

RAPPELS D'OPTIQUE GEOMETRIQUE .

Optique géométrique : étude des trajectoires des rayons lumineux (lignes d'énergie) .

Faisceau lumineux : ensemble de rayons lumineux indépendants .

Dans un milieu homogène et isotrope la lumière se propage en ligne droite .

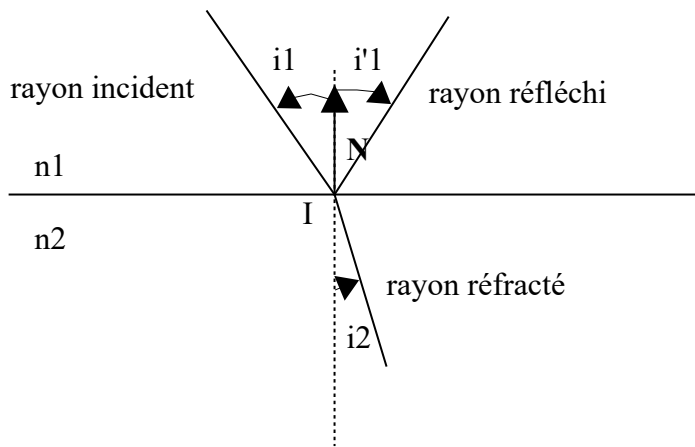
Dans un milieu non homogène : courbure des rayons lumineux dans le sens des indices croissants .

Lois de Snell-Descartes :

Dioptre : interface entre deux milieux d'indices différents .

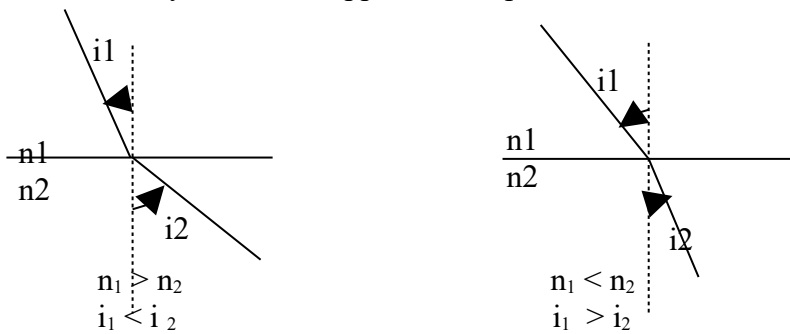
Plan d'incidence : défini par le rayon incident et la normale \vec{N} au dioptr au point I appelé point d'incidence .

→ Lois de Descartes de la réflexion et de la réfraction :



Réflexion : le rayon réfléchi appartient au plan d'incidence , $i'_1 = -i_1$

Réfraction : le rayon réfracté appartient au plan d'incidence , $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$



Le rayon situé dans le milieu le plus réfringent est celui qui est le plus proche de la normale .

→ Réfraction limite – réflexion totale :

si $n_1 < n_2$ – $i_1 > i_2$ $i_{1max} = 90^\circ$ $\sin i_{2max} = \frac{n_1}{n_2}$ le rayon réfracté existe toujours , i_{2max} représente l'angle de réfraction limite .

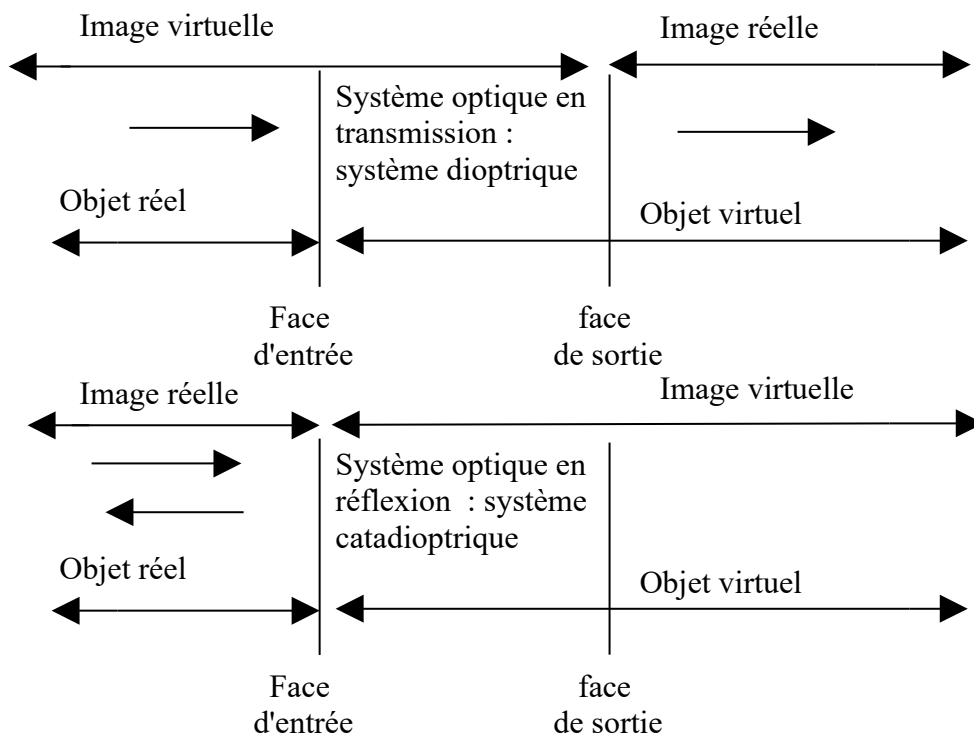
Si $n_1 > n_2$ $i_1 < i_2$ l'angle i_2 existe pour $\sin i_2 < 1$ $i_1 < i_{1max}$ tel que $\sin i_{1max} = \frac{n_2}{n_1}$

