Correction OS – TD 2

Approximation de Gauss et lentilles minces

II - Tracé de rayon

Cf. cours. Il faut utiliser un rayon auxiliaire et les propriétés des plans focaux. On peut utiliser un rayon auxiliaire et une propriété du plan focal objet ou un rayon auxiliaire et une propriété du plan focal image mais, en toute rigueur, un seul rayon auxiliaire est suffisant pour répondre à la question.

III - Lentille biconcave

Une lentille biconcave est à bords épais donc divergente donc sa focale est négative : $f' = -12\,\text{cm}$. On pose les notations : soit A un point de l'objet situé sur l'axe optique de la lentille, on a : $A \xrightarrow{\text{lentille}} A'$.
On prend ensuite bien soin de mener le calcul littéral jusqu'à obtenir une expression la plus simple possible avec, dans le premier membre, la réponse à la question et, dans le deuxième membre, des données de l'énoncé.

1. $\boxed{\overline{OA'} = \dfrac{\overline{OA}f'}{\overline{OA}+f'}} = \frac{-20\times-12}{-20-12} = -7{,}5\,\text{cm}$. L'image est virtuelle.
2. $\boxed{\gamma = \dfrac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \dfrac{f'}{f'+\overline{OA}}} = \frac{-12}{-12-20} = -\frac{3}{8} = 0,38$. L'image est droite et plus petite.

IV - Lentille convergente

Soit A un point de la tour situé sur l'axe optique de la lentille, on a : $A \xrightarrow{\text{lentille}} A'$. On obtient $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA}f'}{\overline{OA}+f'}$ et $\gamma = \frac{f'}{f'+\overline{OA}}$.
Une tour est évidemment un objet réel, donc $\overline{OA} = -D = -3\,\text{km}$. La taille de la tour est donnée indirectement par l'angle α sous lequel elle est vue ; si on considère une taille transversale positive et un angle positif, on a $\tan(\alpha) = -\frac{\overline{AB}}{\overline{OA}}$. L'angle étant très faible (on est sans doute dans les conditions de Gauss), on peut écrire : $\alpha \approx -\frac{\overline{AB}}{\overline{OA}}$ et $\overline{AB} = -\alpha\,\overline{OA}$ *avec α en radians.*

1. Il faut remarquer que $|\overline{OA}| \gg f'$. Cela mène à :
   - L'objet peut être considéré comme étant « optiquement » à l'infini ; d'où $A' \equiv F'$ et $\boxed{\overline{OA'} = f'}$.
   - $\overline{A'B'} = \gamma\overline{AB} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}\overline{AB} = -f'\,\tan(\alpha)$ d'où $\boxed{\overline{A'B'} \approx -f'\,\alpha}$ *avec α en radians.*

   On trouve, numériquement :
   - $\overline{OA'} = 1{,}0\,\text{m}$.
   - $\overline{A'B'} = -0{,}010\,\text{m}$.
2. Étant donné $\overline{A'B'} \approx -f'\,\alpha$, on peut choisir une focale plus grande pour obtenir une image plus grande. On peut aussi se rapprocher de la tour pour qu'elle soit observée sous un plus grand angle.

Le calcul sans approximation, bien que plus compliqué, mène aux mêmes résultats.

V - Doublet accolé

On considère un doublet accolé composé d'une première lentille L_1 divergente telle que $f'_1 = -6{,}0\,\text{cm}$ et d'une deuxième lentille L_2 convergente telle que $f'_2 = +8{,}0\,\text{cm}$.

