Chapitre 8
1re Spé
Ondes et signaux

L'OPTIQUE
LES LENTILLES CONVERGENTES

Mademoiselle Physique

I. Les lentilles convergentes

1.1 Définition

Une **lentille** est un milieu transparent limité par au moins une face non plane. On distingue deux familles :

- les lentilles **convergentes** : bords minces, centre bombé ;
- les lentilles **divergentes** : bords épais, centre mince.

Une lentille convergente fait converger en un point tout faisceau de rayons lumineux parallèles à l'axe optique ; une lentille divergente les fait diverger. Dans ce chapitre, on s'intéresse uniquement aux **lentilles convergentes**.

1.2 Représentation et éléments caractéristiques

Une lentille convergente est représentée par une double flèche verticale centrée sur l'**axe optique**, en un point **O** appelé **centre optique**. Les **foyers** objet F et image F′ sont placés symétriquement de part et d'autre de O, tels que OF = −OF′.

À RETENIR

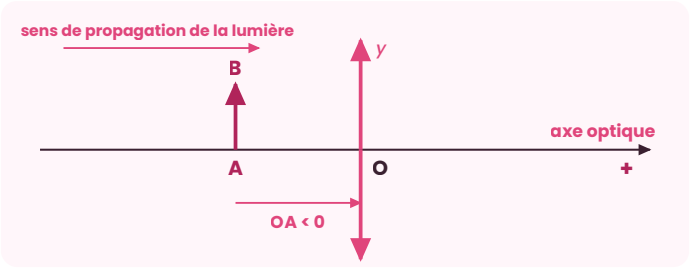
Tous les rayons arrivant parallèlement à l'axe optique traversent la lentille et passent par le foyer image F′. Tous les rayons passant par le centre optique O ne sont pas déviés. Tous les rayons passant par le foyer objet F émergent parallèlement à l'axe optique.

II. Grandeurs algébriques

2.1 Principe

Pour localiser un objet et son image formée par une lentille, on utilise des **grandeurs algébriques** : on associe un signe positif ou négatif à la mesure d'une longueur, selon son orientation.

Par convention, l'espace est repéré à l'aide de deux axes dont l'origine est placée au centre optique O. Le sens positif de l'**axe optique** est celui de la **propagation de la lumière** ; l'**axe vertical** est orienté positivement dans le sens de l'objet AB.



Conventions algébriques : OA < 0 (objet placé avant la lentille)

2.2 Position de l'objet et de l'image

EXEMPLE

Pour un objet placé avant la lentille, la grandeur algébrique de la position de l'objet est comptée négativement : $\overline{OA} < 0$.

2.3 Taille de l'image

La grandeur algébrique de la taille de l'image, notée $\overline{A'B'}$, peut être positive ou négative selon le sens de l'image par rapport à l'objet :

EXEMPLE A — IMAGE RENVERSÉE

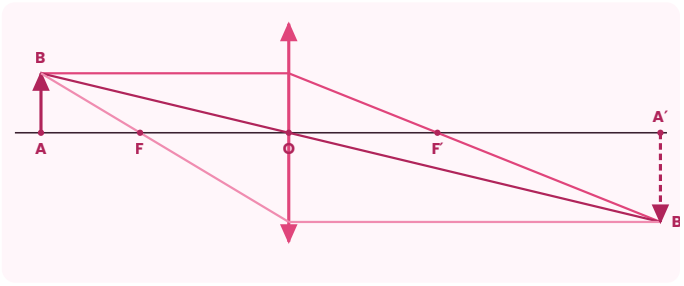
Lorsque l'image est renversée par rapport à l'objet, sa taille algébrique est comptée négativement : $\overline{A'B'} < 0$.

EXEMPLE B — IMAGE DROITE

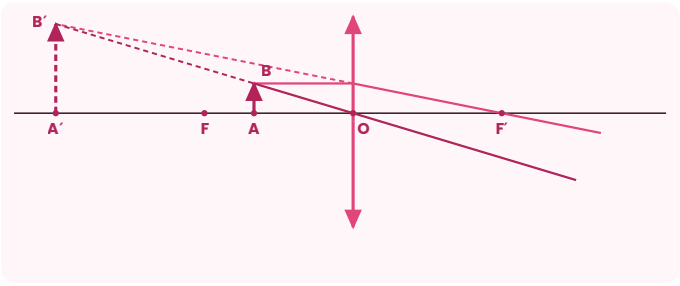
Lorsque l'image est dans le même sens que l'objet, sa taille algébrique est comptée positivement : $\overline{A'B'} > 0$.

III. Construction géométrique de l'image

Pour construire l'image A′B′ d'un objet AB perpendiculaire à l'axe optique, il suffit de tracer deux des trois rayons caractéristiques issus de B (voir 1.2). Leur point de concours donne B′, puis on projette A′ sur l'axe optique.



