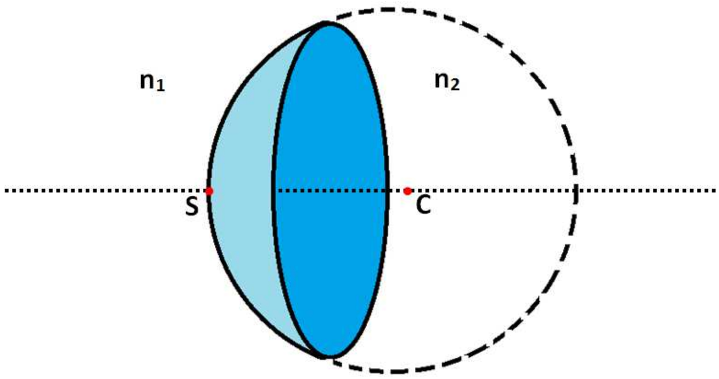
4- LE DIOPTRE SPHERIQUE :

C’est un dioptre qui a la forme d’une calotte sphérique. Il est caractérisé par son sommet et son centre. Le dioptre sphérique est un système optique centré.



C : centre.
S : sommet.

Fig : 4-1.

4-1 Dioptre sphérique convexe et concave :

- Un dioptre sphérique est convexe si la lumière passe d’abord par le sommet ensuite par le centre (c-à-d : si $\overline{SC} > 0$).
- Un dioptre sphérique est concave si la lumière passe d’abord par le centre ensuite par le sommet (c-à-d : si $\overline{SC} < 0$).

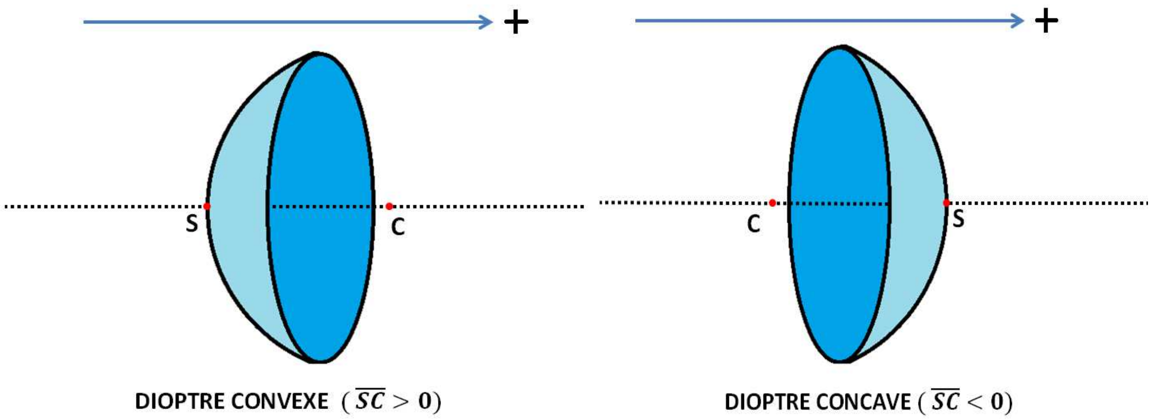
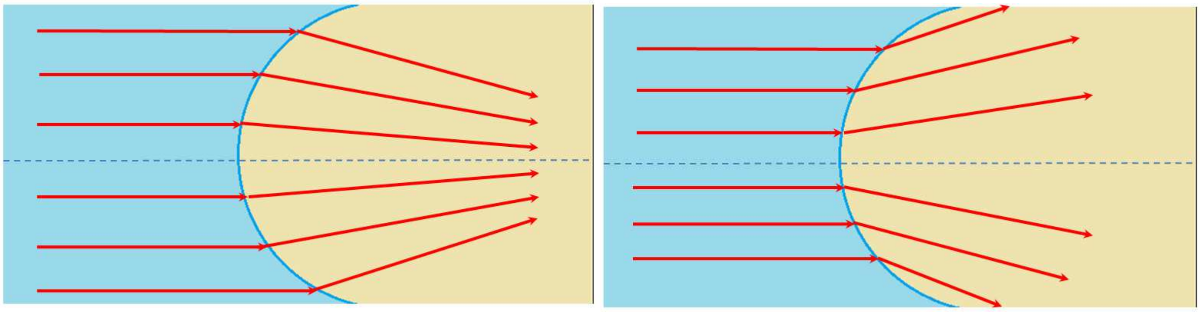


Fig : 4-2.

4-1 Dioptre sphérique convergent et divergent :

- Un dioptre sphérique (ou tout système optique centré) est convergent s'il fait converger les rayons incidents, c.-à-d. : s'il rapproche les rayons incidents de l'axe optique.
- Un dioptre sphérique (ou tout système optique centré) est divergent s'il fait diverger les rayons incidents, c.-à-d. : s'il éloigne les rayons incidents de l'axe optique.



