

Fiche de cours

Lentilles minces, images et couleurs

L'essentiel du chapitre en deux pages

définitions · lois · méthodes · à savoir par cœur

1 LENTILLE MINCE CONVERGENTE : VOCABULAIRE

Définition. Une **lentille mince convergente** (bords minces) fait converger un faisceau parallèle en un point. On oriente l'axe optique *dans le sens de propagation de la lumière* et l'axe vertical vers le haut : les positions sont alors des **grandeurs algébriques** notées $\overline{OA}$, $\overline{OA'}$, $\overline{AB}$.

Définition. Le **centre optique** O est le point où la lentille coupe l'axe. Le **foyer image** F' vérifie $\overline{OF'} = f' > 0$: c'est là que converge un faisceau parallèle à l'axe. Le **foyer objet** F est le symétrique de F' par rapport à O. La **distance focale** est f' (en m) et la **vergence** vaut $C = \frac{1}{f'}$, en dioptries (δ).

Remarque. Un objet à l'infini donne une image dans le **plan focal image**; c'est la méthode rapide pour estimer f' (image du Soleil ou d'un bâtiment lointain sur un écran).

2 CONJUGAISON, GRANDISSEMENT ET CONSTRUCTION

Théorème — relation de conjugaison. Pour un objet AB perpendiculaire à l'axe :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad (\text{grandissement, sans unité}).$$

Propriété — nature de l'image. $\overline{OA'} > 0$: image **réelle**, formée derrière la lentille, observable sur un écran. $\overline{OA'} < 0$: image **virtuelle**, du même côté que l'objet, observée à travers la lentille (**loupe** : objet entre F et O). $\gamma < 0$: image **renversée**; $\gamma > 0$: image **droite**; $|\gamma| > 1$: image **agrandie**; $|\gamma| < 1$: image **réduite**.

Méthode — construire l'image de B. trois rayons se tracent sans calcul : celui qui passe par O n'est pas dévié; celui qui arrive parallèle à l'axe ressort en passant par F'; celui qui passe par F ressort parallèle à l'axe. Leur intersection est B'; A' est son projeté sur l'axe.

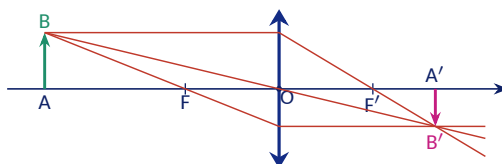


Figure 1 — Objet réel au-delà de F : l'image A'B' est réelle, renversée et réduite ($f' = 2,0$ cm, $\overline{OA} = -5,0$ cm, $\overline{OA'} = 3,3$ cm, $\gamma = -0,67$).

Remarque — mise au point. Sur un appareil photo, le capteur est fixe : on déplace la lentille pour que $\overline{OA'}$ corresponde à sa position. Dans l'œil, la distance cristallin-rétine est fixe : c'est la **vergence** du cristallin qui varie (accommodation).

3 LUMIÈRE BLANCHE, SYNTHÈSES ET COULEUR DES OBJETS

Définition. La **lumière blanche** est la superposition de toutes les radiations visibles; un prisme ou un réseau la décompose en un **spectre continu**. Deux lumières colorées sont **complémentaires** lorsque leur superposition donne du blanc.

Définition. La **synthèse additive** superpose des lumières rouge, verte et bleue (écrans, projecteurs, vidéoprojecteurs). La **synthèse soustractive** enlève des radiations à la lumière blanche par des filtres ou des encres cyan, magenta et jaune (peinture, imprimerie, photographie).

■ FORMULAIRE — Les couleurs à connaître

- Additive : R + V = jaune • V + B = cyan • B + R = magenta • R + V + B = blanc.
- Soustractive : un filtre cyan absorbe le rouge, magenta absorbe le vert, jaune absorbe le bleu; C + M = bleu, M + J = rouge, C + J = vert, C + M + J = noir.
- Complémentaires : rouge/cyan • vert/magenta • bleu/jaune.

