

## Travaux dirigés d'Optique n°2

### *Miroir et images*



#### Exercice 1 : Miroir, mon beau miroir ...

Dans Blanche-Neige, la « reine sorcière » se regarde dans un miroir. Elle peut admirer son image en entier (image ci-contre).

On suppose que la hauteur totale de la reine est  $L = 1,80$  m et que ses yeux sont situés à  $l = 1,50$  m. On appelle  $H$  la hauteur du miroir et  $h$  la distance entre le bas du miroir et le sol.

Déterminer les valeurs minimales de  $H$  et  $h$  pour que la reine puisse admirer son image en entier.

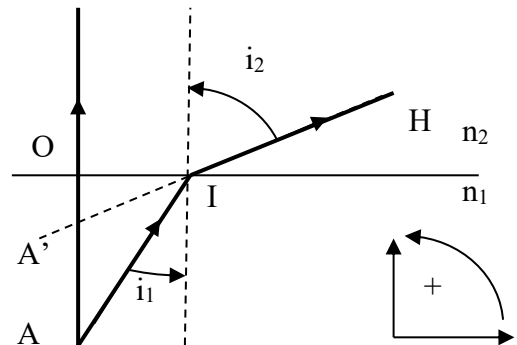
(On pourra commencer par déterminer l'image de la reine à travers le miroir)

#### Exercice 2 : A propos du dioptre plan

On trempe un crayon rouge dans l'eau, orthogonalement à la surface de l'eau supposée plane.

L'extrémité A du crayon immergé est repérable par une petite tâche de couleur. Ce point renvoie de la lumière vers un observateur qui la reçoit dans la direction IH.

Les indices des deux milieux (eau et air) sont notés  $n_1$  et  $n_2$ .



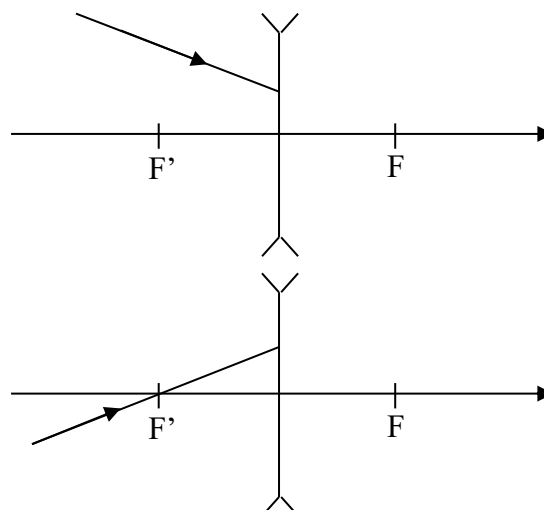
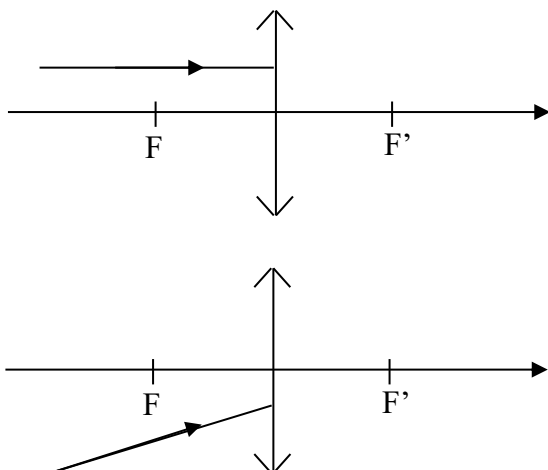
1. A quoi correspond physiquement le point A' ?
2. Pour un rayon issu de A d'incidence  $i_1$ , exprimer OI en fonction de OA et  $i_1$ , et en fonction de OA' et  $i_2$ . Quelle relation lie OA, OA',  $i_1$  et  $i_2$  ?
3. Que deviennent les formules précédentes dans les conditions de Gauss (petits angles d'incidence) ? En déduire une relation liant OA', OA,  $n_1$  et  $n_2$ .
4. Application : un observateur estime le fond d'une rivière, situé à l'aplomb d'un pont, à 2 m sous la surface. Quelle est la profondeur réelle de la rivière ?

### *Lentilles minces*

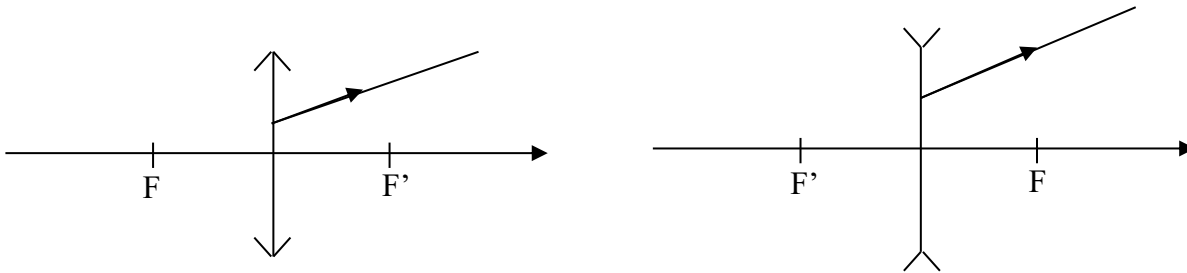
*Tracé de rayons lumineux.*

#### Exercice 3 : Construction de rayons

Représenter les rayons émergents correspondants aux rayons incidents dans les cas suivants. On fera figurer tous les traits de construction :



