

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
DES MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL
OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION
DES ÉQUIPEMENTS

ÉPREUVE E3 :
SCIENCES PHYSIQUES

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS

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.

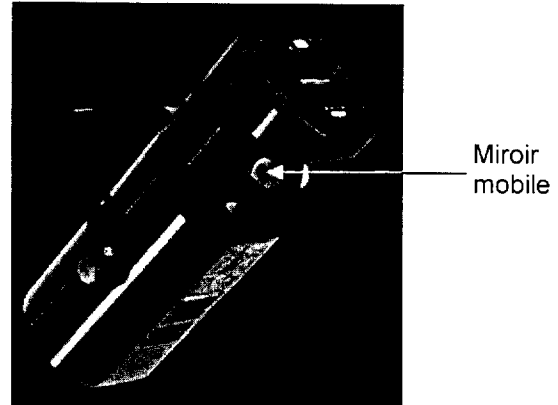
Les trois parties sont indépendantes.

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.

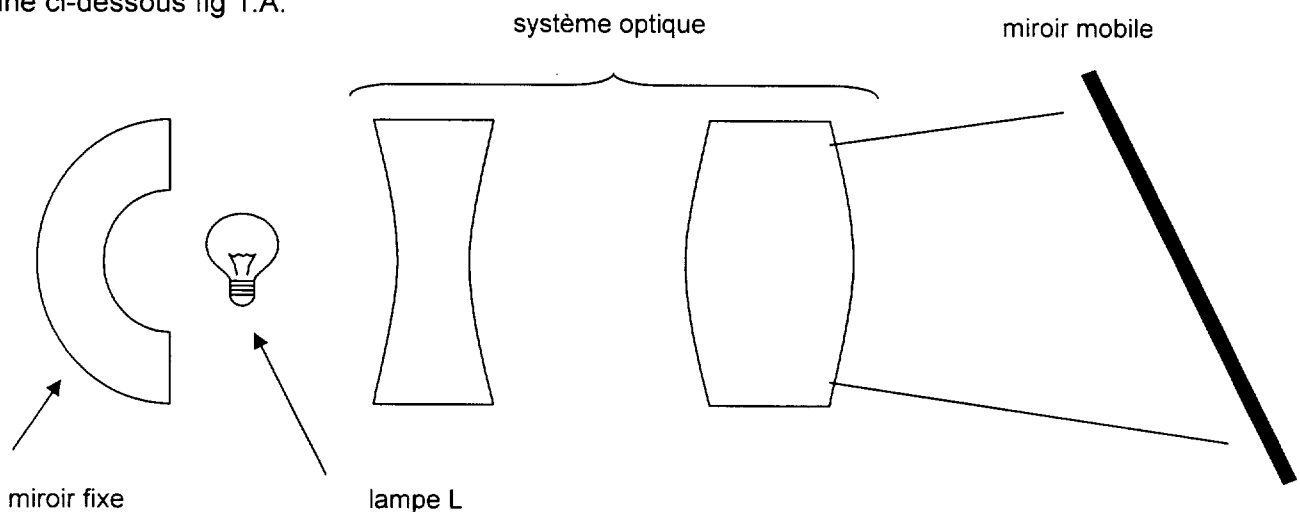


Figure 1.A : schéma de principe du projecteur

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

1.1 - Calculer le flux lumineux ϕ 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.

