

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
DES MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL  
OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE**

**ÉPREUVE E3 :  
SCIENCES PHYSIQUES**

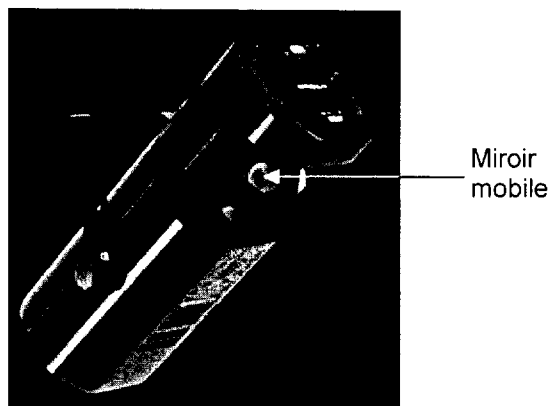
# ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

## OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE

La qualité et la clarté de la rédaction sont prises en compte dans l'attribution de la note.  
Il est impératif de respecter les notations de l'énoncé.

Le candidat devra en outre traiter dans l'ordre les questions au sein d'un exercice.

Le sujet porte sur l'étude d'un projecteur à miroir mobile.  
Les trois parties sont indépendantes.  
La partie 1 porte sur l'optique du projecteur.  
La partie 2 traite de colorimétrie.  
La partie 3 concerne la commande électronique du projecteur.  
Les trois parties sont indépendantes.

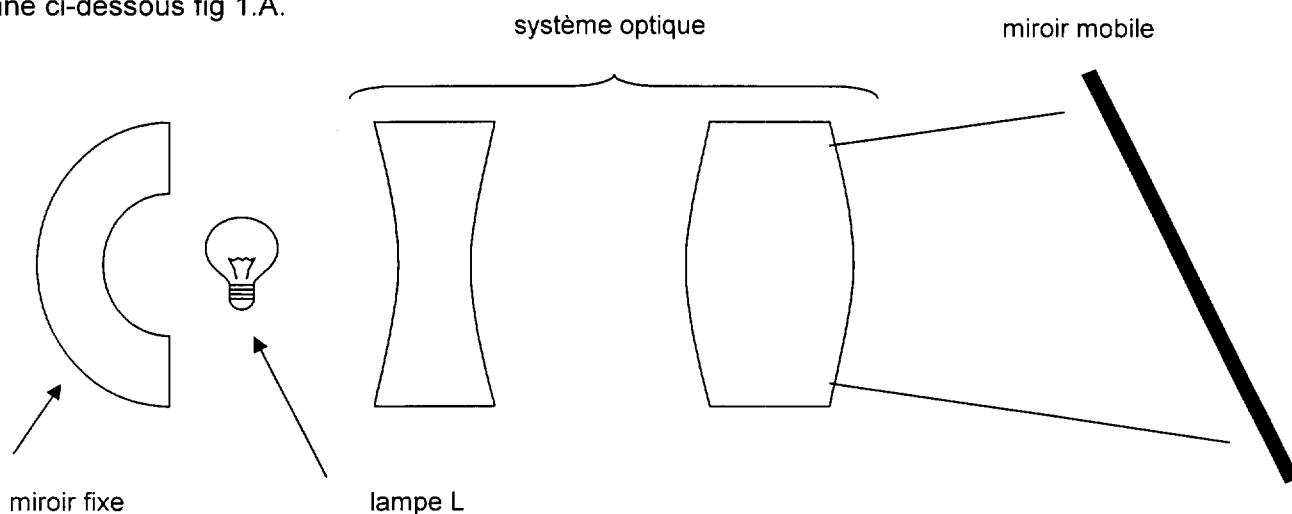


### PARTIE 1 - OPTIQUE :

**Les exercices A, B et C sont indépendants**

#### A - ÉTUDE PHOTOMÉTRIQUE

On se propose de vérifier l'une des données constructeur d'un projecteur dont le schéma de principe est donné ci-dessous fig 1.A.

