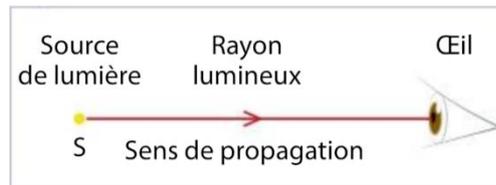


Rappel - Vision et image

I- Caractéristiques de propagation de la lumière

1. Le modèle de la lumière

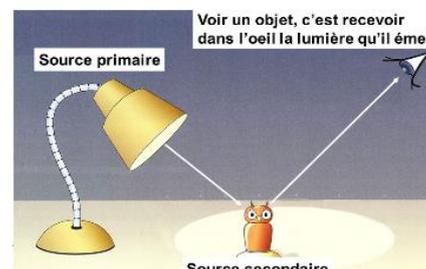
Dans le **vide** et dans tout **milieu transparent et homogène**, la lumière se propage en **ligne droite** depuis la source (primaire ou secondaire) jusqu'à l'œil de l'observateur.



⇒ Son trajet est modélisé par un rayon lumineux, représenté par une droite fléchée.

Remarque

- Une source de lumière est dite « **primaire** » lorsqu'elle émet sa propre lumière (Une lampe, le soleil, un écran d'ordinateur, ...).
- Une source de lumière est dite « **secondaire** » lorsqu'elle réémet la lumière qui l'éclaire (Un cahier, une table, la lune, ...).



2. La vitesse de propagation

La **vitesse de propagation** de la lumière dans le vide, appelée **célérité** et notée « **c** », est **une limite infranchissable** souvent arrondie à la valeur de **$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$** ($c = 300\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$).

⇒ Aucun objet ou signal ne peut aller plus vite que la lumière dans le vide.

	TGV	Son dans l'air	Terre sur son orbite
Valeur v de la vitesse	$300 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ soit $83,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$2,99 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
$\frac{c}{v}$	$3,60 \times 10^6$	$8,82 \times 10^5$	$1,00 \times 10^4$

3. L'indice optique d'un milieu transparent

L'**indice optique** d'un milieu transparent homogène aussi appelé également « **indice de réfraction** » définit le rapport de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide par rapport à celle dans ce milieu.

⇒ L'indice optique d'un milieu se note « **n** » et **s'exprime sans unité** selon la relation :

$$n = \frac{c}{v}$$

Avec

- **c** : la célérité de la lumière dans le vide ; **$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$**
- **v** : la vitesse de la lumière dans le milieu transparent étudié (en « **$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$** »)

Remarques

Par définition, l'indice de réfraction du vide est égal à 1 et tous les autres milieux matériels ont un indice de réfraction supérieur à 1.

Pour l'air, dans les conditions usuelles, $n_{\text{air}} \approx 1,0003$.

⇒ Soit en gardant trois chiffres significatifs, **$n_{\text{air}} = 1,00$** .

Quelques exemples d'indice de réfraction

Milieu transparent	eau	plexiglas	verre	diamant
Indice de réfraction	$n_{\text{eau}} = 1,33$	$n_{\text{plexiglas}} = 1,51$	$n_{\text{verre}} = 1,50$	$n_{\text{diamant}} = 2,42 \text{ à } 2,75$

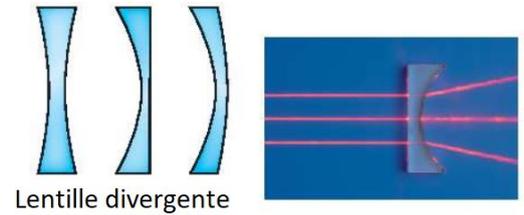
⇒ La mesure de l'indice de réfraction permet ainsi de caractériser un milieu transparent.

II- Les lentilles convergentes

1. Définition

Une **lentille** est un **milieu transparent** (généralement du verre) délimité par deux surfaces dont au moins une n'est pas plane.

