# Préparation devoir surveillé n°3 sciences physiques

**Les exercices 1, 2 mobilisent des compétences fondamentales du cours.**

**Les problème 1 et 2** *(sujet de concours)* **mobilisent, en plus des compétences fondamentales du cours, des compétences d'analyse et d'appropriation de l'énoncé.**

*L'annexe est à rendre avec la copie.*

***Formules de conjugaison de Descartes***

Soit un objet $AB$ orthogonal à l'axe optique et tel que $A$ est un point de l'axe optique . Si $A'B'$ est son image par la lentille supposée mince de centre O et de distance focale image $f'$:

- Les distances **algébriques** $\overline{OA}$ et $\overline{OA'}$ sont données par la relation : $\dfrac{1}{\overline{OA'}}-\dfrac{1}{\overline{OA}}=\dfrac{1}{f'}$

- Les dimensions **algébriques** $\overline{AB}$ et $\overline{A'B'}$ sont données par la relation : $\dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}=\dfrac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

## Exercice 1 : Constructions géométriques

*(barème sur 15 points)*

**voir annexe**

## Exercice 2 : Application directe des formules de conjugaison

*(barème sur 20 points)*

### 1. Utilisation d'une lentille divergente

Une lentille mince divergente a une distance focale image $f'$ = -30 cm.

1) Déterminer la position et la nature de l'image d'un point A situé 30 cm devant la lentille.

2) Si un objet AB dans le plan de front passant par A mesure 1mm, quelle est la taille de son image ? Est-elle droite ou renversée ?

### 2. Caractéristiques d'une lentille

Une lentille mince donne d'un objet réel situé à 15 cm avant son centre une image droite 4 fois plus grande.

1) Déterminer par le calcul la position et la nature de l'image ainsi que les caractéristiques de la lentille.

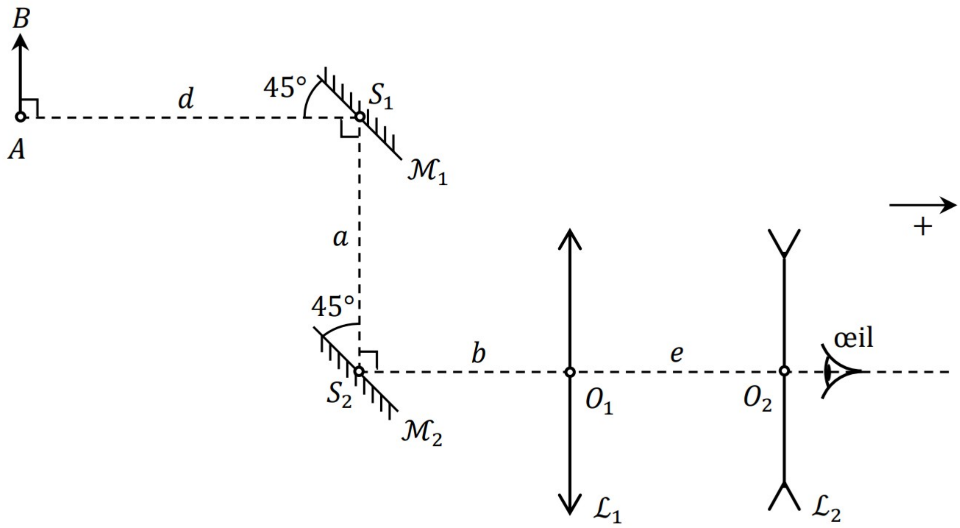
2) Retrouver les résultats précédents par une construction géométrique à l'échelle en expliquant votre tracé.

## **Problème 1 :** Optique d'un périscope *(Barème sur 40 points)*

L'entrée d'un périscope est constituée de deux miroirs plans $M_1$ et $M_2$, circulaires et de centres respectifs $S_1$ et $S_2$ (Fig. ci-après). Après réflexions sur $M_1$ et $M_2$, la lumière entre dans un système de deux lentilles $L_1$ et $L_2$, assimilées à des lentilles minces de centres respectifs $O_1$ et $O_2$. Les miroirs sont inclinés d'un angle de $45°$ par rapport à l'axe optique du système représenté en pointillés. L'orientation algébrique de l'axe optique ainsi que celle de l'axe transversal sont indiquées sur la figure (signes +). Les distances focales images algébrisées de $L_1$ et $L_2$ sont respectivement $f'_1=1\,m$ et $f'_2=-0{,}125\,m$. Un œil emmétrope (c'est-à-dire sans défaut) est placé juste derrière $L_2$. Le périscope $S_p$ est donc l'ensemble catadioptrique $\{M_1, M_2, L_1, L_2\}$. On observe un objet placé dans un plan transversal, en avant de $S_p$.

On introduit les distances $a=S_2S_1>0$, $b=S_2O_1>0$, $e=O_1O_2>0$ et $d=AS_1>0$.

Dans tout l'exercice, on admet que les lentilles fonctionnent dans les conditions de Gauss.




***La première question est indépendante des autres.***

1. On s'intéresse dans cette question uniquement aux rôles des miroirs plans $M_1$ et $M_2$.

On rappelle que les miroirs sont inclinés d'un angle de 45° par rapport à l'axe optique du système représenté en pointillés.

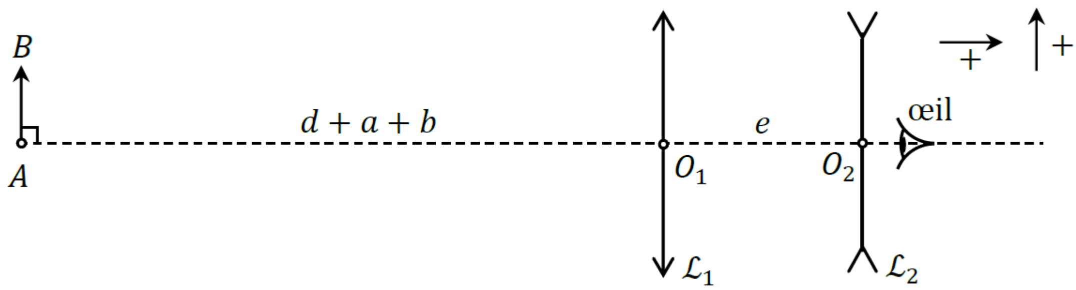
En utilisant le document réponse en annexe , construire l'image A' du point A , uniquement par le miroir $M_1$. Cette image A' est-elle réelle ou virtuelle pour $M_1$?

Ajouter la construction de l'image A'' de A' à travers $M_2$. Cette image A'' est-elle réelle ou virtuelle pour $M_2$ ?

On fera apparaître les traits de construction nécessaires et quelques explications. L'œil vous parait-il bien placé ?

***Pour les questions suivantes, indiquer la ou les bonnes réponses, en justifiant tout votre raisonnement. Une réponse juste sans justification (ou avec une justification fausse) ne rapportera aucun point.***

En réalité, les miroirs n'ont aucun rôle particulier en dehors du changement d'axe. On peut ainsi assimiler le périscope à une lunette d'observation d'axe optique $O_1O_2$, dont l'objet serait à la distance $d+a+b$ de $L_1$, comme schématisé ci-dessous.




