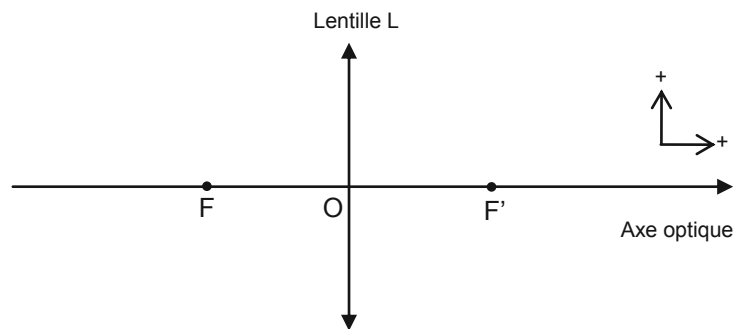


Chapitre Vision de l'œil Formation des images

1

Rappels de cours

Lentille convergente : Présentation



Conventionnellement le sens de parcours de la lumière s'effectue de gauche à droite. On retiendra la terminologie suivante :

- O est le centre optique de la lentille.
- F le foyer objet et F' le foyer image.

Toutes les longueurs utilisées seront traduites par des **valeurs algébriques**. Une valeur algébrique sera comptée positivement lorsque celle-ci décrit une longueur allant de gauche à droite ou encore de bas en haut.

Ceci étant résumé par l'indication :

A small coordinate system with a vertical arrow pointing up and a horizontal arrow pointing right, both labeled with a '+' sign, indicating the sign convention for distances.

L'essentiel à connaître

La distance focale de la lentille est définie par la distance séparant le centre optique O du foyer image F' soit la valeur algébrique $\overline{OF'}$.

Vergence et distance focale

La vergence C est le paramètre caractéristique d'une lentille convergente. La simple lecture de la valeur de la vergence de deux lentilles convergentes différentes, permet de dire si l'une est plus convergente que l'autre. La vergence intervient notamment comme grandeur sur les verres correcteurs des lunettes. Vergence et distance focale sont reliées par la relation :

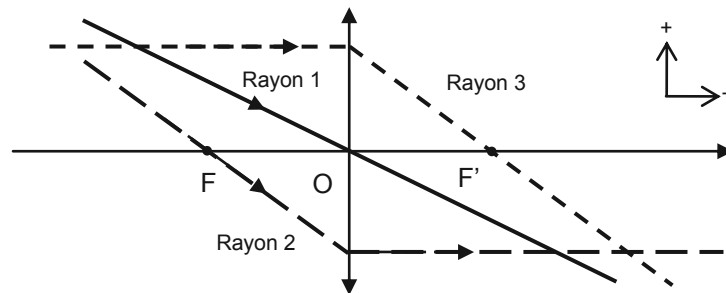
$$C = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

avec C en dioptries (δ) et $\overline{OF'}$ en mètres (m)

Les rayons caractéristiques d'une lentille convergente

Les tracés de trois rayons principaux sont à connaître pour construire l'image d'un objet à travers une lentille convergente. Le tracé d'un rayon quelconque sera présenté ultérieurement. Retenons donc :

- Tout rayon passant par le centre optique O de la lentille n'est pas dévié. (Rayon 1)
- Tout rayon incident passant par le foyer objet F d'une lentille convergente émerge parallèlement à l'axe optique. (Rayon 2)
- Tout rayon incident parallèle à l'axe optique émerge en passant par le foyer image F' de la lentille. (Rayon 3)



Remarque : en pratique, les propriétés précédentes ne sont vraies que pour des rayons peu éloignés de l'axe optique et également peu inclinés par rapport à l'axe optique. On parle alors des **conditions de Gauss**. Pour des raisons de clarté dans les schémas, ces conditions ne sont pas respectées.

La relation de conjugaison

Celle-ci permet de relier la position de l'image à celle de l'objet. Toutes les longueurs sont des **valeurs algébriques** définies par rapport au centre optique O.

