

I. Généralités sur les lentilles minces

I. 1- définition d'une lentille sphérique :

Une lentille est un milieu transparent limité par deux dioptries, les deux peuvent être sphériques ou l'un est sphérique et l'autre est plan (on les nomme souvent lentilles sphériques).

Nous étudierons le cas des lentilles minces : une lentille est mince si son diamètre est très grand devant son épaisseur.

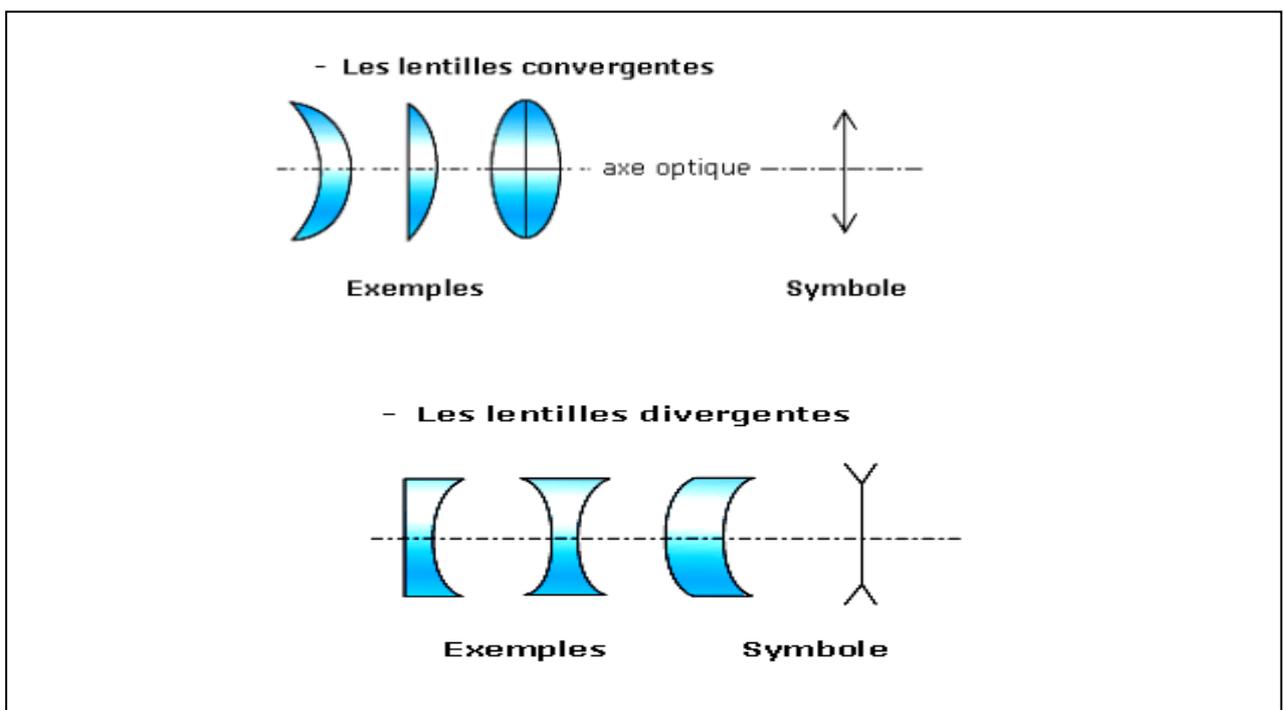


I. 2- Différents types de lentilles

Il existe deux types de lentilles minces :

- Les lentilles à bord mince : convergentes.
- Les lentilles à bord épais : divergentes.

