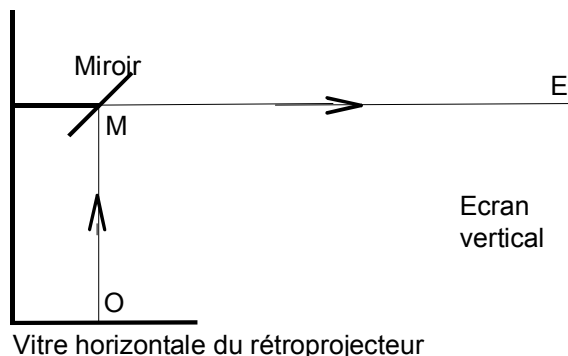


MATHEMATIQUES (10 points)

Exercice 1 (3 points)

Dans le cadre de la maintenance de matériels audiovisuels, on étudie le principe de fonctionnement d'un rétroprojecteur.



Le rayon lumineux parcourt la distance OM puis la distance ME .

OM représente la distance entre le document à projeter et le miroir du rétroprojecteur.

ME représente la distance entre le miroir du rétroprojecteur et l'écran.

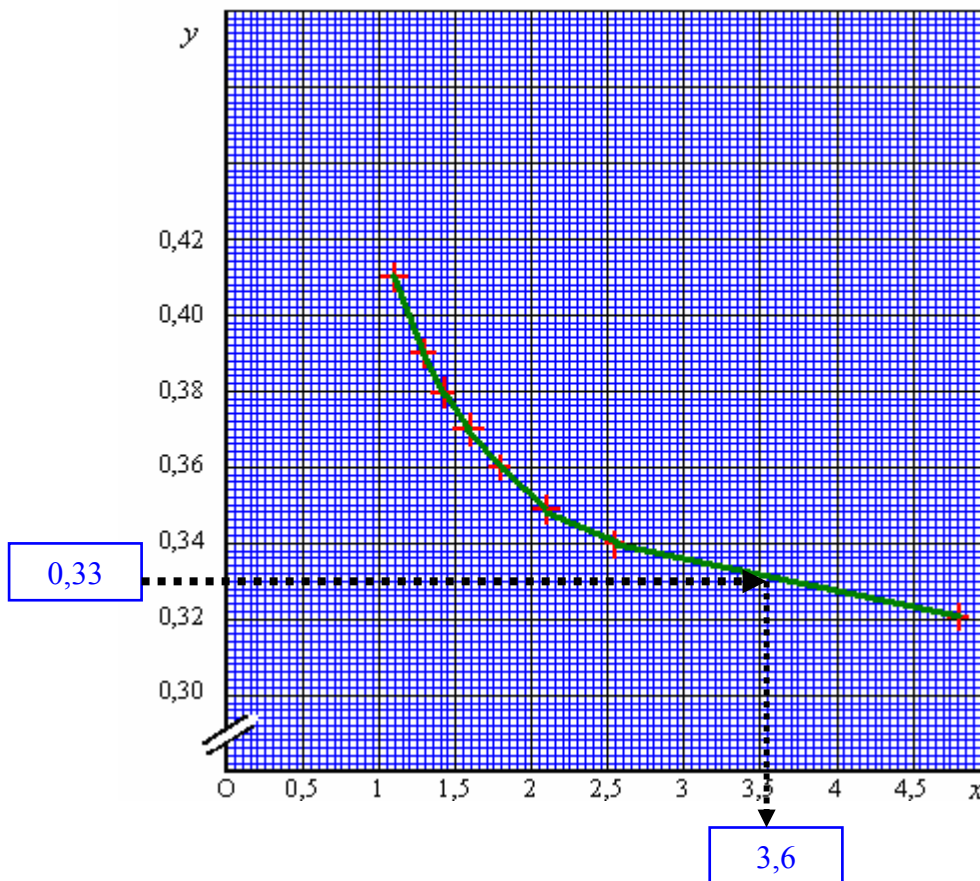
Afin d'assurer la netteté de l'image, il faut régler la distance OM en fonction de la distance ME .

Dans le modèle étudié, la distance OM peut varier entre 0,32 m et 0,41 m.

On note x la distance ME et y la distance OM . Les essais conduisent aux résultats suivants.

x	1,12	1,30	1,43	1,59	1,80	2,10	2,55	4,80
y	0,41	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,32

1.1. Sur l'annexe 1 page 6/8, placer les points de coordonnées $(x ; y)$ données dans le tableau précédent puis tracer la courbe passant par tous ces points. (1 pt)



1.2. **Déterminer** graphiquement, la distance ME à l'écran pour avoir une image nette avec un miroir réglé à une distance $OM = 0,33$ m. **Laisser** apparents les traits nécessaires à la lecture. (0,5 pt)

La distance ME est d'environ 3,6 m pour $OM = 0,33$ m.

