

Devoir Surveillé n° 2

Optique géométrique

Durée : 2h30

Ce sujet est long, pas de panique, le barème en tiendra compte...

Exercice n°1 : Etude d'un appareil photo

Les éléments essentiels d'un appareil photographique sont l'objectif et le capteur ; l'appareil photographique doit donner d'un objet réel une image qui doit se former dans le plan du capteur.

L'appareil étudié possède un objectif de focale **50 mm** et un capteur « **24mm × 36mm** » dit plein format.

Pour illustrer le principe de fonctionnement de l'appareil photographique, on modélise l'objectif par une lentille mince.

N.B. Aucune connaissance spécifique sur l'appareil photographique n'est nécessaire pour traiter cet exercice.

I. Questions qualitatives

- 1) La lentille mince qui modélise l'objectif de l'appareil photographique est-elle une lentille convergente ou une lentille divergente ? Justifier.
- 2) L'image obtenue est-elle droite ou renversée par rapport à l'objet ? Justifier à l'aide d'un schéma.
- 3) Quelle est la distance lentille-capteur quand l'objet photographié est situé à une distance pratiquement infinie ?
- 4) La distance lentille-capteur augmente-t-elle ou diminue-t-elle si on photographie un objet plus proche de l'objectif ? Justifier à l'aide de schéma(s).
- 5) Que devient la taille de l'image de l'objet photographié quand la distance objet-lentille diminue ? Justifier à l'aide de schéma(s).

II. Mise au point

L'appareil étudié est un autofocus, il règle automatiquement la distance lentille-capteur entre 50 et 55 mm, pour que l'image se forme sur le capteur.

- 1) Déterminer la distance minimale qui peut séparer l'objet à photographier de l'objectif.
- 2) On photographie un enfant de hauteur $h = 1,0$ m situé au pied d'un arbre de hauteur $h' = 4,0$ m.
 - a) Lorsque la mise au point sur l'enfant et l'arbre est faite, la distance entre la lentille et l'enfant est de 2,0 m. En déduire la distance lentille-capteur.
 - b) Peut-on avoir sur le capteur l'image entière de l'enfant et de l'arbre ?
 - c) On cherche la distance minimale séparant la lentille de l'arbre pour que celui-ci apparaisse entier.
 - Exprimer littéralement la distance algébrique objet-lentille \overline{OA} en fonction de la distance focale f' et du grandissement transversal de la lentille G_T .
 - Calculer la valeur numérique du grandissement transversal nécessaire.
 - En déduire la distance minimale à laquelle doit se trouver l'arbre de l'objectif.

Exercice n°2 : Voir sans être vu

Le périscopie est un instrument d'optique pour l'observation d'un objet distant sans être vu depuis celui-ci.

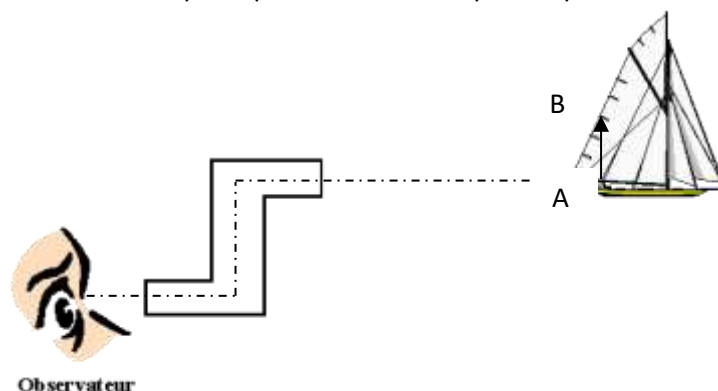
Dans sa forme la plus simple c'est un boîtier rectiligne qui comporte à chaque extrémité ouverte un miroir. Les rayons lumineux entrant par l'extrémité objective ressortent vers l'œil de l'observateur parallèlement mais décalés de la longueur du boîtier permettant ainsi de voir au-dessus d'une foule ou à un tireur embusqué de tirer sur sa cible sans être vu lui-même.

Des compléments optiques tels que lentilles, prismes le complexifient pour en augmenter les performances et la manipulation ; à l'immersion périscopique, dans un sous-marin on peut observer au-dessus du niveau de la mer dans laquelle il est immergé.



