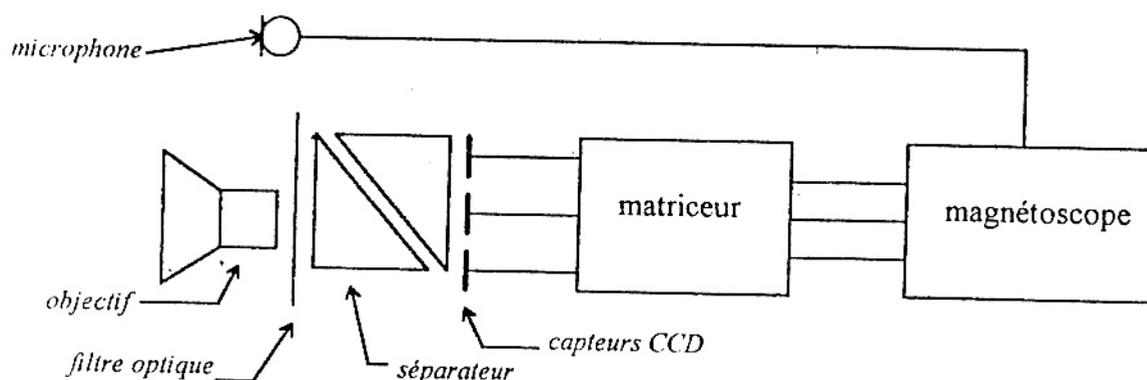


EPREUVE DE PHYSIQUE APPLIQUEE

L'emploi de tout document est interdit mais celui d'une calculatrice conforme à la réglementation est autorisé.

Les documents réponses sont à rendre avec la copie.

Nous allons étudier le principe de captation d'une image vidéo et d'un son. Le schéma de principe du système est le suivant :



Il s'agit d'une caméra tri-CDD délivrant des signaux composantes (par exemple la caméra Sony DXC 325) à un magnétoscope de type Bétacam SP permettant d'enregistrer à la fois un son de manière analogique et numérique (par exemple le magnétoscope BVW 85).

On peut filmer une statuette blanche éclairée par la lumière du jour dans un musée et enregistrer le commentaire du conservateur.

Ce sujet est commun à toutes les options du BTS Audiovisuel. Les candidats des différentes options ne doivent traiter que les questions qui leurs sont réservées. Chaque question est précédée d'un tableau donnant son barème. Par exemple :

E	S	I	M
0	2	3	3

Cela signifie que cette question ne doit pas être traitée par les candidats de l'option exploitation, qu'elle sera notée sur 2 pour les candidats de l'option son et sur 3 points pour l'option image et montage.

Les six parties sont indépendantes et peuvent se traiter dans un ordre quelconque. Les réponses devront impérativement être précédées du numéro de la question. Les documents réponses sont fournis dans les dernières pages du sujet.

Page 2/1 5

I - Objectif de la caméra :

Nous allons étudier le principe de cet objectif en nous basant sur deux modèles très simplifiés.

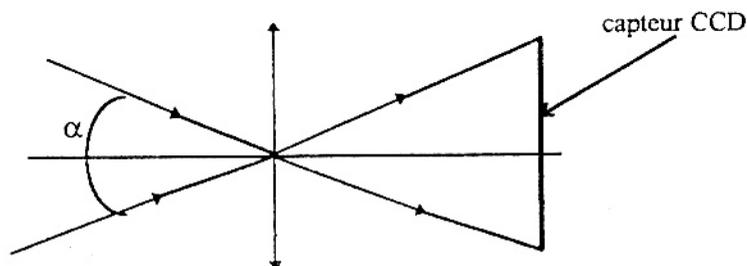
I.1 - Objectif à 1 lentille

Nous supposons que l'objectif ne comporte qu'une seule lentille convergente, de distance focale $f = 150$ mm.

Les capteurs CCD de la caméra sont rectangulaires, de dimensions 8,8 mm X 6,6 mm (format 2/3")

I.1.a - Calculer la diagonale du capteur et l'angle de champ en diagonale α de cet objectif en supposant que la mise au point est faite à l'infini.

E	S	I	M
0	0	2	3



E	S	I	M
0	0	2	3

I.1.b - Sachant que la statuette filmée est placée à une distance de 2,4 m de l'objectif et qu'elle mesure 10 cm de haut, calculer la distance à laquelle doit se trouver le capteur CCD du centre optique de la lentille et la taille de l'image de la statuette sur le capteur.

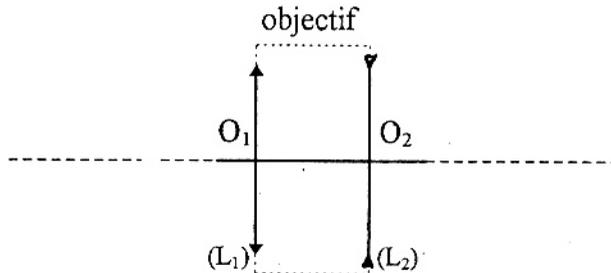
E	S	I	M
0	0	1	2

I.1.c - Quel est l'encombrement e du système optique, c'est-à-dire la distance qui sépare l'entrée de l'objectif et le capteur CCD ?

Page 3/15

I.2 - Objectif à 2 lentilles :

L'objectif étudié comporte maintenant deux lentilles minces, l'une convergente (L_1), l'autre divergente (L_2).



La distance qui sépare les 2 centres optiques est O_1O_2 .

E	S	I	M
3	0	3	0

I.2.a - Pour étudier le principe de fonctionnement du système, nous allons supposer que l'objet, de hauteur $A_0B_0 = 10$ cm, se trouve à une distance de 40 cm de la lentille (L_1). La distance O_1O_2 est égale à 10 cm et les distances focales des deux lentilles sont $f_1 = 15$ cm et $f_2 = -20$ cm.

- Déterminer la position, la nature et la taille de l'image A_2B_2 donnée de l'objet A_0B_0 par les deux lentilles en construisant sur le papier millimétré différents rayons lumineux issus du point B_0 .

On construira l'image A_1B_1 donnée de l'objet A_0B_0 par la première lentille, cette image intermédiaire jouant le rôle d'objet pour la 2^{ème} lentille. L'échelle proposée pour la construction est 1/5 (1cm représente 5 cm).

E	S	I	M
0	0	3	0

I.2.b - En réalité, les données de l'étude sont les suivantes : les distances focales des deux lentilles sont $f_1 = 61$ mm et $f_2 = -36$ mm. La distance O_1O_2 est égale à 4 cm. La statuette mesure 10 cm ($A_0B_0 = 10$ cm) et elle est placée à une distance de 2,35 m de la lentille d'entrée de l'objectif de la caméra.

- Calculer la distance séparant la lentille (L_2) du capteur, puis le grandissement. En déduire l'encombrement e du système et le comparer au résultat trouvé à la question I.1.c. Conclure.

E	S	I	M
0	0	2	0

I.2.c - Calculer la distance focale f de la lentille équivalente à l'association des deux lentilles (L_1) et (L_2). Conclure.

Page 4/15

I.3 - Correction d'un défaut de lentille :

La vergence c d'une lentille est donnée par la relation suivante : $c = (n - 1).A$, dans laquelle n est l'indice du milieu transparent constituant la lentille et A une constante dont la valeur est fonction des rayons de courbure des faces de la lentille.

E	S	I	M
2	0	2	2

I.3.a - La lentille étudiée est fabriquée dans un verre "crown" dont l'indice varie avec la longueur d'onde de la lumière monochromatique qui le traverse :

pour $\lambda_R = 700$ nm, on a $n_{C(R)} = 1,501$

pour $\lambda_V = 540$ nm, on a $n_{C(V)} = 1,514$

pour $\lambda_B = 470$ nm, on a $n_{C(B)} = 1,523$

Pour cette lentille, la constante est : $A = 12,97 \text{ m}^{-1}$.

- Calculer les distances focales f_R , f_V , f_B de cette lentille pour chaque lumière monochromatique. Comment appelle-t-on le défaut que nous venons de mettre en évidence ?

E	S	I	M
0	0	4	3

I.3.b - Pour corriger ce défaut, il faut accoler deux lentilles, une fabriquée en verre "crown" et l'autre en verre "flint".

On connaît les indices $n_{C(R)}$, $n_{C(V)}$, $n_{C(B)}$ du verre "crown" pour les longueurs d'ondes λ_R , λ_V , λ_B (question I.3.a) et on donne les indices $n_{F(R)}$, $n_{F(V)}$, $n_{F(B)}$ du verre "flint" pour les mêmes longueurs d'ondes :

pour $\lambda_R = 700$ nm, on a $n_{F(R)} = 1,603$

pour $\lambda_V = 540$ nm, on a $n_{F(V)} = 1,646$

pour $\lambda_B = 470$ nm, on a $n_{F(B)} = 1,680$

On sait de plus que la distance focale de l'ensemble formé par les deux lentilles accolées est $f = 150$ mm pour les deux lumières définies par λ_R et λ_B .

- Calculer les valeurs A_C et A_F de la constante A pour chacune des deux lentilles accolées. En déduire la nature de ces deux lentilles.

- Calculer alors la distance focale de l'ensemble formé par les deux lentilles accolées pour la lumière de longueur d'onde λ_V . Le défaut constaté à la question I.3.a est-il corrigé ?

Page 5/15

II - Colorimétrie :

On considère que la lumière qui traverse l'objectif de la caméra est composée de trois lumières monochromatiques rouge, verte, bleue.

Les longueurs d'onde de ces radiations sont respectivement $\lambda_R = 700 \text{ nm}$, $\lambda_V = 540 \text{ nm}$, $\lambda_B = 470 \text{ nm}$ et leurs luminances $Y_R = 6,84 \text{ cd.m}^{-2}$, $Y_V = 22,60 \text{ cd.m}^{-2}$, $Y_B = 3,54 \text{ cd.m}^{-2}$.

E	S	I	M
2	2	1	2

II.1 - Placer les trois lumières monochromatiques sur le diagramme de chromaticité fourni (document réponse B) et en déduire leurs coordonnées trichromatiques.

E	S	I	M
3	3	3	3

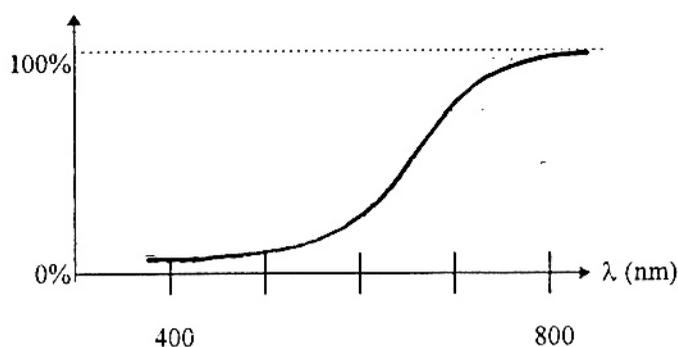
II.2 - Déterminer les coordonnées de la lumière résultante du mélange des trois lumières monochromatiques. Comparer le résultat obtenu avec les coordonnées trichromatiques du blanc de référence : $x = 0,310$ et $y = 0,316$.

E	S	I	M
2	1	1	2

II.3 - Quelle est la luminance du mélange des trois lumières monochromatiques ?

III - Filtre de conversion :

On donne la courbe de transmission du filtre optique n° 3 de la caméra :



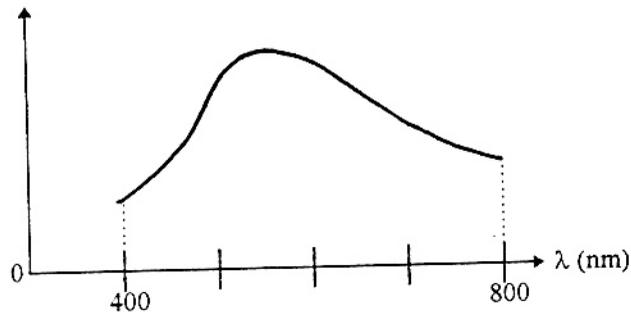
Page 6/15

E	S	I	M
0	2	2	4

III.1 - Ce filtre réalise la conversion $5\,600\text{ K} \rightarrow 3\,200\text{ K}$. Que représentent ces chiffres ?

E	S	I	M
0	0	2	0

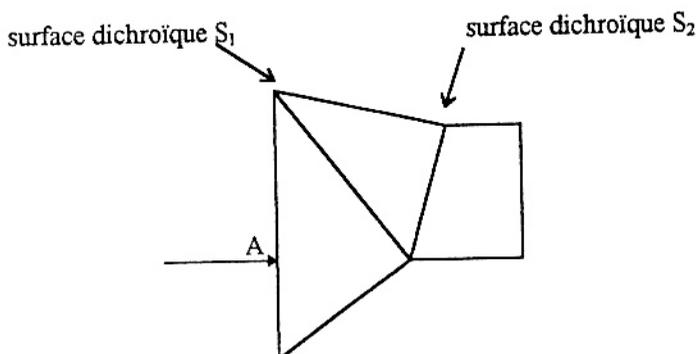
III.2 - La courbe de densité spectrale d'énergie de la lumière incidente en fonction de sa longueur d'onde dans le vide à l'allure suivante :



- Tracer l'allure de la courbe de densité spectrale d'énergie de la lumière émergent du filtre.
- Quelle va être la teinte approximative de cette lumière (justifier votre réponse) ?

IV - Séparateur dichroïque :

Le système représenté ci-dessous illustre le principe de réalisation d'un filtre séparateur. Ce filtre est fabriqué dans un verre d'indice $n = 1,6$. Il contient deux surfaces dichroïques, notées S_1 et S_2 , qui permettent de séparer les couleurs primaires. Ce séparateur est placé dans l'air d'indice $n = 1,0$.



Page 7/15

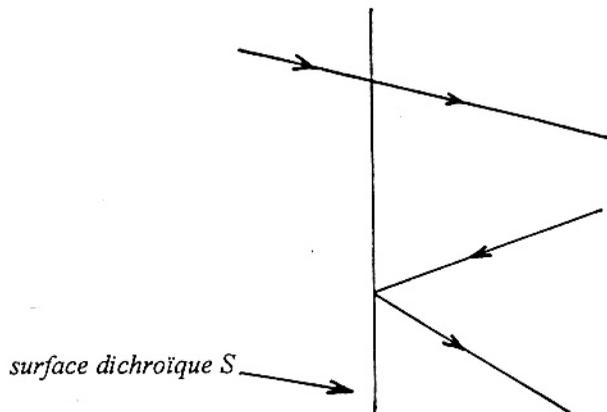
Nous allons supposer que la lumière incidente est composée de trois lumières monochromatiques de longueurs d'onde $\lambda_R = 700 \text{ nm}$, $\lambda_V = 540 \text{ nm}$, $\lambda_B = 470 \text{ nm}$, et que l'indice du verre utilisé ne dépend pas de la longueur d'onde de la lumière qui le traverse.

E	S	I	M
1	1	1	2

IV.1 - Donner l'expression littérale puis la valeur numérique de l'angle d'incidence maximal au-delà duquel le passage de la lumière du verre d'indice $n = 1,6$ à l'air est impossible.

E	S	I	M
4	4	4	4

IV.2 - On suppose que les surfaces dichroïques qui se trouvent à l'intérieur du séparateur ne dévient pas la lumière transmise si elle se propage de la gauche vers la droite et qu'elles la réfléchissent si elle se propage de la droite vers la gauche.



La surface S_1 réfléchit la lumière bleue et la surface S_2 réfléchit la lumière rouge.
En notant A, B, C les différents points du séparateur où les rayons lumineux changent de direction, tracer sur le document réponse C le cheminement des trois lumières rouge, verte et bleue au travers du séparateur en supposant que le rayon incident arrive perpendiculairement à la face d'entrée du séparateur (on justifiera toutes les valeurs d'angle et les changements de direction des rayons lumineux).

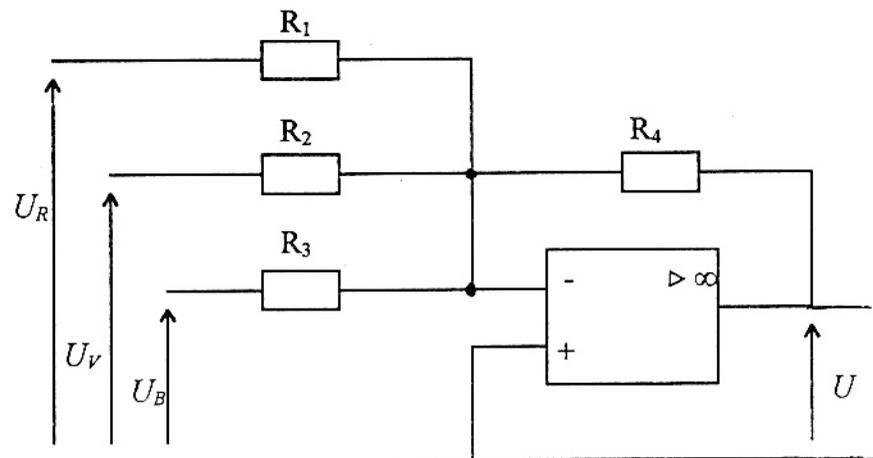
Page 8/15

V - Matricage :

A partir des signaux (R, V, B) élaborés par les capteurs CCD fixés sur le séparateur, on souhaite obtenir les trois signaux composantes. Nous allons étudier le principe du matricage du signal de luminance.

E	S	I	M
2	3	3	3

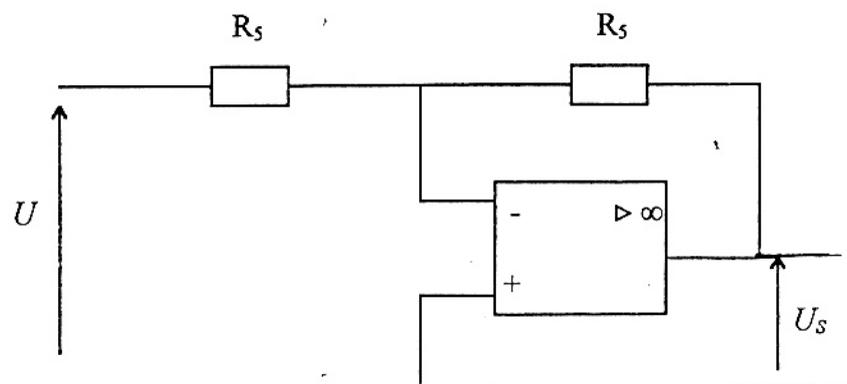
V.1 - Soit le montage n° 1 suivant :



- Exprimer la tension de sortie U du montage en fonction des tensions d'entrées U_R , U_V , U_B et des résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .
- Quel est le nom de ce montage ?

E	S	I	M
2	3	2	3

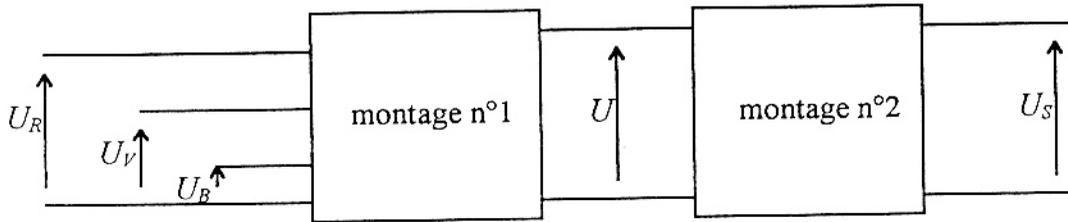
V.2 - Soit le montage n° 2 suivant :



- Exprimer la tension de sortie U_s du montage en fonction de la tension d'entrée U .
- Quel est le nom de ce montage ?

E	S	I	M
1	2	1	2

V.3 - On associe les deux montages précédents :



- Exprimer la tension U_S en fonction des tensions d'entrée U_R , U_V , U_B et des résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .

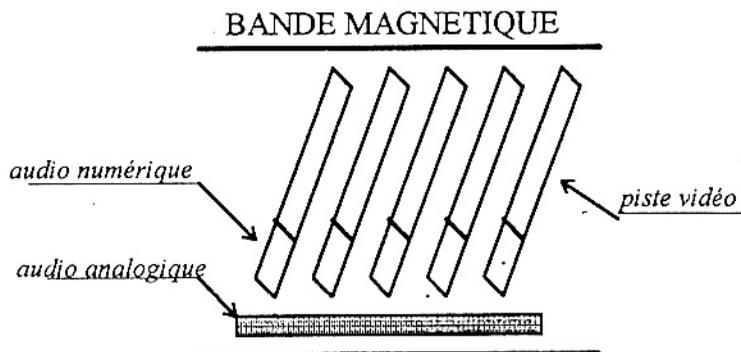
E	S	I	M
1	2	1	2

V.4 - Application numérique :

- Calculer l'expression numérique de la tension U_S en fonction des tensions d'entrée U_R , U_V , et U_B pour $R_1 = 3\,320\ \Omega$, $R_2 = 1\,620\ \Omega$, $R_3 = 9\,090\ \Omega$, $R_4 = 1\text{ k}\Omega$

VI - Enregistrement numérique :

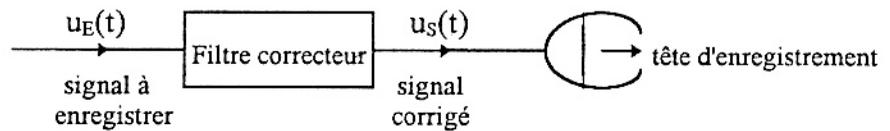
L'enregistrement d'un son par le magnéto BVW 85 peut se faire selon deux procédés : si le premier enregistre un son analogique sur une piste longitudinale, le second enregistre un son numérique sur une piste transversale, en même temps que la vidéo (son PCM).



Page 10/15

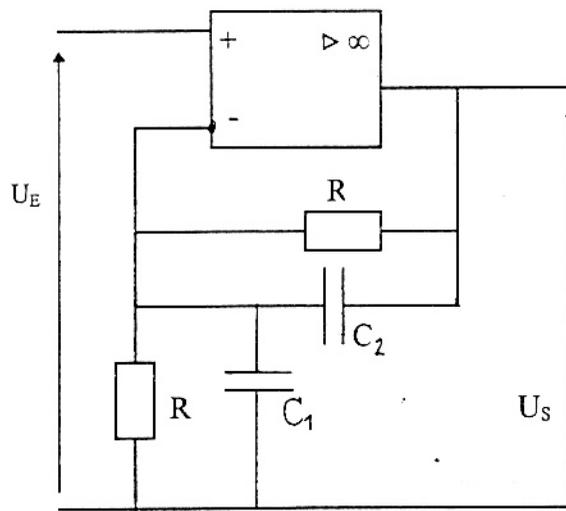
VI.1 - Enregistrement analogique :

Lors de l'enregistrement d'un son par ce procédé, il est nécessaire d'amplifier les composantes de haute fréquence du signal audio. En effet, de par sa conception, le transducteur signal électrique \rightarrow signal magnétique va atténuer cette partie du signal (effet d'entrefer). Nous nous proposons d'étudier le filtre correcteur à l'enregistrement.



E	S	I	M
5	5	0	0

VI.1.a - Le montage est le suivant : nous allons l'étudier en régime sinusoïdal.



- Exprimer la fonction de transfert complexe \underline{T} du montage et la mettre sous la forme :

$$\underline{T} = T_0 \cdot \frac{1 + j \cdot \frac{f}{f_1}}{1 + j \cdot \frac{f}{f_2}}$$

- On donnera les expressions de T_0 , f_1 et f_2 en fonction de R , C_1 et C_2 .

Page 11/1 5

E	S	I	M
2	2	0	0

VI.1.b - Calculer le module T de \underline{I} en fonction de T_0 , T_2 , et T_1 et mettre le gain G du montage sous la forme :

$$G = G_0 + G_1 - G_2$$

E	S	I	M
2	2	0	0

VI.1.c - Application numérique : on donne $R = 4,7 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 18 \text{ nF}$ et $C_2 = 2,2 \text{ nF}$. Calculer G_0 , f_1 et f_2 .

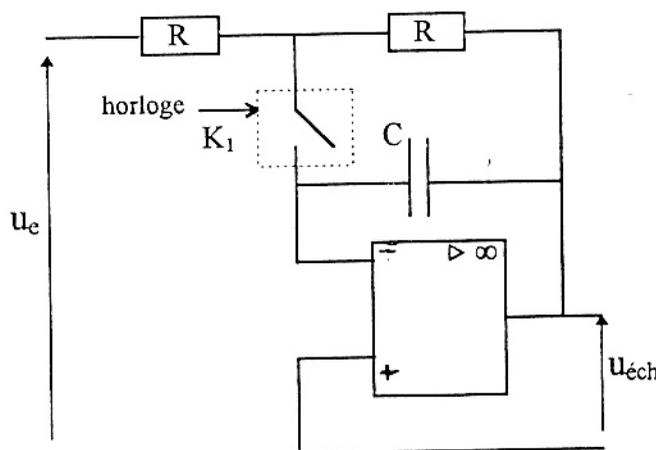
- En déduire l'allure de la courbe de réponse en gain en fonction de la fréquence lorsqu'on utilise une échelle logarithmique pour la fréquence.

VI.2 - Enregistrement numérique :

Nous allons étudier le principe de conversion des signaux analogiques fournis par le microphone en signaux numériques.

E	S	I	M
3	3	0	0

VI.2.a - Etude de l'échantillonneur-bloqueur :



L'interrupteur K_1 est un interrupteur électronique commandé par une horloge délivrant des impulsions de courte durée et l'amplificateur opérationnel du montage fonctionne en régime linéaire quelle que soit la position de K_1 .

Pour l'étude de ce circuit, nous allons supposer que le signal $u_e(t)$ est un signal sinusoïdal de pulsation ω .

Page 12/15

* l'interrupteur K_1 est fermé :

- Exprimer le rapport des tension complexes $\frac{U_{\text{éch}}}{U_e}$ en fonction de R, C et ω
- Que deviennent le module de ce rapport et le déphasage de $u_{\text{éch}}(t)$ par rapport à $u_e(t)$ si $RC\omega \ll 1$? En déduire la relation entre $u_{\text{éch}}(t)$ et $u_e(t)$.

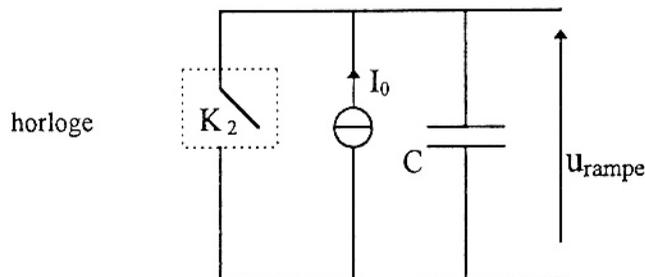
* l'interrupteur K_1 est ouvert :

Soit t_0 la date d'ouverture de K_1 et notons V_0 la valeur de $u_{\text{éch}}(t)$ à cet instant. Quelle est la valeur de $u_{\text{éch}}(t)$ à $t \geq t_0$?

- Si la condition $RC\omega \ll 1$ est réalisée, expliquer comment ce montage réalise la fonction échantillonneur-bloqueur.

E	S	I	M
2	2	0	0

VI.2.b - Etude du générateur de rampe :



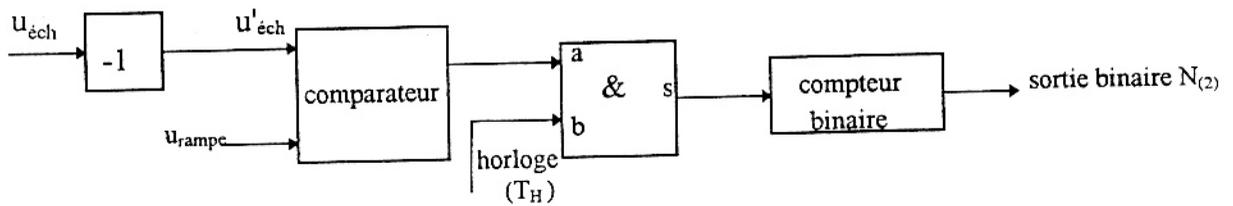
L'interrupteur K_2 est un interrupteur électronique commandé par une horloge. On suppose que le condensateur est déchargé à l'instant initial t_0 (K_2 s'ouvre).

- Déterminer la loi de variation de la tension u_{rampe} en fonction du temps et tracer le graphe correspondant.

Page 13/15

E	S	I	M
3	3	0	0

VI.2.c - Etude de convertisseur analogique-numérique :



On donne la table de vérité de la porte logique ET(&) :

a	b	s
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

La tension $u_{\text{éch}}$ étant négative, l'inverseur change son signe. Le comparateur délivre sur l'entrée a de la porte logique un niveau haut tant que la condition $u_{\text{rampe}} > u_{\text{éch}}$ est satisfaite et un niveau logique bas dès que $u_{\text{rampe}} = u_{\text{éch}}$. Sur l'entrée b de la porte est appliqué un signal d'horloge de période T_H .

On suppose que la conversion numérique de la tension $u'_{\text{éch}}$ commence à la date $t = t_0$ (à laquelle le compteur est à 0) et qu'elle est terminée à la date t_1 . On note le résultat fourni par le compteur binaire $N_{(2)}$ et ce même résultat en base 10 est noté $N_{(10)}$ (par exemple, si $N_{(2)} = 00\ 000\ 101$, alors $N_{(10)} = 5$).

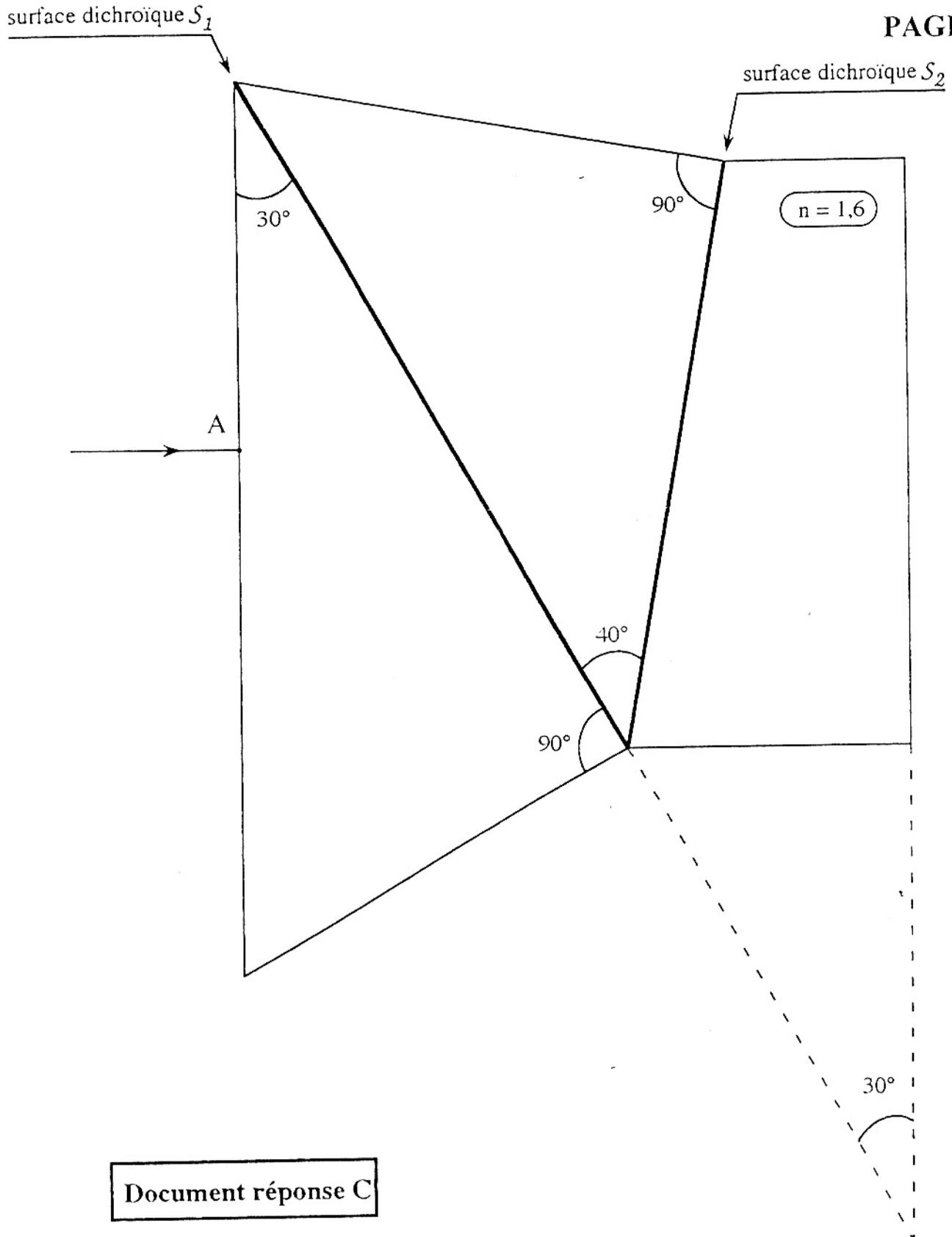
- Exprimer la durée de conversion $\Delta t = t_1 - t_0$ en fonction de $N_{(10)}$ et T_H .
- En utilisant le résultat de la question VI.2.b, montrer que $N_{(10)}$ est proportionnel à la tension $u_{\text{éch}}$ (on déterminera la constante de proportionnalité).

NOM :
(en majuscules)

Prénoms :

Académie d'inscription : N° d'inscription :

Nature ou repère de l'épreuve :



NOM :
(en majuscules)

Prénoms :

Académie d'inscription :

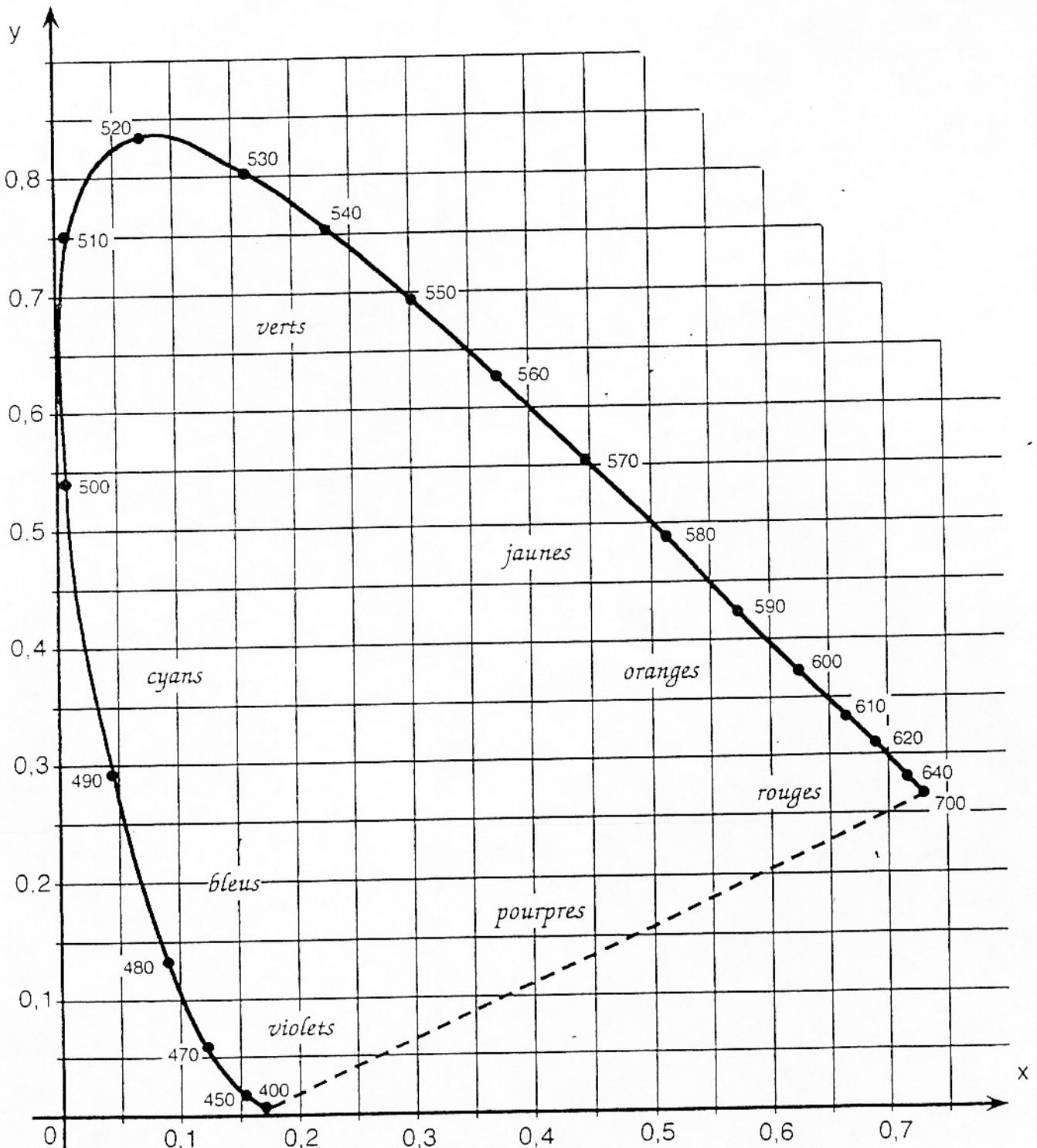
N° d'inscription :

Nature ou repère de l'épreuve :

FBN4

Document réponse B

PAGE : 15/15



ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

Nous allons étudier dans ce sujet quelques problèmes qui se posent lors d'un débat se déroulant sur un plateau. Ce débat doit être simultanément enregistré (pour diffusion audiovisuelle) et diffusé au public présent dans la salle.

L'étude comporte plusieurs parties indépendantes :

- étude d'un éclairage par projecteur à lentille de Fresnel ;
- caractéristiques d'une caméra vidéo ;
- étude d'un projecteur de découpe ;
- la diffusion sonore ;
- étude de la répartition électrique des signaux dans une enceinte
- étude d'un vumètre.

Le sujet est commun à toutes les options du B.T.S. audiovisuel (sauf l'option administration). Les questions à traiter sont différenciées pour chaque option ; elles sont précédées d'un barème explicite. Par exemple, la question 3.2 est précédée de la mention suivante :

3.2			
E	S	I	M
2	0	2	3

Ce qui signifie qu'elle doit être traitée uniquement par les options exploitation, image et montage. Elle vaut 2 points pour les candidats des options exploitation et image, et 3 points pour ceux de l'option montage.

Remarques :

- ☞ Le sujet comporte 10 pages (y compris celle-ci) d'énoncé, un document annexe et un document réponse.
- ☞ Le travail à effectuer est *imprimé en italique*.
- ☞ Les parties étant indépendantes, elles peuvent être traitées dans un ordre quelconque mais le candidat doit **impérativement** faire précéder ses réponses du numéro de la question correspondante (qui est noté sur la première ligne du barème).
- ☞ Dans chaque partie, les questions étant assez souvent indépendantes, il est conseillé au candidat de ne pas se bloquer sur une question qui lui semble difficile mais de lire l'ensemble de l'énoncé.
- ☞ Ne pas oublier de rendre le document réponse.

1) Étude d'un éclairage par projecteur à lentille de Fresnel :

On **considère** un projecteur à lentille de Fresnel ayant une puissance électrique nominale (absorbée) de 1 kW.

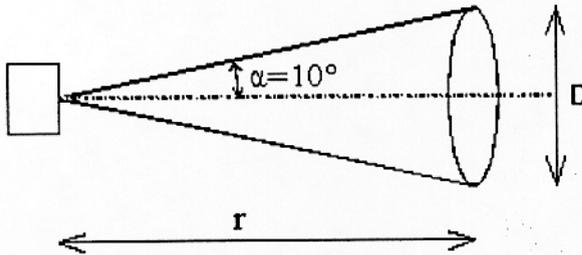
Le flux utile représente seulement 60 % du flux total.

L'efficacité de la lampe est de 27 lm/W.

1.1			
E	S	I	M
2	2	2	3

Calculer le flux photométrique utile Φ_v .

Le projecteur rayonne dans une cône de révolution ayant un angle au sommet $\alpha = 10^\circ$ selon la figure ci dessous :



1.2			
E	S	I	M
2	2	2	2

Calculer le diamètre D et la surface S du cercle de lumière obtenu sur un plan perpendiculaire à l'axe du faisceau et situé à une distance $r = 6\text{m}$ du projecteur.

Pour toute la suite, on supposera que le rayonnement lumineux est uniforme dans tout le cône et qu'il est nul en dehors de celui-ci. On supposera également que la source est ponctuelle. On considérera que le flux photométrique (dans le cône) est $\Phi_v = 16000\text{ lm}$.

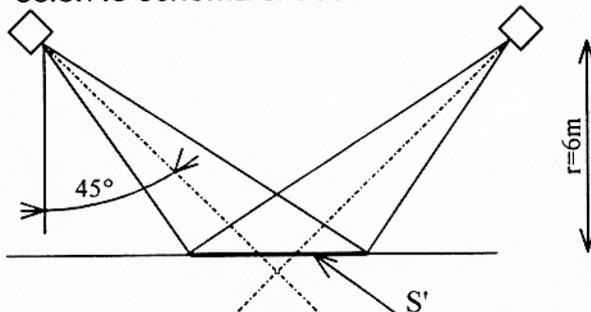
1.3			
E	S	I	M
2	3	2	2

Calculer l'angle solide Ω correspondant au cône et en déduire l'intensité lumineuse I de la source. On rappelle que $\Omega = 2 \cdot \pi \cdot (1 - \cos \alpha)$.

