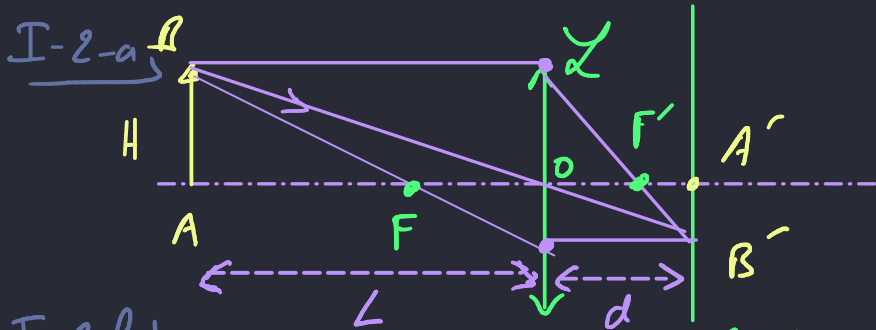


Dm 02 Optique

Problème 1

I-1 Les rayons doivent être paraxiaux
ie {
- proches de l'axe
- peu inclinés
du diaphragme et de capteur permettant
de s'en assurer.



I-2-b Grandissement de Newton:

$$|\gamma| = \frac{A'B'}{AB} = \frac{A'B'}{H} = \frac{f'}{FA} \quad \text{or} \quad FA = L - f'$$

$$\rightarrow A'B' = \frac{H f'}{L - f'} \approx \frac{H f'}{L} = 1,25(7) \text{ cm}$$

I-3-a Pour $L \rightarrow +\infty$, l'image est au
foyer image, soit $d = f'$

I-3-b On veut une image réelle, soit $\overline{OA'} > 0$,
avec 1 objet réel, soit $\overline{OA} < 0$. La relation de
conjugaison de Descartes donne:

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad \text{ie} \quad \frac{1}{\overline{OA'}} + \frac{1}{L} = \frac{1}{f'}$$

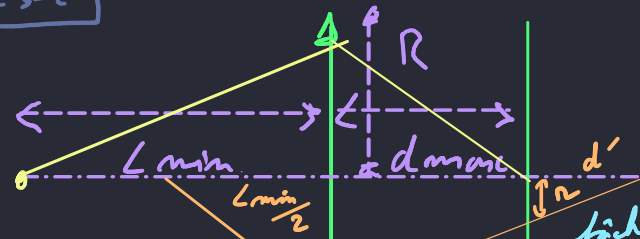
On a par ailleurs $L < d_{\max}$, soit

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{f'} - \frac{1}{\overline{OA'}} > \frac{1}{f'} - \frac{1}{d_{\max}}, \quad \text{et donc:}$$

$$L > L_{\min} = \frac{f' d_{\max}}{d_{\max} - f'} = 55(10) \text{ cm}$$

relation relative sur la différence.

I-3-c



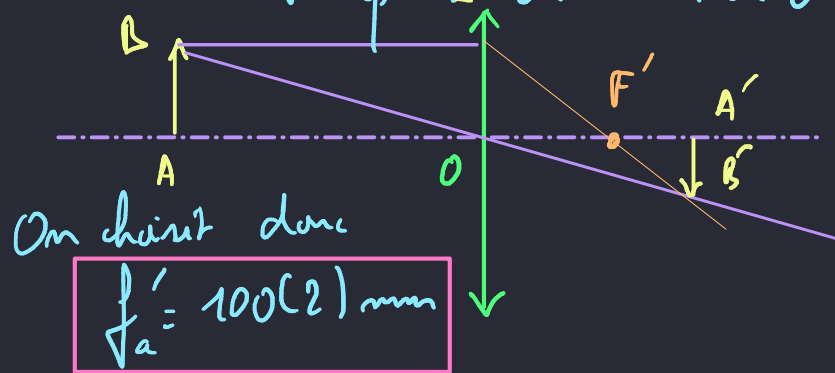
L'objet placé
à $L_{\min}/2$
produira une
tache de rayon r tel que,

d'après Thalès, ① $\frac{d' - d_{\max}}{d'} = \frac{r}{R}$. De plus, d'après Descartes,

$$\begin{aligned} \text{②} \cdot \frac{1}{L_{\min}} + \frac{1}{d_{\max}} &= \frac{1}{f'} \quad \rightarrow \text{③} \times d_{\max} - 2 \times \text{②} \rightarrow \frac{d_{\max}}{d'} = 2 - \frac{d_{\max}}{f'} \\ \text{③} \cdot \frac{2}{L_{\min}} + \frac{1}{d'} &= \frac{1}{f'} \quad \text{④ et ①} \end{aligned}$$

$$\frac{r}{R} = \frac{d_{\max}}{f'} - 1$$

II-1 Il faut choisir la plus grande valeur de f' : $A'B'$ est d'autant plus grand que E' est loin de O



