

Fiche de cours

Lentilles minces convergentes et modèle de l'œil

L'essentiel du chapitre en deux pages

définitions · lois · méthodes · à savoir par cœur

1 LA LENTILLE MINCE CONVERGENTE

Définition. Une **lentille convergente** est une lentille à **bords minces** : elle est plus épaisse au centre qu'au bord. Elle fait converger en un point un faisceau de lumière parallèle. On la représente par un segment fléché aux deux extrémités, perpendiculaire à l'**axe optique** qu'il coupe au **centre optique** O.

Définition. Un faisceau parallèle à l'axe optique converge, après la lentille, au **foyer image** F' . La distance $OF' = f'$ est la **distance focale** de la lentille (en m ou en cm). Le **foyer objet** F est le symétrique de F' par rapport à O : $OF = OF' = f'$.

Méthode — mesurer f' . former sur un écran l'image d'un objet très éloigné (clocher, bâtiment lointain, ou Soleil dont on recueille la tache sur l'écran) : elle se forme dans le plan du foyer image. La distance lentille-écran donnant l'image la plus nette (la plus petite tache) est alors égale à f' .

Remarque. Plus f' est *petite*, plus la lentille est *convergente*. Une lentille convergente concentre la lumière du Soleil en un point très chaud : ne jamais regarder le Soleil au travers.

2 LES TROIS RAYONS PARTICULIERS ET LA CONSTRUCTION DE L'IMAGE

Propriété. Pour un point B de l'objet, trois rayons se tracent sans aucun calcul :

- ❶ le rayon qui passe par le **centre optique** O n'est **pas dévié** ;
- ❷ le rayon **parallèle à l'axe** ressort en passant par le **foyer image** F' ;
- ❸ le rayon qui passe par le **foyer objet** F ressort **parallèle à l'axe**.

Méthode — construire l'image. tracer deux de ces trois rayons issus de B : leur point d'intersection après la lentille est l'image B' . L'image A' du point A situé sur l'axe est le projeté de B' sur l'axe : $A'B'$ est donc perpendiculaire à l'axe optique. Le troisième rayon sert de vérification : il doit passer par B' .

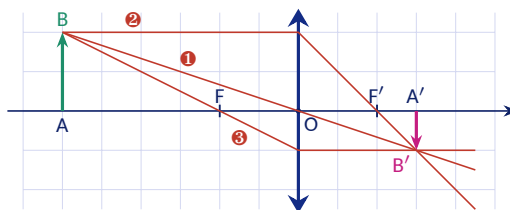


Figure 1 — Construction de l'image d'un objet réel placé au-delà de F (1 carreau pour 2,0 cm) : $f' = 4,0$ cm, $OA = 12,0$ cm, $AB = 4,0$ cm, $OA' = 6,0$ cm et $A'B' = 2,0$ cm

Propriété — nature de l'image. Lorsque l'objet réel AB est placé **au-delà de F** (c'est-à-dire à une distance de la lentille supérieure à f'), son image $A'B'$ est **réelle** et **renversée** : on peut la recevoir sur un écran placé en A' . Plus l'objet s'éloigne de la lentille, plus l'image se rapproche de F' et plus elle est petite ; plus l'objet se rapproche de F, plus l'image s'éloigne et grandit.

Remarque. Objet placé en F : les rayons émergents issus d'un point sont parallèles ; objet placé entre F et la lentille : ils divergent (cas de la loupe). Dans les deux cas, aucune image ne se forme sur un écran.

3 LE GRANDISSEMENT

Définition. Le **grandissement** γ compare la taille de l'image à celle de l'objet. Le théorème de Thalès, appliqué aux triangles OAB et $OA'B'$, donne

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} \quad (\text{sans unité}).$$

Propriété. L'image est **agrandie** si $\gamma > 1$, **réduite** si $\gamma < 1$, de même taille si $\gamma = 1$. Les deux rapports doivent être calculés avec la même unité au numérateur et au dénominateur.