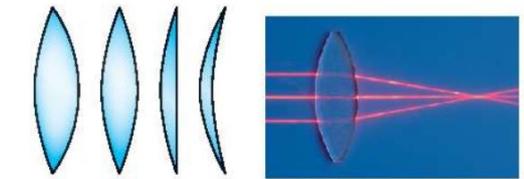
⇒ Un rayon lumineux est donc **dévié par réfraction** à travers la lentille.



Lentille divergente

Une **lentille mince** est dite **convergente** lorsque **les bords de la lentille sont plus minces que son centre**.

⇒ Un faisceau de lumière traversant une lentille mince convergente va donc converger par réfraction.

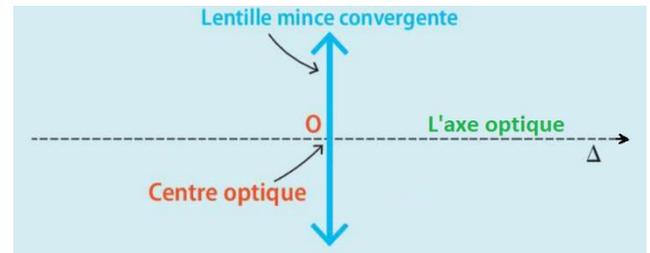


Lentille convergente

2. Modèles d'une lentille mince convergente

a- Représentation symbolique

Une **lentille mince convergente** est symbolisée par une **double flèche verticale** de **centre optique** noté « **O** » et traversée par **un axe optique**, perpendiculaire à la lentille, passant par son centre optique et noté « **Δ** ».

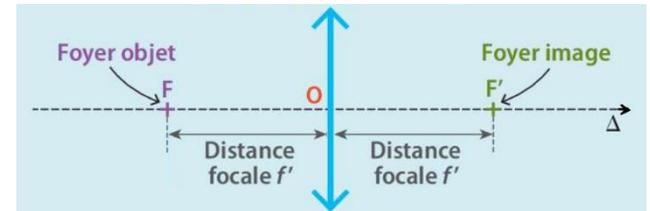


Remarque

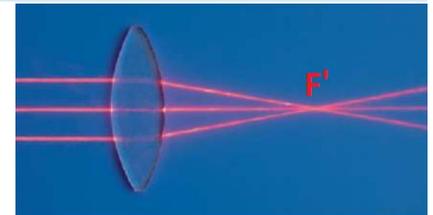
L'axe optique est conventionnellement tracé en pointillé et orienté vers la droite.

b- Caractéristiques

Une **lentille mince convergente** est caractérisée par **une distance focale** (en mètre) notée « **f'** » qui correspond à la distance qui sépare le centre optique de la lentille de la position de ses foyers.



- Son **foyer image** noté « **F'** » est le point de convergence sur l'axe optique d'un faisceau de lumière incidente parallèle à l'axe optique.
- Son **foyer objet** noté « **F** » est le point de symétrie du foyer image **F'** par rapport au centre optique de la lentille.



Remarque

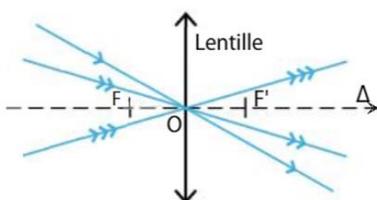
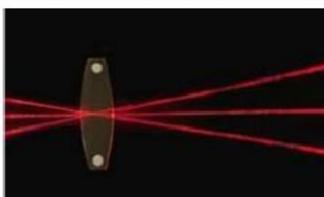
Plus la distance focale d'une lentille est petite et plus la lentille est convergente.

c- Propriétés

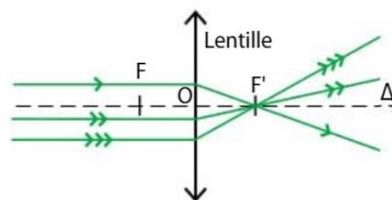
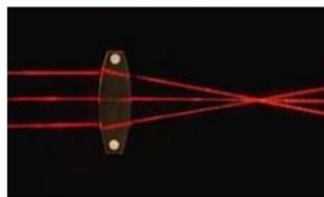
Par convention, la lumière se propage de gauche vers la droite (dans le sens de l'orientation de l'axe optique).

