

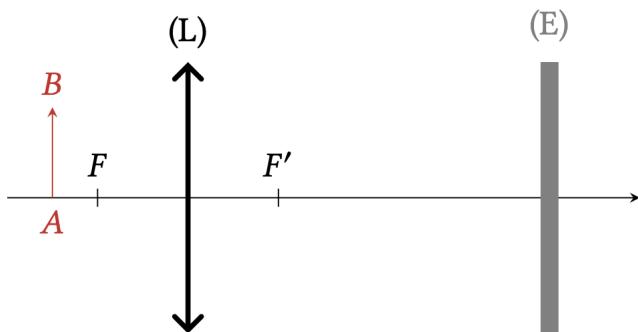
## Optique géométrique

### Exercice « socle » - Vidéoprojecteur

Un vidéoprojecteur est un appareil qui permet de projeter une image sur un mur.

On peut le modéliser par une lentille convergente de focale  $f'$  placée à une distance  $d$  de l'objet, qui est ici la matrice LCD du vidéoprojecteur, qui forme l'objet lumineux en fonction du fichier fourni par l'ordinateur auquel elle est reliée.

Le schéma ci-dessous n'est pas à l'échelle.



Un premier type de vidéoprojecteur permet de régler la netteté en faisant varier la focale de la lentille entre 21,95 mm et 24,18 mm,  $d$  étant fixée.

1. Tracer l'image  $A'B'$  de  $AB$ . Quelle contrainte cela impose-t-il sur la matrice LCD ?
2. En notant  $\gamma$  le grandissement, montrer qu'on a

$$\overline{OA'} = (1 - \gamma)f'$$

3. On veut obtenir une image de taille  $1,2\text{m} \times 1,8\text{m}$  à partir de la matrice LCD de dimensions  $10\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ .  
Calculer  $\gamma$  puis en déduire un encadrement de la distance entre le vidéoprojecteur et le mur.

Un autre type de vidéoprojecteur permet de régler la netteté en déplaçant la lentille de focale fixée  $f'$  par rapport à la matrice LCD.

4. Montrer que la distance  $D$  entre la matrice LCD et l'écran doit avoir une valeur minimale pour pouvoir projeter sur le mur, et que dans ce cas, il existe 2 positions de la lentille pour projeter.

5. Comparer les images obtenues selon les 2 positions de la lentille. Quelle position est à privilégier ? Est-ce cohérent avec la constitution d'un vidéoprojecteur ?
6. Quelle valeur doit prendre la focale de la lentille pour avoir le même grandissement qu'à la question 3 ?

## Optique géométrique

### Exercice « approfondissement »

Un astronome souhaite observer la planète Saturne dans le ciel nocturne dégagé. Pour simplifier on assimile tous les anneaux à un seul anneau de rayon  $R_A$  (le plus brillant).

On assimile cette planète à une source de lumière très éloignée, notée  $A_\infty$ , et une portion de l'anneau le plus brillant à une autre source notée  $B_\infty$ . Ces deux sources sont séparées par une zone sombre. On note  $\alpha$  l'angle entre la direction de  $A_\infty$  et celle de  $B_\infty$ .

Le rayon de l'anneau est de l'ordre de  $R_A = 10^8$  m, la distance entre la Terre et Saturne est de l'ordre de  $D = 1,5 \cdot 10^{12}$  m. On se place dans les conditions de Gauss.

1. Peut-on distinguer les anneaux de Saturne à l'œil nu ?

#### Utilisation d'une lunette

L'astronome utilise une lunette constituée de deux lentilles minces : la première, l'objectif, a pour centre  $O_1$  et pour vergence  $V_1 = +1,0 \delta$  et un diamètre  $d_1 = 2,0$  m ; la seconde, l'oculaire, a pour centre  $O_2$  et pour vergence  $V_2 = +5,0 \delta$ . La lunette reçoit de chacune de ces deux sources des faisceaux de rayons parallèles, l'axe de la lunette étant parallèle à ceux venant de  $A_\infty$ . L'œil est placé derrière l'oculaire.