DIOPTRE CONVERGENT

DIOPTRE DIVERGENT

Fig : 4-3.

4-2 Rayons particuliers :

Il existe des rayons particuliers et qui ne sont pas déviés par le dioptre sphérique. Ce sont les rayons qui passent par le centre du dioptre.

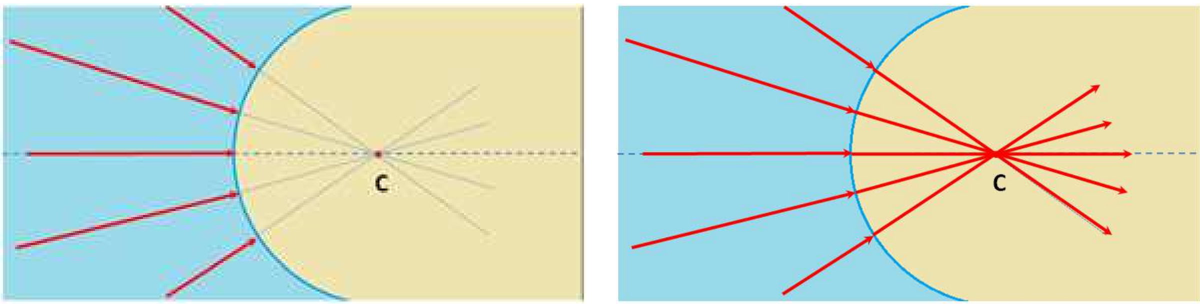
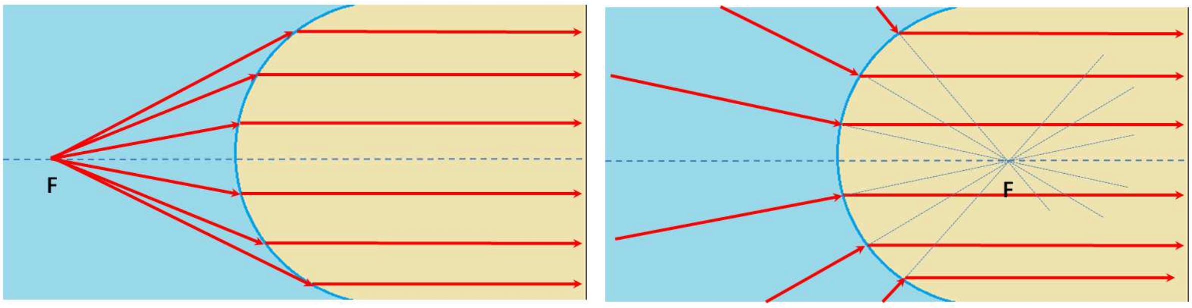


Fig 4-4 : Tout rayon qui passe par le centre C du dioptre, n'est pas dévié.

4-3 FOYER OBJET (F):

C'est la position d'un objet dont l'image est située à l'infini.
Le foyer objet est réel s'il est situé dans l'espace objet, sinon il est virtuel.



Foyer objet réel

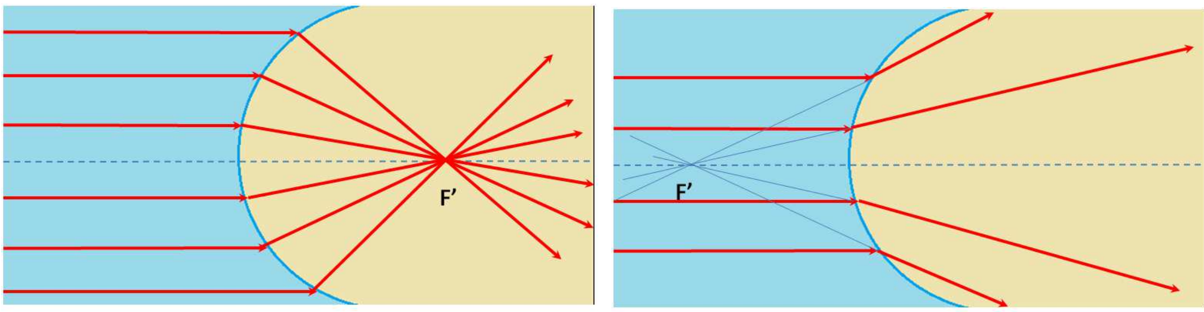
Foyer objet virtuel

Fig 4-5

4-4 FOYER IMAGE (F'):

C'est la position de l'image d'un objet situé à l'infini.

Le foyer image est réel s'il est situé dans l'espace image, sinon il est virtuel.



Foyer image réel

Foyer image virtuel

Fig 4-6

4-5 CONSTRUCTION GEOMETRIQUE DE L'IMAGE D'UN OBJET :

Pour construire géométriquement l'image d'un objet on a besoin d'au moins deux rayons. Cette construction doit obéir aux règles suivantes :

1- Un rayon qui passe par le centre C n'est pas dévié.
2- Un rayon parallèle à l'axe optique passe par F'.
3- Un rayon qui passe par F devient parallèle à l'axe optique.

