P5/

Correction TD Lentilles minces dans l'approximation de Gauss

Exercice 1

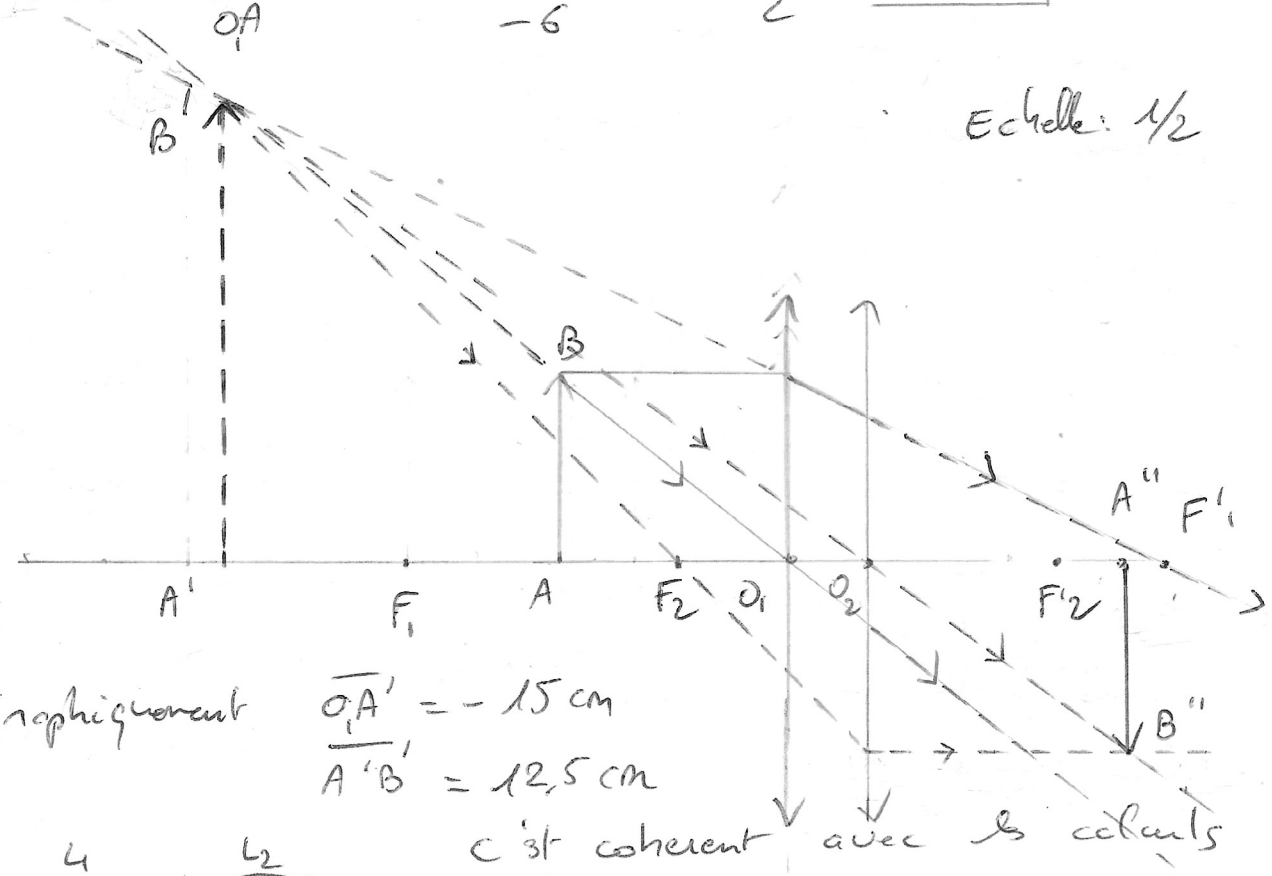
1. $\frac{1}{\overline{O_1A'}} = \frac{1}{\overline{O_1A}} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{-6} + \frac{1}{10} = \frac{-5+3}{30} = \frac{-1}{15}$ cm^{-1}

d'où $\overline{O_1A'} = -15$ cm : l'image est située 15 cm avant la lentille.

