

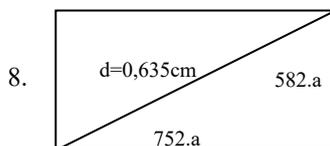
**Problème 1 : Dimensionnement des caméras du réseau de surveillance urbain londonien.**

- Les conditions de Gauss sont les suivantes :
  - ✓ Les rayons lumineux considérés sont peu inclinés par rapport à l'axe optique. L'angle entre le rayon lumineux incident et l'axe optique ne doit pas excéder en pratique les 10°.
  - ✓ Les rayons lumineux sont proches de l'axe optique. La distance entre le rayon lumineux et l'axe optique au voisinage de la lentille devra être petite devant une distance caractéristique (en général, cette distance sera la distance focale).
- Lorsqu'on se place dans les conditions de Gauss, les lentilles minces sont :
  - ✓ Stigmatique au sens approché du terme. Pour un couple de points A et A' les rayons lumineux issus de A passent au voisinage de A' après avoir traversé le système optique.
  - ✓ Aplanétique au sens approché du terme. Il donne d'un objet étendu dans un plan de front, une image située dans un (autre) plan de front du système optique.

**Etude de la configuration mise en place pour la lecture des plaques d'immatriculation.**

- La condition de réalisation d'une image réelle à partir d'un objet réel, appelée aussi condition de Bessel-Silbermann, est la suivante : il faut que  $\overline{PC} > 4f'$ .
- On exploite la relation de conjugaison de Descartes  $-\frac{1}{OP} + \frac{1}{OC} = \frac{1}{f'}$ . On en déduit que  $\overline{OC} = \frac{Lf'}{L-f'}$ .
- Le grandissement est défini par le rapport de la taille algébrique de l'image par la taille algébrique de l'objet  $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$ . La relation de grandissement de Descartes donne alors  $\gamma = \frac{OC}{OP} = -\frac{f'}{L-f'}$ .
- Pour tout le tableau, on observe que  $L \gg f'$ , on en déduit l'expression approchée  $\overline{OC} = f'$ . Alors l'image est dans le plan focal image de la lentille conjuguée à un objet à l'infini ce qui est cohérent avec  $L \gg f'$ .
- On obtient alors  $\gamma = -\frac{f'}{L'}$ .

Modèle de caméra	1	2	3	4	5
Grandissement	$-1,75 \cdot 10^{-3}$	$-1,72 \cdot 10^{-3}$	$-1,78 \cdot 10^{-3}$	$-1,72 \cdot 10^{-3}$	$-1,78 \cdot 10^{-3}$



D'après le schéma et le théorème de Pythagore  $d^2 = (752a)^2 + (582a)^2$  d'où  $a = \frac{d}{\sqrt{752^2 + 582^2}} = 6,68 \mu m$   
Et alors la largeur vaut  $l = 752 \cdot a = 5,02 mm$  et la hauteur  $h = 582 \cdot a = 3,89 mm$

- On obtient les dimensions du champ de vue dans le champ d'observation en inversant la relation de grandissement :  $l_{champ} = \frac{l}{|\gamma_{moyen}|} = 2,87 m$  et  $h_{champ} = \frac{h}{|\gamma_{moyen}|} = 2,22 m$

On pourra imager la voiture entière sur la caméra CCD si le champ présente de tel dimension. Il faudra un caméra par voie entrante dans la ville pour imager tous les véhicules entrant. Il faut donc une caméra par voie plutôt qu'une caméra par rue.

- On reprend la relation de grandissement « dans le bon sens ».

Largeur de l'image d'un caractère  $l_{lettre}' = |\gamma_{moyen}| \cdot l_{lettre} = 87,5 \mu m$  soit environ 13 pixels.

Hauteur de l'image d'un caractère  $h_{lettre}' = |\gamma_{moyen}| \cdot h_{lettre} = 138 \mu m$  soit environ 21 pixels.

- Le grandissement  $\gamma$  doit être assez grand pour imager les caractères sur un nombre de pixels suffisant pour la reconnaissance de caractères et assez petit pour imager le véhicule entier sur la caméra. Les deux contraintes sont antagonistes et nécessitent un ajustement des propriétés de la caméra.
- Si on ne filme que dans le visible, il sera impossible de réaliser des images de nuit. Le système d'éclairage et d'imagerie infra-rouge permet de lever cette limite sans perturber les conducteurs des véhicules qui sont insensibles à ces radiations lumineuses.

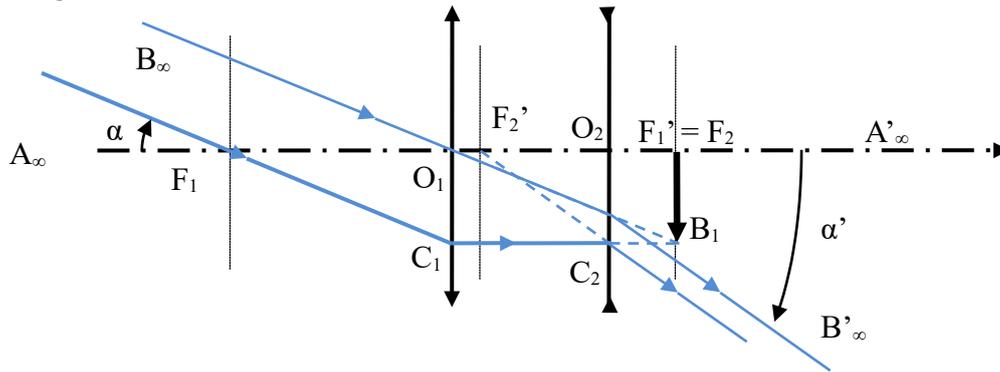
**Problème 2 : Découverte de Proxima du Centaure.**

- La lunette de Galilée, destinée à l'observation à l'œil nue doit renvoyer une image à l'infini pour que cette dernière soit vue sans accommoder (par un œil emmétrope). L'étoile peut être vue comme un objet à l'infini. La lunette est donc un système afocal.