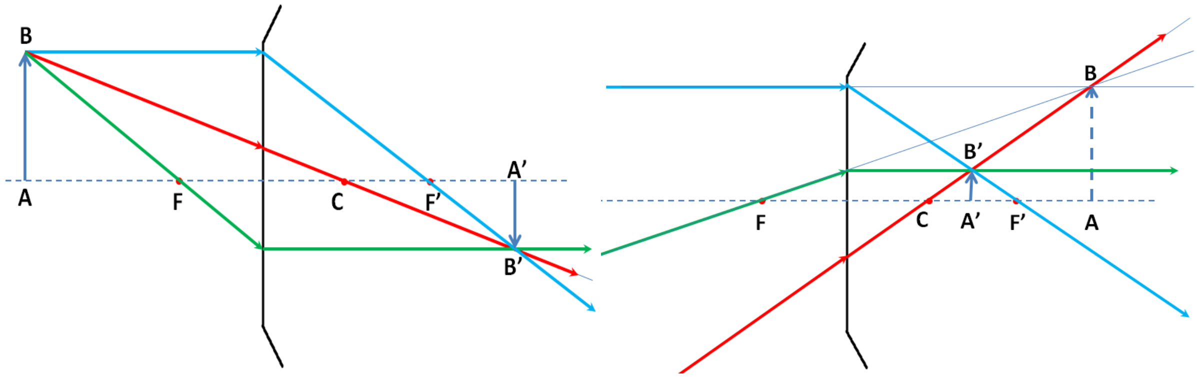


Fig. 4-7: quelques exemples de constructions géométriques.

4-6 RELATION DE CONJUGAISON :

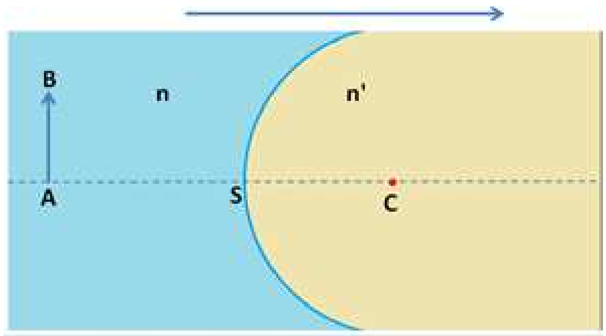


Fig 4-8

La relation de conjugaison du dioptre sphérique est donnée par la relation suivante :

$$\frac{\boldsymbol{n'}}{\overline{\boldsymbol{SA'}}} - \frac{\boldsymbol{n}}{\overline{\boldsymbol{SA}}} = \frac{\boldsymbol{n'} - \boldsymbol{n}}{\overline{\boldsymbol{SC}}} = \boldsymbol{v} \qquad (\mathbf{4-1})$$

4-7 LA VERGENCE :

Le terme :

$$\boldsymbol{v} = \frac{\boldsymbol{n'} - \boldsymbol{n}}{\overline{\boldsymbol{SC}}} \qquad (\mathbf{4-2})$$

est appelé la vergence du dioptre, c'est une grandeur algébrique, et elle traduit la capacité du système optique à faire converger les rayons de lumière.

Son unité est le m^{-1}, qui est aussi appelé la dioptrie son symbole est δ.

$$1\delta = 1m^{-1}$$

- $\boldsymbol{v} > 0 \rightarrow$ *le dioptre est convergent.*
- $\boldsymbol{v} < 0 \rightarrow$ *le dioptre est divergent.*

4-8 FOYERS OBJET ET IMAGE :

$$\overline{SF} = \frac{n}{n - n'}\,\overline{SC} \qquad (4-3)$$

$$\overline{SF'} = \frac{n'}{n' - n}\,\overline{SC} \qquad (4-4)$$

- $\overline{SF'} > 0$ et $\overline{SF} < 0 \rightarrow$ le dioptre est convergent.
- $\overline{SF'} < 0$ et $\overline{SF} > 0 \rightarrow$ le dioptre est divergent.

