

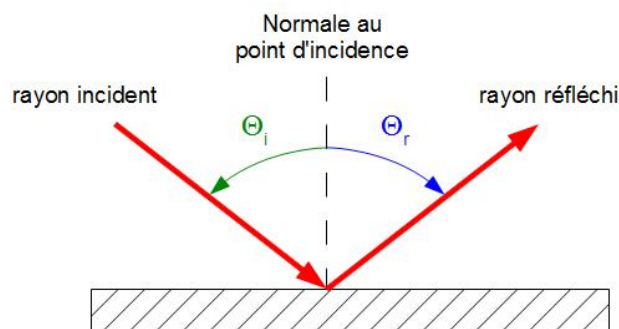
**UE3 – PHYSIQUE / BIOPHYSIQUE
PARIS 11
FICHE N°5 : OPTIQUE**

1. Lois de Snell – Descartes	1
1.1. Réflexion	1
1.2. Réfraction	2
1.3. Réfraction totale	2
2. Miroir plan	3
3. Dioptr sphérique	3
3.1. Relation de conjugaison	3
3.2. Foyers	4
3.3. Grandissement	4
3.4. Cas particulier : miroir sphérique	5
3.5. Cas particulier : dioptr plan	5
4. Lentilles minces	5
4.1. Lentilles minces convergentes et divergentes	5
4.2. Foyers objet et image	6
4.3. Constructions géométriques	6
4.4. Relation de conjugaison	7
4.5. Grandissement	7
5. Modèle de l'oeil	7
5.1. Généralités	7
5.2. Modèle réduit de Listing	7
5.3. Œil emmétrope et défauts de l'œil	8
5.3.1. Œil emmétrope	8
5.3.2. Presbytie	8
5.3.3. Myopie	8
5.3.4. Hypermétropie	8
5.3.5. Astigmatisme	9

1. Lois de Snell – Descartes

1.1. Réflexion

Le rayon qui arrive sur la surface réfléchissante est appelé rayon incident. Après réflexion sur la surface, il est qualifié de rayon réfléchi.



Le **point d'incidence** est le point de rencontre du rayon incident avec la surface réfléchissante. La droite perpendiculaire à la surface réfléchissante au point d'incidence est appelée **normale**. Le plan contenant le rayon incident et la normale est appelé **plan d'incidence**.

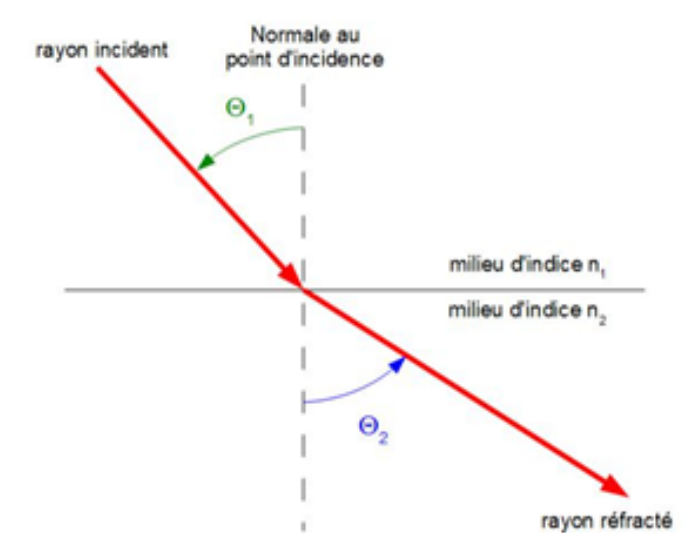
Les angles sont pris entre la normale et le rayon lumineux. On appelle angle incident (angle réfléchi) l'angle entre la normale et le rayon incident (respectivement rayon réfléchi).

La loi de réflexion donne :

- Le rayon réfléchi est dans le plan d'incidence.
- Les angles incident et réfléchi sont égaux : $\theta_i = \theta_r$ 📄

1.2. Réfraction

La réfraction est le changement de direction d'un rayon lumineux lorsqu'il passe d'un milieu transparent à un autre milieu d'indice de réfraction différent.



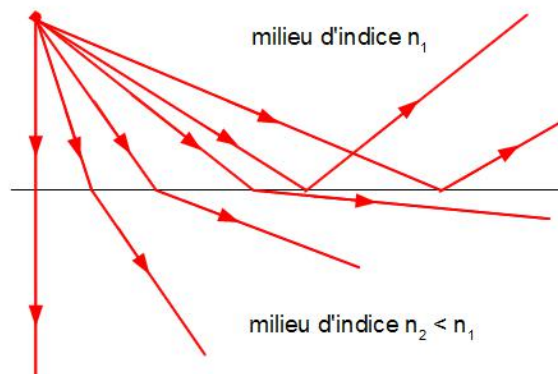
Le rayon lumineux est qualifié de **rayon réfracté** après avoir traversé le dioptre.