1.4			
E	S	I	M
2	0	2	2

En déduire l'éclairement E (en lux) reçu au centre de la surface S (à 6 m de la source).

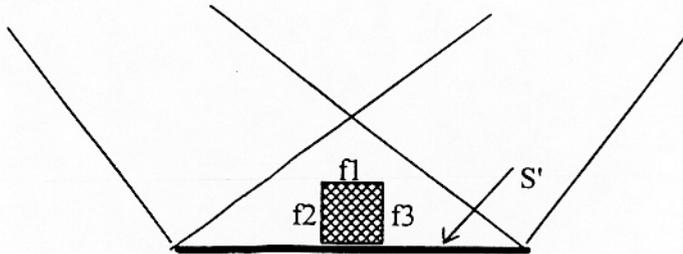
Afin d'éviter certaines ombres, on utilise maintenant deux projecteurs identiques et inclinés à 45° selon le schéma ci dessous :



1.5			
E	S	I	M
0	0	2	3

Quelle est la valeur de l'éclairement reçu au niveau la zone centrale de S' ?

On dispose maintenant sur S' un cube dont la longueur d'un côté est faible devant sa distance par rapport aux deux projecteurs. En conséquence, on admettra que les rayons lumineux issus de chaque projecteur et arrivant sur le cube sont parallèles et ont même longueur.



1.6			
E	S	I	M
0	0	3	3

Quelles sont les valeurs de l'éclairement au niveau des différentes faces f1, f2 et f3 ? (Pour cette question on négligera l'effet de la réflexion de la lumière sur la surface S').

2) Caractéristiques d'une caméra vidéo :

Les caméras utilisées sont de type Sony DXC-M7 et on peut lire sur la notice les caractéristiques suivantes :

Sensibilité : 2000 lux à $f : 5,6$ (sans gain supplémentaire)

Éclairement minimum : 29 lux à $f : 1,8$

Le sélecteur de gain a 3 positions de 0 dB, +9 dB et +18 dB.

2.1			
E	S	I	M
3	0	3	4

Calculer l'éclairement nécessaire à $f : 1,8$ avec un gain de 0 dB.

2.2			
E	S	I	M
2	0	3	0

Avec quel gain le constructeur a-t-il défini l'éclairement minimum ?

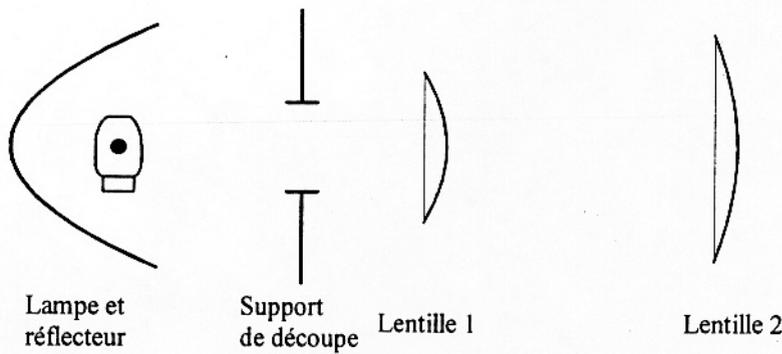
La surface à filmer reçoit un éclairement de 4500 lux et rayonne selon la loi de Lambert, avec un facteur de réflexion $\rho = 60 \%$.

2.3			
E	S	I	M
2	0	2	2

Calculer le nombre d'ouverture k de l'objectif de la caméra.

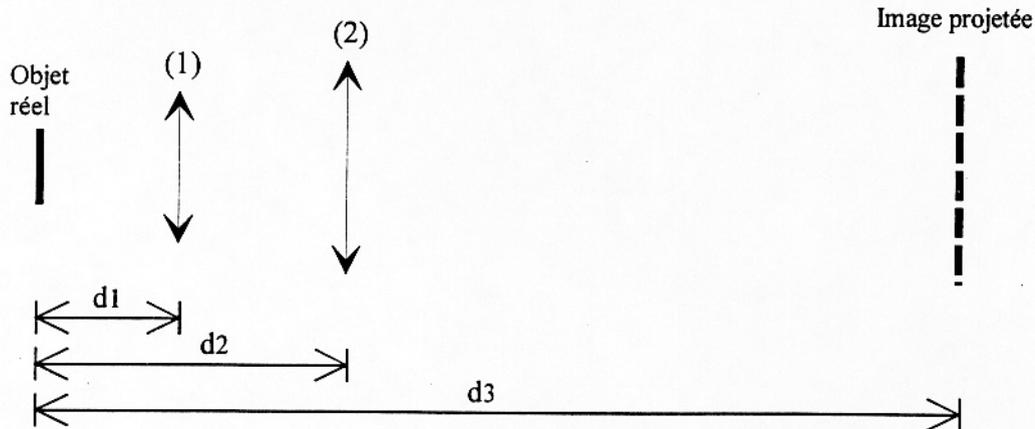
3) Étude d'un projecteur de découpe :

Afin d'utiliser au mieux un projecteur de découpe, on se propose d'étudier son fonctionnement. Un tel projecteur est constitué d'une lampe munie d'un réflecteur, d'un support pouvant recevoir un iris et/ou un masque de découpe, et de deux lentilles convergentes. L'ensemble est représenté sur le schéma ci-dessous :



Le réglage des positions des lentilles par rapport au support de découpe permet de régler la mise au point et le grandissement de l'image projetée.

La représentation simplifiée permettant d'étudier le système ne comportera donc que le support (qui est l'objet réel) et les deux lentilles convergentes (On considérera que les lentilles sont minces que l'on peut utiliser l'approximation de Gauss).



Les valeurs absolues des distances focales des lentilles (1) et (2) sont notées respectivement f_1 et f_2 .

On donne $f_1 = 150$ mm et $d_1 = 70$ mm.

3.1			
E	S	I	M
2	2	2	4

Construire, sur la figure 1 du document réponse, l'image que donnera la lentille (1) de l'objet réel. S'agit-il d'une image réelle ou virtuelle ? On notera A'' et B'' les points image correspondant aux points objets A et B (les points A et A'' sont sur l'axe).

3.2			
E	S	I	M
2	0	2	3

Établir l'expression du grandissement $\gamma_1 = \frac{A''B''}{AB}$ en fonction de f_1 et d_1 . Faire l'application numérique.

La distance entre l'objet et le centre optique de la lentille (2) est $d_2 = 320$ mm.

3.3			
E	S	I	M
3	0	2	2

Calculer la distance $A''O_1$ entre l'image donnée par la lentille (1) et le centre optique de la lentille (1). En déduire la distance $d_4 = A''O_2$.

La figure 2 du document réponse représente le système complet.

On a : $F_1O_1 = O_1F'_1 = f_1 = 150$ mm

$F_2O_2 = O_2F'_2 = f_2 = 350$ mm

$d_1 = 70$ mm

$d_2 = 320$ mm

3.4			
E	S	I	M
2	0	3	3

En utilisant les résultats des questions précédentes, construire sur la figure 2 du document réponse, l'image que donnera la lentille (2). (Les points A'' et B'' sont des points objets pour la lentille (2) et donnent les points images A' et B').

3.5			
E	S	I	M
0	0	3	0

Établir l'expression du grandissement $\gamma_2 = \frac{A'B'}{A''B''}$ donné par la lentille (2) en fonction de d_4 et f_2 . Faire l'application numérique.

3.6			
E	S	I	M
0	0	3	0

Calculer le grandissement global $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$. Calculer la hauteur de l'image projetée sachant que l'objet est un cercle de diamètre $D=10$ cm.

3.7			
E	S	I	M
0	0	4	0

Afin de projeter l'image à une plus grande distance, on désire augmenter d_3 sans changer d_1 . Faut-il augmenter ou diminuer d_2 ? Comment va évoluer la grandeur de l'image projetée ?

Concours
ou
Examen

Section
ou Spécialité :
ou Option (éventuellement)

NOM :
(en majuscules)

Prénoms :

Académie d'inscription : N° d'inscription :

Nature ou repère de l'épreuve :

GB-N,O,P,Q-4

Document réponse

Remarque :
les figures 1 et 2 correspondent aux situations proposées mais ne elles ne sont pas à l'échelle.

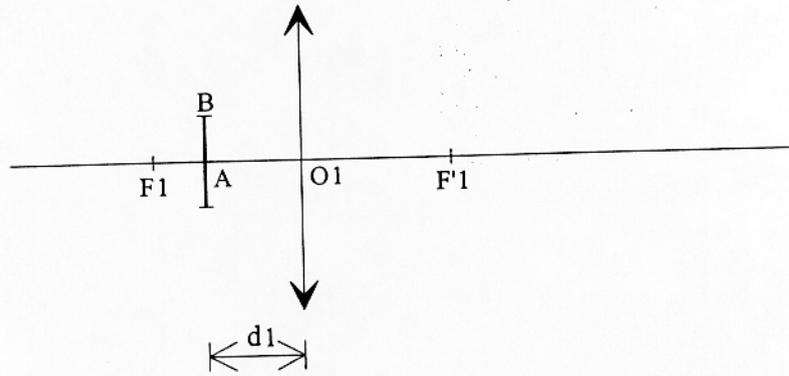


Figure 1

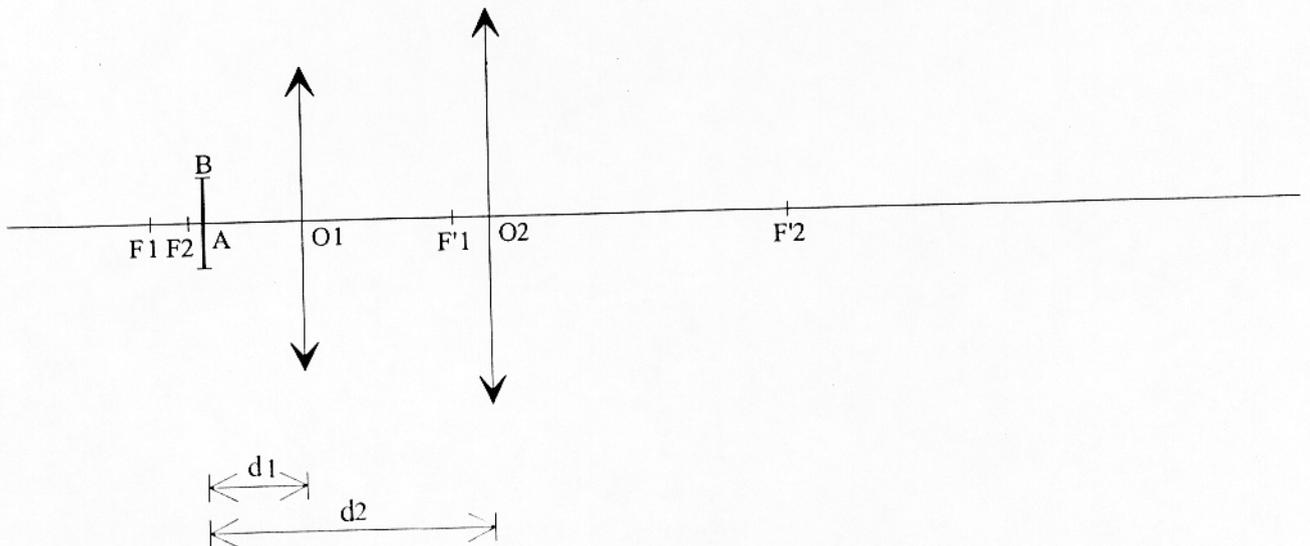


Figure 2

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES BTS Audiovisuel- option IMAGE

PARTIE COMMUNE

Ce sujet traite de quelques problèmes en relation avec la projection cinématographique.

Il comporte 9 pages dont 2 documents-réponses à rendre avec la copie.

Les parties sont indépendantes et peuvent se traiter dans un ordre quelconque.

Le travail demandé est imprimé en italique.

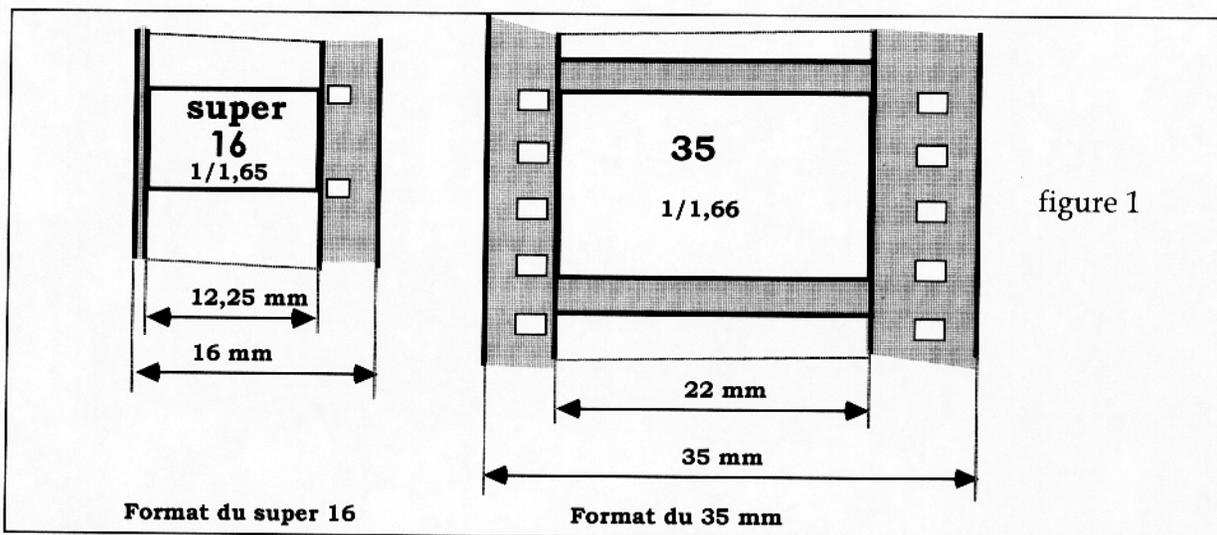
Les réponses aux questions devront impérativement être précédées de leur numéro d'ordre.

Ne pas oublier de rendre les documents-réponses.

1 - ETUDE DE LA PROJECTION CINÉMATOGRAPHIQUE

1-1 Optique géométrique

On doit projeter un film 35 mm sur un écran de 3m sur 5m situé à 20 mètres environ du projecteur. Les dimensions de la pellicule sont données figure 1.



1-1-1 On admettra que le film se trouve dans le plan focal du système optique assimilable à une lentille mince située à 20m de l'écran.

Déterminer d'après la figure 1 la distance focale de l'objectif et le champ angulaire horizontal correspondant au cadrage le plus large sur l'écran.

Quelle serait la focale nécessaire pour obtenir le même champ angulaire horizontal avec un film Super 16 mm ? Le champ angulaire vertical serait-il modifié ?

1-1-2 On admettra que l'objectif est assimilable à une lentille mince de distance focale f . La distance D entre le plan de la pellicule et l'écran est constante.

Exprimer la distance lentille-écran en fonction de f et de D lorsqu'on obtient une image nette de la pellicule sur l'écran.

Application numérique : $f=90\text{mm}$ et $D=20\text{m}$

En déduire les dimensions exactes de l'image projetée sur l'écran pour un film 35mm.

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES
BTS Audiovisuel- option IMAGE

PARTIE COMMUNE

1- 2 Optique photométrique

La lampe utilisée est une lampe à arc au xénon Tungstram de 2000 W.

1-2-1 L'efficacité lumineuse de la lampe étant de 40 lumens par watt, calculer le flux lumineux émis par la lampe lors de son fonctionnement.

En déduire l'intensité lumineuse moyenne de la lampe supposée source ponctuelle lorsqu'elle rayonne dans tout l'espace, puis l'éclairement reçu par une surface perpendiculaire à l'un des rayons et située à 30 cm de la lampe .

1-2-2 En réalité le faisceau est concentré par un miroir parabolique et produit un faisceau convergent (figure 2).

La surface éclairée à 30 cm de la lampe est un cercle de 30mm de diamètre.

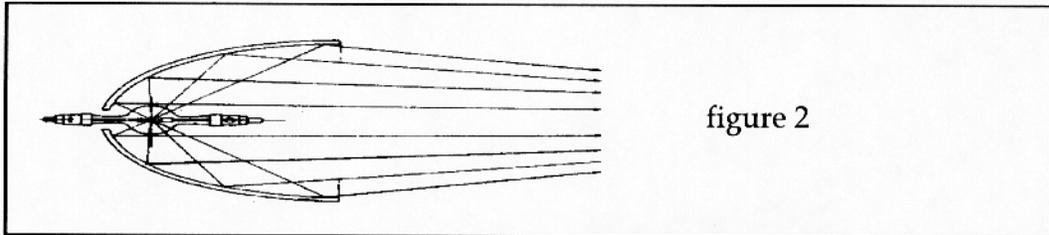


figure 2

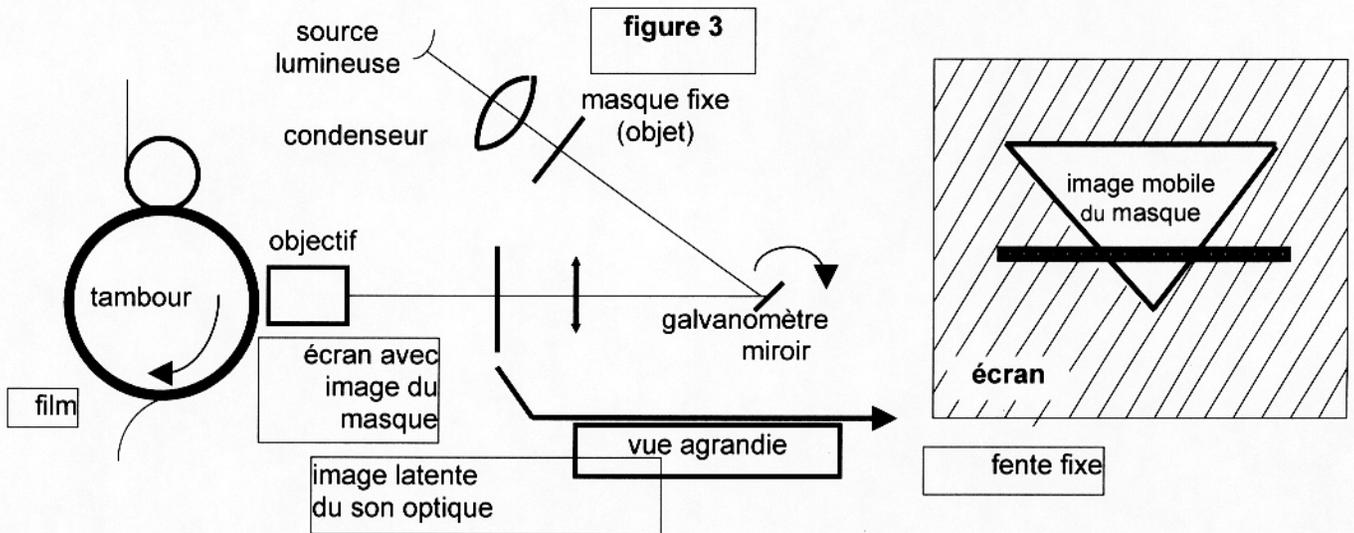
Calculer le nouvel éclairement sachant que le dispositif parabolique et les filtres anticaloriques ne transmettent que 95% du flux lumineux. Quel est l'avantage de ce dispositif ?

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES BTS Audiovisuel- option IMAGE

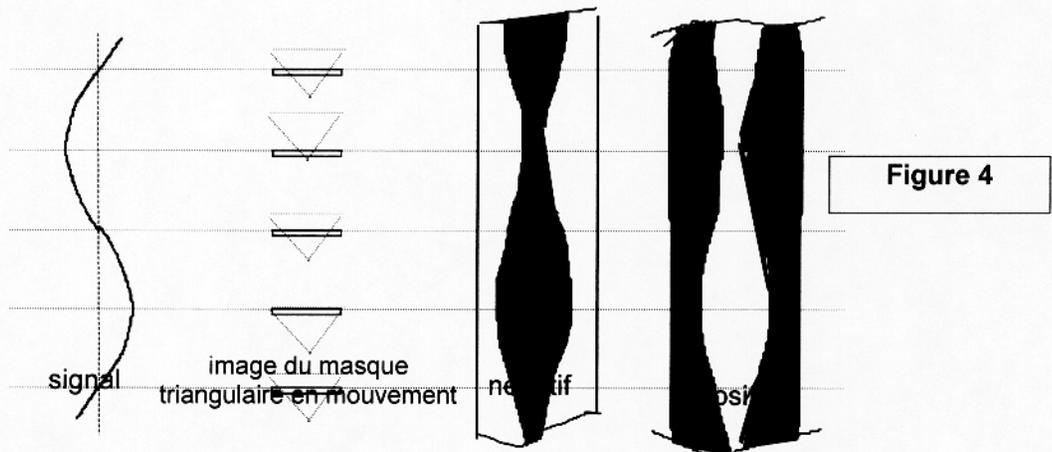
PARTIE COMMUNE

2 - ENREGISTREMENT OPTIQUE DU SON EN CINEMA.

Le son mixé final est transféré sur une émulsion photographique spécifiquement conçue pour le tirage optique. Une caméra spéciale transforme en modulations lumineuses le signal électrique provenant du mixage son. Cette caméra se compose d'un magasin, d'un système d'entraînement continu de la pellicule, d'une source de lumière et d'un modulateur de lumière utilisant un galvanomètre à cadre mobile et un masque à ouverture triangulaire fixe (figure 3).



Le signal de son mixé est envoyé dans le cadre du galvanomètre et l'image du masque se déplace verticalement sur un écran, éclairant une partie plus ou moins large d'une fente pratiquée sur celui-ci. L'objectif de la caméra forme sur la pellicule une image d'un trait lumineux de largeur variable représentant le signal de modulation (figure 4).

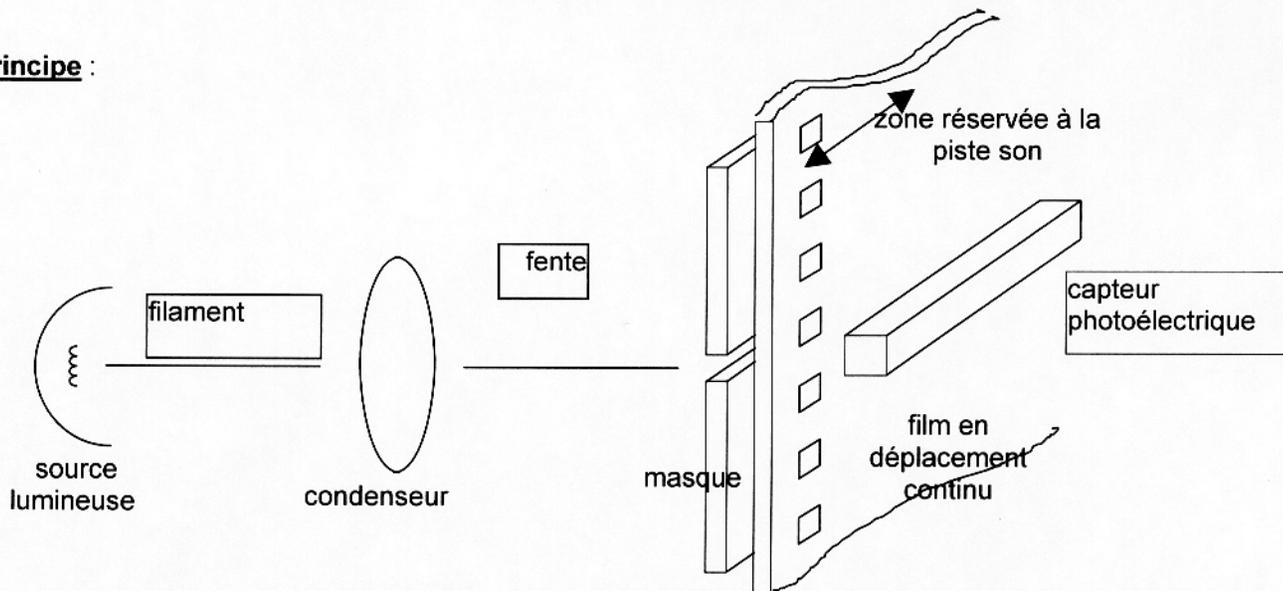


EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES BTS Audiovisuel- option IMAGE

PARTIE COMMUNE

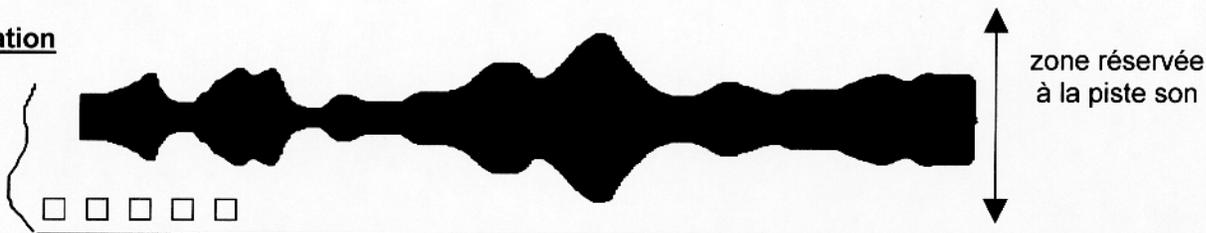
3 - LECTURE DE LA PISTE SON

Principe :



Une source lumineuse étalonnée envoie de la lumière à travers une fente derrière laquelle, la piste optique défile dans un mouvement continu. Une cellule photoélectrique mesure la lumière transmise et transforme le signal lumineux en signal électrique. Une chaîne électroacoustique transforme celui-ci en un signal acoustique.

Modulation



**3-1 A quelle modulation peut-on assimiler le signal enregistré et représenté ci-dessus, ?
Quelle est la partie du signal qui sera détectée lors de sa démodulation ?**

Afin de pouvoir restituer le signal lors de la lecture, il faut éviter la surmodulation lors de l'enregistrement. On peut exprimer l'amplitude du signal modulé qui est inscrit sur la piste, par la relation:

$$S = A_0 + k \cdot s_m$$

- A_0 : valeur de S quand $s_m = 0$.
 s_m : signal modulant (ici, il s'agit du signal audio)
 k : coefficient constant et positif.

3-2 Quelle valeur ne doit pas dépasser s_m pour éviter la surmodulation ? L'exprimer en fonction de k et A_0 .

3-3 Si le signal modulant est sinusoïdal : $s_m = A_m \cdot \cos(\omega_m \cdot t)$, déterminer m permettant de mettre S sous la forme $S = A_0 (1 + m \cdot \cos(\omega_m \cdot t))$. Comment s'appelle m ? Déterminer sa valeur maximale afin qu'il n'y ait jamais surmodulation.

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES
BTS Audiovisuel- option IMAGE

PARTIE COMMUNE

2-1 Etude du dispositif optique.

2-1-1 Représenter sur le document-réponse n°1 l'image A' du point A dans le miroir M. Effectuer le tracé des rayons lumineux.

Le miroir tourne d'un angle α . Montrer que le rayon réfléchi tourne d'un angle 2α .

Représenter la nouvelle image A'₁ de A .

2-1-2 Une modulation de 100% représente une occupation de 1,9mm sur la piste optique enregistrée (image latente du son optique) située entre l'image et les perforations.

La distance focale de l'objectif assimilé à une lentille mince est de 24mm, le film est situé à 30mm de la lentille.

Effectuer sur le document-réponse n°1 le tracé des rayons lumineux correspondant à la formation de cette image sur le document réponse.

2-2 Rapport signal sur bruit

On admettra que la largeur maximale de l'ouverture du masque (correspondant à une modulation de 100%) est $L_{max}=45mm$ et que le déplacement de l'image du masque est proportionnel à la tension du signal sonore.

La largeur de l'ouverture du masque n'est précise qu'à 0,1mm près. On admettra que la largeur de l'ouverture du masque représente le signal et que le bruit est constitué par l'incertitude sur cette même grandeur. Calculer en décibels le rapport signal sur bruit correspondant à la valeur nominale du signal estimée à 70% de modulation.

2-3 Détermination de la bande passante audio.

La distance totale entre deux images successives du film 35mm étant de 18,75mm, calculer la vitesse de défilement de la bande.

On rappelle que la projection se fait à 24 images par seconde en cinéma. Pour obtenir une réponse en fréquence satisfaisante, l'épaisseur e maximum de l'image de la fente lumineuse du masque sur la bande sonore du film 35mm est estimée à 0,0125mm (On pourra faire une analogie avec l'entrefer d'enregistrement magnétique et appliquer la relation $e \leq \lambda / 2$).

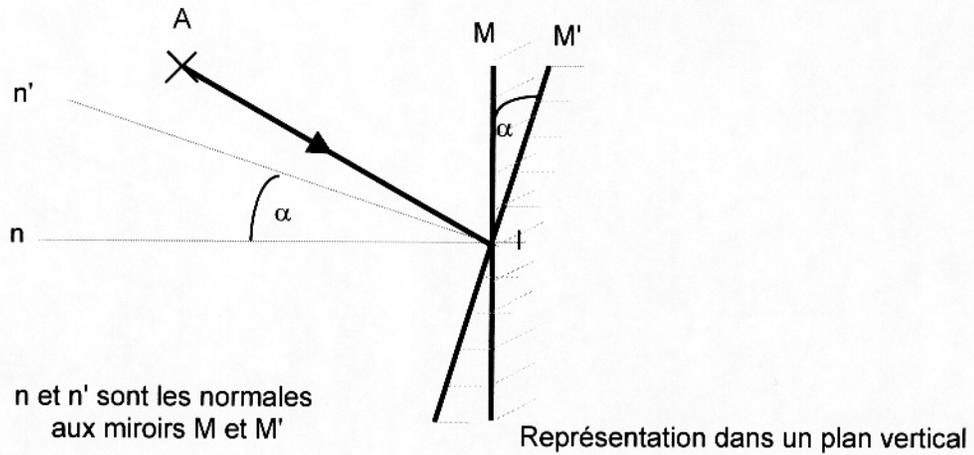
Quelle est la fréquence maximale du signal enregistré dans ces conditions ?

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES
BTS Audiovisuel- option IMAGE

PARTIE COMMUNE

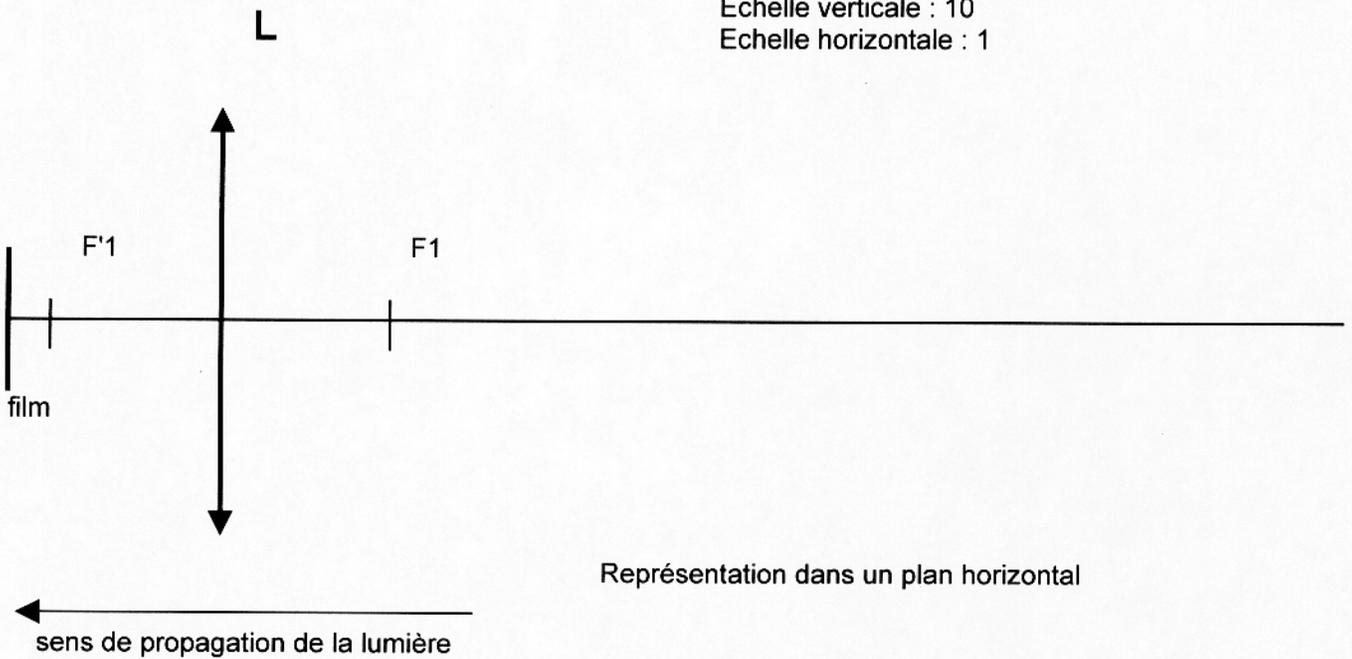
DOCUMENT-REPONSE N°1 (à rendre avec la copie)

QUESTION 2.1.1



QUESTION 2.1.2

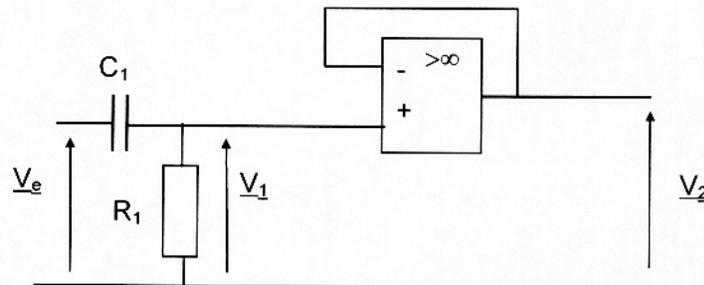
Echelle verticale : 10
Echelle horizontale : 1



EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES
BTS Audiovisuel- option IMAGE

PARTIE SPECIFIQUE

4-FILTRE



L'amplificateur opérationnel est considéré comme parfait.

4-1 Etablir la fonction de transfert $\underline{T}_1 = \frac{V_1}{V_e}$ en fonction de la pulsation ω , de R_1 et de C_1 .

4-2 Quel filtrage est réalisé par \underline{T}_1 ? Préciser l'ordre du filtre. Déterminer sa fréquence de coupure : f_c en fonction de R_1 et C_1 . Calculer f_c si $R_1 = 100\text{k}\Omega$ et $C_1 = 1\mu\text{F}$.

Tracer sur le document-réponse n°2 les asymptotes et l'allure de la représentation de Bode du gain de \underline{T}_1 en fonction de la fréquence ;

4-3 Etablir la relation entre V_2 et V_1 . Comment s'appelle ce montage? Quel est son rôle?

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES
BTS Audiovisuel- option IMAGE

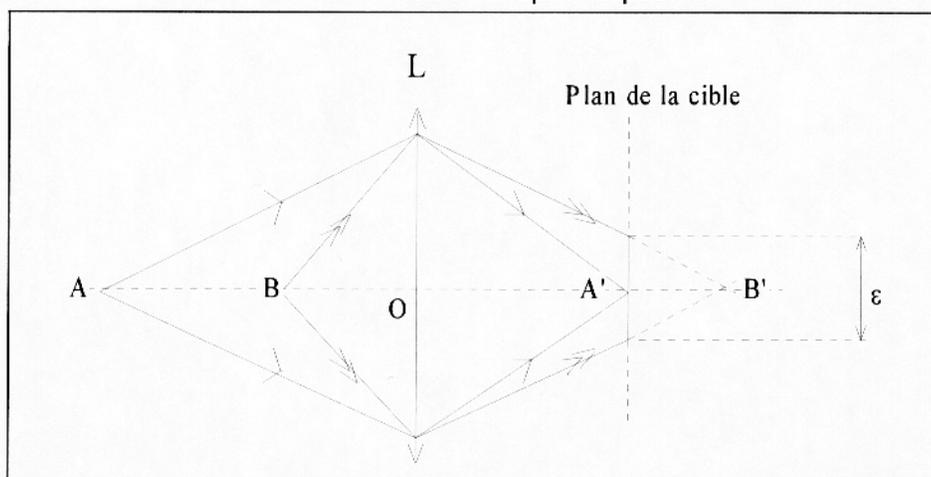
PARTIE SPECIFIQUE

5 - PROFONDEUR DE CHAMP

Nous étudions dans cette partie la profondeur de champ d'un objectif de caméra. Cette caméra n'ayant aucun lien avec l'installation étudiée précédemment.

On supposera que l'objectif est assimilable à une lentille mince convergente à focale variable.

Attention: les échelles ne sont pas respectées



La mise au point est faite en position "télé" sur un objet (A), supposé ponctuel, situé à 5 m du centre optique de l'objectif. La focale de l'objectif est réglable de 15 à 100mm. L'image d'un des points de l'objet, A, est un point A' .

On déplace alors l'objet de la position A à la position B pour laquelle l'image d'un des points de l'objet (B) est une tache de diamètre ε centrée sur A' .

5-1 Exprimer OB' en fonction de OA' , ε et du diamètre d du diaphragme.

Exprimer d en fonction n (n : nombre d'ouverture) et la focale f et le remplacer dans la relation

précédente pour la mettre sous la forme: $OB' = OA' \frac{f}{f - n \cdot \varepsilon}$.

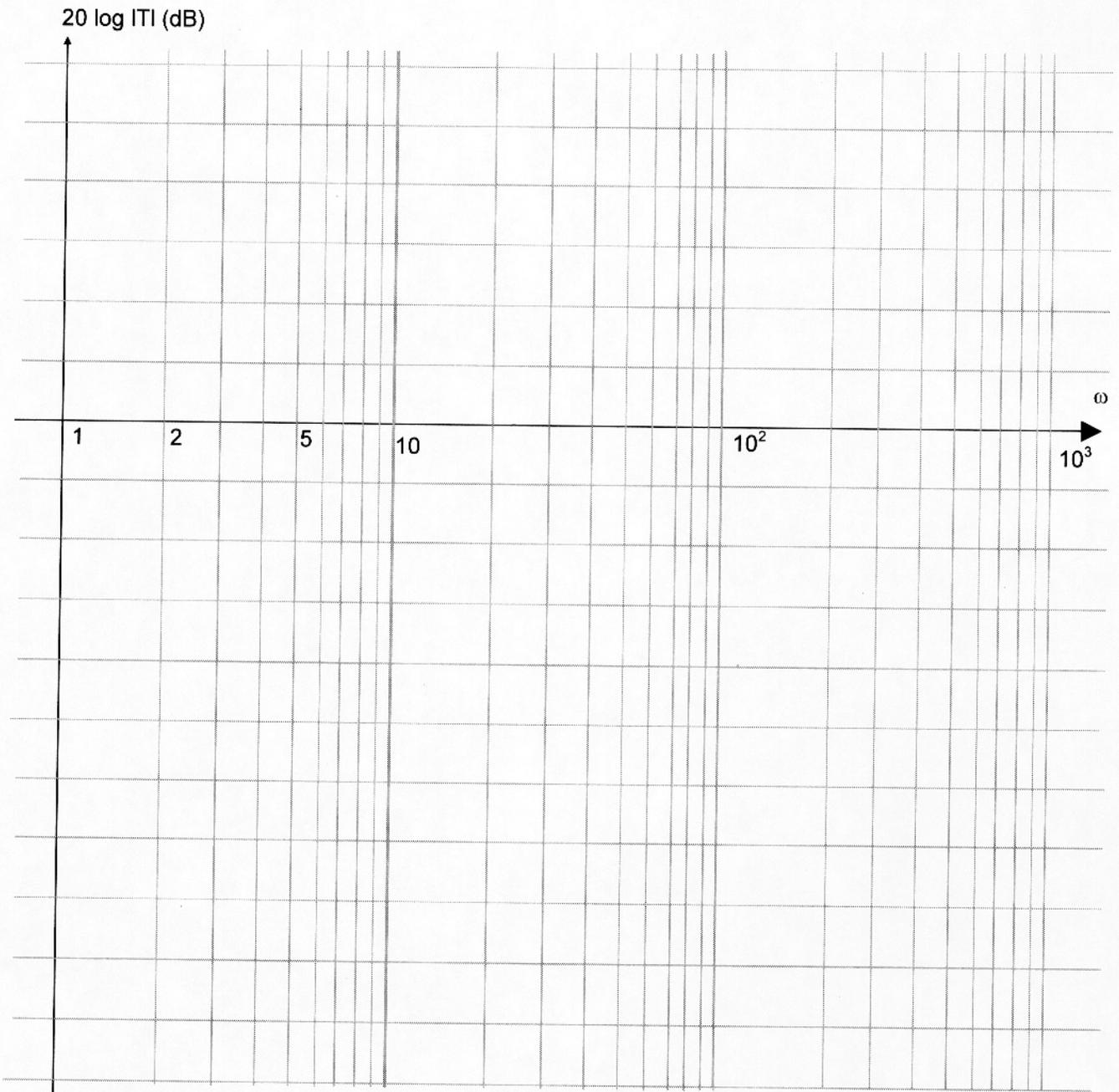
5-2 A l'aide de la relation de conjugaison, calculer OB lorsque $n = 5,6$, $\varepsilon = 11\mu\text{m}$ et $f=15\text{mm}$.