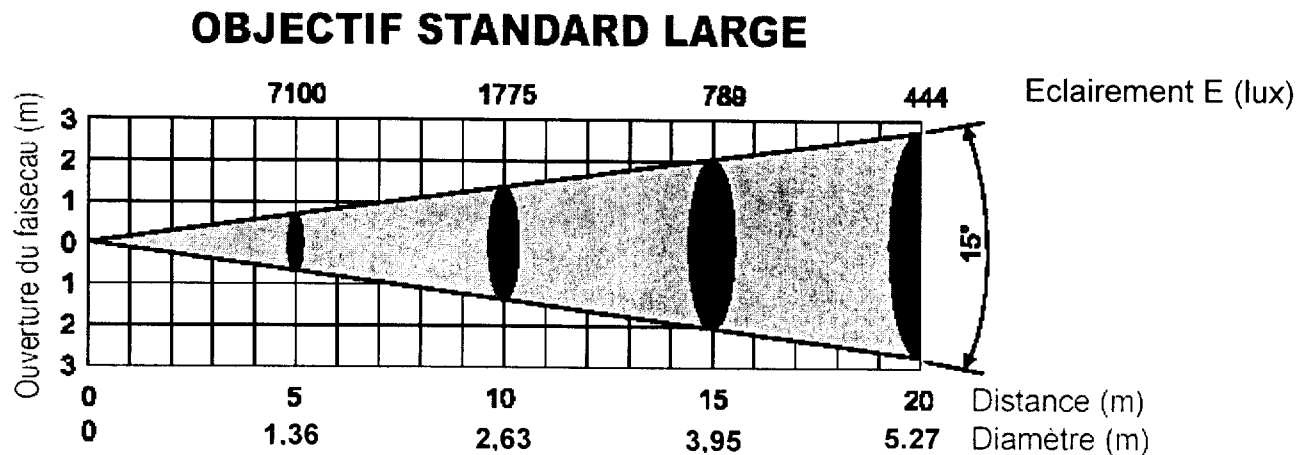


Figure 1.B

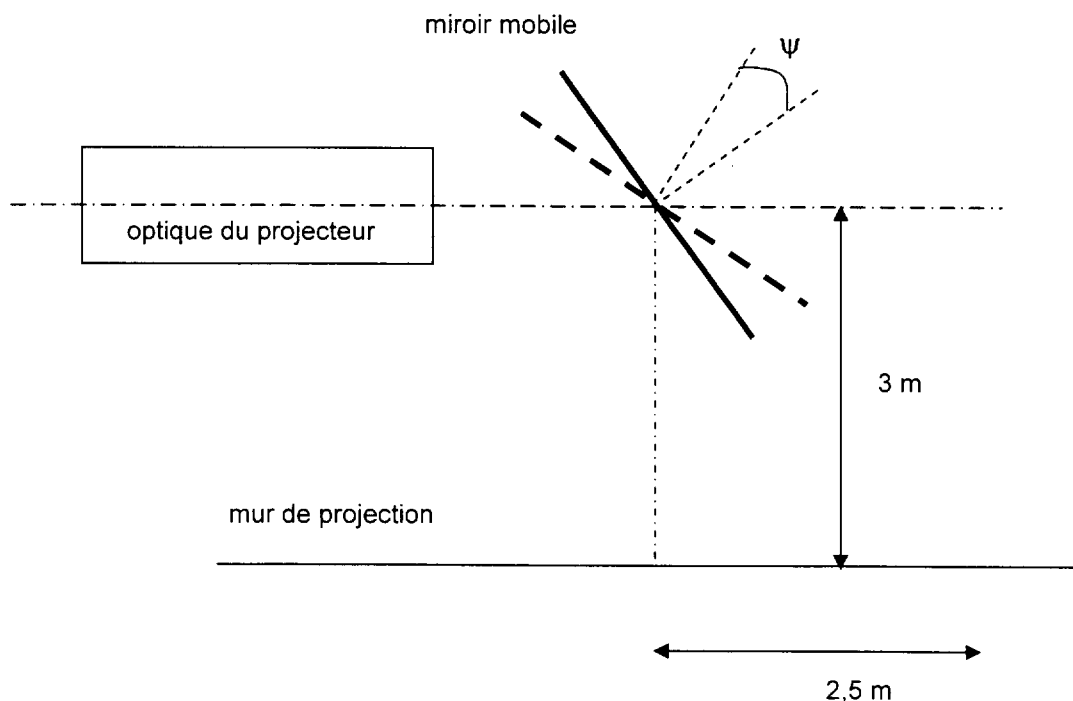
Dans le cas d'une incidence normale, vérifier par le calcul l'exactitude de la valeur de l'éclairage E pour une distance de 10 m.

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 α du miroir produit une déviation du rayon lumineux d'un angle 2α .

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 ψ du miroir pour déplacer de 2,5 m l'image sur le mur.



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.

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 λ_M dominante de la couleur complémentaire de C_M par rapport au blanc W de référence.

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)

