

Lentilles et images

Cours de sciences physiques - niveau 2de

*Par ailleurs, une loupe, un appareil photo, des lunettes, l'œil lui-même : tous ces objets utilisent des **lentilles** pour former des **images**. Pourquoi une loupe agrandit-elle un insecte alors qu'un appareil photo en fait une image minuscule sur son capteur ? Par ailleurs, ce chapitre explique comment une lentille convergente fabrique une image et comment la prévoir, par un dessin et par un calcul.*

L'essentiel : Une lentille mince convergente fait converger la lumière et possède une distance focale (f') positive. Un objet placé au-delà de (f') donne une image réelle, renversée, que l'on construit avec trois rayons particuliers. Pour une lentille de $(f' = 10)$ cm et un objet à 30 cm, l'image se forme à 15 cm de la lentille.

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

Les lentilles minces convergentes et leurs images

De plus, une **lentille convergente** est un morceau de verre ou de plastique transparent dont les bords sont plus **minces** que le centre. Puis elle fait converger vers un même point un faisceau de lumière parallèle. Ensuite, dans le chapitre, on étudie les lentilles **minces**, dont l'épaisseur est négligeable devant les autres distances, et on travaille dans les conditions de Gauss : les rayons restent proches de l'axe et peu inclinés.

VOCABULAIRE

L'**axe optique** est la droite perpendiculaire à la lentille passant par son centre. Puis le **centre optique** O est le point de la lentille sur l'axe. De plus, le **foyer image** F' est le point de l'axe où convergent les rayons parallèles à l'axe optique arrivant sur la lentille. Ensuite, le **foyer objet** F est son symétrique par rapport à O. Par ailleurs, la **distance focale** f' est la distance OF' : $f' = OF'$, exprimée en mètres.

FORMULE À RETENIR

Donc, la **vergence** d'une lentille est $C = 1 \div f'$, avec C en dioptries (δ , $1 \delta = 1 \text{ m}^{-1}$) et f' en mètres. Plus la lentille est bombée, plus f' est petite et plus C est grande.

APPLICATION NUMÉRIQUE

Une lentille a pour distance focale $f' = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$. Sa vergence est $C = 1 \div 0,25 = 4,0 \text{ δ}$. Puis une lentille de vergence 20 δ a une distance focale $f' = 1 \div 20 = 0,050 \text{ m} = 5,0 \text{ cm}$.

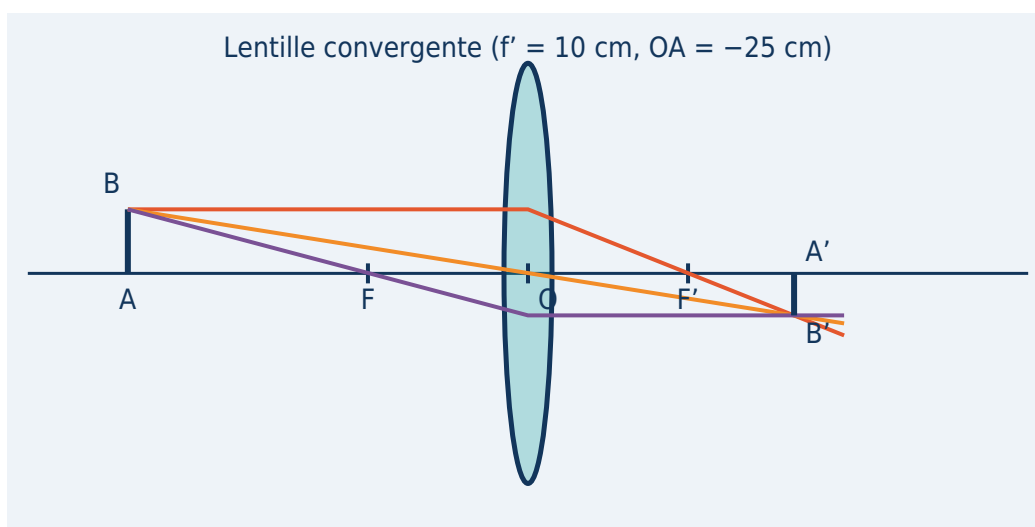
Les trois rayons particuliers

Enfin, pour construire l'image d'un objet, on utilise trois rayons dont le trajet est connu.

