



COURS

Chapitre 14 « lentilles convergente et Images »

Les compétences à acquérir...

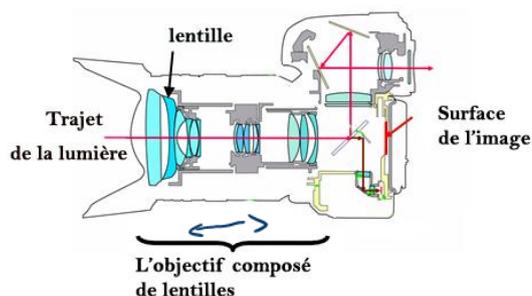
- Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement fournies pour déterminer la position et la taille de l'image d'un objet-plan réel.
- Déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente.
- Estimer la distance focale d'une lentille mince convergente.
- Réaliser une mise au point en modifiant soit la distance focale de la lentille convergente soit la géométrie du montage optique.
- Choisir le modèle de la synthèse additive ou celui de la synthèse soustractive selon la situation à interpréter. Interpréter la couleur perçue d'un objet à partir de celle de la lumière incidente ainsi que des phénomènes d'absorption, de diffusion et de transmission.
- Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une lumière incidente.
- Illustrer les notions de synthèse additive, de synthèse soustractive et de couleur des objets.



I- Comment obtenir une image à travers une lentille mince convergente ?

1- Qu'est ce qu'une lentille mince convergente ?

Appareil photo numérique



Les lentilles sont des éléments essentiels dans la plupart des instruments optiques (appareil photo, lunettes de vue, microscope, smartphone, ...).

Exemple : L'objectif d'un appareil photo permet d'obtenir une image nette en modifiant distances entre les différentes lentilles le composant et en adaptant la quantité de lumière.



Les **lentilles minces** sont des milieux transparents délimités par 2 surfaces (dioptries) dont l'une au moins n'est pas plane. La plupart du temps, elles sont fabriquées en verre

Séparation de 2 milieux (air - verre)

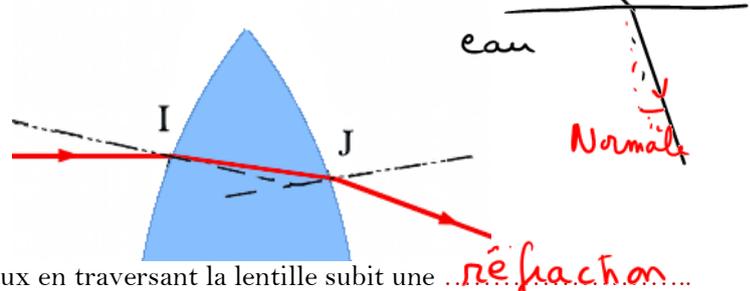
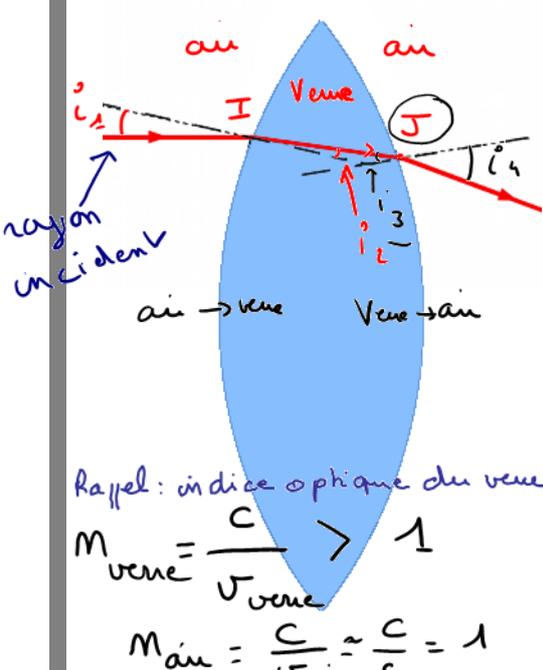
Il existe deux grandes familles de lentilles optiques :

Les lentilles minces convergentes	Les lentilles minces divergentes
<p>Axe optique</p> <p>Symbole</p>	<p>Symbole</p>
<p>Une lentille convergente fait <u>converger</u> .. les rayons lumineux</p>	<p>Une lentille divergente fait <u>diverger</u> .. les rayons lumineux</p>
<p>rayon lumineux</p>	

Les lentilles minces convergentes sont plus fines .. au bord qu'au centre, contrairement aux lentilles divergentes dont le bord est plus épais que le centre. Nous n'étudierons, ici, que les lentilles minces convergentes.