2. Dans ce cas, on sait que :

A) $(L_2)$ est l'objectif ; B) $(L_2)$ est l'oculaire ; C) $(L_2)$ est le réticule ; D) $(L_1)$ est l'objectif.

3. L'objet $AB$ est placé à grande distance du périscope (suffisamment loin pour que $d$ puisse être considéré infini). On note $e_0$ la valeur de $e$ permettant à l'œil d'observer $AB$ à travers $S_p$ sans accommoder. Exprimer $e_0$ :

A) $e_0=f'_1-f'_2$ B) $e_0=f'_1$

C) $e_0=f'_2$ D) $e_0=f'_1+f'_2$

4. L'objet est maintenant placé à distance finie. On note $A_1B_1$ l'image de $AB$ par le système $\{M_1, M_2, L_1\}$ et $p'_1=\overline{O_1A_1}$. Exprimer $p'_1$ :

A) $p'_1=\dfrac{f'_1(a+b+d)}{a+b+d-f'_1}$ B) $p'_1=\dfrac{f'_1(a+b+d)}{a+b+d+f'_1}$ C) $p'_1=\dfrac{f'_1(a+b+e)}{a+b+d+f'_1}$ D) $p'_1=\dfrac{f'_1 d}{d-f'_1}$

5. Quelle est alors la taille (grandeur algébrique) $A_1B_1$ de cette image intermédiaire ?

A) $\overline{A_1B_1}=\dfrac{f'_1}{f'_1+a+b+d}\overline{AB}$ C) $\overline{A_1B_1}=\dfrac{f'_1}{f'_1-d}\overline{AB}$

B) $\overline{A_1B_1}=\dfrac{f'_1}{f'_1+d}\overline{AB}$ D) $\overline{A_1B_1}=\dfrac{f'_1}{f'_1-a-b-d}\overline{AB}$

6. On revient au cas où $AB$ est situé à l'infini. L'image $A_2B_2$ de $AB$ par $S_p$ se forme en avant de $L_2$, à une distance $\overline{A_2O_2}=d_m$ où $d_m=25\,cm$. On envisage que l'œil puisse désormais accommoder. En outre, $\overline{A_2B_2}=1\,mm$. On note $\alpha>0$ l'angle sous lequel l'image de $AB$ par $S_p$ est vue par l'observateur (on rappelle que l'œil est derrière et à proximité immédiate de $L_2$). Que peut-on affirmer ?

A) $\alpha\approx 10^{-3}\,rad$ C) L'image est ponctuelle pour l'œil.

B) $\alpha\approx 4\times 10^{-3}\,rad$ D) L'image est étendue pour l'œil.

7. De quelle distance $\Delta e>0$ faut-il déplacer $L_2$ depuis la position précédente pour retrouver le réglage initial $e=e_0$ pour une observation sans accommodation ?

A) $\Delta e=1\,mm$ B) $\Delta e=1{,}25\,cm$ C) $\Delta e=5\,cm$ D) $\Delta e=12{,}5\,cm$

## PROBLÈME 2 : Observation de Fort Boyard *(barème sur 40 points)*

*Situé au large de la Charente-Maritime, le Fort Boyard est édifié sous l'impulsion de Napoléon afin de protéger la rade, l'embouchure de la Charente, le port et surtout le grand arsenal de Rochefort des assauts de la marine anglaise. Construit entre 1804 et 1857, il est transformé en prison quelques années à peine après son achèvement.*

**Figure 1** - Fort Boyard

On observe le Fort depuis depuis l'Île d'Aix à l'aide de jumelles, sommairement modélisées par une paire de lunettes de Galilée. Chaque lunette comprend deux lentilles, l'une plan convexe, l'autre plan concave.

**Q1.** Rappeler les lois de Snell-Descartes relatives à la réfraction, au moyen d'un schéma faisant apparaître les grandeurs utiles.

**Q2.** La figure 2 représente des lentilles plan convexe et plan concave, taillées dans un verre d'indice optique $n>1$ et plongées dans l'air d'indice optique $n_{air}=1$.

**On considère dans cette question que les angles d'incidences sont tels que les rayons réfractés existent toujours.**

Recopier la figure 2 et tracer le suivi des deux rayons au travers du dioptre air/verre, puis du dioptre verre/air pour chacune des deux lentilles. Bien qu'aucun calcul numérique ne soit attendu, détailler la démarche adoptée.

En déduire la nature, convergente ou divergente, de chaque lentille.

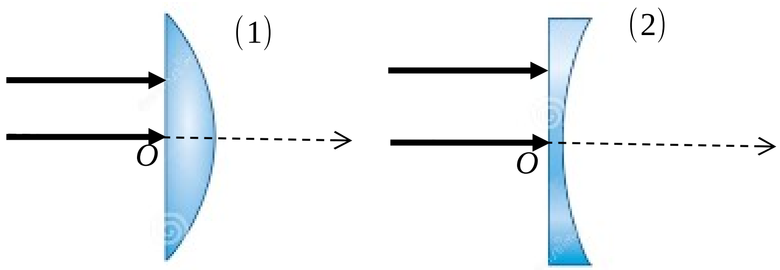



**Figure 2** – Lentilles plan convexe (1) et plan concave (2)

Dans la suite, les lentilles sont supposées minces et utilisées dans les conditions de Gauss.

Chaque lunette de Galilée est composée d'une lentille ($L_1$) de distance focale image $f'_1 > 0$, et d'une lentille ($L_2$) de distance focale image $f'_2 < 0$, telle que $|f'_2| < f'_1$ , comme schématisé figure 3 ci-dessous.

On note respectivement $O_1$, $F_1$ et $F'_1$ le centre optique, le foyer principal objet et le foyer principal image de l'objectif. De même, on note respectivement $O_2$, $F_2$ et $F'_2$ le centre optique, le foyer principal objet et le foyer principal image de l'oculaire.

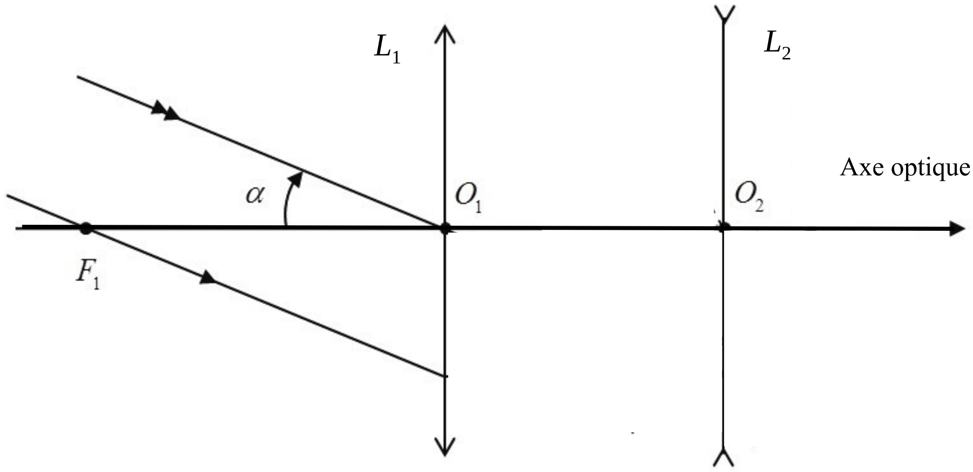



**Figure 3 :** Schéma optique de la lunette de Galilée

La lunette est réglée de façon à donner une image à l'infini d'un objet à l'infini, ce qui permet à l'observateur d'éviter toute fatigue. Dans ces conditions, la lunette est dite afocale.