- Un rayon **parallèle à l'axe optique** ressort de la lentille en passant par le foyer image F' .
- Ensuite, un rayon qui passe par le **centre optique** O n'est pas dévié.
- Un rayon qui passe par le **foyer objet** F ressort parallèle à l'axe optique.

Puis, deux de ces rayons suffisent, le troisième sert de vérification. Si l'objet AB est perpendiculaire à l'axe, avec A sur l'axe, son image $A'B'$ l'est aussi : il suffit de trouver l'image B' du point B , puis de tracer la perpendiculaire à l'axe.

Construire l'image d'un objet



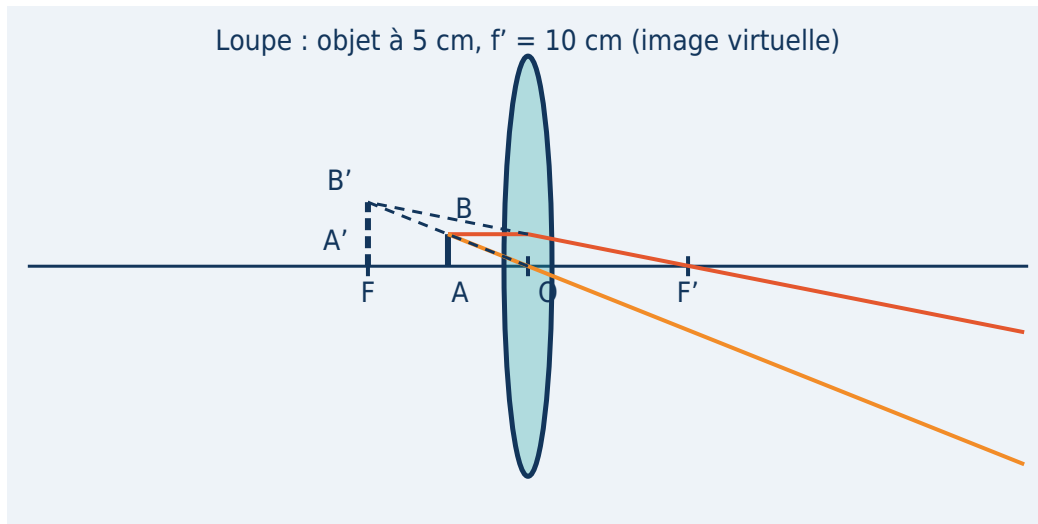
Rayon parallèle à l'axe (rouge), rayon passant par O (orange), rayon passant par F (violet) : ils se coupent en B' , image de B . L'image $A'B'$ est renversée et plus petite.

Avec un objet de 4 cm placé à 25 cm de la lentille ($f' = 10 \text{ cm}$), les trois rayons se croisent en B' : l'image se forme de l'autre côté de la lentille, à environ $16,7 \text{ cm}$, **renversée** et plus petite que l'objet. Ensuite, les rayons lumineux passent réellement par B' : l'image est **réelle** et peut être recueillie sur un écran.

Image réelle ou image virtuelle

Ainsi, tout dépend de la position de l'objet par rapport au foyer. Quand l'objet est **plus loin** que le foyer objet, l'image est réelle et renversée. Quand l'objet est **entre la lentille et le foyer objet**, les rayons sortent en divergeant : ils ne se coupent pas. Puis ce sont leurs

prolongements, tracés en pointillés, qui se coupent derrière la lentille.