Représenter les rayons incidents correspondants aux rayons émergents dans les cas suivants. On fera figurer tous les traits de construction :



### Exercice 4 : Diamètre apparent de la Lune

La lune possède un diamètre apparent de 31 minutes d'angle. On projette son image à l'aide d'une lentille convergente de vergence  $V = 1,0 \delta$ . Dans quel plan se forme son image ? Déterminer la taille de son image.

*Indication : 1 minute d'angle =  $1/60^\circ$*

### Exercice 5 : Principe de la loupe.

Un œil emmétrope (sans défaut) observe un objet à travers une lentille de vergence  $V = 12,5 \delta$ . On suppose les conditions de Gauss satisfaites.

- Pour un objet AB situé devant la lentille, entre le foyer F et le centre optique O, où se situe l'image ? Est-elle droite ou renversée ? Donner sa nature. (Faire une construction graphique)
- L'utilisation d'une loupe est optimale si l'objet est situé en F. Expliquer. Représenter le parcours des rayons lumineux dans ce cas.
- Rappeler l'ordre de grandeur de la limite de résolution angulaire de l'œil humain et en déduire la dimension des plus petits détails de l'objet discernables à la loupe dans le cas précédent.

### Exercice 6 : Lentille entre objet et écran

Un objet lumineux AB se trouve à une distance  $AE = 4 \text{ m}$  d'un écran (E). Une lentille mince L (centre optique O, distance focale  $f'$ ) produit sur l'écran une image réelle de l'objet, inversée, 3 fois plus grande.

- Quelle est la nature de la lentille ?
- O est situé entre A et E. Faites un schéma. Déterminer graphiquement AO et  $f'$ .
- En déplaçant L de O à un nouveau point O' (A et E étant fixés), on obtient une nouvelle image nette sur (E). En utilisant le principe du retour inverse de la lumière, représenter cette nouvelle situation. En déduire le nouveau grandissement.

*Détermination numérique de la position des objets et images..*

*On rappelle la relation de conjugaison de Descartes :*

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

où O est le centre optique de la lentille,  $f'$  sa distance focale, A la position de l'objet et A' la position de l'image.

### Exercice 7 : Détermination d'une image

- Un objet AB de 0,5 cm est placé à 30 cm devant une lentille convergente de focale  $f' = 20 \text{ cm}$ , perpendiculairement à son axe. Déterminer la position, la taille et la nature de l'image en utilisant les formules de Descartes.
- Retrouver ces résultats par une construction graphique.

### Exercice 8 : Projection

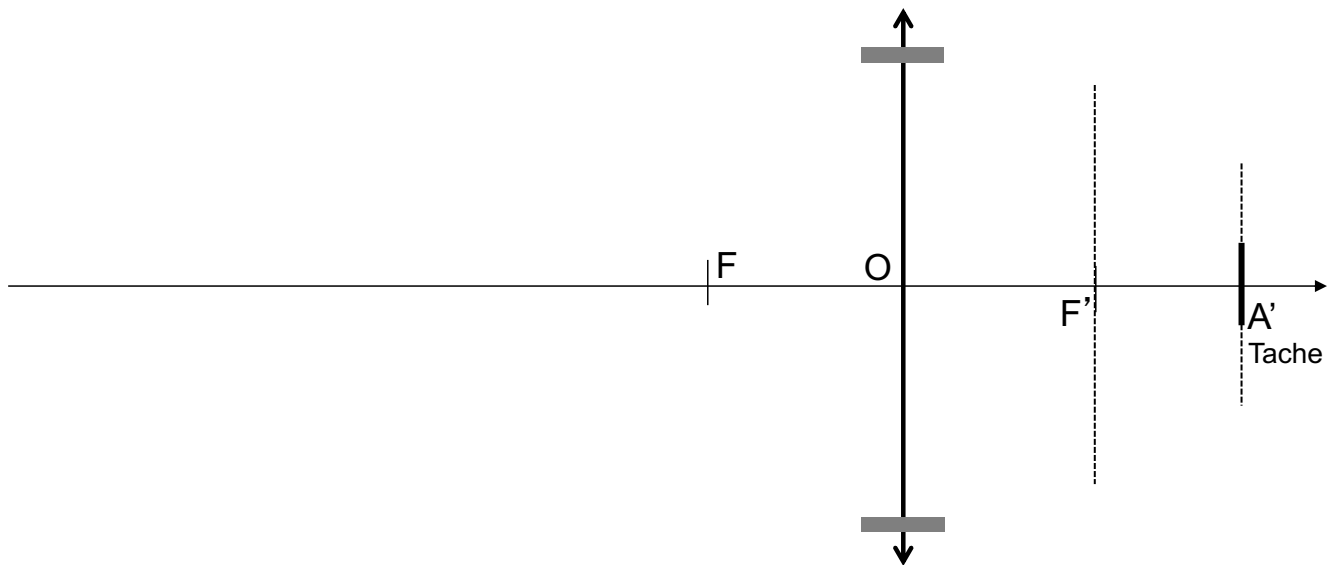
On veut projeter l'image d'une diapositive de taille  $24 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$  à l'aide d'une lentille de focale  $f' = 8,0 \text{ cm}$ . L'écran est situé à  $5,0 \text{ m}$  de la lentille.