si $i_1 > i_{1max}$ il n'y a pas de rayon réfracté toute la lumière incidente est réfléchi : réflexion totale

Exemple : angle d'ouverture d'une fibre optique

Généralités sur les systèmes optiques :

→ Stigmatisme -aplanétisme :



Système optique : ensemble de milieux transparents séparés par des dioptrés ou (et) des miroirs.

Stigmatisme rigoureux : un système optique est rigoureusement stigmatique pour un couple de points (A , A') , si tout rayon passant par le point objet A passe par le point A' après traversée du système optique . A' est l'image de A à travers le système optique ou A et A' sont conjugués .

Aplanétisme :

Soit un système optique admettant un axe de symétrie : système optique centré , l'axe de symétrie s'appelle l'axe optique .

Ce système est aplanétique si tout objet AB plan orthogonal à l'axe optique admet une image plane $A'B'$ orthogonale à l'axe optique .

→ Systèmes centrés dans le cadre de l'approximation de Gauss :

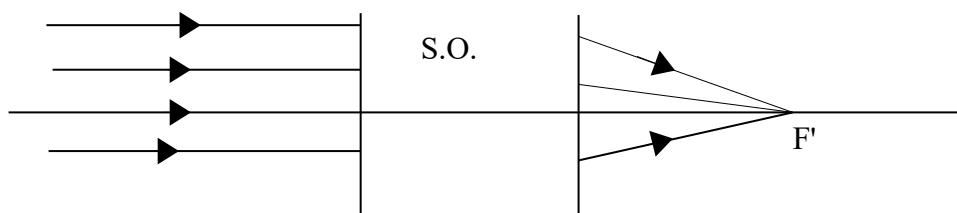
Système centré:système possédant un axe de révolution appelé axe optique .

Approximation (conditions) de Gauss : cas de rayons faiblement inclinés sur l'axe optique (rayons paraxiaux) .

Dans le cadre de l'approximation de Gauss , les systèmes centrés sont stigmatiques et aplanétiques de manière approchée .

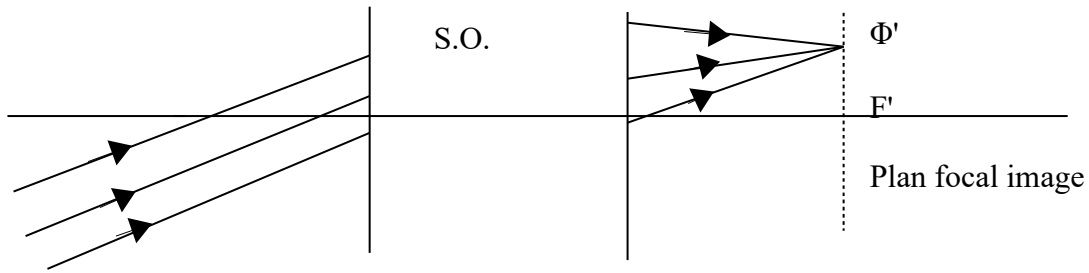
→ Eléments cardinaux d'un système optique :

- Foyer image F' :



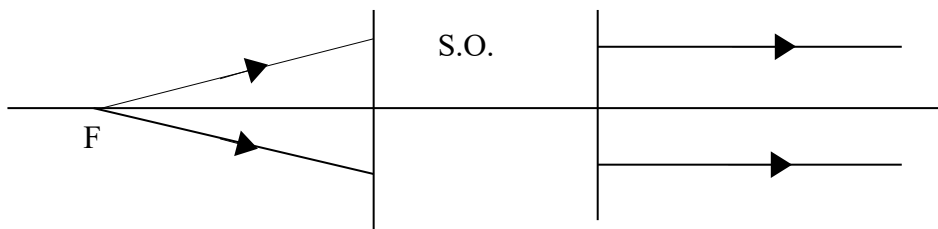
F' est l'image d'un point objet situé à l'infini sur l'axe optique .

