

1e S - Chap 01 – L'œil et les lentilles convergentes

I) Présentation de l'oeil :

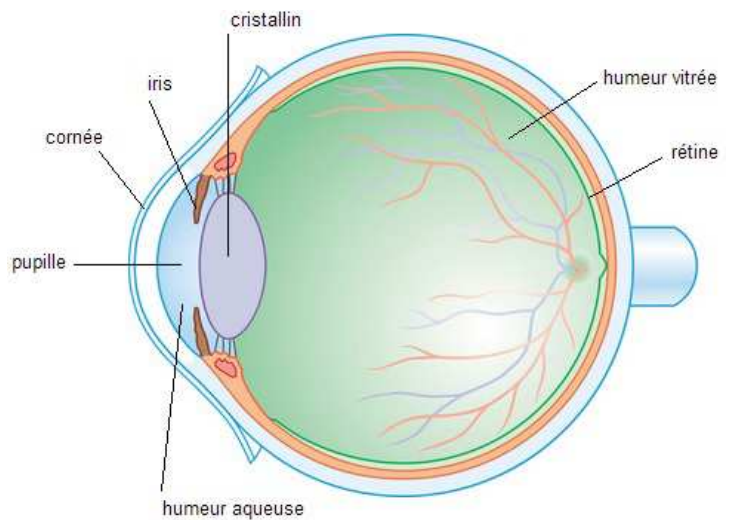
1) Description :

Vue en coupe

* la pupille : c'est l'ouverture centrale de l'iris (partie colorée). Sa taille s'adapte à la luminosité, en laissant entrer plus ou moins de lumière dans l'œil.

* le cristallin : c'est un disque élastique transparent qui permet de faire la mise au point en formant une image nette au fond de l'œil.

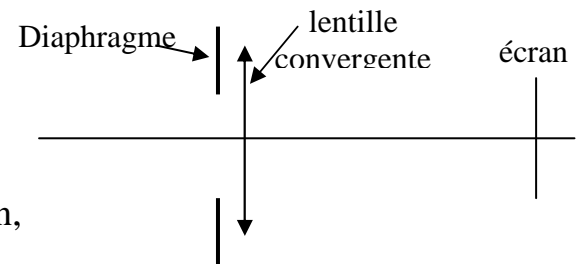
* la rétine : c'est une couche de faible épaisseur ($\approx 0,5\text{mm}$) qui tapisse le fond de l'œil. Elle est constituée de cellules photo-réceptrices qui transforment l'information lumineuse en influx nerveux. C'est sur la rétine que se forment les images.



2) Modélisation

Pour modéliser expérimentalement un œil, on utilise trois objets :

- * un diaphragme, qui joue le rôle de la pupille, et sert à contrôler la quantité de lumière qui arrive sur la lentille ;
- * une lentille mince convergente, qui joue le rôle du cristallin, et va servir à former les images sur l'écran ;
- * un écran, qui joue le rôle de la rétine.



II) Propriétés d'une lentille mince convergente

1) Lentille réelle

Une lentille réelle est un objet transparent, dont les deux faces sont des portions de sphères appelées dioptries.

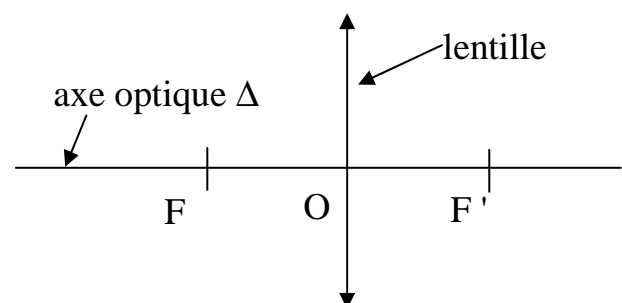
Elle présente une symétrie de révolution autour d'un axe principal appelé l'axe optique.

Elle dévie les rayons lumineux selon les lois de réfraction de Snell-Descartes.

2) Modélisation

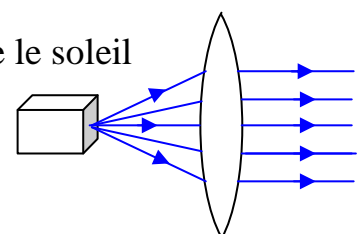
On représente la lentille convergente par une double flèche verticale.

On indique l'axe optique, le centre optique O de la lentille, le foyer image F' et le foyer objet F (symétrique de F')



3) Trajets de quelques rayons lumineux particuliers à travers une lentille convergente : (TP)

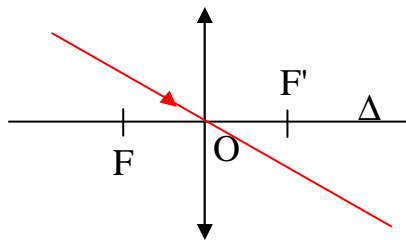
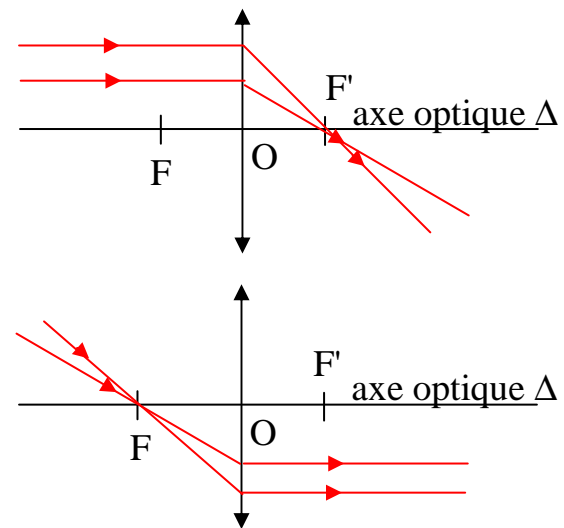
Remarque : Le faisceau lumineux provenant d'un objet très éloigné comme le soleil peut être modélisé par des rayons lumineux parallèles. On peut aussi l'obtenir en plaçant une lentille mince à distance précise d'une lampe.