**Q3.** Préciser et justifier la position relative des foyers des lentilles. En déduire l'encombrement $l = \overline{O_1O_2}$ en fonction de $f'_1$ et de $|f'_2|$.

**Q4.** On notera $A_1B_1$ l'image intermédiaire à travers $(L_1)$ et $A'B'$ l'image définitive.

Le schéma de la figure 3 a été reproduit en annexe . Poursuivre le tracé des deux rayons incidents (faisant un angle $\alpha$ avec l'axe optique) de façon à faire apparaitre l'image intermédiaire, l'image définitive et l'angle $\alpha'$ : Angle entre les rayons émergents et l'axe optique.

Expliquer votre construction.

**Q5.** L'image du Fort à travers les jumelles apparaît-elle droite ou renversée par rapport au Fort observé à l'œil nu ? Justifier.

**Q6.** En se plaçant dans les conditions de Gauss, les angles $\alpha$ et $\alpha'$ sont petits ;

Déterminer l'expression du grossissement angulaire de la lunette $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$ en fonction de $f'_1$ et de $|f'_2|$ .

**Q7.** Les données étant le grossissement angulaire et de l'encombrement, exprimer les distances focales images $f'_1$ et $|f'_2|$ en fonction des données, puis calculer $f'_1$ et $f'_2$.

On observe le Fort, de hauteur $h$, depuis l'Île d'Aix située à une distance $d$.

**Q8.** Sous quel angle le Fort est-il observé à l'œil nu ? Sous quel angle est-il observé à travers les jumelles ? Vérifier la validité des conditions de Gauss.

**Données :**

Hauteur du fort : $h$ = 20 m

Distance Île d'Aix-Fort Boyard : $d$ = 3,0 km

Caractéristiques de la lunette de Galilée : grossissement angulaire : G = 20 ; encombrement : $l$ = 25 cm.

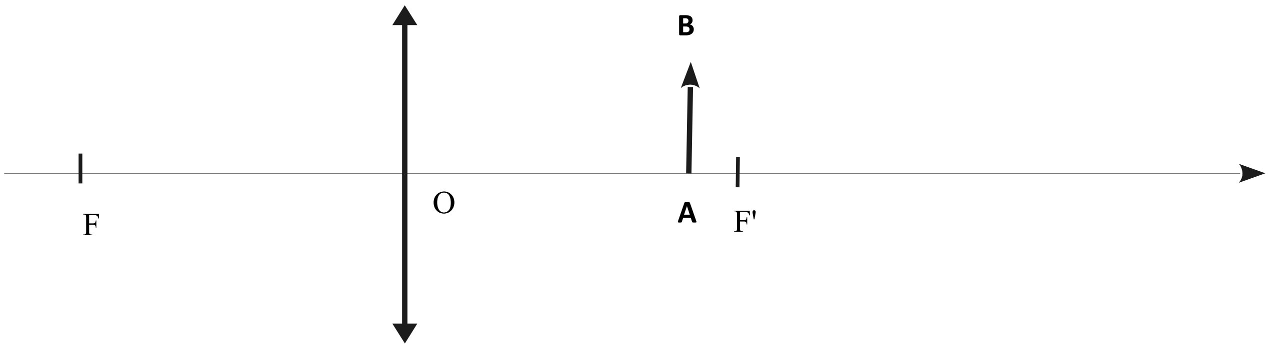
# Annexe

## Nom prénom :

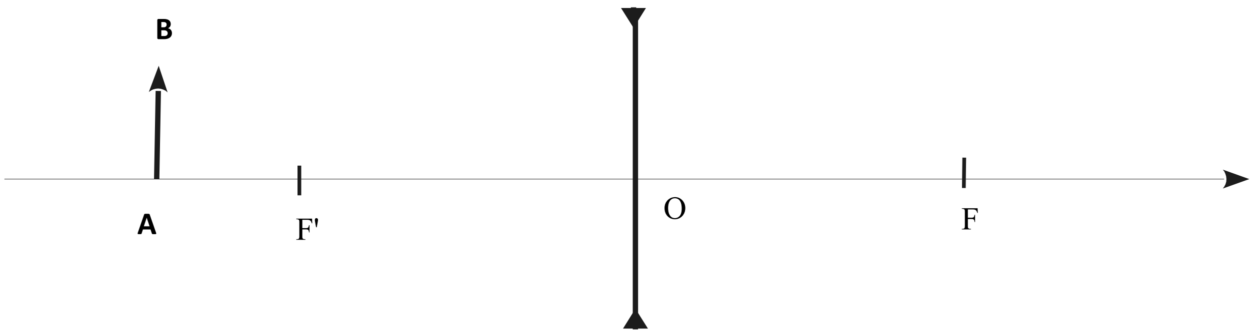
## Exercice 1

*Compléter avec soin les figures suivantes sans oublier de faire apparaître les rayons de construction.*

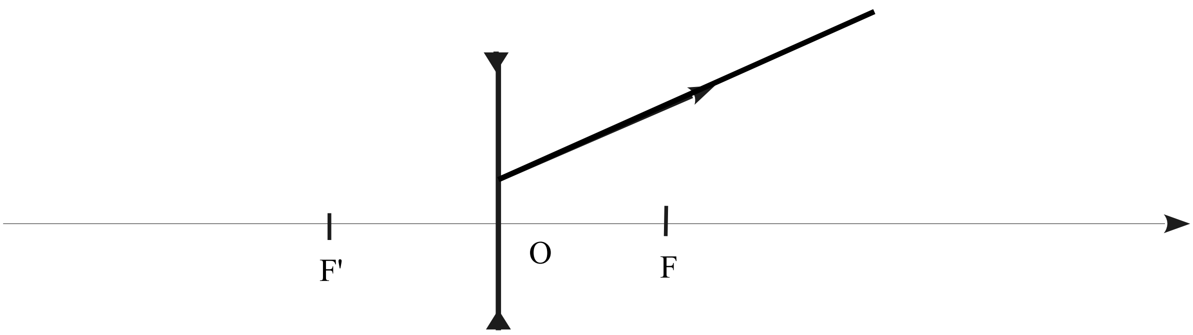
**1)** Construire et indiquer la nature de l' image A'B' de AB .