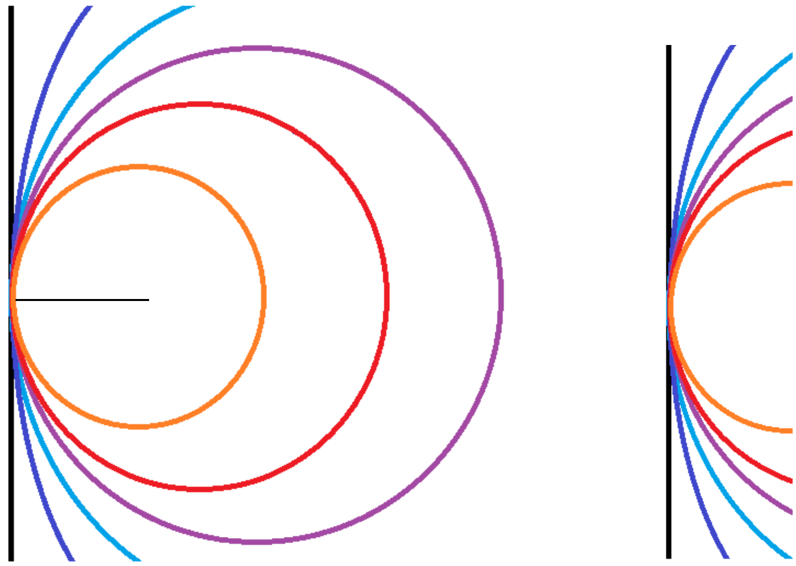
4-9 LE GRANDISSEMENT :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{n\ \overline{SA'}}{n'\ \overline{SA}} \qquad (4-5)$$

- $\gamma > 0 \qquad l'image\ est\ droite$
- $\gamma < 0 \qquad l'image\ est\ inversée\ (renversée)$
- $|\gamma| > 1 \rightarrow\ l'image\ est\ plus\ grande\ que\ l'objet.$
- $|\gamma| < 1 \rightarrow\ l'image\ est\ plus\ petite\ que\ l'objet.$

REMARQUE :

Le dioptre plan peut être considéré comme un dioptre sphérique de rayon de courbure SC infini.



5- LES LENTILLES :

Une lentille est un milieu limité par deux dioptres, au moins un des deux dioptres est sphérique, c.-à-d. les deux peuvent être sphériques ou l'un est sphérique et l'autre est plan (on les nomme souvent lentilles sphériques).

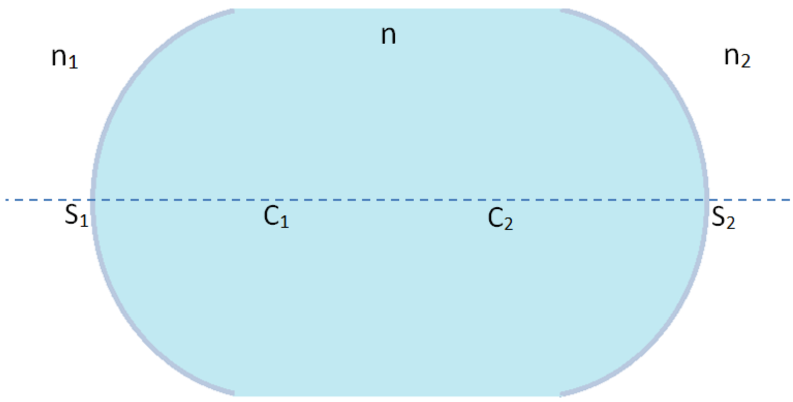


Fig : 5-1

Dans le cas général, $n_1 \neq n_2$. Dans ce cours on considèrera uniquement le cas où : $n_1 = n_2$.

Donc dans le cas où $n_1 = n_2$, la lentille sera entourée par un seul milieu, Fig. 5-2.

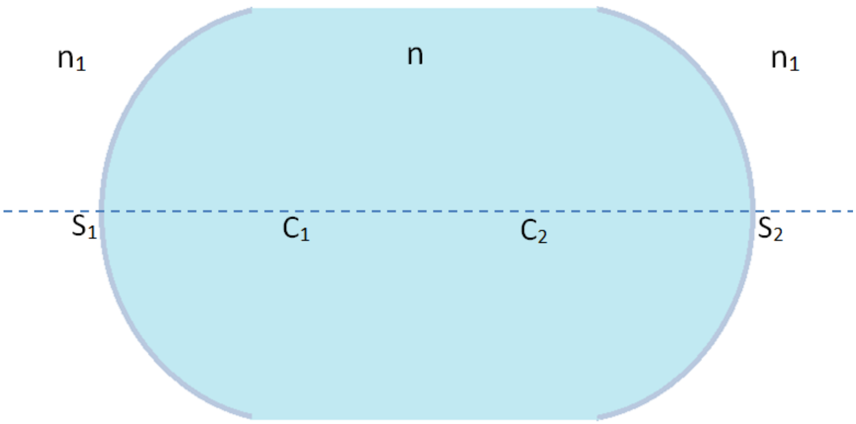


Fig. 5-2.

5-1 CENTRE OPTIQUE :

Si le rayon incident et le rayon émergent de la lentille sont parallèles, alors le point d'intersection du rayon réfracté à l'intérieur de la lentille avec l'axe optique est appelé centre optique de la lentille.

