Spécialité : Affichage tête haute

Bac S 2010 Métropole rattrapage (ancien programme) · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

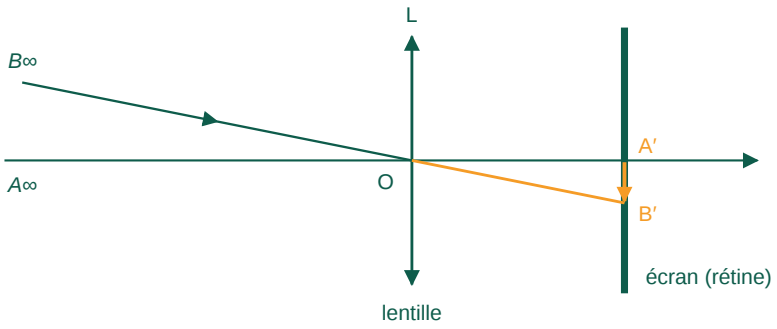
1.1.1 Sur la figure 2 de l'annexe, tracer l'image $A'B'$ de l'objet AB situé à l'infini.

L'œil au repos voit net l'objet à l'infini : son image se forme sur l'écran (la rétine).

Le rayon issu de B_∞ qui passe par le centre optique O n'est pas dévié : je le prolonge jusqu'à l'écran, où il donne B'. Le point A' est sur l'axe optique, au pied de l'écran.

$A'B'$ est sur l'écran, renversée : A' sur l'axe optique, B' sous l'axe (voir figure).

PIÈGE
Dévier le rayon tracé à la traversée de la lentille. Il passe par O : il continue en ligne droite, avec la même inclinaison, jusqu'à l'écran.



1.1.1 · Figure 2 de l'annexe : image $A'B'$ de l'objet à l'infini, sur l'écran

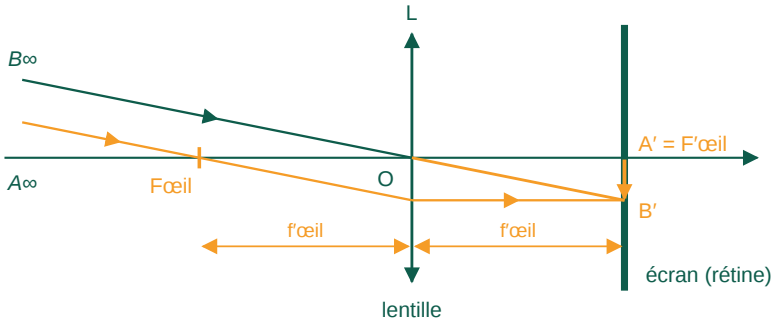
1.1.2 Indiquer, sur la figure 2 de l'annexe, les positions du foyer objet $F_{œil}$ et du foyer image $F'_{œil}$ de la lentille.

L'image d'un objet à l'infini se forme dans le plan focal image. Or cette image est sur l'écran : $F'_{œil}$ est le point de l'axe optique situé sur l'écran, confondu avec A'.

Le foyer objet $F_{œil}$ est le symétrique de $F'_{œil}$ par rapport à O, du côté de l'objet.

$F'_{œil}$ est sur l'écran (en A') ; $F_{œil}$ est à la même distance de O, de l'autre côté de la lentille.

COMPRENDRE
Vérification sur la figure : le rayon incident passant par $F_{œil}$, parallèle à celui du sujet, ressort parallèle à l'axe optique et arrive lui aussi en B'.



1.1.2 · Figure 2 de l'annexe complétée : foyers de la lentille modélisant l'œil

1.2.1 Que représentent les distances $\overline{OA}$, $\overline{OA'}$ et $\overline{OF'}$ dans la relation de conjugaison ?

Ce sont des distances algébriques, mesurées sur l'axe optique à partir du centre optique O et comptées positivement dans le sens de propagation de la lumière :

- $\overline{OA}$: position de l'objet A par rapport au centre optique (distance lentille-objet) ;
- $\overline{OA'}$: position de l'image A' par rapport au centre optique (distance lentille-image) ;
- $\overline{OF'}$: position du foyer image F', c'est-à-dire la distance focale f' de la lentille.

$\overline{OA}$ repère l'objet, $\overline{OA'}$ repère l'image, $\overline{OF'} = f'$ est la distance focale.