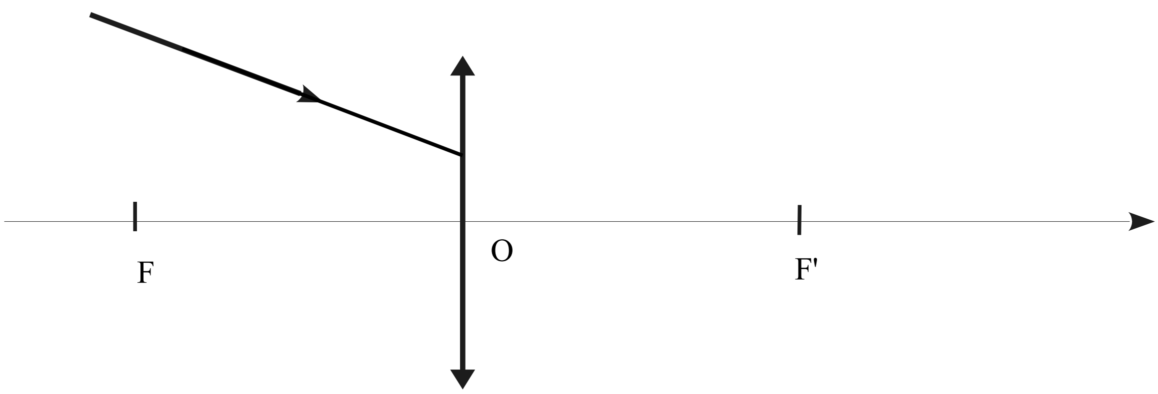

**2)** Construire et indiquer la nature de l' image A'B' de AB .




**3)** Construire le rayon incident

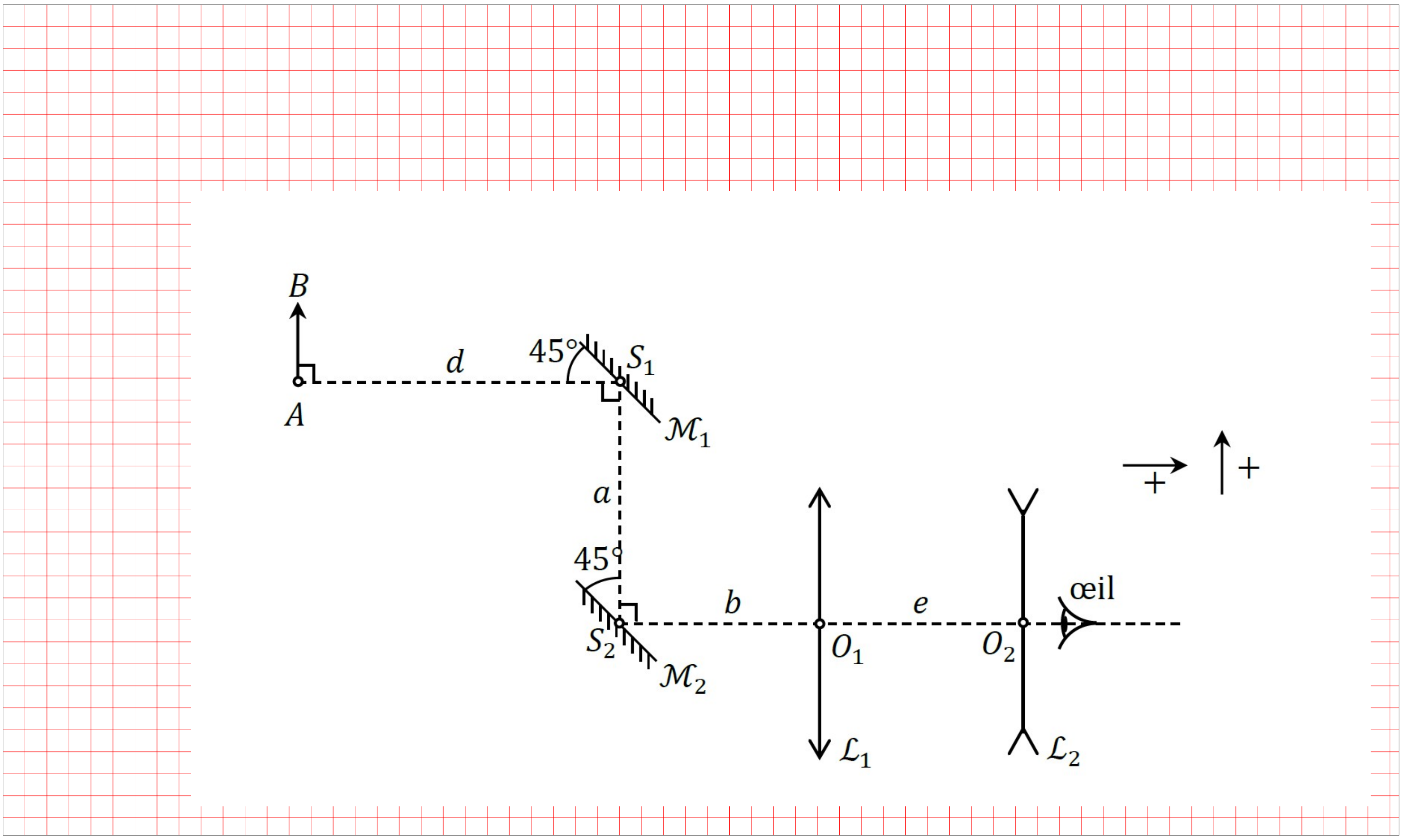



**2)**
Construire le rayon émergent




**Annexe**

## Problème 1 – Question 1




## Problème 2 – Question 4

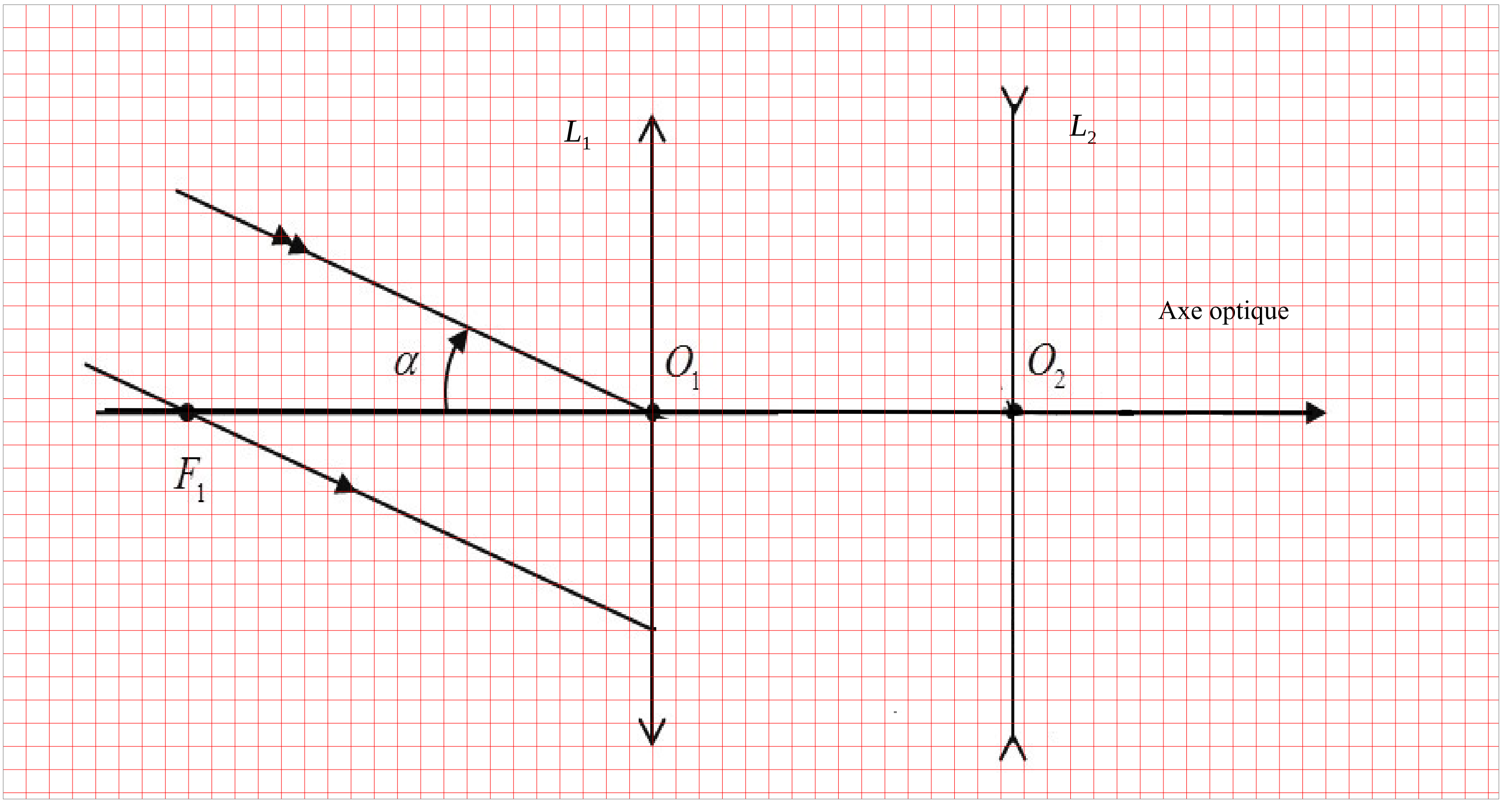



**Figure 3 :** Schéma optique de la lunette de Galilée

# Correction préparation devoir surveillé n°3

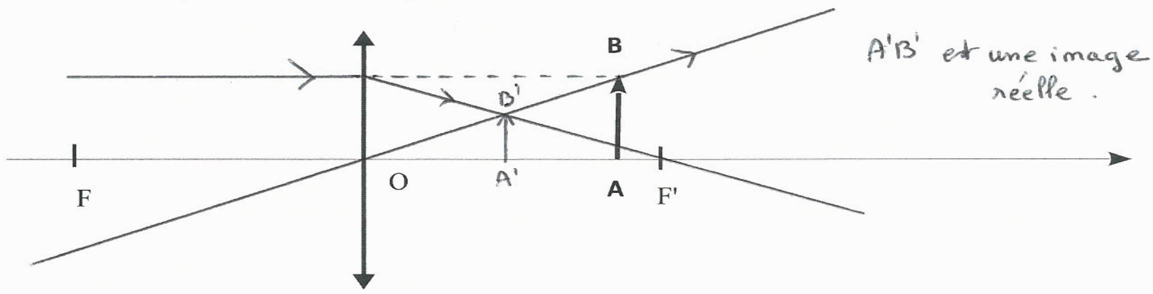
**Exercice 1 :** Constructions

## Annexes

**Nom prénom :**

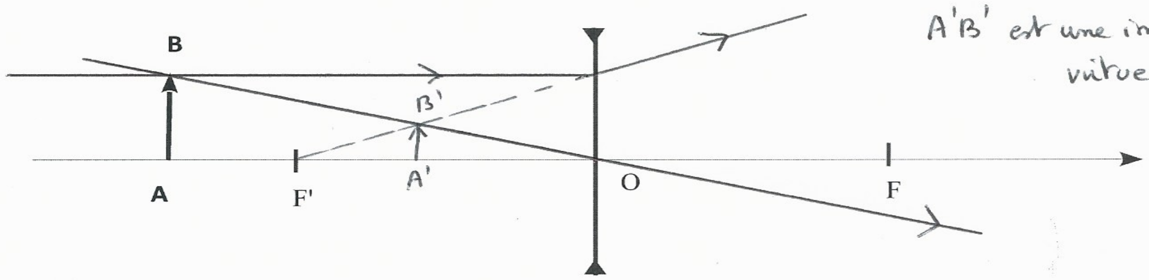
*Compléter avec soin les figures suivantes sans oublier de faire apparaître les rayons de construction.*

**1)** Construire et indiquer la nature de l' image A'B' de AB .



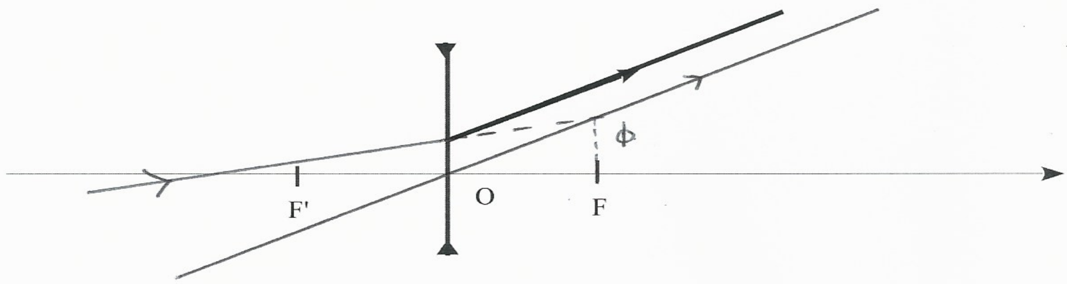