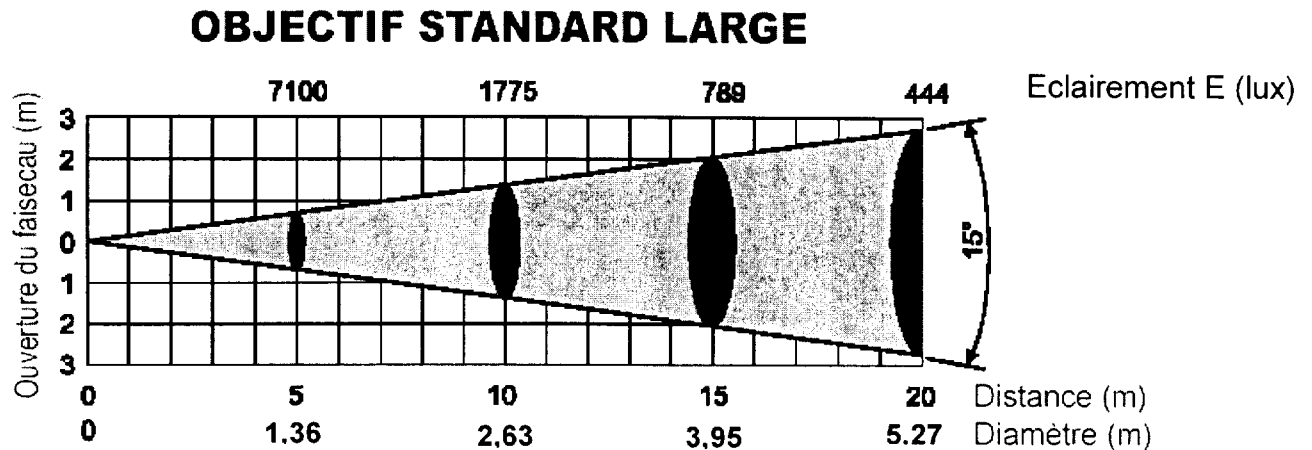


**Figure 1.A : schéma de principe du projecteur**

Le projecteur consomme une puissance électrique  $P_{\text{élec}} = 280 \text{ W}$  et sa lampe L a une efficacité lumineuse  $e = 35,5 \text{ lm.W}^{-1}$ .

- 1.1 - Calculer le flux lumineux  $\phi$  émis par la lampe L.
- 1.2 - Le projecteur comporte un miroir fixe comme indiqué sur la figure 1.A.  
Quel est le rôle de ce miroir vis à vis du flux utile ?
- 1.3 - Le système optique du projecteur concentre le flux lumineux dans un cône de demi angle au sommet  $\alpha = 7,5^\circ$ . Ce système (miroir + lentilles) absorbe 4 % de l'énergie fournie par la lampe.  
Calculer l'intensité lumineuse  $I$  du projecteur.  
On rappelle que  $\Omega = 2\pi(1 - \cos \alpha)$  est appelé angle solide.

1.4 - La figure 1.B est un extrait de la notice technique du constructeur.



