

**Travaux Dirigés d'Optique Géométrique**  
**Filière MIP - Semestre 2**  
**Série n° 4**

**Exercice 1 : Lentilles minces**

Soit une lentille de distance focale  $f' = +3$  cm.

- 1) On considère un objet perpendiculaire à l'axe optique de taille 2 cm respectivement à 4 cm et 2 cm en avant du centre optique.
  - a. Déterminer graphiquement l'image de l'objet dans chaque cas (échelle 1/1).
  - b. Retrouver les résultats précédents par le calcul algébrique.
- 2) Mêmes questions avec un objet virtuel situé à 10 cm du centre optique.
- 3) Soit une lentille de distance focale  $f' = -3$  cm.
  - a. Trouver l'image d'un objet réel de taille 2 cm situé à 5 cm du centre optique.
  - b. Même question avec un objet virtuel situé à 1,5 cm puis 5 cm du centre optique.

**Exercice 2 : Lentille divergente**

Un objet virtuel de taille 1 cm est placé à 5 cm du centre optique d'une lentille divergente de 10 cm de distance focale.

- 1) Déterminer la position et la taille de l'image. Faire une construction géométrique.
- 2) Même question pour un objet virtuel situé à 20 cm.

**Exercice 3 : Association de deux lentilles convergentes**

Soit un système optique constitué de l'association de deux lentilles convergentes identiques de distance focale égale à 40 cm. Le centre optique  $O_1$  de la première lentille  $L_1$  est distant de 40 cm du centre optique  $O_2$  de la deuxième lentille  $L_2$ .

Soit un objet AB de 1 cm de taille situé à 30 cm derrière la première lentille sur l'axe optique.

- 1) Quelles sont la position et la taille de l'image intermédiaire  $A_1B_1$  de l'objet AB par rapport à la première lentille.
- 2) Déterminer la position et la taille de l'image finale  $A_2B_2$ .
- 3) Faire une construction géométrique.

**Exercice 4: Foyers d'un doublé de lentilles convergente et divergente**

On considère un ensemble de deux lentilles, l'une convergente et l'autre divergente, de distance focales respectives  $f'_1$  et  $f'_2$ . La distance entre les centres optiques de ces lentilles est  $d$  telle que  $d > f'_1 + f'_2$ . Déterminer les foyers objet et image de cet ensemble.

**Exercice 5: Foyers d'un doublé de lentilles**

Un doublet est formé de deux lentilles convergentes de distance focales respectives  $f'_1 = 15$  cm et  $f'_2 = 10$  cm, les centres optiques des deux lentilles étant distants de 5 cm. Déterminer la position foyers image et objet.

**Exercice 6: Lunette de Galilée**

La lunette de Galilée est formée d'une lentille objective ( $(L_1) : O_1, f_1 = 20$  cm) et d'une lentille oculaire divergente ( $(L) : O, f' < 0$ ). Le foyer objet F de (L) coïncide avec le foyer image  $F_1$  de ( $L_1$ ). La longueur  $l = O_1O$  vaut 15 cm.

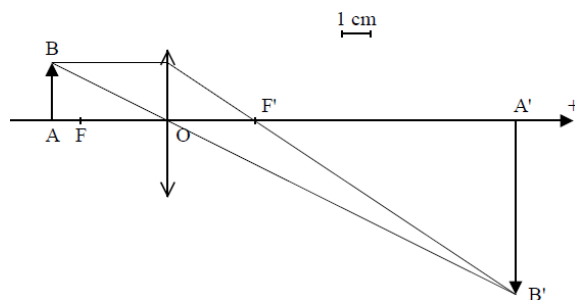
- 1) On pointe un objet AB de 2 cm à 30 cm devant l'objectif (utilisation en viseur).
  - a. Construite l'image  $A'B'$  de AB. Est-elle réelle ou virtuelle ?
  - b. Calculer la position  $OA'$  et la taille  $A'B'$  de l'image
  - c. Le grandissement de l'ensemble dépend-il de la position de AB ? On tracera un rayon issu de B et arrivant sur le système parallèlement à l'axe optique.
- 2) Cet appareil est destiné à voir des objets éloignés. Soit  $\alpha$  le diamètre angulaire apparent d'un objet à l'infini et  $\alpha'$  celui de son image, calculer le grossissement G de cette lunette.