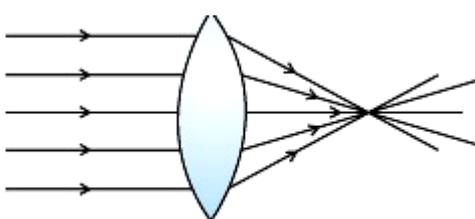
I. 3- Présentation des deux types de lentilles minces :



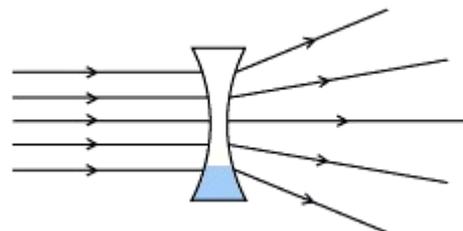
I. 3- Effet d'une lentille convergente sur un faisceau lumineux:

Les lentilles convergentes transforment le faisceau parallèle de la lampe en un faisceau convergent en un point.

Les lentilles divergentes font diverger, c'est-à-dire s'écarter, le faisceau et on observe une grosse tache lumineuse.



Lentille convergente



Lentille divergente

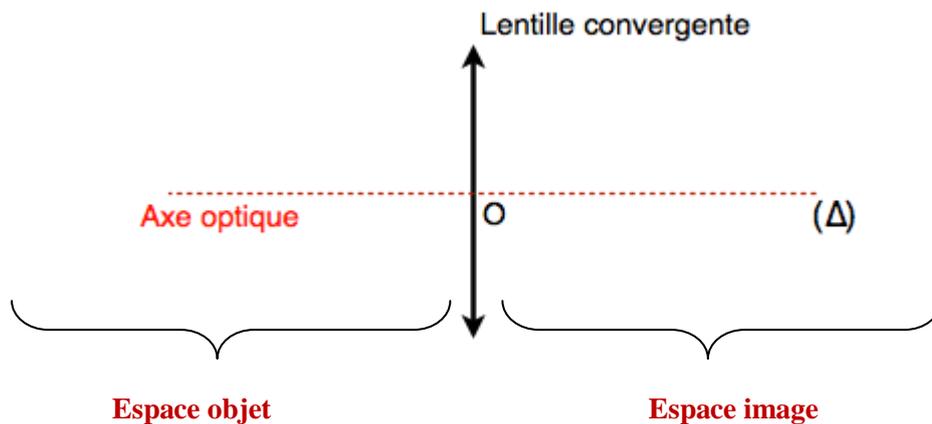
II. Modélisation et caractéristiques des lentilles convergentes:

II. 1- L'axe optique principal –le centre optique :

a- Définitions :

- ♣ On appelle axe optique principal d'une lentille convergente l'axe de symétrie commun à ses deux faces sphériques et orthogonal à la lentille.
- ♣ On appelle centre optique de la lentille, noté O, le point de l'axe optique de la lentille par lequel passe le rayon réfracté correspondant à un rayon incident dont le rayon émergent correspondant lui est parallèle.

b- Représentations :



Tout rayon passant par le centre O d'une lentille ne subit aucune déviation. Ce point O est appelé centre optique de la lentille.

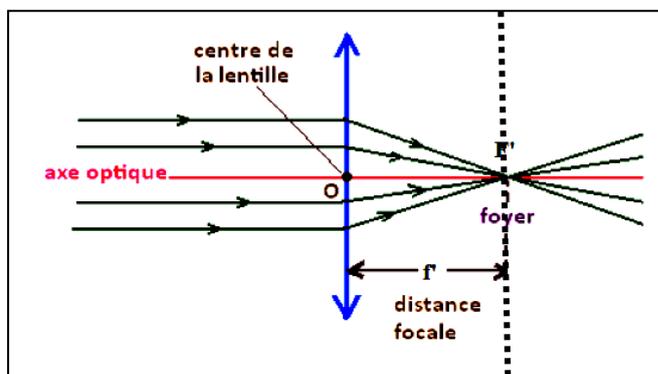
Remarques :

- ✓ Si l'objet se trouve dans l'espace objet il est réel et s'il se trouve dans l'espace image il est virtuel.
- ✓ Si l'image se trouve dans l'espace image elle est réelle et si elle se trouve dans l'espace objet elle est virtuelle.