2- D'après la relation du grandissement $\frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$, on a

$\overline{A'B'} = \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} \times \overline{AB} = \frac{-15}{-6} \times 5 = \frac{25}{2} \simeq 13$ cm

3-



Graphiquement $\overline{O_1A'} = -15$ cm

$\overline{A'B'} = 12{,}5$ cm

C'est cohérent avec les calculs

4- $A \xrightarrow{L_1} A' \xrightarrow{L_2} A''$

$\frac{1}{\overline{O_2A''}} = \frac{1}{\overline{O_2A'}} + \frac{1}{f'_2} = \frac{1}{-17} + \frac{1}{5} = \frac{-5+17}{85} = \frac{12}{85}$ cm^{-1}

$\overline{O_2A''} = \frac{85}{12} = 7{,}1$ cm

5- $\frac{\overline{A''B''}}{\overline{A'B'}} = \frac{\overline{O_2A''}}{\overline{O_2A'}} \Rightarrow \overline{A''B''} = \overline{A'B'} \times \frac{\overline{O_2A''}}{\overline{O_2A'}}$

$\overline{A''B''} = 12{,}5 \times \frac{7{,}1}{-17} = -5{,}2$ cm

6. Graphiquement :

$\overline{O_2A''} = 6{,}8$ cm

$\overline{A''B''} = -5$ cm

C'est cohérent.

Exercice 2

1- $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'_2} = \frac{1}{-2} + \frac{1}{-4} = \frac{-3}{4} \Rightarrow \overline{OA'} = -\frac{4}{3} = -1{,}3$ cm

$$\overline{A'B'} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \times \overline{AB} = \frac{-1{,}3}{-2{,}0} \times 1{,}0 = \underline{0{,}65 \text{ cm}}$$

2- $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 3 \Rightarrow \overline{OA'} = 3\overline{OA}$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{3\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \Rightarrow -\frac{2}{3\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

$$\overline{OA} = -\frac{2}{3} f' \Rightarrow \underline{\overline{OA} = -1{,}0 \text{ cm}}$$

3- On utilise la relation de conjugaison avec origine aux foyers (relation de Newton)

$$\overline{F'A'} \times \overline{FA} = -f'^2 \Leftrightarrow \overline{F'A'} = \frac{-f'^2}{\overline{FA}}$$

$$\overline{F'A'} = \frac{-f'^2}{\overline{FO} + \overline{OA}} = \frac{-f'^2}{f' + \overline{OA}}$$

d'où $\overline{F'A'} = \frac{-5^2}{5 + (-22)} = \frac{-25}{-17} = \underline{1{,}4 \text{ cm}}$ | A' est à 1,4 cm à droite de F'

4- L'image d'un objet réel par une lentille divergente est toujours virtuelle, donc $\overline{OA} < 0 \Rightarrow \overline{OA'} < 0$.

On commence par calculer la distance focale f' de la lentille.

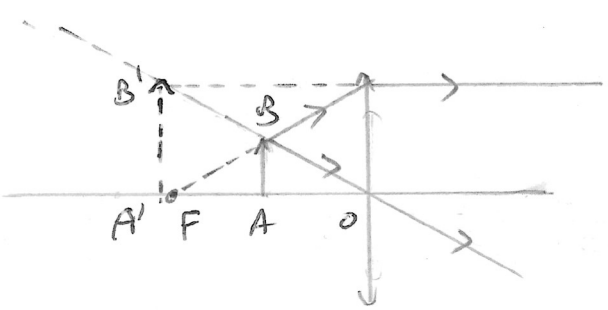
$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} \Rightarrow f' = \frac{\overline{OA} \times \overline{OA'}}{\overline{OA} - \overline{OA'}} = \frac{(-63) \times (-19{,}1)}{-63 - (-19{,}1)} = -27 \text{ cm}$$

d'où $\overline{F'A'} = \overline{F'O} + \overline{OA'} = -f' + \overline{OA'}$

$$\overline{F'A'} = 27 - 19{,}1 \simeq \underline{8 \text{ cm}}$$ | A' se situe 8 cm à droite de F'