I. Etude du périscopie simplifié

Le schéma ci-dessous illustre le principe et le rôle d'un périscopie constitué de miroirs.



- 1) Sur votre copie, positionner en I et en J les deux miroirs plans qui permettront à l'observateur de voir le voilier. Comment doivent-ils être inclinés ?
- 2) Tracer la marche de deux rayons lumineux issus de A et positionner l'image intermédiaire A' de A par le premier miroir puis l'image A'' de A' donnée par le 2^{ème} miroir. Que pouvez-vous dire des points A, A' et A'' ?
- 3) Dessiner l'image A'B' de AB par le premier miroir ainsi que l'image définitive A''B'' que voit l'œil.
- 4) Que vaut le grandissement transversal total ?

II. Un périscopes un peu plus complexe (inspiré de CCP 2012, filière TSI)

En immersion peu profonde, le sous-marin peut utiliser un périscopes pour examiner la surface de la mer.

Nous nous proposons dans cette partie d'en étudier le fonctionnement simplifié. La figure 9 représente le principe général du périscopes étudié, constitué de deux prismes identiques.

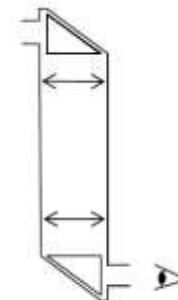


Figure 9 : schéma général du périscopes

Les deux prismes du périscopes sont identiques, seule leur orientation diffère ; ils sont constitués d'un verre d'indice $n = 1,5$ et sont plongés dans l'air d'indice 1 (figure 10).

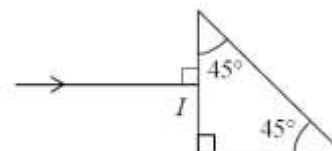


Figure 10 : prisme du périscopes

- 1) On considère le rayon incident arrivant sous incidence normale sur la face d'entrée AB de l'un des prismes.
 - a) Montrer que le rayon subit une réflexion totale sur la face BC.
 - b) Refaire sur la copie le schéma de la figure 10. Dessiner le rayon émergent. Commenter.

- 2) Dans la suite et par souci de simplification, nous remplacerons les prismes par des miroirs plans inclinés comme dans la partie I. Le schéma équivalent du périscopes est fourni dans le document réponse qui devra être joint à la copie. On va chercher l'image créée à chaque étape **en ne considérant qu'un seul système optique à la fois**.
 - a) Représenter sur ce schéma l'image A_1B_1 de l'objet AB par le miroir M_1 . Quelle est la nature de l'image A_1B_1 ?
 - b) Représenter l'image A_2B_2 de A_1B_1 par la lentille L_1 de centre O_1 . Quelle est la nature de l'image A_2B_2 ?
 - c) Représenter l'image A_3B_3 de A_2B_2 par la lentille L_2 de centre O_2 .
 - d) Représenter l'image finale $A'B'$ de A_3B_3 par le miroir M_2 . Est-elle de même sens que l'objet ou renversée ?

- 3) On donne les longueurs algébriques (ces longueurs ne correspondent pas au schéma du document réponse, le dessin n'est pas à l'échelle !) : $\overline{AM_1} = 100 \text{ m}$; $\overline{O_1M_1} = -30 \text{ cm}$; $f_1 = 50 \text{ cm}$; $\Delta = F_1'F_2 = 20 \text{ cm}$; $f_2 = 40 \text{ cm}$; $\overline{O_2M_2} = 90 \text{ cm}$. M_1 et M_2 sont les centres des miroirs.
 - a) Calculer la distance $\overline{O_1A_1}$, en déduire $\overline{O_1A_2}$ en utilisant la relation de conjugaison pour la lentille L_1 .
 - b) Calculer la distance $\overline{O_2A_2}$, en déduire $\overline{O_2A_3}$ en utilisant la relation de conjugaison pour la lentille L_2 .
 - c) Calculer $\overline{M_2A'}$.
 - d) Calculer le grandissement transversal pour chaque étape.
 - e) En déduire le grandissement transversal total du périscopes $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$.