Lorsqu'un faisceau de lumière traverse une lentille mince convergente, il existe **des rayons remarquables** qui vont se comporter de manière bien définie.

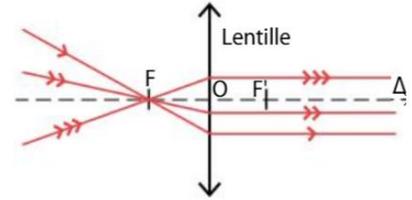
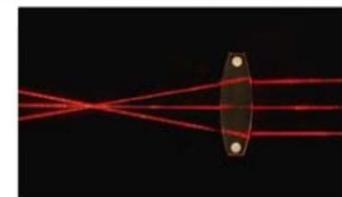
① Tout rayon lumineux incident passant par le centre optique n'est pas dévié par la lentille.



② Tout rayon de lumière incident parallèle à l'axe optique est dévié dans la direction du foyer image de la lentille.

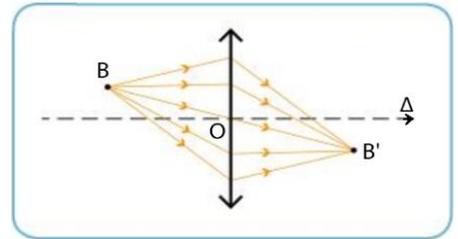


③ Tout rayon de lumière incident passant par le foyer objet de la lentille est dévié parallèlement à l'axe optique.



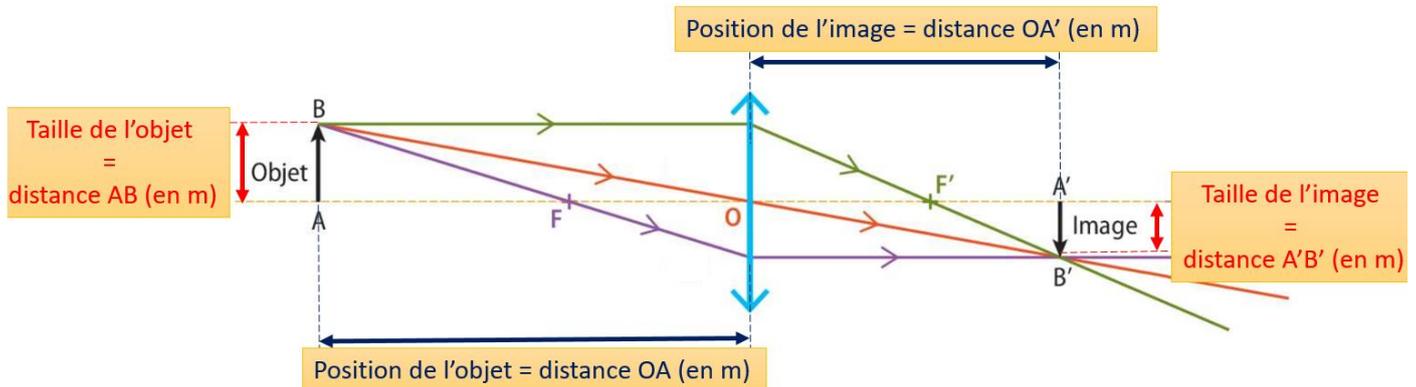
3. Image d'un objet par une lentille mince convergente

L'image d'un point « B » situé avant la lentille est un point « B' » situé à l'intersection de tous les rayons lumineux issus de « B » et traversant la lentille.



Par convention, un **objet** est symbolisé par un segment fléché noté « AB », placé à gauche de la lentille et perpendiculaire à l'axe optique au point « A ».