1. Fait en cours.
2. $\boxed{f' = -24\,\text{cm}}$. Le doublet est divergent.

3. (a)

$$A \xrightarrow{(L)} A'' \text{ donc } \boxed{\overline{OA''} = \frac{\overline{OA}\, f'}{\overline{OA} + f'}} \text{ et } \overline{OA''} = -7{,}5(4)\,\text{cm}$$

(b)

$$A \xrightarrow{(L_1)} A' \text{ donc } \boxed{\overline{OA'} = \frac{\overline{OA}\, f_1'}{\overline{OA} + f_1'}} \text{ et } \overline{OA'} = -3{,}88\,\text{cm} \approx -3{,}9\,\text{cm}$$

$$A' \xrightarrow{(L_2)} A'' \text{ donc } \boxed{\overline{OA''} = \frac{\overline{OA'}\, f_2'}{\overline{OA'} + f_2'}} \text{ et } \overline{OA''} = -7{,}5(4)\,\text{cm}$$

4. Voir construction, fin du polycopié.

VI - Doublet non accolé

1. Voir construction, fin du polycopié. On n'oublie pas : les chevrons distinctifs de chaque rayon, les prolongations de rayons utiles à la compréhension, que les rayons auxiliaires sont en pointillés, deux échelles (longitudinale et verticale), l'orientation de l'axe optique, le nom de tous les points optiques importants (centre, foyers, etc.).

2. On a, par définition de F' : $\infty \xrightarrow{(L_1+L_2)} F'$

   Par décomposition du doublet on peut aussi écrire : $\infty \xrightarrow{(L_1)} F_1' \xrightarrow{(L_2)} F'$

   F' est donc l'image de F_1' par la lentille (L_2).

   Résolution 1 : on applique la relation de Newton aux foyers pour la lentille (L_2) :

$$\overline{F_2'F'} \cdot \overline{F_2F_1'} = -f_2'^2 \text{ d'où } \overline{F_2'O_2} + \overline{O_2O_1} + \overline{O_1F'} = \frac{-f_2'^2}{\overline{F_2F_1'}}$$

   Résolution 2 : on applique la relation de Descartes au centre pour la lentille (L_2) :

$$\frac{1}{\overline{O_2F'}} - \frac{1}{\overline{O_2F_1'}} = \frac{1}{f_2'} \text{ d'où } \overline{O_2O_1} + \overline{O_1F'} = \frac{\overline{O_2F_1'}f_2'}{\overline{O_2F_1'} + f_2'}$$

   Dans les deux cas, on trouve alors en isolant $\overline{O_1F'}$ et en faisant apparaître les données de l'énoncé par des décompositions de type « Chasles » (possibles car tous les points sont alignés) :

$$\boxed{\overline{O_1F'} = \frac{-f_2'^2}{f_2' - \overline{O_1O_2} + f_1'} + f_2' + \overline{O_1O_2}}$$

   A.N. (à la main) : $\overline{O_1F'} = \frac{16}{22} + 8,00 = 0,73 + 8,00 = 8{,}7\,\text{cm}$

3. Voir construction, fin du polycopié.

4. $F \xrightarrow{(L_1+L_2)} \infty$ et $F \xrightarrow{(L_1)} F_2 \xrightarrow{(L_2)} \infty$. F est donc l'objet dont F_2 est l'image par la lentille (L_1). Par application d'une relation de conjugaison de la lentille (L_1), on trouve :

$$\boxed{\overline{O_1F} = \frac{(\overline{O_1O_2} - f_2')f_1'}{-(\overline{O_1O_2} - f_2') + f_1'}} = 4{,}36\,\text{cm} = 4{,}4\,\text{cm}$$

5. Voir construction, fin du polycopié.

NOM :

PRENOM :

OPTIQUE : TD5 IV - 4(a)