PIÈGE
Oublier le caractère algébrique. Pour un objet réel placé avant la lentille, $\overline{OA}$ est négatif ; pour une lentille convergente, $\overline{OF'}$ est positif.

1.2.2 Définir la vergence C d'une lentille en indiquant son unité.

La vergence est l'inverse de la distance focale image, celle-ci étant exprimée en mètres :

$$C = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{f'}$$

Elle s'exprime en dioptries, de symbole δ : $1\ \delta = 1\ \mathrm{m}^{-1}$.

$C = \dfrac{1}{f'}$, avec f' en mètres et C en dioptries (δ).

COMPRENDRE
Plus une lentille est convergente, plus sa distance focale est courte et plus sa vergence est grande.

1.3 Le conducteur regarde le compteur, à environ un mètre de son œil. La vergence de la lentille modélisant l'œil doit-elle augmenter ou diminuer par rapport à sa valeur au repos ? Justifier.

Données utiles $\overline{OA} \approx -1\ \mathrm{m}$; distance lentille-écran $\overline{OA'}$ fixe

La relation de conjugaison s'écrit $C = \dfrac{1}{\overline{OA'}} - \dfrac{1}{\overline{OA}}$.

Pour que le conducteur voie net, l'image doit toujours se former sur la rétine : $\overline{OA'}$ garde la même valeur dans les deux cas.

- Objet à l'infini (œil au repos) : $\dfrac{1}{\overline{OA}} = 0$, donc $C_{\text{repos}} = \dfrac{1}{\overline{OA'}}$.
- Compteur à un mètre : $\overline{OA} = -1\ \mathrm{m}$, donc $C = \dfrac{1}{\overline{OA'}} - \dfrac{1}{-1} = C_{\text{repos}} + 1$.

La vergence doit **augmenter**, d'environ $1\ \delta$: l'œil accommode.

COMPRENDRE
La distance lentille-rétine est imposée. Le seul réglage possible est la distance focale : le cristallin se bombe, $f'_{\text{œil}}$ diminue et la vergence augmente.

MÉTHODE
Pour comparer deux situations, repérer ce qui reste constant (ici $\overline{OA'}$), puis écrire la relation de conjugaison dans chaque cas.

1.4.1 Quelle distance parcourt une voiture roulant à 120 km/h pendant la « seconde d'attention » perdue lors d'un aller-retour du regard ?

Données utiles $v = 120\ \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$; $\Delta t = 1\ \text{s}$; aide aux calculs : $\dfrac{1{,}2}{3{,}6} = 3{,}3 \times 10^{-1}$

À vitesse constante : $d = v \times \Delta t$, avec v en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Conversion : $1\ \text{km} \cdot \text{h}^{-1} = \dfrac{1000\ \text{m}}{3600\ \text{s}}$, donc

$$v = \frac{120}{3{,}6} = \frac{1{,}2}{3{,}6} \times 10^{2} = 3{,}3 \times 10^{-1} \times 10^{2} = 33\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$d = 33 \times 1 = 33\ \text{m}$

$\boxed{d \approx 33\ \text{m}}$

PIÈGE
Multiplier par 3,6 au lieu de diviser : on trouverait 430 m en une seconde, ce qui est absurde. Pour passer des km/h aux m/s, on divise par 3,6.

COMPRENDRE
Calculatrice interdite : l'aide aux calculs indique la forme à faire apparaître. Deux chiffres significatifs suffisent ici.

1.4.2 En déduire l'intérêt principal de l'affichage tête haute.

Données utiles $d \approx 33\ \text{m}$ (1.4.1)

Sans ce dispositif, à chaque lecture du compteur, la voiture parcourt environ 33 m à 120 km/h alors que le conducteur ne regarde pas la route.

Avec l'affichage tête haute, l'information apparaît dans le champ de vision, loin devant le pare-brise : le conducteur ne détourne plus le regard et son œil n'a presque plus à accommoder.

L'intérêt principal est la **sécurité** : le conducteur lit sa vitesse sans quitter la route des yeux.