1.3. **Indiquer** si les grandeurs x et y sont proportionnelles. **Justifier** la réponse uniquement à partir de l'étude de la courbe. (0,5 pt)

Les couples (x,y) ne sont pas alignés avec l'origine du repère donc les grandeurs x et y ne sont pas proportionnelles.

1.4. A partir des données du tableau ci-dessus, **déterminer** si les grandeurs x et y sont inversement proportionnelles. **Justifier** la réponse. (1 pt)

x	1,12	1,30	1,43	1,59	1,80	2,10	2,55	4,80
y	0,41	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,32
$y \times x$	0,4592	0,507	0,5434	0,5883	0,648	0,735	0,867	1,536

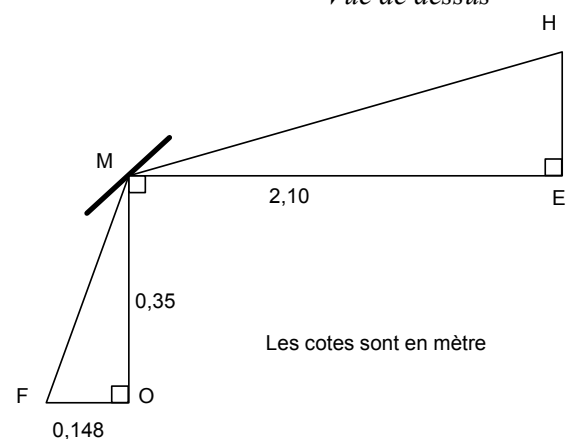
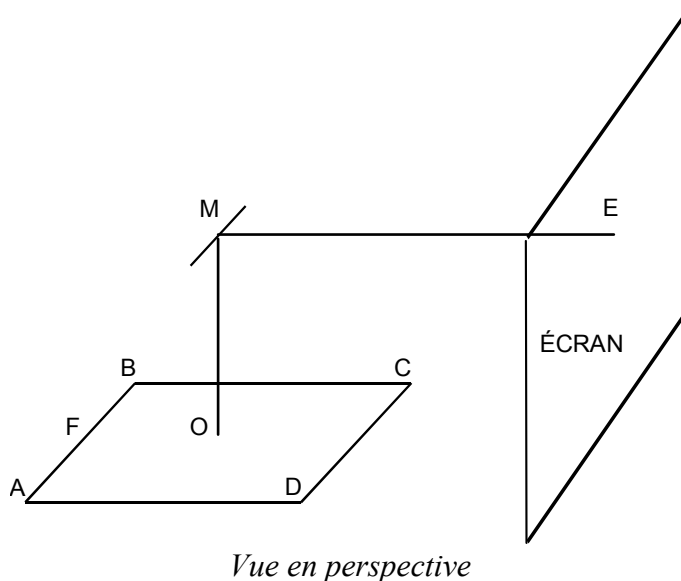
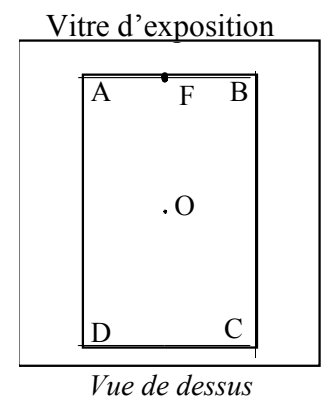
Le produit des deux grandeurs n'étant pas constant, les deux grandeurs x et y ne sont pas inversement proportionnelles.

Exercice 2 (6 points)

Au centre de la vitre d'exposition du rétroprojecteur, on place un transparent rectangulaire $ABCD$ de format A4. (voir ci-contre)
 $AB = CD = 0,210$ m et $AD = BC = 0,297$ m.

F est le milieu de $[AB]$ et O est l'intersection des diagonales du rectangle $ABCD$.