5-3 Définir à l'aide d'un croquis, en utilisant des couleurs, la profondeur de champ. Lorsque $n=5,6$ et $f = 100\text{mm}$, on obtient $OB = 4,853\text{m}$. D'après le résultat du 2-2, montrer l'influence de f sur la profondeur de champ.

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES
BTS Audiovisuel- option IMAGE

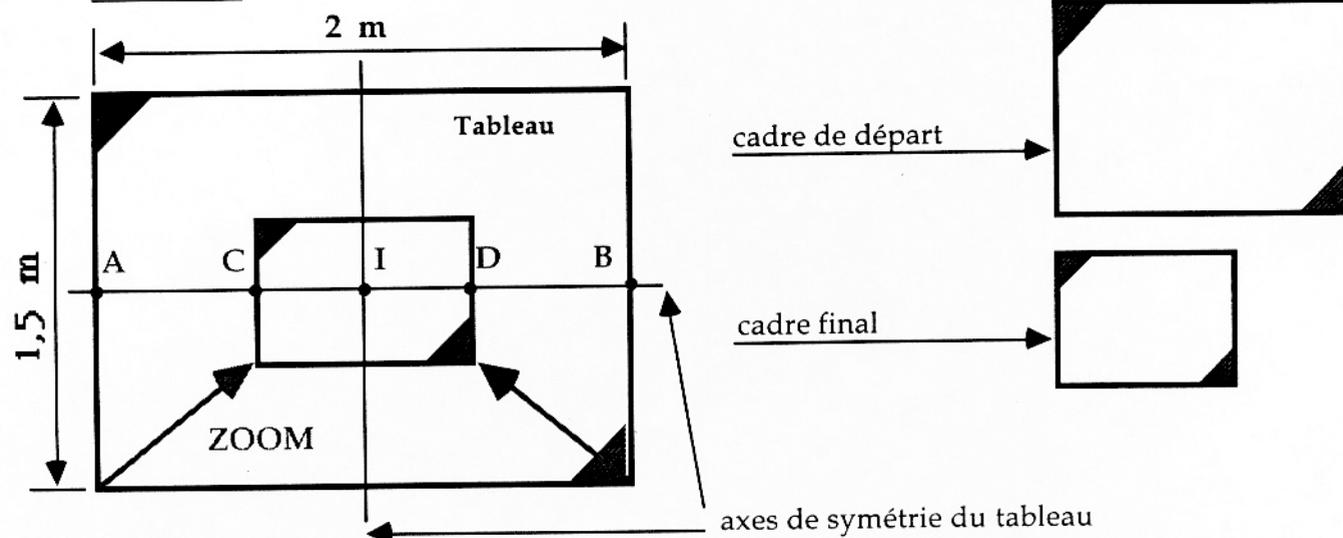
PARTIE SPECIFIQUE

DOCUMENT-REPONSE n°2 (à rendre avec la copie)



TRONC COMMUN : options I+E+M+S

- Les questions "optique" et "photométrie" sont indépendantes.
- En principe, aucune figure n'est à l'échelle.

I- OPTIQUEFigure 1

I.1 - On souhaite filmer un tableau de dimensions $1,5 \times 2$ m.

Par un zoom avant, on passe de son image "plein cadre", correspondant à AB, à un cadre plus serré, de largeur $CD = 40$ cm. Ces deux cadres ont même centre I.

La caméra vidéo, de format $2/3''$ (surface de chaque capteur CCD : $6,6 \times 8,8$ mm), est placée à 4 m du tableau, l'axe optique de son objectif étant perpendiculaire au tableau en I.

Calculez les focales extrêmes utilisées sur le zoom pour avoir les deux cadres souhaités en supposant que l'image formée par l'objectif reste toujours au voisinage du plan focal image de ce dernier.

I.2 - Par manque de recul, on est obligé de placer la caméra à seulement 2 m du tableau. Les cadres de départ et d'arrivée restant les mêmes et l'axe optique étant toujours perpendiculaire au tableau en I, calculez les focales extrêmes utilisées alors.

I.3 - On dispose d'un zoom Angénieux "14 x 10".

Indiquez ses focales extrêmes.

Quel accessoire faut-il ajouter à ce zoom pour pouvoir réaliser les prises de vues décrites à la question I.2 ?

II - PHOTOMÉTRIE

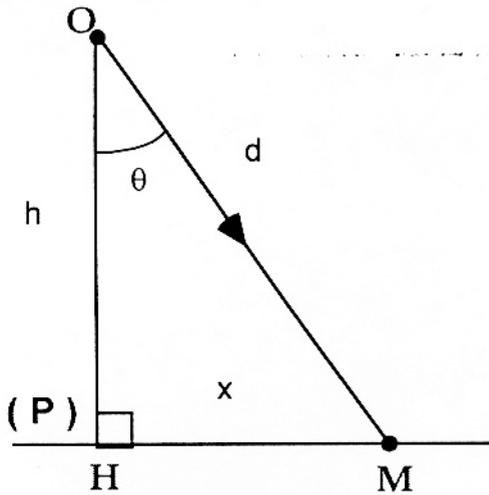


Figure 2

II.1.- Soit une source ponctuelle d'intensité lumineuse I , placée en O , rayonnant uniformément et éclairant le plan (P) . (P) contient HM et est perpendiculaire à OH en H .

On pose $OH = h$ et $HM = x$.
Montrez que la formule donnant la valeur de l'éclairement en M :

$$E_M = \frac{I \cdot \cos \theta}{d^2}$$

peut s'écrire ici : $E_M = \frac{I \cdot h}{(h^2 + x^2)^{3/2}}$

II.2.- On éclaire le tableau précédent par deux sources lumineuses ponctuelles et identiques, d'intensité 10^4 cd chacune, placée symétriquement par rapport au tableau en O_1 et O_2 .

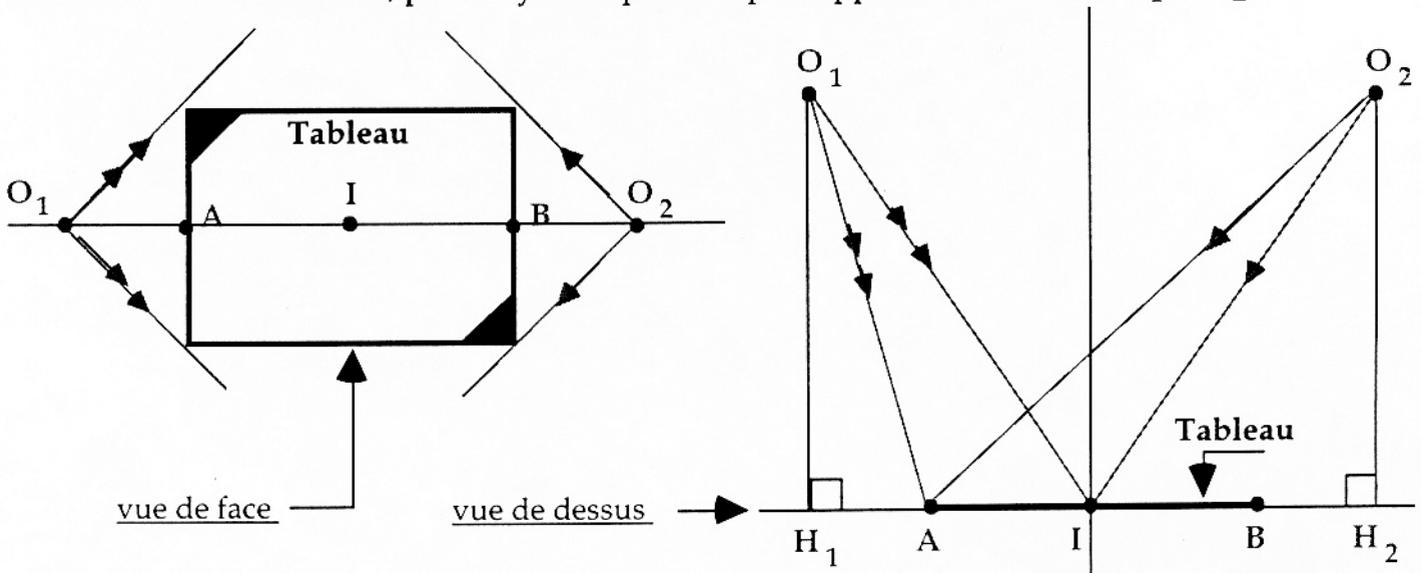


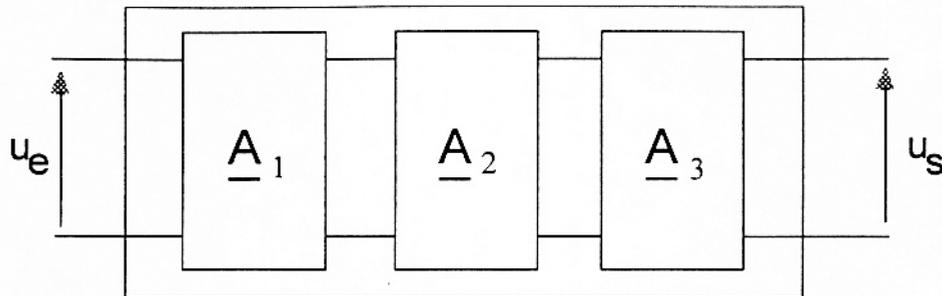
Figure 3

Calculez les éclairements en A et en I ainsi que l'écart relatif $\frac{|E_A - E_I|}{E_I}$ pour les dimensions suivantes :

$$O_1H_1 = O_2H_2 = 2 \text{ m} ; H_1A = H_2B = 0,5 \text{ m} ; AI = IB = 1 \text{ m} .$$

Partie spécifique : option I

IV.3 - On considère un dispositif que l'on peut analyser comme étant constitué de trois sous ensembles associés en "cascade", suivant le schéma ci-dessous :

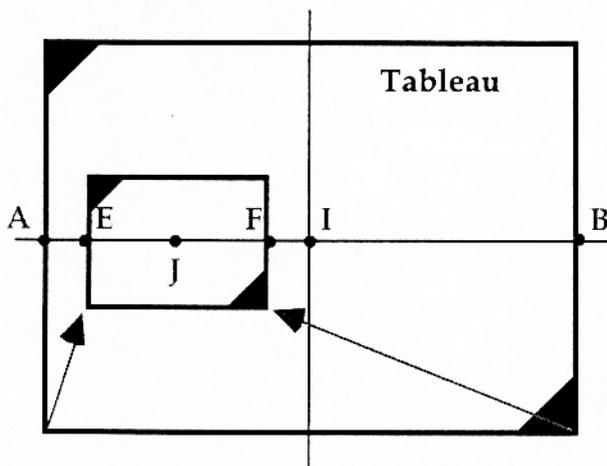
**Figure 9**

Exprimez $\underline{A} = \frac{\underline{u}_s}{\underline{u}_e}$, la fonction de transfert de ce dispositif, à l'aide des fonctions de transfert des trois sous ensembles constitutifs, \underline{A}_1 , \underline{A}_2 et \underline{A}_3 .

- Les questions V.1., V.2. et VI - sont indépendantes.
- En principe, les figures ne sont pas à l'échelle.

V - OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

V.1 - On souhaite maintenant, avec le même tableau (question I -), commencer par une image "plein cadre", comme précédemment, mais finir en cadrant un détail décentré, de largeur **EF** et de centre **J**, tel que **IJ = 50 cm** et **EF = 40 cm**.

**Figure 10**

On utilise, pour réaliser cette prise de vues un travelling, sans zoom ni panoramique, l'objectif étant réglé constamment sur la focale de 20 mm.

On appelle :

- O_1 la position de départ de la caméra : tableau "plein cadre", axe optique perpendiculaire au tableau en **I**,
- et O_2 sa position d'arrivée : cadrage du détail **EF**, l'axe optique étant maintenant perpendiculaire au tableau en **J**.

Déterminez les caractéristiques de ce travelling : longueur O_1O_2 et angle formé par O_1O_2 avec la normale au tableau passant par I.

Complétez le **document-réponse** en y traçant le segment O_1O_2 , ainsi que les angles de champ AO_1B et FO_2E .

V.2- Pour filmer sur ce tableau un petit personnage, il faudrait s'en approcher à moins de **80 cm**, distance minimale de mise au point de ce zoom. On utilise alors une "bonnette".

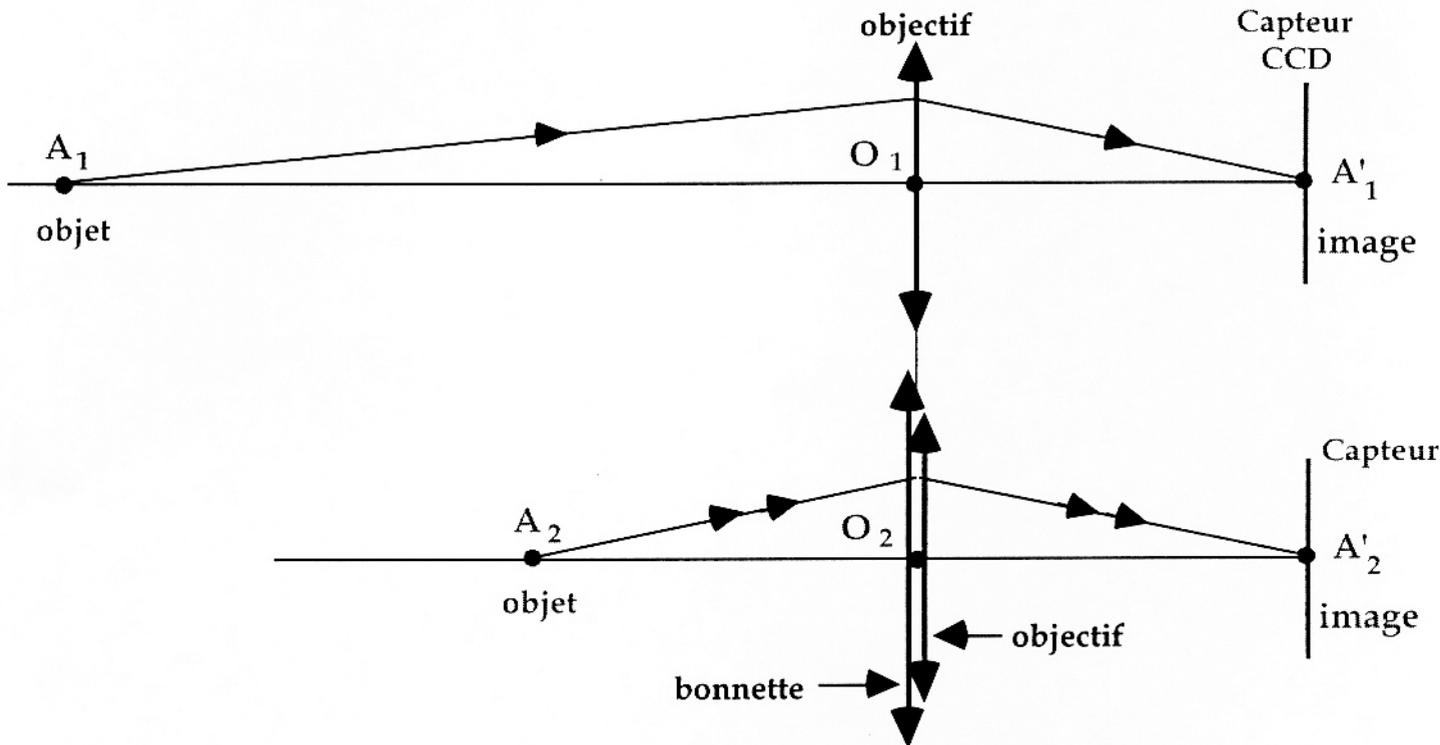


Figure 11

La "bonnette" ou lentille additionnelle est une lentille faiblement convergente, vissée sur l'objectif. Son action est illustrée par la figure 11 : elle permet de rapprocher fortement l'objet de l'objectif, tout en conservant son image et donc le capteur très sensiblement à la même place : $O_1A'_1 = O_2A'_2$.

V.2.1. En appliquant la formule de Descartes à chacun des deux schémas, montrez que l'on obtient, en combinant les deux équations :

$$\frac{1}{p_1} - \frac{1}{p_2} = \frac{1}{f'_B} \quad \text{Formule de la "bonnette" (en valeurs algébriques)}$$

Pour le calcul, on considérera l'objectif et la bonnette comme deux lentilles minces accolées (centre optique commun O_2) et l'on posera :

$$\begin{aligned} \underline{O_1A_1} &= p_1 ; & \underline{O_1A'_1} &= p'_1 ; & f'_0 &= \text{distance focale de l'objectif} \\ \underline{O_2A_2} &= p_2 ; & \underline{O_2A'_2} &= p'_2 ; & f'_B &= \text{distance focale de la bonnette.} \end{aligned}$$

V.2 .2. On utilise une bonnette de vergence 2 dioptries et l'on souhaite, pour obtenir le cadre voulu, placer la caméra à **40 cm** du tableau.

Calculez la distance de mise au point à afficher sur l'objectif (p_1).

V.2 .3. Avec cette bonnette et cet objectif, quelle est la distance minimale de prise de vues ?

VI - PHOTOMÉTRIE

On reprend la disposition des deux projecteurs par rapport au tableau décrite figure 3.

Le directeur de la photo désire réaliser un effet de clair-obscur en éteignant le projecteur situé en O_2 . Les distances H_1A , AI et IB gardant les mêmes valeurs, on déplace le projecteur situé en O_1 sur la perpendiculaire au tableau passant par H_1 .

A quelle distance doit-il être placé pour que l'éclairement en A soit exactement le double de celui en B ?

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 : **BTS AV Physique appliquée — IMAGE — AVISP**

Session : **1999**

Durée : **3 h.**

Page **9 / 9**

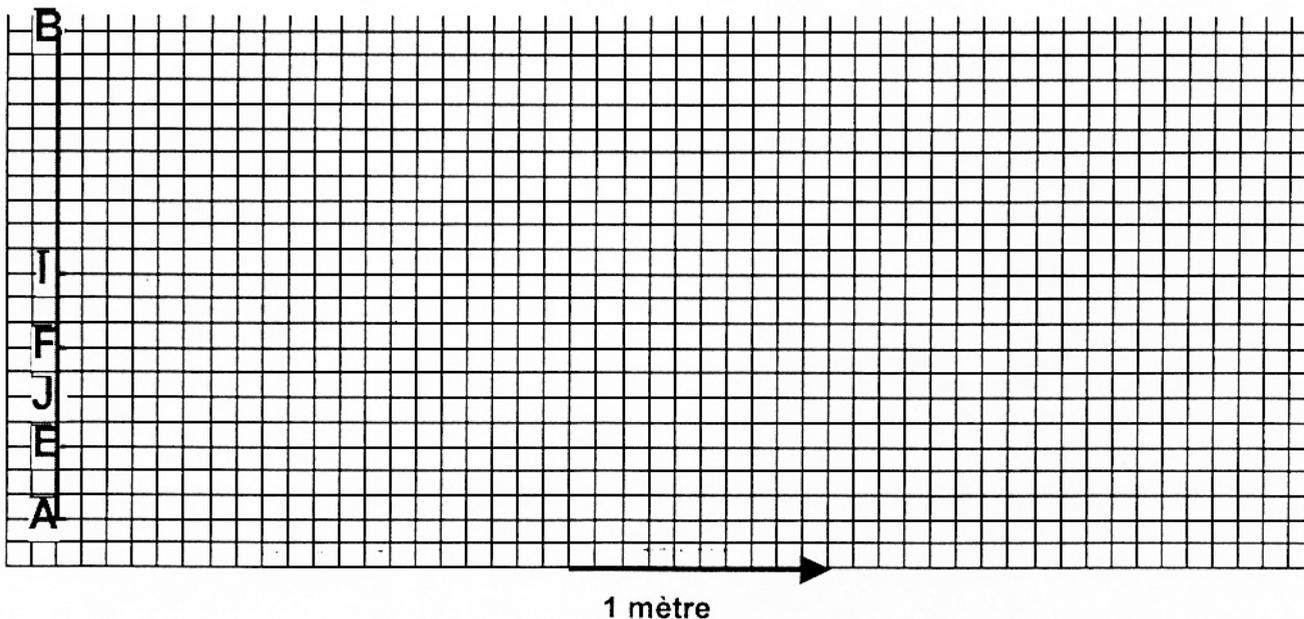
Coefficient : **2**

Document-réponse

Tracez le segment O_1O_2 ainsi que les angles de champ $A\hat{O}_1B$ et $F\hat{O}_2E$

Vue de dessus

T
a
b
l
e
a
u



Option image

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES

Nous allons étudier quelques éléments illustrant le principe d'un vidéo-projecteur et des problèmes liés à son utilisation au cours d'une conférence.

- optique géométrique
- colorimétrie
- électronique
- photométrie

1) OPTIQUE GEOMETRIQUE 4 points

L'objectif du vidéo-projecteur possède une focale variant de 36 mm à 43,5 mm.

Pour l'étude proposée, nous assimilerons l'objectif à une lentille convergente dont la focale varie selon les valeurs précédentes.

Un panneau à cristaux liquides (LCD) joue le rôle d'objet (en réalité il y a 3 panneaux LCD (R, V, B)). **document réponse 1**

1-1) Construire sur le **document réponse 1**, l'image que donnera la lentille de l'objet. Précisez la nature de l'image(les points A et A' sont sur l'axe).

1-2) Exprimer le grandissement α en fonction de $\overline{OA'}$ et \overline{OA} .

1-3) Calculer le grandissement pour avoir une image de 2,50 m de diagonale, sachant que la diagonale du panneau LCD est de 22,5 mm.

1-4) Exprimer la distance de projection($\overline{OA'}$) en fonction de la focale f et du grandissement α .

1-5) Calculer les distances de projection pour les 2 focales extrêmes.

2) COLORIMETRIE 4 points

La lumière qui traverse l'objectif du vidéo-projecteur est composé de trois lumières monochromatiques rouge, verte et bleue dont les coordonnées trichromatiques et les luminances sont les suivantes :

S_1 : $x_1 = 0,63$; $y_1 = 0,34$ et de luminance $Y_1 = 30,7 \text{ cd/m}^2$

S_2 : $x_2 = 0,31$; $y_2 = 0,58$ et de luminance $Y_2 = 43,5 \text{ cd/m}^2$

S_3 : $x_3 = 0,17$; $y_3 = 0,11$ et de luminance $Y_3 = 25,8 \text{ cd/m}^2$

2-1) Placer les points correspondant aux trois lumières sur le diagramme de chromaticité (**document réponse 2**). Donner la longueur d'onde dominante ainsi que la teinte de chaque lumière. Le blanc de référence étant le D65 de coordonnées $x = 0,313$ $y = 0,329$.

2-2) Déterminer par calcul ou graphiquement les coordonnées du mélange obtenu avec ces lumières.

3) ELECTRONIQUE 5 points

Une des étapes du traitement électronique est le dématricage, c'est à dire la transformation du signal composante (Y, R-Y, B -Y) issu du magnétoscope en signaux R, V, B. De plus on a $Y = 0,6U_V + 0,3U_R + 0,1U_B$.

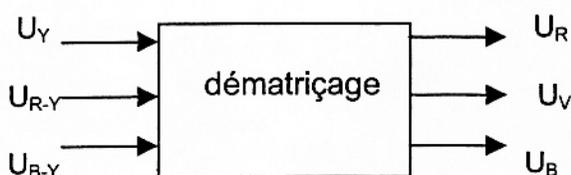
On associe une tension à chaque signal :

U_R, U_V, U_B pour les signaux R, V et B.

U_Y pour la luminance Y, de plus $U_Y = 0,6U_V + 0,3U_R + 0,1U_B$

U_{R-Y} et U_{B-Y} pour les signaux de différence de couleurs R-Y et B-Y,

donc $U_{R-Y} = U_R - U_Y$ et $U_{B-Y} = U_B - U_Y$



Les amplificateurs opérationnels fonctionnent en régime linéaire :

3-1) L'obtention de U_R (également de U_B) se réalise suivant le principe d'un montage sommateur non inverseur **figure 1** :

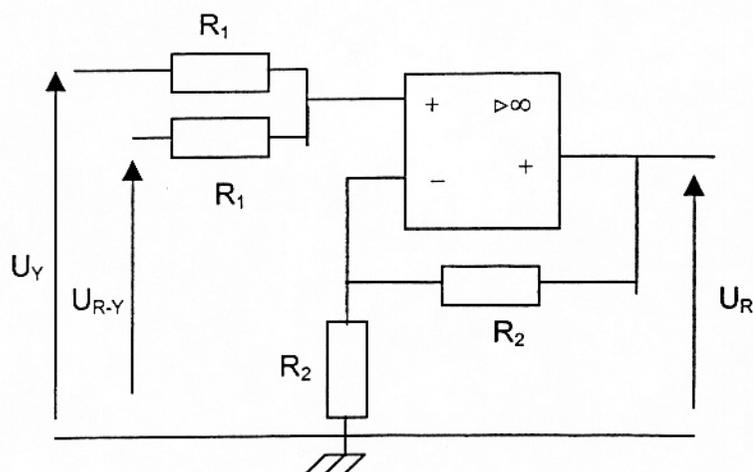


figure 1

Le potentiel de l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel est noté V_{E-} , de même le potentiel de l'entrée non-inverseuse est noté V_{E+} .

3-1-1) Exprimer V_{E+} en fonction de U_Y et U_{R-Y} , puis V_{E-} en fonction de U_R .

3-1-2) En déduire la relation entre U_R, U_Y et U_{R-Y} .

3-2) U_V s'obtient à partir de U_R , U_B et U_Y sur le principe d'un montage sommateur inverseur **figure 2**.

$$R_3 = 2,0 \text{ k}\Omega \quad R_4 = 6,0 \text{ k}\Omega \quad R_5 = 0,60 \text{ k}\Omega \quad R_6 = 1,0 \text{ k}\Omega$$

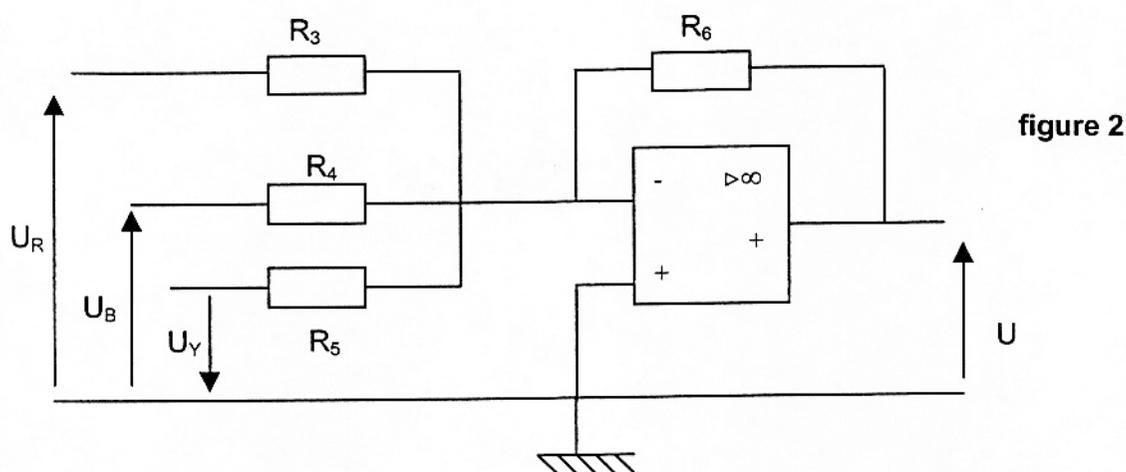


figure 2

3-2-1) Que vaut V_{E+} , pour ce nouveau montage?

3-2-2) Exprimer V_{E-} en fonction de $U, U_R, U_B, U_Y, R_3, R_4, R_5$ et R_6 .

3-2-3) En déduire l'expression de U .

3-2-3) Remplacer R_3, R_4, R_5 et R_6 par leur valeur numérique et U_Y par son expression, puis en déduire l'expression de U . Conclure.

4) SUITE EXERCICE 1) (4 points)

Nous assimilons maintenant l'objectif à l'association de 2 lentilles convergentes (L_1 et L_2) dont l'écartement (e) est variable (seule L_2 est mobile).

4-1) Construire sur le **document réponse 1'**, l'image (A_2B_2) que donne l'association de lentilles de l'objet AB .

4-2) Calculer la position de l'image finale $\overline{O_2A_2}$.

$$\text{On donne : } \overline{O_1A} = -40 \text{ mm} \quad \overline{O_1F_1'} = 50 \text{ mm} \quad \overline{O_2F_2'} = 200 \text{ mm} \quad e = 10,4 \text{ mm}$$

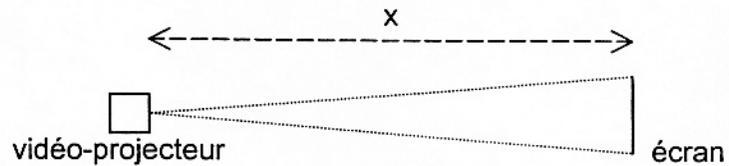
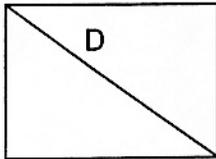
En déduire la valeur du grandissement α' du système L_1L_2 .

4-3) On veut maintenant que la distance de projection $\overline{O_2A_2}$ soit égale à 4,88 m.

- Dans quel sens et de combien faut-il déplacer la lentille L_2 ?
- Que devient le grandissement α' ?

5) PHOTOMETRIE (3 points)

On dispose d'un écran de projection de 2,5 m de diagonale et dont la largeur est égale à $\frac{4}{3}$ de la hauteur.



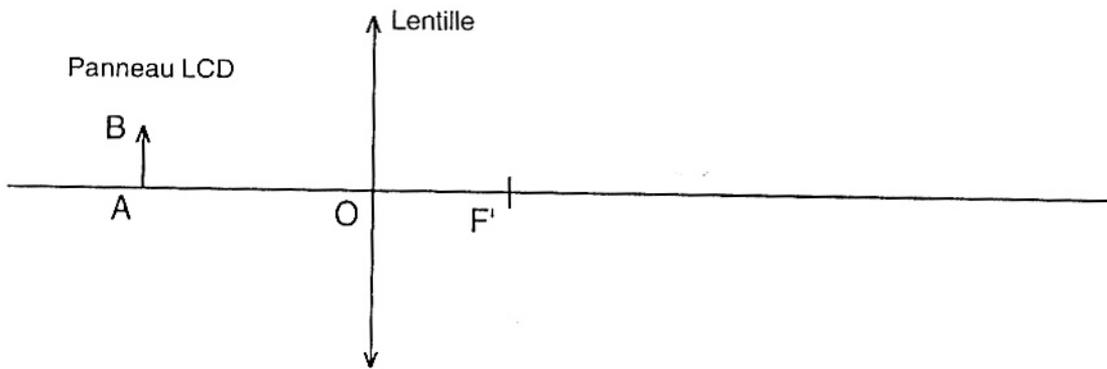
5-1) Déterminer la surface de cet écran.

5-2) Lors d'une projection, on mesure un éclairement de 200 lux au niveau de l'écran qui présente une surface de 3 m^2 .

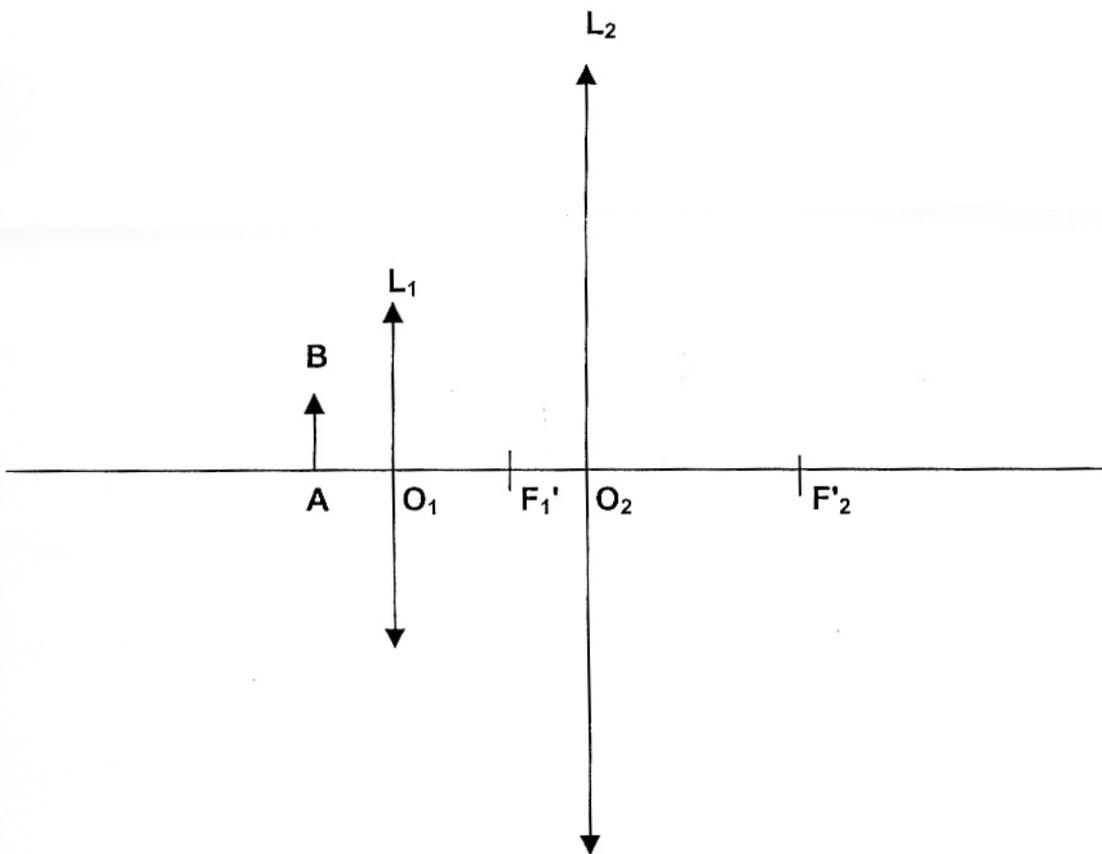
- Calculer le flux lumineux émis par le vidéo-projecteur.

5-3) L'intensité de la lampe du vidéo-projecteur lorsqu'elle rayonne vers l'écran est de 4000 candela.

- A quelle distance x du vidéo-projecteur se situe l'écran ?

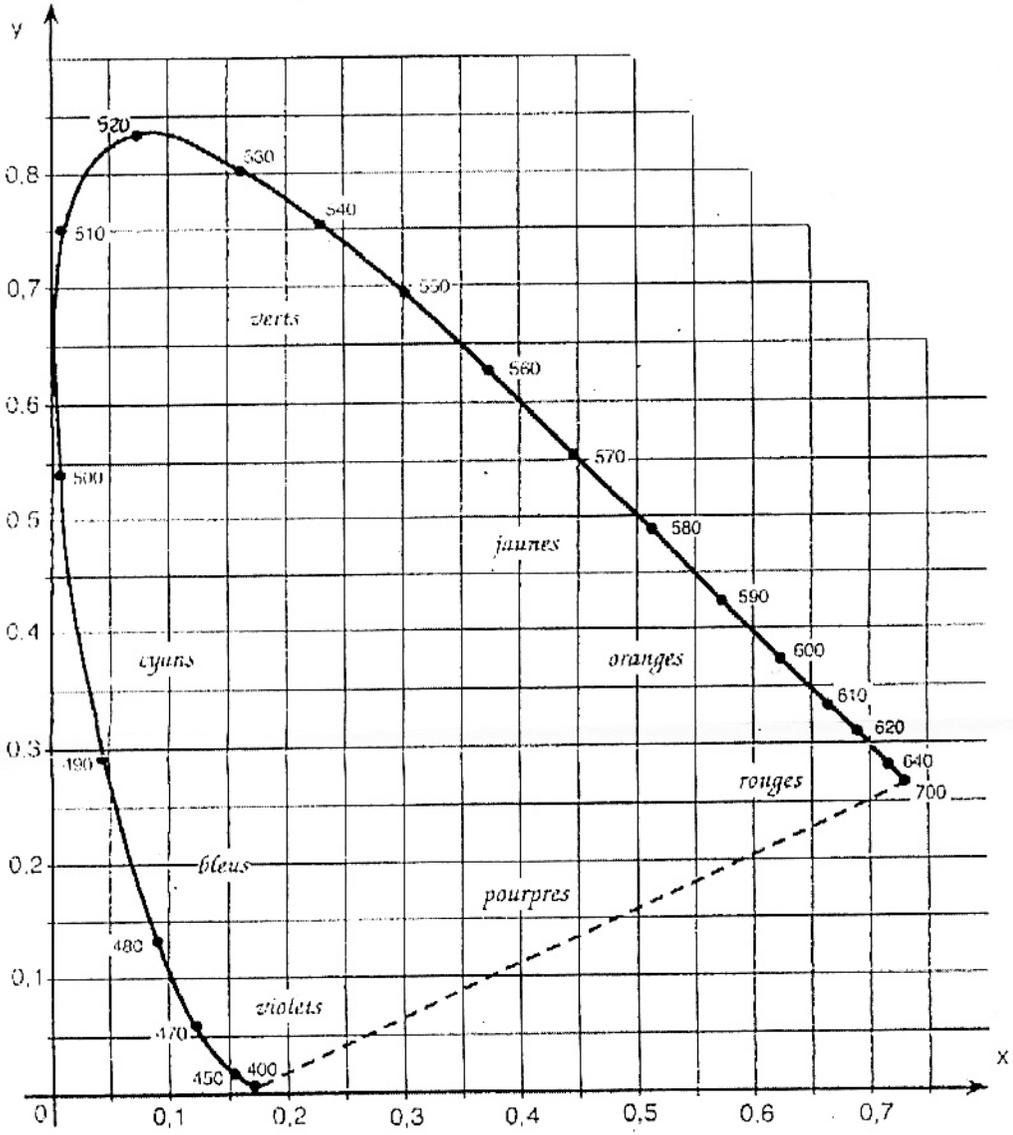


Document réponse 1



Document réponse 1'

Diagramme de chromaticité



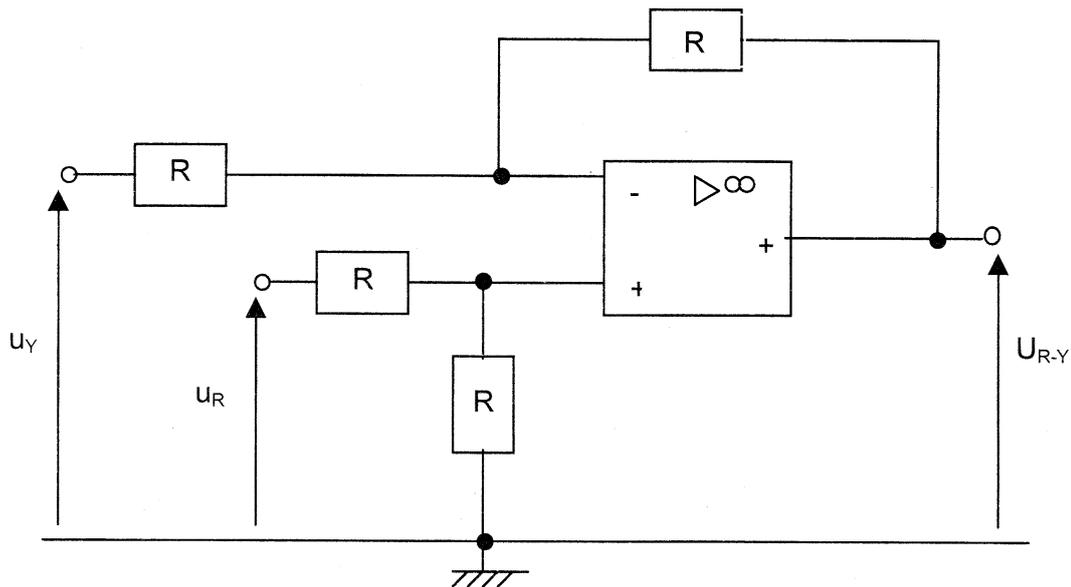
Document réponse 2

Votre société a été retenue pour réaliser une émission débat. Nous allons étudier différents points autour de cette émission.

1 - OBTENTION ET MODULATION DES SIGNAUX « DIFFÉRENCE ROUGE » ET « DIFFÉRENCE BLEU »

Toutes les questions de la première partie sont indépendantes.

- 1.1** - On élabore le signal « différence rouge » à partir du signal de luminance et du signal Rouge auxquels on associe respectivement les tensions u_{R-Y} , u_Y et u_R . On utilise le schéma de montage ci-dessous :



On supposera que l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

Exprimer en conséquence u_{R-Y} en fonction de u_R et u_Y . Quelle est la fonction réalisée par ce montage ?

- 1.2** - Pour une émission PAL, les signaux u_{R-Y} et u_{B-Y} (où u_{B-Y} désigne le signal « différence bleu ») sont modulés en amplitude avec une sous-porteuse sinusoïdale de fréquence $F_0 = 4,43$ MHz.

1.2.1 - Ecrire l'équation littérale de la sous-porteuse.