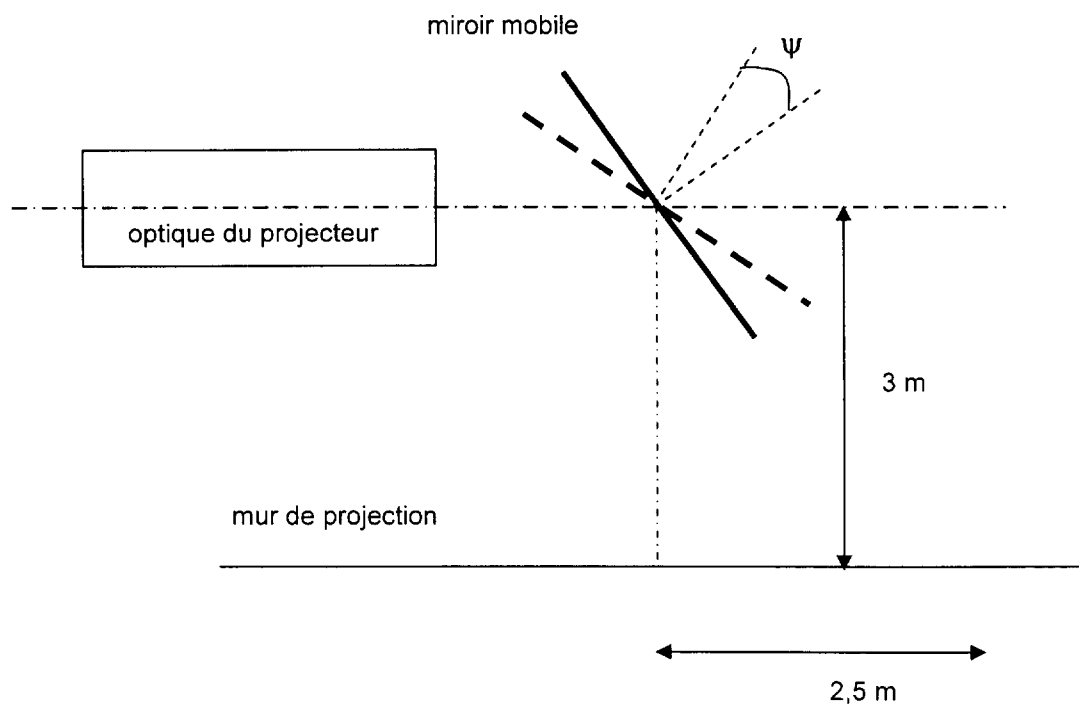
**Figure 1.B**

Dans le cas d'une incidence normale, vérifier par le calcul l'exactitude de la valeur de l'éclairage E pour une distance de 10 m.

## **B - ÉTUDE DU MIROIR MOBILE**

Afin de projeter une image mobile, le projecteur comporte un miroir mobile qui est l'objet de l'étude abordée dans cette partie.

- 1.5 - Compléter le document réponse DR1 afin de montrer graphiquement que la rotation d'un angle  $\alpha$  du miroir produit une déviation du rayon lumineux d'un angle  $2\alpha$ .
- 1.6 - L'image est projetée sur un mur situé à 3 m du miroir mobile comme indiqué sur la figure 1.C. Calculer l'angle de rotation  $\psi$  du miroir pour déplacer de 2,5 m l'image sur le mur.



**Figure 1.C**

## **C - ÉTUDE DE L'OBJECTIF ASSIMILÉ À UNE LENTILLE CONVERGENTE**

Le projecteur comporte un objectif qui permet de projeter l'image de disques de différentes formes appelés « gobo ».

On assimile l'objectif à une lentille mince de focale  $f = 235$  mm.

**1.7** - Sur le document réponse DR 2, tracer la marche des rayons lumineux afin de déterminer l'image du gobo.

**1.8** - On note  $p'$  la distance de la lentille à l'écran et  $p$  la distance de l'objet à la lentille. Calculer  $p$  afin d'avoir une image nette sachant que  $p' = 2$  m.

**1.9** - Calculer le diamètre  $D'_2$  de l'image pour  $p' = 2$  m sachant que le gobo a un diamètre de 2 cm.

## **D - ÉTUDE DÉTAILLÉE DE L'OBJECTIF**

L'objectif est en réalité composé d'une lentille divergente en verre flint et d'une lentille convergente en verre crown de focales respectives  $f_d = -55$  mm,  $f_c = 175$  mm. Les lentilles sont espacées d'une distance  $O_1O_2 = 161$  mm.

