# Spécialité : étude d'un rétroprojecteur

Bac S 2007 Amérique du Nord (ancien programme) · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

**1.1** Construire, sur l'annexe, l'image de l'objet AB donnée par la lentille dans les situations (a) et (b).

Dans chaque situation, on trace deux rayons issus de B :

- le rayon passant par le centre optique O, qui n'est pas dévié ;
- le rayon parallèle à l'axe optique, qui émerge en passant par le foyer image F′.

Situation (a) : les deux rayons émergents se coupent en B′, après la lentille.

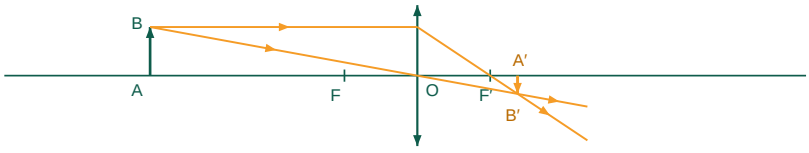
Situation (b) : les rayons émergents s'écartent l'un de l'autre. Ce sont leurs prolongements, tracés en pointillés, qui se coupent en B′, du côté de l'objet.

Dans les deux cas, A′ est sur l'axe optique, à la verticale de B′.

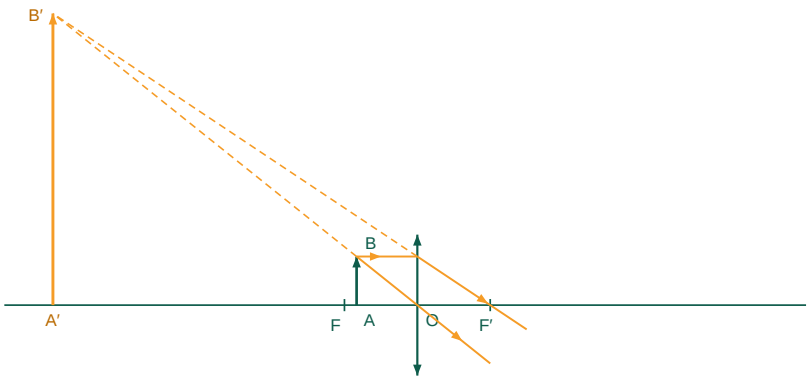
(a) : image A′B′ réelle, renversée, plus petite que l'objet. (b) : image A′B′ virtuelle, droite, plus grande que l'objet.

**PIÈGE**
En (b), tracer les prolongements en traits pleins, ou chercher l'image à droite de la lentille. Aucun rayon réel ne passe par B′ : pointillés obligatoires.

**MÉTHODE**
Deux rayons suffisent pour placer B′. Un troisième sert de contrôle : celui qui passe par le foyer objet F émerge parallèlement à l'axe optique.



Situation (a)



Situation (b)

**1.1** · Annexe complétée : situation (a), image réelle renversée ; situation (b), image virtuelle droite et agrandie

**1.2** Quelle situation correspond au fonctionnement de la loupe ? Justifier précisément.

En (b), l'objet est placé entre le foyer objet F et la lentille (distance objet-lentille inférieure à la distance focale). L'image est alors virtuelle, droite et agrandie : l'œil placé derrière la lentille voit l'objet plus grand, dans le même sens. C'est l'usage d'une loupe.

En (a), l'objet est loin de la lentille (au-delà de F). L'image est réelle, renversée et réduite : elle peut se former sur une pellicule ou un capteur placé un peu après F′, comme dans un appareil photographique.

La loupe correspond à la situation (b).

**COMPRENDRE**
Une image réelle se recueille sur un écran ; une image virtuelle ne se voit qu'en regardant à travers la lentille. C'est la position de l'objet par rapport à F qui décide.

**2.1** Construire, sur le schéma de l'annexe, le trajet d'un rayon lumineux issu de B et passant par le centre optique O de la lentille L.