On choisit donc

$$f'_a = 100(2) \text{ mm}$$

II-2a On calcule (Descartes)

$$\frac{1}{L_0} + \frac{1}{d_a} = \frac{1}{f'_a} \rightarrow d'_a = (101 \pm 7) \text{ mm}$$

et $A_a B_a = |\gamma_a| AB$ avec $|\gamma_a| = \frac{d_a}{L_0} = \frac{f'_a}{L_0 - f'_a}$

$$\rightarrow A_a B_a = \frac{f'_a H}{L_0 - f'_a} = (25 \pm 1) \text{ mm}$$

II-2b Pour avoir $\frac{f'_a H}{L_0 - f'_a} = (25 \pm 1) \text{ mm} \equiv h_a$ il aurait fallu

$$L = f' \left(1 + \frac{H}{h_a} \right) = (10,1 \pm 0,5) \text{ m}$$

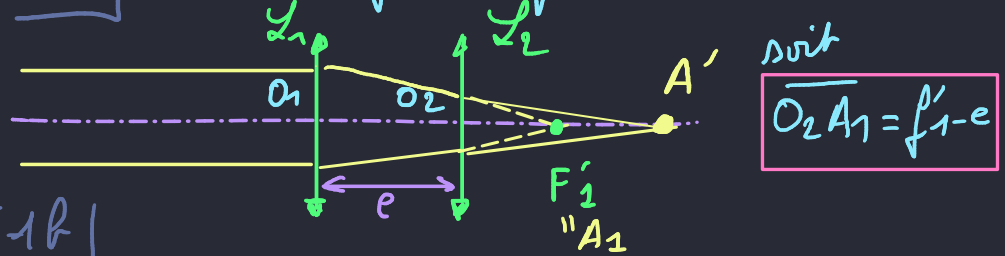
II-3 Le mont St Michel occupe $\sim \frac{4,0(2)}{13} \approx 5\%$ d'un capteur de $5,7(1) \text{ mm}$ $\xrightarrow{5\%}$ soit $h_c \approx 1,8(1) \text{ mm}$. Avec $L_c = 1,46(5) \text{ km}$ $\xrightarrow{5\%}$

$$H = h_c \left(\frac{L_c}{f'_c} - 1 \right) = 1,4(1) \cdot 10^2 \text{ m}$$

$\xrightarrow{\text{à } 1\%} f'_c \rightarrow \text{négligeable} \rightarrow \sqrt{2 \times (5\%)^2 + (1\%)^2}$

c'est environ la hauteur documentée.

III-1a Pour $L_0 \gg f'_1$, l'objet est à l'infini.



III-1b

On a donc $\infty \xrightarrow{L_1} F_1 \xrightarrow{L_2} A_2$

Descartes:

$$\frac{1}{\overline{O_2 A_1}} - \frac{1}{\overline{O_2 F_1}} = \frac{1}{f'_2} \quad \text{avec } \overline{O_2 F_1} = f'_1 - e$$

soit $\frac{1}{\overline{O_2 A_1}} = \frac{1}{|f'_2| + e} - \frac{1}{f'_1}$ (car $f'_2 = -|f'_2|$)

A_1 sera réelle si $\overline{O_2 A_1} > 0$, ie $\frac{f'_1 - e}{|f'_2| + e - f'_1} > 0$

soit. $f'_1 - e > 0$ et $|f'_2| + e > f'_1$

$$\text{ie } \underset{5}{f'_1 - |f'_2|} < \underset{10}{e} < f'_1$$

ou. $f'_1 - e < 0$ et $|f'_2| + e < f'_1 \leftarrow \text{impossible}$

La valeur $e = 8 \text{ mm}$ proposée convient

III 2a) On a $d = O_2 A_1 = \frac{|f'_2| (f'_1 - e)}{\underset{5 \rightarrow |f'_2| + e}{f'_1} \leftarrow 10} = 3,3(5) \text{ cm}$