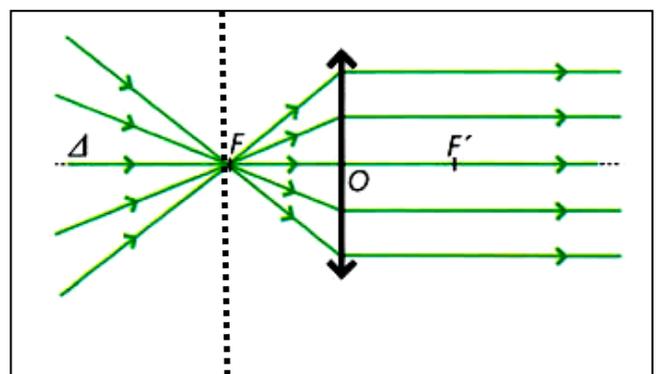
II. 2- Foyer principal image et Foyer principal objet :

Une lentille convergente comporte deux foyers, appelés foyer principal objet et foyer principal image :

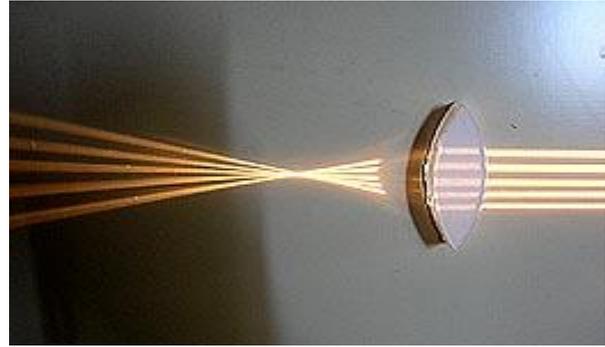
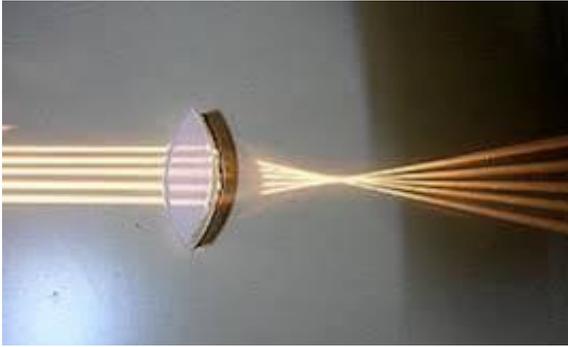
- Tout rayon incident parallèle à l'axe optique émerge en passant par F' , foyer principal image. Ce foyer est donc l'image d'un objet à l'infini .
- Tout rayon incident passant par F , foyer principal objet, émerge parallèle à l'axe optique. Ce foyer a donc son image à l'infini .
- Ces foyers sont symétriques par rapport au centre optique de la lentille.



Plan focal image



Plan focal objet



II. 3- Distance focale et vergence

On appelle :

- Distance focale objet la grandeur notée f' et définie par $f' = \overline{OF'}$
- Distance focale image la grandeur notée f et définie par $f = \overline{OF}$
- Vergence la grandeur notée C et définie par $C = \frac{1}{f} = \frac{1}{OF}$; Elle s'exprime en dioptries (δ) ou (m^{-1})

III. Image formée par une lentille convergente

III. 1- Objets - images réelles et virtuelles

- ✚ On appelle objet (ponctuel) le point d'intersection des rayons incidents au système optique. Celui-ci est réel si tous les rayons qui lui parviennent sont réels (la source peut être "touchée").
Un objet réel est situé à gauche de la lentille.
- ✚ Un objet est virtuel si au moins un des rayons qui lui parviennent est virtuel. Un objet virtuel est situé à droite de la lentille.
- ✚ L'image d'un objet par une lentille est l'intersection des rayons qui parviennent sur le système optique.
Une image est réelle si tous les rayons qui lui parviennent sont réels (elle peut être recueillie sur un récepteur ou visualisée sur un écran).
 - Une image réelle est située à droite de la lentille.
 - Une image virtuelle est située à gauche de la lentille.

