

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Image d'un objet par une lentille mince convergente

Objectifs

Classe

- Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement fournies pour déterminer la position et la taille de l'image d'un objet-plan réel.
- Déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente.
- Réaliser une mise au point en modifiant soit la distance focale de la lentille convergente soit la géométrie du montage optique.

1^{ère} Spé

Durée

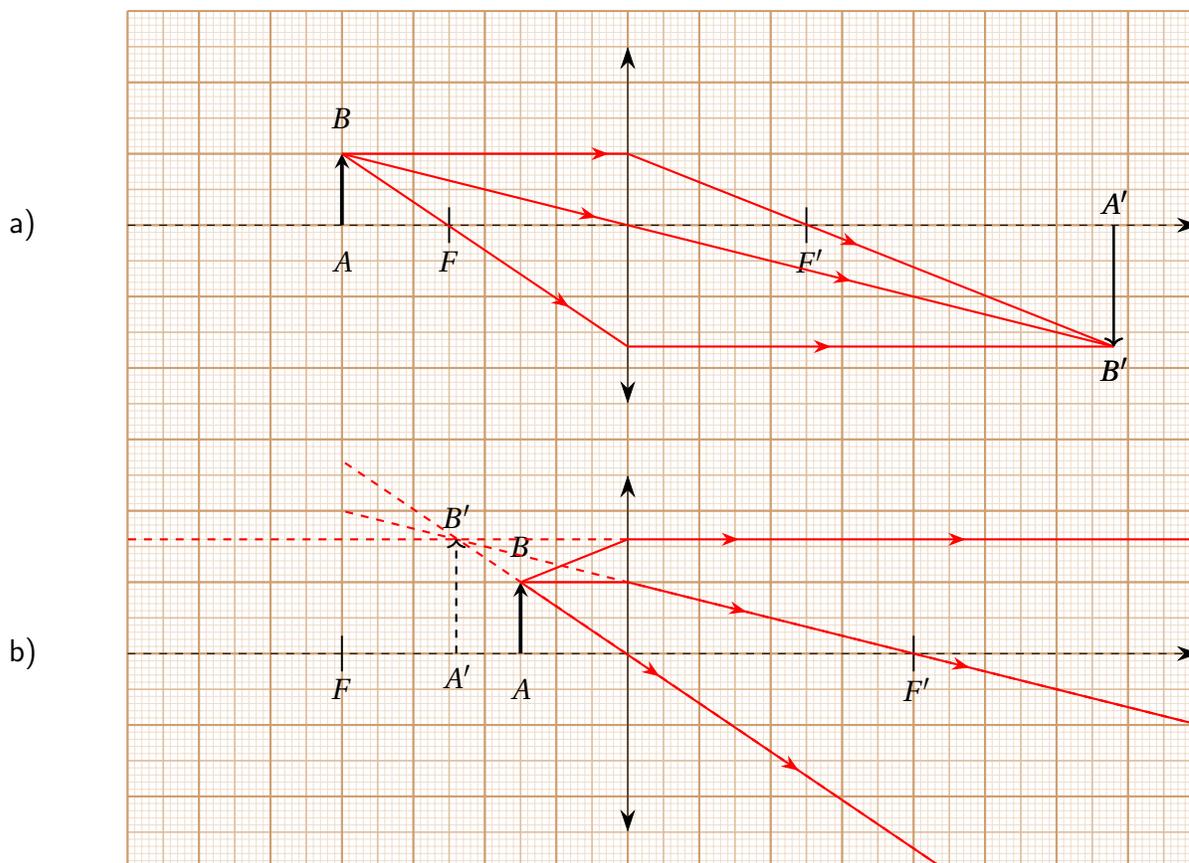
2 h

1 Images réelles et virtuelles

Document 1: Images réelles et virtuelles

- Une image fournie par un dispositif optique est réelle quand on peut la projeter sur un écran car tous les rayons lumineux convergent sur l'image.
- Une image virtuelle ne peut pas être projetée, il faut regarder à travers le dispositif pour l'observer (cas de la loupe par exemple).

