

Lentilles minces

Cours de sciences physiques - niveau 1re

Une loupe fait paraître les lettres plus grosses, un appareil photo projette un paysage entier sur un capteur de quelques millimètres, et un vidéoprojecteur remplit un mur avec l'image d'une minuscule diapositive. Derrière tous ces instruments se cachent des **lentilles minces**. Ce cours de première t'apprend à prévoir, par le dessin et par le calcul, où se forme l'image et quelle taille elle a.

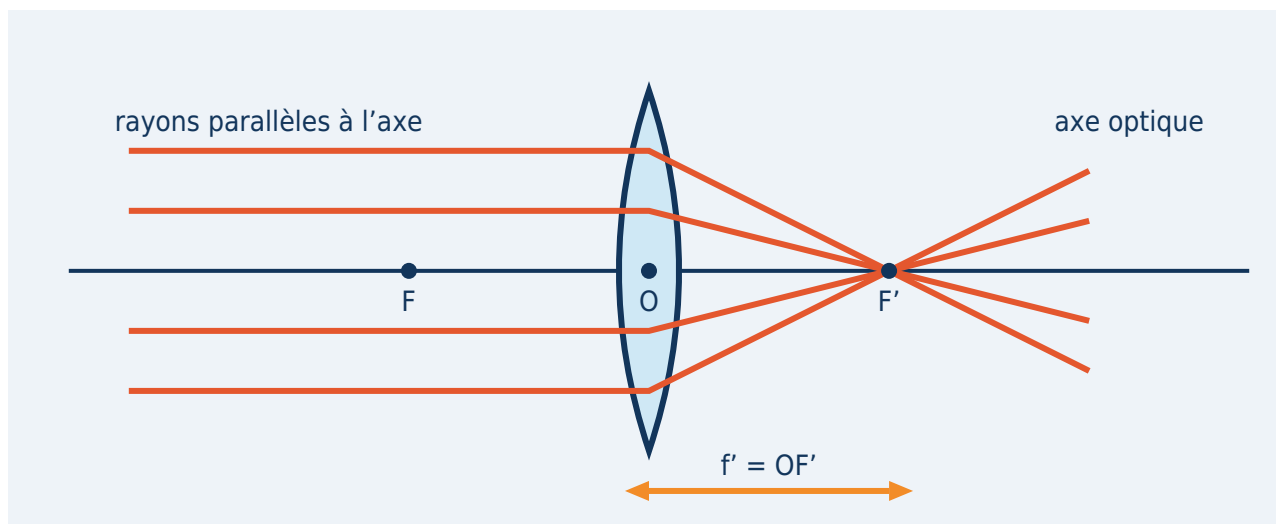
Ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Lentilles minces convergentes : ce qu'on observe

Une **lentille** est un morceau de matière transparente (verre ou plastique) limité par des surfaces courbes. On distingue les lentilles à **bords minces**, qui sont **convergentes** (elles rapprochent les rayons de l'axe), et les lentilles à bords épais, qui sont divergentes. Le programme de première porte sur les lentilles minces convergentes, dont l'épaisseur est négligeable devant les distances en jeu. On les schématise par un segment vertical muni de deux flèches vers l'extérieur.

Une lentille mince convergente est caractérisée par :

- son **axe optique**, droite perpendiculaire au plan de la lentille et passant par son centre ;
- son **centre optique O**, point de l'axe où un rayon traverse la lentille sans être dévié ;
- son **foyer image F'** : point de l'axe où convergent, après la lentille, tous les rayons arrivant parallèles à l'axe ;
- son **foyer objet F**, symétrique de F' par rapport à O ;
- sa **distance focale** $f' = OF'$, positive pour une lentille convergente, en mètres.



Les rayons parallèles à l'axe optique convergent en F', foyer image de la lentille.

FORMULE À RETENIR

$$C = 1 \div f'$$

La **vergence** C s'exprime en **dioptries** (δ), $1 \delta = 1 \text{ m}^{-1}$; f' en mètres (m).

