

Module de Biophysique
OPTIQUE
GEOMETRIQUE

Pr. Boutheïna Boutabia-Chéraitia

Faculté de Médecine d'Annaba

1 OPTIQUE GEOMETRIQUE *Pr B. Boutabia-Chéraitia*

L'**optique** c'est l'étude des phénomènes **lumineux**.

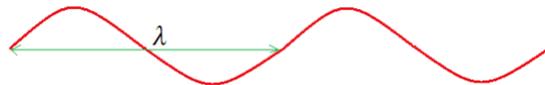
→ La lumière est "onde"

La lumière se propage par **ondes**. La vitesse de propagation est:

→ $v = c$ dans le vide.

→ $v < c$ dans un milieu matériel.

* L'**onde lumineuse** est une onde électromagnétique *E.M* sinusoidale et périodique.



Ceci entre dans le cadre de l'**optique ondulatoire**.

→ La lumière est "particules"

La théorie *E.M* suppose une répartition continue de l'énergie transportée par l'**onde lumineuse**.

2 OPTIQUE GEOMETRIQUE Pr B. Boutabia-Chéraitia

La théorie quantique d'**Einstein** prévoit que les ondes $E.M$ dont l'**onde lumineuse**, transportent l'énergie par paquets, appelés **quanta d'énergie**.

Ces **quanta** sont assimilés à des **particules** appelées **photons**.

→ **La lumière est à la fois "onde" et "particules"**

La lumière possède à la fois une nature **ondulatoire** et une nature **corpusculaire**. Ceci étant le principe de la **dualité onde-corpuscule** d'**Einstein** pour la lumière.

→ **La lumière se diffracte**

Lorsqu'une **onde lumineuse** rencontre un obstacle de petite taille par rapport à sa longueur d'onde λ , elle le **contourne**.



3 OPTIQUE GEOMETRIQUE Pr B. Boutabia-Chéraitia

Ceci est le phénomène de la **diffraction**.

Mais si λ est **infinitement petite**, la **diffraction disparaît** et la propagation devient **rectiligne**. Ceci entre dans le cadre de l'**optique géométrique**.



→ **La lumière est "rayons lumineux"**

L'**optique géométrique** se rattache à l'**optique ondulatoire** dans le cas limite $\lambda \rightarrow 0$.

L'**optique géométrique** explique la **formation des images** et se fonde sur la **propagation rectiligne** de la lumière sous forme de **rayons lumineux**.

4 OPTIQUE GEOMETRIQUE Pr B. Boutabia-Chéraitia

A- PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIERE

1- DEFINITIONS

1-1- SOURCE ET OBJET LUMINEUX

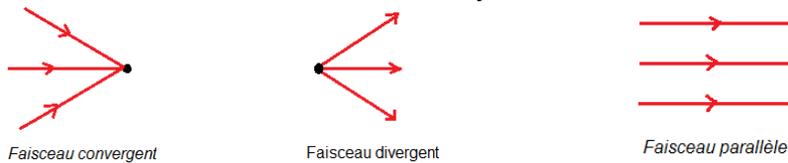
Une Source: émet de la lumière.

L'**objet** qu'elle éclaire en diffuse une partie et devient à son tour source.

Une source tout comme l'objet qu'elle éclaire sont des **objets lumineux**.

1-2- FAISCEAU LUMINEUX

Faisceau lumineux: ensemble de rayons lumineux.



Un faisceau **très étroit** est dit **pinceau lumineux**.

5 OPTIQUE GEOMETRIQUE Pr B. Boutabia-Chéraitia

1-3- MILIEU TRANSPARENT

C'est un milieu qui laisse passer la lumière \neq milieu **opaque**.