La loi de réfraction donne :

- Le rayon réfracté est dans le plan d'incidence.
- Les angles incident et réfracté sont liés par la relation de Snell-Descartes : $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ 📄📄📄

1.3. Réfraction totale

La loi de Snell-Descartes indique que lorsqu'un rayon passe d'un milieu d'indice n_1 vers un milieu d'indice $n_2 < n_1$, il s'éloigne de la normale. **Plus l'angle d'incidence est grand, plus le rayon réfracté se rapproche du dioptre.**



On peut montrer que le rayon réfracté est parallèle au dioptre lorsque l'angle d'incidence atteint la valeur limite :


$$\theta_{\text{lim}} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

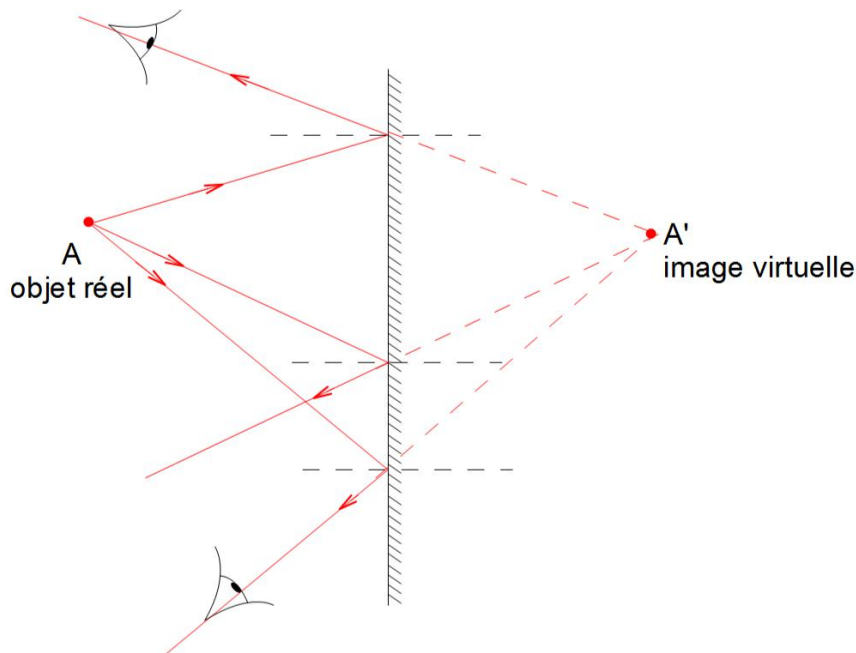
Si l'angle d'incidence est supérieur à cette valeur, alors, il n'y a plus de rayon réfracté, mais uniquement un rayon réfléchi : on dit alors qu'il y a **réflexion totale**.

La réflexion totale ne se produit que lorsque la lumière passe vers un milieu d'indice **plus faible**.

2. Miroir plan

Un miroir plan est une surface parfaitement réfléchissante. Des rayons lumineux sont émis par l'objet dans toutes les directions. Les rayons incidents sur la surface réfléchissante se réfléchissent conformément à la première loi de Snell-Descartes.

Un observateur, quelle que soit sa position, recevra de la lumière qui lui semble provenir d'un point symétrique de l'objet par rapport au miroir. L'image est virtuelle. 



3. Dioptre sphérique

Il s'agit d'une surface sphérique séparant deux milieux d'indice différents n et n' . Une bille en verre ou une goutte de pluie sont des dioptres sphériques.

Dans le plan d'incidence, le dioptre est représenté sous forme de demi-cercle de centre C et de rayon de courbure R . S est le sommet du dioptre.

On définit :

Axe principal : axe passant par C et S dont le sens est celui des rayons lumineux.

Rayon de courbure : $R = \overline{SC}$

Il s'agit d'une distance algébrique, qui peut donc être **négative**.
Si $R > 0$, le dioptre est convexe. Si $R < 0$, le dioptre est concave.