**1.10** - Expliquer l'origine du défaut d'aberration de chromaticité.

**1.11** - Du point de vue chromatique, expliquer l'intérêt d'une telle association par rapport à une lentille simple.

**1.12** - Calculer la valeur de  $p'$ .

**1.13** - Calculer la focale  $f_{eq}$  de l'objectif.

**1.14** - Les deux lentilles sont montées sur un fût de couleur noire qui est mobile. Ainsi les deux lentilles peuvent être déplacés simultanément en maintenant leur écartement. Quelle est l'utilité et le nom de cette fonction ?

## **PARTIE 2 - COLORIMÉTRIE :**

Pour réaliser un éclairage coloré, on peut disposer une gélatine colorée devant une source de lumière blanche. Dans toute cette partie, on admettra que le blanc de référence est un blanc Tungstène W dont les coordonnées dans le diagramme de chromaticité sont : (0,42 ; 0,4).

**2.1** - On suppose que la lumière transmise par la gélatine placée sur un projecteur  $P_1$  est assimilable à l'addition de deux sources de lumières supposées ponctuelles et monochromatiques : l'une  $C_1$  de longueur d'onde 420 nm et d'intensité lumineuse 2400 cd et l'autre  $C_2$  de longueur d'onde 650 nm et d'intensité lumineuse 14400 cd.

**2.1.1** - Placer ces lumières  $C_1$  et  $C_2$  ainsi que le blanc W sur le diagramme de chromaticité DR3.

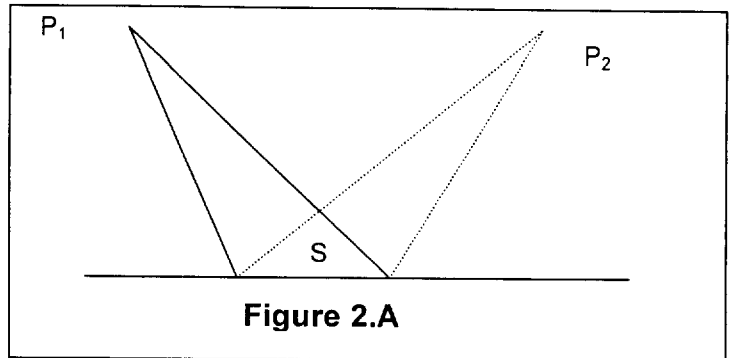
**2.1.2** - Donner la valeur des coordonnées chromatiques de  $C_1(x_1, y_1)$  et de  $C_2(x_2, y_2)$  lues sur le diagramme.

**2.2** - Déterminer par la méthode de votre choix les coordonnées chromatiques  $C_M(x_M, y_M)$  de la lumière résultante.

**2.3** - Quelle est la teinte dominante de la gélatine utilisée ?

**2.4** - Déterminer la longueur d'onde  $\lambda_M$  dominante de la couleur complémentaire de  $C_M$  par rapport au blanc W de référence.

- 2.5 - Pour réaliser un effet de lumières permettant des ombres colorées sur la scène, on utilise un deuxième projecteur  $P_2$  orienté sur le même sujet  $S$  (figure 2.A). Ce deuxième projecteur est muni d'une gélatine choisie parmi celles dont on donne les caractéristiques de transmission figure 2.B



Sachant que l'œil n'est sensible qu'aux longueurs d'ondes comprises entre 400 et 700 nm, choisir la gélatine dont la longueur d'onde dominante est la mieux adaptée pour que l'addition des lumières projetées sur le même sujet puisse donner du blanc  $W$ . Justifier la réponse à partir de l'observation des caractéristiques de transmission données figure 2.B.