Dans le cas où $OM = 0,350$ m, $ME = 2,10$ m la projection peut être schématisée comme suit :



2.1. Dans le triangle OMF , **calculer**, en mètre, la distance FM . **Arrondir** la valeur à 10^{-2} .

Dans le triangle rectangle OMF , le théorème de Pythagore s'écrit :

$$\boxed{FM^2 = OF^2 + OM^2}$$

$$FM^2 = 0,148^2 + 0,35^2$$

FM ≈ 0,38 m

La distance FM vaut 0,38 m, arrondie à 10⁻² (0,01 près). (1 pt)

2.2. Calculer, en degré, la valeur de l'angle \widehat{OMF} . Arrondir la valeur au dixième.

Dans le triangle rectangle OMF:

$$\tan \widehat{OMF} = \frac{OF}{OM}$$

soit $\tan \widehat{OMF} = \frac{0,148}{0,35}$

d'où $\widehat{OMF} = 22,9^\circ$

La valeur de l'angle \widehat{OMF} est 22,9° arrondie au dixième. (0,5 pt)

2.3. En supposant que $\widehat{EMH} = 23^\circ$, calculer en mètre, la distance EH, hauteur de la demi-image obtenue. Arrondir la valeur à 10⁻².

Dans le triangle rectangle EMH:

$$\tan \widehat{EMH} = \frac{EH}{EM}$$

soit $EH = 2,10 \times \tan 23^\circ$

d'où $\widehat{EMH} = 0,89 \text{ m}$

La distance EH est 0,89 m arrondie à 10⁻². (0,5 pt)

2.4. Comparer les rapports $\frac{FO}{OM}$ et $\frac{EH}{ME}$.

$$\frac{FO}{OM} = \frac{0,148}{0,35} \approx 0,422857\dots$$

$$\frac{EH}{ME} = \frac{0,89}{2,10} \approx 0,4238\dots$$

On en déduit que :

$$\frac{FO}{OM} \approx \frac{EH}{ME} \quad (1 \text{ pt})$$

2.5. On appelle « gamma » et on note γ , le grandissement défini par $\gamma = \frac{EH}{FO}$.

Calculer γ . Arrondir la valeur à l'unité.

$$\gamma = \frac{EH}{FO} = \frac{0,89}{0,148} \approx 6,01\dots$$

La valeur de γ est 6 arrondi à l'unité. (1 pt)

2.6. En supposant que toutes les dimensions du transparent sont agrandies six fois, calculer la largeur de l'image CD obtenue à l'écran.

$$CD_{\text{écran}} = 6 \times CD_{\text{transparent}}$$

$$CD_{\text{écran}} = 6 \times 0,210$$

$$CD_{\text{écran}} = 1,26 \text{ m}$$

La largeur de l'image à l'écran est 1,26 m. (1 pt)

2.7. Le rapport de l'aire de l'image à celle du transparent est-il égal à γ , γ^2 ou $\frac{1}{\gamma}$? Justifier la réponse.

$$A_{\text{(transparent)}} = CD_{\text{transparent}} \times BC_{\text{transparent}} \quad \text{et} \quad A_{\text{(image)}} = CD_{\text{écran}} \times BC_{\text{écran}}$$

$$A(\text{image}) = 6 \times CD_{\text{transparent}} \times 6 \times BC_{\text{transparent}}$$

$$A(\text{image}) = 6^2 \times CD_{\text{transparent}} \times BC_{\text{transparent}}$$

$$A(\text{image}) = 6^2 \times A(\text{transparent})$$

Soit

$$A(\text{image}) = \gamma^2 \times A(\text{transparent})$$

Le rapport de l'aire de l'image à celle du transparent est γ^2 . (1 pt)

Exercice 3 (1 point)

Ce rétroprojecteur est vendu au prix public de 480 €, hors taxe.

3.1. Sachant que la TVA appliquée à ce produit est de 19,6 % du prix hors taxe, calculer en euro le prix taxé comprise de cet appareil. Arrondir au centime.

$$P(\text{TTC}) = P(\text{HT}) \times \left(1 + \frac{\text{TVA}}{100}\right)$$

$$P(\text{TTC}) = 480 \times 1,196$$

$$P(\text{TTC}) = 574,08 \text{ €}$$

Le prix TTC est 574,08 €. (0,5 pt)

3.2. Le vendeur accepte de faire une remise de 15 % sur le prix de vente taxé comprise. **Calculer** le prix payé. Ce prix payé serait-il différent si la remise était de 15 % sur le prix hors taxe ? **Justifier** la réponse par un calcul.

- **Remise de 15% sur le prix TTC:**

$$P_{(\text{remise } 15\%)} = P(\text{TTC}) \times \left(1 - \frac{\text{taux}}{100}\right)$$

$$P_{(\text{remise } 15\%)} = 574,08 \times 0,85$$

$$P_{(\text{remise } 15\%)} = 487,968$$

Le prix avec la remise de 15% sur le prix TTC est 487,97 €.