Objet entre O et F : les rayons divergent, l'œil les prolonge en pointillés et voit une image virtuelle, droite et agrandie (principe de la loupe).

DÉFINITION

Une image est **réelle** si la lumière passe réellement par ses points : on peut la projeter sur un écran. De plus, elle est **virtuelle** si seuls les prolongements des rayons passent par ses points : on ne peut pas la recueillir sur un écran, mais on peut la voir en regardant à travers la lentille.

Position de l'image et grandissement

Par ailleurs, on compte les distances sur l'axe orienté dans le **sens de propagation de la lumière** (de gauche à droite) à partir de O. Ensuite, un objet réel est donc à gauche : $OA < 0$. Par ailleurs, une image réelle est à droite : $OA' > 0$. Puis le **grandissement** γ compare la taille de l'image à celle de l'objet.

FORMULES À RETENIR

Grandissement : $\gamma = A'B' \div AB = OA' \div OA$ (sans unité).

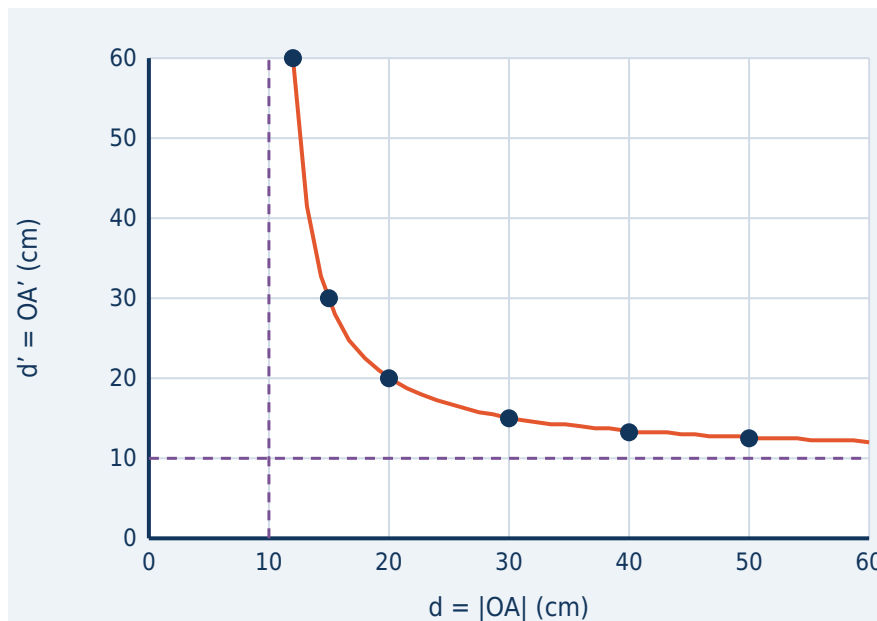
Relation de conjugaison : $1 \div OA' - 1 \div OA = 1 \div f'$ (même unité de longueur partout).

Si $\gamma < 0$, l'image est **renversée** ; si $\gamma > 0$, elle est **droite**. Si $|\gamma| > 1$, elle est agrandie ; si $|\gamma| < 1$, elle est réduite.

EXEMPLE RÉSOLU

De plus, une lentille de distance focale $f' = 10$ cm donne l'image d'un objet de 2,0 cm de hauteur placé à 30 cm devant elle ($OA = -30$ cm). $1 \div OA' = 1 \div f' + 1 \div OA = 1 \div 10 - 1 \div 30 = 2 \div 30$, donc $OA' = \mathbf{15\text{ cm}}$. Ensuite, le grandissement est $\gamma = OA' \div OA = 15 \div (-30) = \mathbf{-0,50}$. Puis l'image mesure $A'B' = \gamma \times AB = -0,50 \times 2,0 = \mathbf{-1,0\text{ cm}}$:

elle est réelle, renversée, deux fois plus petite que l'objet.