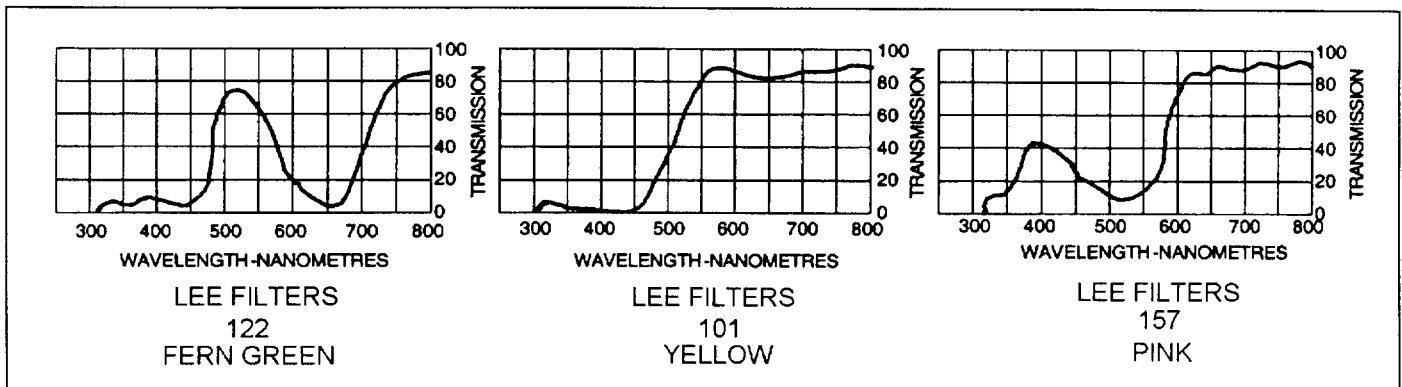


Figure 2.B

## PARTIE 3 - ÉLECTRONIQUE :

### A - COMMANDE DU MIROIR MOBILE DU PROJECTEUR

- Le miroir mobile est automatisé. Un moteur à courant continu, commandé par un montage potentiométrique, permet le réglage de la position de ce miroir.
- La fréquence de rotation  $N$  du moteur est proportionnelle à la tension  $U_m$ .
- On se propose d'étudier deux montages permettant cette commande (voir figure 3.A et figure 3.B).

L'amplificateur opérationnel sera considéré comme parfait. On note  $V_{e+}$  et  $V_{e-}$  les tensions de ses entrées positive et négative.

### Étude du premier montage (figure 3.A)

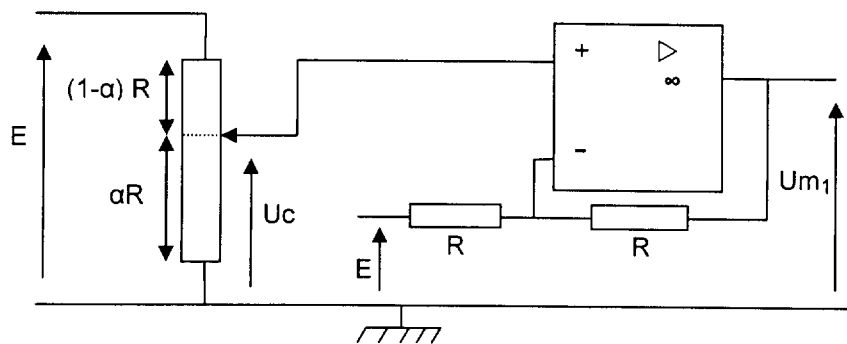
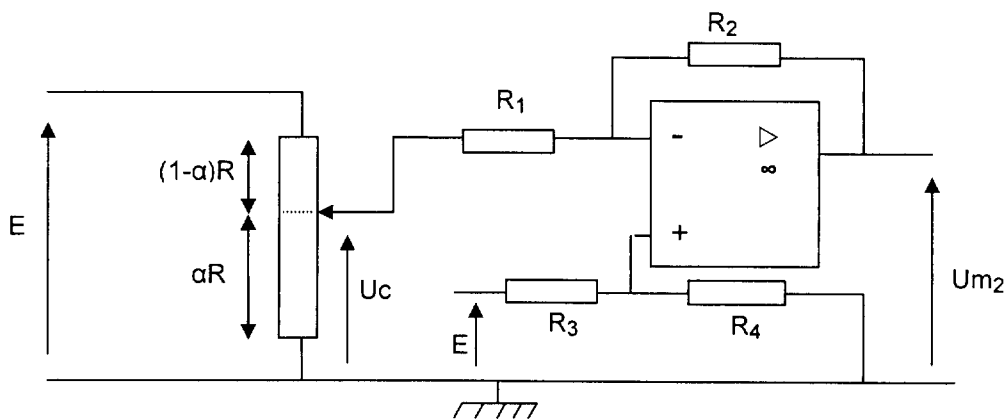