1.2.2 - Quelle opération mathématique doit-on effectuer entre u_{R-Y} et la sous-porteuse pour obtenir un signal modulé en amplitude ? Citer un composant qui permet de réaliser une modulation d'amplitude ?

1.2.3 - Dans le cas d'un signal modulant sinusoïdal de fréquence f , représenter l'allure du spectre d'amplitude du signal modulé. Quelle est la bande de fréquence occupée par ce signal ?

Sachant que la chrominance est transmise à l'intérieur du signal vidéo composite dont la fréquence est limitée à 5 MHz, quelle devra être la fréquence maximale de l'information couleur ?

1.3 - Pour une émission SECAM, on module en fréquence les signaux u_{R-Y} et u_{B-Y} . Les fréquences des sous-porteuses utilisées sont respectivement 4,406 MHz pour u_{R-Y} et 4,250 MHz pour u_{B-Y} .

1.3.1 - L'excursion de fréquence Δf pour chacun des signaux u_{R-Y} et u_{B-Y} a été fixée de la façon suivante :

- Pour u_{R-Y} , Δf varie de -500 kHz à $+350$ kHz
- Pour u_{B-Y} , Δf varie de -350 kHz à $+500$ kHz

Quelle est la valeur maximale de la fréquence du signal u_{R-Y} une fois modulé en fréquence ? Quelle est sa valeur minimale ? Mêmes questions pour le signal u_{B-Y} modulé en fréquence.

1.3.2 - Dans le cas d'un signal modulant carré de fréquence $f = 10$ kHz et avec une porteuse de fréquence $F_0 = 100$ kHz, on souhaite illustrer la différence entre modulation d'amplitude et modulation de fréquence sachant que pour la modulation de fréquence, l'excursion crête en fréquence est de 75 kHz.

Tracer l'allure du signal modulé en amplitude puis du signal modulé en fréquence en complétant le document réponse N°1. On fixera une amplitude maximale arbitraire pour les deux signaux.

2 - ASPECT COLORIMÉTRIQUE D'UNE BARRE DE LA MIRE

En télévision couleur PAL et SECAM, les trois couleurs primaires Rouge, Verte et Bleue utilisées ont les coordonnées suivantes dans le système de chromaticité xyz et les luminances indiquées dans le tableau ci-dessous une fois la luminosité réglée :

Primaire	x	y	Luminance Y en cd/m^2
R	0,64	0,33	22,5
V	0,29	0,60	45
B	0,15	0,06	7,5

2.1 - Placer les primaires sur le diagramme de chromaticité fourni (document réponse N°2). Déterminer la longueur d'onde dominante de chacune par rapport au blanc de référence D65 utilisé en télévision couleur de coordonnées ($x = 0,313$; $y = 0,329$). Faire apparaître l'ensemble des couleurs reproduites en télévision couleur.

2.2 - Dans une mire de barres couleur à 100 % de saturation, nous allons nous intéresser à la barre magenta.

Préciser les couleurs primaires qui permettent de réaliser la synthèse de cette barre.

Déterminer les coordonnées de ce magenta, le positionner sur le diagramme puis préciser sa longueur d'onde dominante.

3 - NUMÉRIQUE

Un montage sur banc virtuel a été effectué ; à ce titre on va s'intéresser à la norme dite 4.2.2 pour la vidéo numérique. Cette norme prévoit un échantillonnage de la luminance u_Y à la fréquence de 13,5 MHz sur 8 bits et un échantillonnage de chaque signal de chrominance u_{R-Y} et u_{B-Y} à la fréquence de 6,75 MHz sur 8 bits.

Dans cette partie toutes les questions sont indépendantes sauf les 3.4 et 3.5.

3.1 - Ce format est compatible avec les standards NTSC, PAL et SECAM pour lesquels la fréquence maximale du spectre du signal de luminance est respectivement 4,2 MHz, 5,5 MHz et 6,5 MHz.

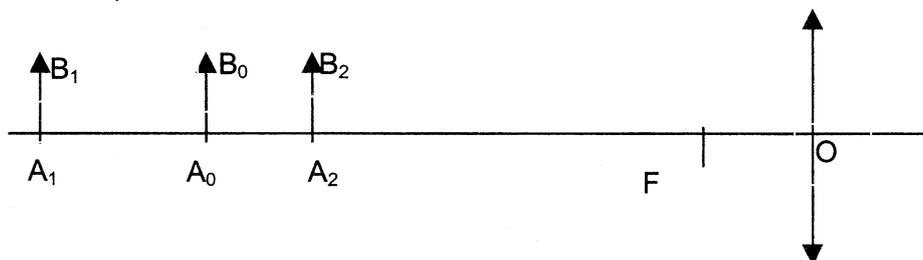
Justifier alors le choix de la fréquence d'échantillonnage du signal de luminance.

- 3.2** - Dans cette norme, le nombre décimal N associé au codage de la luminance du bleu est $N = 41$.
Quelle est son écriture en base 2 ?
- 3.3** - Quel est le nombre théoriquement possible de nuances à partir du signal de luminance ?
- 3.4** - La durée utile d'une ligne (contenu image) est de $53,33 \mu\text{s}$, calculer le nombre d'échantillons pour la luminance et pour chaque signal de chrominance pour une ligne.
- 3.5** - En prenant en compte tous les échantillons utiles par ligne et un nombre de 575 lignes utiles par image, quelle serait en octets puis en gigaoctets la capacité mémoire nécessaire pour stocker une heure de film. Conclure.
- 3.6** - Une cassette analogique a été distribuée à chaque participant, on a donc effectué une conversion numérique analogique. On se limitera au cas de la luminance.
En considérant que la tension maximale (appelée aussi pleine échelle), en sortie du Convertisseur Analogique Numérique (CNA) est de 5 V et que tous les niveaux de gris sont permis, quel est alors le pas de quantification ?
Quelle serait la valeur de la tension en sortie du CNA traitant l'échantillon luminance correspondant au nombre décimal $N = 41$?

4 - CADRAGE - REPÉRAGE - PROFONDEUR DE CHAMP

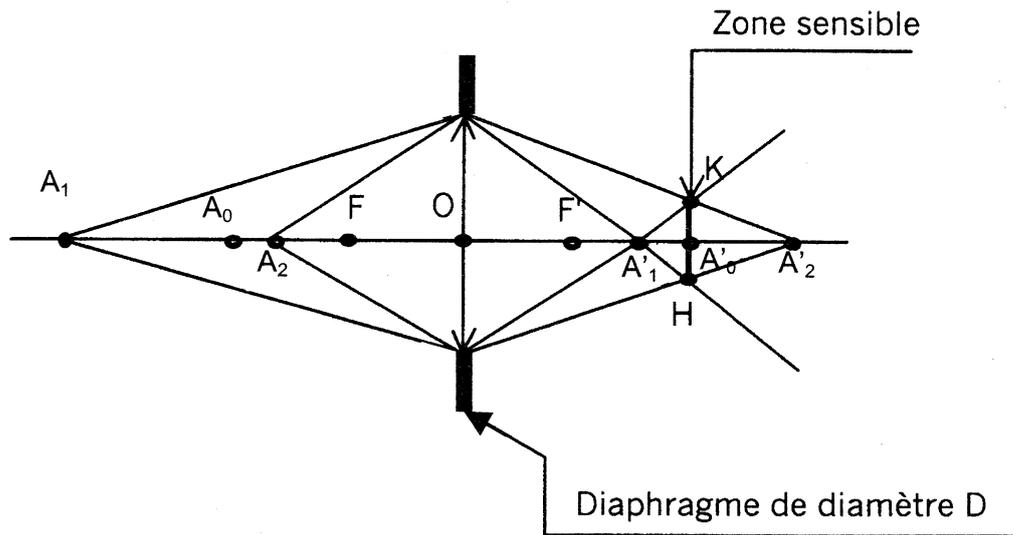
On utilise une caméra munie d'un objectif dont la focale peut varier entre 9 et 144 mm. Les dimensions de la zone sensible sont $6,6 \text{ mm} \times 8,8 \text{ mm}$. Lors du débat, un public était présent. On veut réaliser un plan sur lequel figurera à la fois l'animateur figuré par l'objet A_0B_0 sur le schéma ci-dessous, le public (objet A_1B_1) et un avant plan (objet A_2B_2). L'objectif est assimilable à une lentille mince convergente de foyer objet F .

On effectue la mise au point sur l'animateur.



- 4.1** - En supposant que la distance entre l'objet et l'objectif est très grande devant la focale, montrer que le grandissement γ vérifie la relation suivante : $\gamma = \frac{FO}{OA_0}$.
- 4.2** - Pour les focales extrêmes, déduire de la question précédente la distance de mise au point pour que l'image de l'animateur occupe les $\frac{2}{3}$ de la hauteur de la zone sensible.
On prendra pour ce calcul $A_0B_0 = 1,80 \text{ m}$.
- 4.3** - Calculer les angles de champ vertical et horizontal pour la focale minimale.
- 4.4** - Dans cette partie on se propose de calculer la profondeur de champ.

Pour cela on s'aidera du schéma ci-dessous (ce schéma n'est pas à l'échelle) :



On admettra que l'objectif est constitué d'une lentille mince accolée à un diaphragme de diamètre d'ouverture D et que la distance de mise au point $d = OA_0$ est très grande devant la focale $f = OF'$.

La valeur du diamètre KH de la tache doit être inférieure à e (nombre réel positif) pour obtenir des images conformes au critère de netteté apparente. e dépend des caractéristiques de la zone sensible de la caméra.

4.4.1 - Déterminer e au μm près par défaut sachant que la zone sensible comporte un réseau de 786×581 photodiodes.

4.4.2 - On donne les relations suivantes où A_1 et A_2 sont définis sur le schéma ci-dessus et où N désigne l'ouverture numérique ($N = \frac{f}{D}$) :

$$\boxed{OA_1 \approx \frac{f^2 d}{f^2 - eNd}} \quad \text{et} \quad \boxed{OA_2 \approx \frac{f^2 d}{f^2 + eNd}}$$

Déterminer la profondeur de champ pour $f = 9 \text{ mm}$, $N = 1,4$, $d = 3,7 \text{ m}$ et $e = 11 \mu\text{m}$. Les résultats sont-ils suffisants pour voir nettement le public placé 5 m en arrière du présentateur, et l'avant plan situé à $1,5 \text{ m}$ de ce même présentateur ?

Indiquer comment augmenter la profondeur de champ.

4.4.3 - On souhaite démontrer les formules admises dans la question précédente.

4.4.3.1 - Déterminer $\overline{A'_0 A'_2}$ en fonction de $\overline{OA'_2}$, D et e .

Simplifier cette relation pour l'exprimer en fonction de e et de N en tenant compte que l'objet A_2 est très éloigné de la lentille.

4.4.3.2 - Déterminer $\overline{A'_0 A'_1}$ en fonction de $\overline{OA'_1}$, D et e .

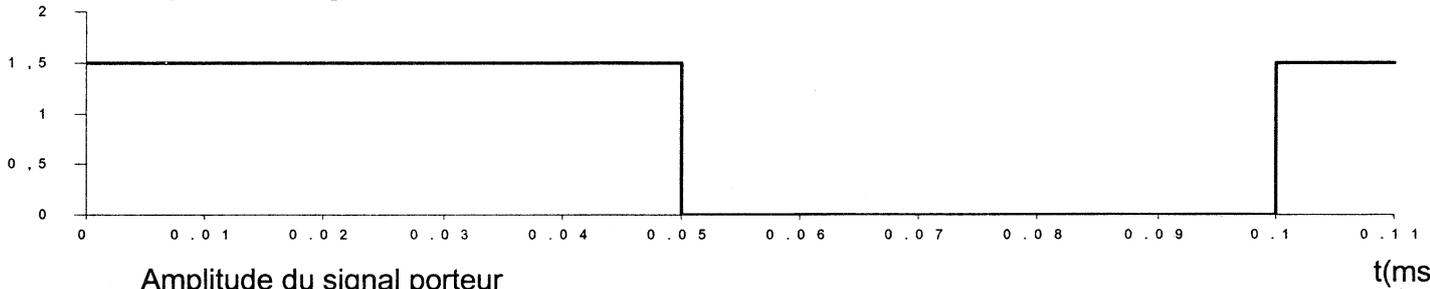
Simplifier cette relation pour l'exprimer en fonction de e et de N en tenant compte que l'objet A_1 est très éloigné de la lentille.

4.4.3.3 - Montrer que les distances OA_1 et OA_2 vérifient les relations suivantes :

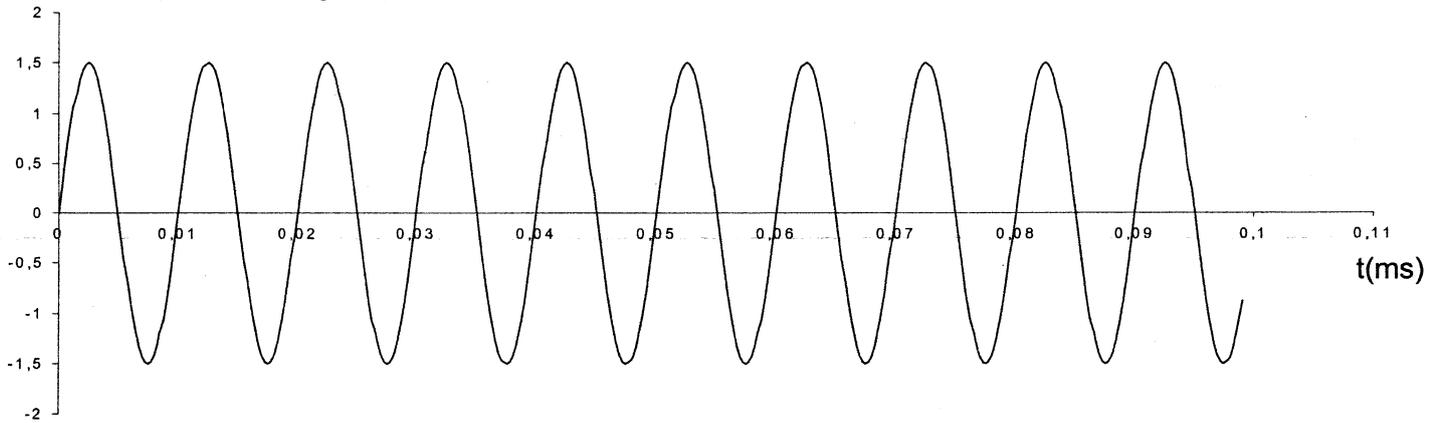
$$\boxed{OA_1 \approx \frac{f^2 d}{f^2 - eNd}} \quad \text{et} \quad \boxed{OA_2 \approx \frac{f^2 d}{f^2 + eNd}}$$

OPTION IMAGE
Document réponse N°1

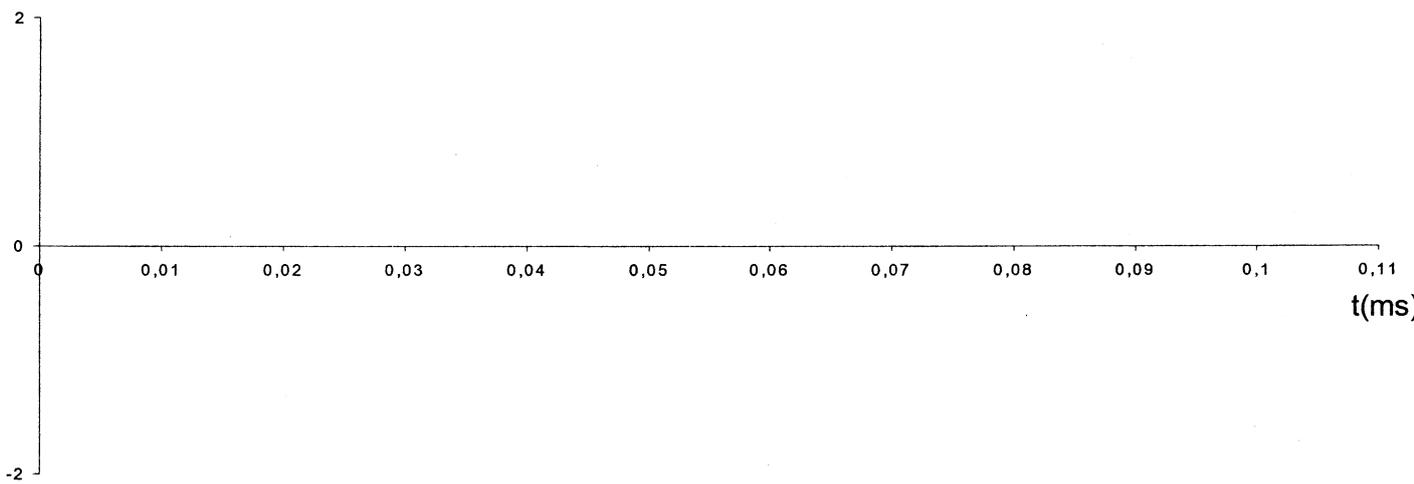
Amplitude du signal modulant



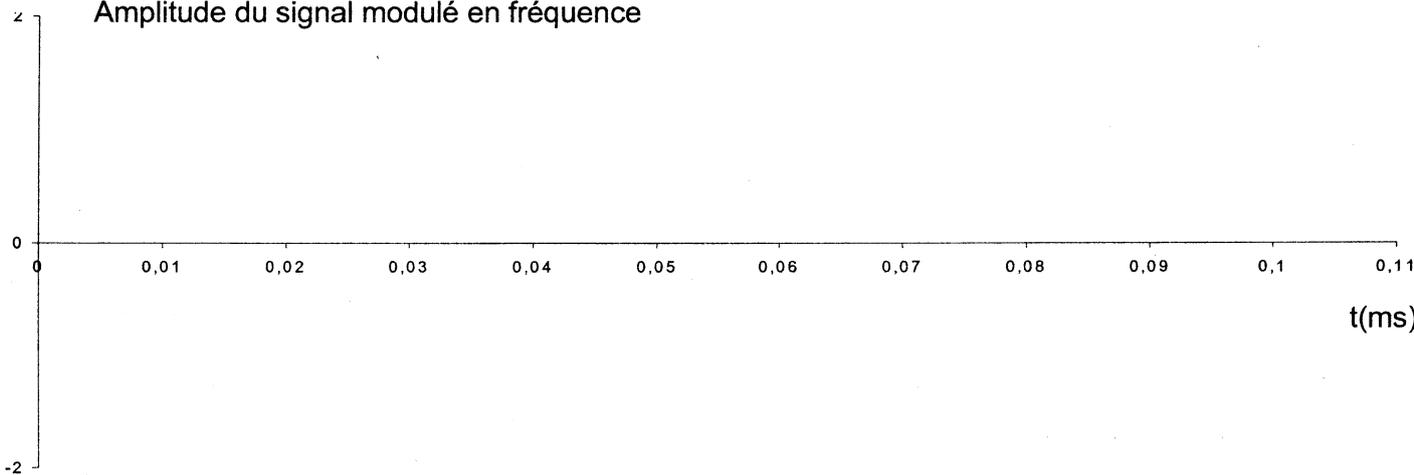
Amplitude du signal porteur



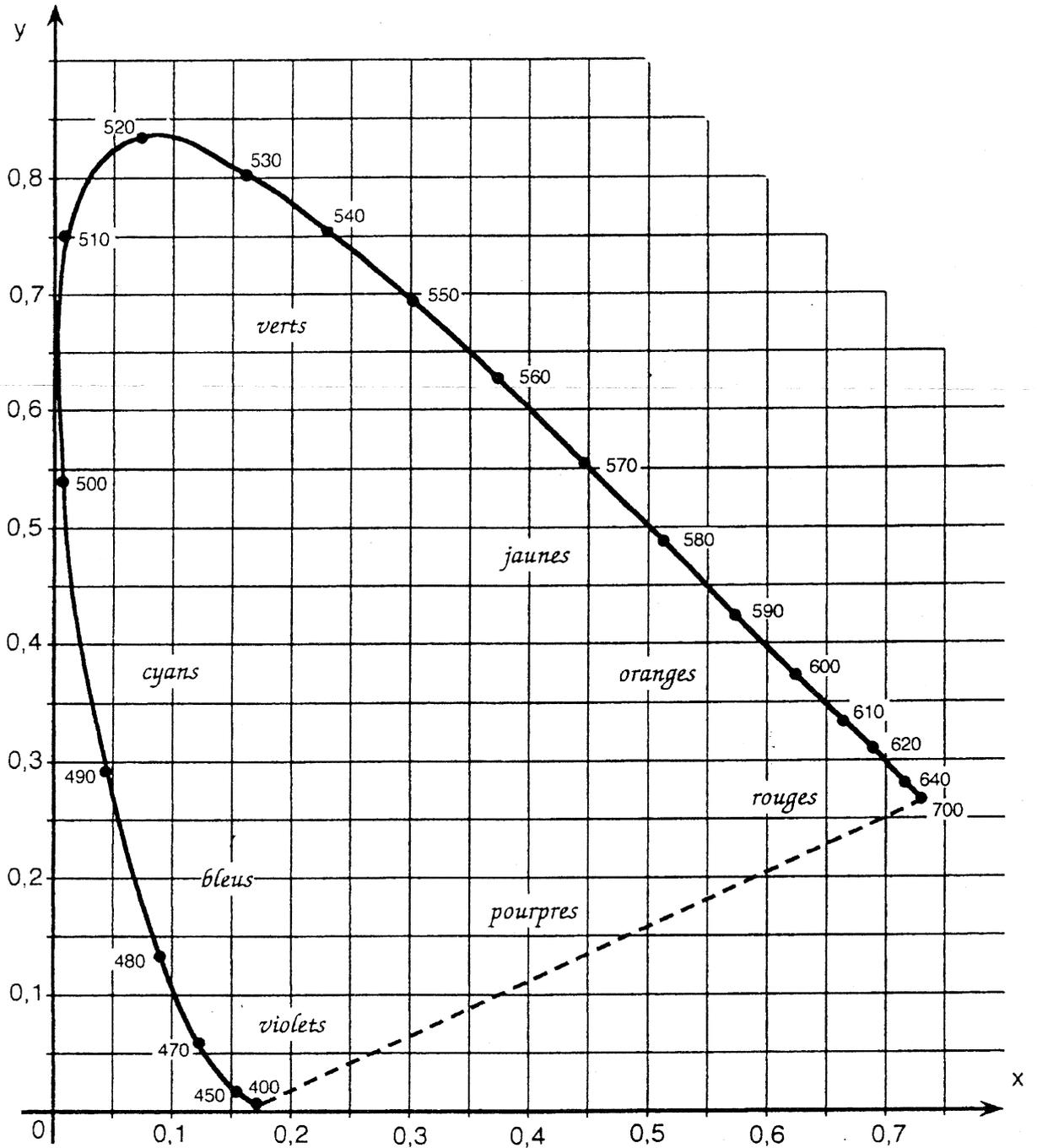
Amplitude du signal modulé en amplitude



Amplitude du signal modulé en fréquence



Document réponse N°2



1 - ÉTUDE DU PROJECTEUR

Le projecteur étudié est constitué d'une lampe quasi ponctuelle qui peut être positionnée dans une boîte à lumière ou insérée dans une carcasse avec réflecteur parabolique et lentille (voir figure 1 de l'annexe 1).

1.1 - Étude de la configuration avec réflecteur et lentille

Le faisceau obtenu par l'association de la lampe avec le réflecteur parabolique est supposé parallèle et uniforme. La "lentille" placée devant est en fait un réseau moulé de petites lentilles rectangulaires (appelées mini-lentilles dans la suite), identiques et juxtaposées comme indiqué à la figure 2 de l'annexe 1.

Pour simplifier, nous étudions ce système avec un réseau de 4 mini-lentilles supposées minces et de même focale. Le document réponse n°1 donne le schéma du système optique simplifié, où chaque mini-lentille a ses foyers repérés.

1.1.1 - Sur le document réponse n°1, tracer jusqu'au plan P les 2 rayons extrêmes sortant de chaque mini-lentille, issus des rayons incidents déjà tracés.

1.1.2 - Hachurer sur la même figure et jusqu'au plan P l'ouverture angulaire transportant des rayons de toutes les mini-lentilles. Repérer l'angle au sommet α du faisceau de lumière sortant.

Pour la "lentille" réelle, la distance focale de ses mini-lentilles vaut 15 mm, leur hauteur vaut 5 mm et leur largeur 17 mm.

1.1.3 - Calculer les angles de faisceaux horizontal et vertical obtenus avec cette "lentille". (On pourra remarquer que ces angles sont égaux pour une mini-lentille et la "lentille").

1.1.4 - En supposant maintenant le projecteur quasi ponctuel et ne rayonnant qu'à l'intérieur des angles calculés à la question précédente, en déduire l'allure et les dimensions de la plage éclairée par ce projecteur sur une surface plane perpendiculaire à l'axe optique située à 3 mètres du projecteur.

Le diamètre utile de la "lentille" réelle mesure 17 cm, les mini-lentilles la constituant sont supposées occuper toute la surface utile de verre.

1.1.5 - En observant le trajet des rayons lumineux arrivant sur le plan P du document réponse n°1, évaluer, pour la "lentille" réelle, la largeur de la zone de transition sur les bords de la plage éclairée (passage de la zone éclairée par toutes les mini-lentilles à la zone ne recevant aucun rayon lumineux).

1.2 - Étude de la lampe

Le rayonnement émis par la lampe résulte d'une décharge électrique dans un gaz. Nous admettrons pour simplifier que son spectre ne comporte que 3 composantes monochromatiques. La figure 1 de l'annexe 2 représente son spectre de rayonnement dans la partie visible. La figure 2 donne $F_e(\lambda)$, la sensibilité spectrale relative de l'œil. On rappelle qu'une puissance rayonnée de 1 Watt produit au maximum 683 lumens.

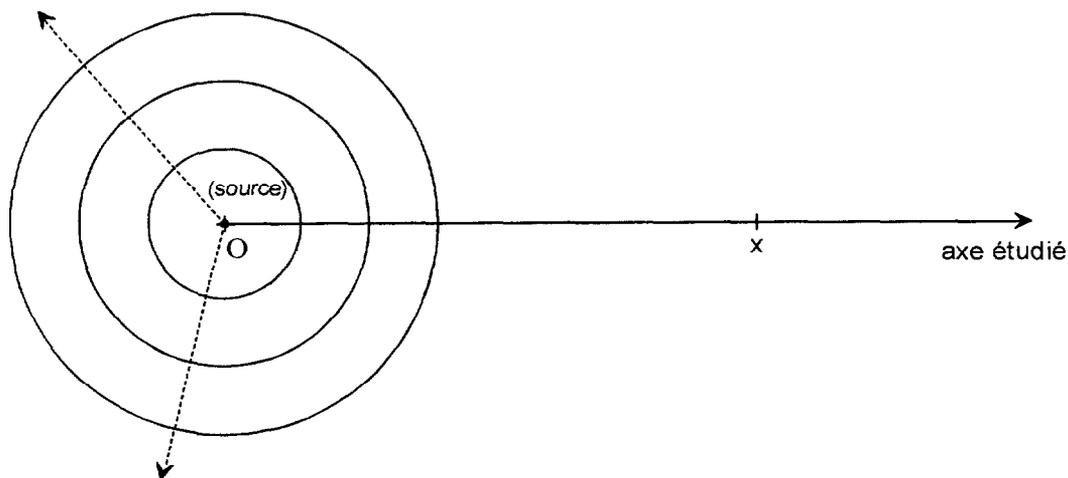
1.2.1 - Calculer les flux lumineux Φ_1 , Φ_2 et Φ_3 rayonnés respectivement aux longueurs d'ondes λ_1 , λ_2 et λ_3 . En déduire le flux lumineux total Φ_T émis par la lampe.

1.2.2 - Situer sur le document réponse n°2 les points M_1 , M_2 et M_3 correspondant aux 3 rayonnements, relever les coordonnées $\begin{cases} x_1 \\ y_1 \end{cases}$ de M_1 , $\begin{cases} x_2 \\ y_2 \end{cases}$ de M_2 et $\begin{cases} x_3 \\ y_3 \end{cases}$ de M_3 .

- 1.2.3** - Déterminer, graphiquement ou par le calcul, les coordonnées $\begin{cases} x_M \\ y_M \end{cases}$ du mélange coloré M produit par ces trois rayonnements sur une feuille blanche (la luminance produite est supposée identiquement proportionnelle au flux rayonné pour toutes les longueurs d'ondes).
- 1.2.4** - Sachant que la lampe consomme une puissance électrique P_a de 400 Watts, calculer son efficacité lumineuse R.

2 - PROPAGATION D'ONDES SONORES EN ESPACE LIBRE

On suppose une source sonore unique considérée comme ponctuelle, rayonnant uniformément des ondes sphériques en espace libre (figure ci-dessous). On note \mathcal{P}_e la puissance acoustique émise par cette source, le milieu est supposé sans pertes.



On note v la vitesse de propagation de l'onde sonore, λ sa longueur d'onde et ρ la masse volumique de l'air. On prendra $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et $\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ pour les applications numériques. On rappelle que l'intensité rayonnée s'écrit $I = \frac{P^2}{\rho \cdot v}$ où P est la valeur efficace de l'onde de pression correspondante.

- 2.1** - Déterminer la surface sur laquelle se répartit la puissance émise \mathcal{P}_e à une distance x de la source.
- 2.2** - En déduire l'expression de l'intensité sonore $I(x)$ rayonnée par la source à une distance x de celle-ci, en fonction de \mathcal{P}_e et x .
- On note respectivement I_0 et P_0 l'intensité et la pression efficace reçues à 1 mètre de la source.
- 2.3** - Calculer I_0 et P_0 sachant que $\mathcal{P}_e = 0,1 \text{ Watt}$.
- 2.4** - Établir l'expression de la pression efficace $P(x)$ à une distance x de la source en fonction de P_0 et de x .

Sur l'axe étudié, l'onde de pression s'écrit: $p_x(t) = \hat{P}(x) \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t - \Phi(x))$.

2.5 - Déterminer les expressions de $\hat{P}(x)$ en fonction de P_0 et x , puis $\Phi(x)$ en fonction de x et λ .

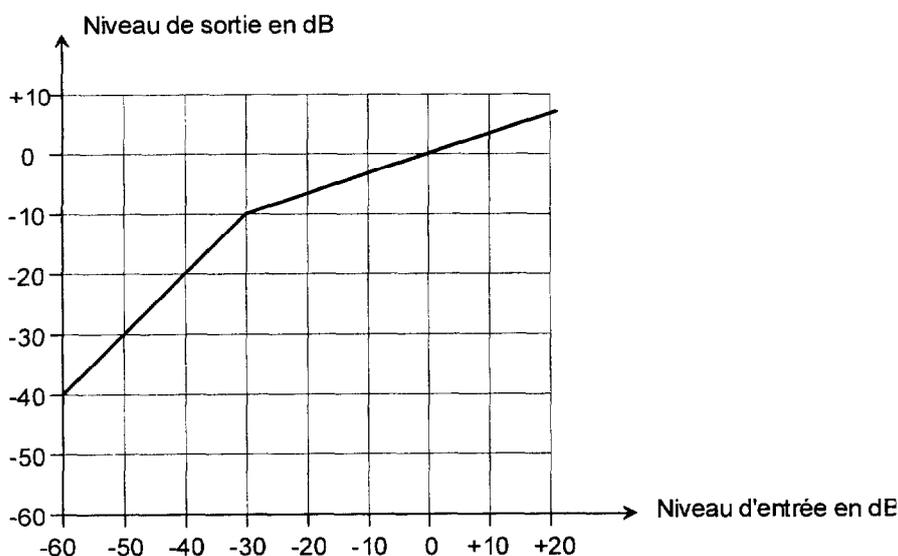
2.6 - Calculer la plus faible distance non nulle séparant deux points de l'axe (Ox) vibrant en phase à une fréquence $f = 1000$ Hz.

On rappelle qu'une pression efficace de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa correspond à un niveau acoustique de 0 dB spl.

2.7 - Calculer le niveau acoustique reçu à 5 mètres de la source.

3 - ÉTUDE D'UN COMPRESSEUR AUDIO

On donne ci-après une caractéristique de transfert d'un compresseur audio pour un certain réglage.



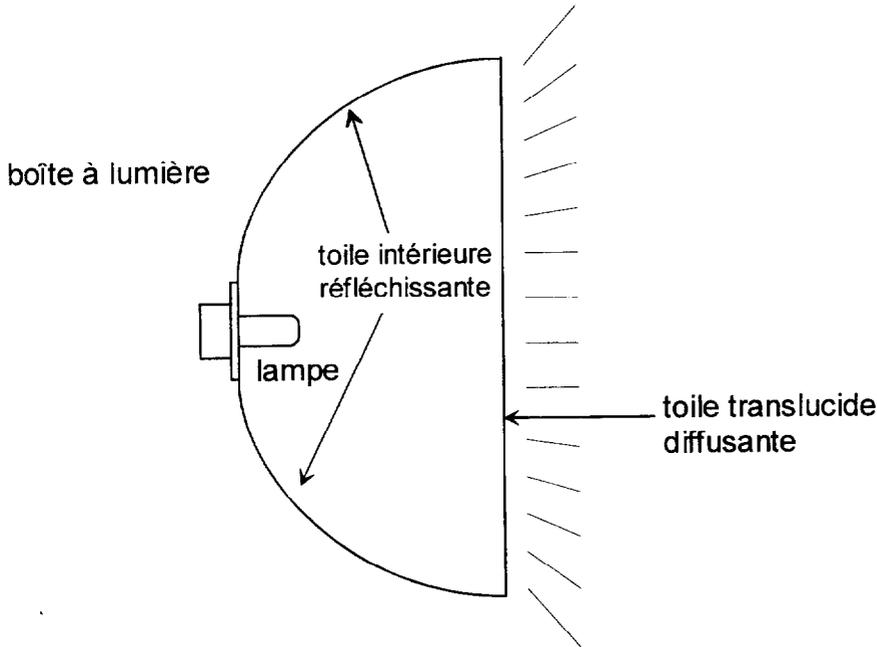
On suppose un signal d'entrée dont le niveau maximum vaut 0 dB et dont la plage dynamique vaut 50 dB.

A partir de cette caractéristique, déterminer graphiquement le niveau maximum et la plage dynamique du signal de sortie correspondant.

Fin des questions communes aux options Image, Son et Exploitation.

4 - ETUDE DU PROJECTEUR AVEC BOITE A LUMIERE (SUITE DE L'EXERCICE 1)

Dans cette configuration, la lampe se trouve dans une chambre réfléchissante qui permet de concentrer 90% de son flux lumineux sur la face intérieure d'une toile translucide diffusante rectangulaire de dimensions utiles 60cm x 80cm. Cette toile rayonne vers l'extérieur 80% du flux reçu sur sa face intérieure. On supposera qu'elle rayonne comme un diffuseur parfait (suivant la loi de Lambert).

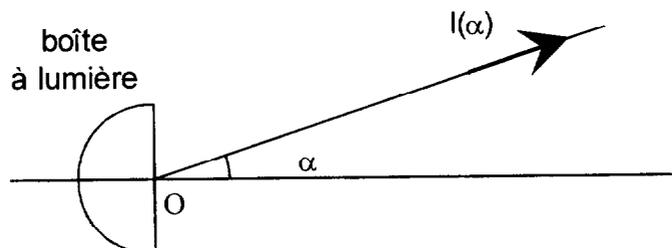


Pour cette partie, on supposera que la lampe émet un flux $\Phi_l = 35 \times 10^3$ lumens.

4.1 - Calculer le flux lumineux Φ_e émis par la boîte à lumière, en déduire l'exitance M_e de la toile diffusante (vers l'extérieur) si l'on suppose qu'elle est identique en tout point de la toile.

4.2 - Calculer la luminance L_0 de la toile vue de l'extérieur de la boîte.

Pour étudier le champ angulaire éclairé par cette source, on note $I(\alpha)$ l'intensité lumineuse rayonnée à grande distance par la boîte à lumière dans la direction α .



On prendra $L_0 = 16,7 \times 10^3$ Cd / m² pour la suite.

4.3 - Calculer l'intensité I_0 rayonnée dans l'axe ($\alpha = 0$).

4.4 - Exprimer $I(\alpha)$ en fonction de I_0 et α .

4.5 - Calculer l'angle de faisceau θ_{50} (angle au sommet du cône de rayonnement à l'intérieur duquel l'intensité ne descend pas en dessous de 50 % de l'intensité maximale).

Avec cette source, on éclaire un mur parallèle à la toile diffusante et situé à 4 mètres de celle-ci.

4.6 - Calculer l'éclairement maximal E_0 reçu sur le mur.

Pour étudier les ombres produites par cette source, on place une feuille de carton opaque (50 cm de côté) entre la boîte à lumière et le mur éclairé (à 1,5 mètres du mur). Le document réponse n°3 représente cette configuration vue de dessus à l'échelle 1/25.

On admet que, sans la feuille de carton, l'éclairement reçu par le mur est égal à E_0 sur tout le segment (AB).

4.7 - Après constructions des rayons utiles, indiquer la portion du mur complètement dans l'ombre ainsi que les parties restant pleinement éclairées (sur le segment AB).

4.8 - Tracer, sur le même document, l'évolution de l'éclairement $E(x)$ entre A et B.