Ainsi \overline{OA} définit la position de l'objet et $\overline{OA'}$ définit la position de l'image. Ces deux grandeurs sont reliées avec la distance focale $\overline{OF'}$ par la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C$$

La dernière expression étant plus commode si l'on préfère utiliser directement la vergence C.

Grandissement γ d'une lentille convergente

Le grandissement γ permet de comparer la taille de l'image à celle de l'objet. Son signe renseigne sur le sens de l'image par rapport à celle de l'objet. Il est donc impératif de toujours travailler avec des valeurs algébriques !!! Cette grandeur s'écrit :

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

Ainsi si $\gamma < 0$ alors l'image est **renversée** par rapport à l'objet. L'image est dite **droite** si $\gamma > 0$, c'est-à-dire de même sens que l'objet.

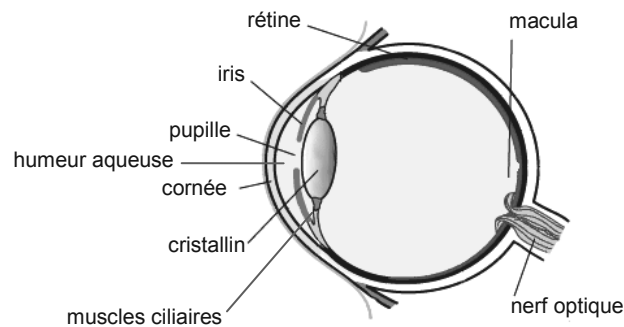
D'autre part si $|\gamma| > 1$ alors l'image est agrandie, rétrécie si $|\gamma| < 1$.

Il est souvent plus utile de faire intervenir la position de l'objet \overline{OA} et de l'image $\overline{OA'}$ dans la définition du grandissement. Celui-ci s'écrit alors :

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

L'œil : caractéristiques et anatomie

On pourra retenir les points anatomiques suivant :



- La *cornée* et l'*humeur aqueuse* sont des éléments transparents qui jouent principalement le rôle d'enveloppe protectrice de l'œil pour sa partie en contact avec l'air extérieur.
- Le *cristallin* joue le rôle d'une lentille convergente, lentille convergente déformable par l'action des *muscles ciliaires*. Il en résulte une vergence variable, celle-ci pouvant aller, pour un œil normal, de $58,8 \delta$ à $62,8 \delta$.
- La *pupille*, trou au milieu de l'*iris*, joue le rôle d'un diaphragme. C'est la zone de l'œil qui nous apparaît noir autour de l'*iris* dont la couleur est celle de l'œil. Cette *pupille* se détend ou se contracte, c'est-à-dire que son diamètre varie, selon la luminosité ambiante.
- La *rétine*, qui joue le rôle d'écran, un écran composé de récepteurs photosensibles, à savoir les *cônes* (environ 5 millions) et de *bâtonnets* (environ 120 millions). L'information lumineuse parvenue sur la rétine est alors transmise au cerveau par l'intermédiaire du *nerf optique*. Une zone particulière de la rétine est la *macula*, où se trouve une concentration plus importante de récepteurs. C'est dans cette zone que se forme préférentiellement l'image où l'œil porte son regard.

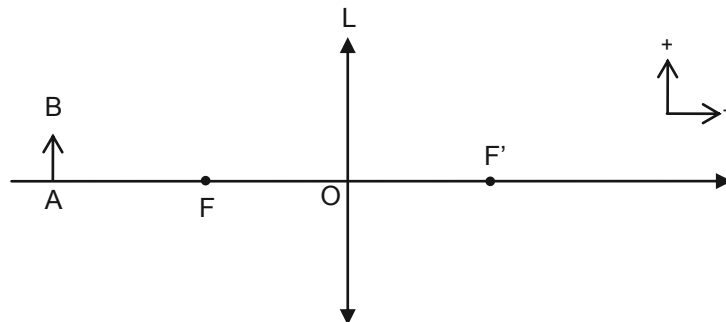
1. Comment construire l'image A'B' d'un objet AB ?