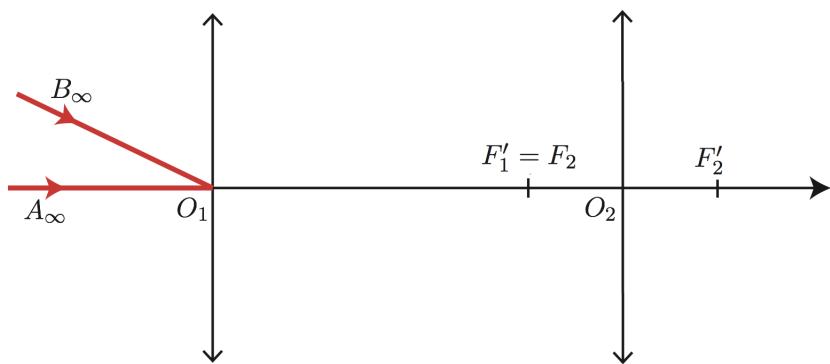


Figure 1 - Schéma optique de la lunette. L'angle  $\alpha$  est volontairement exagéré. Les conditions de Gauss sont supposées vérifiées

2. Construire l'image intermédiaire  $A_1B_1$  de  $A_\infty B_\infty$  par l'objectif sur le document réponse. Est-ce une image réelle ou virtuelle ? Sera-t-elle considérée comme un objet réel ou virtuel pour l'oculaire ?

3. Pourquoi la lunette doit-elle être réglée de façon à avoir  $F'_1 = F_2$  ?
4. D'où provient le rayon tracé en pointillés sur le document réponse ? Prolonger ce rayon à travers tout le système optique.
5. On note  $\alpha'$  l'angle entre la direction des faisceaux de rayons émergents issus de  $A_\infty$  et celle des rayons émergents issus de  $B_\infty$ . On appelle grossissement le rapport  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ . Exprimer  $G$  en fonction de  $f'_1$  et  $f'_2$  (en valeur absolue) et la calculer numériquement.
6. L'utilisation de la lunette permet-elle de distinguer les anneaux de Saturne ?
7. Le cercle oculaire est l'image du bord de l'objectif (lentille circulaire) donnée par l'oculaire.
  - (a) Construire le cercle oculaire sur le schéma.
  - (b) A l'aide des formules de conjugaison, retrouver par le calcul la position du cercle oculaire par rapport à l'oculaire ainsi que sa taille  $d'_1$ .
  - (c) Que peut-on dire du flux de lumière qui parvient au cercle oculaire ?
  - (d) Quelle condition doit remplir le cercle oculaire par rapport au diamètre de la pupille de l'œil pour un instrument de qualité ?

### Utilisation d'une caméra

Une caméra numérique remplace l'œil derrière l'oculaire : elle est constituée par une lentille convergente de vergence  $V_3 = +50 \delta$  (remplaçant le cristallin) et une plaque tapissée de cellules photosensibles en nid d'abeille distantes de  $\delta = 1 \mu\text{m}$  (remplaçant les cellules de la rétine).

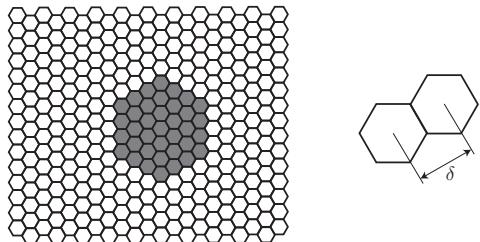


Figure 2 - Plaque photosensible : les 19 pixels de la tâche formée par Saturne ont été grisés.

Sur la figure 2, on a noirci les cellules recevant de la lumière venant de la planète Saturne elle-même, où il apparaît qu'elle n'est pas réellement ponctuelle car son image occupe plusieurs pixels.

8. Quelle doit être la distance entre la plaque et la lentille de la caméra pour avoir une image nette ?
9. Calculer le rayon des anneaux de Saturne sur la plaque photosensible.
10. Noircir alors sur le document réponse les cellules qui recevront de la lumière venant de l'anneau (on suppose que l'anneau est vu de face et de faible largeur) en expliquant votre démarche. La résolution suffit-elle pour reconnaître la forme d'un anneau ?