**Travaux Dirigés d'Optique Géométrique**  
**Filière SMPC - Semestre 2**  
**Corrigé de la série n° 3**

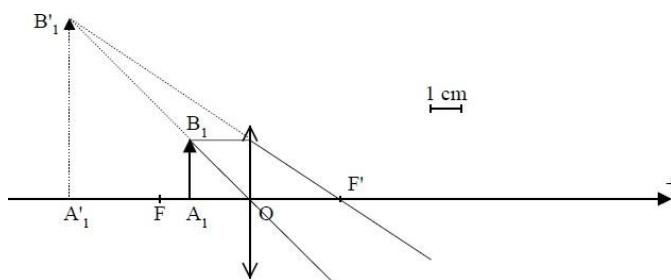
**Exercice 1 : Lentilles minces**

1) a. construction graphique de l'image.

L'objet AB à 4 cm en avant du centre optique



L'objet AB à 2 cm en avant du centre optique



b. Objet réel à 4 cm.

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f} \Rightarrow -\frac{1}{4} + \frac{1}{OA'} = \frac{1}{3} \Rightarrow \overline{OA'} = +12 \text{ cm}$$

(Image réelle).

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{12}{-4} = -3$$

L'image est 3 fois plus grande que l'objet ( $\overline{A'B'} = 3 \times 2 = 6 \text{ cm}$ ) et renversée.

Objet réel à 2 cm.

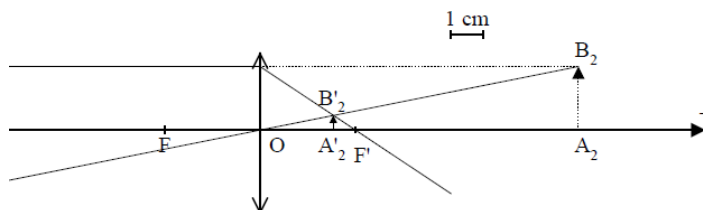
$$\frac{1}{OA'_1} - \frac{1}{OA_1} = \frac{1}{f'} \Rightarrow -\frac{1}{-2} + \frac{1}{OA'_1} = \frac{1}{3} \Rightarrow \overline{OA'_1} = -6 \text{ cm}$$

(Image virtuelle)

Grandissement :  $\gamma = +3$

L'image est 3 fois plus grande que l'objet (6 cm) et de même sens (image droite).

2) objet virtuel situé à 10 cm



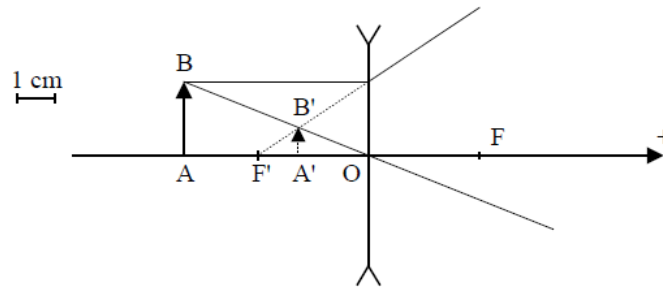
$$\frac{1}{OA'_2} - \frac{1}{OA_2} = \frac{1}{f'} \Rightarrow -\frac{1}{10} + \frac{1}{OA'_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow \overline{OA'_2} = +2.3 \text{ cm (Image réelle)}$$

Grandissement :  $\gamma \approx +0,23$

L'image est droite et a une taille d'environ 0,46 cm.

3) Distance focale  $f' = -3 \text{ cm} < 0$  : lentille divergente.

a. objet réel de taille 2 cm situé à 5 cm du centre optique..