- **Remise de 15% sur le prix HT:**

$$P_{(\text{remise } 15\%)} = P(\text{HT}) \times \left(1 - \frac{\text{taux}}{100}\right)$$

$$P_{(\text{remise } 15\%)} = 480 \times 0,85$$

$$P_{(\text{remise } 15\%)} = 408$$

Le prix avec la remise de 15% sur le prix HT est 408 €.

Oui le prix serait différent si la remise de 15% était faite sur le prix HT. (0,5 pt)

SCIENCES PHYSIQUES (10 points)

Les candidats traiteront **OBLIGATOIREMENT** les exercices 4 et 5, et choisiront **UN SEUL** exercice supplémentaire parmi les exercices 6, 7 ou 8.

Exercice 4 **obligatoire** (4 points)

Le rétroprojecteur est posé comme indiqué sur le schéma de la situation 1 de l'annexe 2 page 7/8. Le plateau a une masse et un poids négligeables.

4.1. **Indiquer** à quoi correspondent les forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 représentées sur le schéma.

\vec{F}_1 : est la force exercée par le plateau pour maintenir le rétroprojecteur.

\vec{F}_2 : correspond au poids du rétroprojecteur.

4.2. Sur l'annexe 2 (situation 1), prolonger les droites d'action de ces forces. **En déduire**

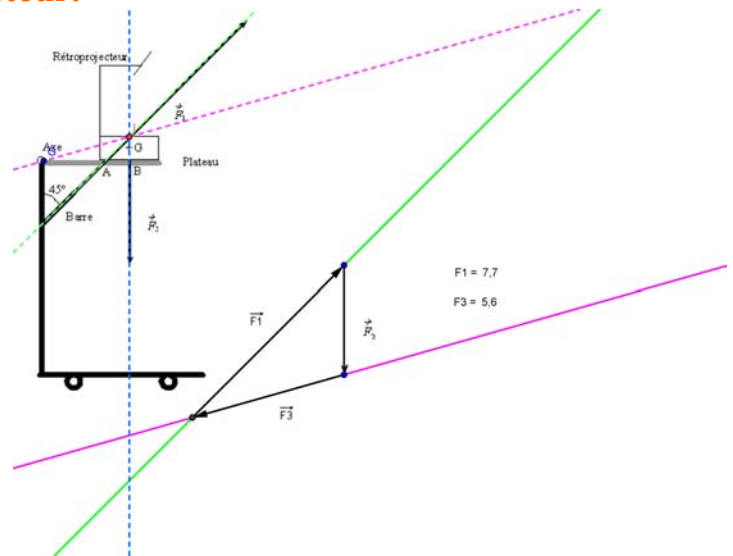
le tracé de la droite d'action de la force \vec{F}_3 exercée par l'axe sur le plateau.

4.3. **Mesurer** sur le schéma la valeur de l'angle entre l'horizontale et la droite d'action de la

force \vec{F}_3 . **Compléter** sur l'annexe 2 le dynamique des forces, **en déduire** la valeur de \vec{F}_3 .

La valeur de l'angle est 15° .

La valeur de \vec{F}_3 est $5,6 \times 10 = 56 \text{ N}$.



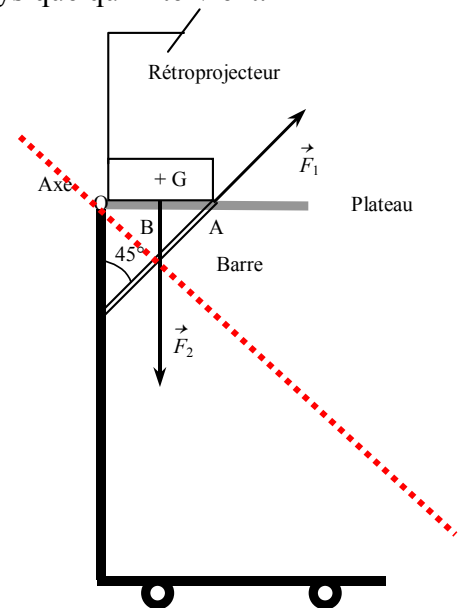
4.4. On déplace le rétroprojecteur comme indiqué sur le schéma de la situation 2 de l'annexe 2. Le

dynamique des forces est donné. **Comparer** les valeurs des forces \vec{F}_2 et \vec{F}_3 par rapport à celles de la situation 1. **Justifier** cette variation en identifiant la grandeur physique qui intervient.