III 2b) On calcule :

$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1 B_1}} \times \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{AB}}$ Avec Descartes

①: $\delta_2 = -\frac{f'_1}{L_0}$ (toujours pour $f'_1 \ll L_0$)

Avec Newton:

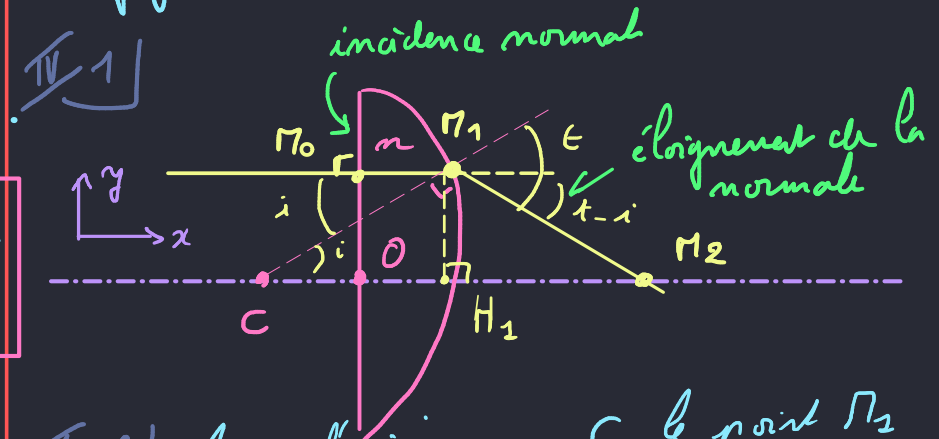
② $\delta_2 = \frac{f'_2}{\overline{F_2 F_1}} = \frac{|f'_2|}{|f'_2| + e - f'_1}$

$\overline{A'B'} = H \delta_1 \delta_2 = \frac{-H \underset{5 \text{ mm}}{f'_1} \underset{10 \text{ cm}}{|f'_2| + e - f'_1}}{\underset{20 \text{ mm}}{L_0}} = -42(4) \text{ cm}$

Avec $f'_1 = 100 \text{ mm}$ on obtient 1 bulle de $2,5 \text{ cm}$

$e + d = 113 \text{ mm}$ " $4,2 \text{ cm}$.

On gagne 68% de lumière avec 13% d'encombrement.



IV-2) Avec l'origine en C, le point P_2 a pour coordonnées $\begin{cases} x = R \cos i \\ y = R \sin i = h \end{cases}$

le point O a pour coordonnées $\begin{cases} x = R - e \\ y = 0 \end{cases}$

Le rayon a une pente

$\frac{dy}{dx} = -\tan(t-i)$, il atteint

donc l'axe $y=0$ pour

$(x_{P_2} - x_{H_1}) = \frac{h}{\tan(t-i)} = \frac{R \sin i}{\tan(t-i)}$

$x_{P_2} = R \cos i - (R - e) + \frac{R \sin i}{\tan(t-i)}$

IV-2 b | Pour des petits angles

- $\sin i \approx i$
- $\tan(t-i) \approx t-i$
- $\cos i - 1 \ll 1$. On a

donc $OM_2 \approx e + \frac{Ri}{t-i} \approx \frac{Ri}{t-i}$

car $\frac{Ri}{t-i}$ est de l'ordre de R pour $i \ll 1$ et $t \ll 1$

- $e \ll R$

IV-3-a | La réfraction en M_1 assure

$n \sin i = \sin t$, soit $t \approx ni$ pour $i \ll 1$ et donc $t \ll 1$

On obtient $OM_2 \approx \frac{R}{n-1}$. Cette expression est indépendante de i , et donc du point M_0 (pour $R \ll r$)
 tous les rayons d'un faisceau collimaté parallèle à l'axe optique se focalisent au même point M_2 qui constitue le **foyer image**.

Remarque Il resterait à s'assurer qu'on a bien modélisé une lentille mince:

- qu'on a le même comportement pour le foyer objet (toujours pour des rayons paraxiaux)
- qu'un rayon passant par O n'est pas dévié.

Des résultats s'établissent de manière similaire, sous les mêmes approximations

IV-3 b | On veut $f'_0 = \frac{R}{n-1}$ avec $n \approx 1,5$
 50mm $\rightarrow$

soit $R \approx 25 \text{ mm}$