EXERCICE III. AFFICHAGE TÊTE HAUTE (4 POINTS)
Bac S Métropole rattrapage 09/2010 Calculatrice interdite

Le dispositif d'**Affichage Tête Haute (ATH)** est principalement utilisé dans les avions de chasse et certaines voitures. Il consiste à projeter des informations (valeur de la vitesse instantanée, indication sur la route à suivre ...), devant le pare-brise d'un véhicule, dans le bas du champ de vision du conducteur. Ces images se superposent au paysage et permettent donc au conducteur de voir les informations fournies sans quitter la route des yeux (**figure 1**).



Figure 1. Vue du tableau de bord d'un véhicule muni de l'affichage tête haute

La première partie de cet exercice montre l'intérêt de ce dispositif d'affichage du point de vue de la sécurité et la deuxième partie en étudie le principe simplifié.

Les deux parties de cet exercice sont indépendantes.

1. Intérêt du dispositif ATH

On étudie, au préalable, la lecture de la vitesse affichée au compteur par un conducteur dans un véhicule qui n'est pas équipé du dispositif d'affichage ATH.

L'œil du conducteur est modélisé par l'ensemble constitué de :
- une lentille mince convergente, de centre O, de foyer image $F'_{œil}$ et de distance focale $f'_{œil}$ réglable, qui représente le système optique convergent de l'œil ;
- un écran plat vertical représentant la rétine, sur laquelle se forme l'image.

L'orbite de l'œil n'étant pas déformable, la distance entre l'écran et la lentille est fixe.

Le schéma de ce modèle se trouve en **FIGURE 2 DE L'ANNEXE.**

On rappelle qu'un œil normal au repos voit net un objet situé à l'infini.

1.1. Le conducteur voit net un objet *AB* situé à l'infini.

1.1.1. Sur la **FIGURE 2 DE L'ANNEXE**, tracer l'image A'B' de l'objet AB situé à l'infini.

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 modélisant l'œil du conducteur.

1.2. L'expression de la relation de conjugaison pour une lentille mince est :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

1.2.1. Que représentent les distances *OA*, *OA'* et *OF'* ?
1.2.2. Définir la vergence *C* d'une lentille en indiquant son unité.

1.3. Pour contrôler sa vitesse, le conducteur regarde maintenant le compteur de vitesse situé à une distance d'environ un mètre de son œil.
La valeur de la vergence de la lentille qui modélise l'œil doit-elle augmenter ou diminuer par rapport à sa valeur au repos pour voir nettement le compteur de vitesse ? Justifier.

1.4. La notice d'utilisation d'un afficheur tête haute du commerce donne les informations suivantes :

« En disposant d'informations dans son champ de vision, le conducteur évite ainsi des allers et des retours du regard entre le tableau de bord et la route. L'effet d'éloignement des images projetées lui évite également de réadapter constamment sa vue à des changements de distance. Dispensé de ces deux actions, le conducteur gagne alors *environ une seconde d'attention* ... »

D'après la notice d'utilisation d'un afficheur tête haute du commerce

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

Aide aux calculs : $1,2 \times 3,6 = 4,3$; $\frac{1,2}{3,6} = 3,3 \times 10^{-1}$; $\frac{3,6}{1,2} = 3,0$

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

2. Principe de l'affichage tête haute

La technologie embarquée sur les automobiles actuelles fonctionne avec un dispositif optique situé derrière le tableau de bord qui projette des informations au-delà du pare-brise, le conducteur ayant l'illusion que ces dernières se trouvent à *l'extérieur de la voiture*, à environ 1 mètre par rapport au bas du pare-brise.

Principe de l'affichage tête haute, d'après un site Internet

2.1. L'ensemble du dispositif optique installé dans le tableau de bord est constitué :
- d'une source lumineuse à diodes affichant la valeur de la vitesse, considérée dans l'exercice comme l'objet lumineux AB ;
- d'une lentille mince convergente de distance focale *f '*.

Sur la **FIGURE 3 DE L'ANNEXE** schématisant le dispositif, on a représenté l'image A_1B_1, de l'objet AB donnée par la lentille.

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.
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 ?

2.2. Réflexion sur le pare-brise
L'image A_1B_1 de la partie précédente est ensuite réfléchie par le pare-brise. Pour simplifier le problème, on peut considérer que le pare-brise se comporte pour A_1B_1 comme un miroir plan, incliné de 45° par rapport à la verticale Oz (**figure 3**).
2.2.1. Quel rôle joue A_1B_1 pour le miroir plan ?
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.

2.3. On voudrait faire en sorte que les indications de l'affichage tête haute soient plus grandes. Sans faire de calcul, quelle solution proposeriez-vous ?