⇒ L'**image** notée « $A'B'$ » se détermine par construction graphique à l'aide d'au moins deux des trois rayons remarquables traversant la lentille.



Remarque :

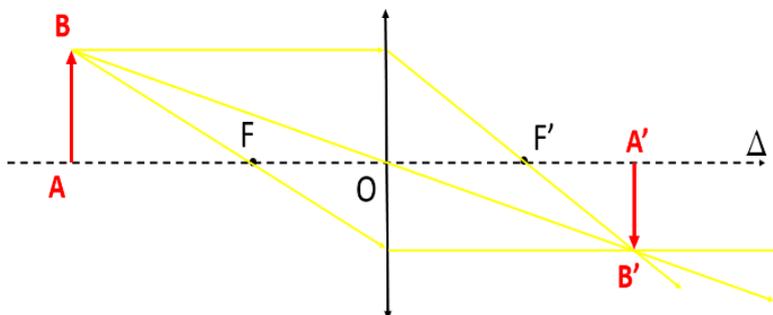
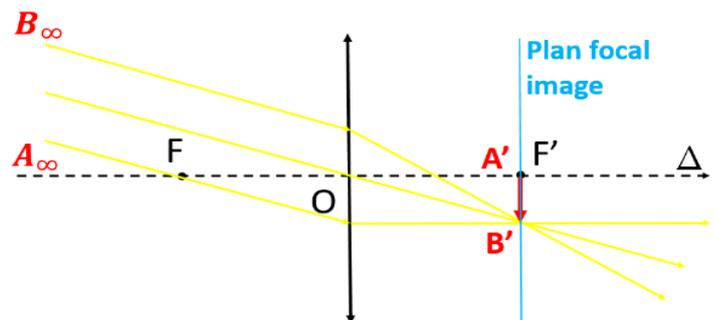
Le point image « A' » du point objet « A » est le projeté orthogonal du point image « B' » sur l'axe optique.

⇒ L'image est alors dite **renversée**.

Cas d'un objet situé à l'infini

Les rayons lumineux issus d'un point-objet à l'infini forment un faisceau de rayons parallèles. Après avoir traversé la lentille, ils convergent dans un plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par « F' », appelé « **plan focal image** ».

⇒ L'image peut être observée sur un écran, elle est dite **réelle** et **renversée** par rapport à l'objet.



Cas d'un objet situé avant le foyer objet

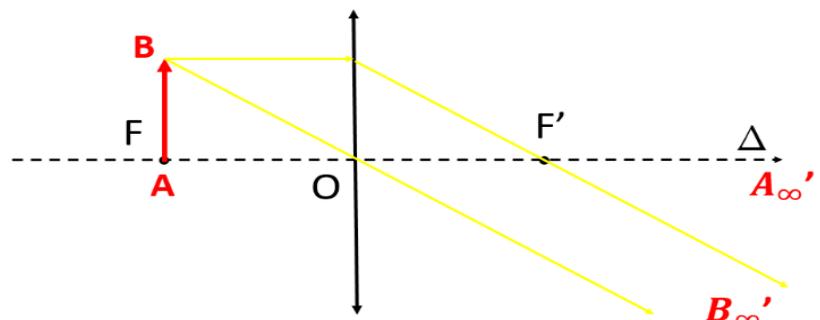
Les rayons lumineux issus de l'objet « AB » convergent et forment une image « $A'B'$ » située après le foyer image « F' ».

⇒ L'image peut être observée sur un écran, elle est dite **réelle** et **renversée** par rapport à l'objet.