1. Tracer l'image de l'objet AB dans les deux cas a et b suivant:



2 Création d'images réelles et virtuelles

2.1 Déroutement pour chacun des cas

Construction:

1. \triangle L'échelle sera la suivante: 0,5 cm sur le graphique représente 1 cm dans la réalité **horizontalement**. Verticalement 1 cm sur le graphique représente 1 cm dans la réalité.
2. Placer les points F' et F sur l'axe optique, à partir des données;
3. Placer les points A et B à partir des valeurs données et de manière à ce que l'objet AB soit perpendiculaire à l'axe optique;
4. Tracer les 3 rayons particuliers;
5. Faire apparaître le point B' à l'intersection des 3 rayons tracés, et le point A' sur l'axe de manière à ce que $A'B'$ soit perpendiculaire à l'axe optique;
6. Mesurer les différentes longueurs de manière à compléter le tableau;
7. Indiquer si l'image est droite ou renversée par rapport à l'objet (sens);
8. Indiquer si l'image est plus grande ou plus petite que l'objet (taille);
9. Indiquer si l'image est réelle ou virtuelle (nature).

Expérience:

1. Matériel mis à disposition:
 - Banc optique gradué en millimètre (mm);
 - Source de lumière et son alimentation (générateur réglé sur 12 V);
 - Un objet (lettre F), une lentille convergente de vergence indiquée en dioptrie, un écran;
2. À partir de la valeur de la vergence C de la lentille mise à disposition, déterminer la valeur de sa distance focale f' par le calcul, donner un résultat en mètre puis en millimètre.
3. Déplacer la lentille de manière à ce que la position de l'objet corresponde au cas traité;
4. Déplacer l'écran de manière à pouvoir observer une image nette. La position de l'écran obtenue correspondant au point A' , noter la valeur OA' obtenue.
5. Les observations faites sont-elles cohérentes par rapport aux valeurs théoriques (obtenues par construction géométrique) ? Détailler.

Remarque: Attention, l'objet AB utilisé est la lettre F, ne pas le confondre avec le point F (foyer objet).

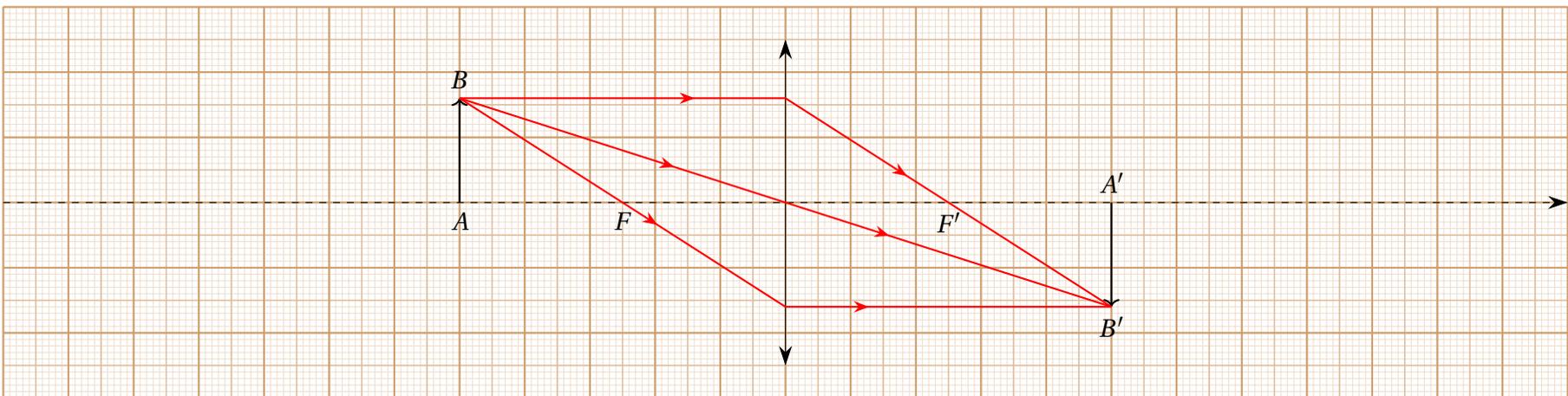
2. Noter la valeur de la vergence C donnée en dioptrie et déterminer la distance focale f' . On rappelle que $C = \frac{1}{f'}$.