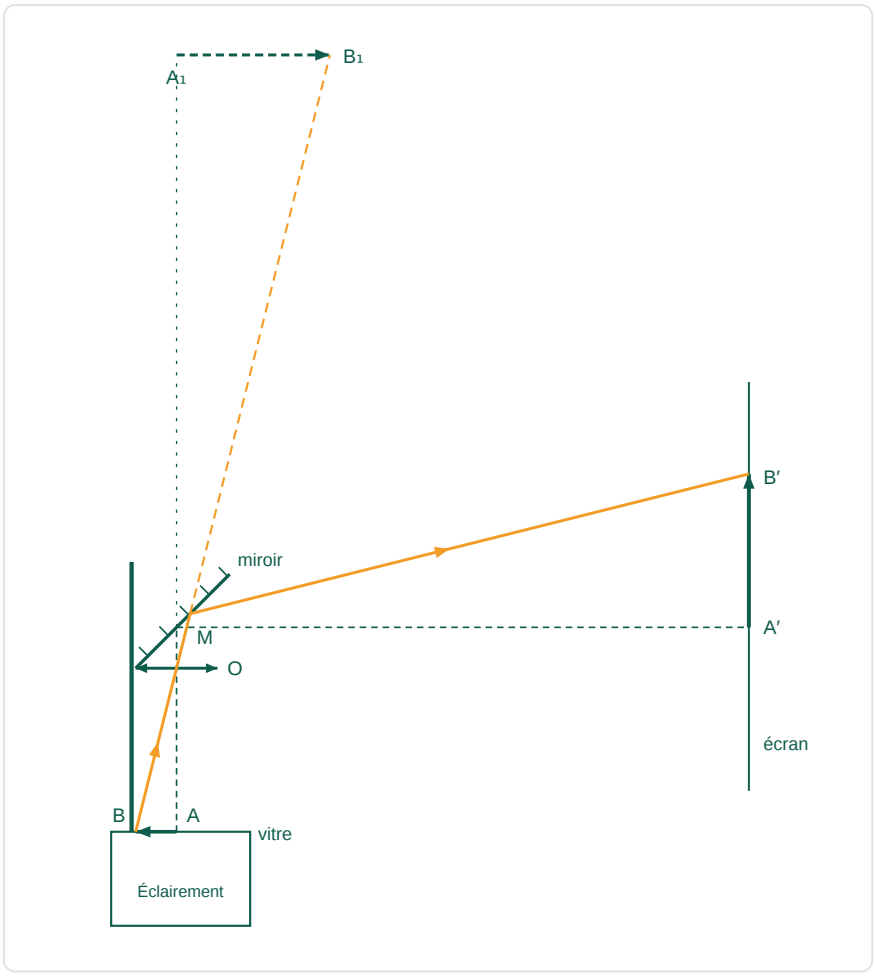
Le rayon issu de B qui passe par O traverse la lentille sans être dévié : il se dirige en ligne droite vers $B_1$, image de B par la lentille.

Il rencontre le miroir avant d'atteindre $B_1$. Le miroir le réfléchit vers B′, image définitive de B sur l'écran.

On trace donc : le segment de B au miroir, sur la droite (B O $B_1$) ; puis le segment du point d'incidence sur le miroir jusqu'à B′. La partie située entre le miroir et $B_1$ se trace en pointillés.

Trajet : B → O → miroir (en visant $B_1$) → B′.

**MÉTHODE**
Tout rayon issu de B et traversant le système arrive en B′. Il suffit de relier le point d'incidence sur le miroir à B′, sans mesurer d'angle.




**2.1** · Annexe complétée : le rayon issu de B passe par O sans déviation, vise $B_1$, puis le miroir le renvoie vers B′

**2.2.1** Quel rôle joue l'image intermédiaire $A_1B_1$ pour le miroir ?

L'image $A_1B_1$ donnée par la lentille sert d'objet pour le miroir plan, qui en donne l'image définitive $A'B'$.

Les rayons sont interceptés par le miroir avant de converger en $A_1B_1$ : il s'agit d'un objet virtuel.

$A_1B_1$ est l'objet (virtuel) du miroir.

**COMPRENDRE**
Dans un instrument à plusieurs éléments, l'image donnée par le premier est l'objet du second. C'est le même raisonnement que pour l'objectif et l'oculaire d'une lunette.

**2.2.2** Justifier la position de l'image intermédiaire $A_1B_1$ sur le schéma de l'annexe.

**Données utiles** $MA' = 1{,}40$ m ; schéma à l'échelle 1/10

Un miroir plan donne d'un objet une image symétrique par rapport au plan du miroir. $A_1B_1$ et $A'B'$ sont donc symétriques par rapport au miroir.

Le miroir est incliné à 45° : le symétrique de l'écran vertical est un plan horizontal, et le symétrique de $A'$ est sur l'axe optique vertical de la lentille, avec $MA_1 = MA' = 1{,}40$ m.

$A_1B_1$ est horizontale, $A_1$ sur l'axe optique à $14{,}0$ cm au-dessus de M sur le schéma, avec $A_1B_1 = A'B'$.

**COMPRENDRE**
$A_1B_1$ est perpendiculaire à l'axe optique de la lentille, comme l'objet AB : c'est cohérent avec une image donnée par une lentille mince.

**2.2.3** Définir le grandissement $\gamma$ pour l'image intermédiaire $A_1B_1$ donnée par la lentille L, puis le déterminer à l'aide du schéma de l'annexe.

**Données utiles** schéma à l'échelle 1/10

Définition : $\gamma = \dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}}$

Sur le schéma, on mesure $AB = 1{,}0$ cm et $A_1B_1 = 3{,}7$ cm. L'image est de sens contraire à l'objet (B est à gauche de A, $B_1$ à droite de $A_1$ ), donc $\gamma$ est négatif :

$$\gamma = \frac{-3{,}7}{1{,}0} = -3{,}7$$

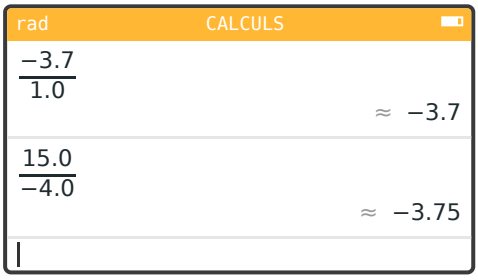
Contrôle avec les positions : $OA = 4{,}0$ cm et $OA_1 = 15{,}0$ cm, soit $\gamma = \dfrac{15{,}0}{-4{,}0} \approx -3{,}8$, valeur compatible.

