



A. Grandissement et relation de conjugaison d'une lentille mince

1. Lentille mince

Une **lentille mince** est un disque constitué d'un matériau homogène et transparent. Une lentille mince ayant des bords fins et un centre plus épais est une **lentille convergente**. Une lentille mince ayant des bords épais et un centre plus fin est une **lentille divergente**.

2. Valeurs algébriques

Lorsqu'on étudie les systèmes optiques, il est nécessaire de travailler avec des **grandeurs algébriques** qui permettent d'orienter les distances avec lesquelles on travaille.

Une grandeur algébrique peut être positive si elle a le même sens de déplacement que celui de la lumière, ou négative dans le cas contraire et se note avec une barre au-dessus du symbole de grandeur.

3. Grandissement

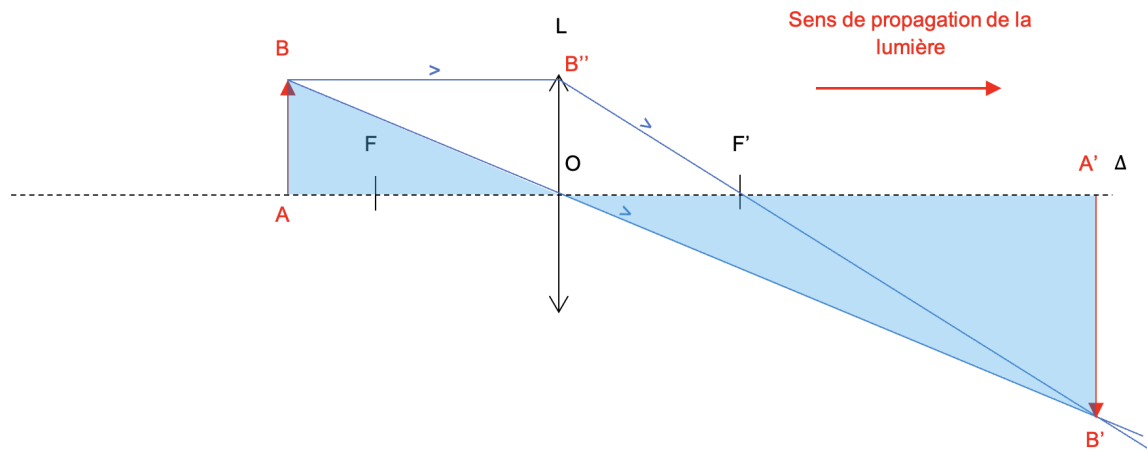


Schéma de la formation d'une image réelle d'un objet réel à travers une lentille mince convergente

- L : Lentille
- O : Centre optique de la lentille
- F : Foyer objet
- F' : Foyer image
- $\overline{AB}$ (ou y_B) : Taille de l'objet
- $\overline{A'B'}$ (ou $y_{B'}$) : Taille de l'image
- $\overline{OF'} = f'$: Distance focale de la lentille
- $\overline{OA}$ (ou x_A) : Distance lentille-objet
- $\overline{OA'}$ (ou $x_{A'}$) : Distance lentille-image

Sur le schéma ci-dessus, dans les triangles OAB et $OA'B'$, le théorème de Thalès nous permet d'écrire :

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

Ces rapports entre image et objet nous permettent de définir le grandissement.

Grandissement

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

γ : grandissement, sans unité

$\overline{OA'}$: distance algébrique lentille-image (m)

$\overline{OA}$: distance algébrique lentille-objet (m)

$\overline{A'B'}$: taille algébrique de l'image (m)

$\overline{AB}$: taille algébrique de l'objet (m)

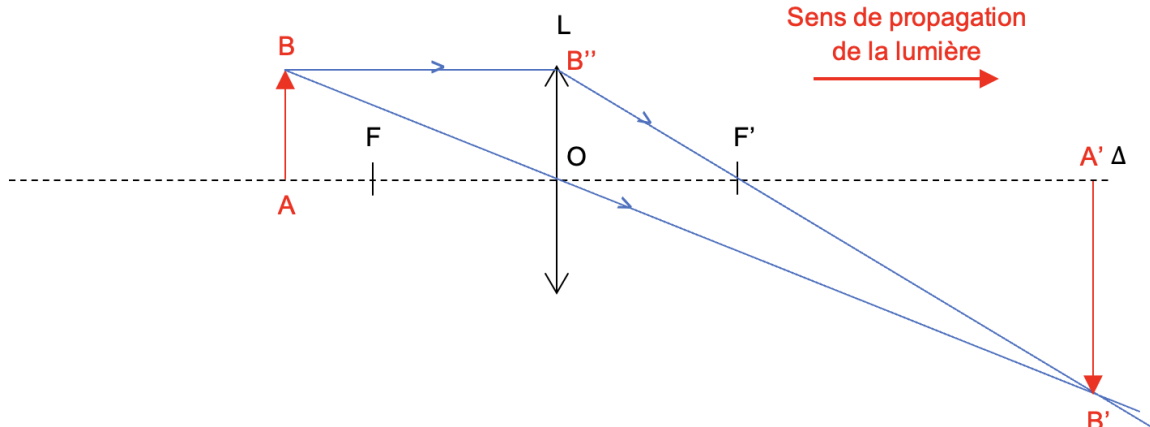
Le grandissement donne des informations sur les caractéristiques de l'image par rapport à l'objet :