Solution: On note $C = 20$ dioptries donc comme $C = \frac{1}{f'}$ alors $f' = \frac{1}{C} = \frac{1}{20\text{m}^{-1}} = 0,050\text{m} = 5,0\text{cm}$

3. Déroulement des cas:

(a) **Cas où $OA = 2f'$**

Construction:

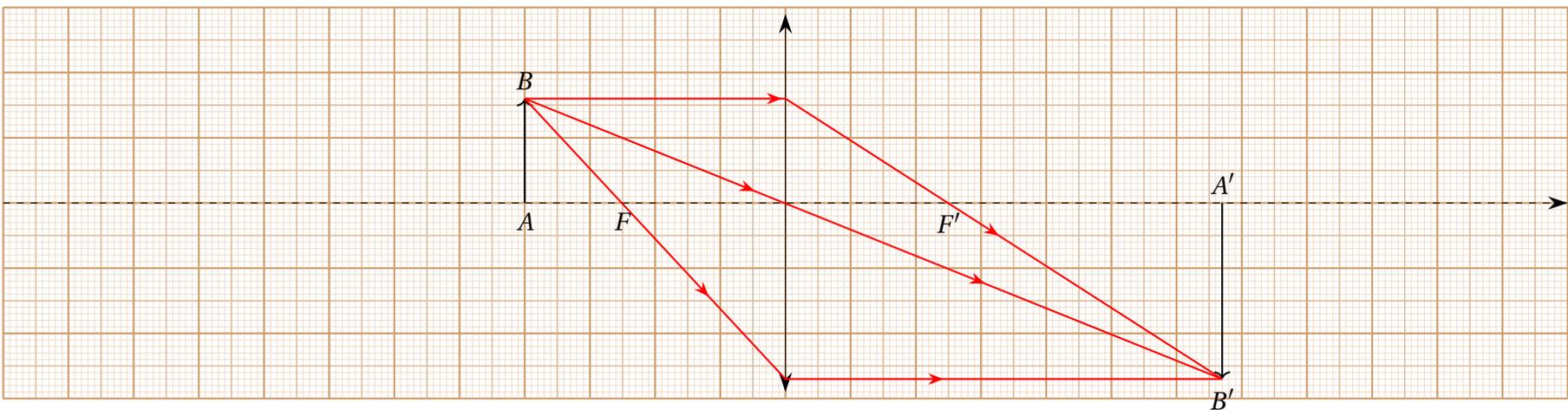


Expérience:

$f' = \overline{OF'} = 5,0 \text{ cm}$	$\overline{OF} = -5,0 \text{ cm}$	Image		
$\overline{OA} = -10 \text{ cm}$	$\overline{OA'} = 10 \text{ cm}$	Sens: renversée	Taille: La même	Nature: réelle
$\overline{AB} = 1,6 \text{ cm}$	$\overline{A'B'} = -1,6 \text{ cm}$			

(b) **Cas où $2f' > OA > f'$**

Construction:

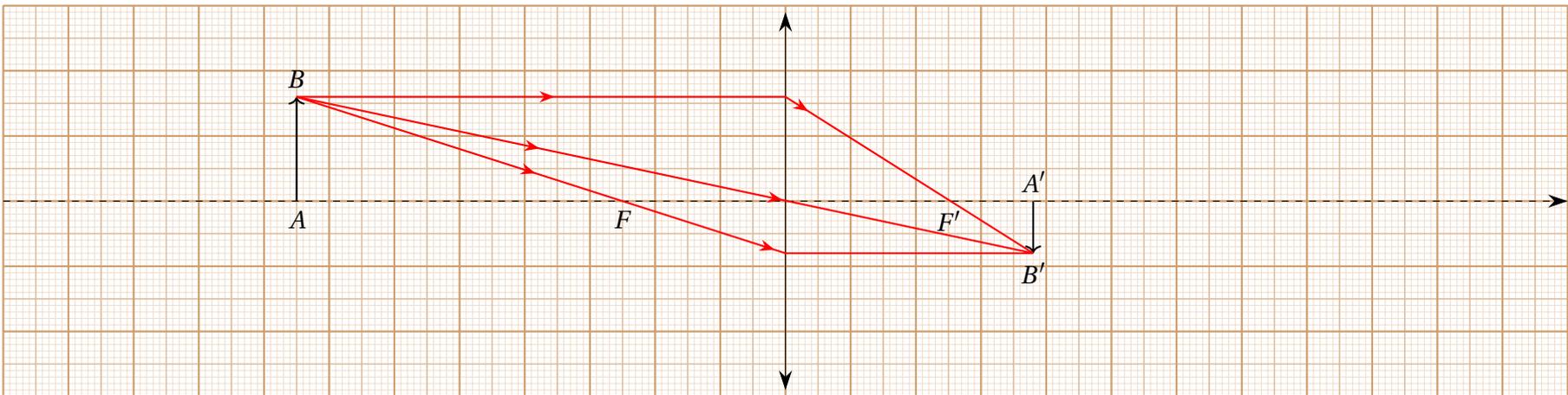


Expérience:

$f' = \overline{OF'} = 5,0 \text{ cm}$	$\overline{OF} = -5,0 \text{ cm}$	Image		
$\overline{OA} = -8,0 \text{ cm}$	$\overline{OA'} = 13,4 \text{ cm}$	Sens: renversée	Taille: plus grande	Nature: réelle
$\overline{AB} = 1,6 \text{ cm}$	$\overline{A'B'} = -2,7 \text{ cm}$			

(c) **Cas où $OA > 2f'$**

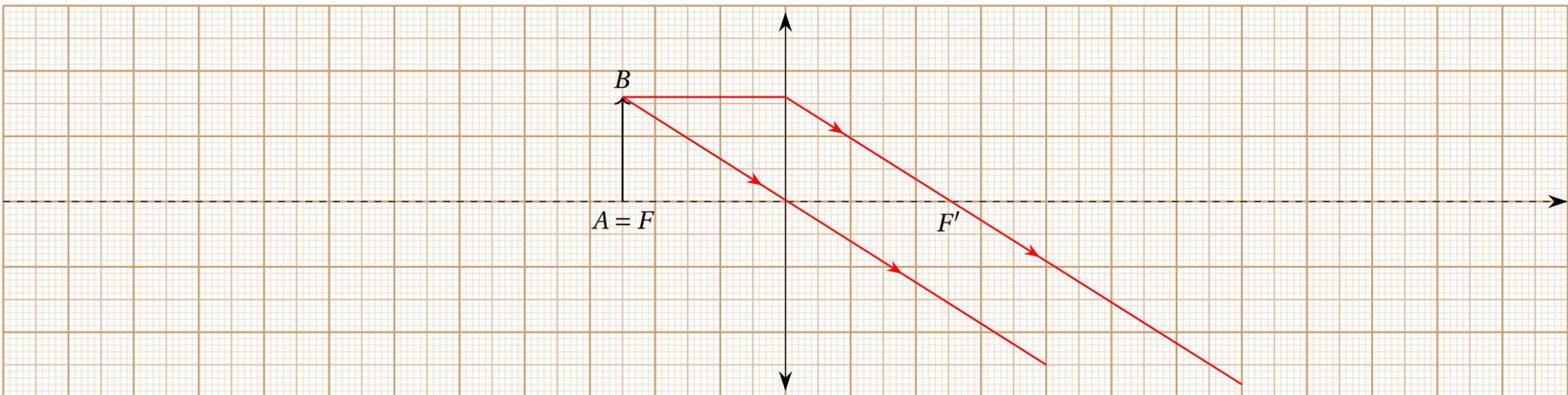
Construction:



Expérience:

$f' = \overline{OF'} = 5,0 \text{ cm}$	$\overline{OF} = -5,0 \text{ cm}$	Image		
$\overline{OA} = -15,0 \text{ cm}$	$\overline{OA'} = 7,6 \text{ cm}$	Sens: renversée	Taille: plus petite	Nature: réelle
$\overline{AB} = 1,6 \text{ cm}$	$\overline{A'B'} = -0,8 \text{ cm}$			