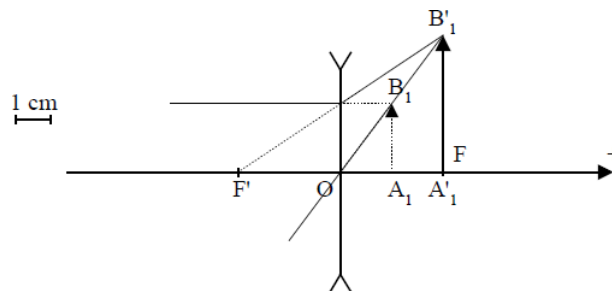


$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} \Rightarrow -\frac{1}{5} + \frac{1}{OA'} = \frac{1}{-3} \Rightarrow \overline{OA'} = -1,875 \text{ cm (image virtuelle)}$$

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = +0,375$$

L'image est plus grande que l'objet ( $A'B' = 0.75 \text{ cm}$ ) et droite.

b. Objet virtuel situé à 1,5 cm du centre optique.



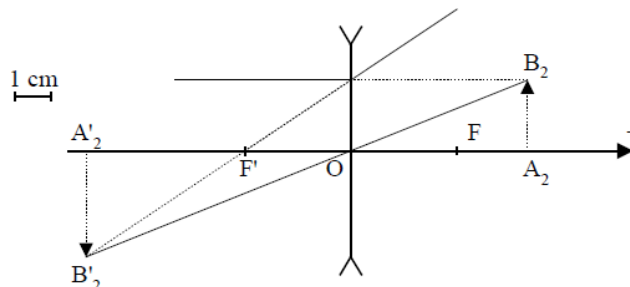
$$\frac{1}{OA'_1} - \frac{1}{OA_1} = \frac{1}{f'} \Rightarrow -\frac{1}{1.5} + \frac{1}{OA'_1} = \frac{1}{-3} \Rightarrow \overline{OA'_1} = +3 \text{ cm}$$

(Image réelle)

Grandissement :  $\gamma = +2$

L'image est 2 fois plus grande que l'objet (4 cm) et de même sens (image droite).

Objet virtuel situé à 5 cm du centre optique.



$$\frac{1}{OA'_2} - \frac{1}{OA_2} = \frac{1}{f'} \Rightarrow -\frac{1}{5} + \frac{1}{OA'_2} = \frac{1}{-3} \Rightarrow \overline{OA'_2} = -7.5 \text{ cm (Image virtuelle)}$$

Grandissement :  $\gamma = -1,5$  : L'image est inversée et a une taille de 3 cm.

### Exercice 2 : Lentille divergente

1) objet virtuel de taille 1 cm placé à 5 cm du centre optique d'une lentille divergente de 10 cm de distance focale.

$$-\frac{1}{OA} + \frac{1}{OA_1} = \frac{1}{f'_1} \Rightarrow -\frac{1}{5} + \frac{1}{OA_1} = \frac{1}{-10} \Rightarrow \overline{OA_1} = 10 \text{ cm}$$

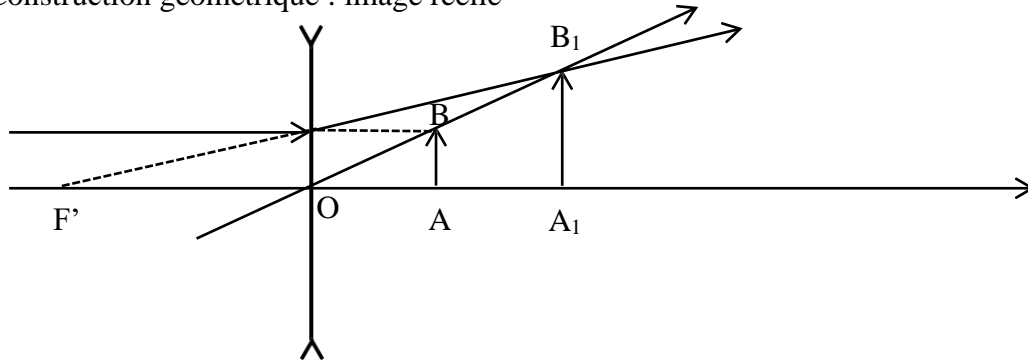
(Image réelle)

Taille de l'image  $A_1B_1$

$$\gamma = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}} = \frac{10}{5} = 2 \Rightarrow \overline{A_1B_1} = 2 \text{ cm}$$

L'image est 2 fois plus grande que l'objet (2 cm) et de même sens (image droite).