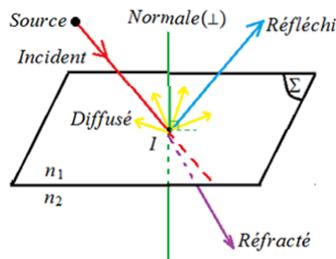
1-4- INDICE DE REFRACTION D'UN MILIEU

$$n = \frac{c}{v}$$

v : vitesse de la lumière dans le milieu $\Rightarrow n \geq 1$

1-5- INCIDENCE ET REFRACTION

Σ : surface séparant deux milieux d'indices n_1 et n_2 ($n_1 \neq n_2$)

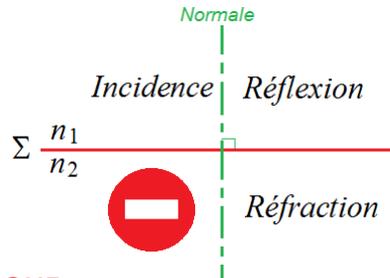


La lumière incidente est **en partie** réfléchi, réfractée, et diffusée dans toutes les directions.

6 OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

- * Si elle est **surtout** réfractée $\Rightarrow \Sigma$: **dioptre**.
- * Si elle est **surtout** réfléchi $\Rightarrow \Sigma$: **miroir**.



1-5- SYSTÈME OPTIQUE

Système optique: ensemble de milieux **transparents** séparés par des surfaces **réfractantes** ou **réfléchissantes**. On distingue:

- * Système **dioptrique** : composé uniquement de dioptres.
- * Système **catadioptrique** : composé de dioptres et de miroirs.
- * Système **catoptrique** : composé uniquement de miroirs.

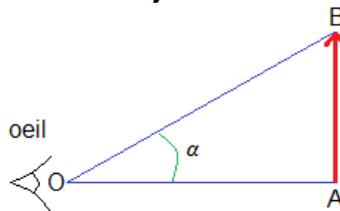
7 OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

1-6- DIAMÈTRE APPARENT D'UN OBJET

C'est l'angle en radians sous lequel on observe à l'**oeil nu**, un objet **infiniment éloigné**.

α : diamètre apparent de l'objet AB .



$$\tan \alpha \simeq \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{AB}{OA}$$

Exemples:

$$\alpha_{\text{soleil}} = 32'$$

$$\alpha_{\text{étoile}} = 0 \Rightarrow \text{une étoile est un point lumineux.}$$

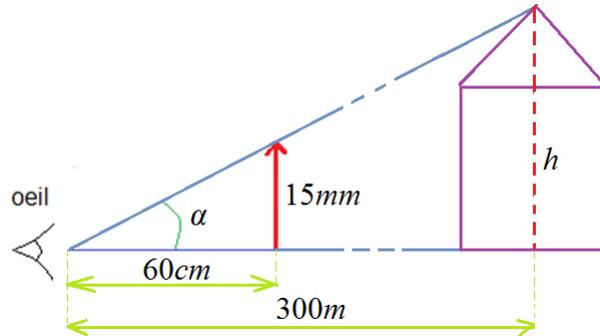
8 OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

Exercice 1

Un double décimètre est tenu verticalement à bout de bras, à 60cm de l'oeil. On voit ainsi une maison située à 300m sous le même diamètre apparent que 15mm de la règle. Calculer la hauteur de cette maison.

Réponses:



$$\alpha \simeq \tan \alpha = \frac{15}{600} = \frac{h}{300} \Rightarrow h = \frac{15 \times 300}{600} = 7.5\text{m}$$

9 OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

Exercice 2:

La parallaxe de la lune est l'angle sous lequel on verrait le rayon de la terre à partir du centre de la lune. Cette parallaxe varie de $54'$ à $61'$. Entre quelles limites en (km) varie la distance entre le centre de la terre et celui de la lune? On donne: rayon de la terre: $R = 6400\text{km}$

Réponses:

$$\alpha = \frac{R}{d} \Rightarrow 54' \leq \frac{R}{d} \leq 61'$$

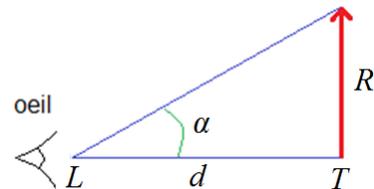
On a:

$$\hookrightarrow 180^\circ = 3.14 \text{ rad} \Rightarrow 1^\circ = \frac{3.14}{180} \text{ rad}$$

$$\hookrightarrow 1^\circ = 60' \Rightarrow 60' = \frac{3.14}{180} \text{ rad} \Rightarrow 1' = 3 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

$$\Rightarrow 15.6 \times 10^{-3} \text{ rad} \leq \frac{R}{d} \leq 17.69 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\Rightarrow 361786 \text{ km} \leq d \leq 409600 \text{ km}$$



10 OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

B- LES SYSTEMES OPTIQUES

1- LE DIOPTRE PLAN

1-1- LOIS DE DESCARTES

D : dioptre plan

SI : rayon incident (NN') : normale

i : angle d'incidence

(P) : plan d'incidence.