Objet situé au-delà de F : image réelle et renversée



Objet situé entre F et O : image virtuelle et droite

IV. Image réelle, image virtuelle

DÉFINITION

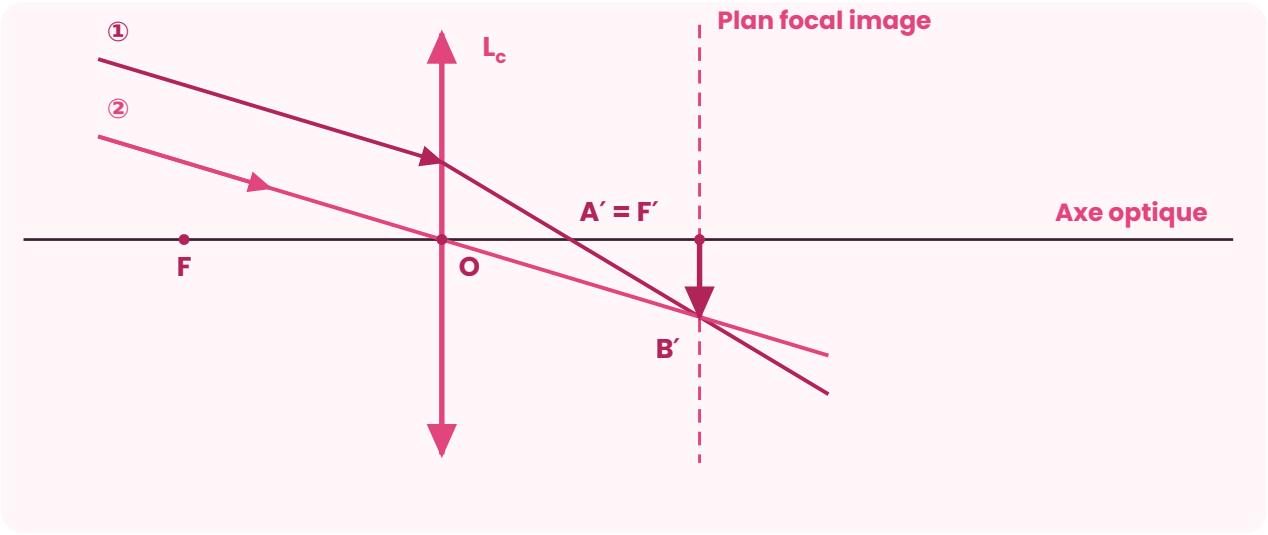
Une image est **réelle** lorsqu'on peut la visualiser sur un écran placé derrière la lentille ; sinon, elle est **virtuelle** (on ne peut l'observer qu'à travers la lentille, comme avec une loupe).

EXEMPLE

L'image est virtuelle lorsque l'objet se situe entre le foyer objet F et le centre optique O de la lentille (voir schéma de droite ci-dessus).

• Application : objet AB à l'infini

Lorsque l'objet est très éloigné, ses rayons arrivent parallèles entre eux : l'image se forme dans le **plan focal image**, et A′ est confondu avec F′.



Objet AB à l'infini : l'image A′B′ se forme dans le plan focal image (A′ = F′)

V. Grandissement

5.1 Définition

Le **grandissement** γ (sans unité) compare la taille de l'image à celle de l'objet :

$$\gamma = \overline{A'B'} \,/\, \overline{AB}$$

$\gamma > 0$	Image à l'endroit (droite)
$\gamma < 0$	Image renversée
$\lvert\gamma\rvert > 1$	Image plus grande que l'objet
$\lvert\gamma\rvert < 1$	Image plus petite que l'objet

5.2 Relation avec les positions

Le grandissement dépend à la fois de la lentille utilisée et de la position de l'objet sur l'axe optique. Il peut également être calculé grâce à la relation :

$$\gamma = \overline{OA'} \,/\, \overline{OA}$$

VI. Vergence et distance focale

La **distance focale** f' d'une lentille, exprimée en mètre, est la distance entre le centre optique et le foyer image :

$$f' = \overline{OF'} = -\overline{OF}$$

Elle permet de définir la **vergence** C d'une lentille, exprimée en dioptries (symbole δ, soit m^{-1}) :

$$C = 1 / f'$$

Plus une lentille est vergente, plus elle dévie fortement la lumière et plus sa distance focale est courte.

VII. Relation de conjugaison

La relation qui donne le lien entre la position OA′ de l'image, la position OA de l'objet et la distance focale f' est appelée **relation de conjugaison** :

$$1 / \overline{OA'} = 1 / \overline{OA} + 1 / f'$$

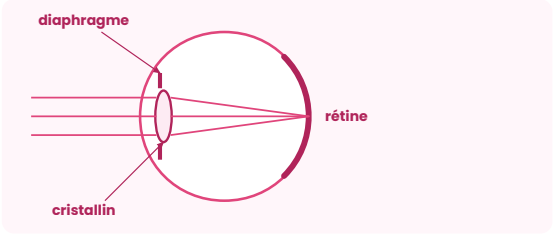
À RETENIR

Il faut penser à indiquer le signe des grandeurs algébriques et à effectuer les conversions nécessaires pour que les grandeurs soient exprimées dans la même unité.

VIII. Application : la mise au point

On parle de **mise au point** d'un système optique lorsqu'on effectue les réglages nécessaires pour que l'image de l'objet formée sur l'écran soit nette.

- **Appareil photo :** lors de la mise au point, l'objectif (lentille) se déplace jusqu'à ce que l'image nette se forme sur le capteur (écran).
- **Œil :** on parle d'**accommodation** ; la distance focale du cristallin est variable, ce sont les muscles ciliaires qui agissent sur le cristallin, adaptant ainsi sa distance focale afin que l'image de l'objet se forme sur la rétine.



L'œil : le cristallin joue le rôle de lentille convergente

SYNTHÈSE

Une lentille convergente dévie les rayons lumineux vers son foyer image F′. La position et les caractéristiques de l'image (réelle/virtuelle, droite/renversée, taille) dépendent de la position de l'objet par rapport aux foyers F et F′, et se calculent à partir de la relation de conjugaison et du grandissement.