Annexe 1

Figure 1 : présentation du projecteur

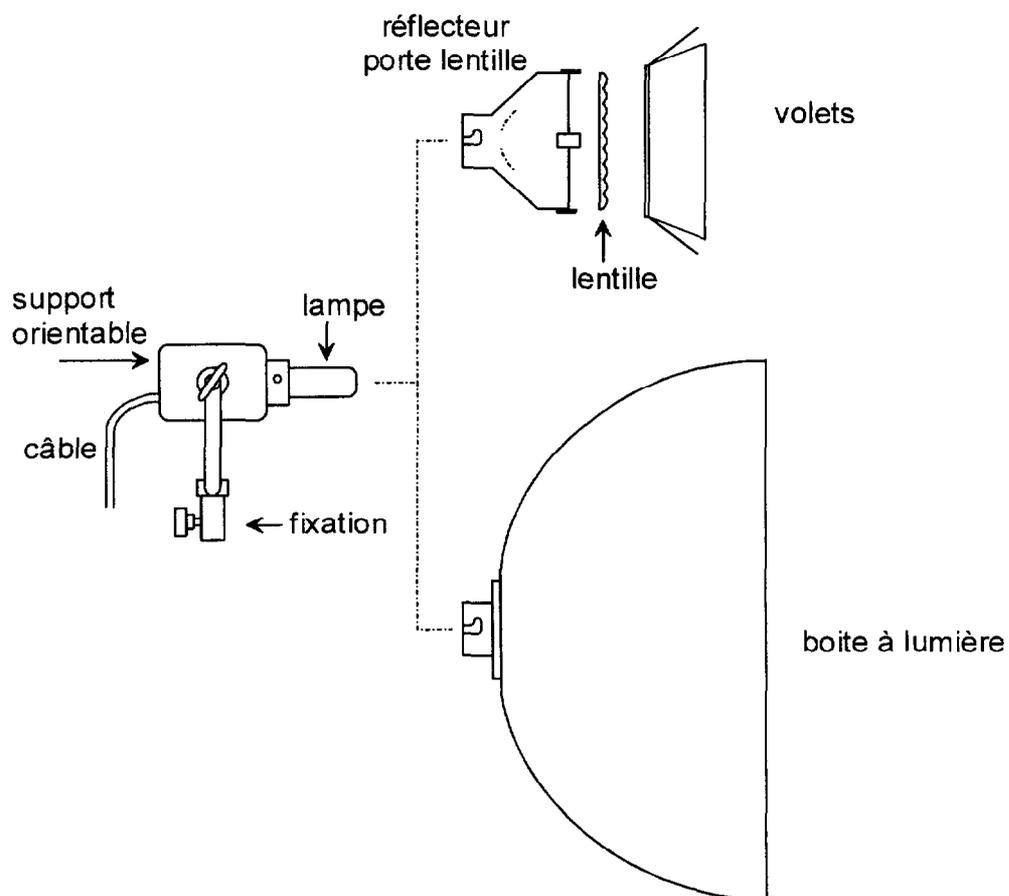
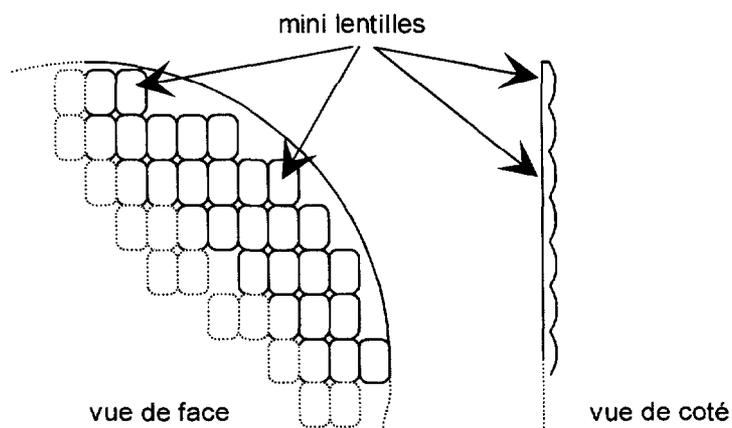
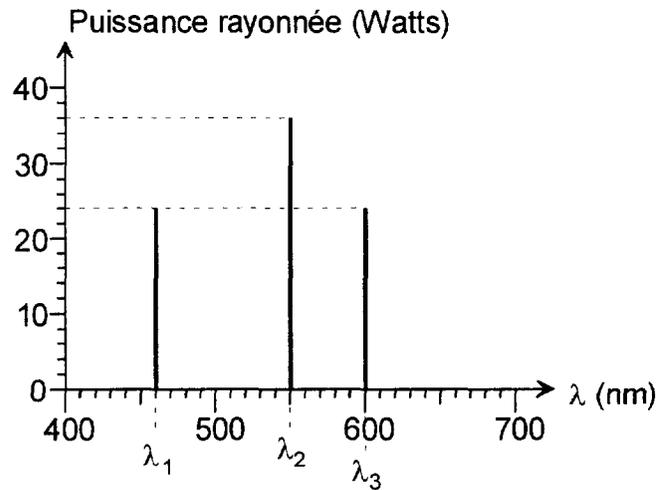
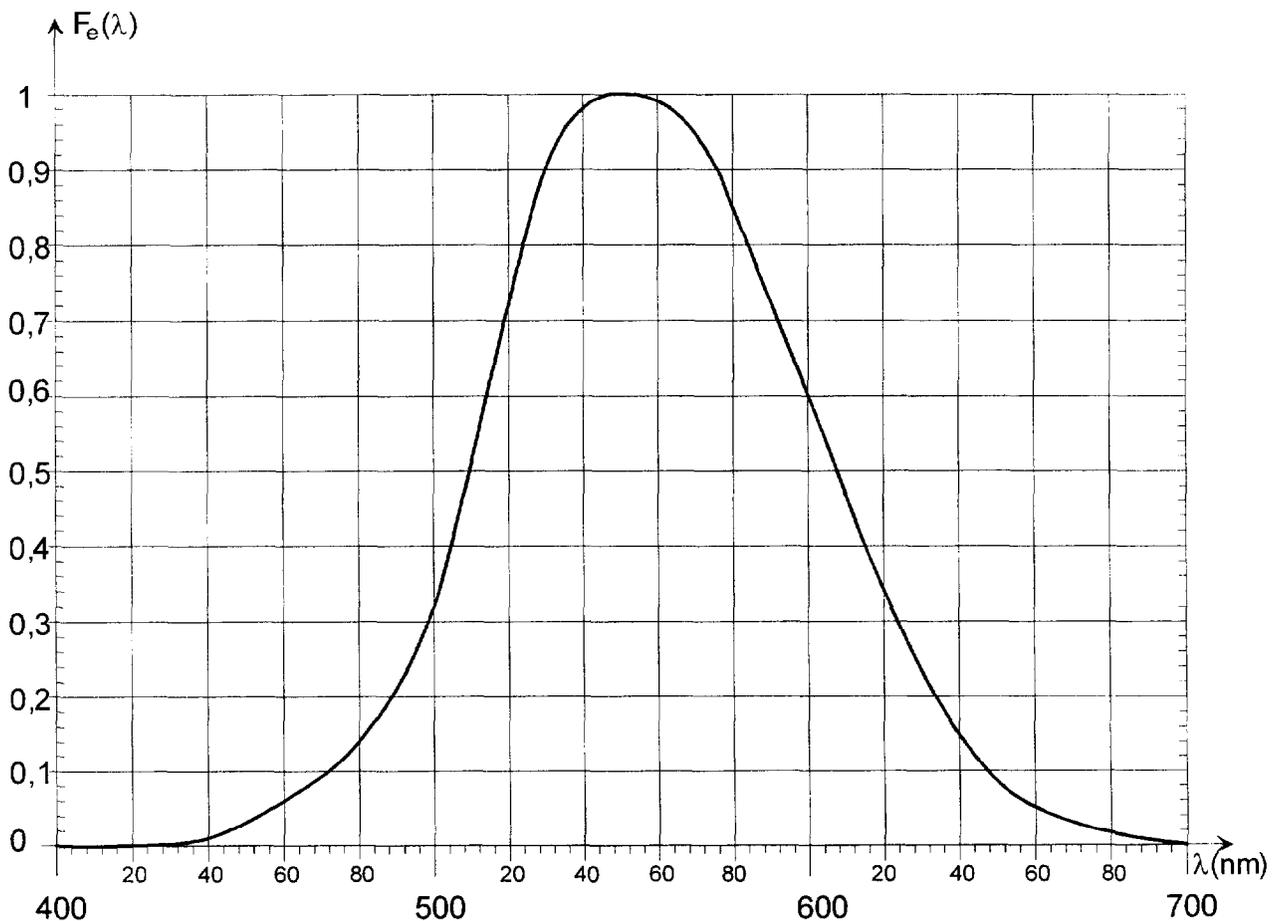


Figure 2 : Détail de la lentille



Annexe 2**Figure 1 : spectre de puissance de la lampe****Figure 2 : sensibilité spectrale relative de l'oeil**

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)*

Repère AVISP

SESSION 2002

DURÉE : 3H

Page : 8/10

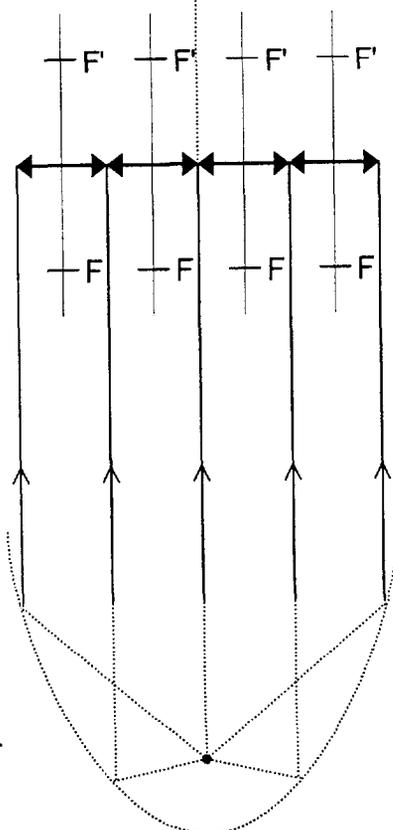
OPTION IMAGE

Coefficient : 2

Document réponse n°1

Plan P

Réseau de lentilles



Réflecteur

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)

Repère AVISP

SESSION 2002

DURÉE : 3H

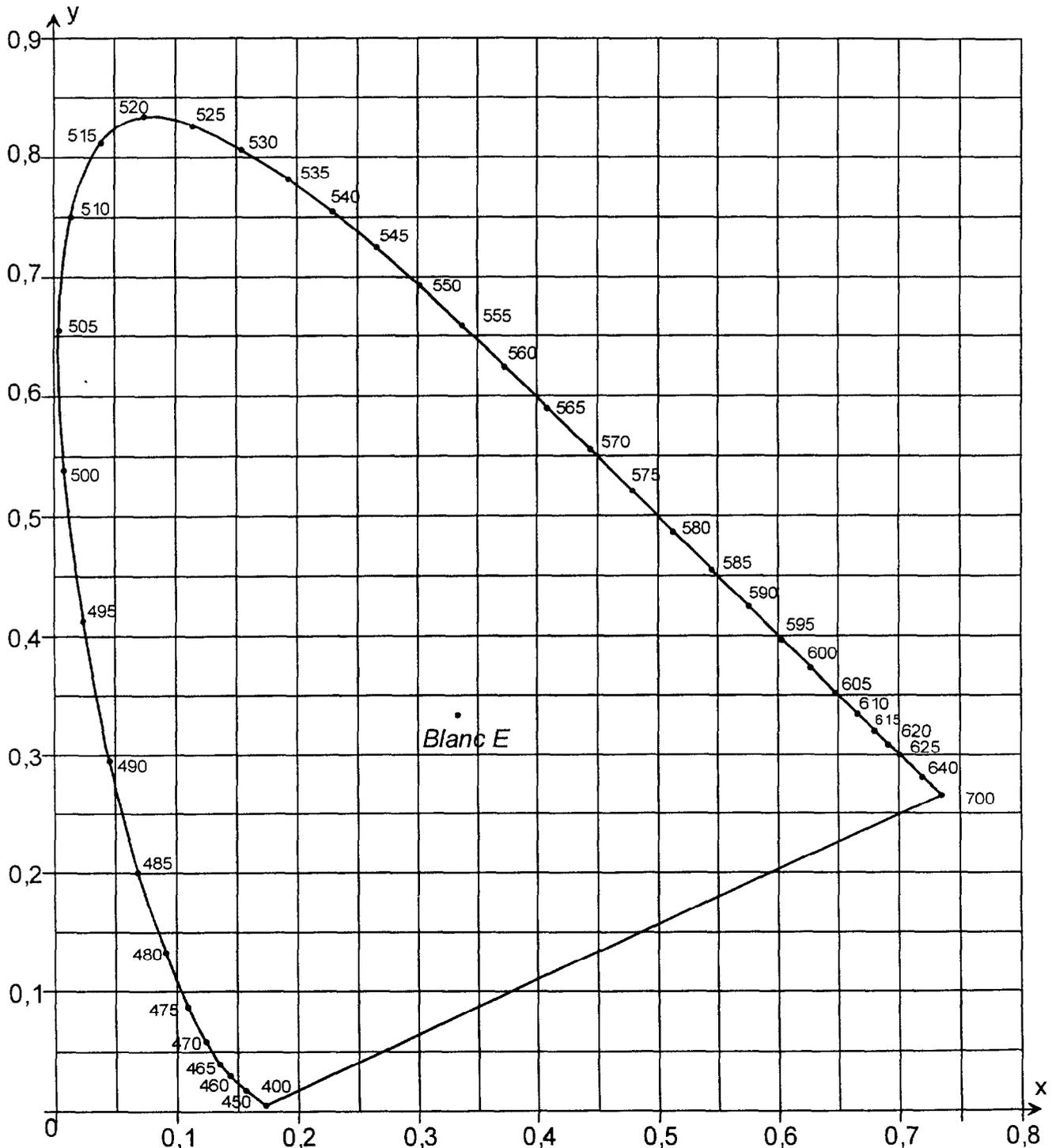
Page : 9/10

OPTION IMAGE

Coefficient : 2

Document réponse n°2

Diagramme de chromaticité de la C.I.E. (1931)



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)*

Repère AVISP

SESSION 2002

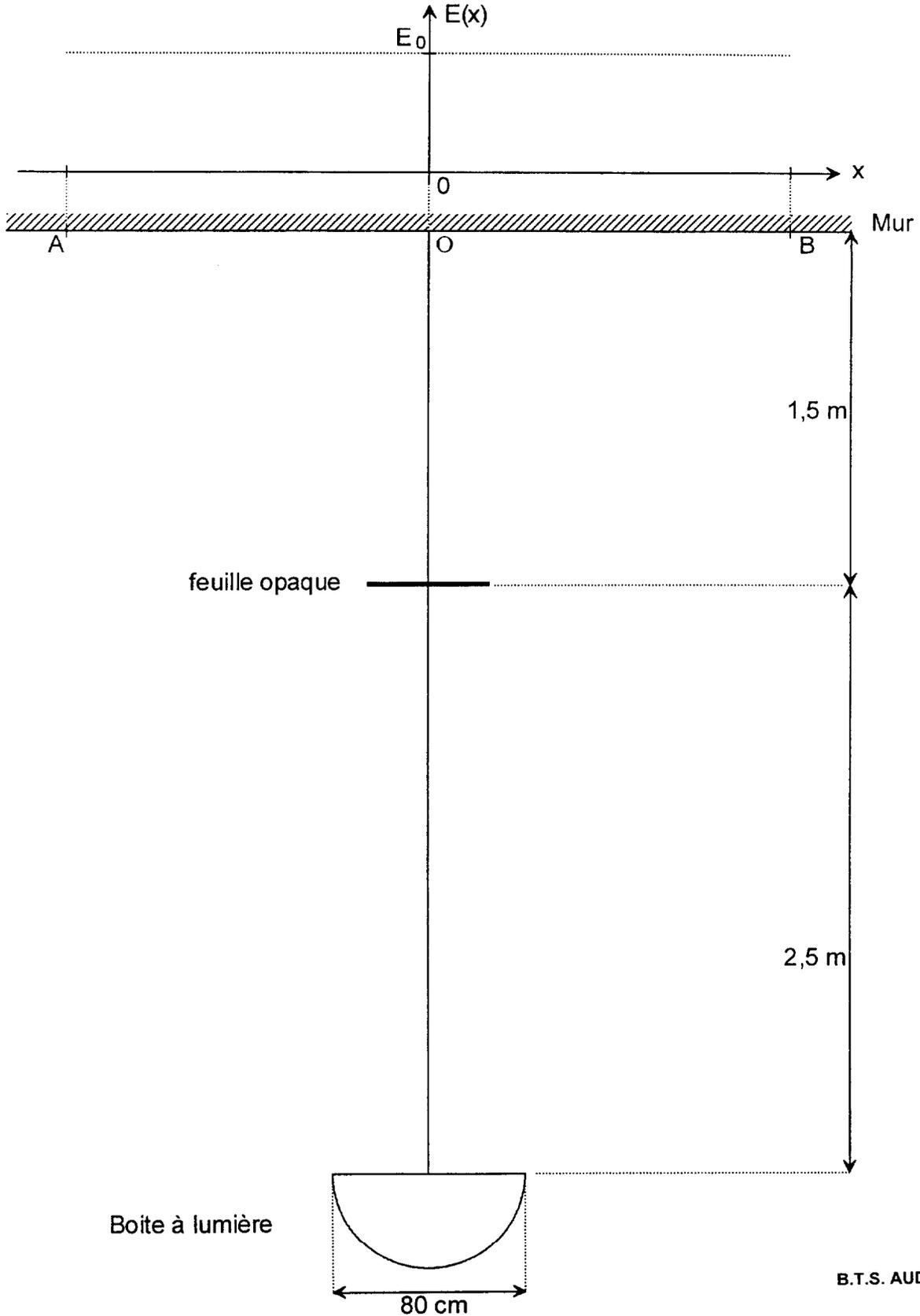
Document réponse n°3

DURÉE : 3H

Page : 10/10

OPTION IMAGE

Coefficient : 2



Repère : AVISP

SESSION 2003

Durée : 3 H

Page : 0/8

Coefficient : 2

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

AUDIOVISUEL

OPTION : IMAGE

EPREUVE U3 :

SCIENCES PHYSIQUES

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES

OPTION : IMAGE

Tous les exercices sont indépendants.

EXERCICE 1 : OPTIQUE

Un zoom 15x9 est monté sur une caméra dont les dimensions utiles du capteur sont : 6,6 x 8,8 mm.

1.1 - Quelles sont les focales extrêmes de ce zoom ?

1.2 - On souhaite photographier un immeuble de largeur 20 m et de hauteur 16 m en plaçant la caméra à une distance de 73 m.

1.2.1 - Quelle focale faudra-t-il employer pour obtenir une image complète et la plus grande possible de l'immeuble ?

1.2.2 - Justifier que ce zoom convient.

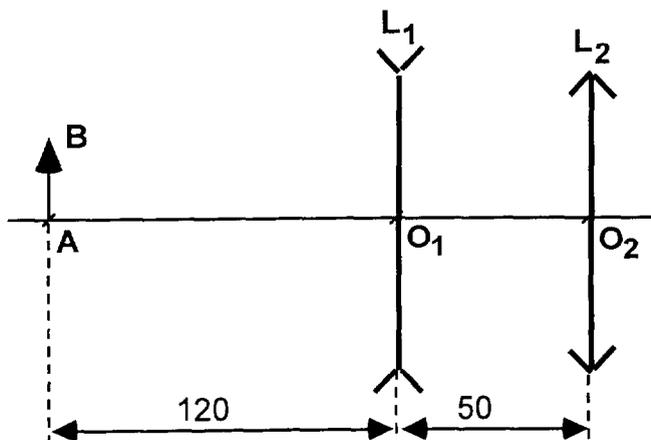
1.3 - Les constructeurs d'objectifs ont encore l'habitude d'indiquer le champ angulaire diagonal. Ainsi, peut-on lire dans la notice du zoom précédent que celui-ci offre un champ angulaire diagonal de $62,8^\circ$ pour l'une de ses focales extrêmes.

1.3.1 - Calculer la diagonale du capteur et en déduire la focale correspondant au champ angulaire diagonal de $62,8^\circ$.

1.3.2 - Calculer les champs angulaires "vertical" et "horizontal" pour une focale de 9 mm.

EXERCICE 2 : OPTIQUE

2.1 - On étudie le montage suivant qui comporte deux lentilles minces L_1 et L_2 dont les distances focales images sont respectivement notées f'_1 et f'_2 .



$$f'_1 = -60 \text{ mm}$$

$$f'_2 = 30 \text{ mm}$$

$$AB = 42 \text{ mm}$$

La figure n'est pas à l'échelle.

2.1.1 - Montrer que l'image $A'_1B'_1$ de l'objet AB à travers la lentille L_1 seule a pour position $\overline{O_1A'_1} = -40 \text{ mm}$ et que le grandissement est de $1/3$.

2.1.2 - A l'échelle 1 (en vraie grandeur), construire sur papier millimétré, l'image intermédiaire $A'_1B'_1$ et l'image définitive $A'B'$ à travers l'ensemble optique.

2.1.3 - Calculer la position et la taille de l'image finale A' B' de AB donnée par le système (L₁ + L₂).

2.1.4 - Indiquer les valeurs algébriques des grandissements produits par L₁ (γ₁), par L₂ (γ₂) et par (L₁ + L₂) (γ_T).

2.1.5 - En combinant les deux formules de Descartes applicables aux lentilles minces, montrez que :

$$p' = f' (1 - \gamma) \quad \text{et} \quad p = f' \left(\frac{1}{\gamma} - 1 \right).$$

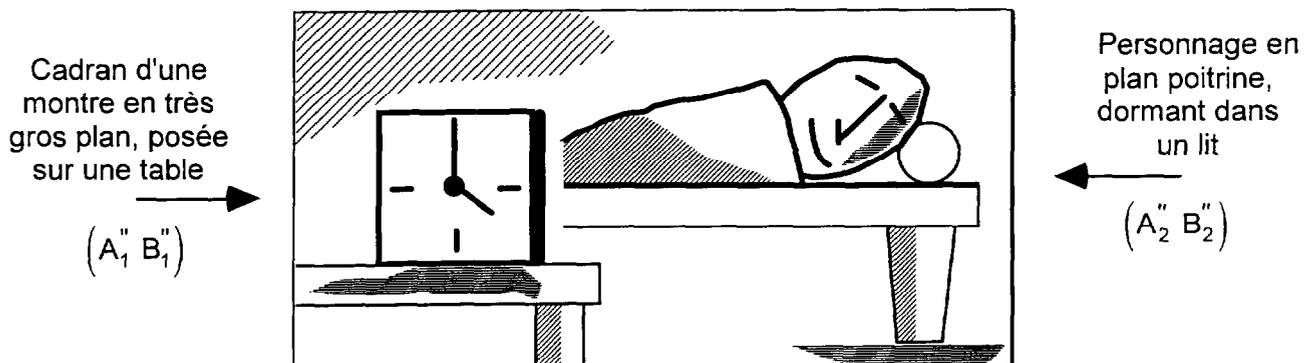
$$\text{avec } p = \overline{OA} ; p' = \overline{OA'} ; f' = \overline{OF'} \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}.$$

où A' est l'image de l'objet A, O le centre optique de la lentille et F' son foyer image.

2.2 - Le grand chef-opérateur Henri Alekan vient de disparaître. C'était un spécialiste des effets spéciaux optiques réalisés à la prise de vues. Pour lui rendre hommage, la télévision décide de produire une émission sur ses trucages devenus légendaires : on a choisi d'expliquer le principe de "l'incrustation avec miroir semi-transparent".

Ce procédé était utilisé, par exemple, pour filmer simultanément un petit objet en très gros plan et un décor normal avec personnage afin qu'ils apparaissent nets tous les deux, donnant ainsi l'illusion d'une profondeur de champ énorme.

On souhaite réaliser l'image suivante :



Dimensions réelles des objets

Dimensions de l'image sur le capteur

- Cadran de la montre (A₁ B₁)
24 X 24 mm

(A₁'' B₁'')
3 X 3 mm

- Personnage dormant (A₂ B₂)
(Partie visible) longueur : 0,7 m

(A₂'' B₂'')
7 mm

Pour obtenir l'image souhaitée par "incrustation avec miroir semi-transparent", on utilise le montage optique complet représenté ci-après.

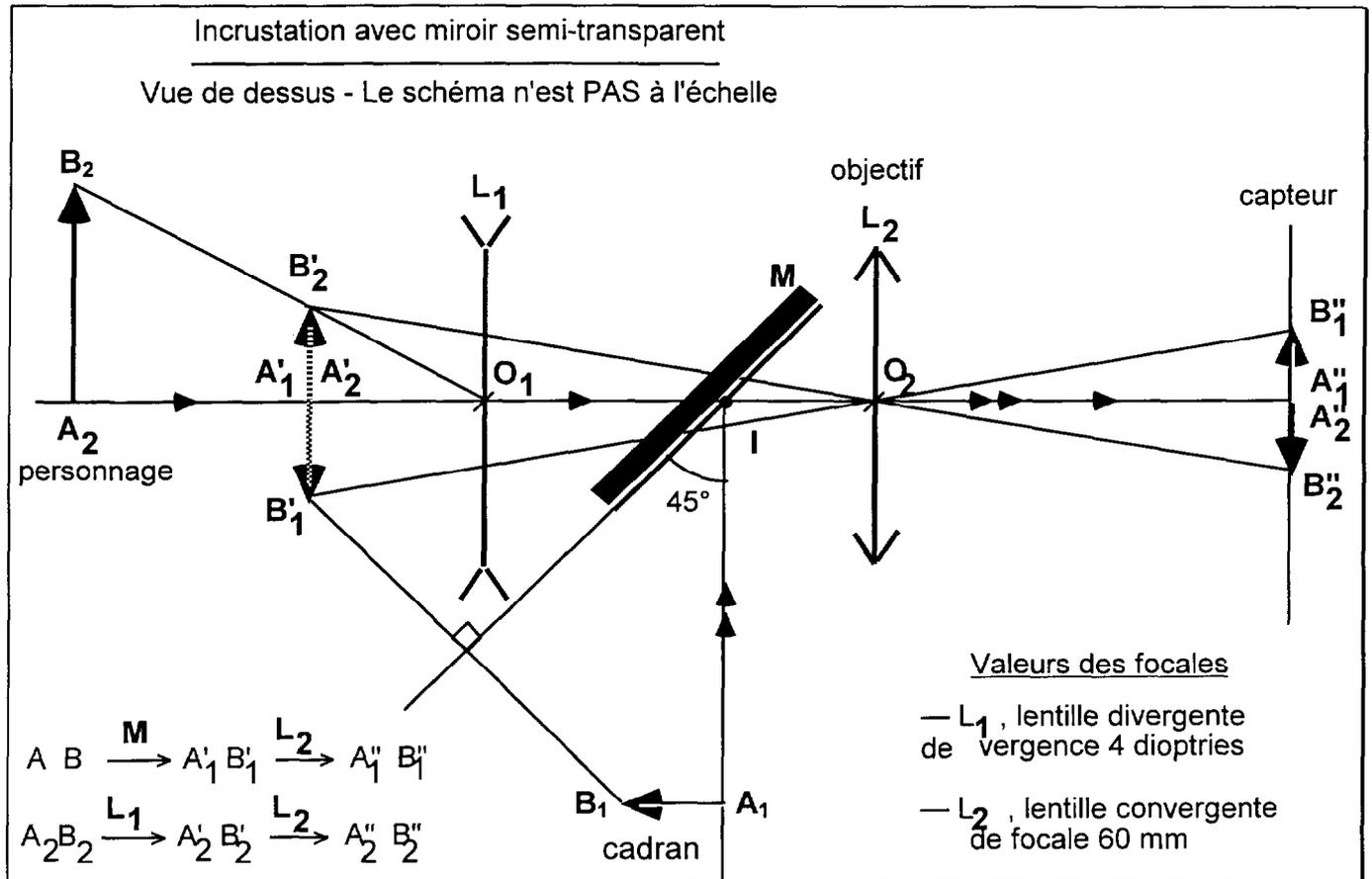
REMARQUES IMPORTANTES :

- Les focales de L₁ et de L₂ ainsi que les distances O₁A₂ et O₁O₂ ont d'autres valeurs que celles de la question 2.1.
- Le miroir semi-transparent M n'a aucune influence sur la trajectoire des rayons provenant de A₂ B₂ car son épaisseur est très faible.

- Le miroir M donne une image $A_1' B_1'$ symétrique de l'objet $A_1 B_1$, ce qui entraîne :

$$|A_1 O_1| = |A_1' O_1| \quad \text{et} \quad A_1 B_1 = A_1' B_1'$$

- Le rôle de la lentille L_1 est de former une image $A_2' B_2'$, de l'objet $A_2 B_2$, dans le même plan que $A_1' B_1'$. Ainsi, l'objectif L_2 en donnera deux images $A_2'' B_2''$ et $A_1'' B_1''$, de même grandissement γ_2 , situées exactement sur le capteur, après mise au point. Elles seront donc toutes deux parfaitement nettes et il n'y aura aucun problème de profondeur de champ.



2.2.1 - Donner la valeur algébrique du grandissement γ_2 produit par L_2 pour le cadran de la montre : $A_1 B_1 = A_1' B_1' = 24 \text{ mm} \longrightarrow A_1'' B_1'' = 3 \text{ mm}$.

En utilisant les formules démontrées à la question 2.1.5., déterminer les valeurs de $O_2 A_1''$ et de $O_2 A_1' = O_2 I + |A_1 O_1|$ pour que le cadran soit parfaitement net.

2.2.2 - Donner la valeur algébrique du grandissement γ_T produit par le système $(L_1 + L_2)$ pour le personnage : $A_2 B_2 = 0,7 \text{ m} \longrightarrow A_2'' B_2'' = 7 \text{ mm}$.

En déduire celui produit par L_1 , pour le personnage (γ_1).

2.2.3 - Calculer $O_1 O_2$, distance séparant L_1 et L_2 .

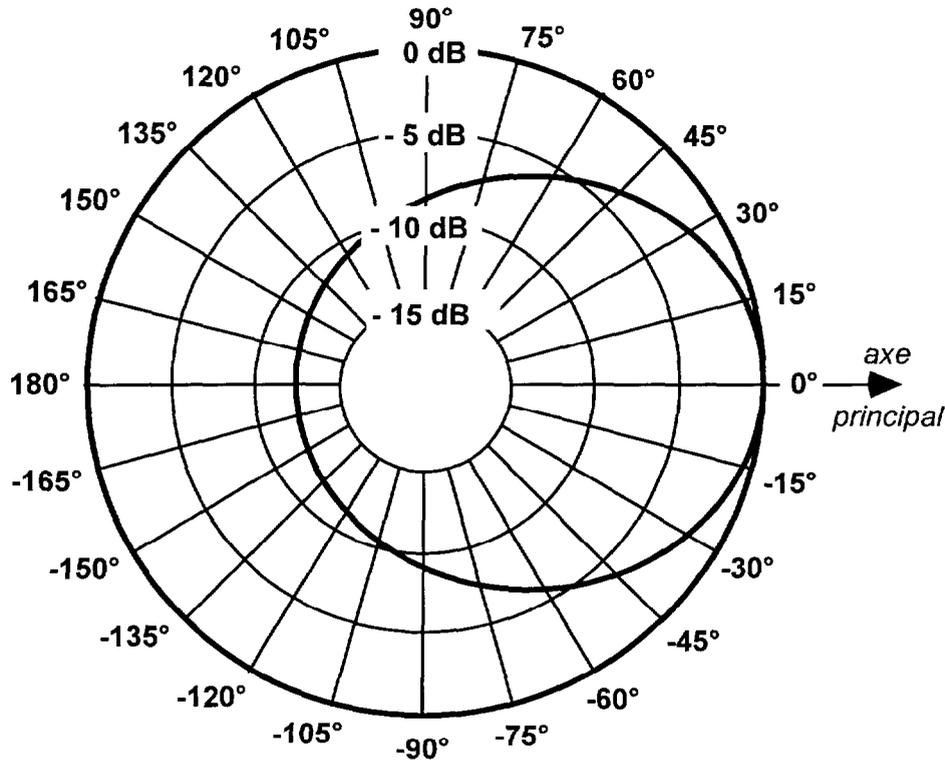
2.2.4 - Au moment d'effectuer la prise de vues, le cadreur demande à l'accessoiriste de remplacer la montre par une autre ayant un cadran sans chiffre. Pourquoi ?

EXERCICE 3 : ACOUSTIQUE

On considère un haut-parleur émettant une onde sonore qui se propage librement ; les fronts d'onde sont des sphères.

Le niveau acoustique mesuré à 1 m du haut parleur, sur l'axe principal, est $L_1 = 110 \text{ dB}_{\text{SPL}}$.

Le diagramme d'émission du haut-parleur est donné ci-dessous ; on suppose qu'il est utilisable pour toutes les fréquences audibles.



3.1 - Quel est le niveau acoustique L_{50} mesuré à 50 m du haut-parleur sur son axe principal ?

3.2 - Quel est le niveau acoustique mesuré à 50 m du haut-parleur dans une direction faisant un angle de 60° avec l'axe principal ?

3.3 - À quelle intensité acoustique ce niveau correspond-il ?

On rappelle que le zéro de l'échelle des dB_{SPL} correspond à une intensité acoustique de $10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.

EXERCICE 4 : ÉLECTRONIQUE

Un bruit permanent, de fréquence fixe, parasite une bande son. On se propose d'asservir un filtre sélectif sur la fréquence de ce bruit. Les schémas du dispositif sont fournis en annexe N° 1.

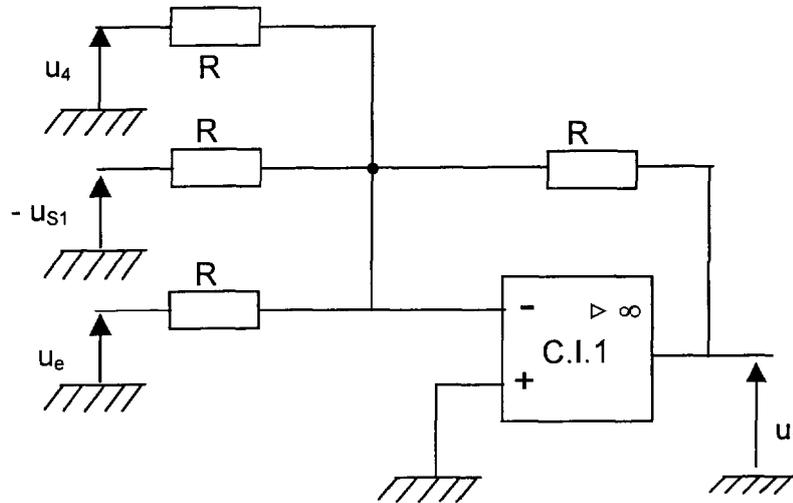
Tous les amplificateurs opérationnels sont alimentés entre -15 V et $+15 \text{ V}$; ils seront considérés comme idéaux et fonctionnant en régime linéaire à l'exception de C.I.6 qui fonctionne en régime non linéaire et dont les tensions de saturation sont de -15 V et $+15 \text{ V}$.

Le signal d'entrée u_e étant supposé sinusoïdal, on pourra utiliser les équivalents complexes, ou les amplitudes complexes, pour effectuer les calculs relatifs aux fonctions linéaires.

On se reporte au schéma de l'annexe N°1.

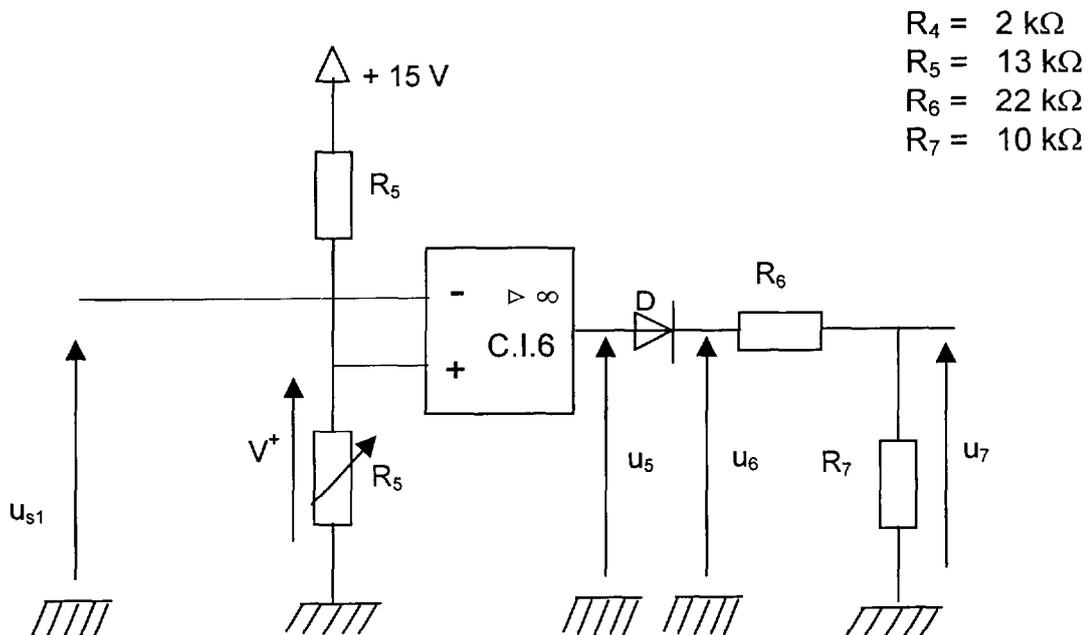
On note, en particulier, qu'un amplificateur inverseur, représenté par son schéma bloc C_{Inv} , transforme la tension u_{S1} en $-u_{S1}$. Il sert à assurer la stabilité du montage.

4.1 - On considère la partie suivante du schéma.



Déterminer la tension u_1 en fonction des tensions u_e , u_{S1} et u_4 .

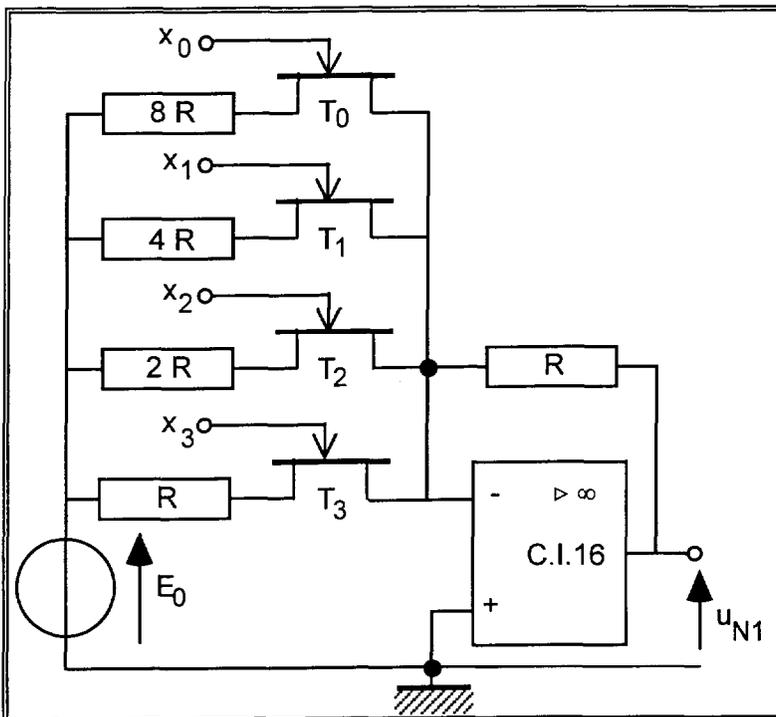
4.2 - u_{S1} est une tension sinusoïdale comme indiqué sur le document-réponse N°1. C.I.6. fonctionnant en régime non linéaire, on rappelle que lorsque v^- est inférieure à V^+ , la sortie est à $+15\text{ V}$ et inversement, lorsque v^- est supérieure à V^+ , la sortie est à -15 V .



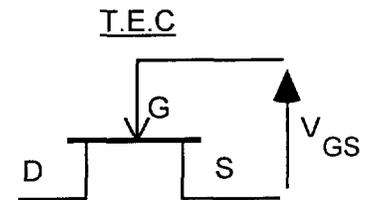
- 4.2.1 - Montrer que lorsque la résistance variable R_4 est ajustée à $2 \text{ k}\Omega$ et $R_5 = 13 \text{ k}\Omega$, $V^+ = 2 \text{ V}$.
- 4.2.2 - Tracer, sur le document réponse N° 1, l'oscillogramme de u_6 .
- 4.2.3 - La diode D étant supposée idéale (la diode passante équivaut à un interrupteur fermé et la diode bloquée à un interrupteur ouvert), tracer sur le document réponse N° 1, l'oscillogramme de u_6 .
- 4.2.4 - Le C.I.7. ne consomme pas de courant en entrée. Exprimer u_7 en fonction de u_6 , R_6 et R_7 . Quelles sont les valeurs possibles de u_7 ?

EXERCICE 5 : ÉLECTRONIQUE

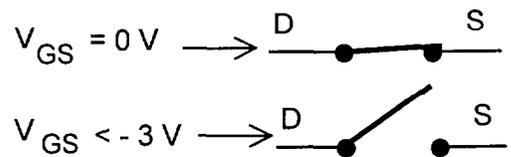
On se réfère au schéma de principe du convertisseur numérique analogique (C.N.A.) dont une partie est reproduite ci-dessous :



Les transistors utilisés pour cette partie de l'exercice sont à effet de champ canal N.



Ils seront remplacés par les modèles suivants :



Lorsque la tension grille source V_{GS} est nulle, le T.E.C. est équivalent à un court-circuit.

Lorsque la tension grille source V_{GS} est inférieure à la tension de pincement (ici -3 V), le T.E.C. est équivalent à un circuit ouvert.

On peut donc associer à chaque T.E.C, repéré T_k , une variable logique x_k qui caractérise la tension V_{GSk} appliquée à l'entrée G_k :

$$\begin{aligned} \text{si } x_k = 1 & \Rightarrow V_{GSk} = 0 \text{ V} \\ \text{si } x_k = 0 & \Rightarrow V_{GSk} < -3 \text{ V} \end{aligned}$$

5.1 - Les variables logiques ont les valeurs suivantes : $x_0 = 1$, $x_1 = 0$, $x_2 = 1$ et $x_3 = 1$.

5.1.1 - Représenter, dans ce cas, le schéma équivalent du sous-ensemble étudié, en remplaçant chaque T.E.C. par son modèle.

5.1.2 - Calculer dans ce cas la tension u_{N1} en fonction de la tension de référence E_0 .

5.2 - Dans le cas général, déterminer la tension u_{N1} en fonction de la tension de référence E_0 et des quatre variables logiques x_0 , x_1 , x_2 et x_3 .