Préciser la position de la diapositive ainsi que les dimensions de l'image nette obtenue sur l'écran.

### Exercice 9 : Étude d'un appareil photographique hybride

L'objectif d'un appareil photographique numérique est assimilable à une lentille de distance focale  $f' = 50 \text{ mm}$ . Le capteur de lumière, centré sur l'axe, possède une dimension de  $15,6 \text{ mm} \times 23,5 \text{ mm}$ .

1. La mise au point est faite sur l'infini. Où doit-on placer le capteur pour obtenir une image nette de l'objet photographié ?
2. De combien et dans quel sens faut-il déplacer le capteur si l'on veut réaliser une mise au point sur un objet placé à  $5 \text{ m}$  devant l'objectif ?  
Déterminer les dimensions de la portion de plan photographiée avec ce réglage.
3. La mise au point ne permet pas d'éloigner le capteur à plus de  $10 \text{ mm}$  de  $F'$ . Evaluer la distance minimale de mise au point.
4. Rappeler ce qu'est la profondeur de champ d'un appareil photographique. Comme évolue-t-elle en fonction du diamètre du diaphragme utilisé ?
5. On considère le réglage ci-dessous. Construire l'objet conjugué de la tache apparaissant sur le capteur. En déduire une construction géométrique de la profondeur de champ.



### Système de 2 lentilles

#### Exercice 10 : Élargisseur de faisceau\*

Un faisceau lumineux quasi-parallèle de diamètre  $d = 2 \text{ mm}$  est issu d'une source laser. On désire multiplier ce diamètre par 10 grâce à un système à 2 lentilles notées  $L_1$  et  $L_2$ .

- 1) Montrer que ce montage ne peut fonctionner que si  $F'_1$  est confondu avec  $F_2$ .
- 2) L'élargisseur utilise une lentille mince  $L_1$  divergente et une lentille mince  $L_2$  convergente pour laquelle  $f'_2 = 50 \text{ mm}$ . Faire un schéma du dispositif. En déduire la distance focale  $f'_1$  ainsi que la distance sépare les deux lentilles.
- 3) Les deux lentilles sont convergentes et  $f'_2 = 50 \text{ mm}$ . Reprendre la question précédente.

**Exercice 11 : Lunette de Galilée\***

Une lunette de Galilée est constituée d'une lentille convergente  $L_1$  de distance focale  $f'_1 = 50$  cm (objectif) et d'une lentille divergente  $L_2$  de distance focale  $f'_2 = -5,0$  cm (oculaire)

- Préciser la position relative des deux lentilles lorsque la lunette est réglée à l'infini.
- Faire un schéma de la lunette quand elle est réglée à l'infini. Dessiner la marche d'un faisceau lumineux issu d'un objet situé à l'infini mais pas sur l'axe, les rayons arrivent alors sur l'objectif en faisant un angle  $\alpha$  avec l'axe optique.
- Calculer le grossissement angulaire  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  de la lunette où  $\alpha'$  est l'angle entre les rayons lumineux et l'axe optique en sortie du système.

**Capacités exigibles :****Miroir plan :**

- Construire l'image d'un objet par un miroir plan.
- Distinguer objet et image, donner leur caractère réel ou virtuel.
- Connaître les définitions élémentaires : objet, image, stigmatisme, ...

**Conditions de Gauss**

- Énoncer les conditions permettant un stigmatisme approché et les relier aux caractéristiques d'un détecteur.

**Lentilles minces**

- Utiliser les définitions et les propriétés du centre optique, des foyers principaux et secondaires, de la distance focale, de la vergence.
- Construire l'image d'un objet situé à distance finie ou infinie à l'aide des rayons lumineux traversant une lentille.
- Repérer le caractère réel ou virtuel d'un objet ou d'une image.
- Exploiter les formules de conjugaison et de grandissement transversal fournies.
- Reconnaître rapidement la nature d'une lentille. (cf TP)
- Déterminer rapidement le type de lentille à utiliser. (cf TP)

**L'œil**

- Modéliser l'œil comme l'association d'une lentille de vergence variable et d'un capteur fixe.
- Citer les ordres de grandeur de la limite de résolution angulaire et de la plage d'accommodation.

**L'appareil photographique**

- Modéliser l'appareil photographique comme l'association d'une lentille mince et d'un capteur.
- Construire géométriquement la profondeur de champ pour un réglage donné

**QCM d'entraînement :**