Figure 3.A

- 3.1 - Exprimer  $U_c$  en fonction de  $E$  et  $\alpha$ .
- 3.2 - Exprimer  $U_{m1}$  en fonction de  $U_c$  et  $E$  puis en fonction de  $E$  et  $\alpha$ .
- 3.3 - Tracer l'allure de la caractéristique de  $U_{m1}$  en fonction de  $\alpha$  pour  $0 \leq \alpha \leq 1$ .
- 3.4 - Préciser successivement pour  $\alpha = 0$ ,  $\alpha = 0,5$  et  $\alpha = 1$  si la fréquence de rotation  $N$  est maximale ou nulle et préciser le sens de rotation du moteur.

### Étude du second montage (figure 3.B)



$$R_1 = 100 \text{ k}\Omega ; R = 1 \text{ k}\Omega ; R_2 = 2.R_1 ; R_3 = 2.R_4$$

Figure 3.B

- 3.5 - Exprimer  $U_c$  en fonction de  $E$  et  $\alpha$  en négligeant l'intensité du courant traversant  $R_1$ .
- 3.6 - Justifier simplement la validité de l'approximation précédente.
- 3.7 - Exprimer  $V^+$  en fonction de  $R_3$ ,  $R_4$  et  $E$ . Puis simplifier le résultat obtenu sachant que  $R_3 = 2.R_4$ .
- 3.8 - Exprimer  $U_{m2}$  en fonction de  $U_c$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  et  $V^+$ . Simplifier le résultat obtenu sachant que  $R_2 = 2.R_1$ .
- 3.9 - En déduire que  $U_{m2} = E.(1 - 2\alpha)$ .
- 3.10 - Tracer l'allure de la caractéristique de  $U_{m2}$  en fonction de  $\alpha$  pour  $0 \leq \alpha \leq 1$ .
- 3.11 - Préciser successivement pour  $\alpha = 0$ ,  $\alpha = 0,5$  et  $\alpha = 1$  si la fréquence de rotation  $N$  est maximale ou nulle et préciser le sens de rotation du moteur.

DANS CE CADRE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_  
Examen ou Concours \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_  
Spécialité/option\* : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_  
Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_  
NOM : \_\_\_\_\_  
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)  
Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat   
Né(e) le : \_\_\_\_\_  
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