Exercice 3

1-



2- Le grandissement vaut $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = 10$

d'où $\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 10$ soit $\overline{OA'} = 10\,\overline{OA}$

on $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$ donc $\frac{1}{10\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$

$\frac{-9}{10\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \Leftrightarrow \overline{OA} = \frac{-9}{10} f'$ avec $f' = \frac{1}{C} = 0{,}1\ m = 10\ cm$

d'où $\overline{OA} = -9\ cm$

3- Les 2 lentilles sont accolés ; d'après le théorème des vergences $C_{eq} = C_1 + C_2 = 2C = 20\ \delta \Rightarrow f' = 5\ cm$

d'où $\overline{OA} = -4{,}5\ cm$

Exercice 4

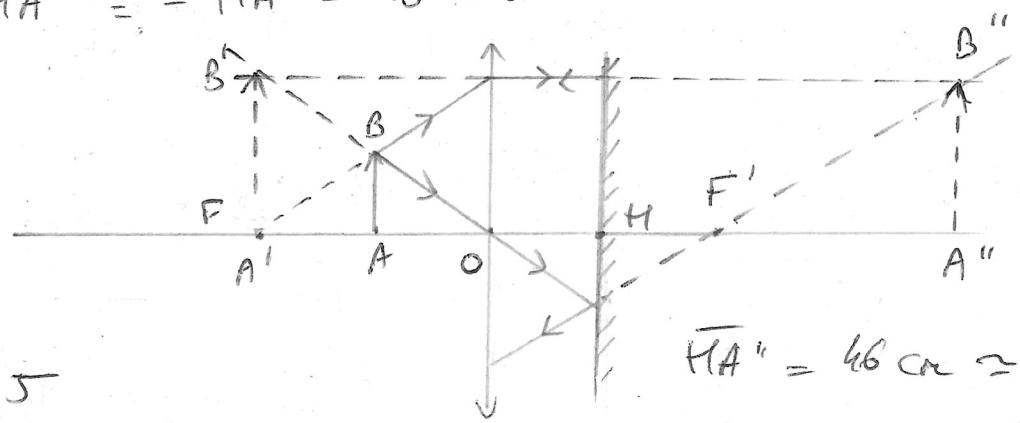
1- $A \xrightarrow{L} A' \xrightarrow{\text{miroir}} A''$

$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{-15} + \frac{1}{30} = \frac{-2+1}{30} = \frac{-1}{30}\ cm^{-1} \Rightarrow \overline{OA'} = -30\ cm$

$\overline{HA'} = \overline{HO} + \overline{OA'} = -15 - 30 = -45\ cm$

d'où $\overline{HA''} = -\overline{HA'} = 45\ cm$.

2-

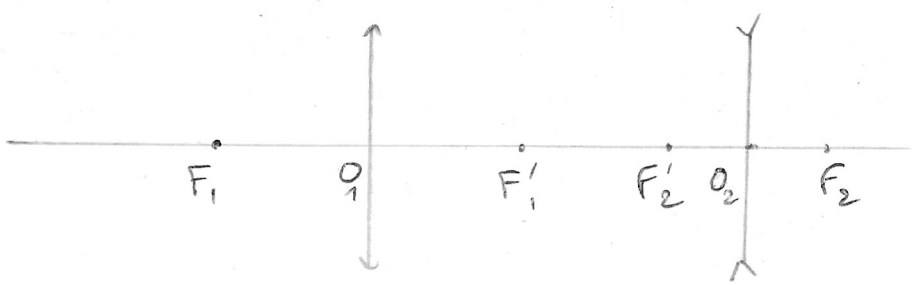


Echelle : $\frac{1}{10}^{e}$

$\overline{HA''} = 46\ cm \simeq 45\ cm$

Exercice 5

1-



2- F étant le foyer objet du doublet, l'image A'₁ de F par le doublet est par définition à l'infini. (4)