Une lentille à bords minces transforme un faisceau de rayons parallèles en un faisceau convergent après la lentille. Cette lentille est convergente.

Tous les rayons lumineux incidents parallèles à l'axe optique convergent en un point F' de l'axe optique qu'on appelle point focal image, ou foyer image. Ceci n'est valable que pour des rayons incidents proches de l'axe optique.

* Tout rayon incident passant par le foyer principal objet F d'une lentille convergente émerge parallèlement à l'axe principal de cette lentille.



* Tout rayon incident passant par le foyer objet F émerge de la lentille parallèlement à l'axe optique.

4) Caractéristiques

La distance focale f' d'une lentille convergente est la distance OF' entre le centre optique O et le foyer image F' . Elle s'exprime en mètre (m). Plus ce nombre est petit, et plus la lentille est convergente. $f' = OF'$

La vergence C est l'inverse de la distance focale : $C = 1 / f'$ Elle s'exprime en dioptries (symbole δ). Plus ce nombre est grand, et plus la lentille est convergente.

Exemple : Une lentille convergente a une distance focale $f' = 20$ cm.

Vergence : $C = 1 / f' = 1 / 0,20 = 5,0 \delta$

III) Relation de conjugaison : (TP)

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

avec OA position de l'objet (en m), OA' position de l'image (en m) et f' distance focale (en m)

Exemple : Un objet de 4,0 cm est placé à 20cm d'une lentille convergente de focale $f' = 5,0$ cm. Où est l'image ?

$OA = -0,20$ m; $f' = 0,050$ m ; $1 / OA' = 1 / OA + 1 / f' = -1 / 0,20 + 1 / 0,050 = -5 + 20 = 15$
 $OA' = 0,067$ m = 6,7 cm. $OA' > 0$, l'image est après la lentille.

IV) Caractéristiques d'une image donnée par une lentille convergente :

1) Comment construire l'image d'un objet?

a) Modélisation d'un objet

Un objet est constitué d'un ensemble de points émettant de la lumière dans toutes les directions. En optique, on s'intéresse à deux points particuliers d'un objet pour retrouver tous les autres. On modélisera les objets réels complexes par un vecteur AB perpendiculaire à l'axe optique.

b) Construction géométrique de l'image

Exemple : Construire l'image d'un objet de 2,0 cm de hauteur donné par une lentille convergente de distance focale $f' = 2,0$ cm. L'objet est placé à 7,0 cm avant la lentille.

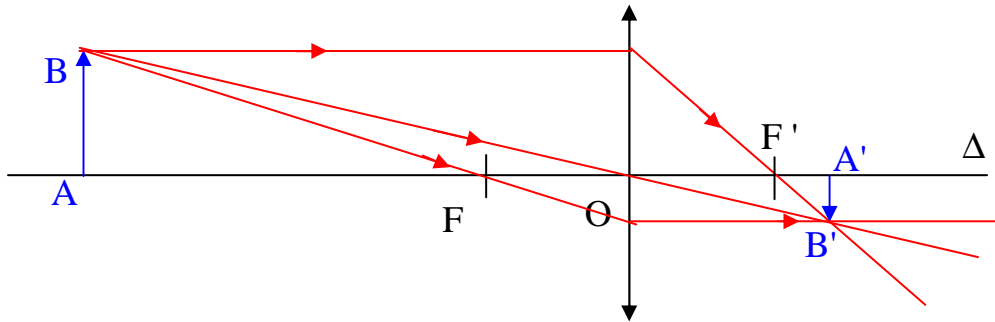
Méthode :

Tracer l'axe optique, placer la lentille, le centre optique O et les foyers F et F'.

Placer l'objet AB. Tracer deux rayons particuliers issus de B.

B' l'image de B par la lentille est à l'intersection des rayons lumineux particuliers.

A' l'image de A est le projeté orthogonal de B' sur l'axe optique.



Analyse : L'image A'B' est plus petite et inversée. En plaçant à cet endroit un écran, on récupère une image nette car tous les rayons issus de B se coupent en B'.

Ce cas impose que $AO > FO$

Si A est entre F et O, la situation est différente. (voir ex 7 p 23)

Si l'objet est à l'infini, la situation est aussi très différente. (voir exercice résolu 14 p 24)

2) Comment caractériser l'image obtenue ?

Il faut donner trois renseignements :

* sa position : c'est la grandeur algébrique OA' .

Elle est positive si A' est à droite de la lentille, ou négative si A' est à gauche de la lentille ;

* sa taille : c'est la grandeur algébrique $A'B'$. Elle peut être positive ou négative selon la convention choisie et la position de B' par rapport à l'axe optique (en dessus ou en dessous).

* son sens : l'image peut en effet être droite ou renversée.

On peut aussi préciser le grandissement : $\gamma = \overline{A'B'} / \overline{AB} = \overline{OA'} / \overline{OA}$

C'est le rapport algébrique de la taille de l'image par la taille de l'objet (nombre sans unité).

Exemple : Ici, on a $AB = 2,0$ cm et $A'B' = -1,0$ cm. $\gamma = 2,0 / -1,0 = -2,0$

La simple lecture du grandissement nous renseigne sur les propriétés de l'image :

si $\gamma > 0$, l'image est dans le même sens que l'objet ; si $|\gamma| > 1$, l'image est agrandie ;

si $\gamma < 0$, l'image est inversée par rapport à l'objet. si $|\gamma| < 1$, l'image est réduite.