A'B' est une image réelle.

**2)** Construire et indiquer la nature de l' image A'B' de AB .

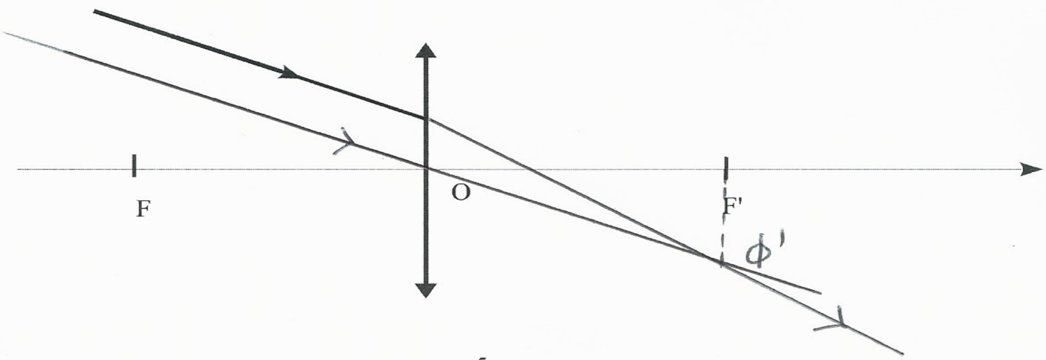



A'B' est une image virtuelle

**3)** Construire le rayon incident




**2)** Construire le rayon émergent




5

## Exercice 2 :

### 1. Utilisation d'une lentille divergente

1) Position de l'objet : $\overline{OA}=-30\,cm$ d'après la formule de Descartes : $\frac{1}{\overline{OA'}}-\frac{1}{\overline{OA}}=\frac{1}{f'}$ donc $\frac{1}{\overline{OA'}}=\frac{1}{\overline{OA}}+\frac{1}{f'}=\frac{f'+\overline{OA}}{f'\times\overline{OA}}$ donc $\overline{OA'}=\frac{f'\times\overline{OA}}{f'+\overline{OA}}=\frac{-30\times-30}{-30-30}=\frac{900}{-60}=-15\,cm<0$