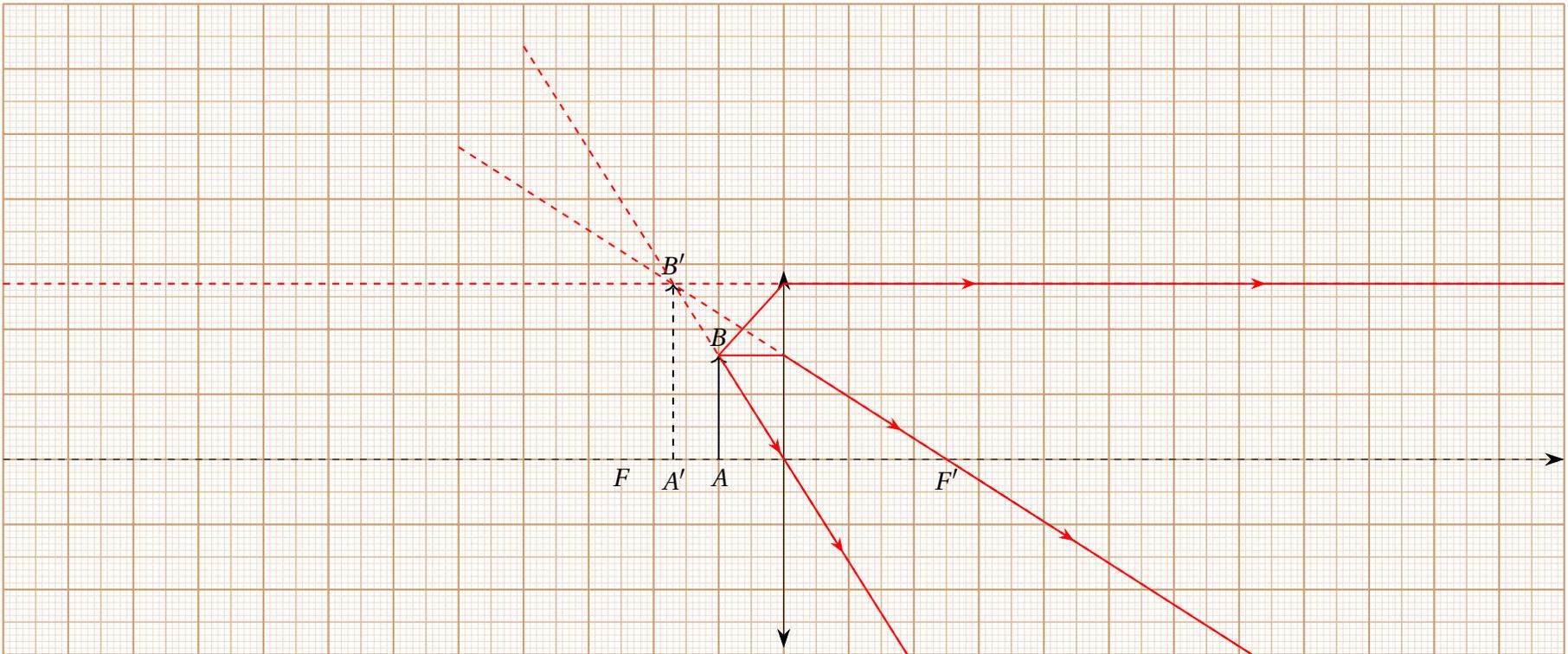
(d) **Cas où $OA = f'$**
Construction:



Expérience:

$f' = \overline{OF'} = 5,0 \text{ cm}$	$\overline{OF} = -5,0 \text{ cm}$	Image		
$\overline{OA} = -5,0 \text{ cm}$	$\overline{OA'} = \text{non défini}$	Sens: renversée	Taille: indéfinie	Nature: réelle
$\overline{AB} = 1,6 \text{ cm}$	$\overline{A'B'} = \text{non défini}$			

(e) **Cas où $OA < f'$**
Construction:



Expérience:

$f' = \overline{OF'} = 5,0 \text{ cm}$	$\overline{OF} = -5,0 \text{ cm}$	Image		
$\overline{OA} = -2,0 \text{ cm}$	$\overline{OA'} = -3,4 \text{ cm}$	Sens: droite	Taille: plus grande	Nature: virtuelle
$\overline{AB} = 1,6 \text{ cm}$	$\overline{A'B'} = 2,7 \text{ cm}$			

3 Pour aller plus loin

Relation de conjugaison

La formule de conjugaison donne une relation entre la distance lentille objet OA , la position lentille image OA' et la focale f' de cette lentille:

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad (1)$$

Les trois longueurs doivent être exprimées dans la même unité.

Grandissement

Le grandissement γ se calcule à partir des coordonnées des points objets et images par la formule :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad (2)$$

4. Pour chacun des cas vus précédemment, on réalisera les calculs à partir des relations précédentes:

- Rappeler les valeurs de OF' , OA et AB ;
- À partir des valeurs de OA et f' données, utiliser la relation de conjugaison et calculer OA' . Vérifier la cohérence du résultat obtenu par rapport à ceux obtenus par construction;
- À partir de la relation du grandissement, calculer la valeur de γ , ainsi que la taille de l'image $\overline{A'B'}$. Vérifier la cohérence des résultats obtenus par rapport au sens et à la nature de l'image obtenue par construction.