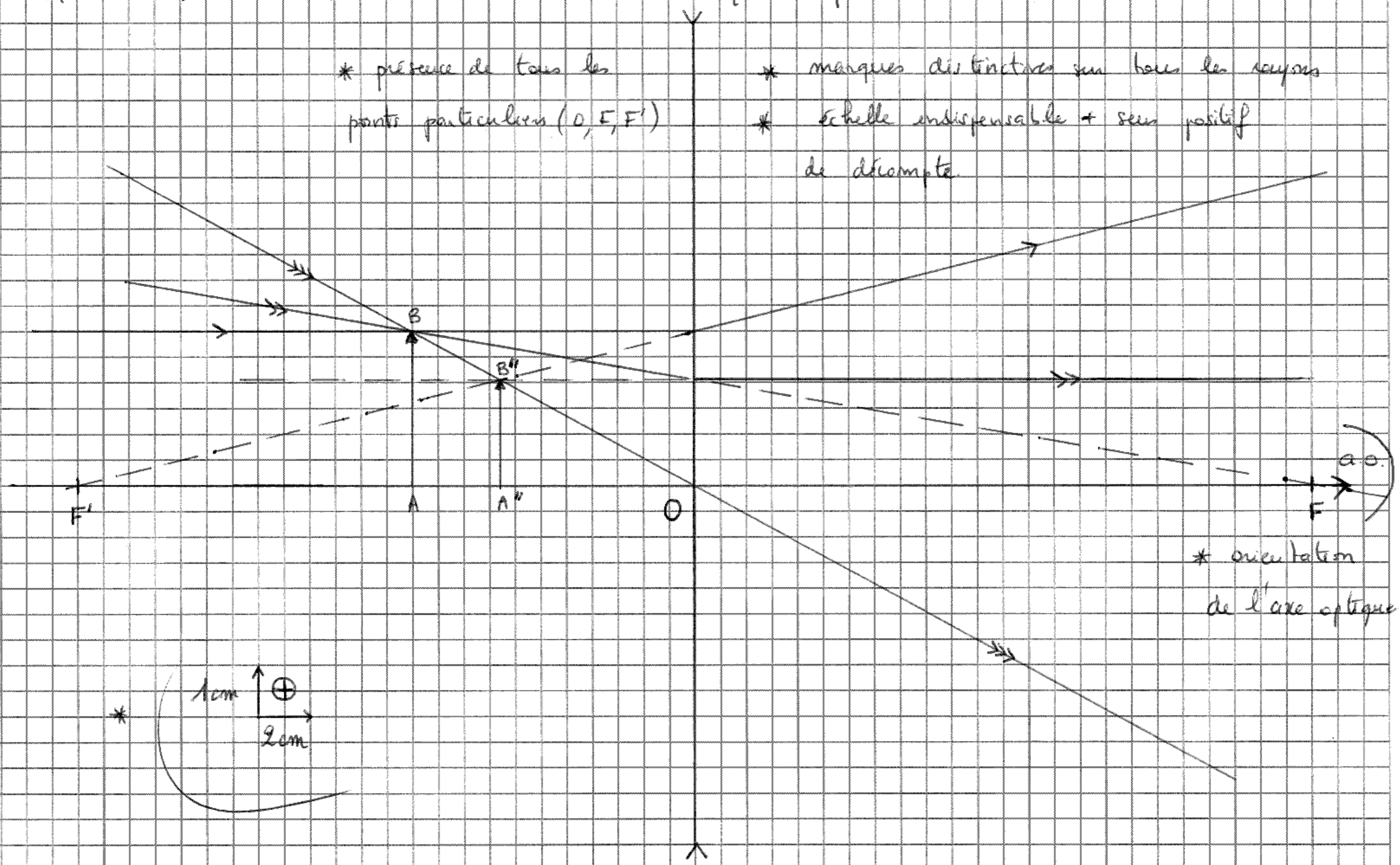
$L = \{L_1 + L_2\}$

* présence de tous les points particuliers (O, F, F')