Pour $f' = 10$ cm : plus l'objet s'éloigne, plus l'image se rapproche du foyer image (asymptote $d' = f' = 10$ cm).
Quand l'objet s'approche du foyer ($d \rightarrow 10$ cm), l'image s'éloigne à l'infini.

Position de l'image et grandissement (suite)

Position de l'objet ($f' = 10$ cm)	Image	γ
$d = 30$ cm (au-delà de $2f'$)	réelle, renversée, réduite, à 15 cm	-0,50
$d = 20$ cm (en $2f'$)	réelle, renversée, même taille, à 20 cm	-1,0
$d = 15$ cm (entre F et $2f'$)	réelle, renversée, agrandie, à 30 cm	-2,0
$d = 10$ cm (en F)	à l'infini	—
$d = 5$ cm (entre F et O)	virtuelle, droite, agrandie, à 10 cm avant la lentille	+2,0

Des applications : appareil photo, loupe, lunettes

Un **appareil photo** photographie des objets lointains : l'objet est bien plus loin que f' , donc l'image se forme presque dans le plan focal image, où l'on place le capteur ; elle est réelle, renversée et très réduite. De plus, pour un objet proche, il faut éloigner un peu la lentille du capteur : c'est la mise au point. Ensuite, une **loupe** est une lentille convergente avec un objet entre O et F : l'image est virtuelle, droite et agrandie. Par ailleurs, un **projecteur** place la diapositive juste après le foyer objet pour obtenir une grande image réelle renversée sur l'écran : on place donc la diapositive à l'envers. Puis dans l'œil, le cristallin est une lentille de vergence variable qui forme sur la rétine une image réelle et renversée ; des lunettes à verres convergents corrigent l'hypermétropie.

Les erreurs à éviter avec les lentilles

ERREUR FRÉQUENTE

Utiliser des centimètres dans $C = 1 \div f'$: la vergence en dioptries impose f' en mètres. Ainsi $f' = 20$ cm donne $C = 1 \div 0,20 = 5,0$ δ, pas 0,05 δ.

ERREUR FRÉQUENTE

Oublier le signe de OA : l'objet est avant la lentille, donc OA est négative. Ensuite, dans la relation de conjugaison, écrire $OA = +30$ cm au lieu de -30 cm donne un résultat faux.

POUR RETENIR

Objet au-delà du foyer : image réelle et renversée. Objet entre O et F : image virtuelle, droite et agrandie. Et un rayon passant par O ne change jamais de direction.

L'essentiel à retenir

- Une lentille convergente dévie vers F' les rayons parallèles à l'axe ; $f' = OF'$ et $C = 1 \div f'$ (en δ avec f' en m).
- Trois rayons particuliers : parallèle à l'axe $\rightarrow$ par F' ; par O $\rightarrow$ non dévié ; par F $\rightarrow$ parallèle à l'axe.
- Image réelle (projetable) ou virtuelle (non projetable) selon la position de l'objet.
- Grandissement : $\gamma = A'B' \div AB = OA' \div OA$; $\gamma < 0$ pour une image renversée.
- Relation de conjugaison : $1 \div OA' - 1 \div OA = 1 \div f'$, avec $OA < 0$ pour un objet réel.

Tout le chapitre « Lentilles minces convergentes et images » en seconde

- Les exercices : Lentilles minces convergentes et images
- Le corrigé des exercices : Lentilles minces convergentes et images
- Le TP : Lentilles minces convergentes et images
- Le corrigé du TP : Lentilles minces convergentes et images
- Le QCM : Lentilles minces convergentes et images
- Le contrôle : Lentilles minces convergentes et images
- Le corrigé du contrôle : Lentilles minces convergentes et images

Chapitre précédent : Réflexion et réfraction de la lumière (cours)

Chapitre suivant : Signaux électriques et loi d'Ohm (cours)

Retrouve aussi tous les cours de sciences physiques en seconde et le programme complet de sciences physiques en seconde.