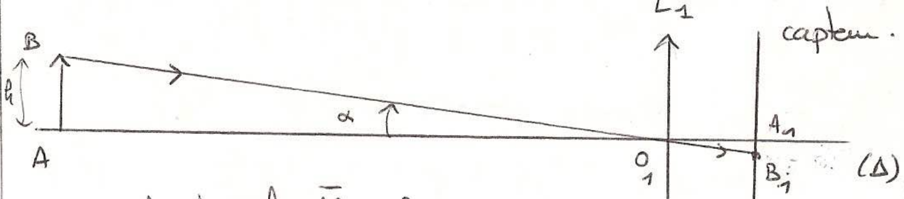
Ex. 5 Téléobjectif.



Tour de hauteur $h = \overline{AB} = 30\,m$.
$\overline{OA} = -3\,km$.

1) L'image se forme dans le plan du capteur.
On peut placer sans calcul l'image A_1 du pt A sur l'axe optique.
Pour placer B_1 il suffit de tracer le rayon issu de B passant par le centre optique de l'objectif.

On exprime le grandissement

$$\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$$

et $\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f'_1} \Rightarrow \overline{O_1A_1} = \frac{f'\,\overline{O_1A}}{\overline{O_1A} + f'}$

$$\gamma_1 = \frac{f'_1}{f'_1 + \overline{O_1A}} \simeq \frac{f'_1}{\overline{O_1A}} \quad \text{car } |\overline{O_1A}| \gg f'_1$$

$$\overline{A_1B_1} = \frac{f'_1}{\overline{O_1A}}\,\overline{AB} \Rightarrow \underline{A.N.}\ \overline{A_1B_1} = \frac{0,2}{3000}\,30$$

$$\underline{\overline{A_1B_1} = -2\,mm}$$

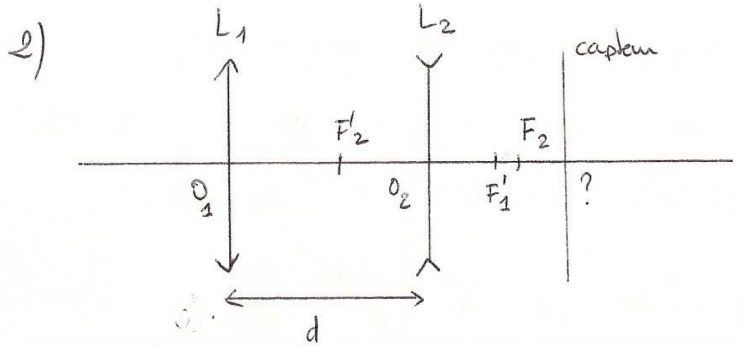
Rq : On peut introduire l'angle sous lequel est vue la tour depuis l'objectif.

$$\tan\alpha = \frac{\overline{AB}}{\overline{O_1A}} \qquad \begin{pmatrix} \alpha < 0 \\ \overline{AB} > 0 \\ \overline{O_1A} < 0 \end{pmatrix}$$

$$= \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{O_1A_1}} \qquad \begin{pmatrix} \overline{A'B'} < 0 \\ \overline{OA'} > 0 \end{pmatrix}$$

• En considérant la tour à l'infini (car $|\overline{O_1A}| \gg f'_1$) alors $\overline{O_1A_1} \simeq f'_1$ et on (re)trouve $\overline{A_1B_1} = \overline{AB}\,\dfrac{f'_1}{\overline{O_1A}}$

2)



$\overline{O_1O_2} = d = 15{,}5\,\text{cm}$

$\overline{O_1F'_1} = f'_1 = 20\,\text{cm}$.

$\overline{O_2F_2} = -f'_2 = 5\,\text{cm}$ F_2 légèrement en arrière de F'_1.

La position du capteur n'est pas connue à ce stade.

On a la série de conjugaisons suivante

$$A \xrightarrow{L_1} A_1 \xrightarrow{L_2} A'$$

pied de la tour — image intermédiaire — image sur le capteur

Comme dans la question 1) $|\overline{O_1A}| \gg f'_1$.
A est quasiment à l'∞ et A_1 se forme au foyer principal image de L_1

$$\Rightarrow \overline{O_1A_1} = f'_1$$

A_1 et A' sont conjugués par la lentille L_2 :

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{\overline{O_2A_1}} = \frac{1}{f'_2}$$

$$\overline{O_2A'} = \frac{\overline{O_2A_1}\, f'_2}{f'_2 + \overline{O_2A_1}}$$

et $\overline{O_2A_1} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1A_1} \simeq \overline{O_2O_1} + f'_1$

A.N : $\overline{O_2A_1} = -d + f'_1 = 4{,}5\,\text{cm}$.

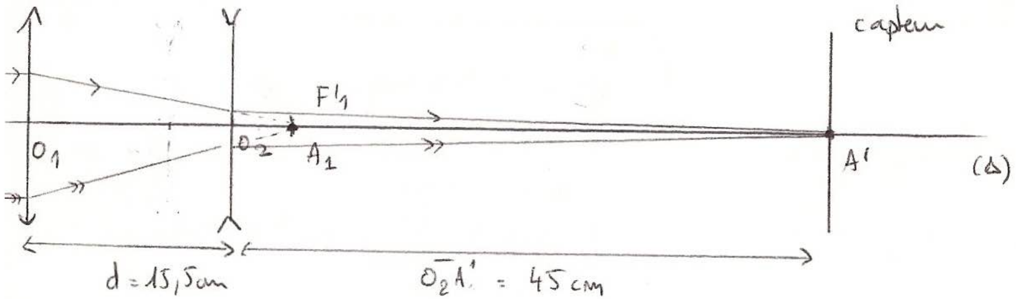
(Rq : A_1 est un objet, virtuelle pr L_2)

$$\overline{O_2A'} = \frac{4{,}5 \times (-5)}{(-5 + 4{,}5)}\,\text{cm} = \frac{22{,}5}{0{,}5} = 45\,\text{cm}$$

(sans calculatrice !)

le capteur se trouve 45 cm derrière la 2ème lentille.

échelle 2 : 10



L'encombrement est la distance entre la première lentille et le capteur :

$$\overline{O_1A'} = \overline{O_1O_2} + \overline{O_2A'} = \underline{60{,}5\text{ cm}}$$

. Grandissement ?

L'image finale a pour taille :

$$\overline{A'B'} = \overline{A_1B_1}\,\gamma_2 \quad \text{avec } \overline{A_1B_1} \text{ l'image intermédiaire.}$$

$$\text{et } \gamma_2 = \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}} = \frac{45}{4{,}5} = 10$$

La taille de l'image intermédiaire est celle calculée en 1)

$$\overline{A_1B_1} = -2\text{ mm}.$$

$$\underline{\overline{A'B'} = -2\text{ cm}}$$

3

3') On reprend la formule du grandissement obtenue en 1) pour $|\overline{O_1A}| \gg f'_1$ (objet à l'infini).

$$\gamma_1 \simeq \frac{f'_1}{\overline{O_1A}}$$

Pour obtenir une image $\overline{A_1B_1}$ de taille -2 cm il faut multiplier la focale par 10

$$\underline{f'_1 = 200\text{ cm} = 2\text{ m}\ !}$$

... ce qui augmente considérablement l'encombrement.