Solution: Vérification de OA' :

On isole OA' dans la formule de conjugaison:

$$\begin{aligned}\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} &= \frac{1}{f'} \\ \frac{1}{\overline{OA'}} &= \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} \\ \frac{1}{\overline{OA'}} &= \frac{\overline{OA} + f'}{f' \times \overline{OA}} \\ \overline{OA'} &= \frac{f' \times \overline{OA}}{\overline{OA} + f'}\end{aligned}$$

- **Cas où $OA = 2f'$:** $\overline{OA'} = \frac{f' \times \overline{OA}}{\overline{OA} + f'} = \frac{5,0\text{cm} \times (-10\text{cm})}{-10\text{cm} + 5,0\text{cm}} = 10\text{cm} = \overline{OA'}_{exp} = 10\text{cm}$ (résultat expérimental). Le résultat expérimental est cohérent avec la théorie.
- **Cas où $2f' > OA > f'$:** $\overline{OA'} = \frac{f' \times \overline{OA}}{\overline{OA} + f'} = \frac{5,0\text{cm} \times (-8,0\text{cm})}{-8,0\text{cm} + 5,0\text{cm}} = 13,3\text{cm} \approx \overline{OA'}_{exp} = 13,4\text{cm}$ (résultat expérimental). Le résultat expérimental est cohérent avec la théorie.
- **Cas où $OA > 2f'$:** $\overline{OA'} = \frac{f' \times \overline{OA}}{\overline{OA} + f'} = \frac{5,0\text{cm} \times (-15,0\text{cm})}{-15,0\text{cm} + 5,0\text{cm}} = 7,5\text{cm} \approx \overline{OA'}_{exp} = 7,6\text{cm}$ (résultat expérimental). Le résultat expérimental est cohérent avec la théorie.
- **Cas où $OA = f'$:** $\overline{OA'} = \frac{f' \times \overline{OA}}{\overline{OA} + f'} = \frac{5,0\text{cm} \times (-10\text{cm})}{-10\text{cm} + 5,0\text{cm}} = \frac{5,0\text{cm} \times (-10\text{cm})}{0} = \infty$. Le résultat expérimental est cohérent avec la théorie puisque OA est infini.
- **Cas où $OA < f'$:** $\overline{OA'} = \frac{f' \times \overline{OA}}{\overline{OA} + f'} = \frac{5,0\text{cm} \times (-2\text{cm})}{-2\text{cm} + 5,0\text{cm}} = -3,3\text{cm} \approx \overline{OA'}_{exp} = -3,4\text{cm}$ (résultat expérimental). Le résultat expérimental est cohérent avec la théorie.

Vérification de $A'B'$:

On isole $A'B'$ dans la formule du grandissement:

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \iff \overline{A'B'} = \overline{AB} \times \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

- **Cas où $OA = 2f'$:** $\overline{A'B'} = \overline{AB} \times \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 1,6\text{cm} \times \frac{10\text{cm}}{-10\text{cm}} = -1,6\text{cm} \approx \overline{A'B'}_{exp} = -1,6\text{cm}$ (résultat expérimental). Le résultat expérimental est cohérent avec la théorie.
- **Cas où $2f' > OA > f'$:** $\overline{A'B'} = \overline{AB} \times \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 1,6\text{cm} \times \frac{13,4\text{cm}}{-8,0\text{cm}} = -2,68\text{cm} \approx \overline{A'B'}_{exp} = -2,7\text{cm}$ (résultat expérimental). Le résultat expérimental est cohérent avec la théorie.
- **Cas où $OA > 2f'$:** $\overline{A'B'} = \overline{AB} \times \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 1,6\text{cm} \times \frac{7,6\text{cm}}{-15\text{cm}} = -0,81\text{cm} \approx \overline{A'B'}_{exp} = -1,6\text{cm}$ (résultat expérimental). Le résultat expérimental est cohérent avec la théorie.

- **Cas où** $OA = f'$: $\overline{A'B'} = \overline{AB} \times \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 1,6 \text{ cm} \times \frac{\infty}{-5,0 \text{ cm}} = \infty$. Le résultat expérimental est cohérent avec la théorie.
- **Cas où** $OA < f'$: $\overline{A'B'} = \overline{AB} \times \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 1,6 \text{ cm} \times \frac{-3,4 \text{ cm}}{-2,0 \text{ cm}} = -2,72 \text{ cm} \approx \overline{A'B'}_{exp} = -2,7 \text{ cm}$ (résultat expérimental). Le résultat expérimental est cohérent avec la théorie.