3- $A_1 \xrightarrow{L_2} +\infty$: on en déduit que $A_1 = F_2$

4- On utilise la formule de Newton sur la lentille 1 :

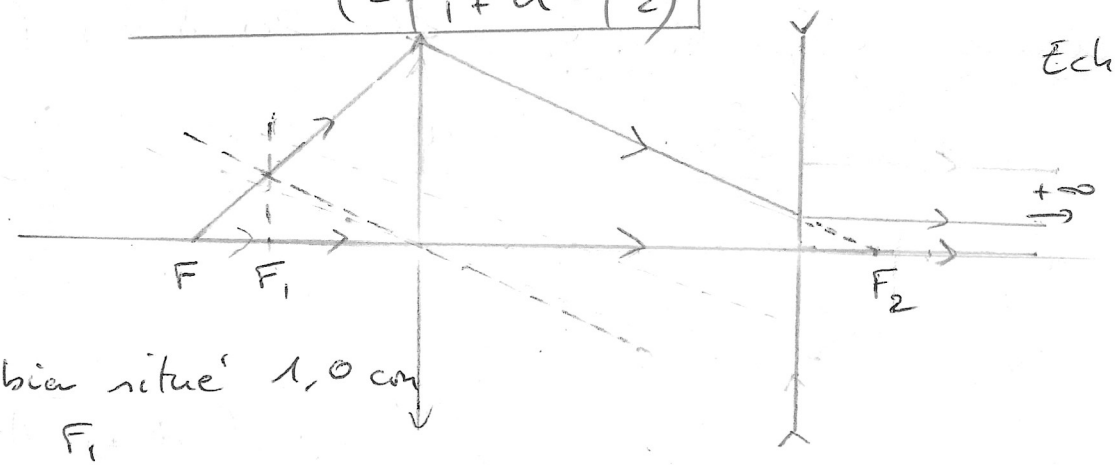
$F \xrightarrow{L_1} F_2$, $\overline{F'_1F_2} \times \overline{F_1F} = -f'^2_1$

$\left(\overline{F'_1O_1} + \overline{O_1O_2} + \overline{O_2F_2}\right)\overline{F_1F} = -f'^2_1$ d'où

$$\overline{F_1F} = \frac{-f'^2_1}{(-f'_1 + d - f'_2)}$$

A.N : $\overline{F_1F} = -1{,}0$ cm

5- Échelle 1



F est bien situé 1,0 cm avant F_1

6- F' étant le foyer image du doublet, l'objet A qui a pour image F' est, par définition, à l'infini.

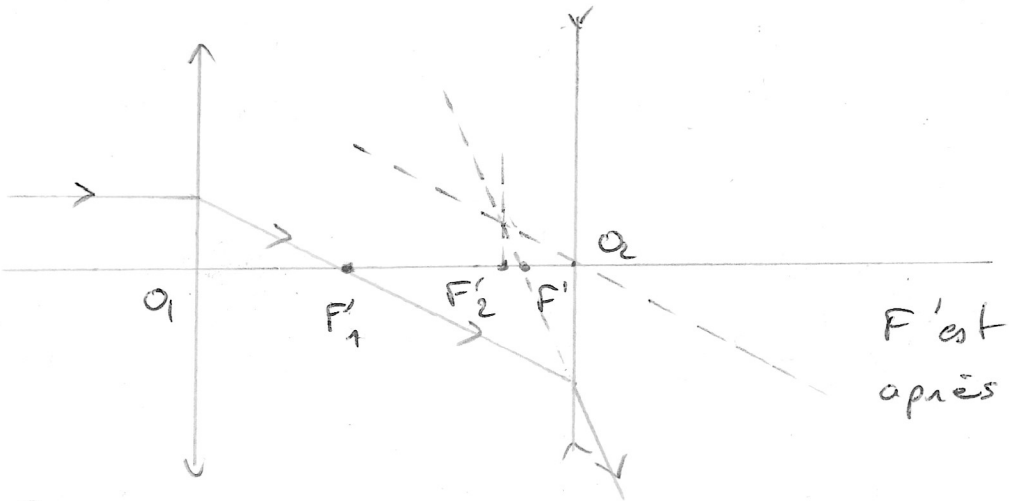
7- $+\infty \xrightarrow{L_1} A_2$: on en déduit que $A_2 = F'_1$