Cas d'un objet situé sur le foyer objet

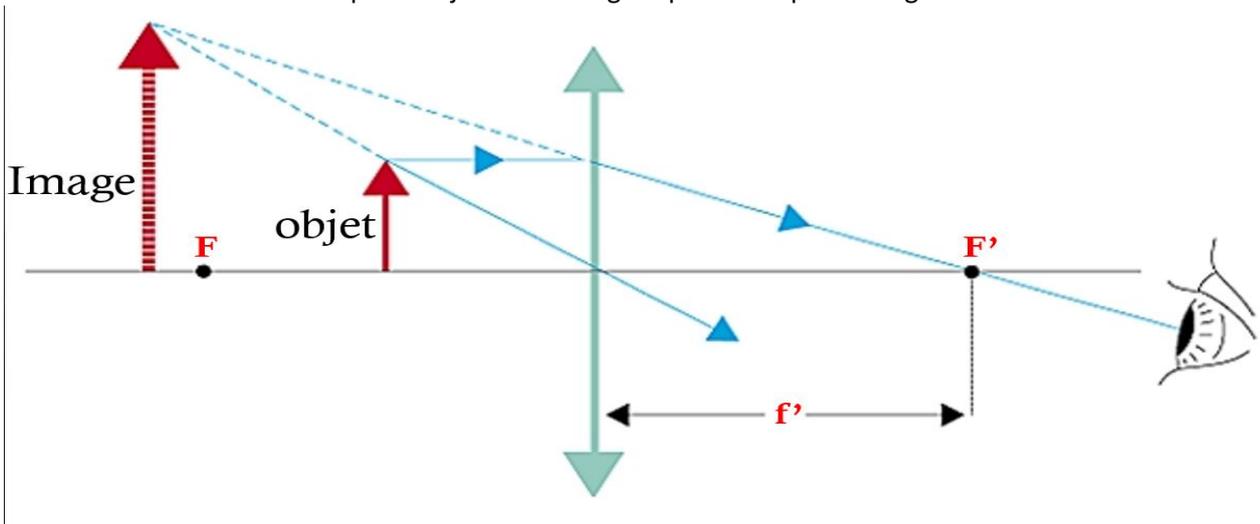
Les rayons lumineux issus de l'objet « AB » ressortent de la lentille parallèle entre eux.

⇒ L'image est dite formée « **à l'infini** ».



Cas d'un objet situé entre le foyer objet et la lentille

Lorsque l'objet se situe trop proche de lentille convergente, à une distance inférieure à la distance focale, alors les rayons lumineux issus d'un même point objet ne convergent pas en un point image à la sortie de la lentille.



⇒ L'image ne peut donc pas être observée sur un écran placé derrière la lentille.

Cependant, il est possible d'observer une image par extrapolation de l'esprit tel un mirage. Lorsque notre œil va intercepter les rayons lumineux issus de la lentille, notre cerveau va supposer que la lumière arrive en ligne droite et va former une image dans le prolongement des rayons lumineux. L'image ainsi observée n'existe pas physiquement et ne peut donc être visualisée sur un écran.

⇒ La lentille fonctionne comme une loupe, l'image est dite « virtuelle ».

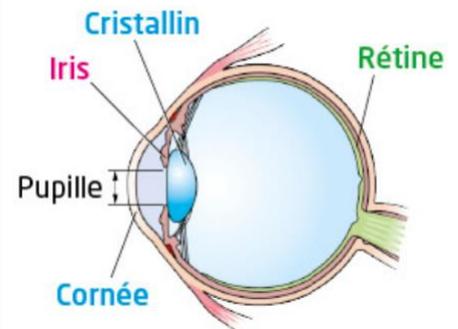


III- L'œil et sa modélisation

1. L'œil réel

L'œil réel est un système optique complexe qu'il est possible de simplifier par seulement :

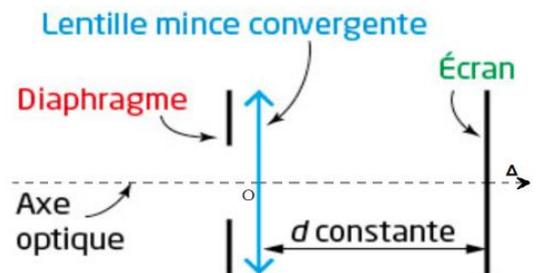
- L'iris qui limite la quantité de lumière pénétrant dans l'œil par la pupille.
- La cornée et le cristallin forment l'image de l'objet sur la rétine.
- La rétine constituée de photorécepteurs qui vont capter la lumière pénétrant dans l'œil.



