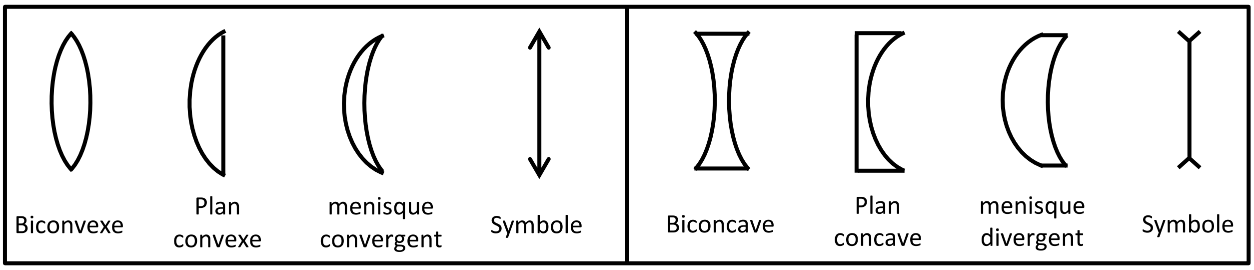
CHAPITRE 5
LES LENTILLES

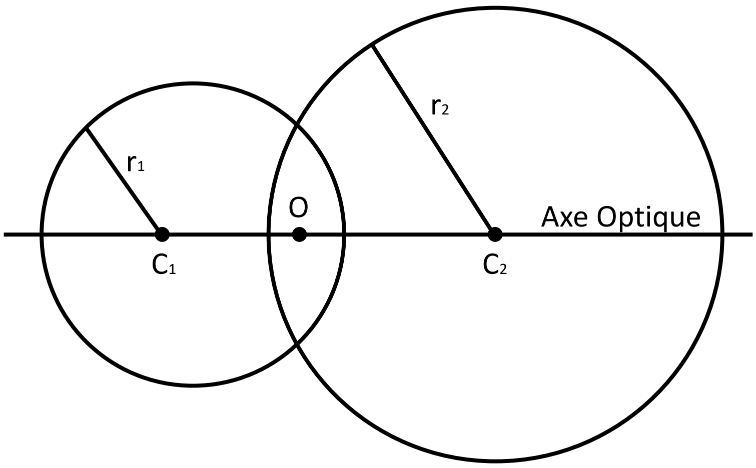
1 – Définition

On appelle lentille tout milieu transparent, en général de verre ou du plexi, limité par deux calottes sphériques de rayons « $\mathbf{r_1}$ » et « $\mathbf{r_2}$ » ou une calotte et un plan.

La droite joignant les centres « $\mathbf{C_1}$ » et « $\mathbf{C_2}$ » de ces calottes est l'**axe optique** de la lentille. Si les rayons des deux calottes sont égaux, le centre de la lentille est son centre optique « **O** ».

Si la lentille est plus mince aux bords qu'au milieu elle est « **convergente** », sinon elle est « **divergente** ».





2 – Conditions pour obtenir des images nettes

Les lentilles donnent des objets éloignés et des images floues. Cependant ces lentilles donnent des images nettes lorsqu'elles travaillent dans les conditions de l'approximation de Gauss qui sont :

a) La lentille doit-être de faible ouverture. Elle ne reçoit que des rayons centraux.

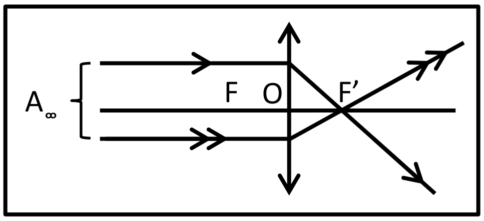
b) L'objet doit avoir de petites dimensions et n'envoie sur la lentille qu'un faisceau de rayons faiblement inclinés : on dit alors que l'on travaille avec des rayons paraxiaux.