2- Que ce passe-t-il lorsqu'un rayon lumineux traverse une lentille mince convergente ?

Exercice :



Le rayon lumineux en traversant la lentille subit une **réfraction**

au point I et au point J

Au point I : L'angle incident est $i_1 = 15,0^\circ$ et l'angle réfracté est $i_2 = 12,7^\circ$

Calculez l'indice optique de verre n_v constituant la lentille : **2° loi de Descartes**

$$M_{air} \times \sin i_1 = M_{verre} \times \sin i_2$$

$$\Rightarrow M_{verre} = \frac{M_{air} \times \sin i_1}{\sin i_2} = \frac{1 \times \sin 15,0^\circ}{\sin 12,7^\circ}$$

Au point J : le nouvel angle incident est $i_3 = 20^\circ$

Calculez le nouvel angle réfracté i_4

$$M_{verre} \times \sin i_3 = M_{air} \times \sin i_4$$

$$\Rightarrow \sin i_4 = \frac{M_{verre} \times \sin i_3}{M_{air}} = \frac{1,17 \times \sin 20^\circ}{1}$$

$$M_{air} \times \sin i_4 = 0,40 \Rightarrow i_4 = 23,6^\circ$$

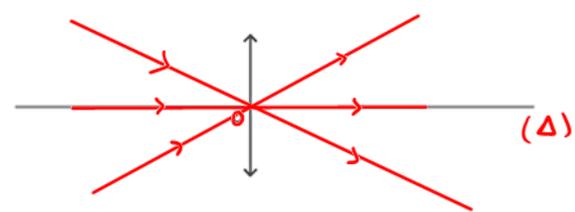
[Vidéo](#) (2,0 min - 3 min 16 s)

3- Quelques propriétés des lentilles minces convergentes :

a- Un rayon lumineux passant par le centre de la lentille :

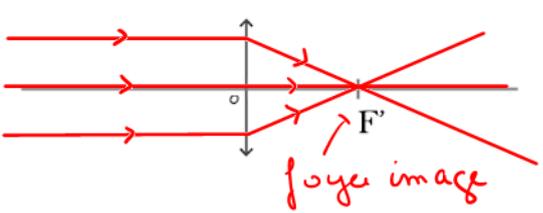
Vocabulaire :

- Le centre d'une lentille mince est appelé le **centre optique** et est noté par la lettre O.
- L'axe optique noté (Δ) est axe fictif **perpendiculaire à la lentille passant par O**



Propriété 1 :
 Tout rayon lumineux passant par le centre optique n'est pas dévié.

b- Rayons incidents parallèles à l'axe optique d'une lentille :

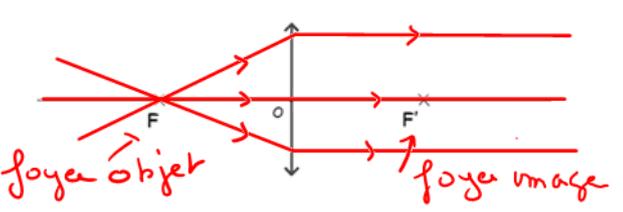


Propriété 2 :
 Tout rayon lumineux parallèle à l'axe optique converge vers le point F' (foyer principal image)

Vocabulaire :

- Le foyer principal image noté F' est le point pour lequel tous les rayons incidents parallèles à l'axe optique (Δ) **convergent**

c- Rayons émergent parallèles à l'axe optique d'une lentille :



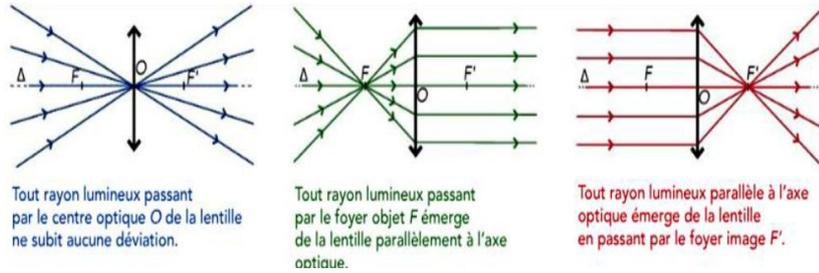
Propriété 3 :
 Tout rayon lumineux passant par le point F (foyer objet) émerge parallèle à l'axe optique.