**L'image est 15 cm devant la lentille. C'est une image virtuelle.**

2) Dimension de l'image: $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}=\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}=\frac{-15}{-30}=0{,}5>0$

**l' image est droite, sa taille est de moitié par rapport à l'objet.** AN: $\boxed{A'B'=0{,}5\,mm}$

### 2. Caractéristiques d'une lentille

1. $\overline{OA}=-15\,cm$ et $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}=\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}=4$ d'où $\overline{OA'}=4\overline{OA}=-60\,cm$ .

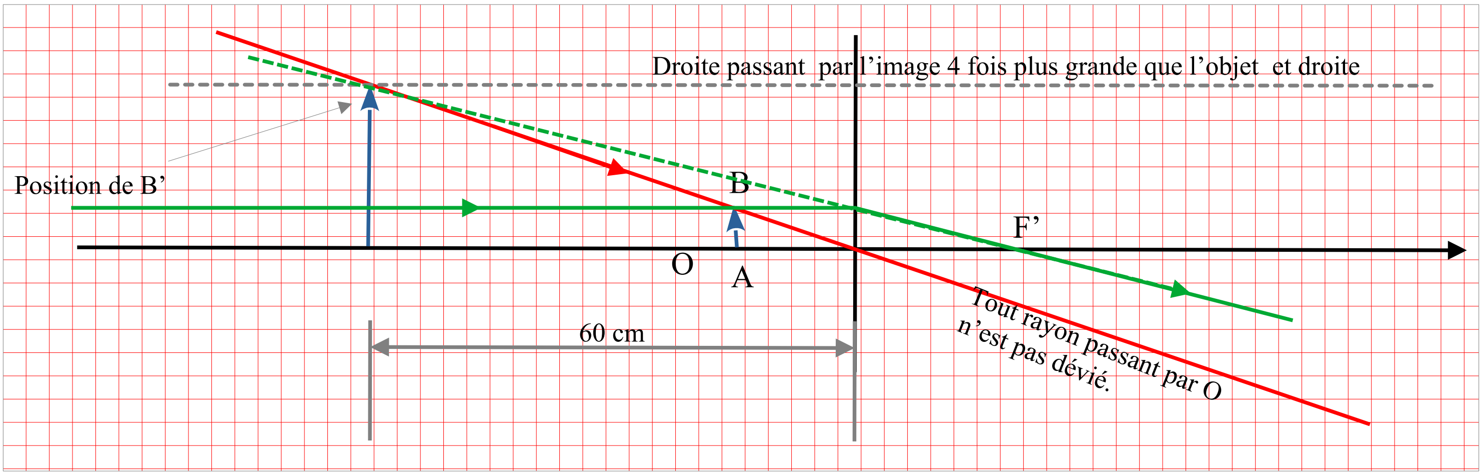
**L'image est virtuelle située 60 cm devant la lentille.**

D'après la formule de Descartes : $\frac{1}{\overline{OA'}}-\frac{1}{\overline{OA}}=\frac{1}{f'}$ donc $\frac{\overline{OA}-\overline{OA'}}{\overline{OA}\times\overline{OA'}}=\frac{1}{f'}$ donc $f'=\frac{\overline{OA}\times\overline{OA'}}{\overline{OA}-\overline{OA'}}$ .

AN : $f'=\frac{-15\times(-60)}{-15+60}=20\,cm>0$ .

**La lentille est convergente avec une distance focale image de 20 cm.**

2. Construction :




On trace dans un premier temps le rayon passant par O et B qui n'est pas dévié puis la droite en pointillés à une hauteur 4 fois plus grande que l'objet. On en déduit la position de l'image droite . Grâce à l'échelle, on en déduit qu'elle est 60 cm devant la lentille.

Pour déterminer la distance focale, on cherche la position du foyer image F' : on trace le rayon incident // à l'axe passant par B , après traversée de la lentille, il passe par B' et son point d'intersection avec l'axe optique est F' . On en déduit grâce à l'échelle que la distance focale de la lentille est 20 cm.

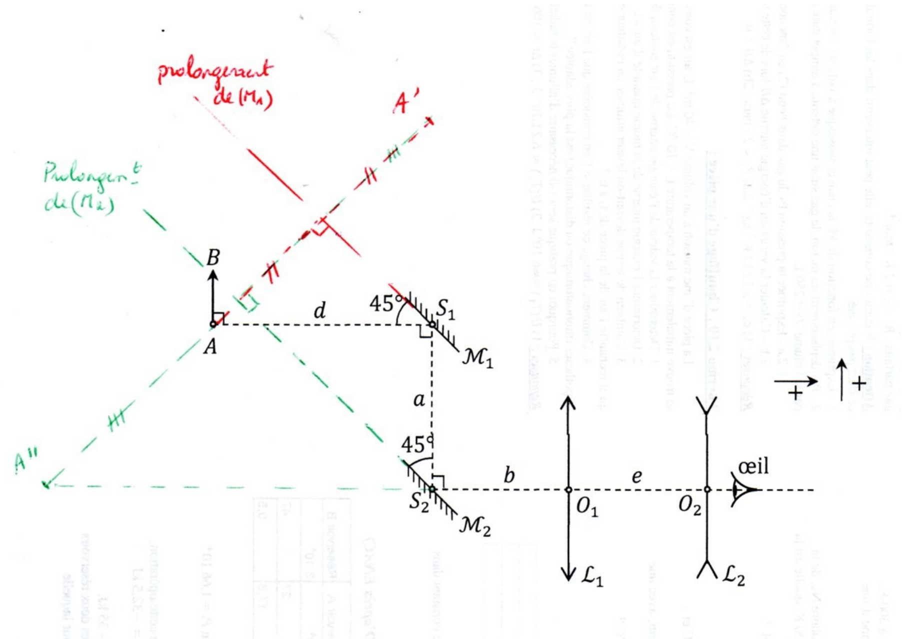
## <u>PROBLÈME 1 :</u> Étude d'un périscope : *(d'après ENAC 2024)*

**1.** Construction ci-dessous : On utilise les prolongements des miroirs.

A' est le symétrique orthogonal de A par rapport à $M_1$. A'est une **<u>image virtuelle pour</u>** $M_1$.