Construction géométrique : image réelle



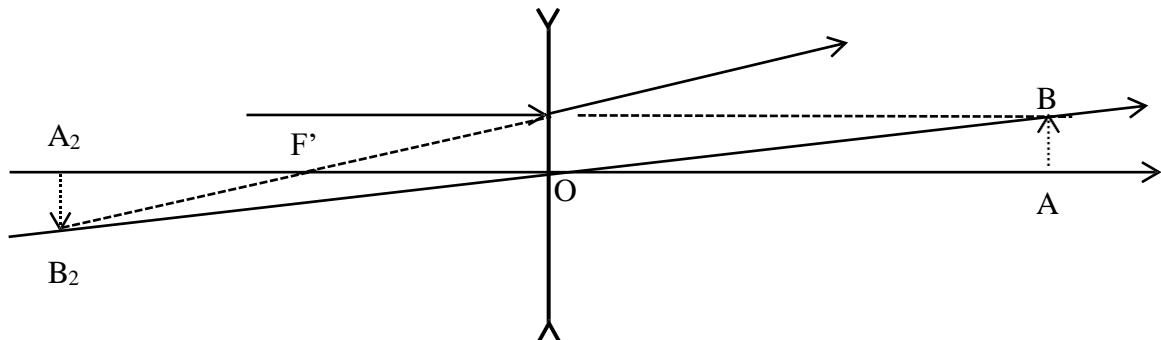
2) . Objet virtuel à 20 cm

$$-\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OA_2}} = \frac{1}{f'_1} \Rightarrow -\frac{1}{20} + \frac{1}{\overline{OA_2}} = \frac{1}{-10} \Rightarrow \overline{OA_2} = -20 \text{ cm}$$

Taille de l'image  $A_2B_2$

$$\gamma = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA_2}}{\overline{OA}} = \frac{-20}{20} = -1 \Rightarrow \overline{A_2B_2} = -1 \text{ cm}$$

Construction géométrique : image virtuelle



### Exercice 3 : Association de deux lentilles convergentes

1) Position de l'image  $A_1B_1$

$$-\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OA_1}} = \frac{1}{f'_1} \Rightarrow -\frac{1}{30} + \frac{1}{\overline{OA_1}} = \frac{1}{40} \Rightarrow \overline{OA_1} = 17,14 \text{ cm}$$

Taille de l'image  $A_1B_1$

$$\gamma = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}} = \frac{17,14}{30} = 0,57 \Rightarrow \overline{A_1B_1} = 0,57 \text{ cm}$$

2) Position de l'image finale  $A_2B_2$

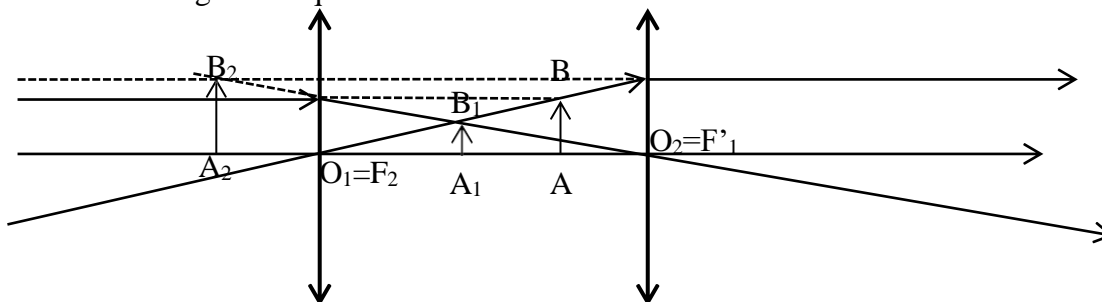
$$-\frac{1}{\overline{OA_2}} + \frac{1}{\overline{OA_1}} = \frac{1}{f'_2} \Rightarrow -\frac{1}{\overline{OA_2}} + \frac{1}{17,14} = \frac{1}{40} \Rightarrow \overline{OA_2} = -53,35 \text{ cm}$$