2.1.1 Sur la figure 3 de l'annexe, tracer la marche de deux rayons issus de B permettant de construire l'image B_1.

La lumière se propage vers le haut, le long de l'axe Oz. Je trace deux rayons particuliers issus de B :

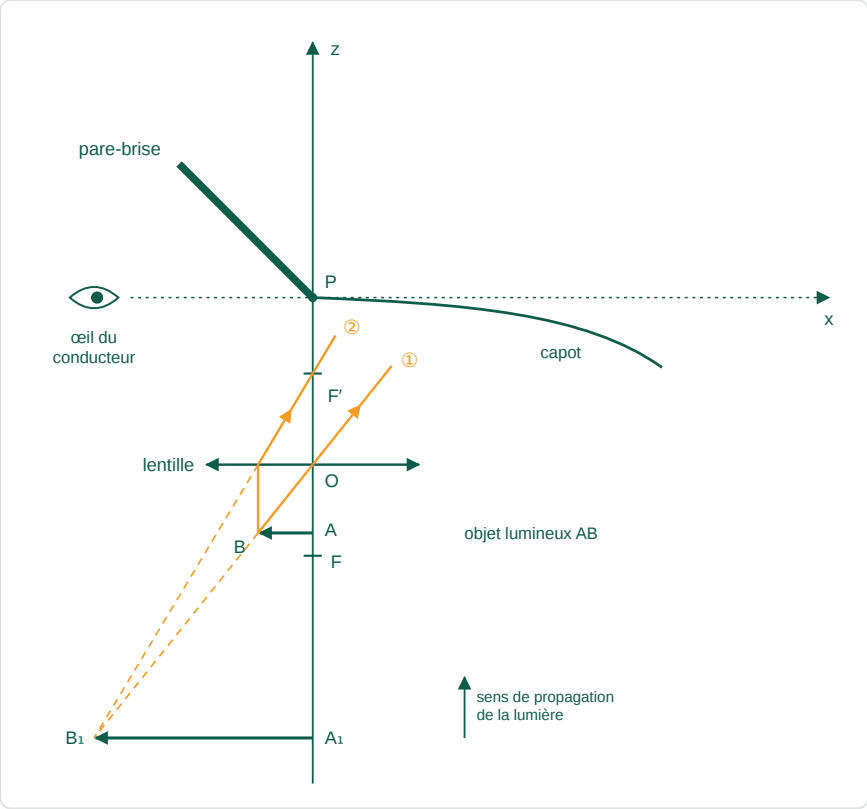
- rayon ① : il passe par le centre optique O et n'est pas dévié ;
- rayon ② : il arrive parallèlement à l'axe optique et ressort en passant par le foyer image F'.

Après la lentille, ces deux rayons s'écartent l'un de l'autre : ils ne se coupent pas. Ce sont leurs prolongements vers l'arrière (en pointillés) qui se coupent en B_1.

B_1 est à l'intersection des prolongements des deux rayons émergents : A_1B_1 est une image virtuelle.

PIÈGE
Tracer en trait plein jusqu'à B_1. Aucune lumière ne passe réellement par B_1 : les prolongements se dessinent en pointillés, et les rayons réels continuent au-delà de la lentille.

COMPRENDRE
L'objet est placé entre le foyer objet F et la lentille : celle-ci fonctionne en loupe et donne une image virtuelle, droite et agrandie, du même côté que l'objet.



2.1.1 · Figure 3 de l'annexe : deux rayons issus de B, dont les prolongements se coupent en B_1

2.1.2 Définir le grandissement γ de la lentille. Sa valeur algébrique est-elle positive ou négative ? Sa valeur absolue est-elle supérieure ou inférieure à 1 ?

Le grandissement est le rapport de la taille algébrique de l'image à celle de l'objet :

$$\gamma = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}}$$

Sur la figure 3, A_1B_1 et AB sont dans le même sens : $\overline{A_1B_1}$ et $\overline{AB}$ ont le même signe, donc $\gamma > 0$ (image droite).

L'image A_1B_1 est plus grande que l'objet AB, donc $|\gamma| > 1$.

$\gamma = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$; γ est positif et $|\gamma| > 1$.

COMPRENDRE
Le signe de γ indique le sens de l'image (positif : droite ; négatif : renversée), sa valeur absolue indique si elle est agrandie ou réduite.

2.2.1 Quel rôle joue A_1B_1 pour le miroir plan ?

La lumière traverse d'abord la lentille, puis atteint le pare-brise en semblant provenir de A_1B_1.

A_1B_1, image donnée par la lentille, joue le rôle d'**objet** pour le miroir plan.

MÉTHODE
Dans une association de deux systèmes optiques, l'image donnée par le premier sert d'objet au second.

