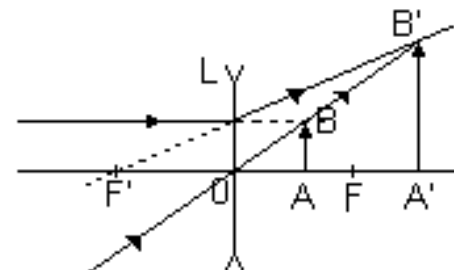
A'B' image réelle $p \text{ et } p' > 0$

LENTILLE DIVERGENTE



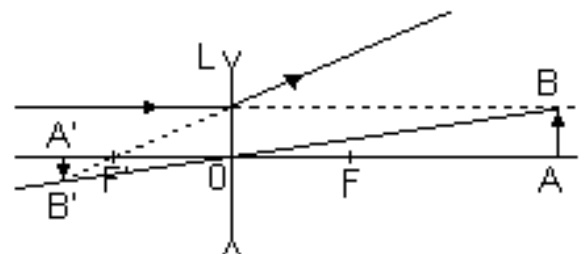
AB objet réel

A'B' image virtuelle $p \text{ et } p' < 0$



AB objet virtuel

A'B' image réelle $p \text{ et } p' > 0$



AB objet virtuel

A'B' image virtuelle $p > 0; p' < 0$