Méthode 1.1 : l'objet AB est avant le foyer objet F

- Commencer par déterminer l'image B' de B à travers la lentille. Pour ce faire, il suffit de tracer deux rayons lumineux passant par B et traversant la lentille.
- Déterminer l'intersection de ces deux rayons après la lentille. Le point obtenu est alors l'image B' de B.
- Le point A' s'obtient alors simplement en projetant le point B' perpendiculairement sur l'axe optique.

Exemple

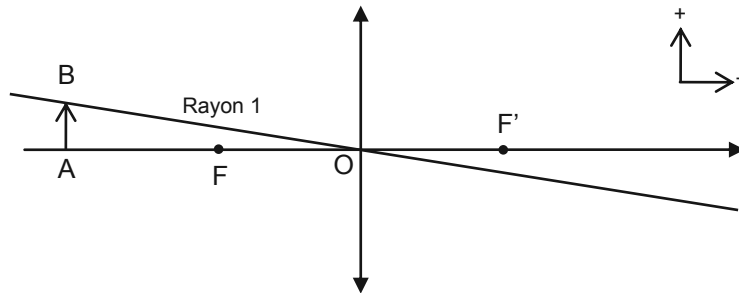
On considère l'objet AB comme indiqué sur le schéma suivant. Déterminer son image A'B' par la lentille convergente L.



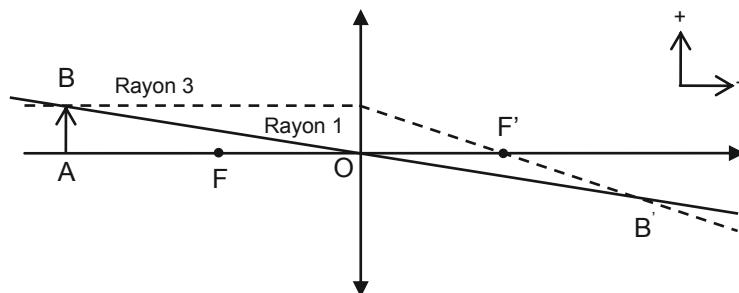
Solution

On a à disposition trois rayons lumineux dont on connaît le devenir. Deux suffisent pour déterminer une intersection. On se limitera donc à deux de ces rayons. On pourra cependant vérifier que le tracé du troisième rayon caractéristique passant par B émerge bien par B après son passage par la lentille.

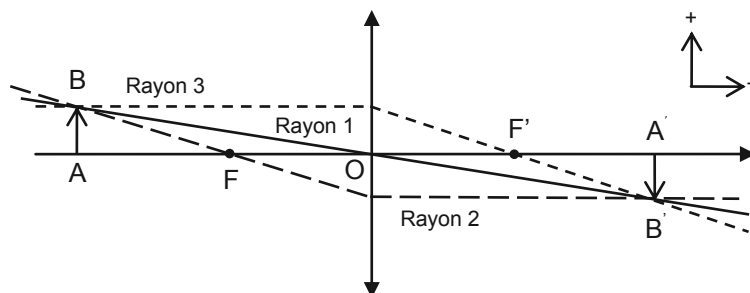
On commence donc par le rayon le plus simple, le rayon 1, à savoir celui qui passe par B et le centre optique O. Ce dernier n'étant pas dévié, on a alors la situation suivante :



Ensuite, on a le choix entre les rayons 2 ou 3. Prenons par exemple le rayon 3. Après être passé par B parallèlement à l'axe optique, celui-ci doit émerger en passant par le foyer image F' , ce qui donne :



L'intersection des rayons 1 et 3 donne donc le point B' . On obtient A' en projetant B' sur l'axe optique. On vérifie d'autre part que le rayon 2 passe bien par B' après avoir traversé la lentille. On a finalement la situation suivante :



Remarque

L'image obtenue peut être ici projetée sur un écran. (La position de celui-ci doit alors coïncider avec le plan contenant l'image A'B') Celle-ci est d'autre part renversée par rapport à l'orientation initiale de l'objet AB. On parle alors pour AB d'une image **réelle** et **renversée**.