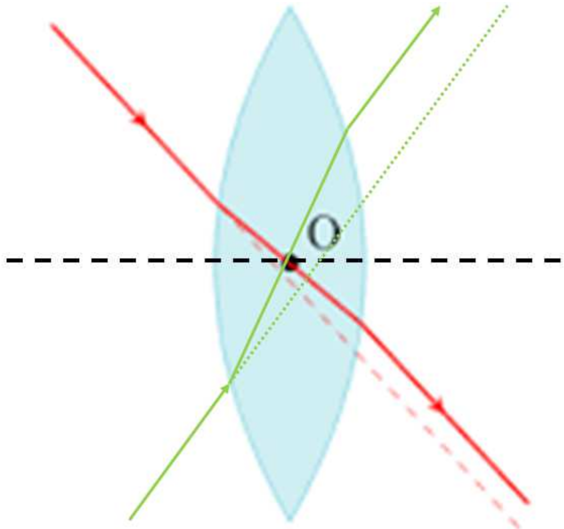
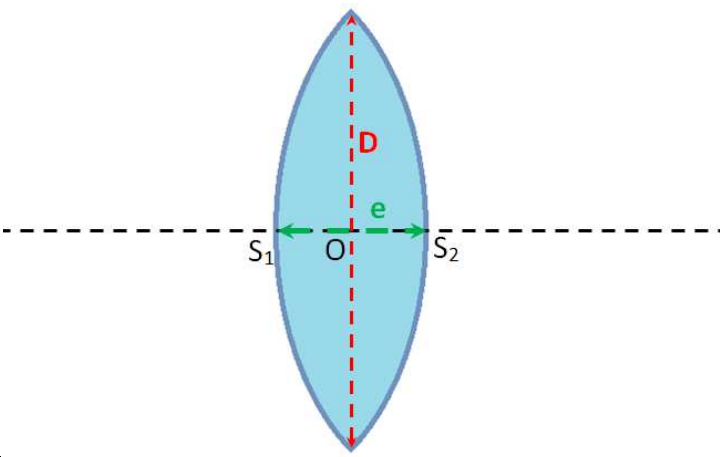


Fig. 5-3 : le point O est le centre optique de cette lentille.

5-2 LA LENTILLE MINCE :

Une lentille est mince si son diamètre (D) est très grand devant son épaisseur (e) :

Si : e << D , alors on peut considérer que : $S_1 \equiv S_2 \equiv O$



O est l'origine des distances.

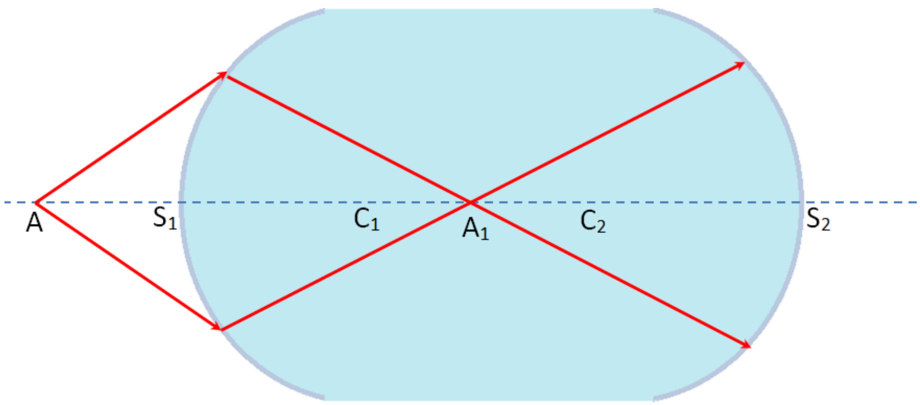
Fig. 5-4.

5-3 LA RELATION DE CONJUGAISON :

Pour établir la relation de conjugaison de la lentille qui est un système optique composé (deux dioptres), on procède par étape :

On considère d'abord le premier dioptre tout seul et on écrit la relation de conjugaison entre les positions de l'objet A et de son image A_1 que lui donne le premier dioptre :

$$\frac{n}{\overline{S_1A_1}} - \frac{n_1}{\overline{S_1A}} = \frac{n - n_1}{\overline{S_1C_1}} \qquad (5-1)$$