III. 2- Rayons particuliers

Il y a trois rayons particuliers que l'on peut utiliser lors des différents tracés :

- ✚ Un rayon parallèle à l'axe optique : il ressort en passant par F' .
- ✚ Un rayon passant par F : il ressort parallèle à l'axe.
- ✚ Un rayon passant par O : il n'est pas dévié.

III. 3- Description de l'image pour différentes positions de l'objet

a- Méthode et étapes à suivre pour construire l'image d'un objet AB

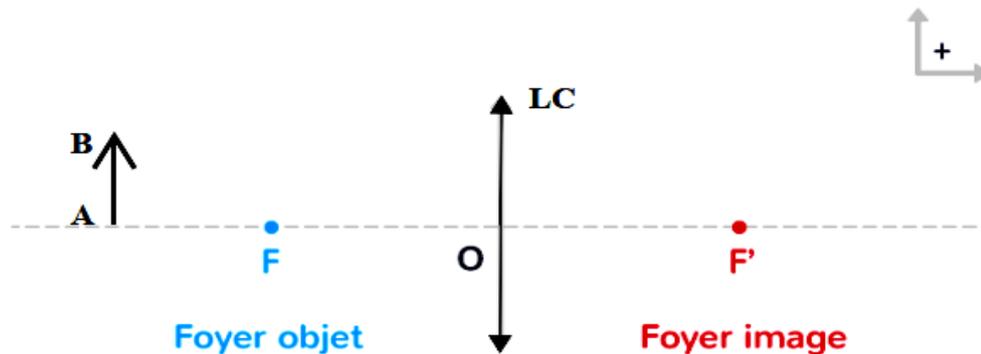
Simulation :

https://www.pccf.fr/physique_chimie_college_lycee/lycee/premiere_1S/lentille_convergente.htm

✚ Propriétés

- Pr1 : Tout rayon lumineux issu de B et passant par le centre optique de la lentille n'est pas dévié.
- Pr 2 : Tout rayon lumineux issu de B et passant par le foyer principal objet F émerge de la lentille parallèlement à son axe optique..Pr 3 : Tout rayon lumineux issu de B parallèlement à l'axe optique de la lentille émerge en passant par le foyer principal optique
- ✚ on modélise l'objet par une flèche AB perpendiculaire à l'axe optique en A.
 - On choisit une échelle convenable pour représenter la lentille et ses foyers et l'objet AB.
 - il faut construire les 2 rayons particuliers issus du point objet B.
 - L'intersection de ces deux rayons donne le point B', image de B.

→ l' image du point objet A est alors le point image A', projeté orthogonal de B' sur l'axe optique.



b- Conditions de Gauss :

L'image donnée par la lentille est bonne si elle est nette, non irisée et non déformée.

Pour que la lentille donne une image nette elle doit donner à chaque point A de l'objet un seul point image A' (on dit qu'il ya stigmatisme rigoureux).

Pour cela il est nécessaire de se trouver dans les conditions de Gauss.

Conditions de Gauss:

Une lentille donne d'un objet ponctuel AB une image ponctuelle A'B' si :

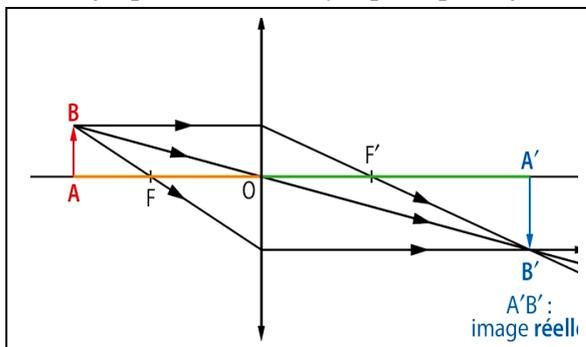
- les rayons sont peu inclinés sur l'axe optique.
- les rayons sont proches de l'axe optique..

