

## Fiche de TD n°2 d'optique photographique

---

### 1. La loupe

On admettra pour cet exercice que les distances maximale et minimale de vision distincte de l'œil (normal) d'un observateur sont  $\delta_{max} = \text{infini}$  et  $\delta_{min} = 20 \text{ cm}$ .

Une loupe est constituée d'une lentille mince très convergente, de distance focale  $f' = 40 \text{ mm}$  et de centre  $O$ . L'œil de l'observateur, placé au foyer image  $F'$  de cette lentille, ne peut voir nettement à travers la loupe que des objets situés entre deux positions  $A_1$  et  $A_2$  de l'axe.

- 1) Tracer les images d'un objet observé à travers la loupe lorsque celui-ci est placé avant, après et sur le foyer objet  $F$ .
- 2) Calculer, en utilisant les distances maximale et minimale de vision distincte, la latitude de mise au point  $\Delta = A_1A_2$  de cette loupe.
- 3) Un petit objet  $AB$  à la distance  $p$  ( $|p| < |f'|$ ) de la loupe est vu sous un angle  $\alpha$  à l'œil nu et sous un angle  $\alpha'$  à travers la loupe.
  - a- Exprimer, en fonction de  $f'$  et  $p$ :  
la puissance  $P = \alpha' / AB$  et le grossissement  $G = \alpha' / \alpha$  de cette loupe.
  - b- On donne  $AB = 200 \mu\text{m}$ , calculer l'angle  $\alpha'$ . Entre quelles limites  $G_1$  et  $G_2$  peut varier le grossissement  $G$  lorsque que l'œil s'accommode?

### 2. Lentille et écran

A l'aide d'une lentille convergente de 40 cm de distance focale image, on forme sur un écran l'image d'un objet avec un grandissement transversal  $\gamma = -1$ .

- Quelles sont les positions de l'objet et de l'image ?
- On place l'objet à 50cm en avant de la lentille. Où faut-il placer l'écran ?
- L'objet et l'écran étant fixes, dans les positions précédentes, on déplace la lentille. Y a-t-il une autre position de l'objet qui permette d'obtenir à nouveau l'image ?

### 3. Association de lentilles minces

Un objet  $AB$  est placé à la distance  $p_1 = S_1A = -2 \text{ m}$  d'une lentille convergente  $L_1$  de sommet  $S_1$  et de 1m de distance focale image. Calculer la position  $p'_1 = S_1A'$  de l'image de  $A$  à travers la lentille  $L_1$ . On place à droite de la première lentille, à une distance  $e$ , une deuxième lentille convergente de 50cm de distance focale. On appelle  $p_2 = S_2A'$ . La deuxième lentille donne de  $A'$  une image  $A''$  repérée par la quantité  $p'_2 = S_2A''$ .

- Exprimer  $p_2$  en fonction de  $e$  puis de  $p'_2$ . Tracer la fonction  $p'_2(e)$ .
- Que constate-t-on si  $e$  tend vers 2,5m ? Dans cette situation, faire un schéma du système des deux lentilles et construire les images successives  $A'$  et  $A''$ .

### 4. Montage afocal: élargisseur de faisceau laser

Un élargisseur de faisceau est un système centré dont le rôle est d'augmenter le diamètre d'un faisceau lumineux parallèle à l'axe optique. Il est constitué de deux lentilles minces  $L_1$  et  $L_2$ . Le faisceau émergent est également parallèle à l'axe optique.

1. Qu'est ce qu'un système optique afocal?
2. Les lentilles sont convergentes et  $f_1$ , focale image de  $L_1$ , vaut 9,5 cm. Calculer la distance focale image de  $L_2$  pour que le facteur d'élargissement du faisceau soit égal à 20. Faire un schéma faisant apparaître les rayons lumineux.
3. Même question pour une lentille  $L_1$  divergente (focale de 6,6 cm).
4. En réalité, le faisceau incident n'est pas rigoureusement parallèle à l'axe. Montrer que le premier montage permet d'obtenir, à l'aide d'un diaphragme (disque opaque percé d'un trou en son centre) convenablement placé, un faisceau émergent rigoureusement parallèle à l'axe. Faire un schéma en précisant l'emplacement du diaphragme.