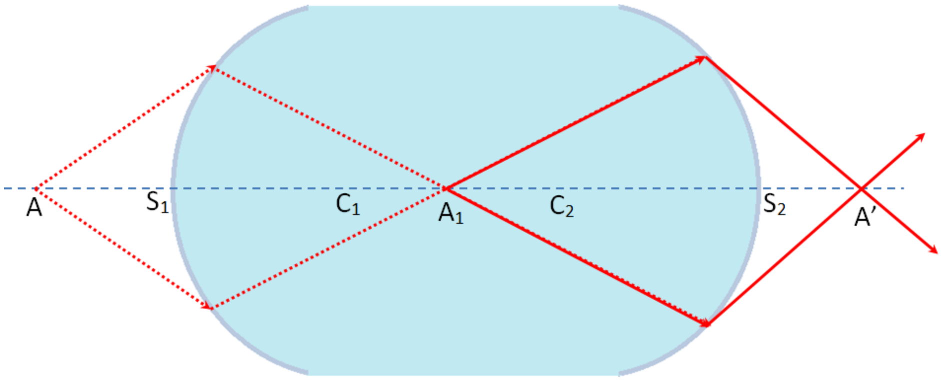


A_1 : image de A par rapport au 1er dioptre

Fig. 5-5

Ensuite on considère cette image A_1 comme objet par rapport au deuxième dioptre, et on établit la relation de conjugaison entre la position de A_1 par rapport au deuxième dioptre et celle de son image A' toujours par rapport au deuxième dioptre :

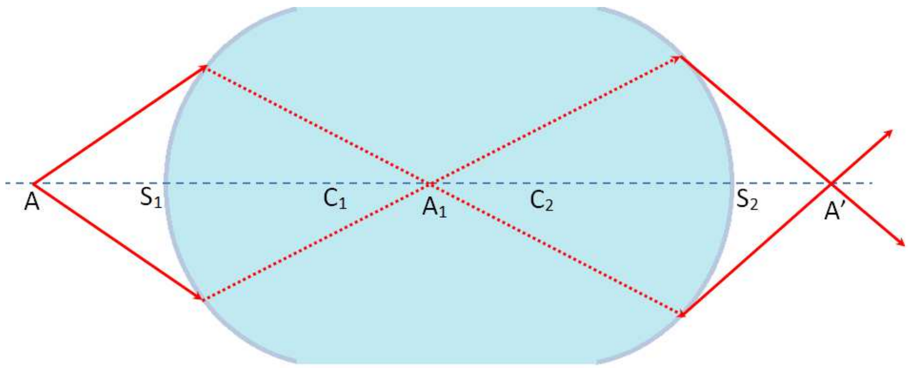
$$\frac{n_1}{\overline{S_2A'}} - \frac{n}{\overline{S_2A_1}} = \frac{n_1 - n}{\overline{S_2C_2}} \qquad (5-2)$$



A$_1$: objet par rapport au 2ème dioptre.

A' : image de A$_1$ par rapport au 2ème dioptre.

Fig. 5-6



A' : image de A par rapport à tout le système optique

Fig. 5-7

En combinant les deux relations (5-1) et (5-2), et sachant que : $S_1 \equiv S_2 \equiv O$, on obtient la relation de conjugaison de la lentille mince qui s'écrit :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \nu \quad : \qquad (5-3)$$

$$\nu = \left(\frac{n}{n_1} - 1\right)\left[\frac{1}{\overline{R_1}} - \frac{1}{\overline{R_2}}\right] \qquad (5-4)$$

$\boldsymbol{\nu}$: vergence de la lentille.

$\overline{R_1} = \overline{S_1C_1}$

$\overline{R_2} = \overline{S_2C_2}$,

R$_1$ et R$_2$ sont les rayons de courbures des deux faces (dioptres) de la lentille.

Remarque : dans le cas où la lentille est entourée d'air :

$$n_1 = 1 \rightarrow \ \nu = (n-1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right] \qquad (5-5)$$

FOYERS :

Foyer objet : $\overline{OA} = \overline{OF}, \quad \overline{OA'} \rightarrow \infty$

$$\overline{OF} = -\frac{1}{\nu} \quad , \quad \nu = -\frac{1}{\overline{OF}} = \frac{1}{f} : \quad f = \overline{OF} \qquad (5-6)$$

Fig. 5-8

Foyer image : $\overline{OA'} = \overline{OF'}, \quad \overline{OA} \rightarrow \infty$

$$\overline{OF'} = \frac{1}{\nu} \quad , \quad \nu = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f'} : \quad f' = \overline{OF'} \qquad (5-7)$$

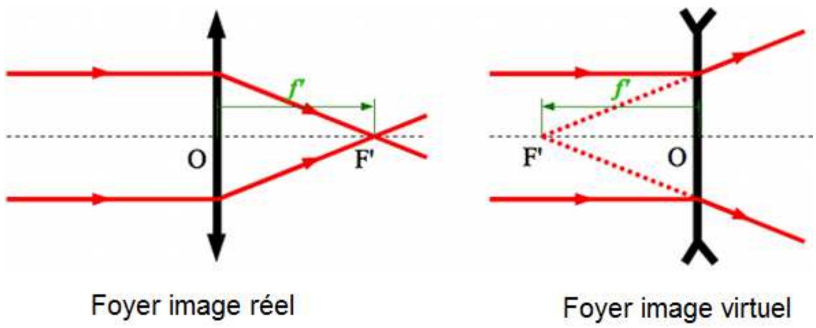


Fig. 5-9

Pour une lentille mince entourée d'air, on a : $\overline{\boldsymbol{OF'}} = -\overline{\boldsymbol{OF}}$ $\quad (\mathbf{5-8})$