Vocabulaire :

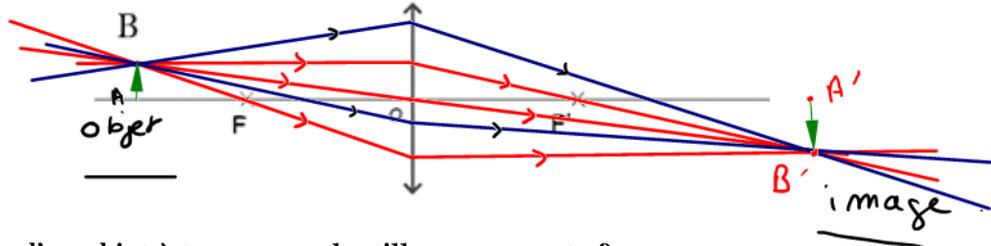
- Le foyer principal objet noté F est le point pour lequel tous les rayons incidents passant par ce point émergent **parallèle à l'axe optique**

Remarque : Le foyer principal objet F est le **symétrique par rapport à O** du foyer principal image F'.

En résumé :



d- Appliquons ces trois propriétés en au point B

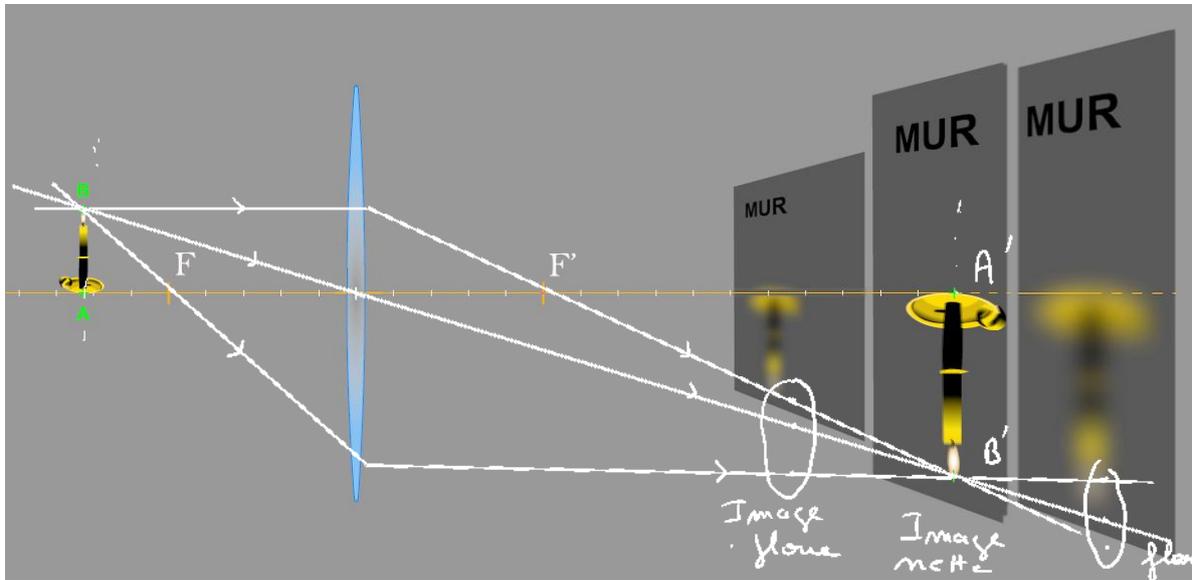


II- Où se forme l'image d'un objet à travers une lentille convergente ?

1- Expérience de la bougie : (animation) ← cliquez !

Une bougie est présentée devant une lentille mince convergente. Dans cette expérience, la bougie sera appelée l'objet.

Un écran, placé après la lentille, permet d'observer l'image de la bougie



Observations sur l'écran:

- l'image de la bougie est un verre.
- L'image de la bougie est nette que lorsque le mur est à 1 distance "peux" de la lentille.