A'' est le symétrique orthogonal de A' par rapport à $M_2$ .A'' est aussi **<u>une image virtuelle pour</u>** $M_2$.

A''est dans le **<u>prolongement de la direction de l'œil qui semble bien placé</u>**

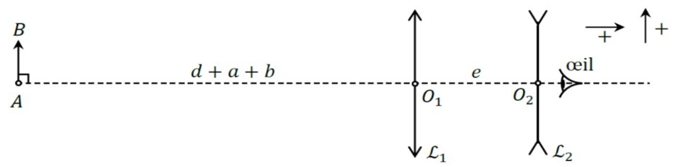



**2.** D'après le cours, on sait que :

**<u>($L_1$ est l'objectif et ($L_2$ est l'oculaire.</u>** **<u>Réponses B et D.</u>**

**3.** On étudie maintenant le système suivant :

$\xrightarrow{\text{Obj}} \quad \xrightarrow{\text{Ocu}} A'_\infty B'$




Par hypothèse, l'objet étant à l'infini, **<u>l'image intermédiaire se trouve dans le plan focal image de la lentille</u>** $L_1$.

Pour que l'œil emmétrope puisse observer sans accommoder il faut que **<u>l'image finale</u>** $A'B'$ **<u>soit à l'infini.</u>**

Par construction, pour que l'image finale soit à l'infini, il faut que **<u>l'image intermédiaire soit dans le plan focal objet de la lentille</u>** $L_2$. Ainsi : $F'_1 = F_2$ .

Alors $e_0 = O_1O_2$ ; Ainsi : $\boxed{e_0 = O_1O_2 = \overline{O_1O_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F_2O_2} = f'_1 + f'_2}$ : **<u>Réponse D</u>**.

**4.** On s'intéresse à l'influence de $L_1$ :

La relation de conjugaison de Descartes pour $L_1$ donne, avec le schéma équivalent proposé en début de corrigé : $\dfrac{1}{\overline{O_1A_1}} - \dfrac{1}{\overline{O_1A}} = \dfrac{1}{f'_1}$ avec $\overline{O_1A_1} = p'_1$ et $\overline{O_1A} = -(a+b+d)$

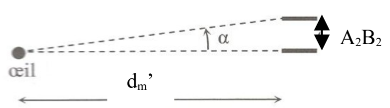
D'où : $\dfrac{1}{p'_1} = \dfrac{1}{f'_1} + \dfrac{-1}{(d+a+b)} = \dfrac{(a+b+d) - f'_1}{f'_1(a+b+d)}$ ; Qu'on inverse en $\boxed{p'_1 = \dfrac{f'_1(a+b+d)}{a+b+d-f'_1}}$ **<u>Réponse A</u>**.

**5.** D'après la relation du grandissement de Descartes pour la lentille $L_1$ :

$\gamma = \dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = \dfrac{p'_1}{-(a+b+d)}$ ; Soit : $\overline{A_1B_1} = \dfrac{-p'_1}{(a+b+d)}\overline{AB} = \dfrac{\dfrac{f'_1(a+b+d)}{f'_1 - a - b - d}}{(a+b+d)}\overline{AB} = \dfrac{f'_1(a+b+d)}{f'_1 - a - b - d} \times \dfrac{1}{(a+b+d)}\overline{AB}$

D'où : $\boxed{\overline{A_1B_1} = \dfrac{f'_1}{f'_1 - a - b - d}\overline{AB}}$ . **<u>Réponse D</u>**.

**6.** On est dans le cas ci-contre :



Alors, dans l'approximation de Gauss, on a : $\tan\alpha \approx \alpha = \dfrac{A_2B_2}{d_m}$.

AN : $\alpha = \dfrac{1}{250} = \dfrac{1}{25\times 10} = 0{,}04.10^{-1}$ ; Soit : $\boxed{\alpha \approx 4.10^{-3}\,rad}$.

Ceci est plus de dix fois plus grand que le **pouvoir de résolution de l'œil** $3\times 10^{-4}\,rad$ :

Donc **l'image est étendue**. **Réponses B et D**.

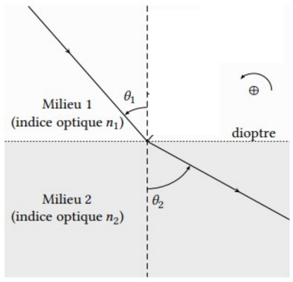
**7.** Comme l'objet est considéré à l'infini, l'**image intermédiaire étant toujours en** $F'_1$, la relation de conjugaison de Descartes pour $L_2$ donne : $\dfrac{1}{\overline{O_2A_2}} - \dfrac{1}{\overline{O_2A_1}} = \dfrac{1}{f'_2}$ avec $\overline{O_2A_2} = -d_m$ et $\overline{O_2A_1} = \overline{O_2F'_1}$ d'où

$$\frac{1}{\overline{O_2A_1}} = \frac{1}{-d_m} - \frac{1}{f'_2} = \frac{f'_2 + d_m}{-f'_2\times d_m} = \frac{-12{,}5+25}{12{,}5\times 25} \text{ d'où } \overline{O_2A_1} = \overline{O_2F'_1} = \frac{-f'_2\times d_m}{f'_2 + d_m} = \frac{12{,}5\times 25}{-12{,}5+25} = 25\,cm.$$

On en déduit $e = O_1O_2 = \overline{O_1O_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F'_1O_2} = 100 - 25 = 75\,cm$ ; $e = e_0 + \Delta e$ d'où $\Delta e = e - e_0 = e - f'_1 - f'_2 = 75 - 100 + 12{,}5 = -12{,}5\,cm$. La valeur calculée est algébrique , en prenant la valeur absolue, on trouve : $\boxed{\Delta e = 12{,}5\,cm}$. **Réponse D.**

## PROBLÈME 2 : Observation de Fort Boyard *(d'après e3a PSI 2024)*

**Q1.** Lois de Snell-Descartes de la réfraction :




- **Le rayon réfracté est dans le plan d'incidence.**
- **Loi de la réfraction :** $n_1\sin(\theta_1) = n_2\sin(\theta_2)$.

**Q2.** Pour la 1ère lentille :

1 – Le rayon passant par l'axe optique arrive avec une **incidence nulle en O**, il traverse sans être dévié. En sortie, en O', encore une incidence nulle, il **traverse sans être dévié**.

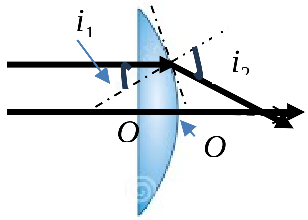
2 – On nous indique que $n_{air} = 1 < n_{verre} = n$,

A l'entrée, incidence nulle de nouveau, le rayon **traverse sans être dévié**.

A la sortie : $n\sin(i_1) = n_{air}\sin(i_2)$,

donc $i_1 < i_2$ et de l'autre côté de la normale.