Remarque : Pour réaliser les conditions de Gauss il suffit d'utiliser un diaphragme devant la lentille.

c- Modélisation d'image dans différents cas :

❖ Construction de l' image réelle d'un objet réel par une lentille convergente :

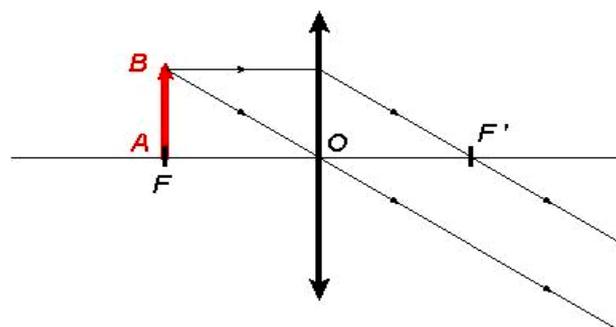
→ Objet placé avant le foyer principal objet F : $\overline{AO} > f'$



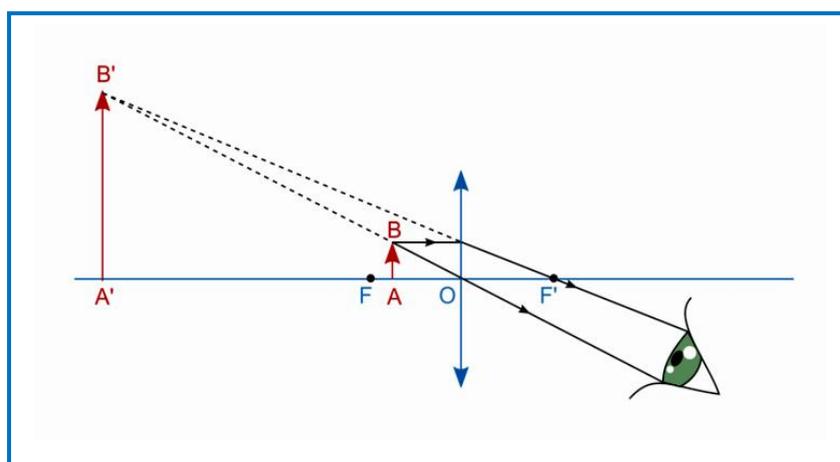
Cas ou l'objet est situé à une distance : $AO > 2f'$	Cas ou l'objet est situé à une distance $2\overline{f'} > AO > \overline{f'}$
L'objet AB est réel (car il se trouve dans l'espace objet)	L'objet AB est réel (car il se trouve dans l'espace objet)
L'image A'B' : - est réelle (car elle se trouve dans l'espace image) - Elle est renversée. - Elle est plus petite que l'objet.	L'image A'B' : - est réelle (car elle se trouve dans l'espace image) - Elle est renversée. - Elle est plus grande que l'objet.

→ Objet placé au foyer principal objet F de la lentille : $AO = f'$ soit $\overline{OA} = \overline{OF} = f < 0$

L'objet AB est réel (car il se trouve dans l'espace objet)
 L'image A'B' se trouve à l'infini ∞ .



- ❖ Construction de l'image virtuelle d'un objet réel par une lentille convergente : (application à la loupe)
 Objet placé entre le foyer principal objet F et la lentille : $AO < f'$



L'image A'B' :

- est virtuelle (car elle se trouve dans l'espace objet)
- Elle est droite (non renversée).
- Elle est plus grande que l'objet.

En plaçant l'objet **entre la loupe et son plan focal objet**, on obtient une image **droite et agrandie** que l'œil peut observer en se plaçant sur le trajet de la lumière émergente.

