

## Chapitre 2 : Systèmes optiques

**Système optique.** Portion de l'espace contenant des dioptries et des miroirs. Il possède une face d'entrée, où les rayons incidents arrivent, et une face de sortie où sortent les rayons émergents.

**Faisceau lumineux.** Ensemble de rayons lumineux.

- S'ils s'écartent, alors le faisceau est **divergent**.
- S'ils se rapprochent, le faisceau est **convergent**.
- S'ils sont parallèles, le faisceau est **collimaté**.

### 1 Étude à l'aide de tracés de rayons

#### 1.1 Objet et image d'un système optique

**Objet ponctuel.** Point où se coupent les rayons **incidents**.

**Image ponctuelle.** Point où se coupent les rayons **émergents**.

**Stigmatisme.** On considère un système éclairé par un objet ponctuel, si les rayons émergents :

- se coupent *exactement* au même point, alors le système est **rigoureusement stigmatique**.
- se coupent *approximativement* au même point, alors le système est **approximativement stigmatique**.

**Réel / Virtuel.** Un objet ou image est :

- **Réel** si les rayons passent vraiment par le point.
- **Virtuel** si ce sont les prolongement qui passent par le point.

**Espace objet / Image.** Un objet est réel *ssi* il est situé avant la face **d'entrée** : cette zone est appelée *espace objet*.

Une image est réelle *ssi* elle est située après la face **de sortie** : cette zone est appelée *espace image*.

#### 1.2 Objets et images à l'infini

**Système centré.** Système qui possède un *axe optique*, axe tel que le système ne change pas si on le fait tourner autour de cet axe.

**Objet/Image à l'infini.** Un objet (resp. image) situé à très grande distance devant les dimensions du système. Le faisceau lumineux qu'il émet (resp. émergent) est quasiment *collimaté*.

**Foyer image.** Il est souvent noté  $F'$ . Il correspond au point où se situe l'image par le système d'un objet à l'infini. Il peut être réel ou virtuel.

*Conséquence* : tout rayon incident parallèle ressort en passant par ce point.

**Foyer objet.** Idem, point tel qu'un objet en  $F$  ressort à  $\infty$ .

### 1.3 Conditions de Gauss

**Conditions de Gauss.** Un système est utilisé dans les **conditions de Gauss** si tous les rayons incidents sont *proches* et *peu inclinés* par rapport à l'axe optique.

**Plan transverse.** Plan *orthogonal* à l'axe optique

**Aplanétisme.** Un système centré est aplanétique *ssi* l'image de tout plan transverse est un plan transverse.

**Système dans les conditions de Gauss.** Le système est alors :

- approximativement stigmatique.
- aplanétique.
- donnent d'un objet orthogonal à l'axe une image obtenue par homothétie.

**Grandissement.** Le rapport de l'homothétie s'appelle le grandissement, souvent noté  $\gamma$  :

- si  $\boxed{\gamma > 0}$ , l'image est *droite*, si  $\boxed{\gamma < 0}$ , l'image est *renversée*.
- Si  $|\gamma| > 1$ , l'image est *agrandie*, sinon elle est *rapetissée*.

**Plan focal objet/image.** Plan transverse contenant le foyer objet / image. Pour tout système aplanétique :

- Tout objet à l'infini hors de l'axe a son image dans le plan focal image.
- Tout objet dans le plan focal objet a son image à l'infini hors de l'axe.

## 2 Lentilles sphériques minces

**Lentille mince sphérique.** Portion de verre délimitée par deux dioptries sphériques. Elle est mince si son épaisseur au centre est *petite* devant le rayon des faces.

**Points particuliers.** Toute lentille sphérique mince possède un foyer image  $F'$ , un foyer objet  $F$  et un centre optique tel que tout rayon incident passant par  $O$  émerge non dévié.  $O$  est l'intersection de la lentille avec l'axe optique,  $F$  et  $F'$  sont symétriques de part et d'autre de  $O$ .

**Distance focale.**  $f' = \overline{OF'}$

**Types de lentilles.** On appelle *lentilles convergentes* les lentilles pour lesquelles  $f' > 0$  et les lentilles divergentes celles qui vérifient  $f' < 0$ .

### 2.1 Lois de conjugaison / grandissement

Soit  $AB$  un objet avec  $A$  sur l'axe optique d'une lentille, et  $A'B'$  son image par la lentille.

**Lois de Newton (origine aux foyers).**

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

$$\gamma = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}}$$

**Lois de Descartes (origine au centre).**

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

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

*Démonstration.* On utilise le théorème de Thalès.

## 2.2 Défauts des lentilles sphériques

**Aberration chromatique.** Une lentille n'a pas la même distance focale pour toutes les longueurs d'ondes, ce qui crée des irisations de l'image.

**Aberration sphérique.** Les rayons lumineux qui passe au bord d'une lentille sphérique sont plus déviés que ceux près du centre : si l'on utilise la totalité de la lentille, l'image est floue.

**Distorsions.** La présence d'un diaphragme avant ou après la lentille tend à déformer l'image.

## 3 Notations sur les miroirs sphériques

### 3.1 Miroir plan

**Image par un miroir plan.** L'image d'un objet par un miroir plan est le symétrique de ce point :  $\overline{OA} = -\overline{OA'}$ .

**Propriétés du miroir plan.** Il réalise le stigmatisme rigoureux entre un objet et son image. Il est aplanétique, et  $\gamma = 1$ .

### 3.2 Miroirs sphériques non plan

**Image par un miroir sphérique concave/-convexe.** Comportement similaire à une lentille convergente/divergente, avec l'espace image du même côté que l'espace objet.