Taille de l'image  $A_2B_2$

$O_2A_2$

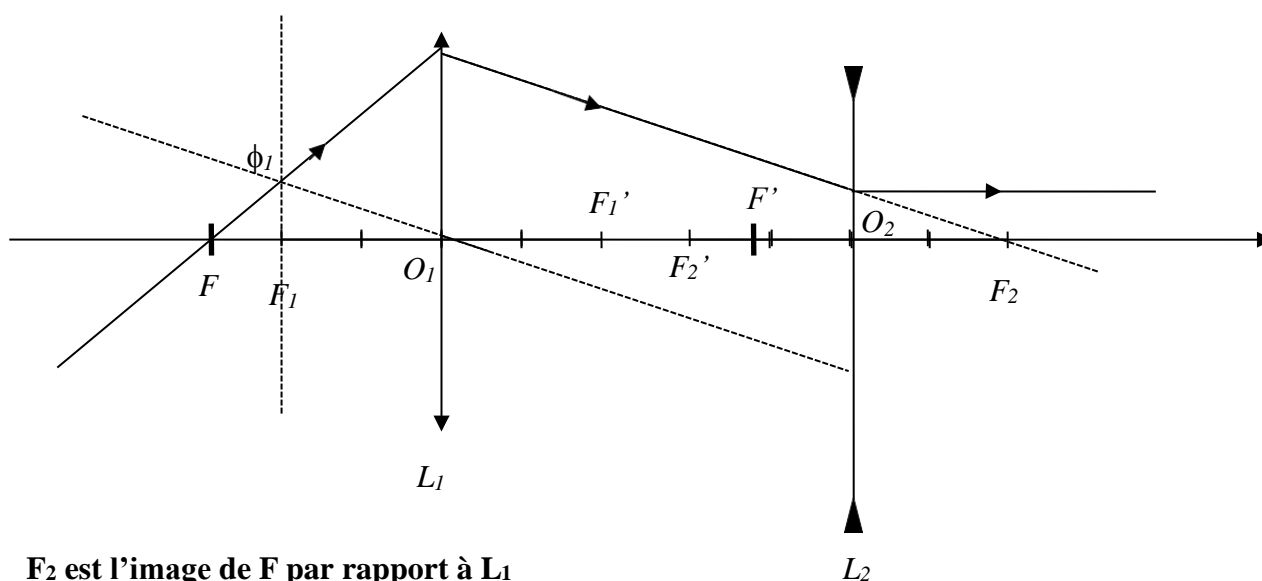
$$\gamma = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{O_1A_1}} = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{O_2A_2}} = \frac{-53,35}{-22,86} = 2,33 \Rightarrow A_2B_2 = 1,33 \text{ cm}$$