$F_3 = 2,3 \times 10 = 23 \text{ N} < F_3$ (Q3)

F_2 reste inchangée.

En rapprochant le rétro, on diminue la distance séparant le point d'application de la force \vec{F}_3 et l'axe de rotation.

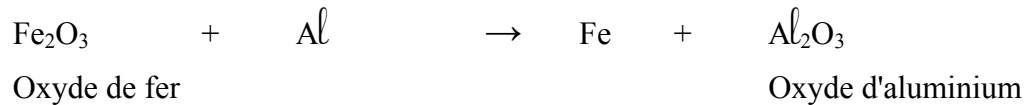


4.5. **Indiquer** la position de G pour laquelle on obtient théoriquement une force \vec{F}_3 horizontale.

G doit être à la verticale de A.

Exercice 5 obligatoire (3 points)

Les tiges de la console mobile ci-dessus, peuvent être soudées par aluminothermie selon la réaction suivante :

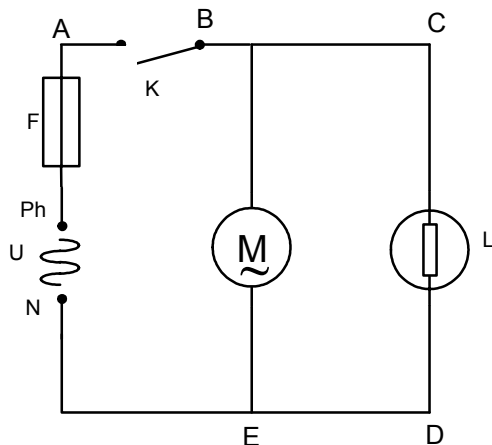


- 5.1. Recopier et équilibrer l'équation de la réaction chimique ci-dessus.
- 5.2. Calculer, en gramme, la masse d'aluminium nécessaire pour obtenir 22,4 g de fer. Arrondir la valeur au dixième.

Données : $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$ $M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}$ $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol}$.

Exercice 6 au choix (3 points)

Le schéma de principe du rétroprojecteur est donné ci-dessous :



LÉGENDE

K : interrupteur unipolaire 250 V ; 15 A,
 F : fusible lent 250 V ; 2 A,
 L : lampe halogène 230 V ; 250 W,
 M : moteur de ventilateur 230 V ; 1 500 tr/min,
 Ph : borne reliée à la phase secteur 230 V,
 N : borne reliée au neutre secteur.

A, B, C, D et E : points du circuit entre lesquels sont effectuées les mesures de tensions électriques.

- 6.1. Calculer, en ampère, l'intensité du courant absorbé par la lampe. Arrondir la valeur au centième.
- 6.2. La puissance totale absorbée par l'appareil est de 400 W. On utilise cet appareil 6 h 45 min par semaine sur une période de 36 semaines par an. Calculer, en euro, le coût de fonctionnement annuel de cet appareil sachant que le prix du kWh est 0,09 €. Arrondir la valeur au centime.
- 6.3. Le rétroprojecteur tombe en panne. On constate qu'à la mise sous tension, le moteur fonctionne mais que la lampe reste éteinte.

Des mesures à l'aide d'un voltmètre effectuées sur l'appareil en fonctionnement donnent les résultats suivants :

$$U_{\text{PhN}} = 230 \text{ V} \quad U_{\text{PhA}} = 0 \text{ V} \quad U_{\text{BC}} = 0 \text{ V} \quad U_{\text{CD}} = 230 \text{ V} \quad U_{\text{DE}} = 0 \text{ V}.$$

- 6.3.1. Indiquer, dans ce cas, la valeur de la différence de potentiel mesurée entre les points A et B.
- 6.3.2. A partir des mesures effectuées, proposer parmi les pannes ci-dessous, celles qui semblent les plus probables :
- Il y a une panne d'alimentation secteur,
 - L'interrupteur est hors service,
 - Le fusible a fondu,
 - Le moteur est hors service,
 - La lampe est hors service,
 - Problème de connectique.