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

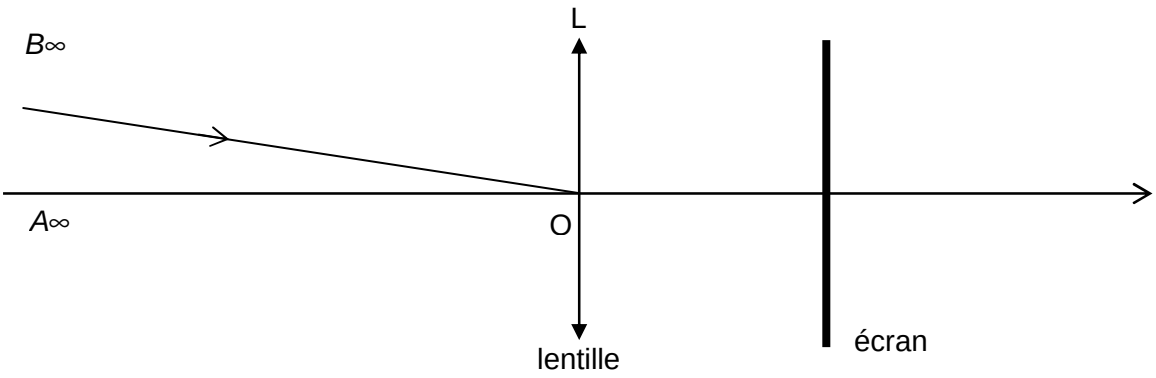


Figure 2. Schéma modélisant l'œil du conducteur

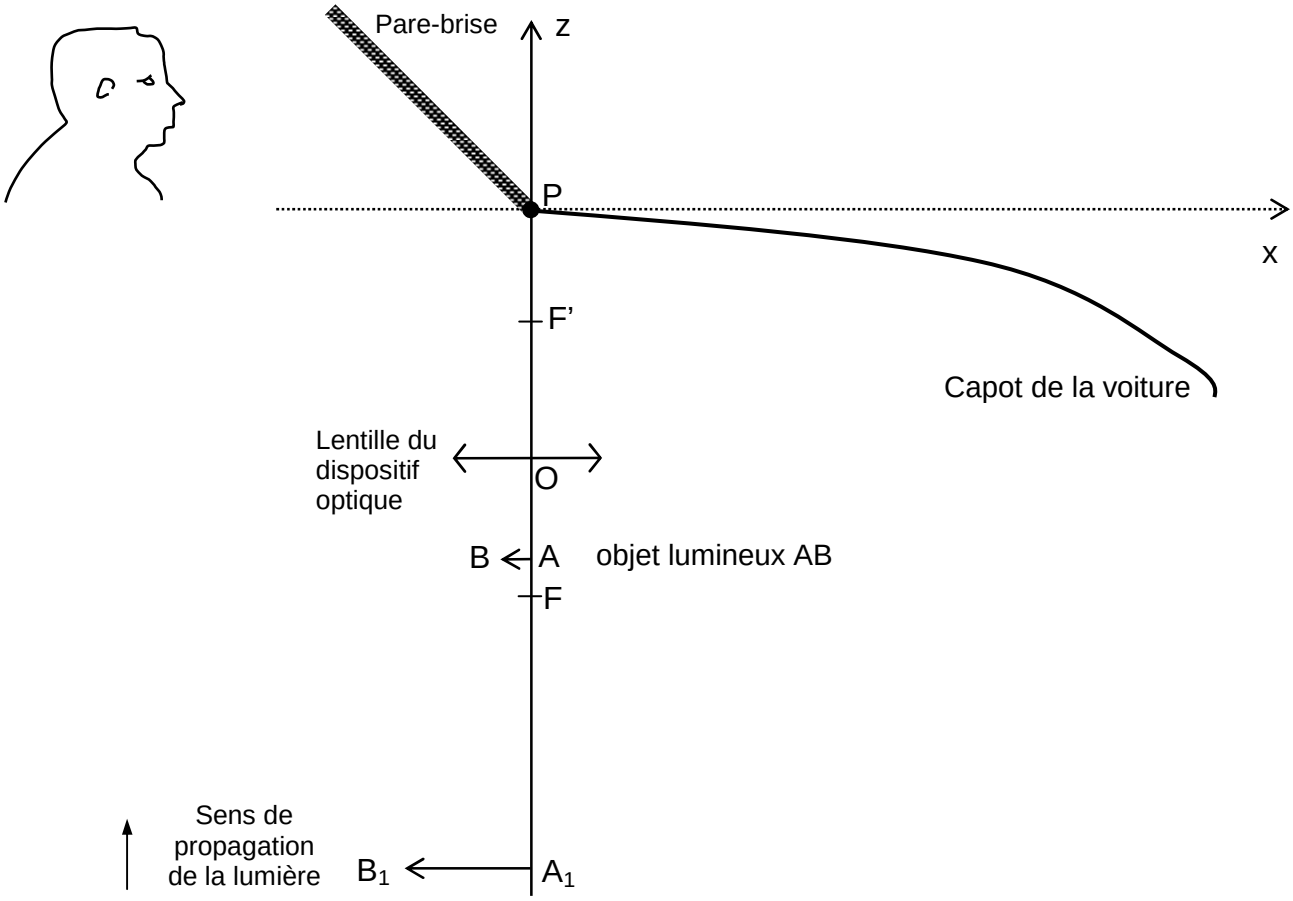


Figure 3. Schéma du dispositif d'affichage tête haute