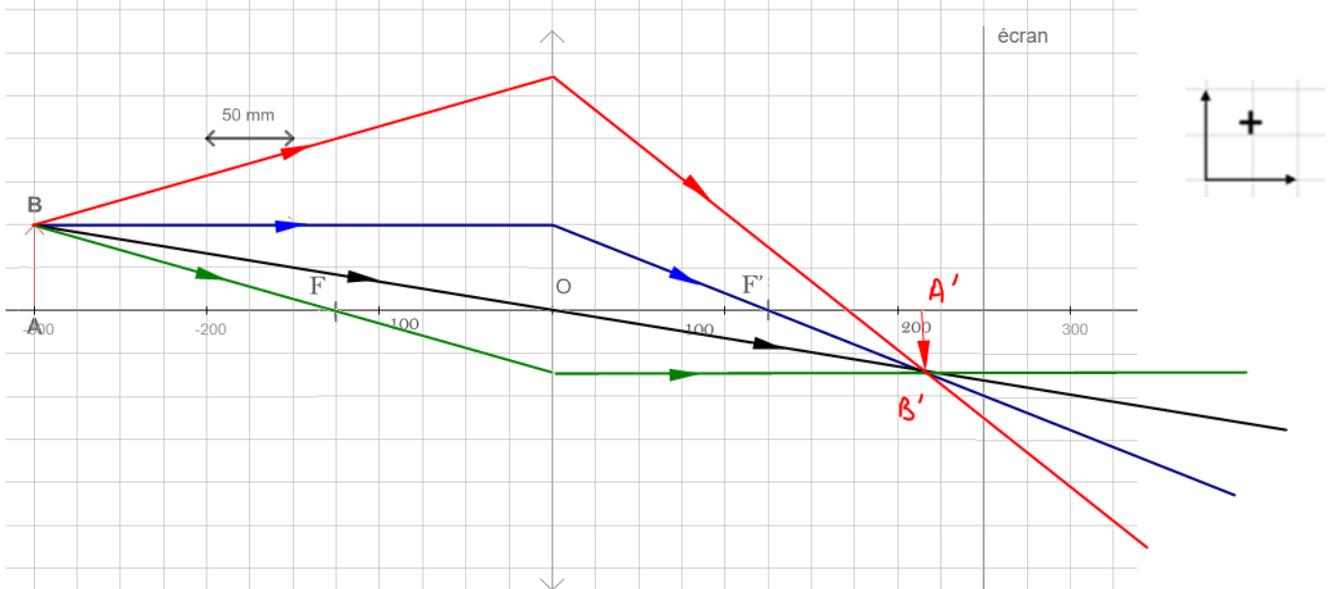
2- Interprétation de l'image nette de la bougie sur l'écran :

Proposition :

L'image est nette lorsque l'écran contient le point B' image du point B à travers la lentille

3- Schématisation de l'expérience :

Où doit-on placer l'écran pour que l'image A'B', de l'objet AB tel que $[OA] = 300\text{mm}$, soit nette ?



L'image A'B' est nette pour $[OA'] = 215\text{mm}$. L'image A'B' est inversée par rapport à l'objet AB et semble plus petite : $[AB] = 50\text{mm}$ $[A'B'] = 30\text{mm}$

4- Relation de conjugaison :

a- Distance algébrique ou mesure algébrique:

Une **distance algébrique** ou mesure algébrique est une distance orientée qui peut être positive ou négative suivant une référence choisie. Elle est notée \overline{OA}

Exercice : Donnez les distances algébriques par rapport à l'exemple précédent

$\overline{OA} = \dots 300\text{mm}$ $\overline{OA'} = +215\text{mm}$ $\overline{AB} = +50\text{mm}$ $\overline{A'B'} = -30\text{mm}$
 $\overline{OF} = \dots 125\text{mm}$ $\overline{OF'} = +125\text{mm}$

b- Distance focale f' d'une lentille :

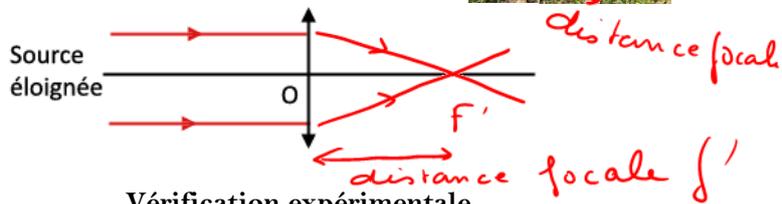
Définition

La **distance focale**, notée f' , est la distance entre le centre optique de la lentille et le foyer image F'

$f' = \overline{OF'} > 0$

Méthode pour déterminer f'

Considérons une source suffisamment éloignée pour considérer que les rayons arrivent, sur la lentille, parallèles à l'axe optique : Tous ces rayons convergent au ... foyer image .



c- Relation de conjugaison :

Relation

Il existe une relation entre la position d'un objet \overline{OA} et la position de son image $\overline{OA'}$ à travers une lentille de distance focale $f = \overline{OF'}$

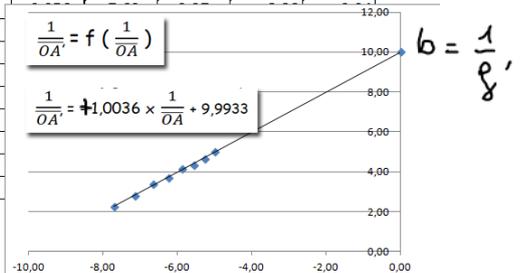
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