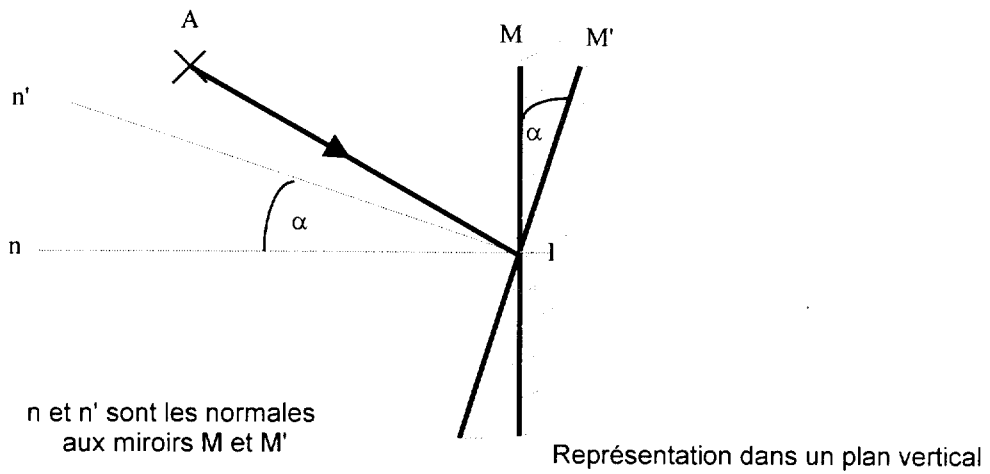
\* Uniquement s'il s'agit d'un r

Repère : MVISP Session : 2008  
Page : 6/7

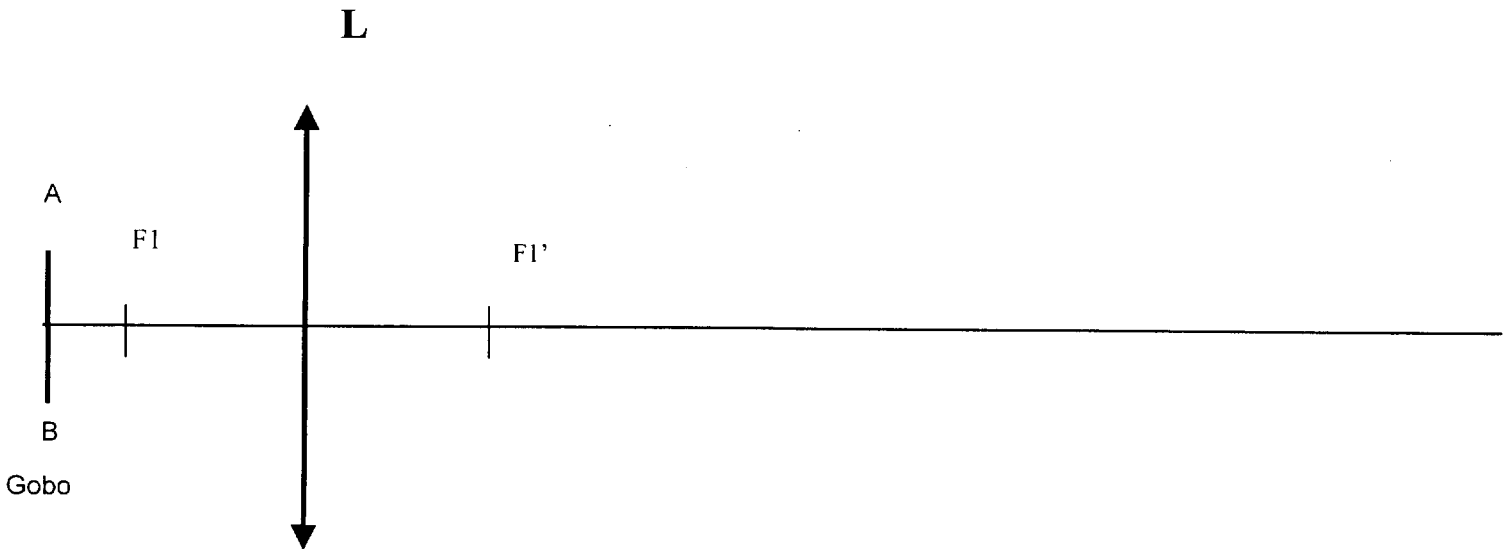
Durée : 3 H  
Coefficient : 2

## DOCUMENTS RÉPONSES (à rendre obligatoirement avec la copie)

### DOCUMENT-RÉPONSE DR1



### DOCUMENT-RÉPONSE DR2



Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_

Examen ou Concours \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_

Spécialité/option\* : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_

NOM : \_\_\_\_\_

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat

Né(e) le : \_\_\_\_\_

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

\* Uniquement s'il s'agit d'un :

**Repère : MVISP Session : 2008**  
**Page : 7/7**

**Durée : 3 H**  
**Coefficient : 2**

**DOCUMENTS RÉPONSES (SUITE)**  
**(à rendre obligatoirement avec la copie)**

**DOCUMENT-RÉPONSE DR3**