3.1. Relation de conjugaison

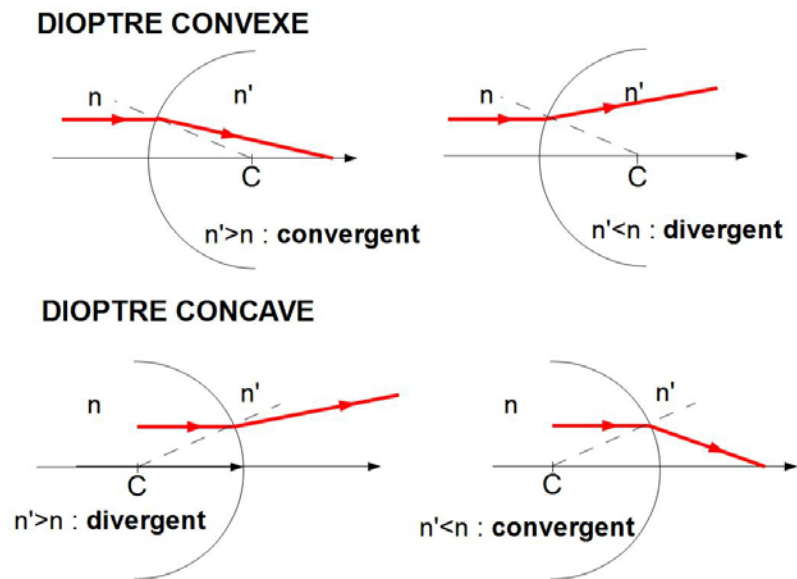
La relation de conjugaison du dioptre donne la relation entre la position de l'objet et la position de l'image. On a :

$$\frac{n'}{\overline{SA'}} - \frac{n}{\overline{SA}} = \frac{n' - n}{\overline{SC}}$$

Attention : les distances sont **algébriques**, c'est à dire qu'elles peuvent être négatives. Par exemple, si $SA' < 0$, l'image A' se trouve à gauche du dioptre.

On définit la **vergence** du dioptre : $V = \frac{n' - n}{SC}$ qui s'exprime en δ (dioptrie, équivalent à des m^{-1}).

On a $V > 0$ pour les dioptres convergents et $V < 0$ pour les dioptres divergents. On peut distinguer en fonction des valeurs n et n' des indices de réfraction et du rayon de courbure les cas de dioptres convergents ou divergents.



3.2. Foyers

Par définition, le **foyer image F'** est le point où se forme l'image d'un objet réel infiniment éloigné ($SA \rightarrow -\infty$). La position du foyer image est alors donnée par :

$$S\bar{F}' = \frac{n'}{n' - n} S\bar{C}$$

Le **foyer objet F** est le point objet dont l'image est située à l'infini : les rayons issus de ce point se propagent, après traversée de la lentille, parallèlement à l'axe principal.

$$S\bar{F} = \frac{n}{n - n'} S\bar{C}$$

Les foyers permettent de construire facilement des images. Pour construire l'image d'un objet, on utilise deux rayons issus de l'objet :

- Le rayon parallèle à l'axe principal passe par le foyer image.
- Le rayon passant par le foyer émerge du dioptre parallèlement à l'axe principal.

3.3. Grandissement

Le grandissement γ est par définition le rapport de la taille de l'image sur la taille de l'objet.

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

4.2. Foyers objet et image

Foyer image F' : c'est l'endroit où se forme l'image d'un objet situé à l'infini : c'est donc le point où focalisent des rayons qui se propagent parallèlement à l'axe optique.

Foyer objet F : c'est le point dont l'image est située à l'infini : les rayons issus de ce point se propagent, après traversée de la lentille, parallèlement à l'axe optique.

Le plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par F' est appelé **plan focal image**. De même, le plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par le foyer objet F est appelé **plan focal objet**.

On appelle distance focale image f' la distance entre le centre de la lentille O et le foyer image : $f' = OF' = 1/V$

On appelle distance focale objet f la distance entre le centre de la lentille O et le foyer objet : $f = OF$

Pour une lentille convergente $f' > 0$, alors que pour une lentille divergente $f' < 0$.