3 – les lentilles convergentes

- **Propriété d'une lentille convergente :** Une lentille convergente dévie, vers son axe principal, tout rayon qui la traverse.
- **L'axe principal :** C'est la droite qui passe par les deux centres des faces sphériques dans le cas d'une lentille biconcave ou biconvexe. Ou c'est la droite qui passe par le centre de face sphérique et perpendiculaire à la face plane.
- **Le Centre Optique « O » :** C'est le point d'intersection de l'axe principal et du plan de la lentille.
- **Propriété du centre optique :** Tout rayon passant par le centre optique d'une lentille (convergente ou divergente) ne subit aucune déviation en traversant la lentille.
- **Axe secondaire :** C'est tout axe, autre que l'axe principal, passant par le centre optique d'une lentille. Un tel axe ne subit aucune déviation en traversant la lentille.

4 – Foyers principaux

a) Foyer principal image :



Faisons tomber sur une lentille convergente un faisceau lumineux parallèle à l'axe principal.

La lentille le transforme en un faisceau convergent passant par le point « **F'** » de l'axe principal, appelé **foyer principal image** de la lentille.

Retournant la lentille face pour face, la distance de « **F'** » ne change pas. Le foyer image « **F'** » est l'image de l'objet « **A** » qui est situé à l'infini sur l'axe optique.

La distance « **OF'** » est la distance focale image de la lentille, elle est constante et indépendante de la face qui reçoit la lumière.

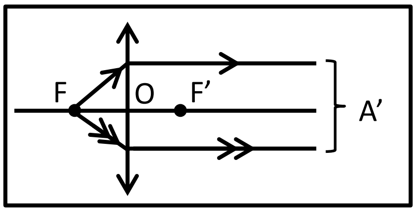
<u>Conclusion :</u> Tout rayon incident parallèle à l'axe principal d'une lentille convergente émerge en passant par son foyer principal image.

b) <u>Foyer principal objet :</u>

Plaçons sur l'axe principal d'une lentille convergente un point lumineux S.

Pour une position « **F** » déterminée de S, le faisceau sortant est parallèle à l'axe principal.

Le point « **F** » est le **foyer principal objet** de la lentille. Il est symétrique au foyer principal image « **F'** »par rapport au centre optique de la lentille.



Retournant la lentille face pour face, la position du foyer objet « F » ne change pas. Le point « F » et son image « A' » située à l'infini sur l'axe optique sont dits points conjugués.

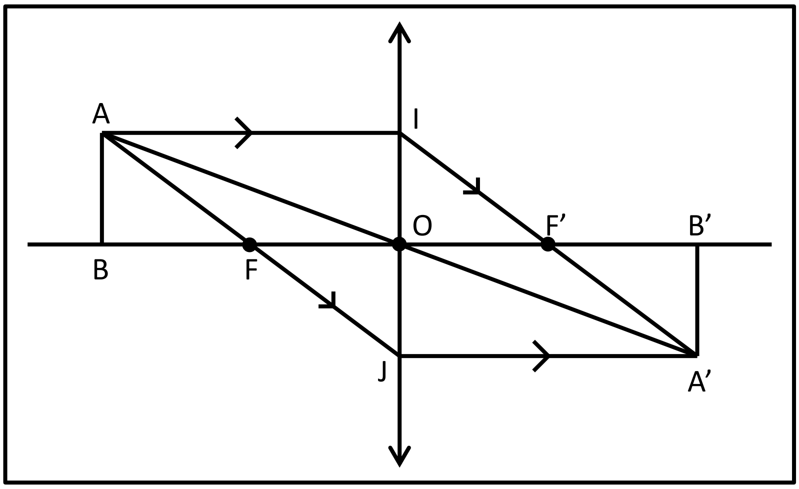
<u>Conclusion :</u> Tout rayon incident passant par le foyer principal objet « F » de la lentille émerge parallèle à l'axe principal.

5 – Formules des lentilles convergentes

Les formules sont des relations entre les positions et les dimensions de l'objet et de son image. Il y a deux formules et varient l'origine choisie.

- **<u>Sur l'axe principal :</u>** le sens positif est celui de la propagation de la lumière.
- **<u>Sur les segments perpendiculaires à l'axe principal :</u>** Le sens positif est le sens ascendant.

Prenons la construction de l'image d'un objet perpendiculaire à l'axe principal.



On a : $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OB'}}{\overline{OB}}$ et $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{IO}} = \frac{\overline{F'B'}}{\overline{F'O}} \Rightarrow \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{F'B'}}{\overline{F'O}}$

Formules de Descartes

a) Formule de grandissement :

Le grandissement est le rapport des segments « **A'B'** » et « **AB** ».