* marques distinctives sur tous les rayons

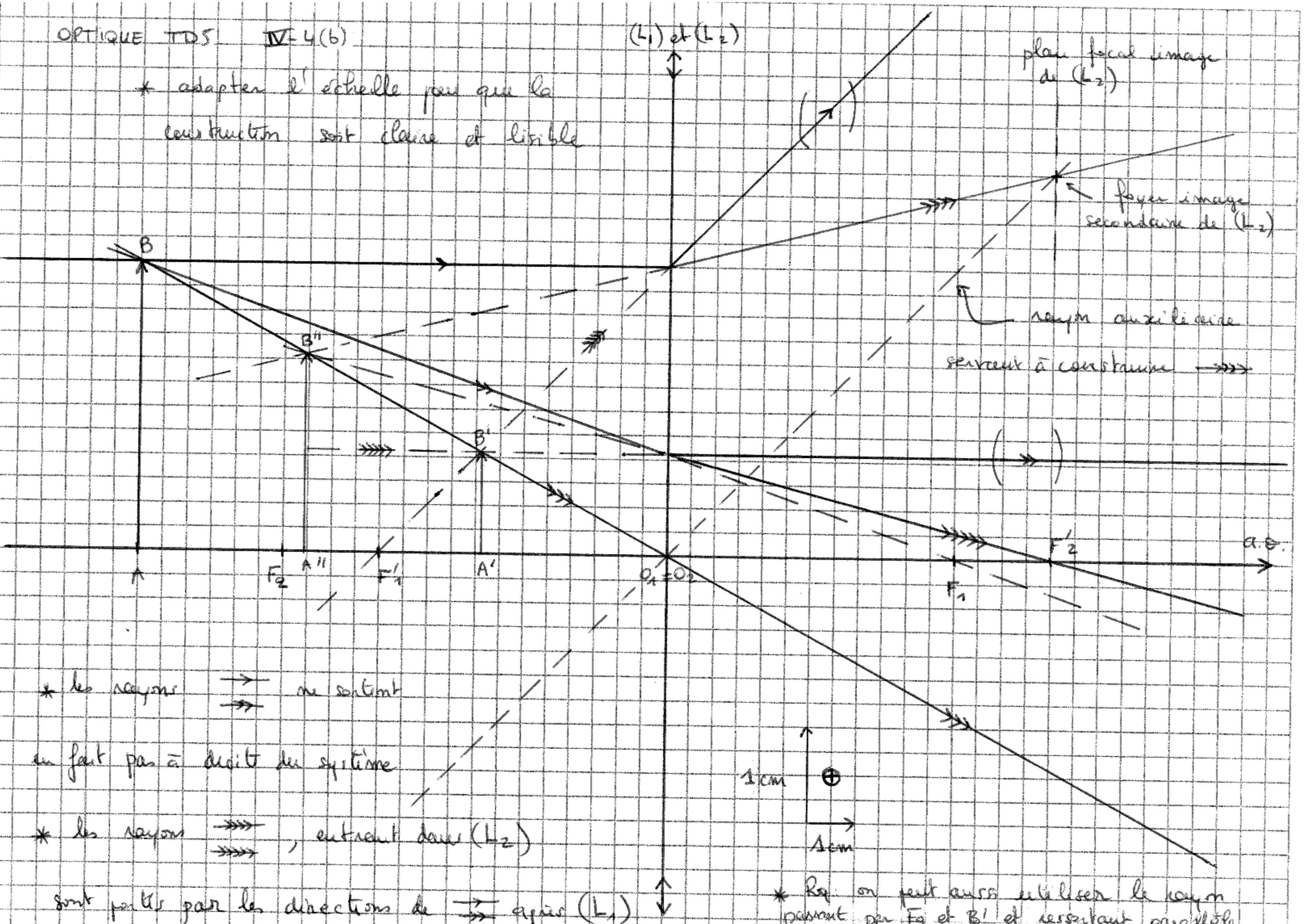
* échelle indispensable + sens positif de décompte

* orientation de l'axe optique



OPTIQUE TD5 IV-4(b)