Propriété — couleur d'un objet. Un objet **diffuse** les radiations qu'il n'absorbe pas et **absorbe** les autres ; un milieu transparent en **transmet** une partie. La couleur perçue dépend donc à la fois de l'objet et de la lumière qui l'éclaire : un objet ne peut pas diffuser une radiation absente de l'éclairage. Éclairé par une lumière qu'il absorbe entièrement, il paraît **noir**.

Remarque. L'œil possède trois types de cônes, sensibles au rouge, au vert et au bleu : c'est la **vision trichromatique**, qui rend possible la synthèse additive des écrans.

4 SAVOIR-FAIRE DU CHAPITRE

► SAVOIR-FAIRE

- Construire l'image d'un objet par une lentille convergente (trois rayons particuliers), objet réel ou loupe.
- Exploiter la relation de conjugaison et le grandissement : position, taille et nature de l'image.
- Estimer une distance focale (objet à l'infini) et calculer une vergence.
- Expliquer la mise au point d'un appareil photo et l'accommodation de l'œil.
- Prévoir la couleur perçue d'un objet ou d'un écran selon l'éclairage et les filtres traversés.

5 EXEMPLES TYPES

★ EXEMPLE — image réelle d'un objet réel

Lentille de $f' = 10$ cm, objet $\overline{AB} = 4,0$ cm placé à 30 cm devant elle, soit $\overline{OA} = -30$ cm. Alors $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{10} - \frac{1}{30} = \frac{1}{15}$, donc $\overline{OA'} = 15$ cm : image *réelle*, à 15 cm derrière la lentille. $\gamma = \frac{15}{-30} = -0,50$: image renversée et deux fois plus petite, $\overline{A'B'} = -2,0$ cm.

★ EXEMPLE — la loupe

Même lentille, objet placé à 6,0 cm ($\overline{OA} = -6,0$ cm, entre F et O) : $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{10} - \frac{1}{6,0} = -\frac{1}{15}$, donc $\overline{OA'} = -15$ cm et $\gamma = \frac{-15}{-6,0} = +2,5$. L'image est *virtuelle*, droite et 2,5 fois plus grande : c'est le fonctionnement de la loupe. Sa vergence vaut $C = 1/0,10 = 10 \delta$.

★ EXEMPLE — couleur perçue

Un maillot magenta diffuse le rouge et le bleu et absorbe le vert. En lumière blanche il paraît magenta ; éclairé en lumière rouge, il paraît rouge ; éclairé en lumière verte, il paraît *noir*. Vu à travers un filtre jaune (qui absorbe le bleu), il ne reste que le rouge : il paraît rouge.

★ EXEMPLE — mise au point d'un appareil photo

Objectif de $f' = 50$ mm photographiant une personne de 1,70 m située à 4,0 m : $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{0,050} - \frac{1}{4,0}$, d'où $\overline{OA'} = 50,6$ mm et $\gamma = \frac{0,0506}{-4,0} = -1,3 \times 10^{-2}$: l'image est renversée et haute de 2,2 cm, elle tient sur un capteur de 24 mm. La mise au point consiste à écarter l'objectif du capteur de 0,6 mm par rapport au réglage « infini ».

✗ PIÈGES

- Oublier les signes : $\overline{OA}$ est *néglatif* pour un objet réel, et la relation contient un signe $-$ devant $1/\overline{OA}$.
- Confondre image réelle (sur un écran, $\overline{OA'} > 0$) et image virtuelle (vue à travers la lentille, $\overline{OA'} < 0$).
- Mélanger les unités : f' en mètres pour calculer une vergence en dioptries ; dans la conjugaison, toutes les longueurs dans la même unité (cm, mm ou m).
- Croire qu'un objet rouge éclairé en lumière verte paraît vert : il paraît *noir*, faute de radiation rouge à diffuser.
- Confondre synthèse additive (lumières qui s'ajoutent) et soustractive (filtres ou pigments qui retranchent).