$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ mais $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OB'}}{\overline{OB}}$ donc $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OB'}}{\overline{OB}}$

Posons : $\overline{OB'} = P'$ et $\overline{BO} = P$ donc $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{P'}{P}$

Si $\gamma > 0$, donc l'image est droite par rapport à l'objet.

Si $\gamma < 0$, donc l'image est renversée par rapport à l'objet.

b) Formule de position :

On sait que : $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OB'}}{\overline{OB}}$ et $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{IO}} = \frac{\overline{F'B'}}{\overline{F'O}}$ donc $\frac{\overline{OB'}}{\overline{OB}} = \frac{\overline{F'B'}}{\overline{F'O}}$

On a : $F'B' = F'O + OB'$ donc on peut écrire : $\frac{\overline{OB'}}{\overline{OB}} = \frac{\overline{F'O + OB'}}{\overline{F'O}}$

et $\overline{OB'} \times \overline{F'O} = \overline{OB} \times \overline{F'O} + \overline{OB} \times \overline{OB'}$

Divisons les deux nombres par : $\overline{OB'} \times \overline{OB} \times \overline{OF'}$, on aura :

$$\frac{\overline{OB'} \times \overline{F'O}}{\overline{OB'} \times \overline{OB} \times \overline{OF'}} = \frac{\overline{OB} \times \overline{F'O}}{\overline{OB'} \times \overline{OB} \times \overline{OF'}} + \frac{\overline{OB} \times \overline{OB'}}{\overline{OB'} \times \overline{OB} \times \overline{OF'}}$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{\overline{OB}} = -\frac{1}{\overline{OB'}} + \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \frac{1}{\overline{OB'}} - \frac{1}{\overline{OB}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \; ou \; \frac{1}{P} + \frac{1}{P'} = \frac{1}{f} \; avec \; \overline{OF'} = f \Rightarrow P' = \frac{P \times f}{P - f}$$

N.B. :

Pour la formule : $\frac{1}{P} + \frac{1}{P'} = \frac{1}{f}$ il faut supposer que :			Pour la formule : $\frac{1}{\overline{OB'}} - \frac{1}{\overline{OB}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$ il faut supposer que :		
$P > 0$	$\Rightarrow$	Objet réel	$\overline{OB} > 0$	$\Rightarrow$	Objet virtuel
$P < 0$	$\Rightarrow$	Objet virtuel	$\overline{OB} < 0$	$\Rightarrow$	Objet réel
$P' > 0$	$\Rightarrow$	Image réelle	$\overline{OB'} > 0$	$\Rightarrow$	Image réelle
$P' < 0$	$\Rightarrow$	Image virtuelle	$\overline{OB'} < 0$	$\Rightarrow$	Image virtuelle
$F > 0$	toujours				

6 – Exercices

Exercice 1 :
Un objet réel AB de 2cm est situé à une distance de 18cm d'une lentille mince convergente de foyer F=12cm perpendiculaire à l'axe optique.

a) Calculer la position de l'image.
b) Trouver la nature de l'image.
c) Calculer la grandeur de l'image.

Exercice 2 :
Un objet est placé à 12cm d'une lentille convergente, donne une image virtuelle à 8cm de la lentille. Calculer la distance focale de cette lentille.

Exercice 3 :
Une lentille convergente ayant une distance focale de 10cm, sachant que l'objet se trouve à une distance de 20cm de la lentille.

a) Calculer la position de l'image.
b) Trouver la nature de l'image.
c) Si l'objet a une mesure de 1,5cm, calculer la grandeur de l'image.

Exercice 4 :
Un objet virtuel se trouve à 15cm d'une lentille convergente de distance focale 10cm.

a) Calculer la position de l'image.
b) Préciser la nature de l'image.
c) Calculer la grandeur de l'image sachant que la grandeur de l'objet est 2cm.

Exercice 5 :
Un objet virtuel se situe à 17cm d'une lentille convergente. Sachant que la distance focale de cette lentille est 15cm, calculer :

a) La position de l'image.
b) La nature de l'image.
c) Si la grandeur de l'objet est 4cm, calculer celle de l'image.