On peut alors fournir le schéma des conjugaisons :  $A_\infty \xleftarrow{l_1} F_1' = A_1 = F_2 \xleftarrow{l_2} A'_\infty$

On en déduit que  $F_1'$  et  $F_2$  sont confondus et que la distance algébrique  $O_1O_2$  est égale à  $\overline{O_1O_2} = f_1' + f_2'$ .

2. La figure demandée est donnée ci dessous.

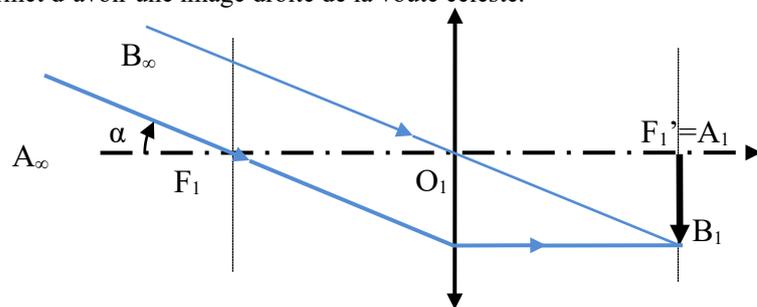


3. Dans le triangle  $F_1O_1C_1$   $\tan \alpha = \frac{\overline{A_1B_1}}{f_1'} < 0$  et dans le triangle  $F_2'O_2C_2$   $\tan \alpha' = \frac{\overline{A'B_1}}{-f_2'} < 0$

On se place dans les conditions de Gauss, pour lesquelles  $\tan \alpha \approx \alpha$  et  $\tan \alpha' \approx \alpha'$  et on obtient pour le grossissement l'expression suivante  $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = -\frac{f_1'}{f_2'}$  A.N  $G = 400$  C'est un grossissement fort, adapté à l'observation d'étoiles, et positif ce qui permet d'avoir une image droite de la voûte céleste.

4. L'objet est à l'infini, l'image de l'étoile par la lentille  $L_1$  est située dans le plan focal image de  $L_1$ .

Le schéma des conjugaisons est le suivant  $A_\infty \xrightarrow{L_1} F_1' = A_1$



5. L'angle sous lequel on voit l'étoile est (dans les conditions de Gauss clairement respectées ici).

$$\alpha \approx \tan \alpha = -\frac{2R_E}{D_E} = \frac{\overline{A_1B_1}}{f_1'} \text{ on en déduit que } \overline{A_1B_1} = -f_1' \frac{2R_E}{D_E} \text{ ou } \overline{A_1B_1} = f_1' \frac{2R_E}{D_E}$$

6.  $A_1$  étant l'objet pour la lentille  $L_2$ .

la relation de grandissement avec origine au foyer objet donne  $\gamma_2 = \frac{f_2'}{F_2A_1}$  d'où  $\overline{F_2A_1} = \frac{f_2'}{\gamma_2}$

La relation de Chasles donne alors  $\overline{O_2A_1} = \overline{O_2F_2} + \overline{F_2A_1} = -f_2' + \frac{f_2'}{\gamma_2}$  d'où  $\overline{O_2A_1} = -f_2' \left( \frac{\gamma_2 - 1}{\gamma_2} \right)$

On constate que cette distance est positive, l'objet est donc virtuel, situé entre le centre optique et le foyer objet de la lentille divergente.

7. La taille finale est  $\overline{A'B'} = \gamma_2 \overline{A_1B_1}$  soit  $\overline{A'B'} = -\gamma_2 \frac{2f_1'R_E}{D_E}$  ou  $\overline{A'B'} = \gamma_2 \frac{2f_1'R_E}{D_E}$

A.N :  $\overline{A'B'} = 1,6 \cdot 10^{-7} m$ ... C'est vraiment tout petit.

8. On constate que la taille d'un cristal photosensible de chlorure d'argent est (largement) plus grande que la taille de l'image de l'étoile sur la plaque. On en déduit **qu'on voit une image ponctuelle de l'étoile sur la plaque photo.**

9. Pour l'ordre de grandeur on obtient  $\delta T = 2,44 \gamma_2 \frac{f_1'\lambda}{D_1} \approx 10^{-4} m$  ce qui est beaucoup plus grand que la

taille d'un pixel. L'image de l'étoile ne sera finalement pas ponctuelle à cause de la diffraction.

La diffraction n'a pas empêché la découverte de proxima du centaure car aucune autre objet stellaire ne se situait dans l'environnement immédiat de l'étoile évitant ainsi que l'image de proxima soit cachée par celle de cet autre objet.