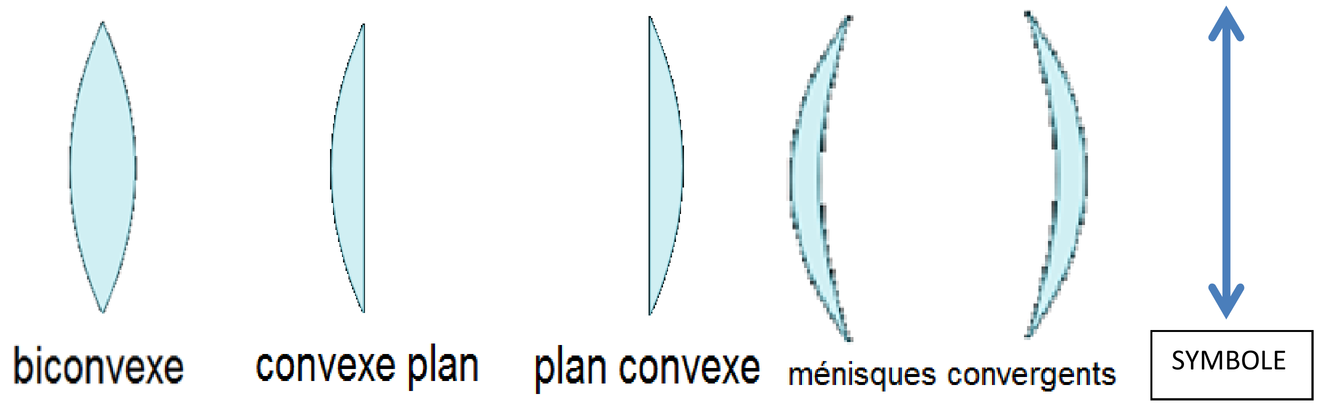
La lentille est convergente si : $\overline{\boldsymbol{OF'}} > \mathbf{0}$, $\overline{\boldsymbol{OF}} < \mathbf{0}$, $\boldsymbol{\nu} > \mathbf{0}$

La lentille est divergente si : $\overline{\boldsymbol{OF'}} < \mathbf{0}$, $\overline{\boldsymbol{OF}} > \mathbf{0}$, $\boldsymbol{\nu} < \mathbf{0}$

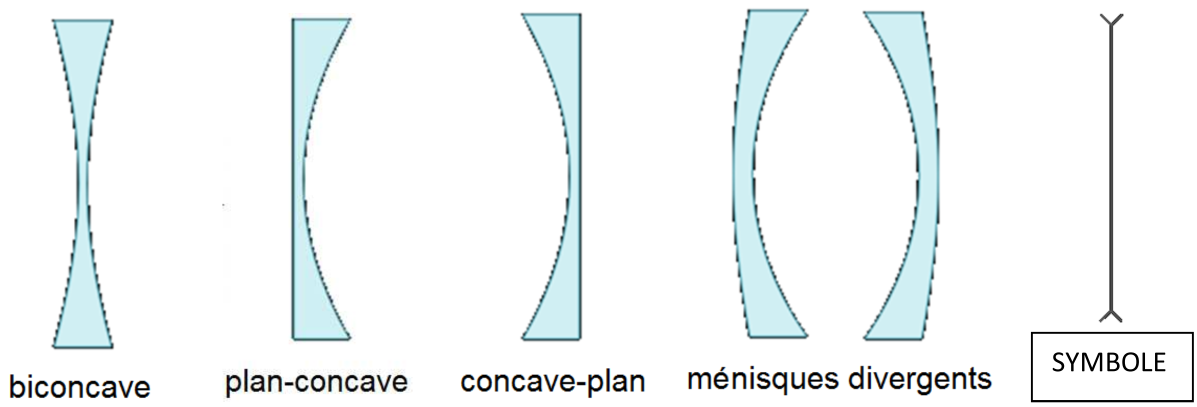
TYPES DE LENTILLES :

On distingue deux types de lentilles, celles à bords minces et celles à bords épais. Les premières sont convergentes, les secondes sont divergentes.