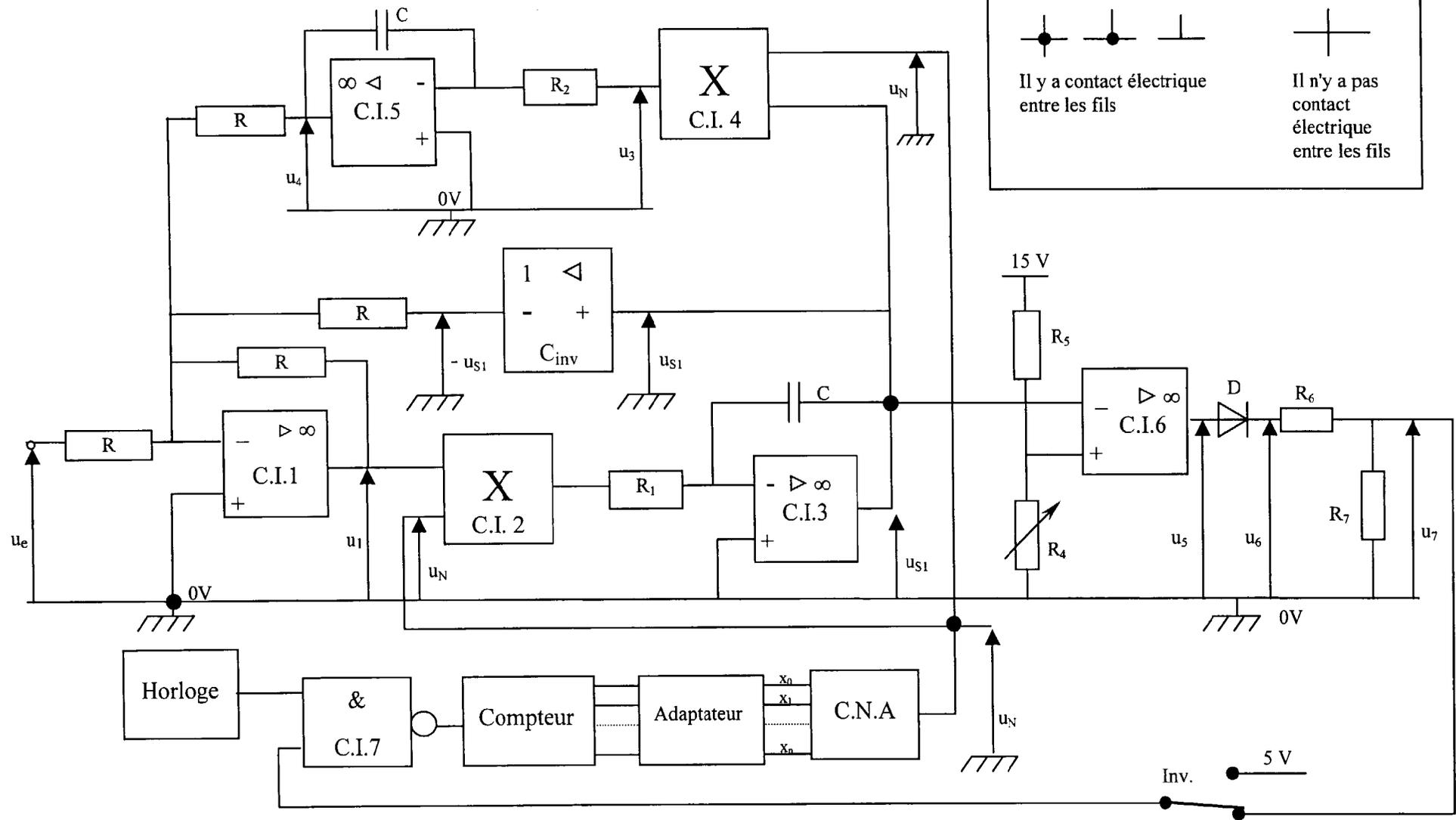
ANNEXE N° 1

Pour éviter des erreurs de lecture sur les schémas, on rappelle les conventions suivantes :



Il y a contact électrique entre les fils

Il n'y a pas contact électrique entre les fils

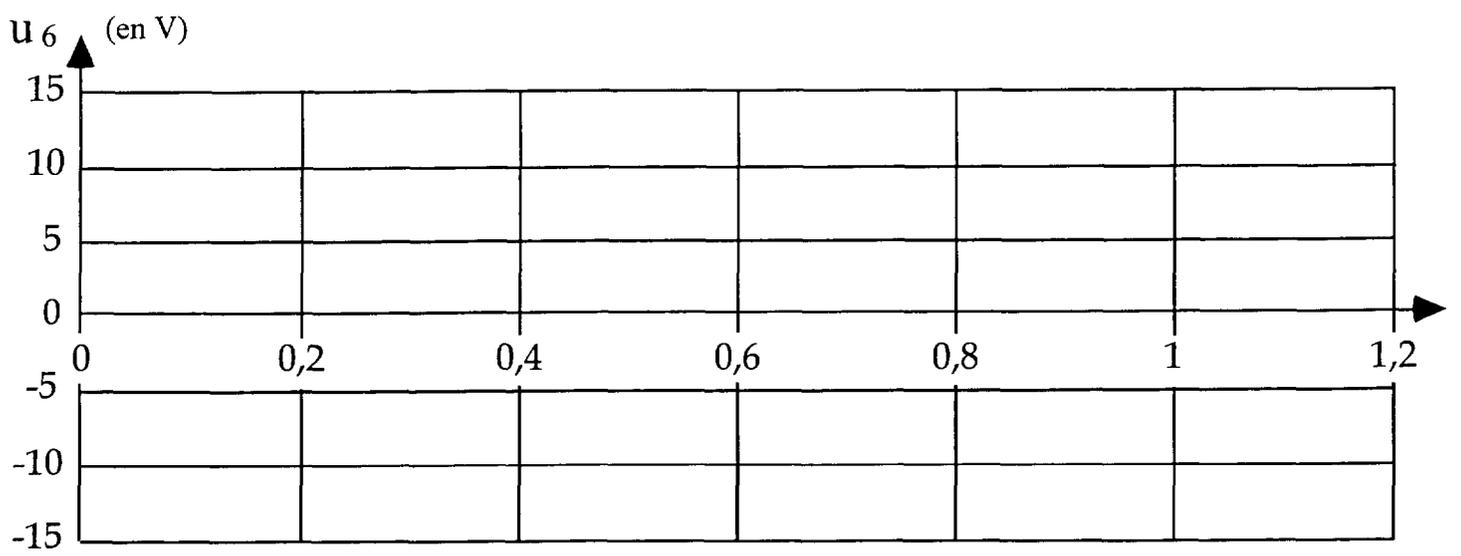
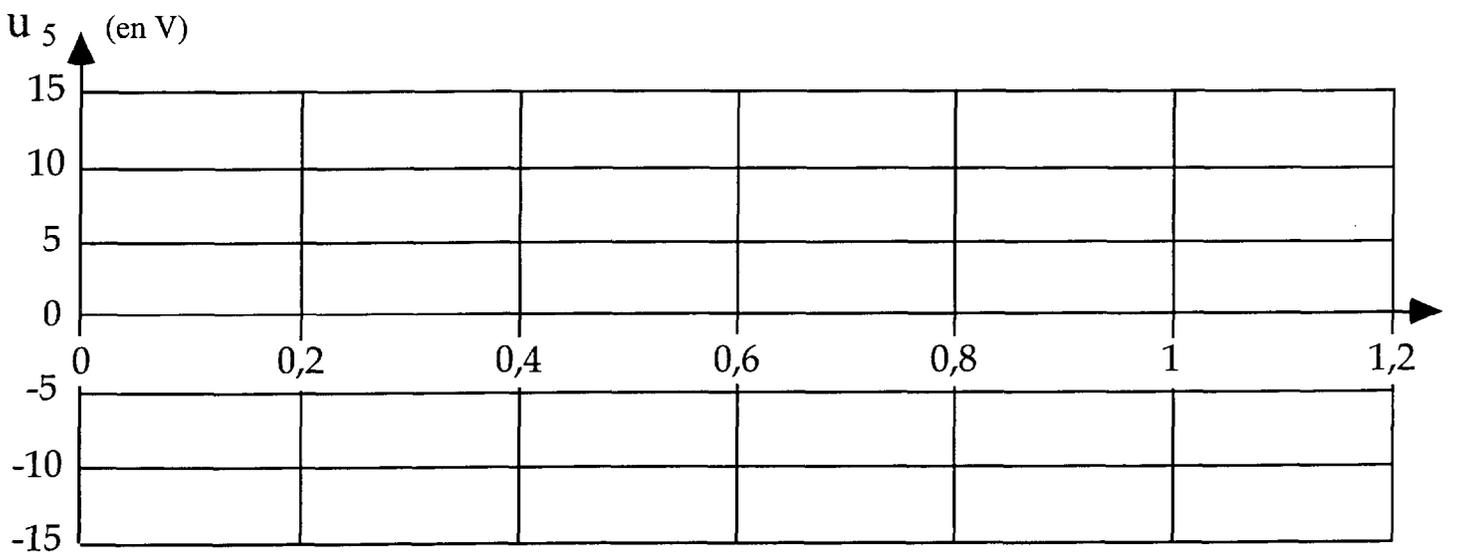
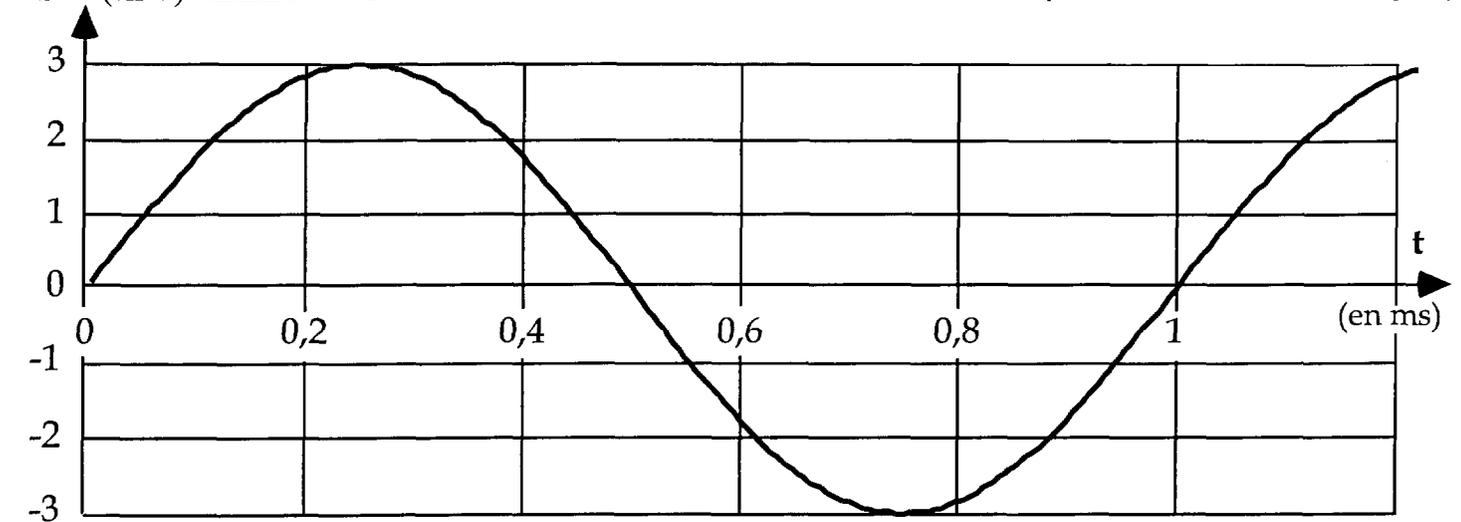


DANS CE CADRE

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.

u_{S1} (en V) ELECTRONIQUE - DOCUMENT RÉPONSE N° 1 (à rendre avec la copie)



ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

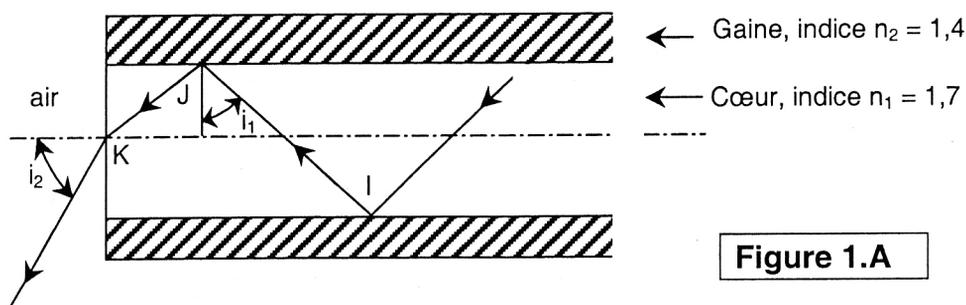
OPTION METIERS DE L'IMAGE

PARTIE 1 - OPTIQUE

Les exercices A, B, C et D sont indépendants.
Aucune figure n'est à l'échelle.

A - LA FIBRE OPTIQUE

Une fibre optique dite « à saut d'indice » est formée de deux milieux transparents coaxiaux d'indices n_1 et n_2 . Elle est représentée, en coupe, ci-dessous :



De telles fibres, réunies en faisceau, peuvent servir à éclairer de petits objets.

Un rayon arrive de la source et, par réflexions successives en I, en J, ..., ressort en K dans l'air.

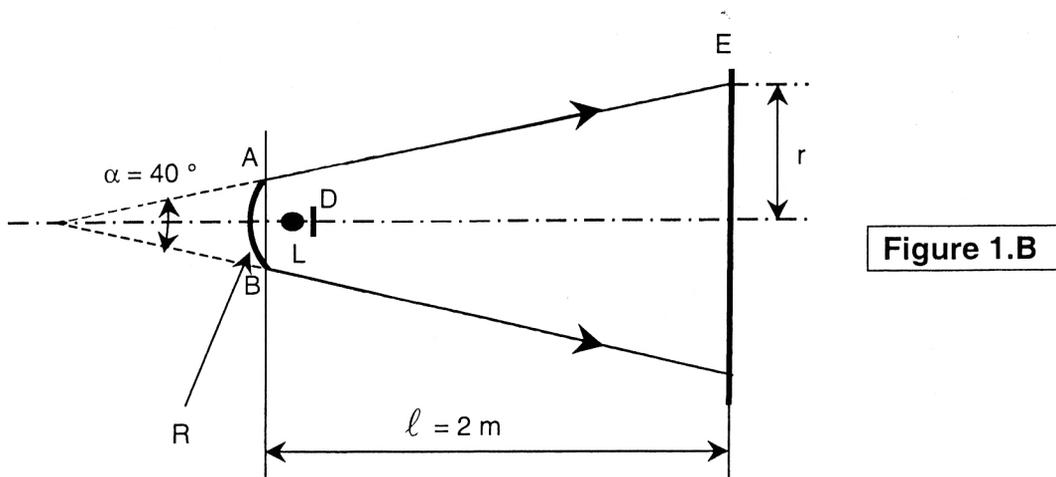
1.1 - Calculer la valeur de l'angle limite $i_{1 \text{ lim}}$ pour laquelle il y a réflexion totale en J.

1.2 - Calculer, dans ce cas, la valeur de $i_{2 \text{ lim}}$.

B - ETUDE PHOTOMETRIQUE D'UN PROJECTEUR

Un projecteur est constitué d'une lampe halogène L et d'un réflecteur R. Un petit disque opaque D arrête les rayons directs envoyés par L vers l'écran E. Le faisceau divergent émis par ce projecteur forme un tronc de cône d'angle au sommet $\alpha = 40^\circ$ et le réflecteur a une section circulaire dont le diamètre AB vaut 10 cm (voir **figure 1.B**).

Le projecteur consomme une puissance électrique $P_{\text{elec}} = 300 \text{ W}$ et sa lampe L a une efficacité lumineuse $e = 30 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$.



1.3 - Calculer le flux ϕ émis par le projecteur, sachant que l'énergie absorbée par le disque est négligeable.

1.4 -

1.4.1 - Montrer que la surface éclairée de l'écran a un rayon $r = \frac{AB}{2} + \ell \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$.

1.4.2 - Calculer r et en déduire la section (notée S) du faisceau sur l'écran.

1.5 - Calculer la valeur de l'éclairement moyen (noté E_{m1}) sur l'écran.

1.6 - La lampe L fournit une lumière de température de couleur $T_1 = 3200$ K. On place sur le projecteur un filtre bleu dont la notice indique les caractéristiques :

- densité optique : 0,5

- valeur **absolue** de la correction : $\Delta M = 131 \text{ MK}^{-1}$ (ou Mireds).

1.6.1 - Lorsque ce filtre est placé devant le projecteur, quelle est la température de couleur T_2 ?

On rappelle que $\Delta M = 10^6 \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$.

1.6.2 - Calculer la nouvelle valeur de l'éclairement (noté E_{m2}) reçu par l'écran.

C - LENTILLE CONVERGENTE

On considère une lentille convergente L_1 de distance focale image $f' = 30$ mm, munie d'un diaphragme \emptyset de diamètre $d = 15$ mm, et un objet ponctuel A situé à 90 mm en avant de O (voir figure 1.C).

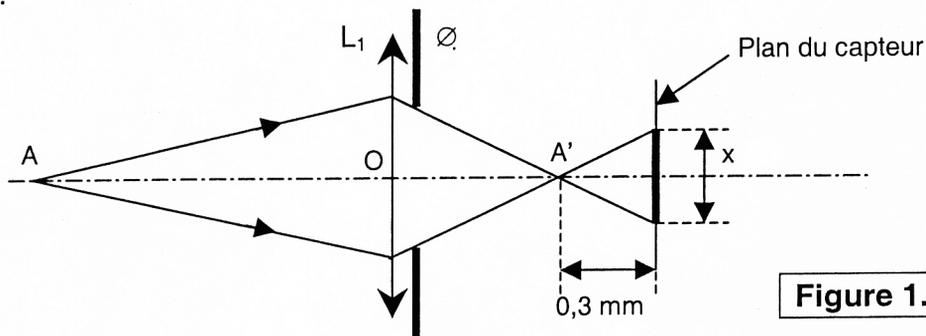


Figure 1.C

1.7 - A' étant l'image de A donnée par L_1 , calculer la distance OA' .

1.8 - Par une légère imprécision dans la mise au point, le capteur ne se trouve pas exactement en A' , mais légèrement en arrière à 0,3 mm.

Calculer le diamètre x du disque lumineux formé sur le capteur.

1.9 - Pour que ce disque soit perçu par l'œil (et interprété par le cerveau) comme un point, x ne doit pas dépasser 0,02 mm. Qu'en concluez-vous quant à l'aspect de l'image formée ?

1.10 - Calculer la valeur minimale à donner au nombre d'ouverture N pour réaliser cette condition sur x .

On rappelle que $N = \frac{f'}{d}$ où d est le diamètre du diaphragme. Justifier la valeur normalisée $N = 11$ choisie par l'opérateur.

D - PRINCIPE D'UN ZOOM

On se propose de montrer comment les opticiens ont eu l'idée de fabriquer des zooms.

On considère le dispositif représenté sur la **figure 1.D**.

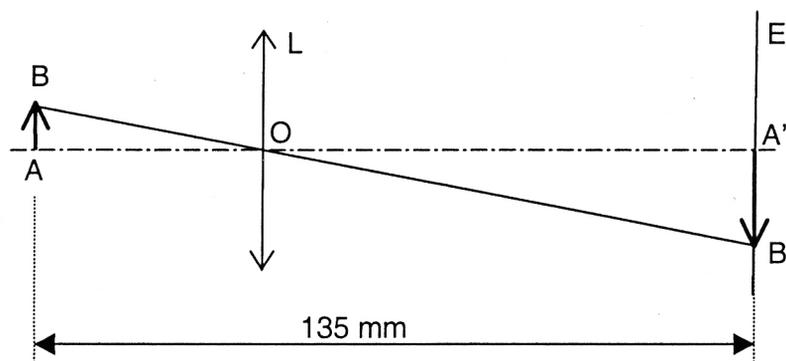


Figure 1.D

L'objet AB et l'écran E resteront fixes dans tout l'exercice et distants de 135 mm.

1.11 - En déplaçant une lentille convergente L de distance focale image $f' = 30$ mm entre AB et E, on remarque qu'il existe deux positions p_1 et p_2 de la lentille qui donnent, sur l'écran E, une image A'B' nette de l'objet AB.

1.11.1 - Exprimer $\overline{AA'}$ en fonction de \overline{OA} (noté p) et de $\overline{OA'}$ (noté p').

1.11.2 - On se propose de calculer les valeurs de p_1 et p'_1 d'une part, et de p_2 et p'_2 d'autre part, correspondant aux deux positions de L donnant une image nette sur E.

1.11.2.1 - Montrer que p_1 et p_2 (exprimés en mm) sont solutions de l'équation $p^2 + 135 p + 4050 = 0$.

1.11.2.2 - Calculer les valeurs numériques de p_1 , p'_1 , p_2 et p'_2 .

1.11.2.3 - Calculer les grandissements γ_1 et γ_2 dans ces deux cas.

Vous venez de vérifier qu'il existe deux positions de la lentille pour lesquelles l'image est nette. Vous allez maintenant étudier le cas où cette lentille occupe une position intermédiaire.

1.12 - On place maintenant L entre ces deux positions particulières, par exemple à 70 mm de AB.

1.12.1 - Calculer la nouvelle position p'_3 de l'image A'B'.

1.12.2 - Calculer sa distance d' par rapport à l'écran.

1.12.3 - Justifier **qualitativement** le flou qui apparaît sur l'écran.

L'apport d'une lentille supplémentaire permet de corriger le défaut mis en évidence dans la partie 1.12.

1.13 - On imagine alors d'associer une seconde lentille L_2 qui compensera l'action de la première L_1 et maintiendra l'image finale A' en permanence sur l'écran E . Les mouvements des deux lentilles L_1 et L_2 sont synchronisés : c'est le principe du zoom à compensation mécanique.

L_1 est une lentille divergente de distance focale image $f'_1 = -30$ mm, L_2 est convergente et de distance focale f'_2 de 30 mm et la distance $O_1O_2 = a = 30$ mm.

Le chemin suivi par le rayon venant de $-\infty$ est représenté sur le schéma de principe ci-dessous (échelle non respectée).

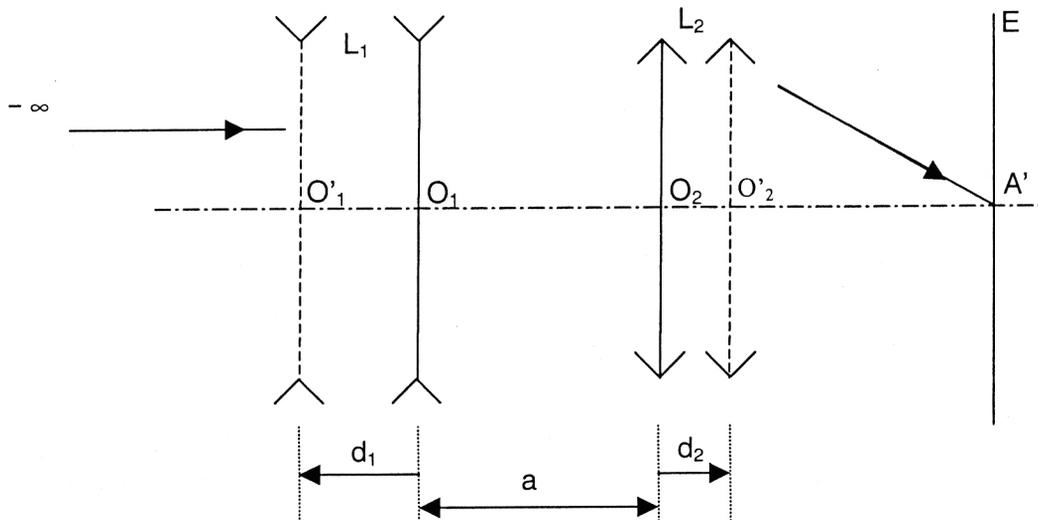


Figure 1.E

1.13.1 - Calculer la distance O_2A' et compléter le trajet du rayon sur le **document réponse**.

1.13.2 - Avec le même rayon incident, arrivant toujours parallèle à l'axe, on avance la lentille L_1 de $d_1 = 20,00$ mm vers la gauche. On montre qu'il faut alors déplacer L_2 vers la droite d'une distance $d_2 = 16,46$ mm pour obtenir à nouveau l'image finale A' exactement sur l'écran.

Calculer la distance focale f' du système $\{L_1-L_2\}$ dans ces deux configurations.

On utilisera la formule de Gullstrand :
$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2} - \frac{a}{f'_1 \cdot f'_2}$$

1.13.3 - Justifier qu'un objectif à focale variable a bien été réalisé.

Ce type de zoom est utilisé en photo et dans des projecteurs de « poursuite ».

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.

NE RIEN ÉCRIRE

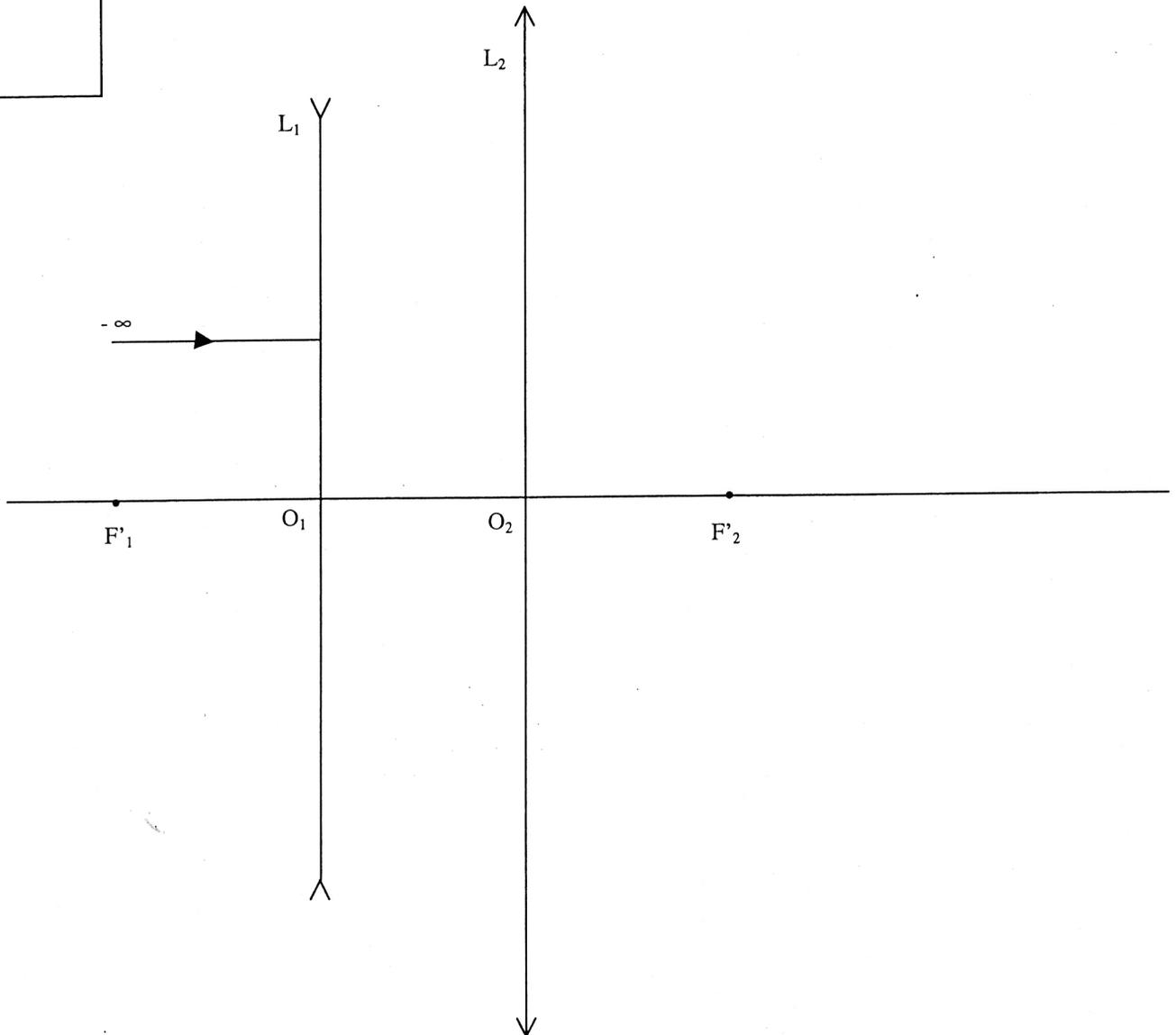
Repère : MVISP Session : 2004

Durée : 3 H

Page : 5/9

Coefficient : 2

DOCUMENT RÉPONSE
(à rendre obligatoirement avec la copie)



PARTIE 2 - ACOUSTIQUE : ANALYSE SPECTRALE D'UN BRUIT NORMALISE

Un générateur émet un bruit blanc de niveau d'intensité sonore L_1 mesuré au sonomètre à 1 m ; $L_1 = 100$ dB. Ce signal sonore couvre un domaine de fréquences comprises entre 22,4 Hz et 22,4 kHz.

2.1 - Généralités

2.1.1 - Donner la définition d'un bruit blanc. Représenter $L_1 = g(f)$ liant le niveau d'intensité sonore L_1 à la fréquence f .

2.1.2 - Calculer le niveau d'intensité sonore mesuré à 5 m.

2.2 - Un analyseur à Δf constant comporte des fenêtres d'analyse de largeur constante.

2.2.1 - Calculer l'intensité sonore détectée (à 1 m) par chaque canal d'un analyseur comportant 200 canaux. On rappelle que la référence $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

2.2.2 - Calculer le niveau d'intensité sonore correspondant et construire l'allure du profil spectral $L_1 = g(f)$ livré par l'analyseur.

PARTIE 3 - ELECTRONIQUE : ETUDE DE LA REPARTITION DES SIGNAUX AUDIO DANS LES ENCEINTES D'ECOUTE EN POST PRODUCTION

L'étude est faite en régime sinusoïdal. Les grandeurs instantanées sont représentées sous la forme v ; la notation complexe est utilisée et les grandeurs complexes sont représentées sous la forme \underline{V} .

3.1 - Le schéma général de la structure utilisée est fourni, pour information, dans le **document Elec1**.

3.1.1 - Les 2 amplificateurs opérationnels AOP 1 et AOP 2 fonctionnent **en régime linéaire d'amplification**.

Les 2 entrées différentielles des amplificateurs opérationnels AOP 1 et AOP 2 sont repérées respectivement par (E1, E2) et (E3, E4).

Recopier et compléter le tableau ci-dessous en y plaçant les signes « + » ou « - » repérant respectivement l'entrée non inverseuse et l'entrée inverseuse. Justifier vos réponses.

	E1	E2	E3	E4
indiquer le signe				

3.1.2 - Rappeler la valeur de la tension d'entrée différentielle u_d de ces AOP.

3.2 - Etude de l'étage alimentant le « WOOFER » : sous-ensemble repéré A sur le **document Elec 1**.

3.2.1 - Soit le schéma suivant représentant une partie de cet étage : voir **figure 3.A**.

NB : L'amplificateur opérationnel AOP 3 fonctionne en régime d'amplification linéaire.

Aux fréquences d'utilisation, l'impédance du condensateur C_1 peut être considérée comme nulle. C_1 n'apparaît donc pas sur le schéma **figure 3.A**.

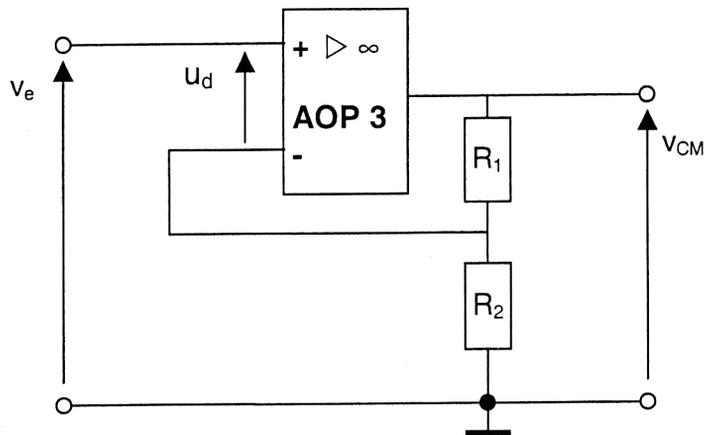


Figure 3.A

3.2.1.1 - Exprimer \underline{V}^+ en fonction de \underline{V}_e .

3.2.1.2 - Exprimer \underline{V}^- en fonction de \underline{V}_{CM} , R_1 et R_2 .

3.2.1.3 - En déduire \underline{V}_{CM} en fonction de \underline{V}_e , R_1 et R_2 .

3.2.2 - Soit le schéma suivant représentant l'autre partie de cet étage : **figure 3.B**.

NB : L'amplificateur opérationnel AOP 4 fonctionne en régime d'amplification.

Aux fréquences d'utilisation, l'impédance du condensateur C_2 peut être considérée comme nulle. C_2 n'apparaît donc pas sur le schéma **figure 3.B**.

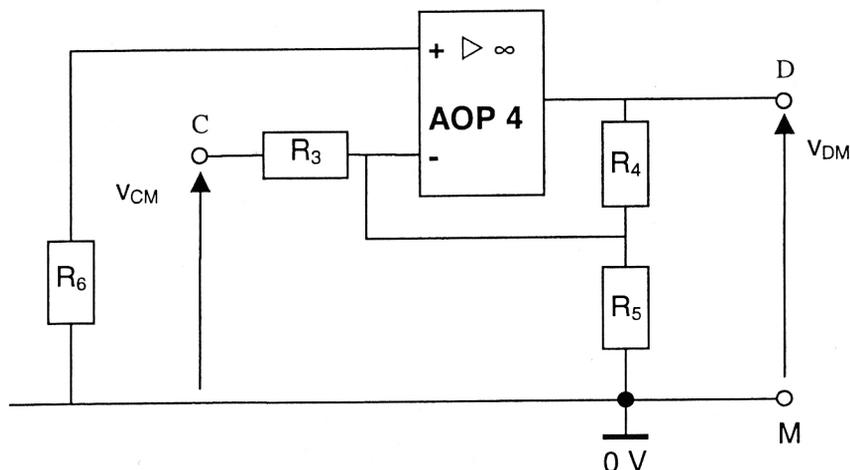


Figure 3.B

L'étude de cet étage se fait en négligeant le courant dans la résistance R_6 donc $\underline{V}^+ = 0$ V.

3.2.2.1 - Exprimer \underline{V}^- en fonction de \underline{V}_{CM} , \underline{V}_{DM} , R_3 , R_4 et R_5 .

3.2.2.2 - En déduire l'expression de \underline{V}_{DM} en fonction de \underline{V}_{CM} , R_3 et R_4 .

3.2.3 - A partir des résultats précédents, montrer que l'expression de la tension aux bornes du « WOOFER », peut s'écrire : $\underline{V}_{CD} = \underline{V}_e (1 + R_4 / R_3) (1 + R_1 / R_2)$.

3.2.4 - Calculer l'amplification en tension $\underline{A}_V = \underline{V}_{CD} / \underline{V}_e$ en prenant :

$R_2 = 680 \Omega$; $R_1 = R_3 = R_4 = 22 \text{ k}\Omega$.

3.2.5 - Cette configuration de l'alimentation d'un haut parleur s'appelle « bridge » : elle permet d'appliquer aux bornes du haut parleur une tension crête à crête $V_{CD\ C-C} = 60\text{ V}$ au lieu de 30 V en configuration normale.

3.2.5.1 - Ce « bridge » permet donc d'obtenir une puissance P , 4 fois supérieure à celle de la configuration « normale ». Justifier.

3.2.5.2 - Montrer que la puissance électrique maximale théorique P_{\max} que devra supporter le « WOOFER », d'impédance relative 8 ohms , en configuration bridge, est : $P_{\max} = 56,25\text{ W}$.

3.3 - Etude du réglage du volume du « woofer » : Sous-ensemble repéré B sur le **document Elec 1**.

Ce sous-ensemble est représenté ci-dessous : voir **figure 3.C**

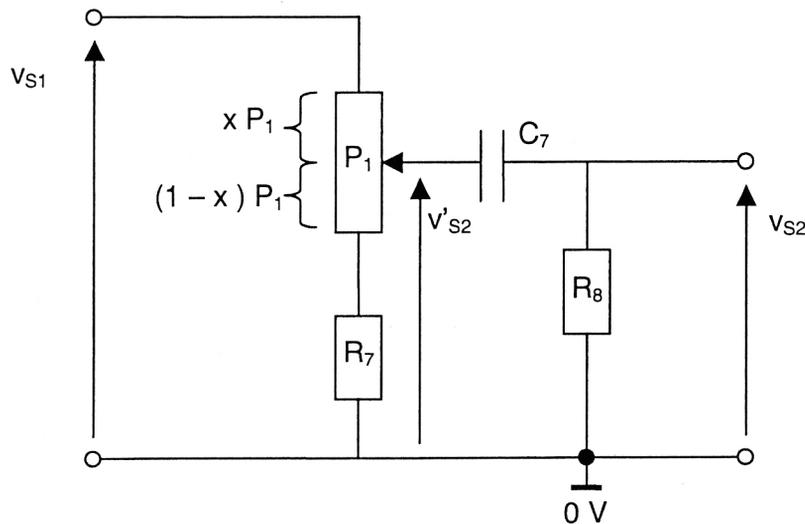


Figure 3.C

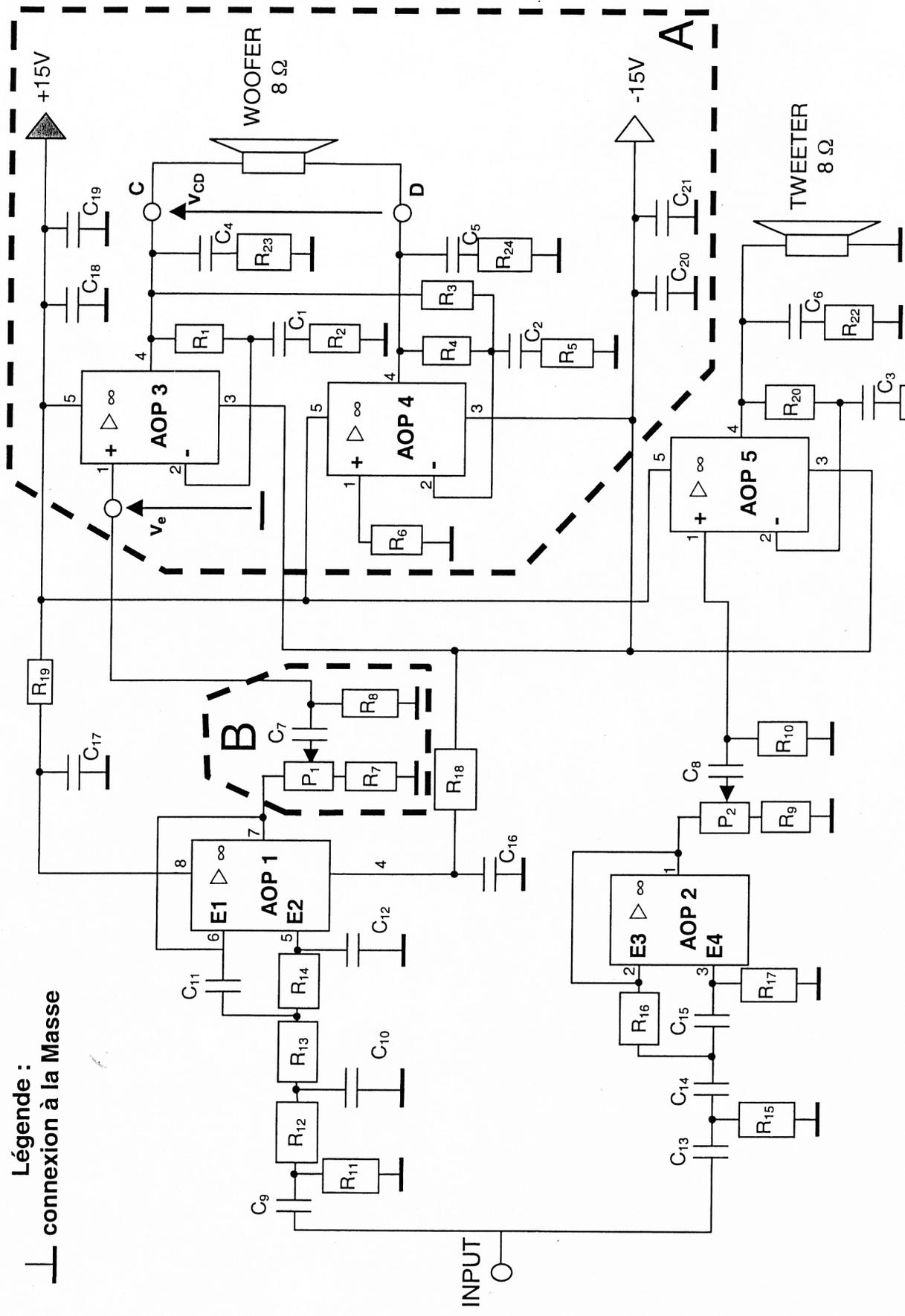
NB : Aux fréquences d'utilisation, le rôle de l'ensemble $(C7, R8)$ peut être négligé. On pourra donc écrire $\underline{V}_{S2} = \underline{V}'_{S2}$.

3.3.1 - Exprimer alors \underline{V}_{S2} en fonction de \underline{V}_{S1} , R_7 , P_1 et de la fraction de piste x variant entre 0 et 1.

Les valeurs des résistances sont les suivantes : $R_7 = 5,6\text{ k}\Omega$; $P_1 = 200\text{ k}\Omega$.

3.3.2 - Montrer que le rapport $\underline{V}_{S2} / \underline{V}_{S1}$ varie de 1,0 à $2,7 \cdot 10^{-2}$.

Légende :
— connexion à la Masse



**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

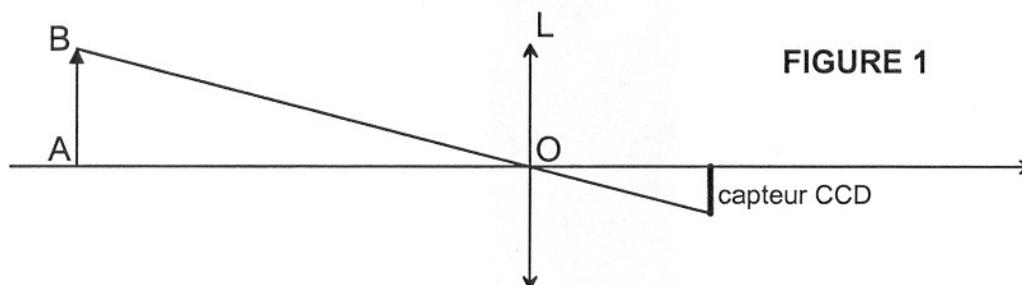
LES 6 PARTIES SONT INDÉPENDANTES

1 - ÉTUDE D'UN OBJECTIF ASSIMILÉ À UNE LENTILLE

On réalise des prises de vue avec un objectif que l'on modélise par une lentille convergente L de centre O dont la focale f varie de 10 mm à 140 mm . Le capteur enregistrant l'image est un capteur CCD de dimensions $8,8 \text{ mm} \times 6,6 \text{ mm}$.

1.1 - Dans cette question, la mise au point est faite sur l'infini, avec une focale de 40 mm . Calculer l'angle de champ en diagonale de l'objectif.

1.2 - On souhaite filmer un objet AB de dimensions $60 \text{ cm} \times 45 \text{ cm}$, comme décrit dans la figure 1.



1.2.1 - Calculer le grandissement algébrique γ pour que l'image recouvre entièrement le capteur (FIGURE 1).