8- $F'_1 \xrightarrow{L_2} F'$ $\Rightarrow$ $\overline{F'_2F'} \times \overline{F_2F'_1} = -f'^2_2$

$\overline{F'_2F'} \times \left(\overline{F_2O_2} + \overline{O_2O_1} + \overline{O_1F'_1}\right) = -f'^2_2$

$$\overline{F'_2F'} = \frac{-f'^2_2}{(f'_2 - d + f'_1)} = \frac{f'^2_2}{(d - f'_1 - f'_2)}$$

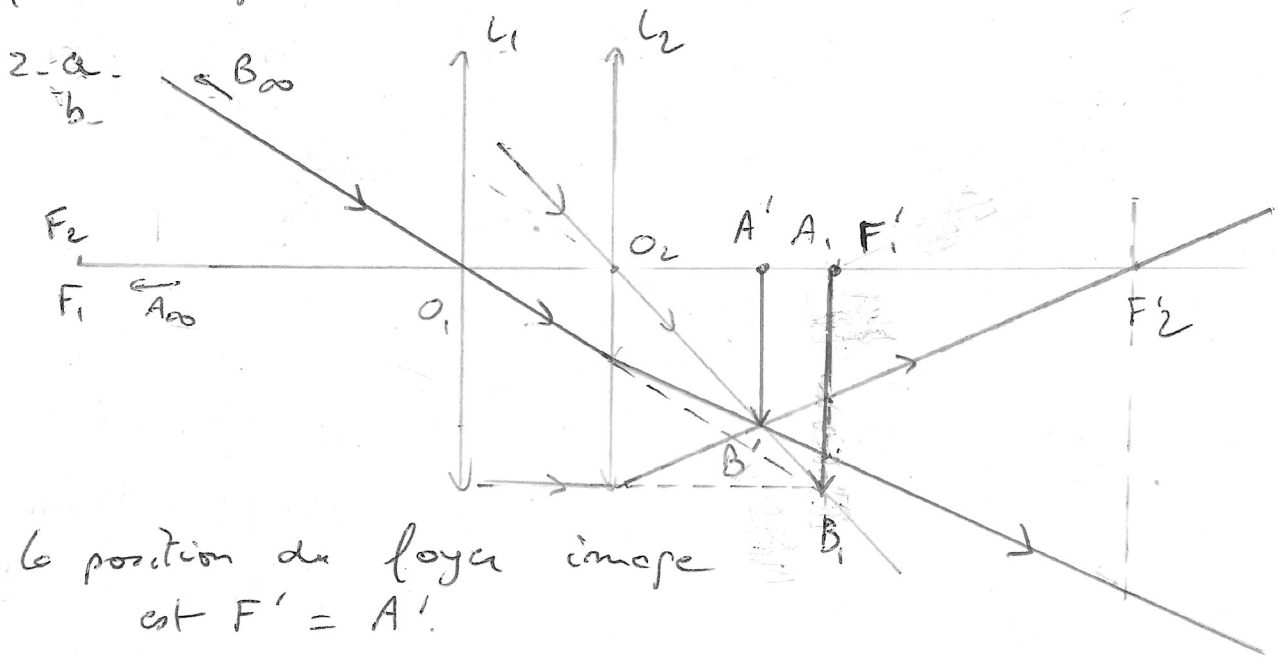
$\overline{F'_2F'} = 0{,}25$ cm



F' est bien 0,25 cm après F'_2.