2. Le modèle de l'œil réduit

Il est alors possible de modéliser l'œil réel par le modèle de l'œil réduit avec :

- Un diaphragme modélisant l'iris.
- Une lentille mince convergente modélisant le cristallin et la cornée.
- Un écran modélisant la rétine placée à une distance d constante de la lentille ($d \approx 17 \text{ mm}$ pour l'œil humain).

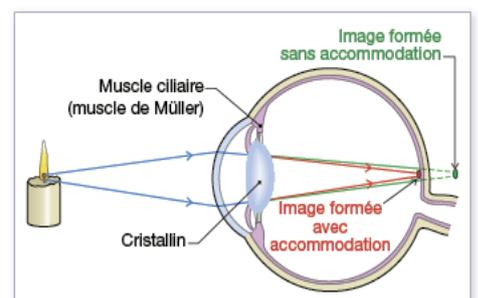


3. Le fonctionnement de l'œil

Un objet est vu nettement lorsque son image formée par le cristallin se situe sur la rétine. ($OA' = d$)

En fonction de l'éloignement de l'objet, le cristallin va se déformer afin de modifier sa distance focale et former l'image nettement sur la rétine.

⇒ C'est le phénomène d'accommodation de l'œil.

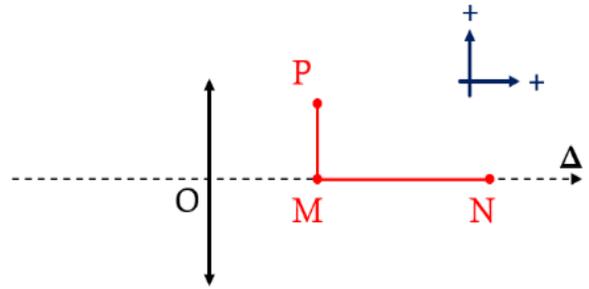


IV- Caractéristiques d'une lentille convergente

1. La convention algébrique

La mesure d'une distance est physiquement toujours positive.

Cependant, en convention algébrique, une distance entre deux points « M » et « N », notée alors « \overline{MN} », peut-être comptée négativement en fonction de la position relative des points « M » et « N » par rapport à l'orientation de l'axe optique.



Ainsi selon la convention algébrique adoptée ci-contre :

- $\overline{MN} > 0$ et $\overline{NM} < 0$
- $\overline{MP} > 0$ et $\overline{PM} < 0$

2. Le grandissement

Le grandissement d'une lentille quantifie l'effet de la lentille sur la taille de l'image par rapport à celle de l'objet.

⇒ Le grandissement est une grandeur sans unité, noté « γ » selon la relation :

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

Avec

- $\overline{A'B'}$: la taille de l'image (en « m »)
- \overline{AB} : la taille de l'objet (en « m »)
- $\overline{OA'}$: la position de l'image (en « m »)
- \overline{OA} : la position de l'objet (en « m »)

Remarque

- Le grandissement « γ » est également une grandeur algébrique.
Si $\gamma > 0$ ⇔ L'image est dans le même sens que l'objet.
Si $\gamma < 0$ ⇔ L'image est renversée par rapport à l'objet.

3. La relation de conjugaison de Descartes

La relation de conjugaison traduit le lien entre la position où se forme l'image par rapport à celle de l'objet en fonction de la distance focale de la lentille.

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

Avec

- $\overline{A'B'}$: la taille de l'image (en « m »)
- \overline{AB} : la taille de l'objet (en « m »)
- f' : la distance focale de la lentille (en « m »)