$(P) \ni SI$ et (NN')

IR : rayon réfracté.

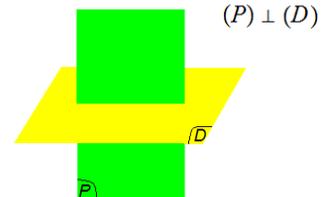
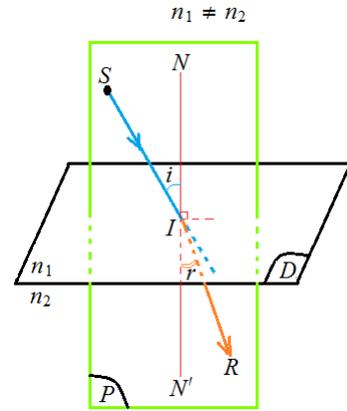
r : angle de réfraction.

1ère loi de Descartes

IR se trouve dans (P) .

2ème loi de Descartes

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

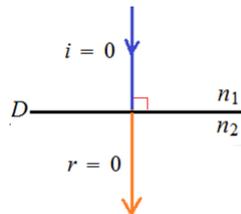


11 OPTIQUE GEOMETRIQUE

Pr B. Boutabia-Chéraitia

$$\Rightarrow \frac{n_1}{n_2} \sin i = \sin r$$

Si $i = 0$ (incidence normale \perp) $\Rightarrow r = 0$ (pas de réfraction).



1-2- ANGLES LIMITES

α - INCIDENCE DANS LE MILIEU LE MOINS REFRINGENT

L'incidence est dans le milieu d'indice n_1 avec ($n_1 < n_2$).

$$n_1 < n_2 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} < \frac{n_2}{n_2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{n_1}{n_2} < 1 \Rightarrow \underbrace{\frac{n_1}{n_2} \sin i}_{\sin r} < \sin i \Rightarrow \sin r < \sin i \Rightarrow r < i$$

12 OPTIQUE GEOMETRIQUE

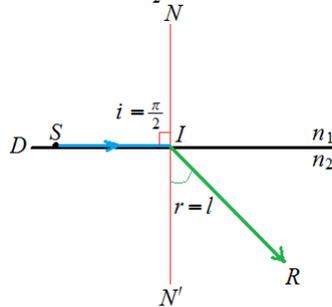
Pr B. Boutabia-Chéraitia

$\Rightarrow i$ plus rapidement que r

$i_{\max} = \frac{\pi}{2}$: incidence rasante.

Si $i = i_{\max} \Rightarrow r \equiv l$: angle de réfraction limite

$$n_1 \sin \frac{\pi}{2} = n_2 \sin l \Rightarrow \sin l = \frac{n_1}{n_2}$$



b- INCIDENCE DANS LE MILIEU LE PLUS REFRACTANT

L'incidence est dans le milieu d'indice n_1 avec ($n_1 > n_2$).

$$n_1 > n_2 \Rightarrow r > i$$

13 OPTIQUE GEOMETRIQUE

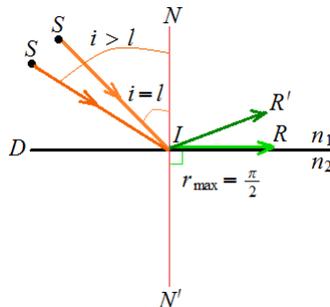
Pr B. Boutabia-Chéraitia

$\Rightarrow r$ plus rapidement que i

$r_{\max} = \frac{\pi}{2}$: réfraction maximale.

Si $r = r_{\max} \Rightarrow i \equiv l$: angle de réflexion totale

$$n_1 \sin l = n_2 \sin \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin l = \frac{n_2}{n_1}$$



Si $i > l \Rightarrow IR'$ se retrouve dans le plan de réflexion.

1-3- CONSTRUCTION DE L'IMAGE D'UN OBJET REEL