### 3) Construction géométrique



### Exercice 4: Foyers d'un doublé de lentilles convergente et divergente

#### Foyer objet F du doublet

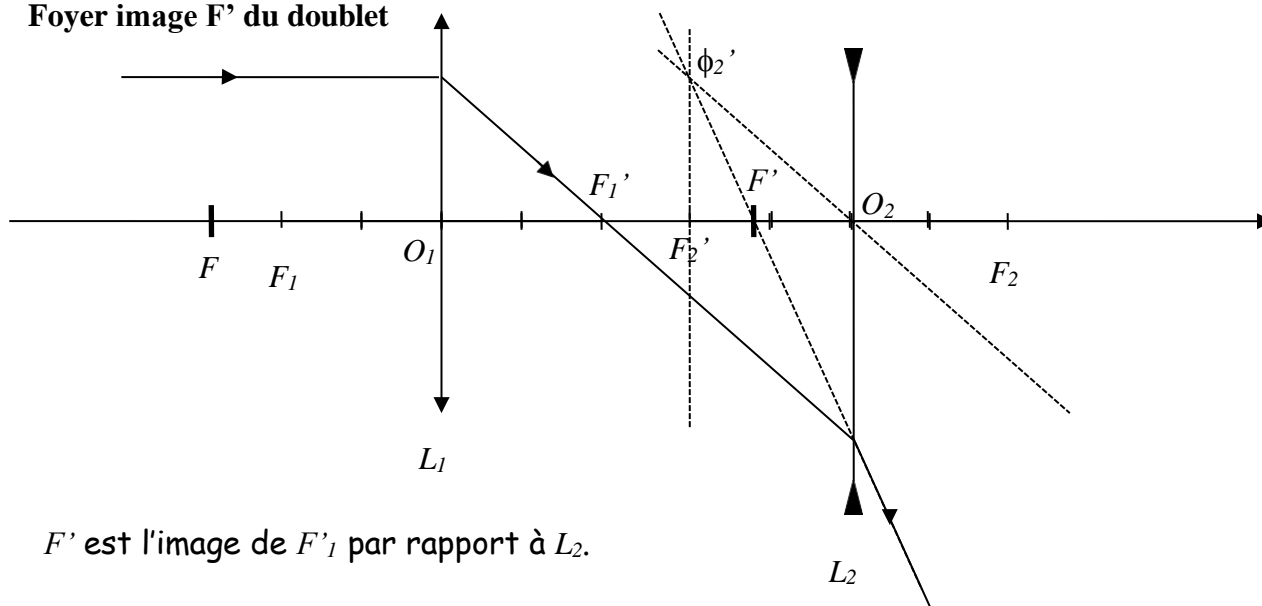


$F_2$  est l'image de F par rapport à  $L_1$

$$\frac{1}{OF} - \frac{1}{OF'} = \frac{1}{f_1} \quad \text{avec} \quad OF' = OO' + O'F' = d + f_2 = d - f_1'$$

$$\text{Donc} \quad \frac{1}{d - f_2} - \frac{1}{O_1F} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{O_1F} = \frac{1}{d - f_2} - \frac{1}{f_1}$$

#### Foyer image F' du doublet



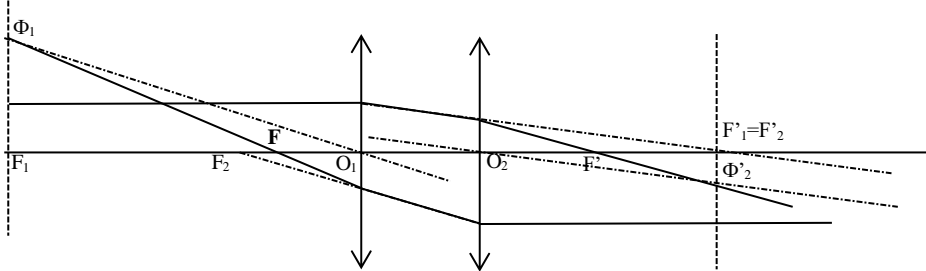
$F'$  est l'image de  $F_1'$  par rapport à  $L_2$ .



$$\frac{1}{O_2 F'} - \frac{1}{O_2 F} = \frac{1}{f'_2} \quad \text{avec} \quad \overrightarrow{O_2 F'} = \overrightarrow{O_2 O_1} + \overrightarrow{O_1 F'} = -d + f'_1$$

$$\text{Donc} \quad \frac{1}{O_2 F'} - \frac{1}{-d + f'_1} = \frac{1}{f'_2} \Rightarrow \frac{1}{O_2 F'} = \frac{1}{-d + f'_1} + \frac{1}{f'_2}$$

### Exercice 5: Foyers d'un doublé de lentilles



La construction géométrique du chemin des rayons à travers le doublet montre que :

**F' est l'image de F'1 à travers la lentille L2**

D'après la relation de Newton on peut écrire :

$$\overrightarrow{F'F'} \cdot \overrightarrow{F'F'} = -f'^2$$

$$\text{on a } \overrightarrow{F'F'} = \overrightarrow{F'O_2} + \overrightarrow{O_2 O_1} + \overrightarrow{O_1 F'} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = +15 - 5 + 10 = +20 \text{ cm et } f' = +10 \text{ cm}$$

$$\text{Donc } \overrightarrow{F'_2 F'} = -5 \text{ cm}$$

Le foyer image du doublet est donc situé à 5 cm en arrière de L2.