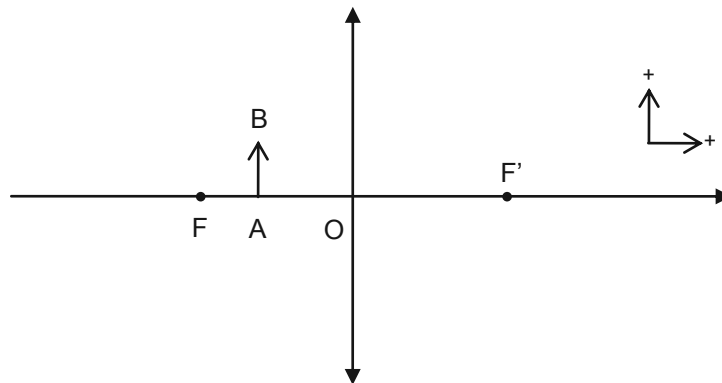
Méthode 1.2 : l'objet AB est entre le foyer objet F et le centre optique O de la lentille.

L'application des règles énoncées précédemment conduiraient à un petit dilemme, à savoir qu'il est impossible de trouver une intersection après la lentille des trois rayons lumineux mentionnés. Il existe cependant une intersection !

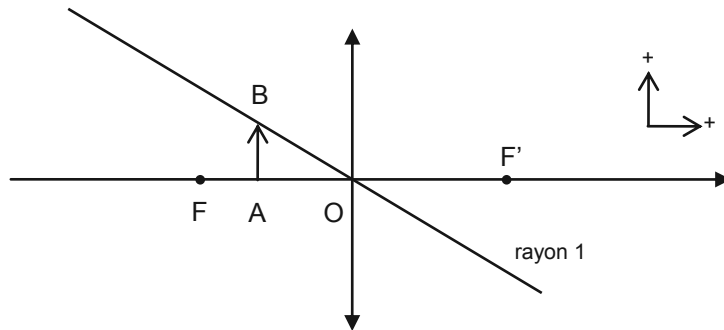
- Tracer les rayons caractéristiques.
- Prolonger les rayons sortant de la lentille du côté de l'objet.

Exemple

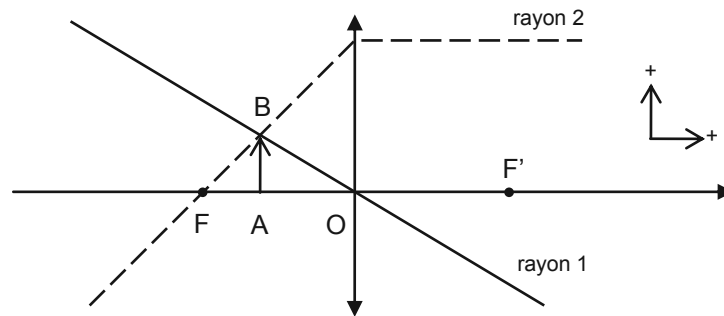
On considère donc la situation où un objet AB se trouve entre le foyer objet F et le centre optique O de la lentille. Où se trouve alors son image A'B' ?



Le tracé du rayon 1 s'obtient sans difficulté :



Traçons ensuite le rayon 2, on voit alors clairement qu'il n'existe aucune intersection avec le rayon 1 après la lentille :



Par contre, en prenant le prolongement du rayon 2 après la lentille (on parle de prolongement virtuel) il existe bien une intersection :