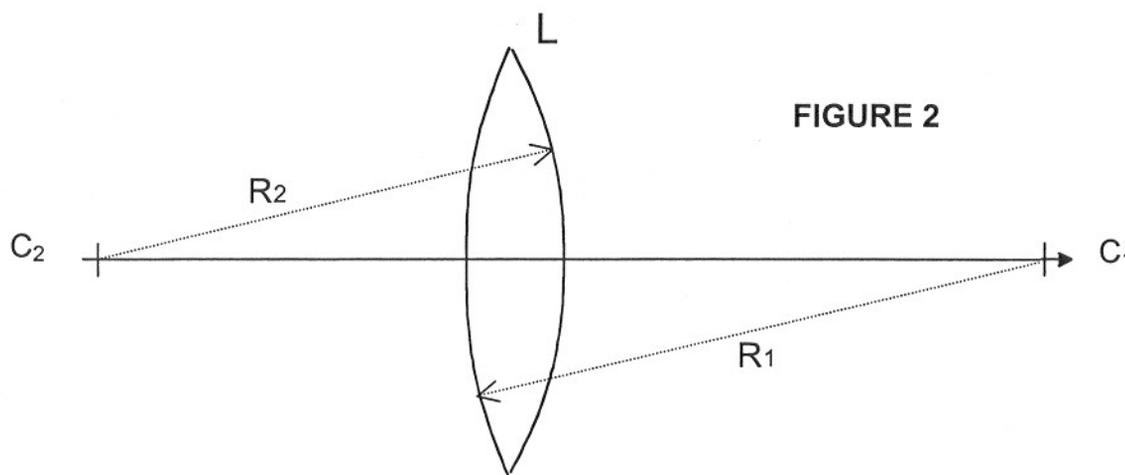
1.2.2 - Le point A étant situé sur l'axe optique, montrer que la mesure algébrique $|\overline{OA}|$ s'exprime

par la relation : $|\overline{OA}| = \left(\frac{1}{\gamma} - 1 \right) \cdot f.$

1.2.3 - Calculer la distance OA pour les deux focales extrêmes.

2 - DÉFAUTS CHROMATIQUES D'UNE LENTILLE

On considère une lentille L convergente mince biconvexe, de rayons de courbure $R_1 = 60 \text{ cm}$ et $R_2 = 40 \text{ cm}$, constituée d'un verre dont l'indice n varie en fonction de la longueur d'onde λ de la lumière qui la traverse (FIGURE 2).



On rappelle que la distance focale f peut se calculer à partir de la relation : $\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$.

2.1 - Calculer la distance focale f_B de L lorsqu'elle est traversée par une lumière monochromatique bleue pour laquelle $n = n_B = 1,53$.

2.2 - Calculer la distance focale f_R de L lorsqu'elle est traversée par une lumière monochromatique rouge pour laquelle $n = n_R = 1,48$.

2.3 - Construire sur la **FIGURE A** du document réponse (qui n'est pas à l'échelle) l'image $A'_B B'_B$ de l'objet AB lorsqu'il est éclairé par la lumière bleue, ainsi que son image $A'_R B'_R$ obtenue lorsqu'il est éclairé par la lumière rouge.

2.4 - On éclaire à présent simultanément AB avec les deux lumières précédentes.

On observe une image bleue irisée de rouge sur un écran placé en $A'_B B'_B$.

Qu'observe-t-on sur un écran placé en $A'_R B'_R$?

(Remarque : Ce défaut, appelé aberrations chromatiques, est corrigé dans les appareils professionnels).

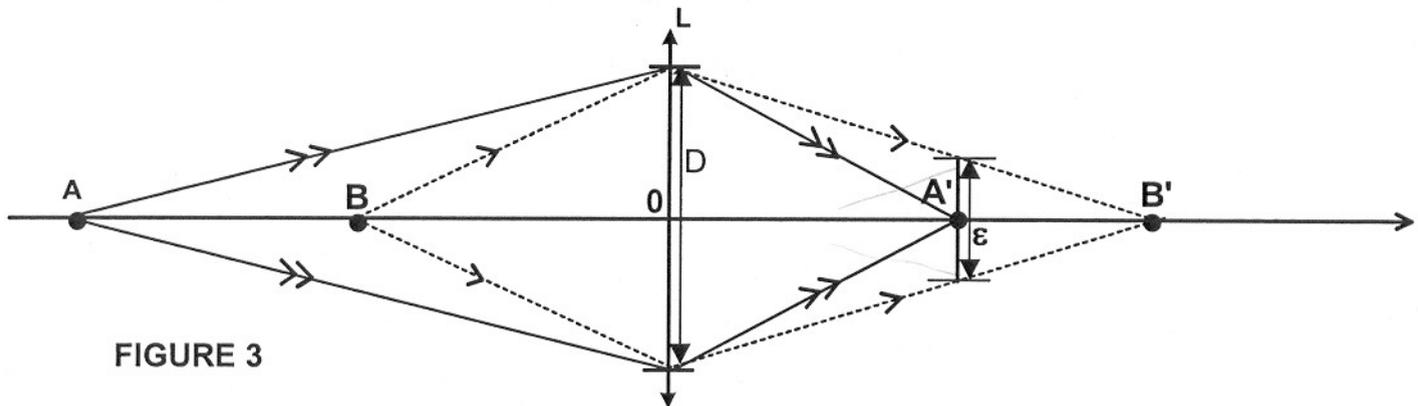
3 - PROFONDEUR DE CHAMP

Un objectif est modélisé par une lentille convergente L de centre O , de distance focale $f = 50$ mm, associée à un diaphragme de diamètre D .

La mise au point est faite sur un objet A , situé à $5,0$ m de O : le capteur enregistrant l'image se trouve donc en A' , image de A à travers L .

On ne s'intéresse qu'à la partie de la profondeur de champ située entre A et l'objectif : la profondeur de champ s'étend donc du point A au point B dont l'image par L est B' .

Le faisceau issu de B et convergent en B' forme sur le capteur un disque de diamètre ϵ , dont le contour est appelé cercle de netteté toléré (FIGURE 3).



3.1 - Calculer $\overline{OA'}$.

3.2 - Etablir la relation liant $\overline{OB'}$, $\overline{A'B'}$, le diamètre ϵ et le diamètre D .

3.3 - Rappeler la relation liant D , f et N , nombre d'ouverture de l'objectif.

3.4 - En déduire la relation : $\overline{OB'} = \frac{\overline{OA'}}{1 - \epsilon \frac{N}{f}}$.

3.5 - En déduire la valeur de la distance $\overline{OB'}$, sachant que $\epsilon = 0,05$ mm et $N = 11$.

3.6 - Calculer la distance \overline{OB} .

4 - PHOTOMÉTRIE

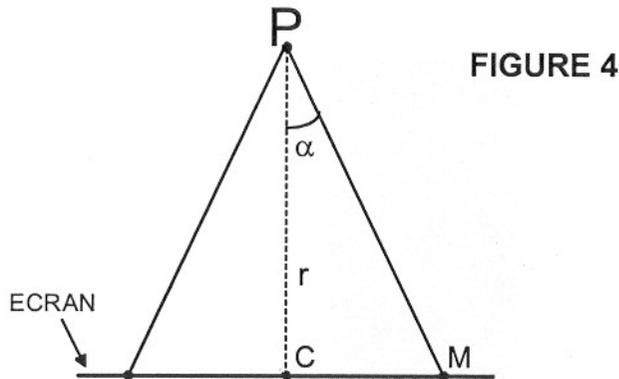
On considère un projecteur **P** absorbant une puissance électrique $P_e = 1,2 \text{ kW}$ et dont la lampe a pour efficacité $s = 24 \text{ lm.W}^{-1}$. Il émet un faisceau conique de demi-angle au sommet $\alpha = 15^\circ$.

On rappelle que l'angle solide d'émission du cône est donné par la relation : $\Omega = 2\pi \cdot (1 - \cos \alpha)$.

4.1 - Calculer le flux photométrique utile ϕ_u émis, sachant qu'il représente 75 % du flux total.

4.2 - En déduire l'intensité lumineuse I émise.

4.3 - Le projecteur précédent éclaire un écran perpendiculaire à son axe distant de $r = 5,0 \text{ m}$, et interceptant tout le faisceau (FIGURE 4).



Dans la suite de l'exercice, quelle que soit la valeur trouvée en 3.2, on prendra $I = 10^5 \text{ cd}$.

4.3.1 - Calculer l'éclairement E_C au centre **C** de la zone éclairée.

4.3.2 - Calculer l'éclairement E_M en un point **M** situé à la périphérie de la zone éclairée.

4.4 - Déterminer la surface **S** de la zone éclairée.

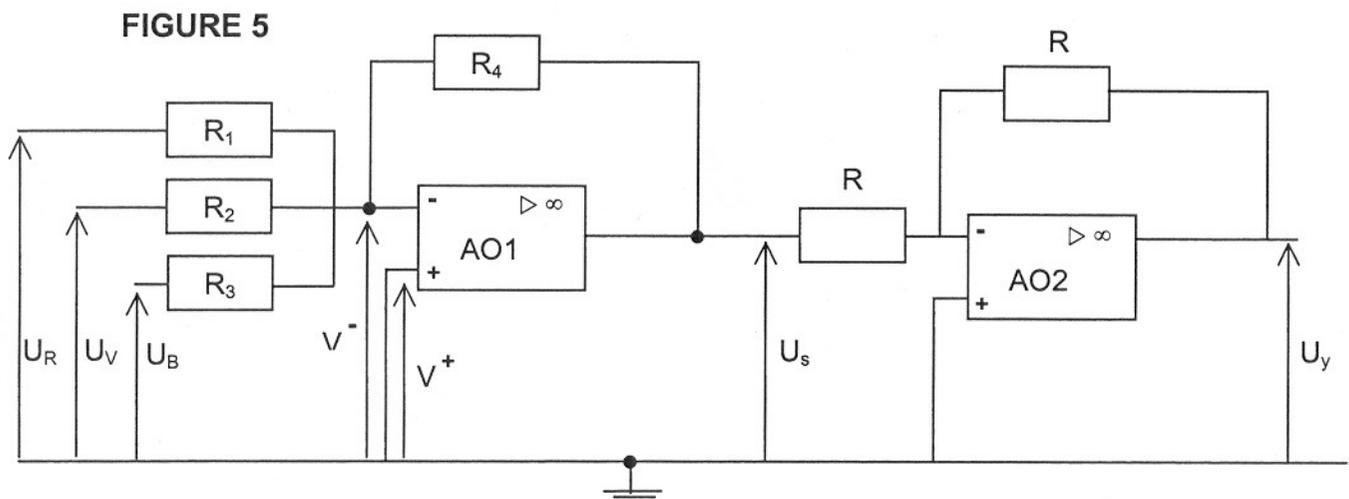
4.5 - Calculer l'éclairement moyen E_{Moy} obtenu en supposant que le flux reçu se répartit uniformément sur toute la surface éclairée.

4.6 - Comparer E_C , E_M et E_{Moy} . Quelle erreur pratique commet-on si on ne calcule que E_{Moy} ?

5 - ÉLABORATION D'UN SIGNAL DE LUMINANCE

Le montage représenté FIGURE 5, issu de la documentation technique d'une caméra, permet l'élaboration du signal de luminance U_Y à partir des trois signaux U_R , U_V et U_B .

Les amplificateurs opérationnels AO1 et AO2 sont supposés parfaits et fonctionnent en régime linéaire. Ils sont alimentés en $+12 \text{ V} / -12 \text{ V}$.



5.1 - On s'intéresse à la fonction réalisée par AO1.

On rappelle que $U_S = -R_4 \left(\frac{U_R}{R_1} + \frac{U_V}{R_2} + \frac{U_B}{R_3} \right)$.

Donner le nom de la fonction réalisée par AO1.

5.2 - On veut que $U_S = - (0,30 U_R + 0,59 U_V + 0,11 U_B)$, et on fixe $R_4 = 1 \text{ k}\Omega$, déterminer les valeurs à donner à R_1 , R_2 et R_3 .

5.3 - On s'intéresse à la fonction réalisée par l'AO2. Démontrer que $U_Y = -U_S$.

Donner le nom de la fonction réalisée par AO2. Déduire U_Y en fonction de U_R , U_V et U_B .

6 - SIGNAL VIDÉOCOMPOSITE D'UNE TÉLÉVISION COULEUR (TVC)

Dans une caméra, le signal vidéo composite TVC considéré s'écrit sous la forme :

$$v_{\text{TVC}}(t) = v_Y(t) + v_{\text{DB}}(t) \cdot \cos(2\pi \cdot f_p \cdot t) + v_{\text{DR}}(t) \cdot \cos(2\pi \cdot f_p \cdot t + \pi/2).$$

avec : $v_Y(t)$: signal de luminance.

$v_{\text{DB}}(t)$ et $v_{\text{DR}}(t)$: signaux de chrominance, ne possédant pas de composantes spectrales de fréquences supérieures à **0,60 MHz**.

On donne de plus : $f_p = 4,43 \text{ MHz}$.

On ne s'intéresse qu'au signal $v_i(t) = v_{\text{DB}}(t) \cdot \cos(2\pi \cdot f_p \cdot t)$.

6.1 - Quel type de modulation permet d'obtenir $v_i(t)$?

6.2 - Quel signal est appelé « signal modulant » ?

6.3 - Sur la **figure B1** du document réponse est représenté le spectre en amplitude $V_{\text{DB}}(f)$ de $v_{\text{DB}}(t)$.

Représenter sur la **figure B2** du document réponse, en se limitant au domaine des fréquences positives, le spectre $V_i(f)$ de $v_i(t)$. Indiquer ses fréquences extrémales.

Repère : MVISP

SESSION 2006

Durée : 3 H

Page : 0/11

Coefficient : 2

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

**ÉPREUVE E3 :
SCIENCES PHYSIQUES**

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

OPTION METIERS DE L'IMAGE

PARTIE 1 - COLORIMETRIE ET OPTIQUE

Les exercices A et B sont indépendants

A - COLORIMETRIE

On s'intéresse ici à la chaîne d'acquisition d'une image jusqu'à l'obtention des trois tensions caractéristiques des luminances rouge, verte et bleue.

Pour étudier la chaîne colorimétrique, on suppose que l'objet filmé est une surface uniformément éclairée par trois rayonnements monochromatiques (couleurs pures) de longueurs d'onde $\lambda_1 = 465 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 545 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 625 \text{ nm}$.

Les luminances produites par la diffusion de ces rayonnements par l'objet sont respectivement, et dans l'axe de prise de vue : $L_1 = 5,5 \text{ Cd} \cdot \text{m}^{-2}$, $L_2 = 100 \text{ Cd} \cdot \text{m}^{-2}$ et $L_3 = 55 \text{ Cd} \cdot \text{m}^{-2}$.

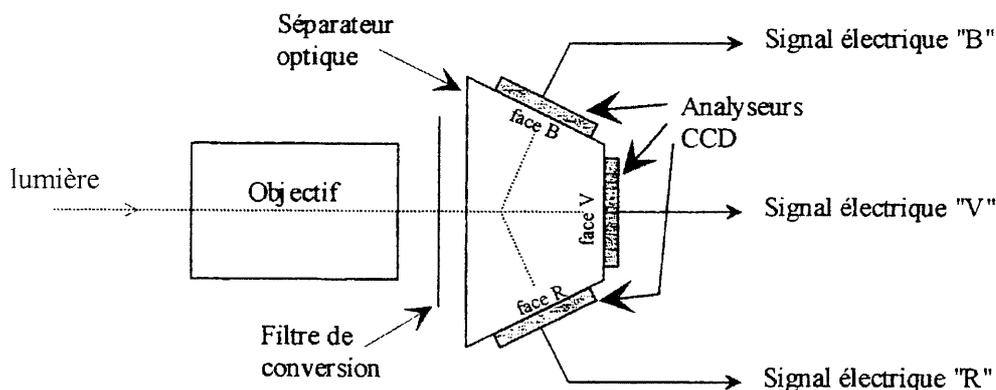
1.1 - Détermination des coordonnées de l'impression colorée de l'objet perçue par l'œil

1.1.1 - Placer sur le diagramme de chromaticité du **document réponse N° 1** les points M_1 , M_2 et M_3 correspondant aux trois rayonnements éclairant l'objet. Relever leurs coordonnées.

1.1.2 - Calculer la luminance totale de l'objet filmé dans l'axe de prise de vue.

1.1.3 - Déterminer les coordonnées X_m et Y_m du point M correspondant à l'impression colorée de l'objet perçue par l'œil puis placer M dans le diagramme du **document réponse N° 1**.

1.2 - Détermination de l'amplitude des tensions électriques caractéristiques de l'objet filmé par la caméra



Considéré isolément, l'objectif de la caméra produit au plan où se forme l'image un éclairement E lié à la luminance L de l'objet filmé par la relation : $E = K \cdot L$.

Dans les conditions du test effectué (ouverture relative de diaphragme réglée à $1/2,8$), on a : $K = 0,7 \text{ sr}$ pour toutes les composantes spectrales de la lumière captée. Les caractéristiques spectrales du filtre de conversion et du séparateur optique sont données en **annexe N° 1.A**.

1.2.1 - Déterminer les éclairements lumineux reçus en sortie du filtre de conversion pour les trois rayonnements monochromatiques. On appellera E_1 , E_2 , E_3 ces éclairements.

1.2.2 - On cherche à déterminer les éclairagements lumineux reçus par chacun des capteurs CCD. Le tableau sur le **document réponse n°2** donne les éclairagements E_{1r} , E_{2r} , E_{3r} et E_{1b} , E_{2b} , E_{3b} reçus sur la face R et la face B du prisme séparateur pour les trois longueurs d'ondes composant la lumière diffusée par l'objet.

En utilisant la caractéristique spectrale du séparateur optique (**document annexe N° 1.B**), compléter le tableau du **document réponse n°2** avec les valeurs des éclairagements E_{1v} , E_{2v} , E_{3v} , reçus par la face V.

1.2.3 - La sensibilité des capteurs CCD étant totalement indépendante de la vision humaine, on se propose de calculer les éclairagements énergétiques correspondant aux éclairagements lumineux calculés précédemment.

On rappelle que $E = k \cdot E' \cdot Fe(\lambda_1)$.

Avec E' : éclairagement énergétique.

E : éclairagement lumineux.

$k = 683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$.

$Fe(\lambda_1)$: coefficient caractéristique de la sensibilité de l'œil humain pour une longueur d'onde monochromatique λ_1 (**annexe N° 2.A**).

Compléter le tableau du **document réponse N° 2** en calculant les éclairagements énergétiques E'_{1b} , E'_{2b} , E'_{3b} reçus par le CCD correspondant aux éclairagements lumineux E_{1b} , E_{2b} , E_{3b} .

1.2.4 - Relever les sensibilités spectrales des capteurs CCD pour les trois longueurs d'onde reçues. On notera $A(\lambda_1)$, $A(\lambda_2)$ et $A(\lambda_3)$ ces sensibilités.

1.2.5 - La durée d'intégration étant fixée à $T = 1/50$ seconde, calculer la tension V_r en sortie du capteur CCD de la face R. Placer ce résultat dans le tableau du **document réponse N° 2**.

On rappelle que pour un faisceau incident monochromatique on a :

$$V = A(\lambda) \cdot T \cdot E'(\lambda).$$

Avec V : tension en sortie du capteur CCD.

$A(\lambda)$: sensibilité spectrale du capteur.

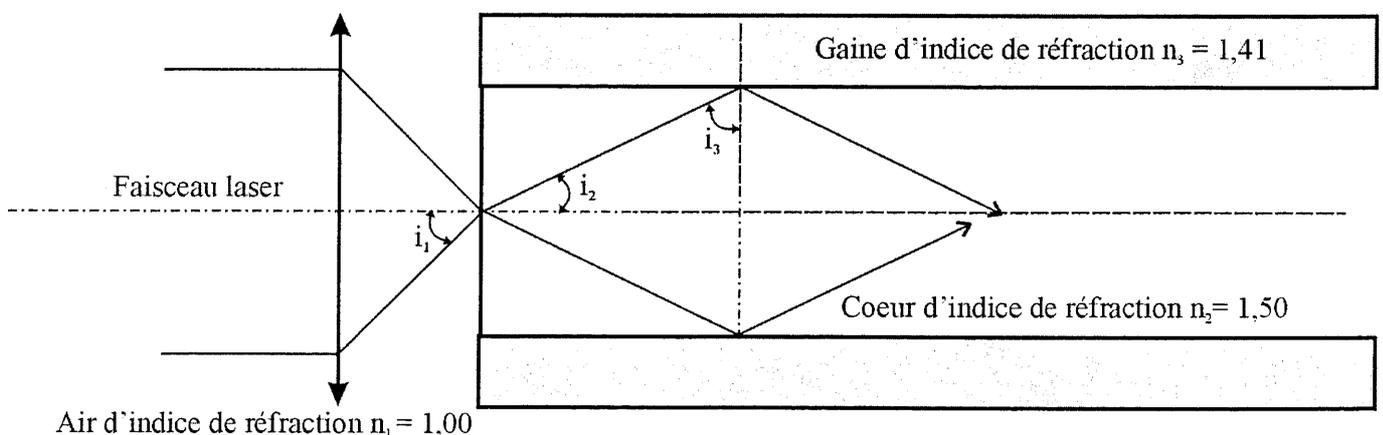
T : durée d'intégration.

$E'(\lambda)$: éclairagement énergétique pour la longueur d'onde λ .

B - TRANSMISSION PAR FIBRE OPTIQUE

On souhaite propager un faisceau laser dans une fibre optique.

On propose le schéma ci-dessous (La figure n'est pas à l'échelle).



1.3 - On donne $i_1 = 30,8^\circ$.

1.3.1 - Calculer la distance focale image f' de la lentille convergente sachant que le diamètre du faisceau est de 1,0 mm.

1.3.2 - Calculer l'angle de réfraction i_2 .

1.3.3 - En déduire i_3 et montrer qu'il correspond à l'angle limite de réfraction dans la fibre.

C - ETUDE DU TELEOBJECTIF

1.4 - On dispose de deux lentilles, une convergente L_1 et une divergente L_2 dont les distances focales sont respectivement $f'_1 = 12,0$ cm et $f'_2 = -5,0$ cm. Ces deux lentilles sont espacées de 9,2 cm. Un objet AB est situé à la distance $p_1 = 2,0$ m de la lentille convergente (**voir document réponse N° 3**).

Remarque : Vous apporterez un soin particulier à la construction graphique, la précision des mesures en dépend.

1.4.1 - Calculer la position p'_1 de l'image réelle A'B' de l'objet AB donnée par la lentille convergente seule.

1.4.2 -

1.4.2.1 - Calculer le grossissement γ_1 obtenu par la lentille L_1 .

1.4.2.2 - Calculer la dimension de l'image A'B' sachant que l'objet AB mesure 5,5 cm.

1.4.2.3 - Placer cette image sur le **document réponse N° 3**.

1.4.3 - Construire l'image A''B'' de l'objet AB donné par le système de lentilles.

1.4.4 - Relever l'encombrement (distance entre la lentille frontale et le plan image) du téléobjectif ainsi obtenu.

1.4.5 - On souhaite remplacer ce groupement de lentilles par une seule lentille convergente L'_1 de centre optique O'_1 confondu avec O_1 . Cette lentille donnerait une image réelle A''' B''' de l'objet AB de même dimension que A''B''.

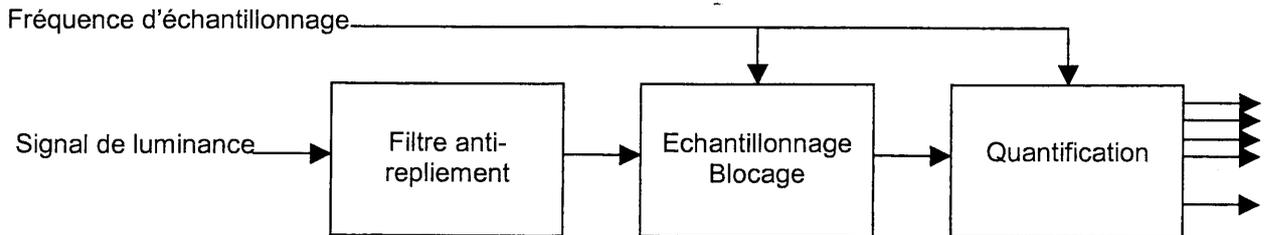
Construire graphiquement A''' B''' et en déduire la distance focale de L'_1 .

1.4.6 - Relever alors l'encombrement de l'objectif ainsi constitué.

1.4.7 - Conclure sur l'intérêt du téléobjectif.

PARTIE 2 - ETUDE DE LA CONVERSION ANALOGIQUE NUMERIQUE

On donne ci-dessous le schéma synoptique de la conversion analogique numérique du signal de luminance.



2.1 - Filtre anti-repliement et échantillonnage

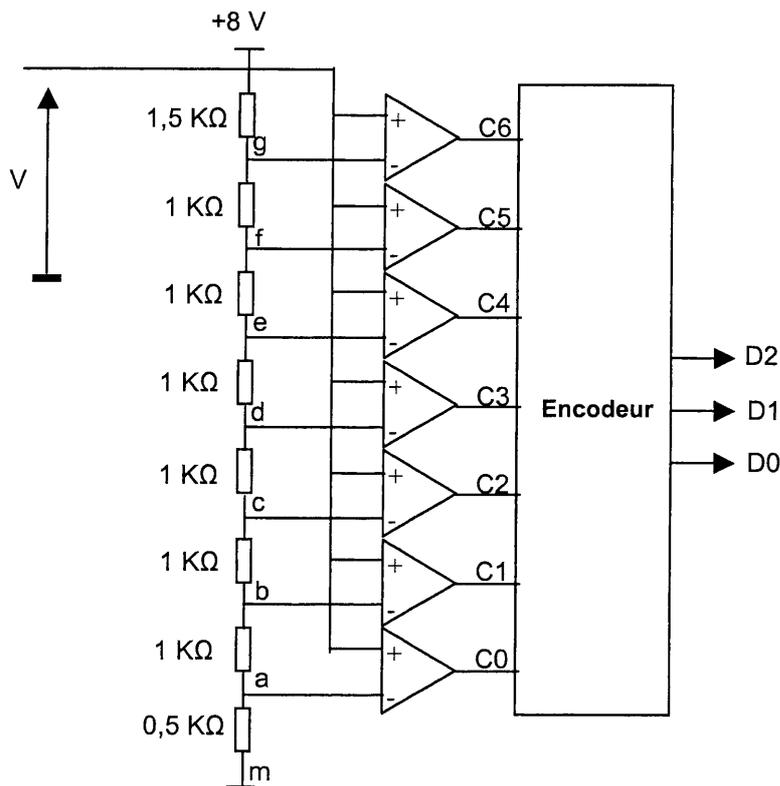
2.1.1 - Le spectre du signal de luminance produit par la caméra est compris entre 0 Hz et 5,5 MHz. Déterminer la fréquence d'échantillonnage minimum $F_{e\min}$ nécessaire.

2.1.2 - La fréquence d'échantillonnage réelle F_e est de 13,5 MHz. Sur le **document réponse N° 4**, on a placé le spectre du signal de luminance. Compléter ce document en y ajoutant les composantes introduites par l'échantillonnage donnant l'allure de la représentation spectrale du signal de luminance échantillonné.

2.1.3 - Déterminer la fréquence de la première composante spectrale nuisible provoquant un repliement dans le spectre du signal échantillonné.

2.2 - Principe de la quantification de type « Flash »

Hypothèse : Les comparateurs sont considérés comme idéaux ; les courants d'entrées sont nuls.



2.2.1 - Calculer les valeurs numériques des tensions continues V_{am} , V_{bm} , V_{cm} , V_{dm} , V_{em} , V_{fm} et V_{gm} .

2.2.2 - En déduire le pas de quantification q .

2.2.3 - Tracer la caractéristique de transfert de ce convertisseur sur le **document réponse N° 4**.

PARTIE 3 - ACOUSTIQUE

CHOIX D'ENCEINTES

Une enceinte fournit un niveau sonore de $100 \text{ dB}_{\text{SPL}}$ à 1 m pour 1 watt électrique reçu.

3.1 - Calculer le niveau de pression sonore P_s à 50 m de l'enceinte.

3.2 - On souhaite ramener le niveau de pression sonore P_s à $100 \text{ dB}_{\text{SPL}}$ à cette distance, calculer le gain G apporté par l'amplificateur pour répondre à cette contrainte.

3.3 - Le haut parleur est modélisé électriquement par une résistance de 8 ohms. Quelle est la valeur efficace de la tension aux bornes du haut parleur si celui ci reçoit une puissance P_e de 316 W ?

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)

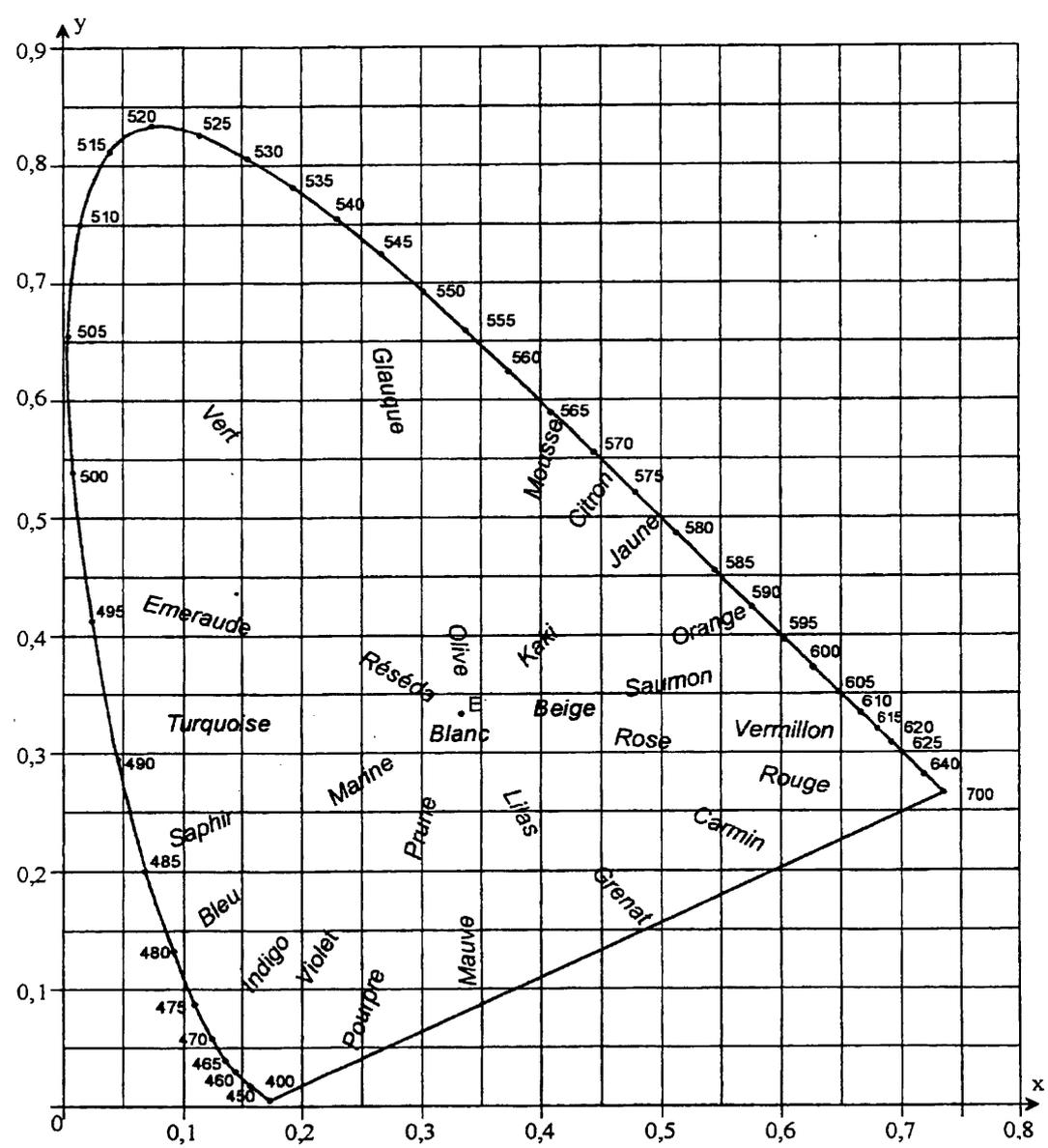
* Uniquement s'il s'agit d'un e

Repère : MVISP Session : 2006
Page : 6/11

Durée : 3 H
Coefficient : 2

DOCUMENT RÉPONSE N° 1 (à rendre obligatoirement avec la copie)

Diagramme de chromaticité de la C.I.E. (1931)



Les couleurs pures sont repérées par leur longueur d'onde en nm, le blanc E correspond à une source rayonnant une densité spectrale constante sur tout le spectre visible.

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 ex

Repère : MVISP Session : 2006

Durée : 3 H

Page : 7/11

Coefficient : 2

DOCUMENT RÉPONSE N° 2
(à rendre obligatoirement avec la copie)

PARTIE 1 - QUESTIONS : 1.2.2, 1.2.3 et 1.2.5

	Eclairage lumineux (lux)			Eclairage énergétique ($W \cdot m^{-2}$)			Tension (V)
Face R	$E_{1r} = 0$	$E_{2r} = 2,30$	$E_{3r} = 8,90$	$E'_{1r} = 0$	$E'_{2r} = 3,4 \cdot 10^{-3}$	$E'_{3r} = 41 \cdot 10^{-3}$	$V_r =$
Face V	$E_{1v} =$	$E_{2v} =$	$E_{3v} =$	$E'_{1v} = 4,5 \cdot 10^{-3}$	$E'_{2v} = 29 \cdot 10^{-3}$	$E'_{3v} = 0$	$V_v = 0,21$
Face B	$E_{1b} = 1,45$	$E_{2b} = 0$	$E_{3b} = 0$	$E'_{1b} =$	$E'_{2b} =$	$E'_{3b} =$	$V_b = 0,12$

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 pour les candidats du Repère MVISP SESSION 2006

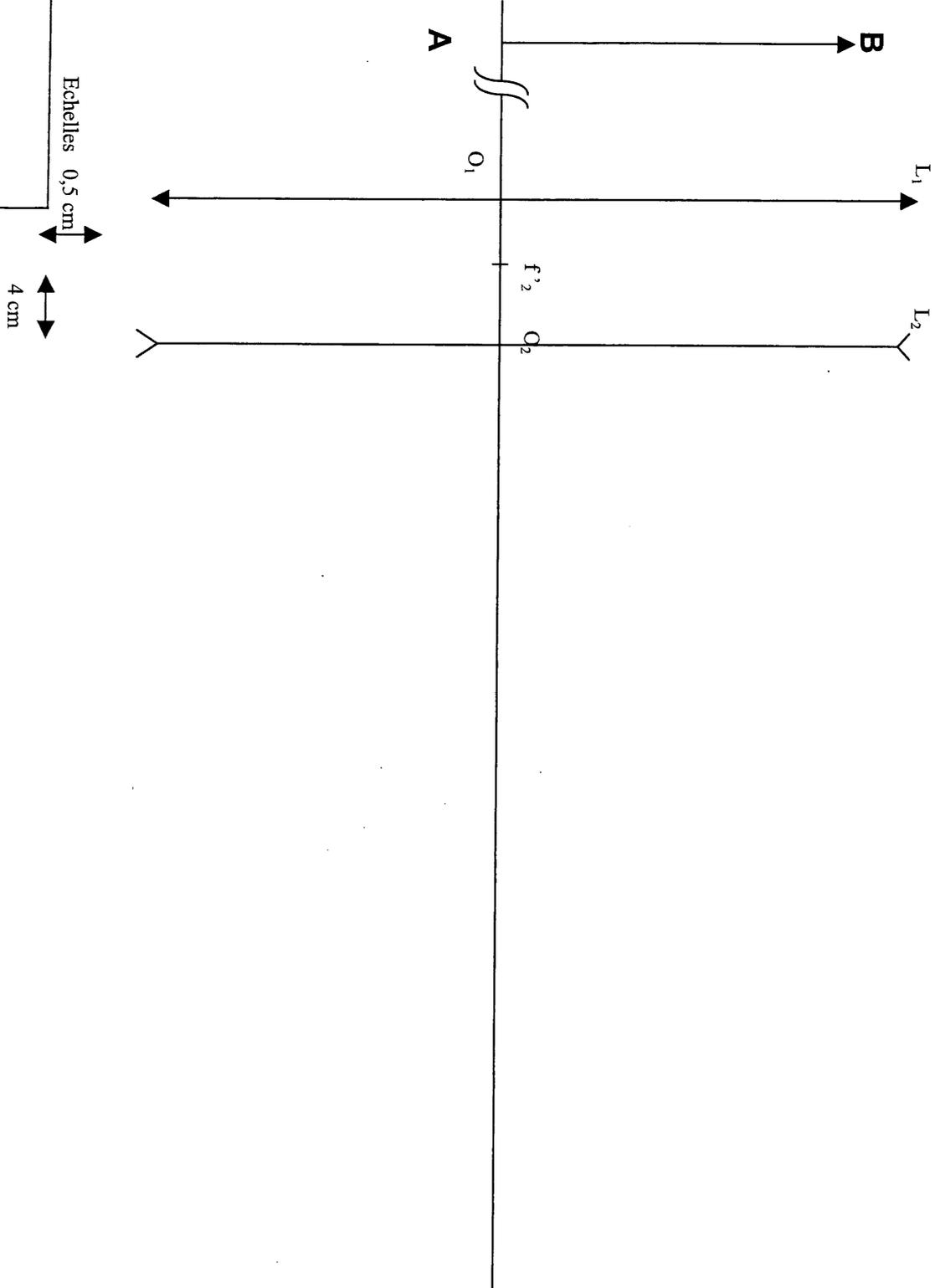
Page : 8/11

Durée : 3 H

Coefficient : 2

NE RIEN ÉCRIRE

DOCUMENT RÉPONSE N° 3
(à rendre obligatoirement avec la copie)



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

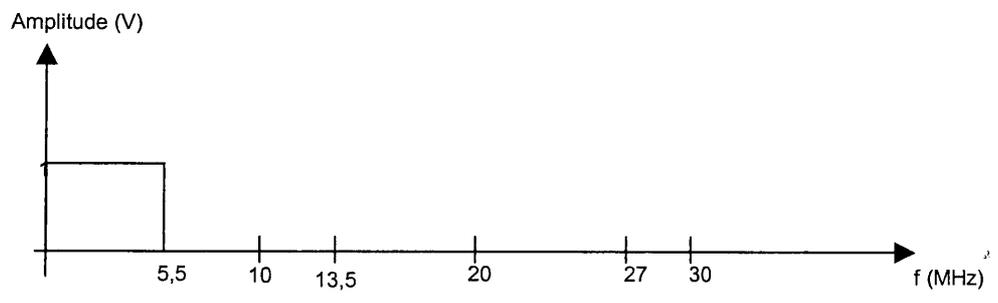
Né(e) le : _____ (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

Uniquement révisé par : **Repère : MVISP Session : 2006** **Durée : 3 H**

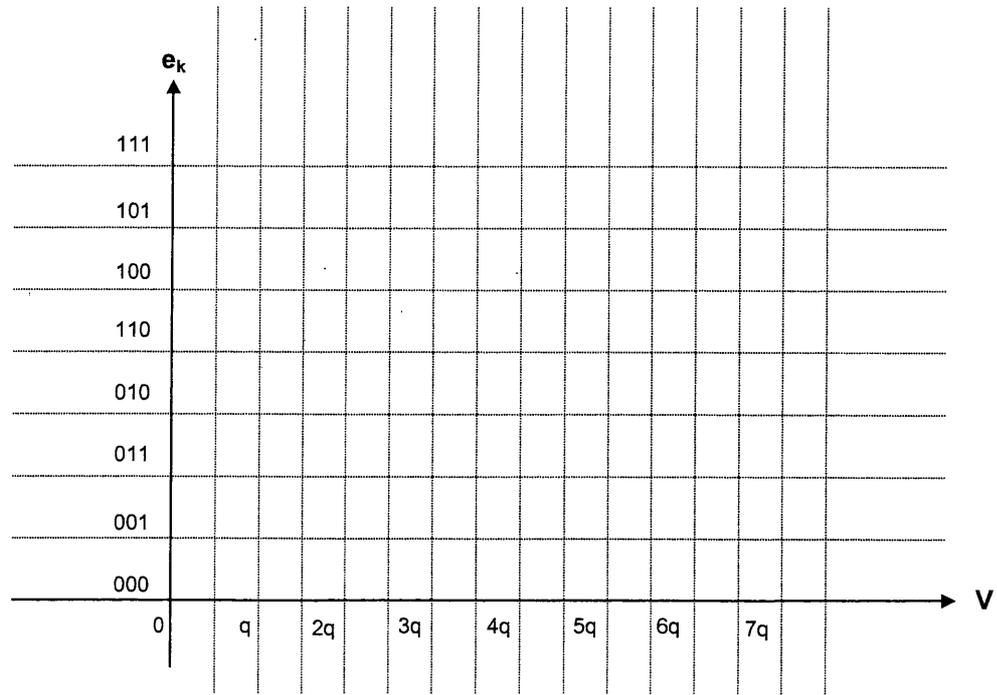
Page : 9/11 **Coefficient : 2**

DOCUMENT RÉPONSE N° 4
(à rendre obligatoirement avec la copie)