EXEMPLE

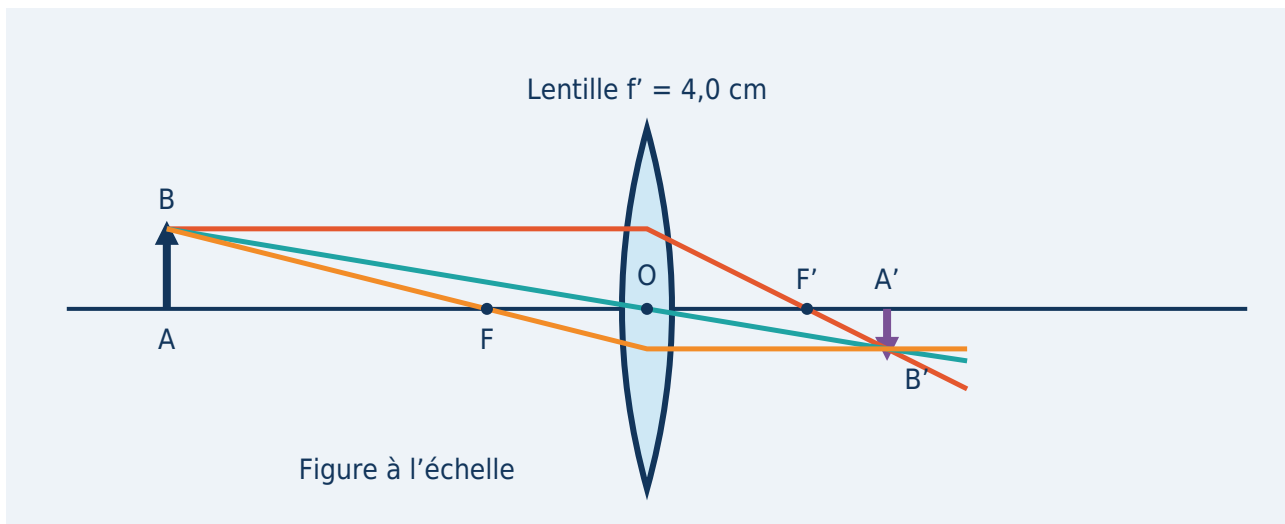
Une lentille de distance focale $f' = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$ a pour vergence $C = 1 \div 0,25 = \mathbf{4,0 \delta}$. Plus la lentille est convergente, plus sa distance focale est courte.

Construire l'image d'un objet

Un objet AB, perpendiculaire à l'axe avec A sur l'axe, donne une image A'B' aussi perpendiculaire à l'axe, avec A' sur l'axe : il suffit de construire B'. On utilise trois rayons particuliers issus de B, dont deux suffisent.

MÉTHODE

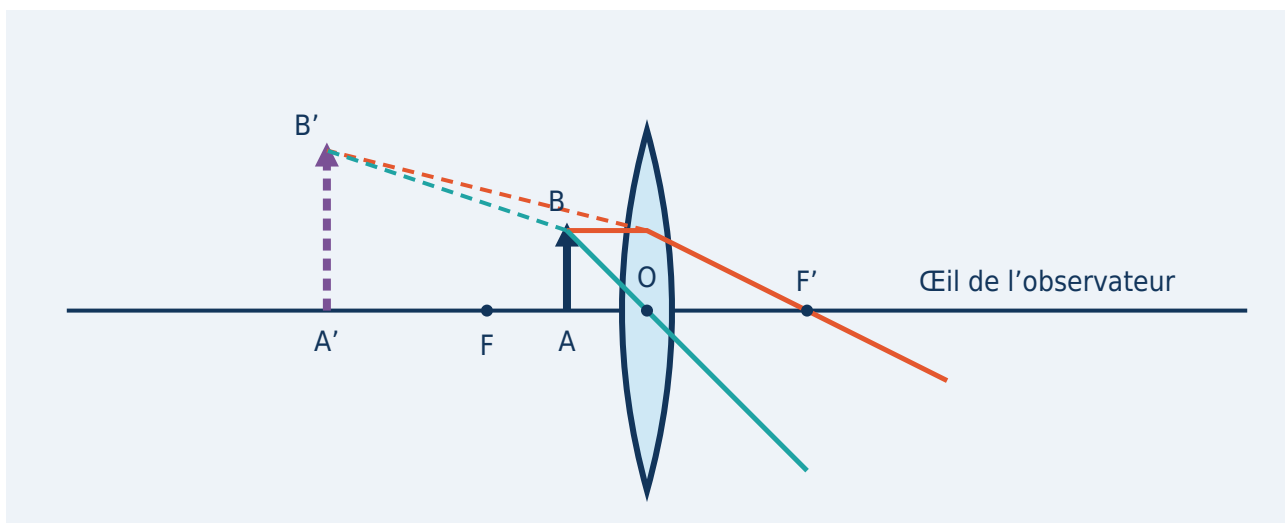
1. Un rayon **parallèle à l'axe** ressort en passant par le foyer image F'.
 2. Un rayon passant par le **centre optique O** n'est pas dévié.
 3. Un rayon passant par le **foyer objet F** ressort **parallèle à l'axe**.
- B' est le point où ces rayons se coupent après la lentille ; A' est la projection de B' sur l'axe.