Constatation : Le rayon émergent converge vers l'axe. La **lentille (1) est convergente.**




Pour la 2èMe lentille :

1 – Le rayon passant par l'axe optique arrive avec une incidence nulle en O, il **traverse sans être dévié.**

En sortie, encore une incidence nulle, il **traverse sans être dévié**.

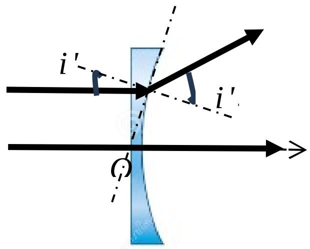
2 – On a toujours $n_{air} = 1 < n_{verre} = n$,

A l'entrée, incidence nulle de nouveau, le rayon **traverse sans être dévié.**

A la sortie : $n\sin(i'_1) = n_{air}\sin(i'_2)$,

donc $i'_1 < i'_2$ et de l'autre côté de la normale.

Constatation : Le rayon émergent diverge de l'axe. La **lentille (2) est divergente.**




**Q3.** On veut un système afocal. Les foyers sont alors rejetés à l'infini.

Par construction, pour que le foyer objet soit à l'infini, il faut que l'image intermédiaire se trouve dans le plan focal image de la lentille $L_1$.

$$A_\infty B_\infty \xrightarrow{\text{Obj}} A_1B_1 \xrightarrow{\text{Ocu}} A'_\infty B'_\infty$$

Et pour que le foyer image du système soit à l'infini, il faut que l'image intermédiaire soit dans le plan focal objet de la lentille $L_2$. Ainsi : $F'_1 = F_2$.

Alors $l = \overline{O_1O_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F'_1F_2} + \overline{F_2O_2} = \overline{O_1F'_1} + 0 + \overline{O_2F'_2}$ ; Ainsi : $l = f'_1 + f'_2$

Et comme $f'_1 > 0$ et $f'_2 < 0$ alors $|f'_2| = -f'_2$ ; D'où : $\boxed{l = f'_1 - |f'_2|}$.

**Q4.** On nous indique la position du foyer objet de la lentille $(L_1)$. Ce qui nous permet de positionner F'₁ confondu avec F₂ et $A_1$ (abscisse de l'image intermédiaire) : $A_1 = F'_1 = F_2$.

**ATTENTION** : $(L_2)$ est une lentille divergente, donc son foyer image $F'_2$ est à gauche de $(L_2)$ et $F_2$ est à droite !

Ensuite, connaissant la position de $F_2$, on en déduit la position de $F'_2$.

1) Tracer le rayon initial passant par $O_1$ qui n'est pas dévié. Son prolongement (en pointillés) permet de déterminer la position de $A_1B_1$ tel que $A_1 = F'_1 = F_2$.
2) Tracer le prolongement du rayon passant par $F_1$ qui émerge de $(L_1)$ en étant parallèle à l'axe optique.
Et comme il est parallèle à l'axe optique avant $(L_2)$, il sort du système optique en passant par $F'_2$ (son prolongement en réalité).
3) Tracer le rayon passant par $O_2$ et s'appuyant sur l'image intermédiaire. Il émerge parallèlement au rayon (2), puisque l'image est à l'infini. On fait apparaitre l'angle $\alpha'$ à la sortie de la lunette.

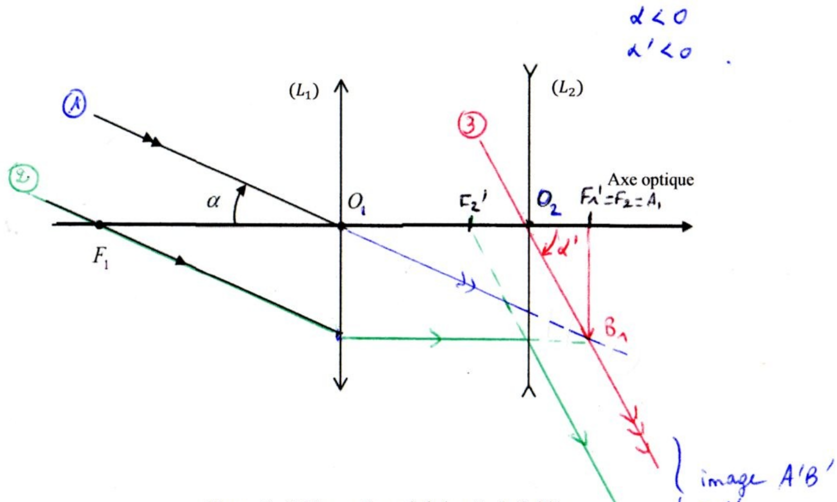


**Figure 3 :** Schéma optique de la lunette de Galilée

**Q5.** En utilisant le tracé des rayons précédents, on constate qu'en sortie de lunette, les rayons sont dirigés vers le bas, comme les rayons incidents. L'image observée avec les jumelles est donc dans le même sens que l'image observée sans les jumelles : **<u>l'image définitive est droite</u>**.

**Q6.** On cherche l'expression de $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$.

Dans l'approximation de Gauss, les angles sont petits, ainsi : $\tan(\alpha) \approx \alpha = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{O_1F'_1}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{f'_1}$ $\quad(\alpha < 0 \; et \; \overline{A_1B_1} < 0)$

De même $\tan(\alpha') \approx \alpha' = \frac{\overline{A_1B_1}}{|f'_2|}$. D'où $\boxed{G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f'_1}{|f'_2|}}$.

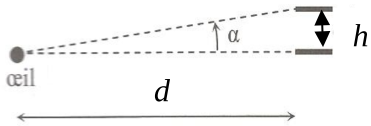
**Q7.** On nous donne G = 20 et $l$ = 25 cm.

On doit résoudre un système de 2 équatio ns à 2 inconnues : $G = \frac{f'_1}{|f'_2|}$ (1) et $l = f'_1 - |f'_2|$ (2)

De (1) on tire $f'_1 = G|f'_2|$ d'où en remplaçant dans (2) : $l = G|f'_2| - |f'_2|$ d'où $\boxed{|f'_2| = \frac{G}{G-1}}$ et $\boxed{f'_1 = \frac{G\,l}{G-1}}$

<u>AN</u> : $|f'_2| = \frac{25}{19} = 1{,}3\,cm$ et $f'_1 = 20 \times \frac{25}{19} = 26{,}3\,cm$

<u>Remarque :</u>




**Q8.** A l'œil nu : $\tan(\alpha) = \frac{h}{d}$ cf schéma ci-contre.

D'où $\boxed{\alpha = \arctan\left(\frac{h}{d}\right)}$. <u>AN</u> : $\alpha = \arctan\left(\frac{20}{3000}\right)$ ; d'où : $\boxed{\alpha \approx 6{,}7.10^{-3}\,rad}$.

Et $\alpha' = G\alpha$ ; <u>AN</u> : $\alpha' = 20 \times 6{,}7.10^{-3}$ ; d'où : $\boxed{\alpha' \approx 1{,}3.10^{-1}\,rad \approx 0{,}13\,rad}$.

<u>Conclusion</u> : Les **<u>angles restent raisonnablement petits</u>**, conformément à l'hypothèse des conditions de Gauss.