Lentilles à bord mince :



Lentilles à bord épais :



Variation de la vergence en fonction des rayons de courbures :

Cas de la lentille biconvexe : on a : $\overline{R_1} > 0 \; et \; \overline{R_2} < 0$ donc :

d'après la relation (5-4) ou (5-5) il résulte que :

- $\nu \uparrow \;\; si : \; R_1 \downarrow et \, R_2 \downarrow$
- $\nu \downarrow \;\; si : \; R_1 \uparrow et \, R_2 \uparrow$

- **La vergence de la lentille augmente si les rayons de courbures diminuent et vice versa.**

LE GRANDISSEMENT :

$$\boldsymbol{\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}} \qquad (\mathbf{5-9})$$

$\boldsymbol{\gamma} > 0 \qquad \boldsymbol{l'image\ est\ droite}$

$\boldsymbol{\gamma} < 0 \qquad \boldsymbol{l'image\ est\ invers\acute{e}e\ (renvers\acute{e}e)}$

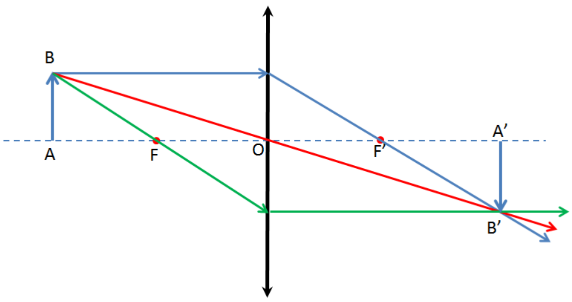
$|\boldsymbol{\gamma}| > 1 \rightarrow \;\; l'image\ est\ plus\ grande\ que\ l'objet.$

$|\boldsymbol{\gamma}| < 1 \rightarrow \;\; l'image\ est\ plus\ petite\ que\ l'objet.$

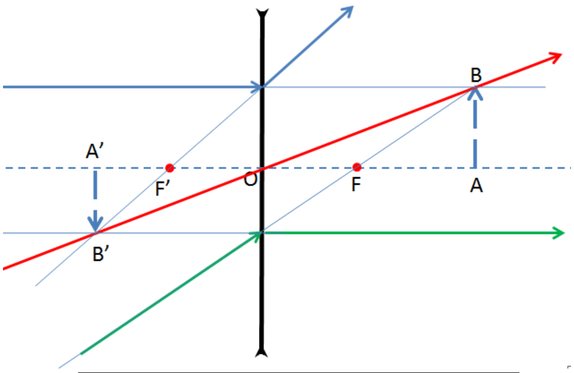
CONSTRUCTION GEOMETRIQUE :

Les règles de construction géométrique sont les suivantes :

- Le rayon qui passe par le centre optique de la lentille n'est pas dévié ;
- Le rayon qui arrive parallèlement à l'axe optique sur la lentille émerge en passant par F' ;
- Le rayon qui passe par F émerge parallèlement à l'axe optique.



Lentille convergente, objet réel, image réelle.



Lentille divergente, objet virtuel, image virtuelle.

Fig. 5-10 : quelques exemples de constructions géométriques.

LENTILLES ACCOLÉES :

Considérons deux lentilles L_1 et L_2 , de vergences ν_1 et ν_2. Si ces deux lentilles sont accolées de telle manière que : $\boldsymbol{O_1 \equiv O_2 \equiv O}$, alors ces deux lentilles sont équivalentes à une seule lentille L_{eq} dont la vergence est égale à la somme des vergences des deux lentilles :

$$\boldsymbol{\nu_{eq} = \nu_1 + \nu_2} \qquad (\mathbf{5-10})$$

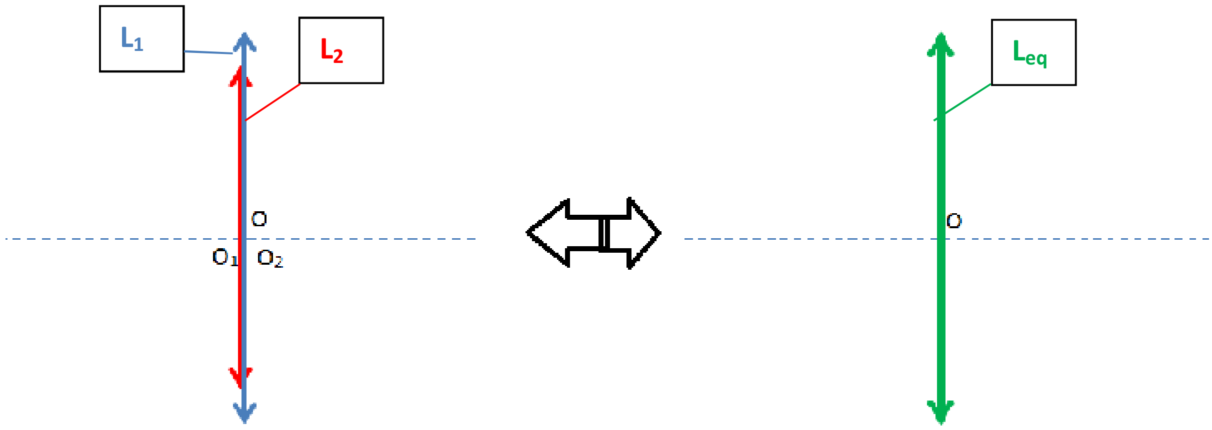


Fig. 5-11