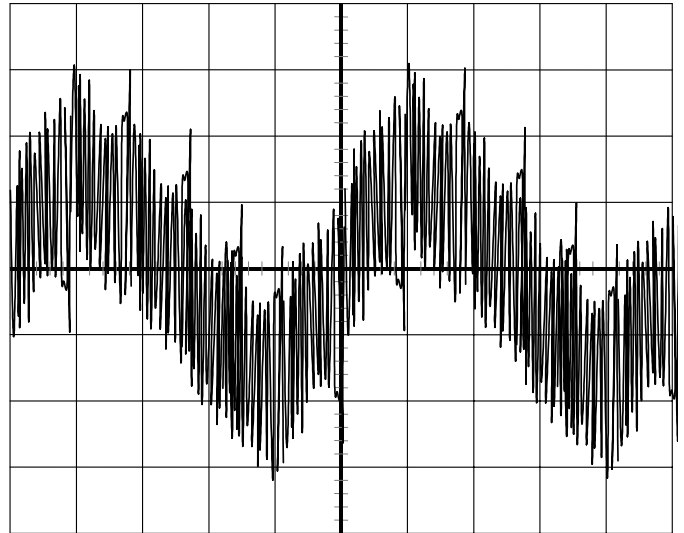
Exercice 7 au choix (3 points)

Avant commercialisation, le fabricant a mesuré le niveau sonore produit par le ventilateur du rétroprojecteur en fonctionnement. Il obtient 52 dB à la distance de 1 mètre.

- 7.1. Nommer l'appareil utilisé pour effectuer cette mesure.
- 7.2. Afin d'analyser le bruit émis par le rétroprojecteur, on réalise une prise de son en utilisant un micro directement relié à un oscilloscope. A l'aide des symboles des différents éléments, tracer le schéma du montage permettant de réaliser la prise de son.

Symbole d'un microphone : 

- 7.3. On obtient l'oscillogramme ci contre :
Le son produit est-il un son pur ? Justifier la réponse.
- 7.4. Dans le but de réduire le niveau sonore du rétroprojecteur, les modifications suivantes sont proposées :



- ajouter plusieurs plaques de mousse à proximité du moteur sans contact direct, ni risque d'échauffement,
- boucher complètement les grilles d'aération,
- réduire la fréquence de rotation du ventilateur,
- rajout des « silent-blocs » entre le ventilateur et son support.

Parmi les propositions énoncées ci dessus, préciser celles qui peuvent être retenues pour réduire le niveau sonore.

Exercice 8 au choix (3 points)

En démontant le bloc miroir, on voit apparaître une lentille biconvexe de diamètre égal à 10 cm, montée selon le schéma ci-contre.

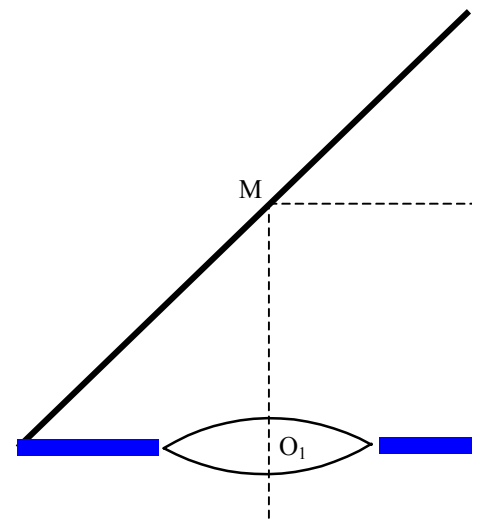
Cette lentille a pour fonction d'être l'objectif du rétroprojecteur. C'est elle qui assure la conjugaison entre l'objet (document à projeter) et l'image obtenue sur l'écran.

- 8.1. Cette lentille est-elle convergente ou divergente ? Justifier la réponse.
- 8.2. La distance O_1M est très petite, pour la suite des calculs on considère que les points O_1 et M sont confondus.

En utilisant le tableau de valeurs expérimentales de l'exercice 1

page 1/8 ainsi que la formule de conjugaison $\frac{1}{ME} + \frac{1}{OM} = \frac{1}{f'}$