* adapter l'échelle pour que la construction soit claire et lisible

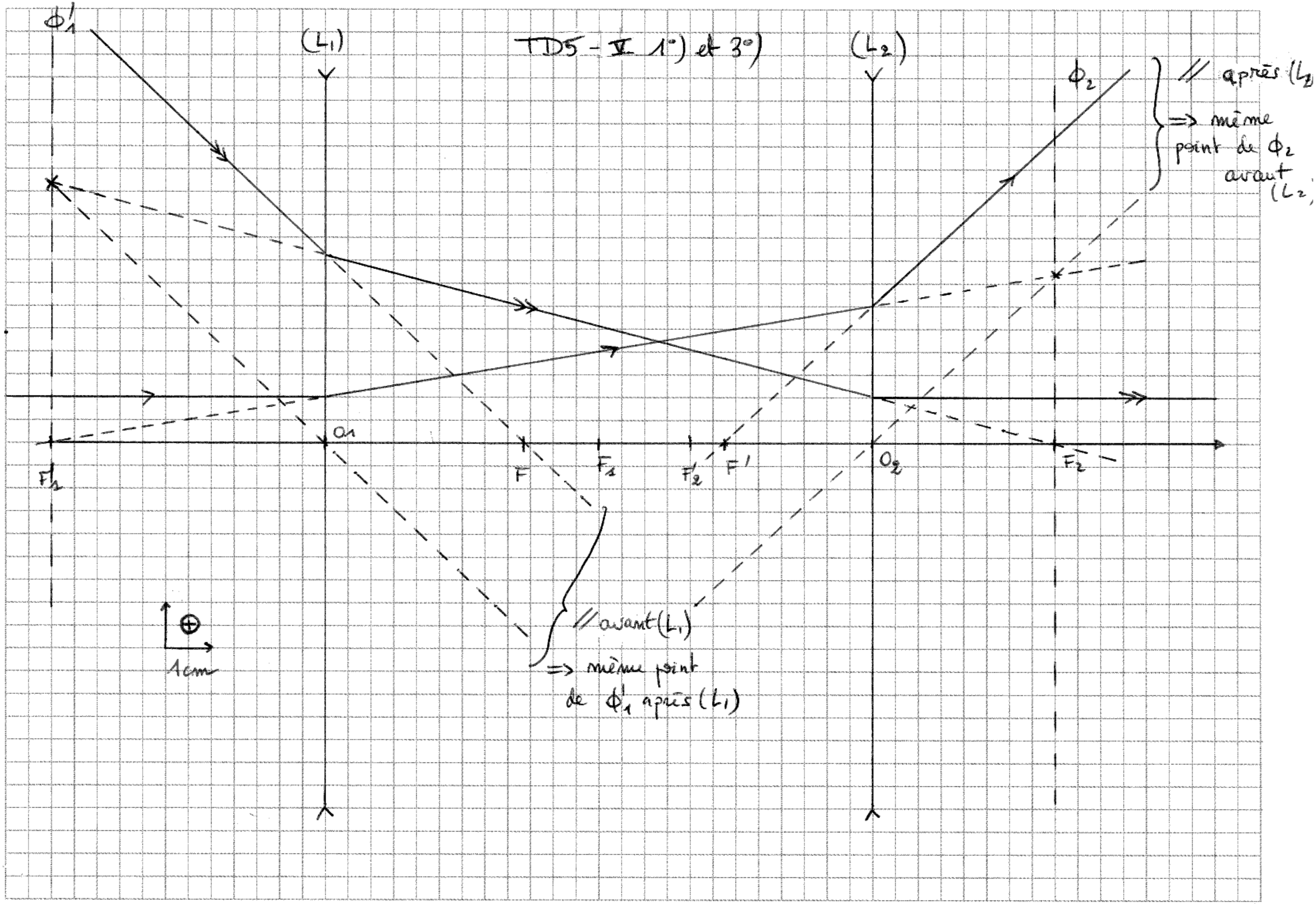


* les rayons → ⇉ ne sortent en fait pas à droite du système

* les rayons ⇛ , entrent dans (L_2) sont portés par les directions de ⇉ après (L_1)

* Rq : on peut aussi utiliser le rayon passant par F_2 et B' et ressortant parallèle à l'axe et passant par B''

TD5 - V 1°) et 3°)



Φ'_1
(L_1)
(L_2)
Φ_2
// après (L_2)
=> même point de Φ_2 avant (L_2)
F'_1
O_1
F
F_1
F'_2
F'
O_2
F_2
// avant (L_1)
=> même point de Φ'_1 après (L_1)
$\oplus$
1cm

TD5 - V 5°) a)