

Module de Biophysique

OPTIQUE

GEOMETRIQUE

Pr. Boutheïna Boutabia-Chéraitia

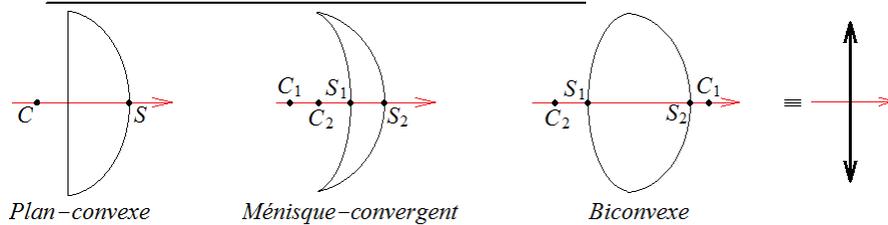
Faculté de Médecine d'Annaba

47 OPTIQUE GEOMETRIQUE Pr B. Boutabia-Chéraitia

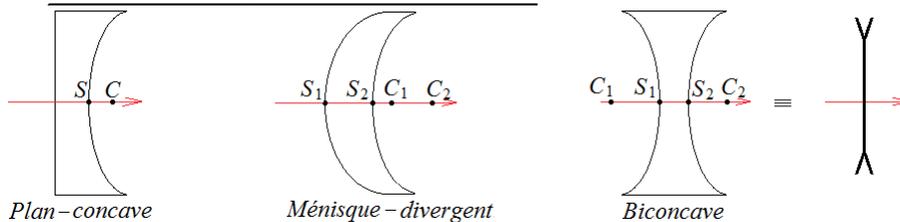
6- LES LENTILLES MINCES

Une lentille est un milieu homogène, transparent, d'indice n , limité par deux dioptries sphériques. On compte 2 sortes de lentilles minces:

↪ Lentilles convergentes à bords minces



↪ Lentilles divergentes à bords épais



48 OPTIQUE GEOMETRIQUE

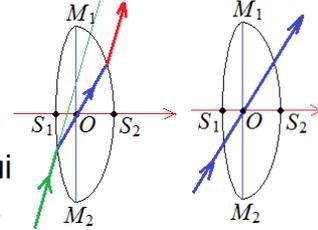
Pr B. Boutabia-Chéraitia

6-1- CENTRE OPTIQUE

M_1M_2 : diamètre d'ouverture de la lentille.

$\{O\} = M_1M_2 \cap$ axe optique.

O : centre optique de la lentille. Tout rayon qui passe par lui émerge // au rayon incident.



Lentille mince $\Rightarrow S_1$ et S_2 peuvent être considérés confondus en O .

6-2- FORMULE DE CONJUGAISON DE LA LENTILLE

Les lentilles sont utilisées dans l'approximation de Gauss.

O : origine des coordonnées.

$\hookrightarrow D_{1-n}$

$A : O.R \xrightarrow{D_{1-n}} A_1 : I.R$

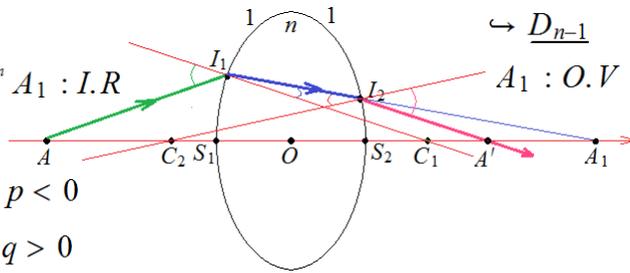
$\hookrightarrow D_{n-1}$

$A_1 : O.V \xrightarrow{D_{n-1}} A' : I.R$

On pose:

$\overline{OA} = p \quad p < 0$

$\overline{OA'} = q \quad q > 0$

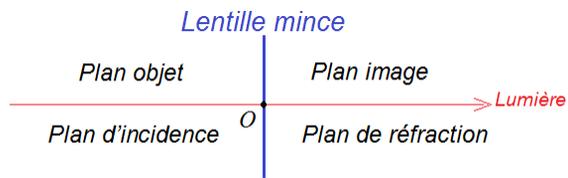


49 OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

On constate que:

- Objet $\begin{cases} \text{réel si } p < 0 \\ \text{virtuel si } p > 0 \end{cases}$
- Image $\begin{cases} \text{réelle si } q > 0 \\ \text{virtuelle si } q < 0 \end{cases}$



On démontre que pour une lentille mince d'origine O :

$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$: **formule de conjugaison** de la lentille mince ou **formule de Descartes**.