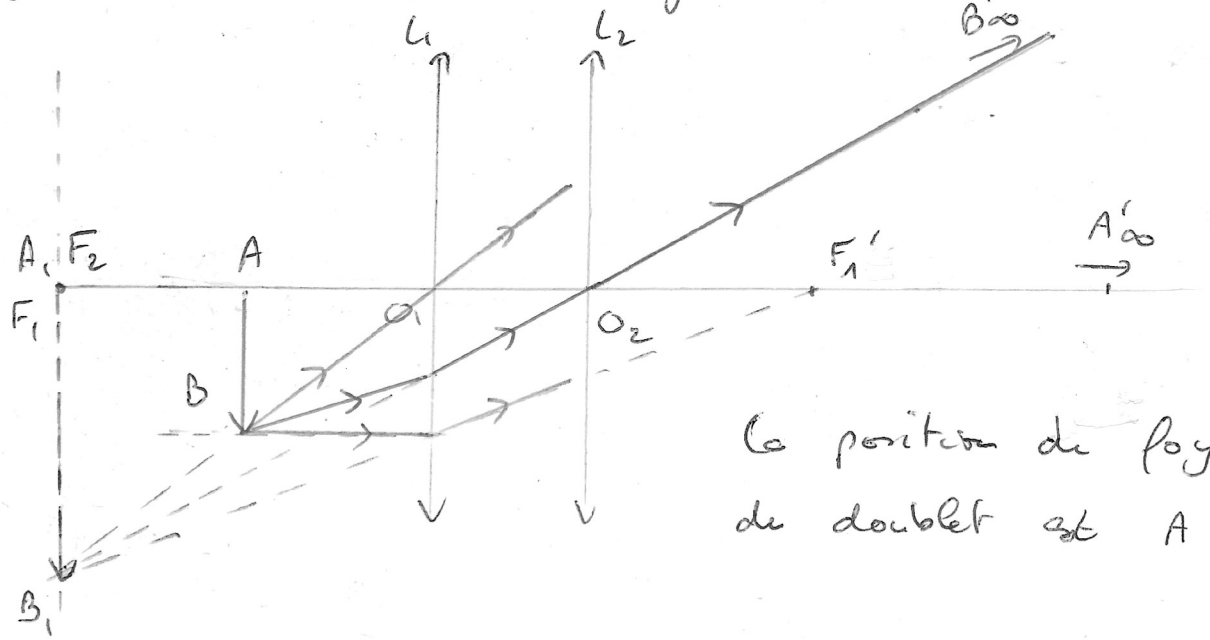
Exercice 6

1- L'image d'un objet AB à l'infini est dans le plan focal image de L_1



La position du foyer image est $F' = A'$.