$\gamma \approx -3{,}7$ : image renversée, environ 3,7 fois plus grande que l'objet.

**PIÈGE**
Oublier le signe. Le grandissement est un rapport de grandeurs algébriques : une image renversée donne $\gamma < 0$.

**COMPRENDRE**
Un rapport de longueurs ne dépend pas de l'échelle : inutile de convertir les mesures en dimensions réelles. Deux chiffres significatifs, comme la mesure de AB.

**À LA CALCULATRICE**




**2.2.4** À partir des données numériques du texte, retrouver par le calcul la distance focale de la lentille L. Le résultat est-il conforme à la donnée du constructeur ?

**Données utiles** $d = OA = 400$ mm ; $h = OM = 100$ mm ; $MA' = 1{,}40$ m ; constructeur : $f' = 315$ mm

Position de l'objet : $\overline{OA} = -d = -0{,}400$ m (objet avant la lentille).

Position de l'image : $MA_1 = MA' = 1{,}40$ m (symétrie), donc $\overline{OA_1} = h + MA_1 = 0{,}100 + 1{,}40 = 1{,}50$ m.

Relation de conjugaison : $\dfrac{1}{\overline{OA_1}} - \dfrac{1}{\overline{OA}} = \dfrac{1}{f'}$, d'où $f' = \dfrac{\overline{OA_1} \times \overline{OA}}{\overline{OA} - \overline{OA_1}}$

$$f' = \frac{1{,}50 \times (-0{,}400)}{-0{,}400 - 1{,}50} = 0{,}316 \text{ m}$$

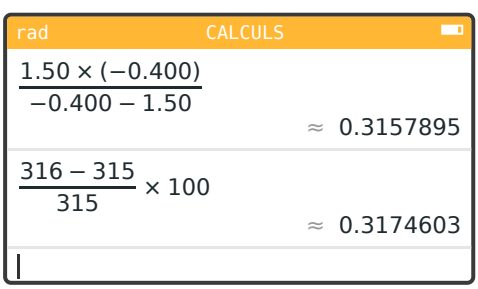
Écart relatif avec la valeur du constructeur : $\dfrac{316 - 315}{315} \approx 0{,}3\ \%$.

$f' = 316$ mm : résultat conforme à la donnée du constructeur (315 mm).

**PIÈGE**
Écrire $\overline{OA} = +0{,}400$ m. L'objet est avant la lentille : sa position algébrique est négative. Avec le mauvais signe, on trouve $f' = 0{,}545$ m.

**COMPRENDRE**
Trois chiffres significatifs, comme les données. La relation de conjugaison et le grandissement sont vus en première ; ils restent exigibles en terminale.

**À LA CALCULATRICE**



**2.3** L'écran est placé à $MA'_1 = 4{,}00$ m du miroir. Calculer la valeur $d_2$ de OA donnant une image nette, puis en déduire l'évolution de $d$ quand la distance miroir-écran augmente.

**Données utiles** $f' = 315$ mm ; $h = 100$ mm ; $MA'_1 = 4{,}00$ m ; $d = 400$ mm pour $MA' = 1{,}40$ m

Par symétrie par rapport au miroir, l'image intermédiaire est à $4{,}00$ m de M : $\overline{OA_1} = h + 4{,}00 = 4{,}10$ m.

Avec $\overline{OA} = -d_2$, la relation de conjugaison s'écrit $\dfrac{1}{\overline{OA_1}} + \dfrac{1}{d_2} = \dfrac{1}{f'}$,

d'où $d_2 = \dfrac{f' \times \overline{OA_1}}{\overline{OA_1} - f'}$

$$d_2 = \frac{0{,}315 \times 4{,}10}{4{,}10 - 0{,}315} = 0{,}341 \text{ m}$$

Pour un écran à $1{,}40$ m, on avait $d = 400$ mm ; pour $4{,}00$ m, $d_2 = 341$ mm.

$d_2 = 341$ mm : quand la distance miroir-écran augmente, il faut diminuer $d$ (rapprocher la lentille de l'objet).

**PIÈGE**

Prendre $\overline{OA_1} = 4{,}00$ m en oubliant $h$ : la distance donnée part du miroir, pas de la lentille.

**COMPRENDRE**

Plus l'écran est loin, plus l'objet se rapproche du foyer objet, sans l'atteindre : $d$ reste supérieure à $f' = 315$ mm. L'image est aussi plus grande ( $\gamma = -4{,}10/0{,}341 \approx -12$).

**À LA CALCULATRICE**