### 5. Principe de la lunette astronomique

Un objectif de grande focale  $f_1$  donne d'un objet éloigné une image dans son plan focal. Un oculaire joue le rôle de loupe et donne une image virtuelle de l'image donnée par l'objectif. L'oculaire et l'objectif sont assimilés à des lentilles minces  $L_1$  et  $L_2$ . Soit une petite lunette astronomique pour laquelle ont une convergence  $C_1 = 2$  dioptries et  $C_2 = 50$  dioptries. L'interstice entre les 2 lentilles est  $e = 52$  cm.

- 1) Où se trouve l'image définitive ?
- 2) Calculer le grossissement de la lunette  $G = \alpha' / \alpha$ , rapport des angles sous lesquels on voit l'image et l'objet à l'œil nu.

### 6. La lunette de Galilée

On place sur un même axe 2 lentilles minces  $L_1$  et  $L_2$ , à 6 cm l'une de l'autre. La lumière arrive sur  $L_1$ , une lentille convergente de distance focale image  $f_1 = 10$  cm, et émerge par  $L_2$ , une lentille divergente de distance focale image  $f_2 = -4$  cm.

- 1) Où se trouve, pour un observateur situé en arrière de  $L_2$ , l'image d'un objet à l'infini vu, à l'œil nu, sous un angle  $\alpha$ ?
- 2) Calculer le grossissement de cette lunette de Galilée dans ces conditions d'observation.

### 7. Image par un objectif de prise de vues

Un objectif de prise de vues comporte 2 lentilles minces  $L_1$  et  $L_2$  :

$f_1 = -60$  mm,  $f_2 = 30$  mm et  $O_1O_2 = 50$  mm.

L'objet  $AB$  a une dimension transversale  $AB = 42$  mm.

- 1) Calculer la position de l'image  $A_1B_1$  de l'objet  $AB$ , placé à 120 mm avant  $L_1$ , à travers la lentille  $L_1$  ainsi que sa taille.
- 2) Construire l'image intermédiaire  $A_1B_1$  et l'image définitive  $A'B'$  à travers l'ensemble optique formé des 2 lentilles.
- 3) Calculer la position et la taille de l'image finale  $A'B'$  de  $AB$  par le système des 2 lentilles.
- 4) Indiquer les valeurs des grossissements produits par  $L_1$ , par  $L_2$  et par  $L_1 + L_2$ .

### 8. Grandissement de deux lentilles

Deux lentilles minces de sommet  $S_1$  et  $S_2$  et de distances focales images  $f_1$  et  $f_2$  sont placées à la distance  $d$  l'une de l'autre. Un objet  $AB$  est placé à une distance  $p_1 = S_1A$  de la première lentille.

- 1) A partir de la relation de conjugaison, déterminer le grandissement  $\gamma_1$  provoqué par la première lentille.
- 2) De même à partir de la relation de conjugaison, déterminer le grandissement  $\gamma_2$  provoqué par la seconde lentille.
- 3) En déduire le grandissement  $\gamma = \gamma_1 \gamma_2$  de l'association des deux lentilles (on l'exprimera en fonction de  $p_1$ ,  $d$ ,  $f_1$  et  $f_2$ ).
- 4) Quelle est la condition générale pour que  $\gamma$  ne dépende pas de  $p_1$  ? Que vaut  $\gamma$  dans ce cas ?
- 5) Calculer  $\gamma$  avec  $d = 1,5$  m,  $f_1 = 1$  m et  $f_2 = 50$  cm.
- 6) Que constatez-vous ? Effectuez une construction pour comprendre ce phénomène.

### 9. La lunette astronomique

Une lunette est composée de deux lentilles minces: un objectif  $L_1$  de 40 cm de distance focale image et d'un oculaire  $L_2$  de 2,5 cm de distance focale image. L'œil de l'observateur, placé contre l'oculaire, est capable d'effectuer la mise au point à une distance de 25 cm.

- 1) Calculer la position de l'objet observé à l'aide de l'oculaire.
- 2) En déduire la distance  $e$  entre les deux lentilles  $L_1$  et  $L_2$  pour observer un objet  $AB$  situé à 3 m de la première lentille?
- 3) Quel est le grandissement? Faire l'application numérique.