- Si $|\gamma| > 1$, l'image sera **plus grande** que l'objet
- Si $|\gamma| < 1$, l'image sera **plus petite** que l'objet
- Si $\gamma < 0$, l'image sera **renversée**
- Si $\gamma > 0$, l'image sera **droite**

Remarque : Les distances algébriques $\overline{OA'}$, $\overline{OA}$, $\overline{A'B'}$ et $\overline{AB}$ peuvent respectivement être remplacées par les notations $x_{A'}$, x_A , $y_{B'}$, y_B .

4. Relation de conjugaison

Démonstration à comprendre sans l'apprendre :



On ajoute un point B'' sur le schéma tel que $\overline{OB''} = \overline{AB}$ (1)

On peut alors appliquer le théorème de Thalès dans les triangles $F'OB''$ et $F'A'B'$: $\frac{\overline{F'O}}{\overline{F'A'}} = \frac{\overline{OB''}}{\overline{A'B'}}$ (2)

En complétant la relation (2) avec la relation (1) on obtient : $\frac{\overline{F'O}}{\overline{F'A'}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}}$ (3)

La distance algébrique $\overline{F'A'}$ peut se réécrire : $\overline{F'A'} = \overline{F'O} + \overline{OA'}$ (4)

En complétant la relation (3) avec la relation (4) on obtient : $\frac{\overline{F'O}}{\overline{F'O} + \overline{OA'}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}}$

En prenant l'inverse on obtient $\frac{\overline{F'O} + \overline{OA'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ avec $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$ (formule du grandissement)

Donc l'expression devient : $\frac{\overline{F'O}}{\overline{F'O}} + \frac{\overline{OA'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \Rightarrow 1 + \frac{\overline{OA'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \Rightarrow \frac{\overline{OA'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} - 1$

En divisant par $\overline{OA'}$ on obtient : $\frac{1}{\overline{F'O}} = \frac{1}{\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA'}}$ et comme $\overline{OF'} = -\overline{F'O} = f'$

On obtient la **relation de conjugaison** d'une lentille mince.

Relation de conjugaison

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

f' : distance focale de la lentille (m)

$\overline{OA'}$: distance algébrique lentille-image (m)

$\overline{OA}$: distance algébrique lentille-objet (m)

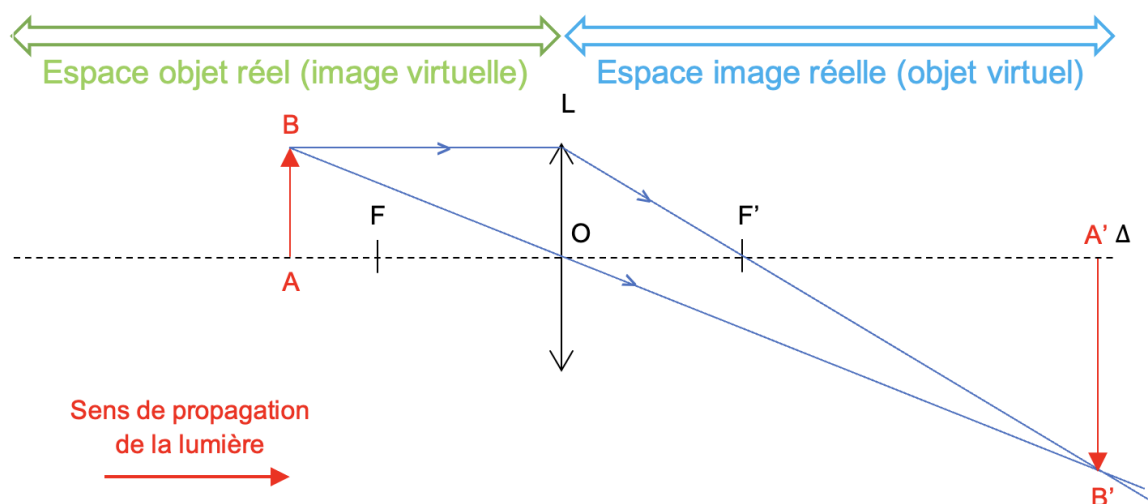
La relation de conjugaison d'une lentille mince permet de calculer la distance focale f' d'une lentille mince à partir de la mesure des distances algébriques entre le centre optique de la lentille et l'objet ($\overline{OA}$), et entre le centre optique de la lentille et l'image ($\overline{OA'}$).