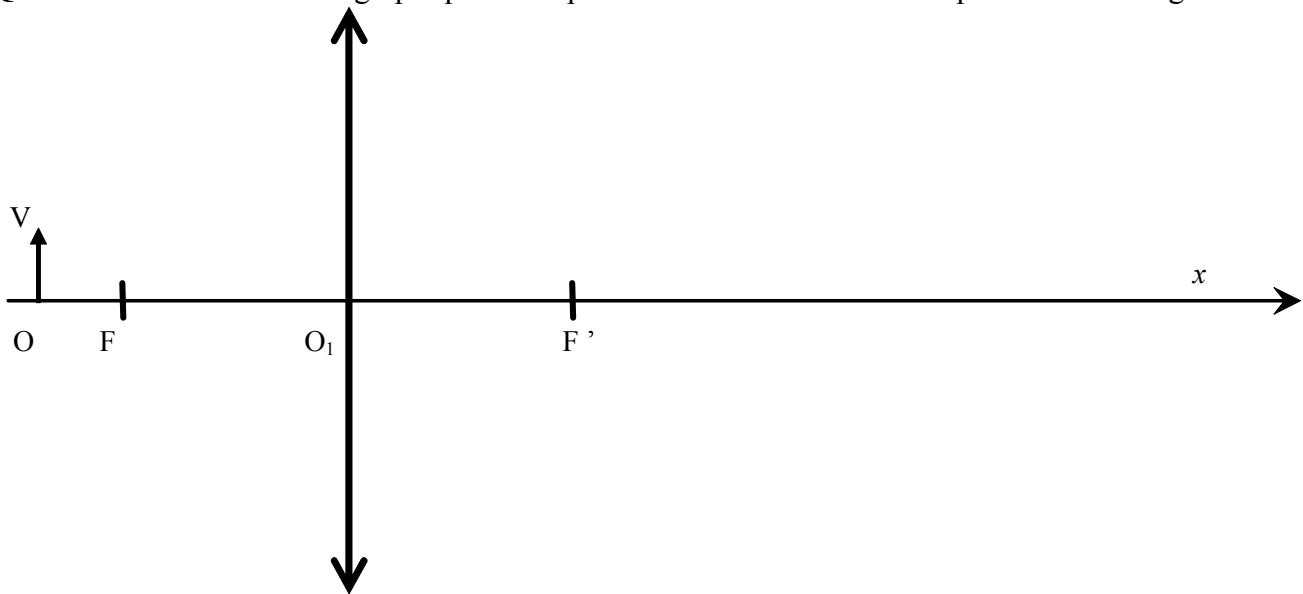
calculer, en m, la distance focale image f' de la lentille employée.



- 8.3. On suppose la distance focale de cette lentille égale à 0,3 m, et on étudie le cas où un objet OV est situé à 0,41 m de la lentille. Construire, sur l'annexe 1 page 6/8, l'image $O'V'$ de l'objet OV donnée par la lentille.

ANNEXE 1 A RENDRE AVEC LA COPIE

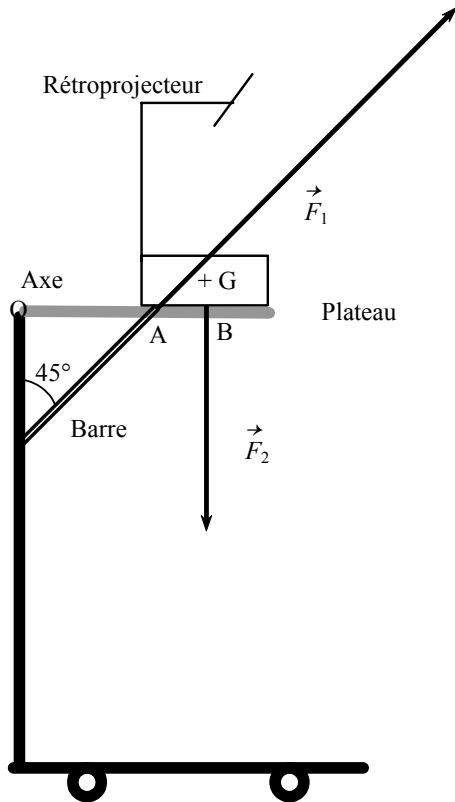
Question 8.3 : construction graphique à compléter en vue de déterminer la position de l'image O'V'.



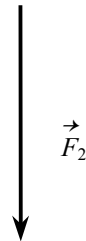
F et F' désignent respectivement les foyers objet et image de la lentille.

ANNEXE 2 A RENDRE AVEC LA COPIE

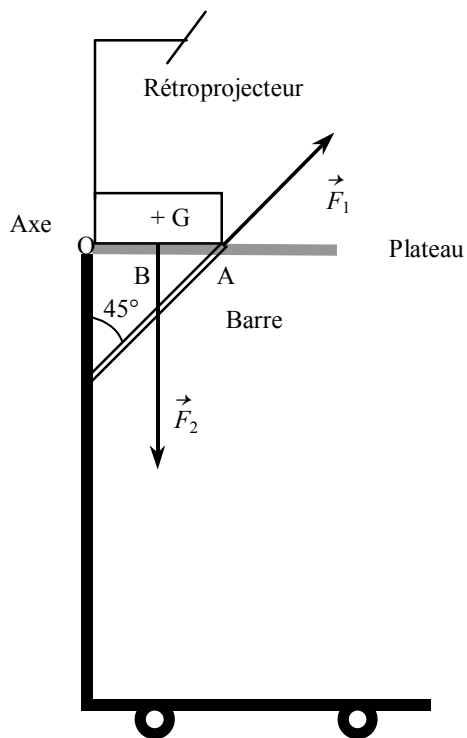
Situation 1



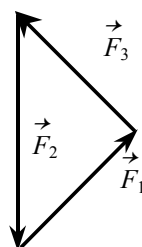
Question 4.3 Tracé du dynamique des 3 forces.
 Unité graphique : **1 cm représente 10 N**