Cette relation est appelée relation de conjugaison

Vérification expérimentale

distance focale $f =$ m

MESURES			CALCULS			
OA (m)	OA' (m)	A'B' (m)	1/OA	1/OA'	OA'/OA	A'B'/AB
0,13	0,44					
-0,14	0,36					
-0,15	0,295					
-0,16	0,27					
-0,17	0,24					
-0,18	0,23					
-0,19	0,215					
-0,2	0,2					



Expérimentalement il est possible de construire la courbe $\frac{1}{\overline{OA'}} = f(\frac{1}{\overline{OA}})$.
 On trace la courbe $\frac{1}{\overline{OA'}}$ en fonction de $\frac{1}{\overline{OA}}$ expérimentalement.
 On note que la courbe est une droite du type $a \cdot x + b$ qui ne passe pas par l'origine : $\frac{1}{\overline{OA'}}$ et $\frac{1}{\overline{OA}}$ ne sont pas proportionnels.

5- Grandissement d'une lentille mince convergent :

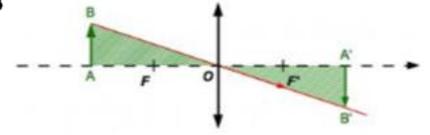
Pour comparer la taille de l'image A'B' à celle de l'objet AB, on définit le **grandissement noté par la lettre γ** (gamma). Le grandissement est sans unité.

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

- Dans le cas précédent, calculez le grandissement γ de cette lentille γ

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{30}{50} = 0,60 < 0 \text{ car l'objet et l'image sont inversés.}$$

- Calculez le rapport $\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-215}{300} = -0,71 \approx \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$



Conclure :

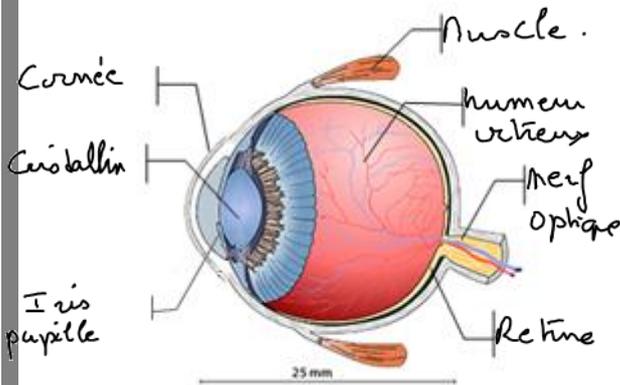
Comment démontrer cela ? Les droites (AB) et (A'B') sont parallèles. Les droites AA' et (BB') sont sécantes en O. Je peux appliquer le théorème de Thalès

$$\Rightarrow \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} (= \frac{\overline{BB'}}{\overline{AA'}})$$

III- Fonctionnement de l'œil : Vidéo

1- Anatomie de l'œil réel : En vous aidant de l'animation ([capneuronal](http://www.capneuronal.com)) sur l'œil complétez le schéma ci-dessous

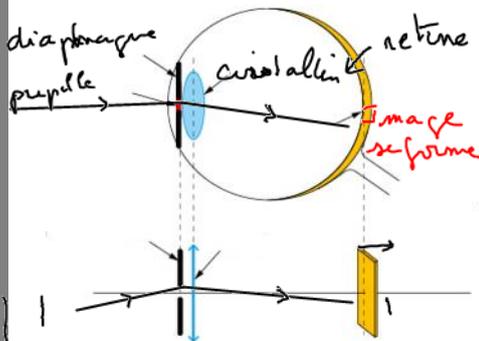
L'œil est constitué de trois parties principales :



- l'ensemble pupille-iris joue le rôle de diaphragme (ouverture circulaire de diamètre variable...); Plus la pupille est dilatée plus la quantité de lumière entrant dans l'œil est... importante.
- le cristallin qui joue le rôle de lentille...; il fait converger les rayons lumineux sur la rétine.
- La rétine qui joue le rôle d'écran... La rétine "reçoit" l'image de l'objet observé par l'œil et envoie l'information lumineuse au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique.

<http://www.biologieenflash.net/animation.php?ref=bio-0029-3>

2- Modèle simplifié de l'œil :



Question : L'œil humain a un diamètre moyen de 25 mm et il ne peut pas se déformer. Comment alors l'image d'un objet peut-elle être toujours nette sur la rétine (on ne peut pas déplacer la rétine!)
 de cristallin... se déforme... pour avoir toujours l'image nette sur la rétine.