Objet à 12 cm d'une lentille de focale 4,0 cm : l'image est réelle, renversée et deux fois plus petite.

Image réelle et image virtuelle

Si les rayons ressortent de la lentille en **convergeant** vraiment en B' , l'image est **réelle** : on peut la recueillir sur un écran. Si les rayons ressortent en **divergeant**, ils semblent provenir d'un point B' situé avant la lentille, obtenu par le prolongement (en pointillés) des rayons émergents : l'image est **virtuelle**, on ne peut pas la recueillir sur un écran mais on peut la voir en regardant à travers la lentille. C'est le cas de la loupe : l'objet est placé entre le foyer objet F et la lentille.



Loupe : objet entre F et O , image virtuelle, droite et agrandie (les prolongements sont en pointillés).

La relation de conjugaison et le grandissement

La construction est utile pour comprendre ; le calcul donne des valeurs précises. On oriente l'axe optique dans le sens de propagation de la lumière, avec l'origine en O : les distances sont des **mesures algébriques**. L'objet réel est avant la lentille, donc $OA < 0$; une image réelle est après la lentille, donc $OA' > 0$.

FORMULES À RETENIR

$$1 \div OA' - 1 \div OA = 1 \div f' \quad (\text{relation de conjugaison})$$

$$\gamma = A'B' \div AB = OA' \div OA \quad (\text{grandissement})$$

OA, OA' et f' en mètres (ou toutes en centimètres) ; γ est sans unité. Si $\gamma < 0$, l'image est **renversée** ; si $\gamma > 0$, elle est **droite** ; si $|\gamma| > 1$, elle est **agrandie**.

APPLICATION NUMÉRIQUE

Objet à 12 cm d'une lentille de focale $f' = 4,0$ cm : $OA = -12$ cm. $1 \div OA' = 1 \div f' + 1 \div OA = 1 \div 4,0 - 1 \div 12 = 0,250 - 0,0833 = 0,1667 \text{ cm}^{-1}$, donc **OA' = 6,0 cm** : image réelle. $\gamma = OA' \div OA = 6,0 \div (-12) = -0,50$: renversée, deux fois plus petite. Pour $AB = 2,0$ cm : $A'B' = -1,0$ cm. On retrouve la figure ci-dessus.

APPLICATION NUMÉRIQUE (LOUPE)

Objet à 2,0 cm de la même lentille (entre F et O) : $OA = -2,0$ cm. $1 \div OA' = 0,250 - 0,500 = -0,250 \text{ cm}^{-1}$: **OA' = -4,0 cm** (image avant la lentille, donc virtuelle) ; $\gamma = (-4,0) \div (-2,0) = +2,0$: droite, deux fois plus grande.

Les cas à connaître

Position de l'objet (OA < 0)	Image	Nature et taille
Au-delà de $2f'$ ($ OA > 2f'$)	Entre F' et $2F'$ ($f' < OA' < 2f'$)	Réelle, renversée, réduite
En $2f'$ ($ OA = 2f'$)	$OA' = 2f'$	Réelle, renversée, même taille ($\gamma = -1$)
Entre $2f'$ et f'	Au-delà de $2F'$ ($OA' > 2f'$)	Réelle, renversée, agrandie
En F ($ OA = f'$)	À l'infini	Pas d'image nette sur un écran
Entre F et O ($ OA < f'$)	Du même côté que l'objet ($OA' < 0$)	Virtuelle, droite, agrandie (loupe)

ERREUR FRÉQUENTE

Les distances sont algébriques : OA est **négatif** pour un objet réel. Oublier ce signe donne $1 \div OA' = 1 \div f' - 1 \div OA$, un résultat faux. De même, l'image virtuelle n'est pas « fausse » : elle est bien visible à l'œil, mais ne peut pas être projetée sur un écran. Enfin, ne confonds pas f' (en mètres) avec la vergence C (en dioptries).

L'essentiel à retenir

- Une lentille mince convergente a un centre optique O, deux foyers F et F' et une

distance focale $f' = OF' > 0$; sa vergence est $C = 1 \div f'$ en dioptries.

- Pour construire B' : rayon parallèle à l'axe $\rightarrow F'$; rayon par O non dévié ; rayon par F $\rightarrow$ parallèle à l'axe.
- Relation de conjugaison : $1 \div OA' - 1 \div OA = 1 \div f'$; grandissement $\gamma = OA' \div OA = A'B' \div AB$.
- Image réelle : $OA' > 0$ (sur un écran) ; image virtuelle : $OA' < 0$ (loupe, objet entre F et O).
- $\gamma < 0$: image renversée ; $\gamma > 0$: image droite ; $|\gamma| > 1$: image agrandie.