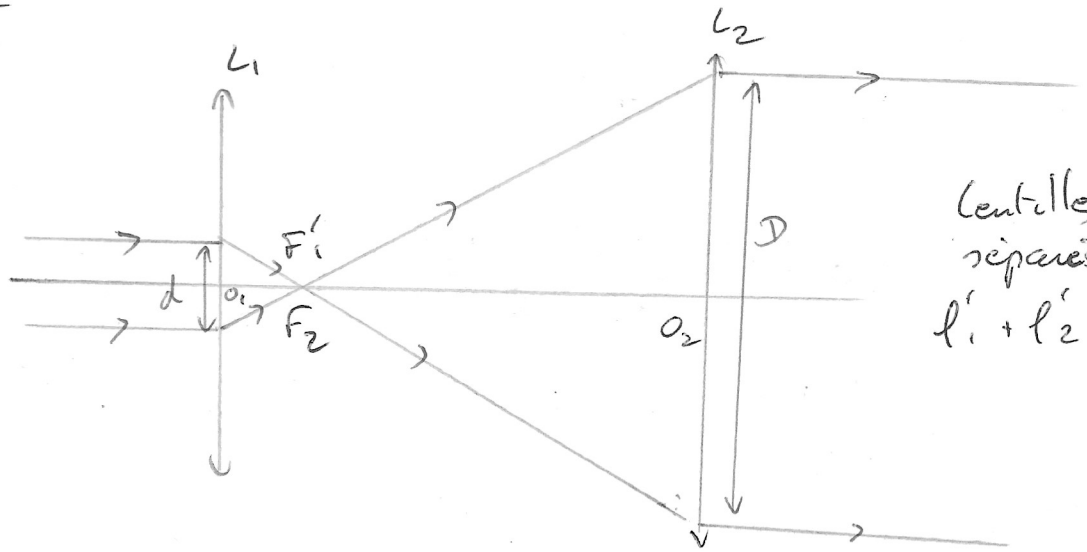
3- L'image d'un objet A_1B_1 dans le plan focal de la lentille L_2 est à l'infini.



La position du foyer objet du doublet est $A = F$.

Exercice 7

1.



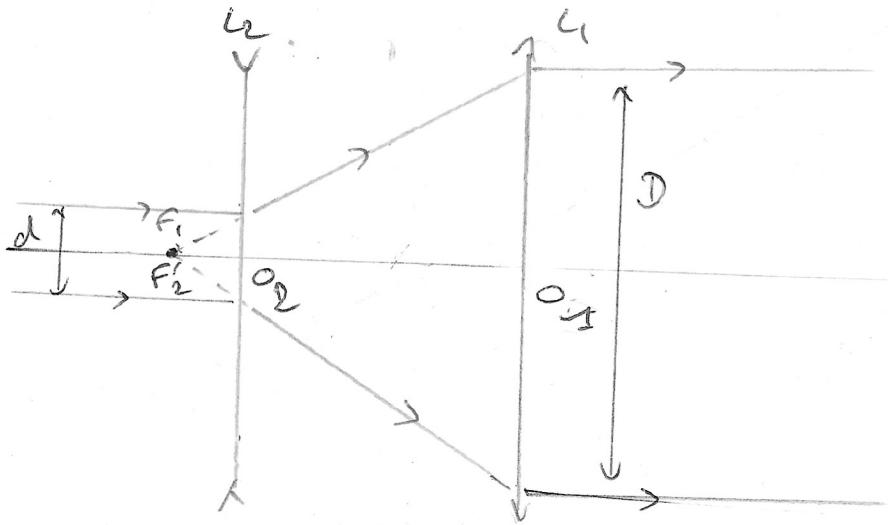
Lentilles séparées de $f'_1 + f'_2 = 60$ cm

Le système est afocal d'où $F'_1 = F_2$

D'après le théorème de Thalès : $\frac{D}{d} = \frac{O_2F_2}{O_1F_2} = \frac{O_2F_2}{O_1F'_1} = \frac{f'_2}{f'_1}$

d'où $\boxed{f'_2 = f'_1 \frac{D}{d}}$ $\Rightarrow$ $f'_2 = 10\, f'_1 = \underline{500 \text{ mm}}$

2.



Lentilles séparées de $f'_1 + f'_2 = 45$ cm

Le système est toujours afocal : $F'_2 = F_1$

Thalès $\Rightarrow \frac{D}{d} = \frac{O_1F'_2}{F'_2O_2} = \frac{O_1F_1}{F'_2O_2} = \frac{f'_1}{-f'_2}$

$\boxed{f'_2 = -\frac{d}{D} f'_1}$ $\Rightarrow$ $f'_2 = -\frac{f'_1}{10} = \underline{-5 \text{ mm}}$