

Optique

Systèmes centrés dans l'approximation de Gauss : lentilles minces

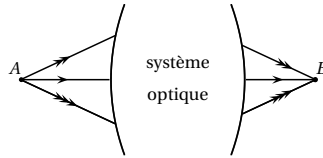
On ne considère que des **systèmes centrés**, admettant un axe de symétrie de révolution appelé **axe optique**.

1. Formation d'image : stigmatisme

1) Stigmatisme rigoureux

Soient deux points A et B , tels que tout rayon entrant dans le système optique et dont le support passe par A donne un rayon sortant du système optique, ayant un support passant par B . On dit alors que :

- B est l'**image** de A par le système optique ;
- les points A et B sont **conjugués** par le système optique ;
- le système optique est **rigoureusement stigmatique** pour les points A et B .



- Le seul système optique rigoureusement stigmatique pour tous les points de l'espace est le miroir plan.

L'image B d'un point A par un miroir plan est la symétrique de A par rapport au plan du miroir.

2) Stigmatisme approché : conditions de Gauss

Les systèmes optiques centrés ne sont pas rigoureusement stigmatiques : tous les rayons issus d'un point A ne convergent pas en un même point B à la sortie du système ; on ne peut former d'image nette.

Dans les conditions de Gauss, on ne considère que les rayons **paraxiaux**, c'est-à-dire :

- qui font un angle faible avec l'axe optique ;
 - qui traversent le système optique au voisinage de l'axe optique.
- Les rayons paraxiaux issus d'un point A ressortent du système en convergeant en un même point B ; on réalise alors un **stigmatisme approché**.
 - Travailler avec un système centré dans les conditions de Gauss permet de **former des images nettes**.

Par la suite, on se placera systématiquement dans les conditions de Gauss.

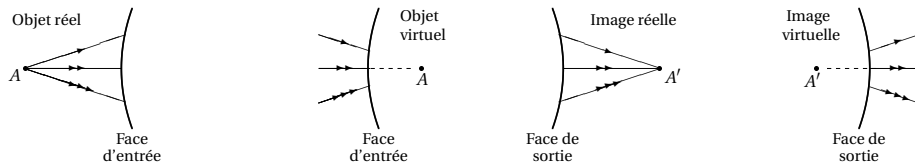
3) Image, objet, foyers

Objet réel : situé avant la face d'entrée du système.

Objet virtuel : situé après la face d'entrée du système.

Image réelle : située après la face de sortie du système.

Image virtuelle : située avant la face de sortie du système.



Un objet (ou une image) ponctuel à **l'infini, sur l'axe optique** correspond à un faisceau de rayons parallèles entre eux, et parallèles à l'axe optique.

Un objet (ou une image) ponctuel à **l'infini, hors de l'axe optique** correspond à un faisceau de rayons parallèles entre eux, inclinés par rapport à l'axe optique.

Le foyer image F' est le point conjugué d'un objet ponctuel à l'infini, sur l'axe optique.

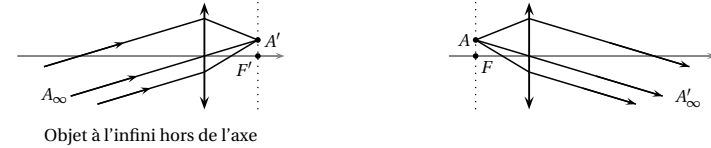
Le foyer objet F est le point conjugué d'une image ponctuelle à l'infini, sur l'axe optique.

- Les foyers F et F' sont sur l'axe optique.
- Les foyers F et F' ne sont pas conjugués entre eux !

Le plan focal image est le plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par F' .

Le plan focal objet est le plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par F .

- Le point conjugué d'un objet ponctuel à l'infini hors de l'axe optique est situé dans le plan focal image.
- Le point conjugué d'une image ponctuelle à l'infini hors de l'axe optique est situé dans le plan focal objet.



Un système dont les foyers sont à l'infini est dit **afocal**.

2. Lentilles sphériques minces

Une lentille sphérique mince est constituée de deux dioptries sphériques coaxiales, de rayons de courbures (algébriques) R_1 et R_2 , dont la distance e entre les sommets S_1 et S_2 est telle que

$$e \ll |R_1| ; \quad e \ll |R_2| \quad \text{et} \quad e \ll |R_1 - R_2|$$

On peut alors confondre les sommets des deux dioptries avec le **centre** O de la lentille :

$$S_1 \approx S_2 \approx O$$

- Le centre O correspond à l'intersection entre la lentille et l'axe optique.

Les **distances focales** sont les grandeurs algébriques :

distance focale objet : $f = \overline{OF}$

distance focale image : $f' = \overline{OF'}$

- On a $f' = -f$.
- Pour une lentille convergente $f' > 0$.
- Pour une lentille divergente $f' < 0$.

Formules de conjugaison

Soit un point objet A sur l'axe optique et son image A' par une lentille sphérique mince de distance focale image f' .

- Le point A' conjugué de A par la lentille est situé sur l'axe optique.
- Les positions de deux points conjugués sont reliées par une **formule de conjugaison**.

$$\frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{f'} \quad \text{formule de Descartes (avec origine au centre)}$$

$$\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = f f' = -f'^2 \quad \text{formule de Newton (avec origine aux foyers)}$$

Formules de grandissement

Soit AB un objet perpendiculaire à l'axe optique. Son image $A'B'$ par une lentille mince est aussi perpendiculaire à l'axe optique.

Le grandissement est la grandeur algébrique

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

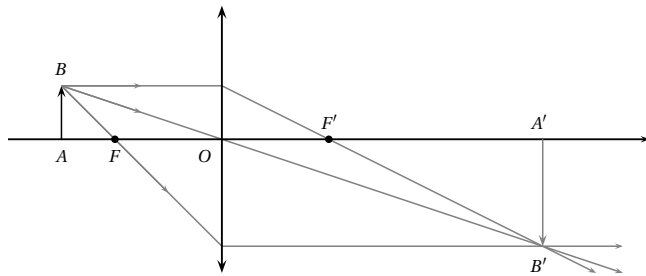
Le grandissement peut être déterminé à partir des positions de l'objet et de l'image sur l'axe optique :

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad (\text{avec origine au centre})$$

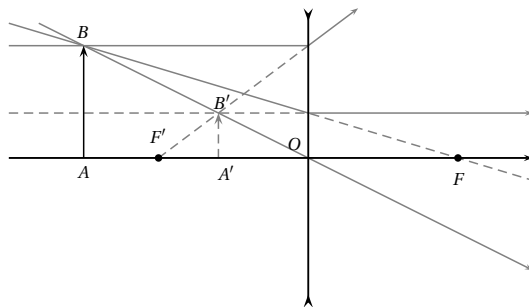
$$\gamma = -\frac{f}{\overline{FA}} = -\frac{\overline{F'A'}}{f'} \quad (\text{avec origine aux foyers})$$

Construction des rayons

1. Un rayon passant par le centre optique O n'est pas dévié.
2. Un rayon incident parallèle à l'axe optique ressort en passant par le foyer image F' .
3. Un rayon issu du foyer objet F ressort parallèle à l'axe optique.



Construction géométrique pour une lentille convergente



Construction géométrique pour une lentille divergente