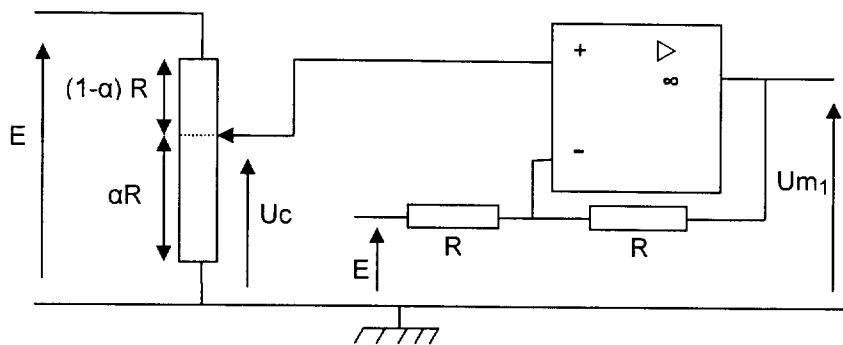
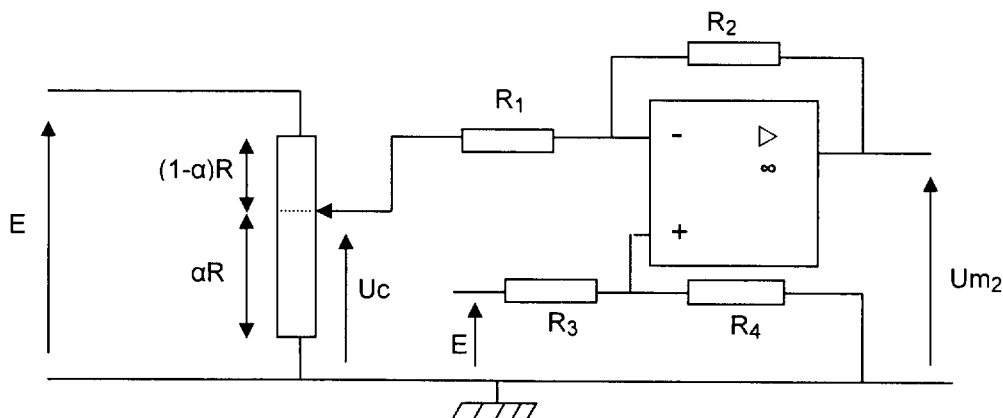


Figure 3.A

- 3.1 - Exprimer U_c en fonction de E et α .
- 3.2 - Exprimer U_{m1} en fonction de U_c et E puis en fonction de E et α .
- 3.3 - Tracer l'allure de la caractéristique de U_{m1} en fonction de α 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)



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

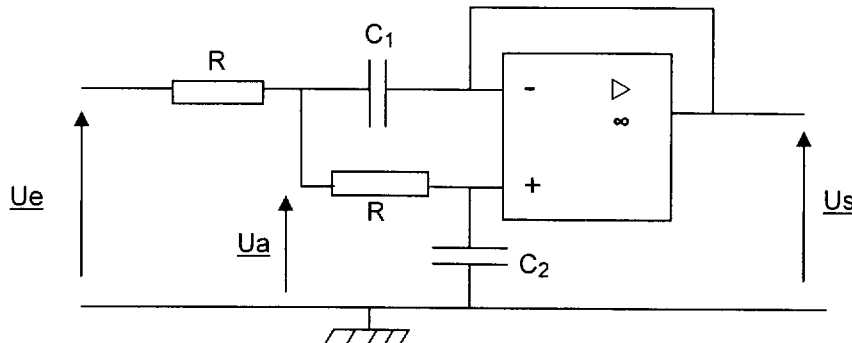
Figure 3.B

- 3.5 - Exprimer U_c en fonction de E et α 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 α 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.

B - FILTRAGE

Un signal filtré est envoyé sur l'entrée audio analogique du projecteur afin de commander l'éclairage de la lampe en fonction de l'intensité sonore.

L'étude porte sur le filtre représenté à la figure 3.C :



$$R = 40\text{k}\Omega ; C_1 = 20\text{nF} ; C_2 = 10\text{nF}$$

Figure 3.C

3.12 - Exprimer U_a en fonction de U_e , R , C_1 , ω , et U_s .

3.13 - A l'aide du diviseur de tension, exprimer U_a en fonction de U_s , R et C_2 .

3.14 - A l'aide des 2 relations précédentes, montrer qu'on obtient :

$$\underline{T} = \frac{1}{1 + j.R.C_2.\omega - R.C_1.C_2.\omega^2}$$

3.15 - Sachant que \underline{T} est de la forme : $\underline{T} = \frac{1}{1 + j.2.m.\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$

Par identification, exprimer ω_0 en fonction de R , C_1 et C_2 puis m en fonction de C_1 et C_2 .

3.16 - Quel type de filtre obtient-on ? Préciser son ordre. Déterminer son module T .

3.17 - Tracer la réponse asymptotique du gain de ce filtre suivant la représentation de Bode. Indiquer les pentes en dB / décade.

3.18 - Comment s'appelle m ? Déterminer la valeur de m permettant d'obtenir $G = -3\text{dB}$ à $\omega = \omega_0$.
En déduire pour cette valeur la fréquence de coupure du filtre à -3dB .