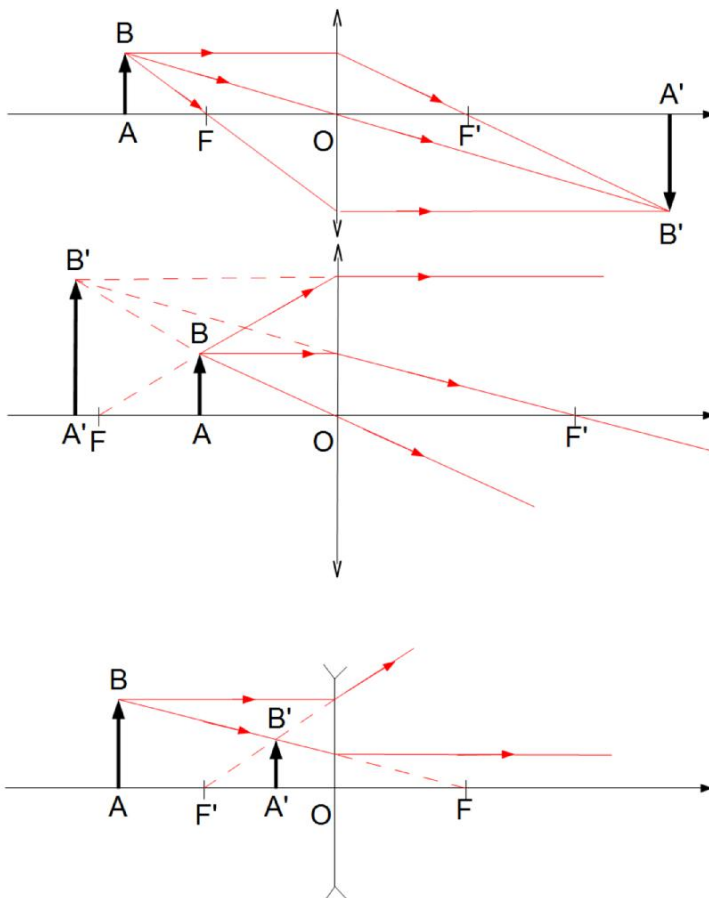
Le foyer image se trouve donc à droite du centre d'une lentille convergente, et à gauche du centre d'une lentille divergente.

4.3. Constructions géométriques

Trois rayons particuliers à utiliser :

- Tout rayon qui passe par le centre optique O n'est pas dévié
- Tout rayon incident parallèle à l'axe optique ressort en passant par la foyer image F'
- Tout rayon incident passant par le foyer objet F ressort parallèle à l'axe optique

Exemples de construction :



4.4. Relation de conjugaison

La relation de conjugaison des lentilles minces donne une relation entre la position de l'objet et la position de l'image. Elle s'écrit :

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

Ce sont des distances algébriques qui interviennent. Cette relation est valable pour les lentilles convergentes ou divergentes.

4.5. Grandissement

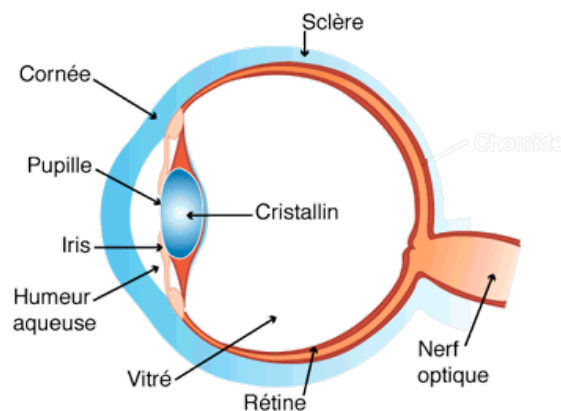
Le grandissement γ est par définition le rapport de la taille de l'image sur la taille de l'objet.

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

Le grandissement est une grandeur algébrique, qui peut donc être négative.

5. Modèle de l'œil

5.1. Généralités



Accommodation : c'est la faculté de l'œil de modifier sa vergence entre deux valeurs limites

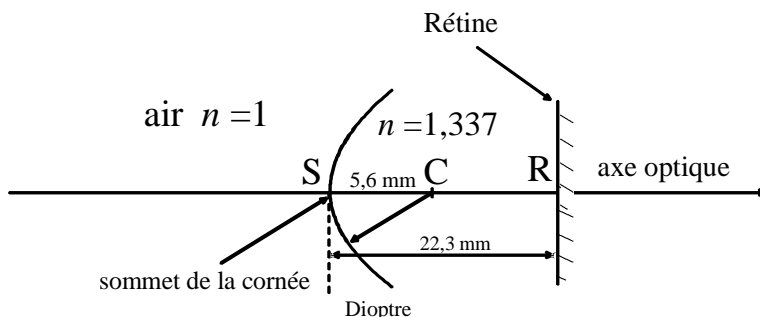
Punctum Remotum PR : c'est le point le plus éloigné vu distinctement par l'œil au repos (sans accommodation)

Punctum Proximum PP : c'est le point le plus proche vu distinctement par l'œil accommodant au maximum

Domaine de vision nette ou parcours accommodatif : l'ensemble des points vu nettement par l'œil entre le PR (au repos) et le PP (accommodation maximale)

5.2. Modèle réduit de Listing

On ramène l'ensemble des dioptries constituant l'œil à un dioptré sphérique unique de sommet S confondu avec le sommet de la cornée, de centre C, séparant l'air d'indice $n=1$ d'un milieu réfringent homogène d'indice $n = 1,337$



Modèle réduit de LISTING

Relation de conjugaison du dioptré équivalent :

$$\frac{n}{\overline{SA'}} - \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{n-1}{\overline{SC}} = V$$