B. Position des images et des objets

1. Mise au point

Expérimentalement, une image nette est obtenue en effectuant une **mise au point**. Pour réaliser une mise au point il est possible de modifier la distance focale de la lentille (f'), ou de faire varier les distances objet-lentille ($\overline{OA}$) ou lentille-écran ($\overline{OA'}$).

2. Images et objets



Une **image réelle** peut être observée sur un écran. Elle est séparée de l'objet réel par la lentille.

Une **image virtuelle** ne peut pas être observée sur un écran. Elle se situe du même côté de la lentille que l'objet réel.

Au cinéma ou sur l'appareil photo d'un smartphone (projection sur un capteur) on retrouve des images réelles.

Dans un microscope, une longue vue, une loupe on retrouve des images virtuelles.

3. La loupe, un exemple de construction d'image virtuelle

La loupe est constituée d'une lentille mince convergente permettant de visualiser une image agrandie des objets.

Pour modéliser l'action d'une loupe sur un objet, il faut placer cet objet entre le centre optique de la lentille et le foyer objet de la lentille.

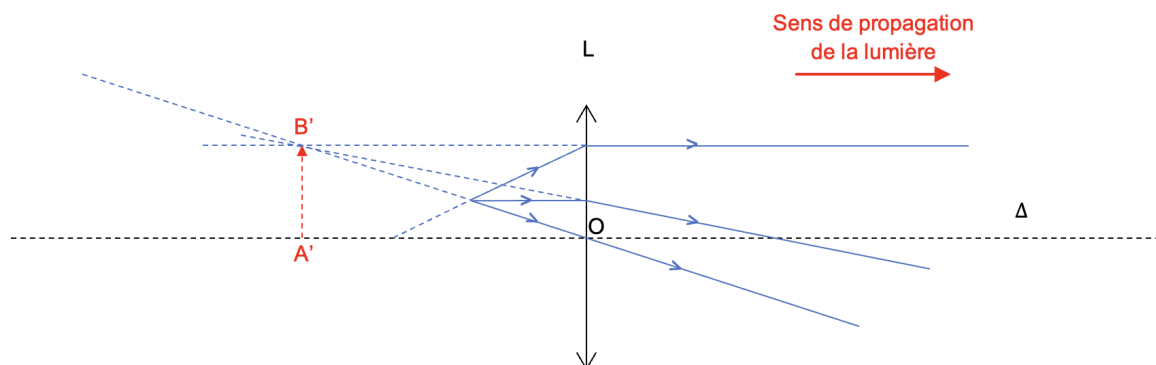


Schéma de la formation d'une image virtuelle d'un objet réel à travers une lentille mince convergente

Rappel des 5 règles de construction :

- Le faisceau lumineux passant par O ne subit pas de déviation
- Le faisceau lumineux passant par F et issu de B ressort de la lentille parallèle à l'axe optique
- Le faisceau lumineux issu de B et parallèle à l'axe optique ressort de la lentille en passant par F'
- L'intersection des 3 faisceaux donne la position du point image B'
- Le point image A' est situé sur l'axe optique, à la verticale du point B'

Les faisceaux lumineux peuvent être prolongés en pointillés pour déterminer la position d'une image virtuelle.

L'image formée par la loupe est une image **virtuelle** (du même côté de la lentille que l'objet), **agrandie** ($|\gamma| > 1$) et **droite** ($\gamma > 0$).

À titre de comparaison, l'image formée sur le schéma de la partie « Grandissement » de ce cours est **réelle**, **renversée** et **rétrécie**.



Attendus – Ce que je dois connaître

Définitions et notions

Grandeur algébrique
 Relation de conjugaison
 Grandissement
 Mise au point
 Image réelle / Image virtuelle
 Image droite / Image renversée

Grandeurs et unités

Distance focale f' en m
 Grandissement γ sans unités

Formules

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

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



Attendus – Ce que je dois savoir faire

Capacités à maîtriser	Exercices et activités associées
Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement fournies pour déterminer la position et la taille de l'image d'un objet-plan réel	Activité 1 Exercice 7, 9, 18, 19, 20, 22, 23, 26
Déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente	Activité 1 Exercice 9, 11, 13, 15, 17, 18
Estimer la distance focale d'une lentille mince convergente	Exercice 5
Tester la relation de conjugaison d'une lentille mince convergente	Activité 1
Réaliser une mise au point en modifiant soit la distance focale de la lentille convergente soit la géométrie du montage optique	Activité 3 Exercice 3, 5
Utiliser des grandeurs algébriques	
Utiliser le théorème de Thalès	