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)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

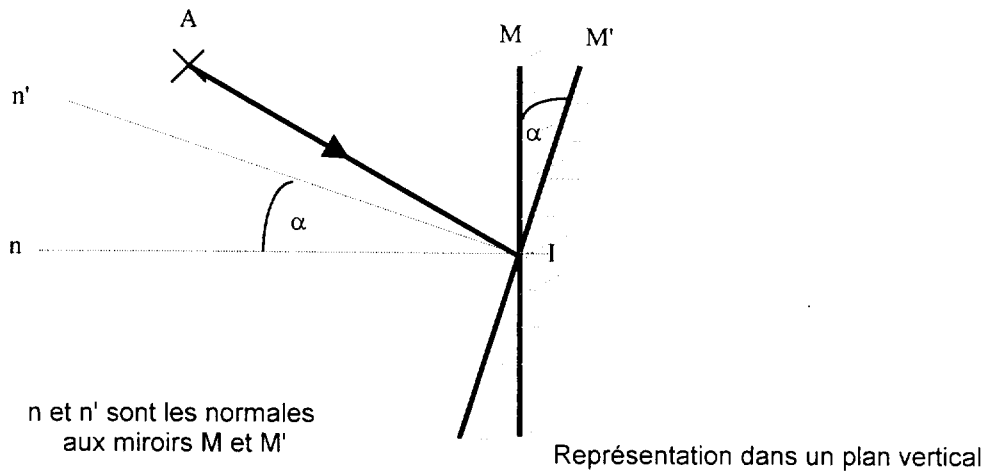
Repère : MVTSP Session : 2008
Page : 6/7

Durée : 3 H
Coefficient : 2

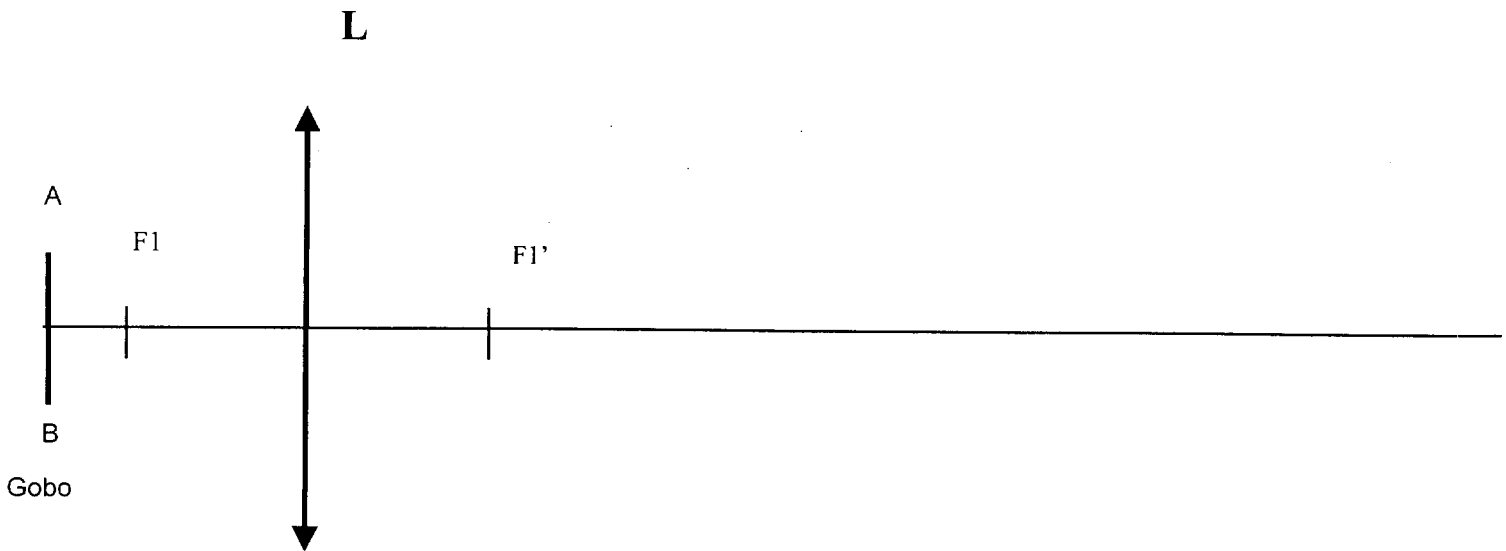
NE RIEN ÉCRIRE

DOCUMENTS RÉPONSES (à rendre obligatoirement avec la copie)

DOCUMENT-RÉPONSE DR1



DOCUMENT-RÉPONSE DR2



DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

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)

* Uniquement s'il s'agit d'un

Repère : MVTSP Session : 2008
Page : 7/7

Durée : 3 H
Coefficient : 2

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

DOCUMENT-RÉPONSE DR3