4 LE MODÈLE DE L'ŒIL RÉDUIT

Définition. L'**œil réduit** modélise l'œil par trois éléments : un **diaphragme** (l'iris et la pupille) qui règle la quantité de lumière entrante, une **lentille convergente** (le cristallin) qui forme l'image, et un **écran** (la rétine) qui la reçoit. L'image obtenue sur la rétine est *réelle* et *renversée*; c'est le cerveau qui la redresse.

Définition. Dans l'œil, la distance cristallin-rétine est **fixe**. Pour voir net un objet qui se rapproche, le cristallin se déforme et sa distance focale *diminue* : c'est l'**accommodation**. Dans un appareil photo, au contraire, la distance focale est fixe et c'est l'objectif que l'on *déplace* par rapport au capteur pour faire la mise au point.

Remarque. Si l'image ne se forme pas exactement sur la rétine (en avant ou en arrière), l'objet est vu flou.

5 SAVOIR-FAIRE DU CHAPITRE

► SAVOIR-FAIRE

- Reconnaître une lentille convergente et mesurer sa distance focale par la méthode de l'objet éloigné.
- Placer O, F et F' sur un schéma et tracer les trois rayons particuliers issus d'un point.
- Construire l'image d'un objet réel placé au-delà de F et décrire cette image (réelle, renversée, agrandie ou réduite).
- Calculer un grandissement, ou en déduire une taille ou une distance manquante.
- Décrire le modèle de l'œil réduit et expliquer l'accommodation.

6 EXEMPLES TYPES

★ EXEMPLE — exploiter une construction

Sur la figure 1 : $OA' = 6,0 \text{ cm}$ et $OA = 12,0 \text{ cm}$, donc $\gamma = \frac{6,0}{12,0} = 0,50$. On retrouve bien $A'B' = \gamma \times AB = 0,50 \times 4,0 = 2,0 \text{ cm}$. L'image est réelle, renversée et *réduite* de moitié; il faut placer l'écran à $6,0 \text{ cm}$ derrière la lentille.

★ EXEMPLE — un vidéoprojecteur

La matrice d'un vidéoprojecteur, large de $3,60 \text{ cm}$, est à $OA = 11,0 \text{ cm}$ de l'objectif; l'écran est à $OA' = 4,40 \text{ m} = 440 \text{ cm}$. Alors $\gamma = \frac{440}{11,0} = 40,0$: l'image, agrandie 40 fois, mesure $40,0 \times 3,60 = 144 \text{ cm} = 1,44 \text{ m}$ de large. Elle est renversée : la matrice affiche l'image à l'envers.

★ EXEMPLE — l'image d'un objet sur la rétine

Un élève de $1,50 \text{ m}$ est observé à $OA = 3,00 \text{ m}$; la rétine est à $OA' = 17 \text{ mm} = 0,017 \text{ m}$ du cristallin. Alors $\gamma = \frac{0,017}{3,00} = 5,67 \times 10^{-3}$ (soit $5,7 \times 10^{-3}$) et $A'B' = 5,67 \times 10^{-3} \times 1,50 = 8,5 \times 10^{-3} \text{ m} = 8,5 \text{ mm}$.

★ EXEMPLE — retrouver une distance manquante

Un objet de $AB = 2,5 \text{ cm}$ donne une image nette de $A'B' = 10,0 \text{ cm}$ sur un écran placé à $OA' = 30,0 \text{ cm}$ de la lentille. Alors $\gamma = \frac{10,0}{2,5} = 4,0$ (image agrandie 4 fois), puis $OA = \frac{OA'}{\gamma} = \frac{30,0}{4,0} = 7,5 \text{ cm}$: l'objet est à $7,5 \text{ cm}$ devant la lentille.

✗ PIÈGES

- Mesurer f' à partir de F : la distance focale est OF' , pas FF' (qui vaut $2f'$).
- Tracer le rayon ② en le faisant passer par F' *avant* la lentille : il n'est dévié qu'au niveau de la lentille.
- Placer B' à l'intersection des rayons *incidents* : l'image est à l'intersection des rayons *émergents*.
- Calculer γ avec des unités différentes (des centimètres et des mètres dans le même rapport).
- Dire que l'œil accommode en déplaçant le cristallin : c'est sa *distance focale* qui varie, la distance cristallin-rétine étant fixe.