2.2.2 Sur la figure 3 de l'annexe, placer l'image $A'B'$ de A_1B_1 donnée par le miroir plan. Justifier.

Un miroir plan donne d'un objet une image symétrique de cet objet par rapport au plan du miroir.

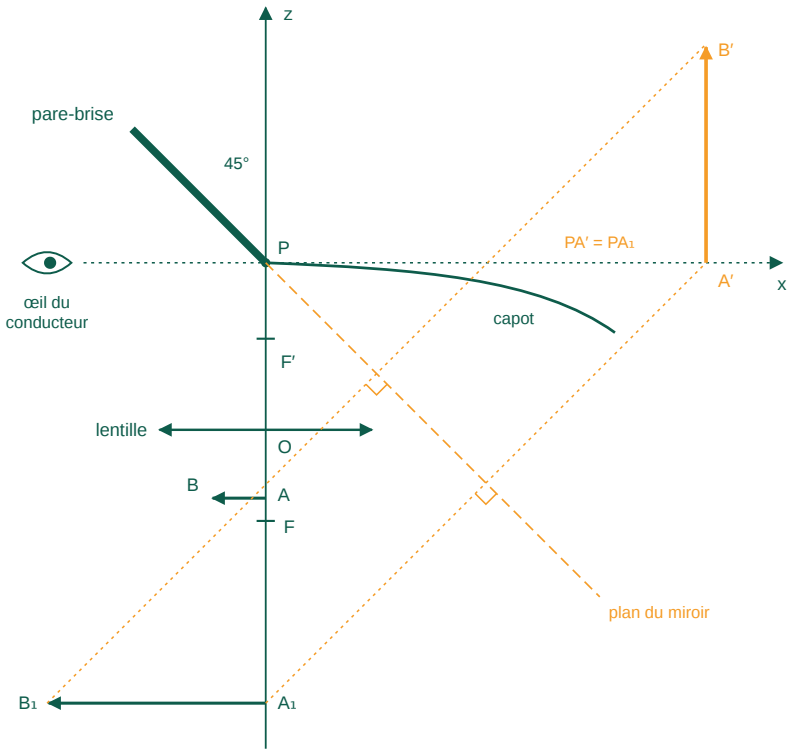
Je prolonge le plan du pare-brise, puis je construis les symétriques A' de A_1 et B' de B_1 par rapport à ce plan.

Le miroir étant incliné de 45° par rapport à Oz, le symétrique de l'axe Pz est l'axe Px : A' est sur l'axe Px, avec $PA' = PA_1$, et $A'B'$ est verticale, B' au-dessus de A'.

> $A'B'$ est le symétrique de A_1B_1 par rapport au plan du miroir : verticale, sur l'axe Px, de même taille que A_1B_1.

PIÈGE
Prendre le symétrique par rapport au point P ou au seul segment dessiné. La symétrie se fait par rapport au plan du miroir, qu'il faut prolonger sous l'axe Px.

COMPRENDRE
Le conducteur, qui regarde selon l'axe Px, voit l'affichage droit devant lui, au-delà du pare-brise, comme s'il flottait au-dessus de la route.



2.2.2 · Figure 3 de l'annexe : $A'B'$, symétrique de A_1B_1 par rapport au plan du pare-brise

2.3 On voudrait que les indications de l'affichage tête haute soient plus grandes. Sans calcul, quelle solution proposer ?

Le miroir plan conserve les dimensions : $A'B'$ a la même taille que A_1B_1. Il faut donc agrandir A_1B_1, avec $A_1B_1 = |\gamma| \times AB$.

Deux possibilités :

- augmenter la taille de l'objet AB, c'est-à-dire utiliser un afficheur à diodes plus grand ;
- augmenter le grandissement, en rapprochant l'objet du foyer objet F (tout en le laissant entre F et O) ou en choisissant une lentille de distance focale plus courte, donc plus convergente.

> Agrandir l'objet lumineux AB, ou rapprocher A du foyer objet F en le gardant entre F et la lentille.

PIÈGE
Placer l'objet au-delà de F : l'image deviendrait réelle et renversée, et le dispositif ne fonctionnerait plus en loupe.

COMPRENDRE
Rapprocher A de F agrandit l'image mais l'éloigne aussi : elle paraît alors plus loin devant le pare-brise.