- Plan focal image : c'est le plan orthogonal à l'axe optique et passant par le foyer image F' du système optique .



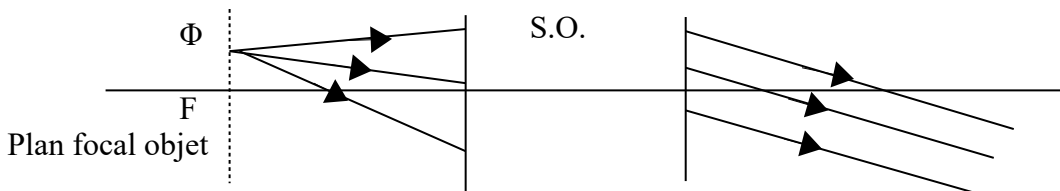
F' = foyer image secondaire . C'est l'image d'un point objet à l'infini en dehors de l'axe optique .

- Foyer objet F :



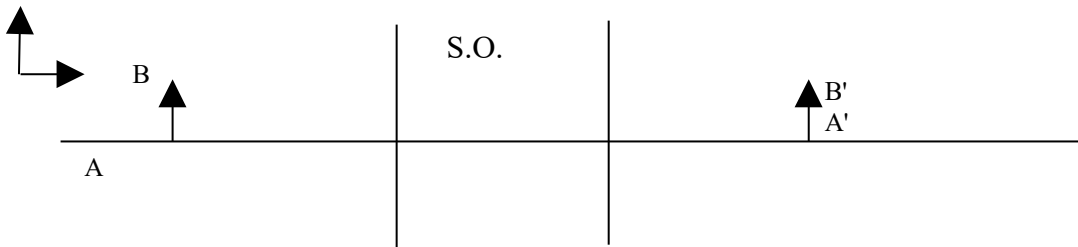
L'image du foyer objet est un point à l'infini sur l'axe optique .

- Plan focal objet : c'est le plan orthogonal à l'axe optique passant par le foyer objet du système optique .



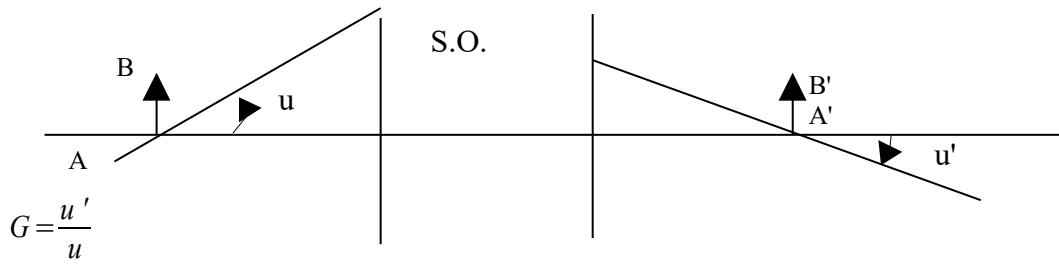
F = foyer objet secondaire . L'image d'un foyer objet est située à l'infini en dehors de l'axe optique .

- Grandissement transversal :



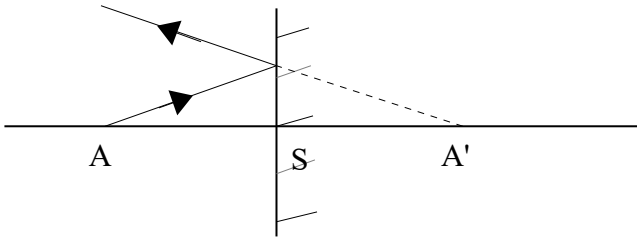
$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} \quad \gamma > 0 \text{ l'image est droite} \quad \gamma < 0 \text{ l'image est renversée}$$

- Grandissement angulaire :



Miroir plan :

Système afocal : les foyers sont rejetés à l'infini .