$R_1 = \overline{S_1C_1} \quad R_2 = \overline{S_2C_2}$

Démonstration:

$\hookrightarrow D_{1-n} \quad A : O.R \rightarrow A_1 : I.R$

$\overline{S_1A} = p ; \overline{S_1A_1} = q_1 \Rightarrow \frac{1}{p} - \frac{n}{q_1} = \frac{1-n}{R_1} \quad (1)$

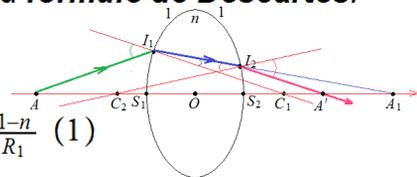
$\hookrightarrow D_{n-1} \quad A_1 : O.V \rightarrow A' : I.R$

$\overline{S_2A_1} = p' ; \overline{S_2A'} = q \Rightarrow \frac{n}{p'} - \frac{1}{q} = \frac{n-1}{R_2}$

$\overline{S_2A_1} = \overline{S_2S_1} + \overline{S_1A_1} \simeq \overline{S_1A_1} \Rightarrow p' \simeq q_1$

$\Rightarrow \frac{n}{q_1} - \frac{1}{q} = \frac{n-1}{R_2} \quad (2)$

$\overline{S_2S_1} \simeq 0$



50 OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

$$\hookrightarrow (1) + (2) : \frac{1}{p} - \frac{1}{q} = (n-1) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$$

$$p = \overline{S_1A} \approx \overline{OA} \quad q = \overline{S_2A'} \approx \overline{OA'}$$

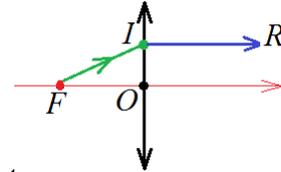
6-3- FOYER OBJET DE LA LENTILLE

F : foyer objet ou point focal objet.
C'est le point objet dont l'image se trouve à l' $\infty \Rightarrow$ rayon réfracté // axe optique.

On pose: $\overline{OF} = f$: distance focale objet.

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

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) : \text{formule de l'opticien.}$$

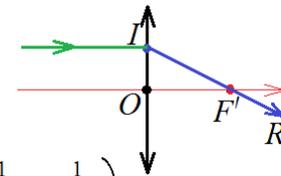


6-4- FOYER IMAGE DE LA LENTILLE

F' : foyer image ou point focal image.
C'est le point image dont l'objet se trouve à l' $\infty \Rightarrow$ rayon incident // axe optique.

On pose: $\overline{OF'} = f'$: distance focale image.

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{q} = (n-1) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \Rightarrow \frac{1}{f'} = -(n-1) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$$



51 OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

Remarques:

$$\hookrightarrow \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \Rightarrow \frac{1}{p} - \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\hookrightarrow \frac{1}{f'} = -(n-1) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \Rightarrow \frac{1}{q} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}$$

$\hookrightarrow f' = -f \Rightarrow F$ et F' symétriques par rapport à O .

6-5- CONVERGENCE D'UNE LENTILLE

Une lentille est convergente si ses foyers sont réels $\Rightarrow f < 0$ et $f' > 0$

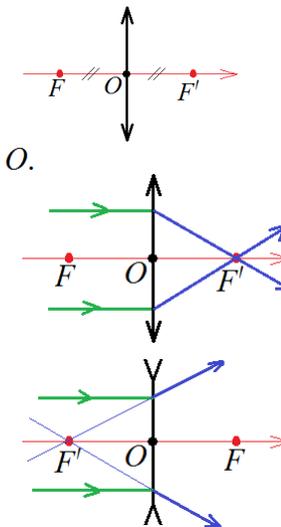
6-6- DIVERGENCE D'UNE LENTILLE

Une lentille est divergente si ses foyers sont virtuels $\Rightarrow f > 0$ et $f' < 0$

6-7- PUISSANCE - ou VERGENCE - D'UNE LENTILLE

$$V = \frac{1}{f'} \Rightarrow V = \frac{1}{q} - \frac{1}{p} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = -\frac{1}{f}$$

$$[V] = \delta$$



52 OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

Remarque

La puissance D d'un système optique composé de deux systèmes de puissances respectives D_1 et D_2 , distants de d et séparés par un milieu d'indice n_0 , s'écrit:

$$D = D_1 + D_2 - \frac{d}{n_0} D_1 D_2$$

Par conséquent:

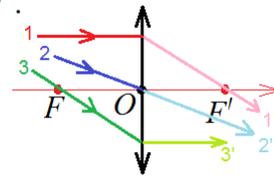
$$\hookrightarrow \text{Lentille mince} = D_{1-n} + D_{n-1} \Rightarrow V = \frac{n-1}{R_1} + \frac{1-n}{R_2} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\hookrightarrow \text{Lentilles accolées} \Rightarrow V = V_1 + V_2 + \dots$$

6-8- CONSTRUCTION DE L'IMAGE

3 rayons principaux:

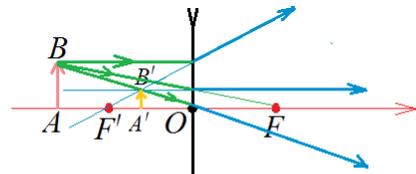
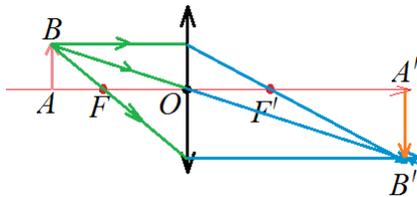
- Incident // à l'axe optique sort en passant par F' .
- incident qui passe par O sort sans être dévié.
- Incident qui passe par F sort // à l'axe optique.