**F2 est l'image de F à travers la lentille L1**

D'après la relation de Newton on peut écrire :

$$\overrightarrow{F_2 F} \cdot \overrightarrow{F_2 F} = -f_1^2$$

$$\text{on a } \overrightarrow{F_2 F} = \overrightarrow{F_2 O_1} + \overrightarrow{O_1 O_2} + \overrightarrow{O_2 F} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = -15 + 5 - 10 = -20 \text{ cm et } f_1 = +15 \text{ cm}$$

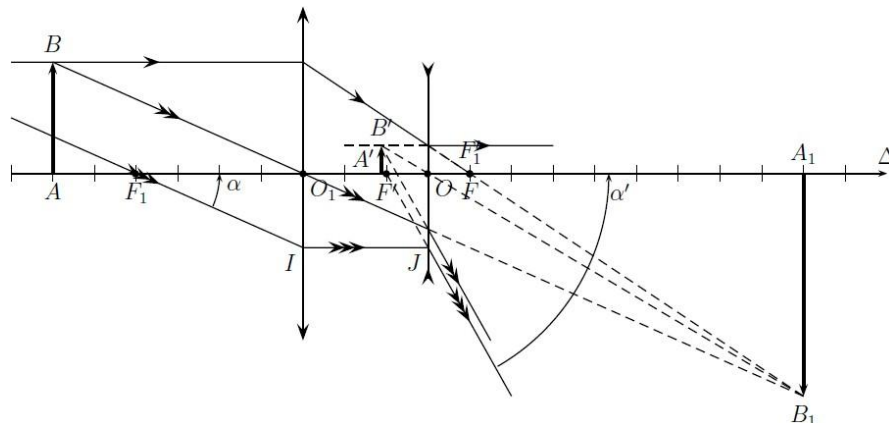
$$\text{Donc } \overrightarrow{F_1 F_2} = 11.25 \text{ cm}$$

Le foyer objet du doublet est donc situé à 3.75 cm en avant de L1.

### Exercice 6: Lunette astronomique

1) a. En utilisant la notion d'image intermédiaire, on trace A1B1 telle que :

AB-(L1)→A1B1-(L2)→A'B' l'image finale A'B'.



Pour que F soit confondu avec F'1, il faut que

$$\overrightarrow{O_1 F} = -\overrightarrow{O_1 F'} = -\overrightarrow{O_1 O_2} - \overrightarrow{O_2 F'} = 15 - 20 = -5 \text{ cm}$$

On remarque que l'image est virtuelle.

b. Position de l'image A'B'

AB-(L1)→A1B1-(L2)→A'B'.

Relation de conjugaison pour L1 :

$$\frac{1}{\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA_1}} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA}} - \frac{1}{-30} = \frac{1}{20} \Rightarrow \overline{OA_1} = 60 \text{ cm}$$

Relation de conjugaison pour  $L_2$  :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA_1}} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{f' \cdot \overline{OA_1}}{f' + \overline{OA_1}}$$

$$\text{On a } \overline{O\bar{A}_T} = \overline{O\bar{O}_T} + \overline{O_T\bar{A}_T} = -15 + 60 = 45 \text{ cm}$$

$$\text{Donc } \overline{OA'} = \frac{-5 \times 45}{-5 + 45} = -5.6 \text{ cm}$$

c. Taille de l'image  $A'B'$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} \times \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA_1}} \times \frac{\overline{OA_1}}{\overline{O_1A}} = \frac{-5.6}{45} \times \frac{60}{30} = 0.25 \Rightarrow A'B' = 0,5 \text{ cm}$$

Image est donc droite et quatre fois plus petite que l'objet.

Comme le système est afocal, le grandissement de l'ensemble ne dépend pas de la position de l'objet AB (voir rayon partant de B et parallèle à l'axe optique).

2) On peut travailler sur le rayon passant par  $F_1$ , I puis J pour définir  $\alpha$  et  $\alpha'$ .

Dans l'approximation de Gauss,  $\tan \alpha = \frac{f\theta}{F_1I} \approx \alpha$  et  $\tan \alpha' = \frac{f'\theta}{F'O} \approx \alpha'$

$$\alpha' = \frac{f\theta}{F'O} = \frac{F_1I}{f'} \alpha$$

$$\text{D'où le grossissement } G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{F_1I}{f'} = \frac{1}{f} = 4$$