Situation 2



Dynamique, unité graphique : **1 cm représente 10 N**



FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES- BEP DES SECTEURS INDUSTRIELS

Identités remarquables

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2;$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2;$$

$$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2.$$

Puissances d'un nombre

$$(ab)^m = a^m b^m ; a^{m+n} = a^m \times a^n ; (a^m)^n = a^{mn}$$

Racines carrées

$$\sqrt{ab} = \sqrt{a}\sqrt{b} ; \sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$$

Suites arithmétiques

Terme de rang 1 : u_1 et raison r

Terme de rang n : $u_n = u_1 + (n-1)r$

Suites géométriques

Terme de rang 1 : u_1 et raison q

Terme de rang n : $u_n = u_1 \cdot q^{n-1}$

Statistiques

Effectif total $N = n_1 + n_2 + \dots + n_p$

$$\text{Moyenne } \bar{x} = \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_p x_p}{N}$$

Écart type σ

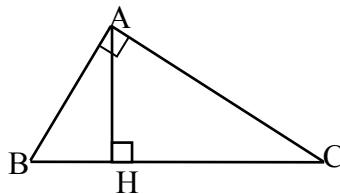
$$\sigma^2 = \frac{n_1 (x_1 - \bar{x})^2 + n_2 (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + n_p (x_p - \bar{x})^2}{N}$$

$$\sigma^2 = \frac{n_1 x_1^2 + n_2 x_2^2 + \dots + n_p x_p^2}{N} - \bar{x}^2$$

Relations métriques dans le triangle rectangle

$$AB^2 + AC^2 = BC^2$$

$$AH \cdot BC = AB \cdot AC$$

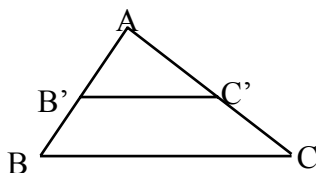


$$\sin \widehat{B} = \frac{AC}{BC}; \quad \cos \widehat{B} = \frac{AB}{BC}; \quad \tan \widehat{B} = \frac{AC}{AB}$$

Énoncé de Thalès (relatif au triangle)

Si $(BC) \parallel (B'C')$

$$\text{alors } \frac{AB}{AB'} = \frac{AC}{AC'}$$



Aires dans le plan

Triangle : $\frac{1}{2} B h.$

Parallélogramme : $B h.$

Trapèze : $\frac{1}{2} (B + b) h.$

Disque : $\pi R^2.$

Secteur circulaire angle α en degré :

$$\frac{\alpha}{360} \pi R^2$$

Aires et volumes dans l'espace

Cylindre de révolution ou **Prisme droit** d'aire de base B et de hauteur h :

Volume : $B h.$

Sphère de rayon R :

Aire : $4 \pi R^2$

Volume : $\frac{4}{3} \pi R^3.$

Cône de révolution ou **Pyramide**

d'aire de base B et de hauteur h

Volume : $\frac{1}{3} B h.$

Position relative de deux droites

Les droites d'équations $y = ax + b$ et $y = a'x + b'$ sont :

- parallèles si et seulement si $a = a'$

- orthogonales si et seulement si $a a' = -1$

Calcul vectoriel dans le plan

$$\vec{v} \begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix}; \vec{v}' \begin{vmatrix} x' \\ y' \end{vmatrix}; \vec{v} + \vec{v}' \begin{vmatrix} x + x' \\ y + y' \end{vmatrix}; \lambda \vec{v} \begin{vmatrix} \lambda x \\ \lambda y \end{vmatrix}$$

$$\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Trigonométrie

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

$$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

Résolution de triangle quelconque

$$\frac{a}{\sin \widehat{A}} = \frac{b}{\sin \widehat{B}} = \frac{c}{\sin \widehat{C}} = 2R$$

R : rayon du cercle circonscrit

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \widehat{A}$$