

# Chapitre 1 : Bases de l'optique géométrique

## 1 Description de la lumière

### 1.1 Sources de lumières

**Longueur d'onde et fréquence.** Elles sont reliées par :  $f = \frac{c}{\lambda_0}$

Avec  $c$  vitesse de la lumière dans le vide.

**Spectre d'une source lumineuse.** Ensemble des fréquences contenues dans la lumière émise de cette source.

### 1.2 Modélisation de la lumière

**Optique géométrique.** La lumière est considérée comme étant constitué de rayons lumineux indépendants.

**Optique ondulatoire.** La lumière est considérée comme une onde.

**Optique quantique ou photonique.** La lumière est considérée comme des particules appelées photons d'énergie :  $E = h.f$

Avec  $h = 6,63.10^{-34} J.s$  constante de Planck.

## 2 Propagation des rayons lumineux

### 2.1 Lois générales

**Propagation en ligne droite.** Dans un milieu transparent homogène et isotrope (les propriétés sont les mêmes quelle que soit la direction), la lumière se propage en ligne droite.

**Indice optique.**

$$n(\lambda) = \frac{c}{v}$$

Avec  $\lambda$  longueur d'onde,  $v$  vitesse de la lumière dans le milieu.

**Miroir.** Surface qui limite un milieu transparent et qui renvoie la lumière vers ce milieu.

**Dioptré.** Surface qui sépare deux milieux transparents différents.

**Lois de Snell-Descartes pour la réflexion.**

Un rayon est réfléchi lorsqu'il arrive sur un miroir ou dioptré et qu'il repart dans le milieu d'où il vient.

Le rayon réfléchi vérifie les propriétés suivantes :

- Il est contenu dans le plan d'incidence
- L'angle entre le rayon réfléchi et la normale est égale à celui entre le rayon incident et la normale ( $r = i$ )

### Lois de Snell-Descartes pour la réfraction.

Un rayon est réfracté lorsqu'il arrive sur un dioptre et qu'il le traverse en changeant de direction. Le rayon réfracté vérifie les propriétés suivantes :

- Il est contenu dans le plan d'incidence
- L'angle  $r$  entre le rayon réfléchi et la normale est relié à l'angle  $i$  entre le rayon incident et la normale par la loi

$n_1 \sin i = n_2 \sin r$  avec  $n_1, n_2$  indices optiques des deux milieux.

## 2.2 Comportement d'un rayon réfracté

**Position par rapport au rayon incident.** On note  $n_1$  (resp.  $n_2$ ) indice optique du milieu de départ (resp. d'arrivée) :

- Si  $n_1 > n_2$ , alors le rayon réfracté se rapproche de la normale.
- Sinon, le rayon s'en éloigne.

**Variation de l'angle réfracté en fonction de celui d'incidence.** Si le rayon arrive en incidence normale, alors le rayon n'est pas dévié. Si l'angle d'incidence augmente, alors celui de **réfraction** aussi.

**Réflexion totale.** Lorsque la lumière passe d'un milieu d'indice fort à un autre d'indice plus faible, il existe un angle d'incidence maximal, appelé **angle limite de réflexion totale**, qui vaut  $\arcsin \frac{n_2}{n_1}$ , au-delà duquel la lumière est totalement réfléchie.

## 2.3 Application : fibre optique

**Cône d'acceptance / ouverture numérique.** Dans une fibre optique, un rayon ne peut se propager que si le rayon incident fait partie du cône d'acceptance, c'est à dire que l'angle incident  $\theta$  est inférieur à une valeur  $\theta_m$ . On définit l'ouverture numérique comme le sinus de cet angle.

Pour une fibre optique à saut d'indice, telle que le coeur à un indice  $n_c$  et la gaine  $n_g < n_c$ , l'ouverture numérique vaut :

$$ON = \sin \theta_m = \sqrt{n_c^2 - n_g^2}$$

**Dispersion intermodale.** C'est la différence de temps entre le rayon le plus lent et le rayon le plus rapide qui parcourent la fibre. Pour une fibre à saut d'indice, on a :

$$\Delta t = \frac{L \cdot n_c}{c} - \frac{L \cdot n_g}{c}$$

Avec  $L$  longueur de la fibre et  $c$  vitesse de la lumière dans le vide.