Rigoureusement stigmatique pour tous les points de l'axe .
Rigoureusement aplanétique .

$$\overline{SA'} = -\overline{SA}$$

$$\gamma = 1$$

Lentilles minces sphériques :

C'est une association de deux dioptries .

Une lentille est mince si $e = S_1S_2 \ll C_1S_1 \quad e \ll C_1C_2 \quad e \ll C_2S_2$

Lentilles à bords minces		
biconvexe	plan convexe	ménisque convergent

lentilles convergentes

Lentilles à bords épais		
biconcave	plan concave	ménisque divergent

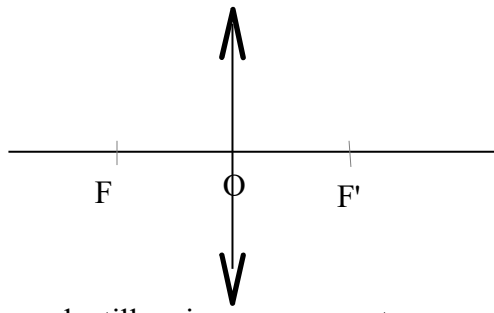
lentilles divergentes

Une lentille est stigmatique et aplanétique de manière approchée dans le cadre de l'approximation de Gauss (si on ne se trouve pas dans ce cas : aberrations géométriques) .

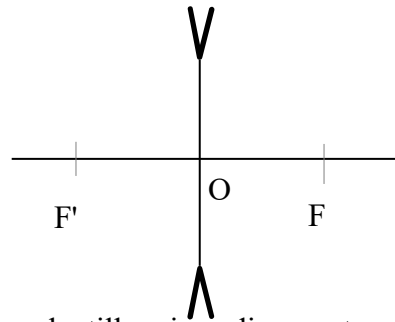
La distance focale d'une lentille d'indice n dans le cadre de l'approximation de Gauss est tq :

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad n \text{ donc } f \text{ dépend de la longueur d'onde d'où la présence d'aberrations}$$

chromatique qui peuvent être partiellement compensée .



lentille mince convergente



lentille mince divergente

$f = \overline{OF} = -f'$	distance focale objet	$f' = \overline{OF}'$	distance focale image
$V = \frac{1}{f'} = -\frac{1}{f}$	vergence		

→ Relations de conjugaison : relie la position de l'image A' d'un point objet A situé sur l'axe optique

Formules de Descartes :

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

Formules de Newton :

$$\overline{FA} \overline{F'A'} = ff' = -f'^2$$

→ Grandissement : permet de connaître la taille et le sens de l'image A' B' d'un objet AN plan et orthogonal à l'axe optique .

$\gamma = \frac{-f}{\overline{FA}} = \frac{-\overline{F'A'}}{f'}$	$\gamma = \frac{\overline{OA}'}{\overline{OA}}$
---	---

→ Doublet accolé : (L_1) lentille de centre O_1 et de distance focale image f'_1

(L_2) lentille de centre O_2 et de distance focale image f'_2

Le doublet étant accolé on peut considérer que $O = O_1 = O_2$

On considère A un point objet sur l'axe optique du système, A_1 l'image de A à travers (L_1) et A' l'image de A_1 à travers (L_2)

Les formules de Descartes donnent : $\frac{1}{\overline{OA}_1} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'_1}$ $\frac{1}{\overline{OA}'} - \frac{1}{\overline{OA}_1} = \frac{1}{f'_2}$

En additionnant les relations ci-dessus on obtient : $\frac{1}{\overline{OA}_1} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2} = V_1 + V_2$

Le grandissement est tel que $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA}'}{\overline{OA}_1} \frac{\overline{OA}_1}{\overline{OA}} = \frac{\overline{OA}'}{\overline{OA}}$

Les formules de conjugaison et de grandissement sont identiques à celles d'une lentille mince, le doublet accolé est donc équivalent à une lentille mince de vergence égale à la somme des vergences des deux lentilles accolées (th des vergences) .

→ Défauts de l'oeil :

Le cristallin de l'oeil est un muscle assimilable à une lentille mince biconvexe dont la distance focale est variable selon sa contraction .

Pour un œil normal : vision sans accommoder à l'infini : punctum remotum PR à l'infini et punctum proximum PP à 25 cm environ .

Œil myope : cristallin trop convergent (sans accommodation foyer image en avant de la rétine) PP plus proche et PR n'est plus à l'infini ; correction à l'aide d'une lentille divergente .

Œil hypermétrope : cristallin pas assez convergent (sans accommodation foyer image en arrière de la rétine) . PP plus éloigné . Correction à l'aide d'une lentille convergente .