IV. Relation de conjugaison et grandissement

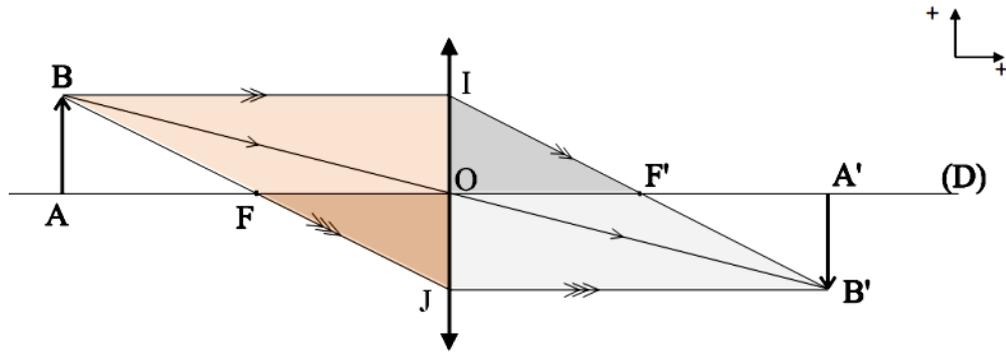
IV. 1- Relation de conjugaison de Descartes

<http://www.physagreg.fr/videos/cours-optique/formules-newton.mp4>

La position de l'image d'un objet par rapport à une lentille mince convergente ne dépend que de la distance focale f de la lentille : il existe une relation liant la position de l'objet et la position de son image (à travers la lentille convergente), cette relation s'appelle la relation de conjugaison :

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

Démonstration : D'après la figure précédente, on remarque que les triangles IOF' et IJB' sont homothétiques (semblables) : $\frac{OF'}{JB'} = \frac{IO}{IJ}$



D'après la figure précédente, on remarque que les triangles JOF et JIB sont homothétiques (semblables) :

$$\frac{\overline{OF}}{\overline{IB}} = \frac{\overline{JO}}{\overline{JI}}$$

En faisant la somme membre à membre on obtient : $\overbrace{\hspace{10em}}=1$

$$\frac{\overline{OF'}}{\overline{JB'}} + \frac{\overline{OF}}{\overline{IB}} = \frac{\overline{IO}}{\overline{IJ}} + \frac{\overline{JO}}{\overline{JI}} = \frac{\overline{IO}}{\overline{IJ}} + \frac{\overline{OJ}}{\overline{IJ}} = 1$$

Et puisque :

$$\begin{cases} \overline{OF'} = f' \text{ et } \overline{OF} = -f = f' & \text{alors } \frac{f'}{\overline{OA'}} + \frac{-f'}{\overline{OA}} = 1 \Leftrightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \\ \overline{JB'} = \overline{OA'} \text{ et } \overline{IB} = \overline{OA} \end{cases}$$

IV. **2- Relation de grandissement** <http://www.physagreg.fr/videos/cours-optique/descartes.mp4>

Il existe une relation, appelée grandissement, entre la grandeur de l'objet et celle de l'image :

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

puisque les deux triangles semblables OAB et OA'B' alors $\frac{\overline{AB'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

Signe de γ	$\gamma < 0$	$\gamma > 0$
Sens de l'image	Image et objet sont de sens contraire	Image et objet sont de même sens

Valeur de γ	$-1 < \gamma < 1$	$\gamma < -1$ ou $\gamma > 1$
Taille de l'image	Plus petite que L'objet	Plus grande que l'objet

remarque : Le grandissement n'a pas d'unité donc OA et OA' doivent être exprimées dans la même unité.

→ Fiche pédagogique : <http://hassan-mazouri.e-monsite.com/medias/files/-7.pdf>

→ Exercices :

- 1) <https://youtu.be/GS-44P1-iH4?t=320>
- 2) http://thierry.col2.free.fr/restreint/exovideo_lycee/ex_1S_physique/ch1_oeil_lentille_convergente_3ex_corrige.pdf
- 3) http://flaubert-lyc.spip.ac-rouen.fr/IMG/pdf/Exer_complem_relations_conjug_corrige.pdf