53 OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

Exemples

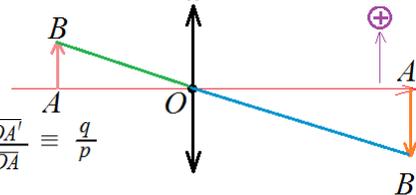


6-9- GRANDISSEMENT DE LA LENTILLE

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

$$\widehat{OAB} \text{ et } \widehat{OA'B'} \text{ semblables} \Rightarrow \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \equiv \frac{q}{p}$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{q}{p}$$



- * Si $\gamma < 0 \Rightarrow AB$ et $A'B'$ l'un droit et l'autre renversé.
- * Si $\gamma > 0 \Rightarrow AB$ et $A'B'$ tous deux droits ou tous deux renversés.
- * Si $|\gamma| > 1 \Rightarrow A'B'$ plus grande que AB .
- * Si $|\gamma| < 1 \Rightarrow A'B'$ plus petite que AB .

54

OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

Exercice 10

Une lentille biconvexe a un indice de réfraction de 1.5 et des rayons $R_1 = 0.2m$ et $R_2 = 0.3m$.

- 1) trouver sa distance focale.
- 2) Déterminer la position de l'image et le grandissement d'un objet placé à $0.2m$ en avant de la lentille. Faire la construction géométrique.

Considérer également le cas d'un objet placé à $0.4m$ en arrière de la lentille.

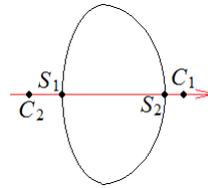
Réponses:

Lentille biconvexe $\Rightarrow R_1 = 0.2m$ et $R_2 = -0.3m$

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

$$\Rightarrow f' = 0.24m > 0 \Rightarrow \text{Lentille CV.}$$

$$2) \hookrightarrow p = -0.2m < 0 \Rightarrow O.R$$



55

OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

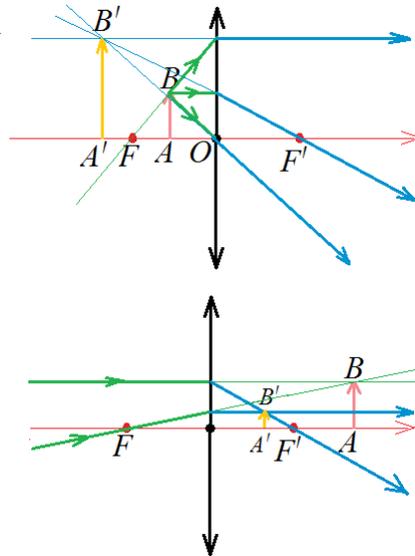
$$\frac{1}{q} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'} \Rightarrow q = -1.2m < 0 \Rightarrow I.V$$

$$\gamma = \frac{q}{p} = 6 \Rightarrow \text{image droite et plus grande que l'objet.}$$

$$\hookrightarrow p = 0.4m > 0 \Rightarrow O.V$$

$$\frac{1}{q} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'} \Rightarrow q = 0.13m > 0 \Rightarrow I.R$$

$$\gamma = \frac{q}{p} = 0.33 \Rightarrow \text{image droite et plus petite que l'objet.}$$



56

OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

Exercice 11:

On accole une lentille de vergence inconnue et une lentille de vergence -10.3δ . L'ensemble donne d'un objet réel une image réelle de même dimensions que lui et située à 76cm de l'objet. Calculer la vergence et la distance focale de la première lentille.

Réponses:

$$V = V_1 + V_2 \quad V_1 = ? \quad V_2 = -10.3\delta$$

$$\text{Objet réel} \Rightarrow p < 0 \quad \text{Image réelle} \Rightarrow q > 0$$

$$|\gamma| = 1 \quad \gamma = \frac{q}{p} \Rightarrow \gamma = -1$$

$$\overline{AA'} = 76\text{cm} = \overline{AO} + \overline{OA'} = -p + q$$

$$\begin{cases} \frac{q}{p} = -1 \\ q - p = 76\text{cm} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} p = -38\text{cm} \\ q = +38\text{cm} \end{cases}$$

$$\frac{1}{q} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{f'} = 5.2\delta \equiv V$$

$$V_1 = V - V_2 = 15.3\delta \Rightarrow f'_1 = \frac{1}{V_1} = 6.53\text{cm}$$