PARTIE 2 - QUESTION : 2.1.2 -
Représentation spectrale du signal de luminance échantillonné



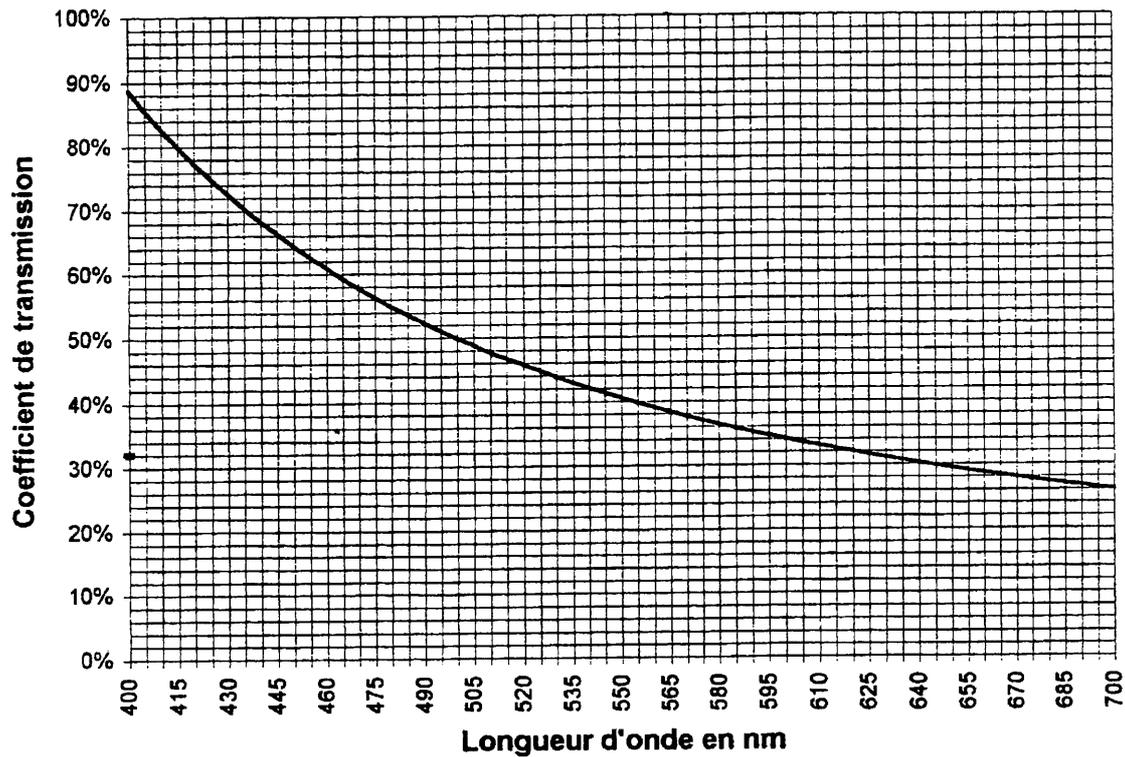
PARTIE 2 - QUESTION : 2.2.3



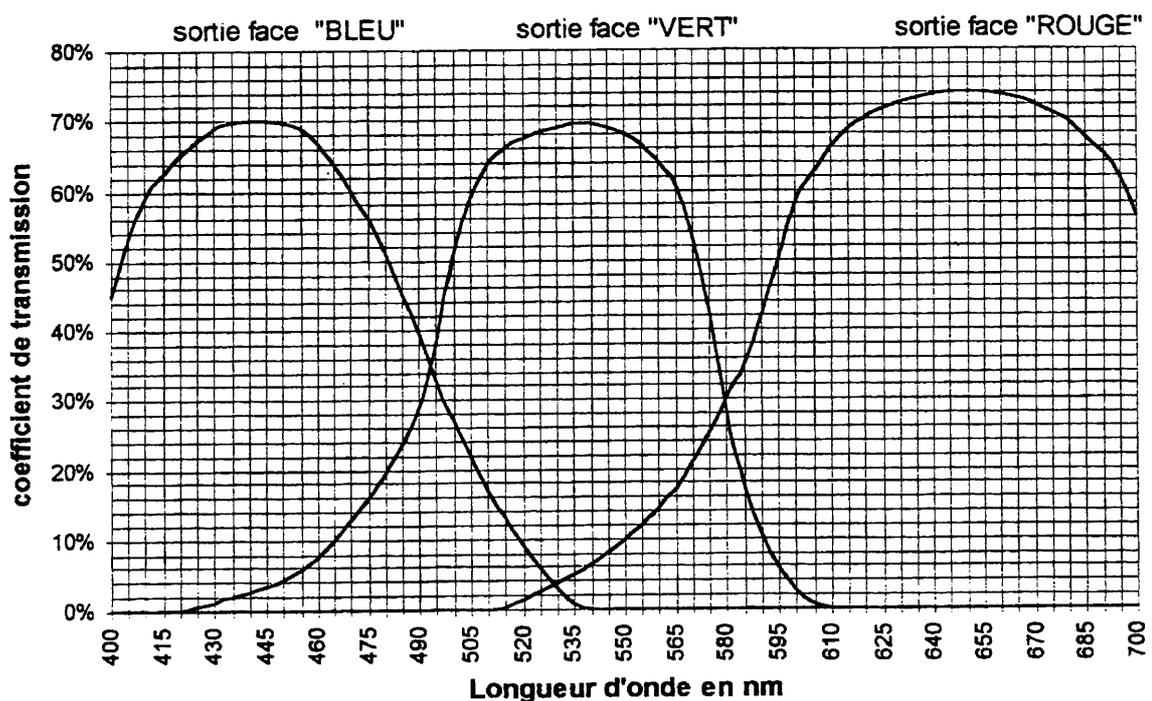
q: Pas de quantification (en Volt).
e: Nombre binaire codé en binaire réfléchi sur 3 bits D0, D1, D2. D0 est le L.S.B et D2

DOCUMENT ANNEXE N° 1

A - Caractéristique spectrale du filtre de conversion

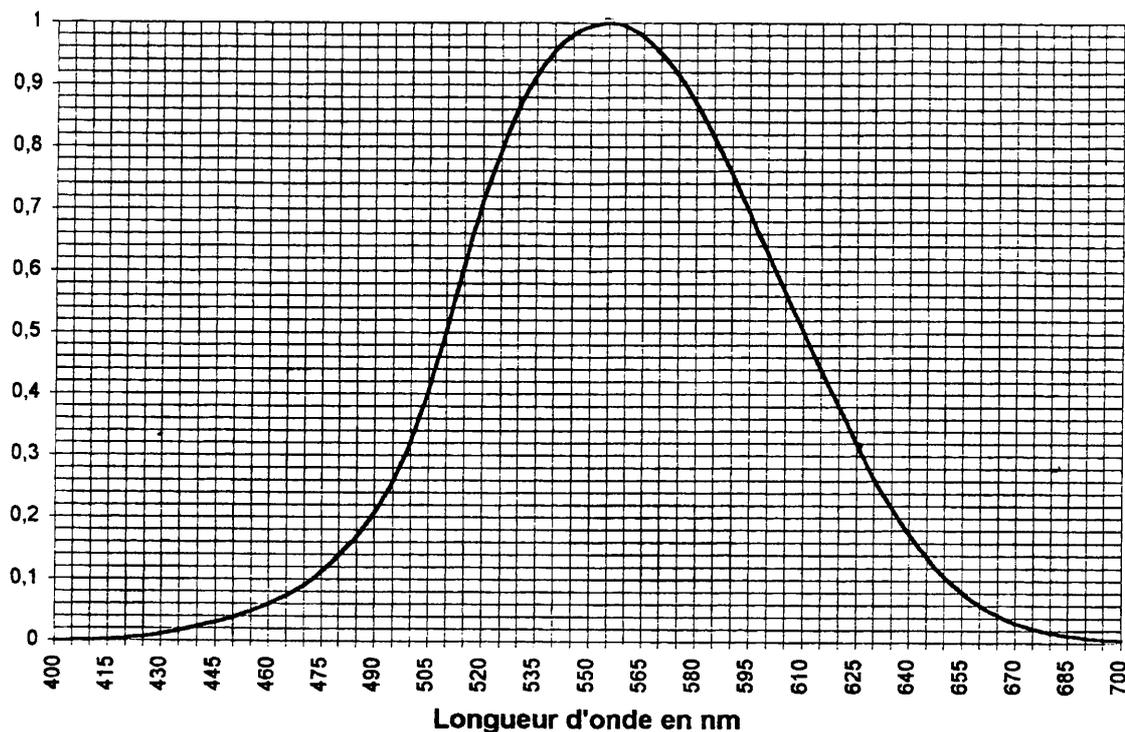


B - Caractéristique spectrale du séparateur optique



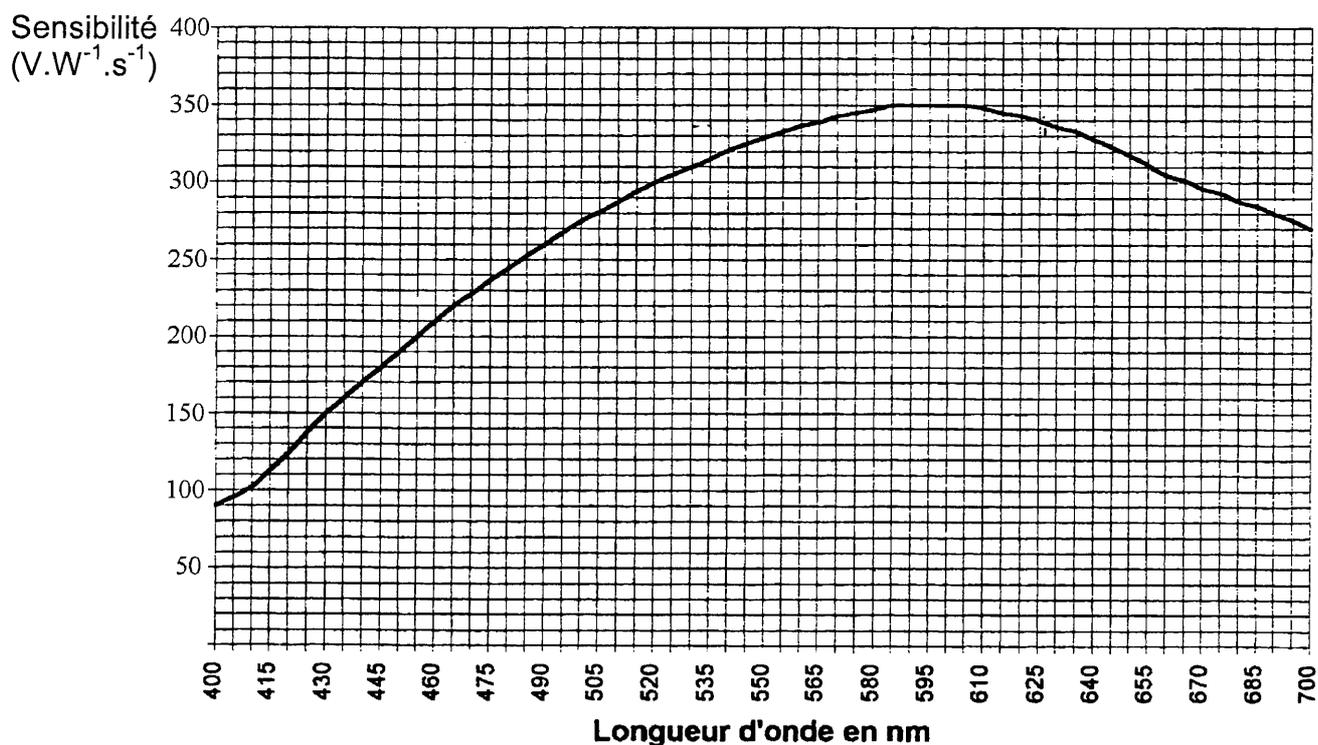
DOCUMENT ANNEXE N° 2

A - Courbe de sensibilité de l'œil Fe (λ)



B - Sensibilité spectrale des analyseur CCD

(Rapport de la tension de sortie sur l'énergie surfacique reçue au bout de la durée d'intégration)

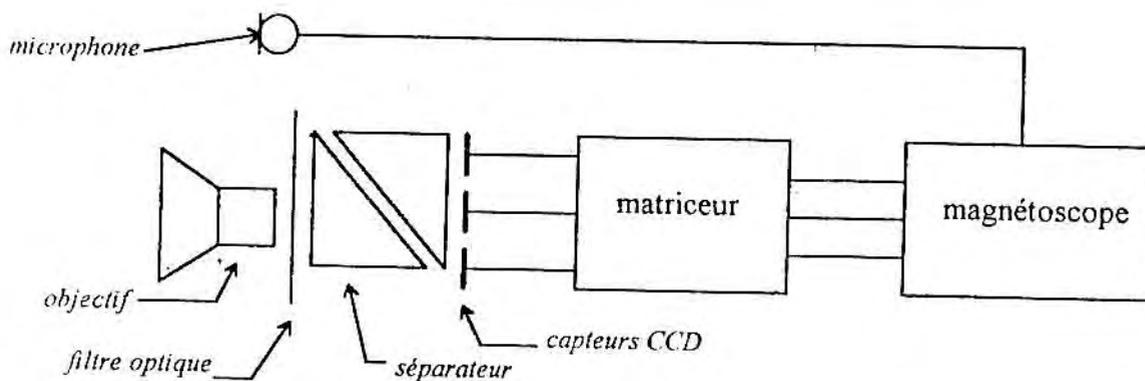


EPREUVE DE PHYSIQUE APPLIQUEE

L'emploi de tout document est interdit mais celui d'une calculatrice conforme à la réglementation est autorisé.

Les documents réponses sont à rendre avec la copie.

Nous allons étudier le principe de captation d'une image vidéo et d'un son. Le schéma de principe du système est le suivant :



Il s'agit d'une caméra tri-CDD délivrant des signaux composantes (par exemple la caméra Sony DXC 325) à un magnétoscope de type Bétacam SP permettant d'enregistrer à la fois un son de manière analogique et numérique (par exemple le magnétoscope BVW 85).

On peut filmer une statuette blanche éclairée par la lumière du jour dans un musée et enregistrer le commentaire du conservateur.

Ce sujet est commun à toutes les options du BTS Audiovisuel. Les candidats des différentes options ne doivent traiter que les questions qui leurs sont réservées. Chaque question est précédée d'un tableau donnant son barème. Par exemple :

E	S	I	M
0	2	3	3

Cela signifie que cette question ne doit pas être traitée par les candidats de l'option exploitation, qu'elle sera notée sur 2 pour les candidats de l'option son et sur 3 points pour l'option image et montage. Les six parties sont indépendantes et peuvent se traiter dans un ordre quelconque. Les réponses devront impérativement être précédées du numéro de la question. Les documents réponses sont fournis dans les dernières pages du sujet.

Page 2/1 5

I - Objectif de la caméra :

Nous allons étudier le principe de cet objectif en nous basant sur deux modèles très simplifiés.

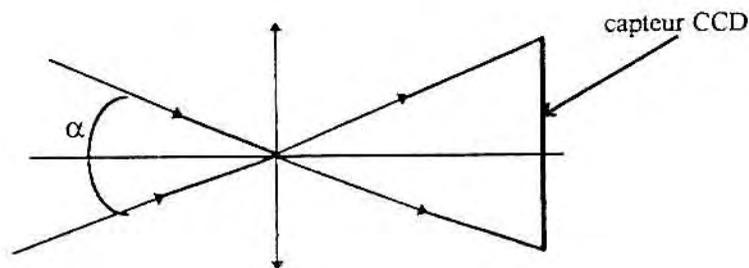
I.1 - Objectif à 1 lentille

Nous supposons que l'objectif ne comporte qu'une seule lentille convergente, de distance focale $f = 150$ mm.

Les capteurs CCD de la caméra sont rectangulaires, de dimensions 8,8 mm X 6,6 mm (format 2/3")

I.1.a - Calculer la diagonale du capteur et l'angle de champ en diagonale α de cet objectif en supposant que la mise au point est faite à l'infini.

E	S	I	M
0	0	2	3



E	S	I	M
0	0	2	3

I.1.b - Sachant que la statuette filmée est placée à une distance de 2,4 m de l'objectif et qu'elle mesure 10 cm de haut, calculer la distance à laquelle doit se trouver le capteur CCD du centre optique de la lentille et la taille de l'image de la statuette sur le capteur.

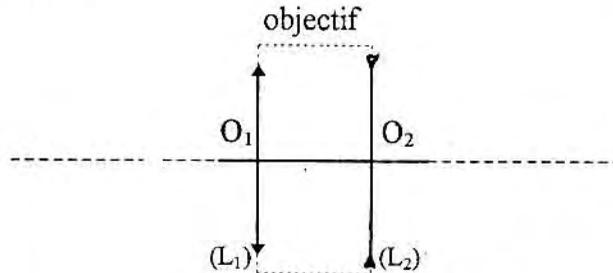
E	S	I	M
0	0	1	2

I.1.c - Quel est l'encombrement e du système optique, c'est-à-dire la distance qui sépare l'entrée de l'objectif et le capteur CCD ?

Page 3/15

I.2 - Objectif à 2 lentilles :

L'objectif étudié comporte maintenant deux lentilles minces, l'une convergente (L_1), l'autre divergente (L_2).



La distance qui sépare les 2 centres optiques est O_1O_2 .

E	S	I	M
3	0	3	0

I.2.a - Pour étudier le principe de fonctionnement du système, nous allons supposer que l'objet, de hauteur $A_0B_0 = 10$ cm, se trouve à une distance de 40 cm de la lentille (L_1). La distance O_1O_2 est égale à 10 cm et les distances focales des deux lentilles sont $f_1 = 15$ cm et $f_2 = -20$ cm.

- Déterminer la position, la nature et la taille de l'image A_2B_2 donnée de l'objet A_0B_0 par les deux lentilles en construisant sur le papier millimétré différents rayons lumineux issus du point B_0 .

On construira l'image A_1B_1 donnée de l'objet A_0B_0 par la première lentille, cette image intermédiaire jouant le rôle d'objet pour la 2^{ème} lentille. L'échelle proposée pour la construction est 1/5 (1cm représente 5 cm).

E	S	I	M
0	0	3	0

I.2.b - En réalité, les données de l'étude sont les suivantes : les distances focales des deux lentilles sont $f_1 = 61$ mm et $f_2 = -36$ mm. La distance O_1O_2 est égale à 4 cm. La statuette mesure 10 cm ($A_0B_0 = 10$ cm) et elle est placée à une distance de 2,35 m de la lentille d'entrée de l'objectif de la caméra.

- Calculer la distance séparant la lentille (L_2) du capteur, puis le grandissement. En déduire l'encombrement e du système et le comparer au résultat trouvé à la question I.1.c. Conclure.

E	S	I	M
0	0	2	0

I.2.c - Calculer la distance focale f de la lentille équivalente à l'association des deux lentilles (L_1) et (L_2). Conclure.

Page 4/15

I.3 - Correction d'un défaut de lentille :

La vergence c d'une lentille est donnée par la relation suivante : $c = (n - 1).A$, dans laquelle n est l'indice du milieu transparent constituant la lentille et A une constante dont la valeur est fonction des rayons de courbure des faces de la lentille.

E	S	I	M
2	0	2	2

I.3.a - La lentille étudiée est fabriquée dans un verre "crown" dont l'indice varie avec la longueur d'onde de la lumière monochromatique qui le traverse :

pour $\lambda_R = 700$ nm, on a $n_{C(R)} = 1,501$

pour $\lambda_V = 540$ nm, on a $n_{C(V)} = 1,514$

pour $\lambda_B = 470$ nm, on a $n_{C(B)} = 1,523$

Pour cette lentille, la constante est : $A = 12,97 \text{ m}^{-1}$.

- Calculer les distances focales f_R , f_V , f_B de cette lentille pour chaque lumière monochromatique. Comment appelle-t-on le défaut que nous venons de mettre en évidence ?

E	S	I	M
0	0	4	3

I.3.b - Pour corriger ce défaut, il faut accoler deux lentilles, une fabriquée en verre "crown" et l'autre en verre "flint".

On connaît les indices $n_{C(R)}$, $n_{C(V)}$, $n_{C(B)}$ du verre "crown" pour les longueurs d'ondes λ_R , λ_V , λ_B (question I.3.a) et on donne les indices $n_{F(R)}$, $n_{F(V)}$, $n_{F(B)}$ du verre "flint" pour les mêmes longueurs d'ondes :

pour $\lambda_R = 700$ nm, on a $n_{F(R)} = 1,603$

pour $\lambda_V = 540$ nm, on a $n_{F(V)} = 1,646$

pour $\lambda_B = 470$ nm, on a $n_{F(B)} = 1,680$

On sait de plus que la distance focale de l'ensemble formé par les deux lentilles accolées est $f = 150$ mm pour les deux lumières définies par λ_R et λ_B .

- Calculer les valeurs A_C et A_F de la constante A pour chacune des deux lentilles accolées. En déduire la nature de ces deux lentilles.

- Calculer alors la distance focale de l'ensemble formé par les deux lentilles accolées pour la lumière de longueur d'onde λ_V . Le défaut constaté à la question I.3.a est-il corrigé ?

Page 5/15

II - Colorimétrie :

On considère que la lumière qui traverse l'objectif de la caméra est composée de trois lumières monochromatiques rouge, verte, bleue.

Les longueurs d'onde de ces radiations sont respectivement $\lambda_R = 700 \text{ nm}$, $\lambda_V = 540 \text{ nm}$, $\lambda_B = 470 \text{ nm}$ et leurs luminances $Y_R = 6,84 \text{ cd.m}^{-2}$, $Y_V = 22,60 \text{ cd.m}^{-2}$, $Y_B = 3,54 \text{ cd.m}^{-2}$.

E	S	I	M
2	2	1	2

II.1 - Placer les trois lumières monochromatiques sur le diagramme de chromaticité fourni (document réponse B) et en déduire leurs coordonnées trichromatiques.

E	S	I	M
3	3	3	3

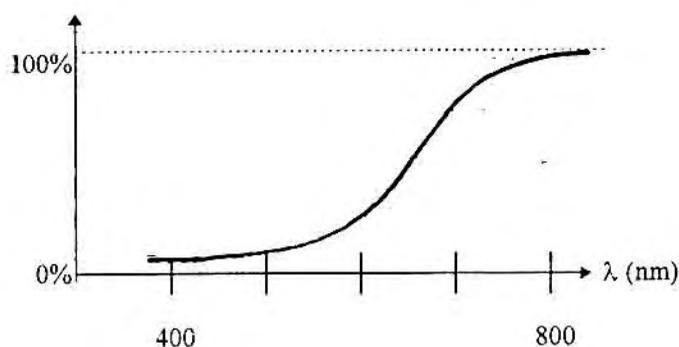
II.2 - Déterminer les coordonnées de la lumière résultante du mélange des trois lumières monochromatiques. Comparer le résultat obtenu avec les coordonnées trichromatiques du blanc de référence : $x = 0,310$ et $y = 0,316$.

E	S	I	M
2	1	1	2

II.3 - Quelle est la luminance du mélange des trois lumières monochromatiques ?

III - Filtre de conversion :

On donne la courbe de transmission du filtre optique n° 3 de la caméra :



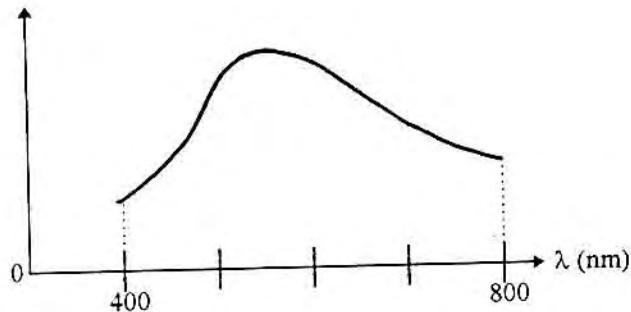
Page 6/15

E	S	I	M
0	2	2	4

III.1 - Ce filtre réalise la conversion $5\,600\text{ K} \rightarrow 3\,200\text{ K}$. Que représentent ces chiffres ?

E	S	I	M
0	0	2	0

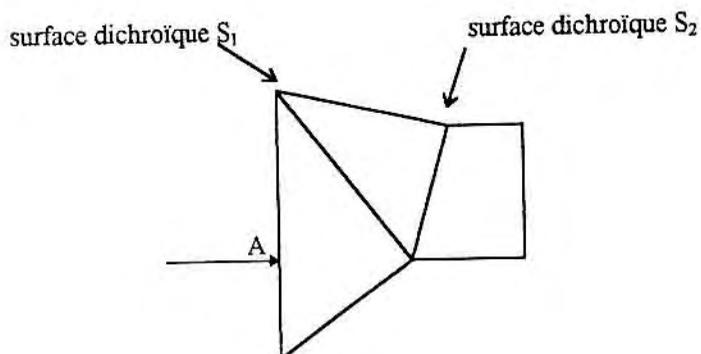
III.2 - La courbe de densité spectrale d'énergie de la lumière incidente en fonction de sa longueur d'onde dans le vide à l'allure suivante :



- Tracer l'allure de la courbe de densité spectrale d'énergie de la lumière émergent du filtre.
- Quelle va être la teinte approximative de cette lumière (justifier votre réponse) ?

IV - Séparateur dichroïque :

Le système représenté ci-dessous illustre le principe de réalisation d'un filtre séparateur. Ce filtre est fabriqué dans un verre d'indice $n = 1,6$. Il contient deux surfaces dichroïques, notées S_1 et S_2 , qui permettent de séparer les couleurs primaires. Ce séparateur est placé dans l'air d'indice $n = 1,0$.



Page 7/15

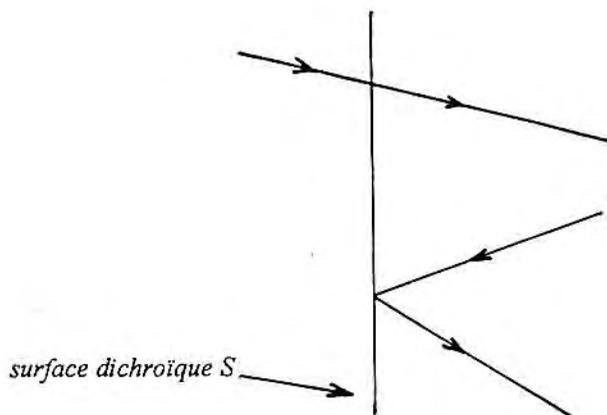
Nous allons supposer que la lumière incidente est composée de trois lumières monochromatiques de longueurs d'onde $\lambda_R = 700 \text{ nm}$, $\lambda_V = 540 \text{ nm}$, $\lambda_B = 470 \text{ nm}$, et que l'indice du verre utilisé ne dépend pas de la longueur d'onde de la lumière qui le traverse.

E	S	I	M
1	1	1	2

IV.1 - Donner l'expression littérale puis la valeur numérique de l'angle d'incidence maximal au-delà duquel le passage de la lumière du verre d'indice $n = 1,6$ à l'air est impossible.

E	S	I	M
4	4	4	4

IV.2 - On suppose que les surfaces dichroïques qui se trouvent à l'intérieur du séparateur ne dévient pas la lumière transmise si elle se propage de la gauche vers la droite et qu'elles la réfléchissent si elle se propage de la droite vers la gauche.



La surface S_1 réfléchit la lumière bleue et la surface S_2 réfléchit la lumière rouge.
En notant A, B, C ... les différents points du séparateur où les rayons lumineux changent de direction, tracer sur le document réponse C le cheminement des trois lumières rouge, verte et bleue au travers du séparateur en supposant que le rayon incident arrive perpendiculairement à la face d'entrée du séparateur (on justifiera toutes les valeurs d'angle et les changements de direction des rayons lumineux).

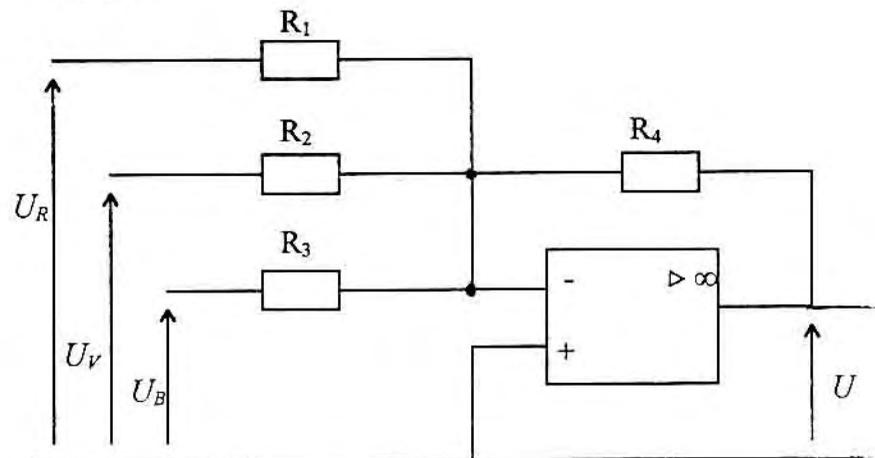
Page 8/15

V - Matricage :

A partir des signaux (R, V, B) élaborés par les capteurs CCD fixés sur le séparateur, on souhaite obtenir les trois signaux composantes. Nous allons étudier le principe du matricage du signal de luminance.

E	S	I	M
2	3	3	3

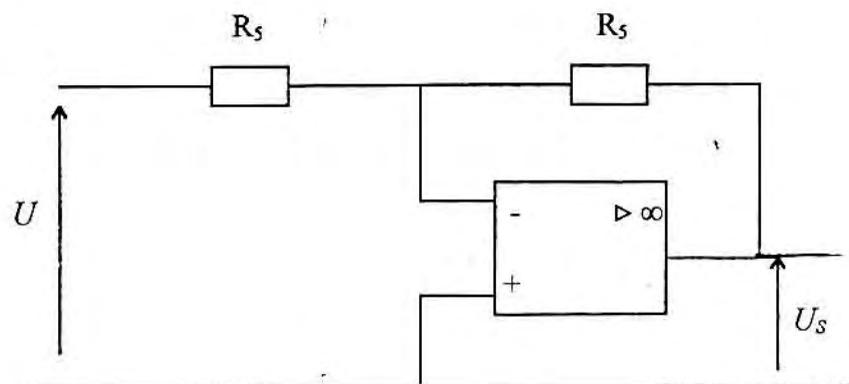
V.1 - Soit le montage n° 1 suivant :



- Exprimer la tension de sortie U du montage en fonction des tensions d'entrées U_R , U_V , U_B et des résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .
- Quel est le nom de ce montage ?

E	S	I	M
2	3	2	3

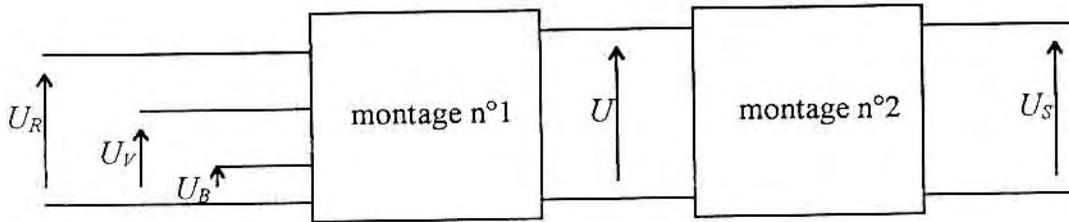
V.2 - Soit le montage n° 2 suivant :



- Exprimer la tension de sortie U_S du montage en fonction de la tension d'entrée U .
- Quel est le nom de ce montage ?

E	S	I	M
1	2	1	2

V.3 - On associe les deux montages précédents :



- Exprimer la tension U_S en fonction des tensions d'entrée U_R , U_V , U_B et des résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .

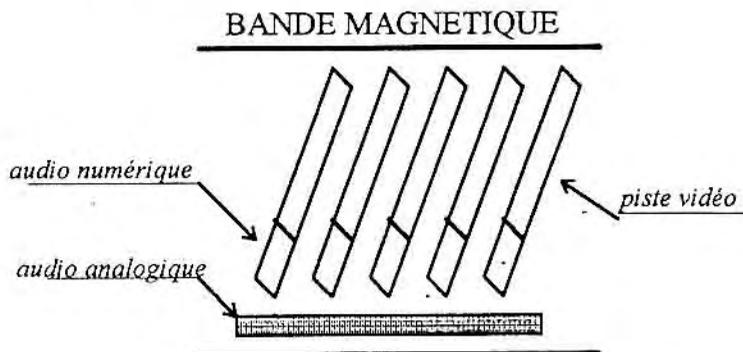
E	S	I	M
1	2	1	2

V.4 - Application numérique :

- Calculer l'expression numérique de la tension U_S en fonction des tensions d'entrée U_R , U_V , et U_B pour $R_1 = 3\,320\ \Omega$, $R_2 = 1\,620\ \Omega$, $R_3 = 9\,090\ \Omega$, $R_4 = 1\text{ k}\Omega$

VI - Enregistrement numérique :

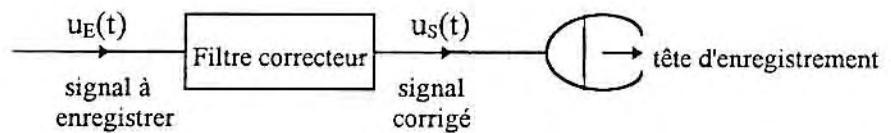
L'enregistrement d'un son par le magnéto BVW 85 peut se faire selon deux procédés : si le premier enregistre un son analogique sur une piste longitudinale, le second enregistre un son numérique sur une piste transversale, en même temps que la vidéo (son PCM).



Page 10/15

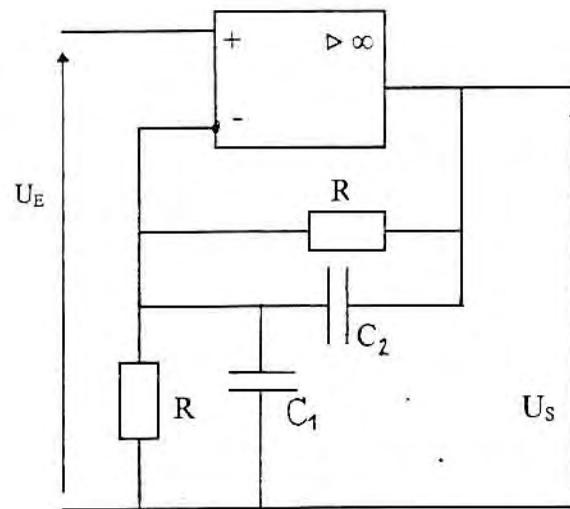
VI.1 - Enregistrement analogique :

Lors de l'enregistrement d'un son par ce procédé, il est nécessaire d'amplifier les composantes de haute fréquence du signal audio. En effet, de par sa conception, le transducteur signal électrique \rightarrow signal magnétique va atténuer cette partie du signal (effet d'entrefer). Nous nous proposons d'étudier le filtre correcteur à l'enregistrement.



E	S	I	M
5	5	0	0

VI.1.a - Le montage est le suivant : nous allons l'étudier en régime sinusoïdal.



- Exprimer la fonction de transfert complexe \underline{T} du montage et la mettre sous la forme :

$$\underline{T} = T_0 \cdot \frac{1 + j \cdot \frac{f}{f_1}}{1 + j \cdot \frac{f}{f_2}}$$

- On donnera les expressions de T_0 , f_1 et f_2 en fonction de R , C_1 et C_2 .

Page 11/1 5

E	S	I	M
2	2	0	0

VI.1.b - Calculer le module T de \underline{T} en fonction de T_0 , T_2 , et T_1 et mettre le gain G du montage sous la forme :

$$G = G_0 + G_1 - G_2$$

E	S	I	M
2	2	0	0

VI.1.c - Application numérique : on donne $R = 4,7 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 18 \text{ nF}$ et $C_2 = 2,2 \text{ nF}$. Calculer G_0 , f_1 et f_2 .

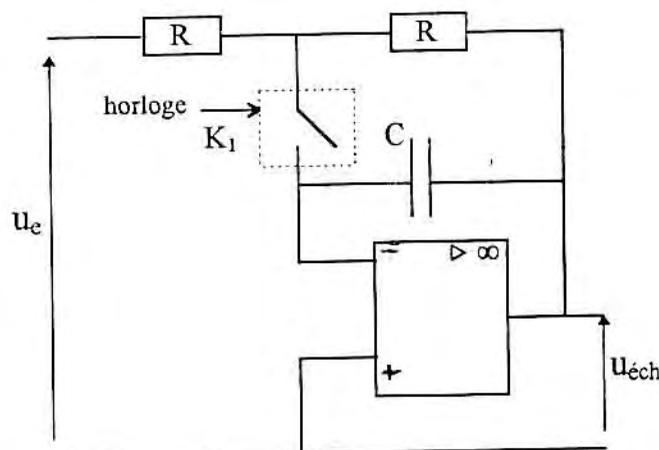
- En déduire l'allure de la courbe de réponse en gain en fonction de la fréquence lorsqu'on utilise une échelle logarithmique pour la fréquence.

VI.2 - Enregistrement numérique :

Nous allons étudier le principe de conversion des signaux analogiques fournis par le microphone en signaux numériques.

E	S	I	M
3	3	0	0

VI.2.a - Étude de l'échantillonneur-bloqueur :



L'interrupteur K_1 est un interrupteur électronique commandé par une horloge délivrant des impulsions de courte durée et l'amplificateur opérationnel du montage fonctionne en régime linéaire quelle que soit la position de K_1 .

Pour l'étude de ce circuit, nous allons supposer que le signal $u_e(t)$ est un signal sinusoïdal de pulsation ω .

Page 12/15

* l'interrupteur K_1 est fermé :

- Exprimer le rapport des tension complexes $\frac{U_{éch}}{U_e}$ en fonction de R, C et ω
- Que deviennent le module de ce rapport et le déphasage de $u_{éch}(t)$ par rapport à $u_e(t)$ si $RC\omega \ll 1$? En déduire la relation entre $u_{éch}(t)$ et $u_e(t)$.

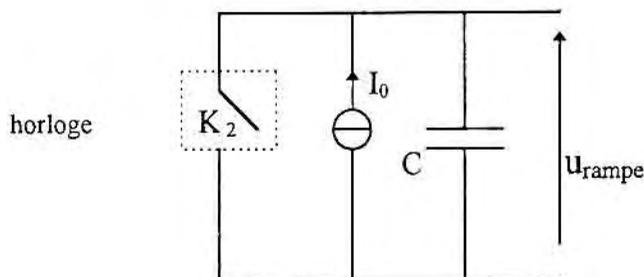
* l'interrupteur K_1 est ouvert :

Soit t_0 la date d'ouverture de K_1 et notons V_0 la valeur de $u_{éch}(t)$ à cet instant. Quelle est la valeur de $u_{éch}(t)$ à $t \geq t_0$?

- Si la condition $RC\omega \ll 1$ est réalisée, expliquer comment ce montage réalise la fonction échantillonneur-bloqueur.

E	S	I	M
2	2	0	0

VI.2.b - Etude du générateur de rampe :



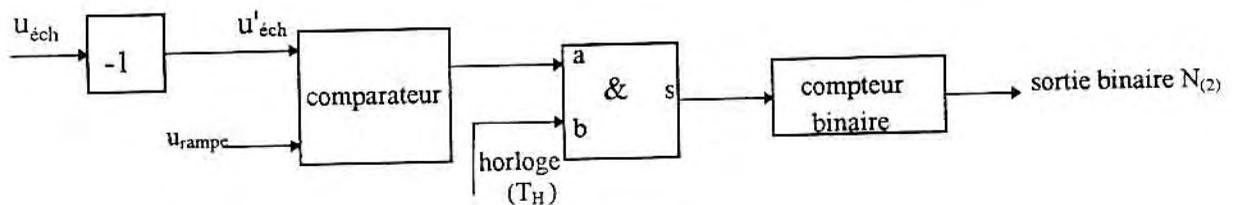
L'interrupteur K_2 est un interrupteur électronique commandé par une horloge. On suppose que le condensateur est déchargé à l'instant initial t_0 (K_2 s'ouvre).

- Déterminer la loi de variation de la tension u_{rampe} en fonction du temps et tracer le graphe correspondant.

Page 13/15

E	S	I	M
3	3	0	0

VI.2.c - Etude de convertisseur analogique-numérique :



On donne la table de vérité de la porte logique ET(&) :

a	b	s
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

La tension $u_{\text{éch}}$ étant négative, l'inverseur change son signe. Le comparateur délivre sur l'entrée a de la porte logique un niveau haut tant que la condition $u_{\text{rampe}} > u_{\text{éch}}$ est satisfaite et un niveau logique bas dès que $u_{\text{rampe}} = u_{\text{éch}}$. Sur l'entrée b de la porte est appliqué un signal d'horloge de période T_H .

On suppose que la conversion numérique de la tension $u'_{\text{éch}}$ commence à la date $t = t_0$ (à laquelle le compteur est à 0) et qu'elle est terminée à la date t_1 . On note le résultat fourni par le compteur binaire $N_{(2)}$ et ce même résultat en base 10 est noté $N_{(10)}$ (par exemple, si $N_{(2)} = 00\ 000\ 101$, alors $N_{(10)} = 5$).

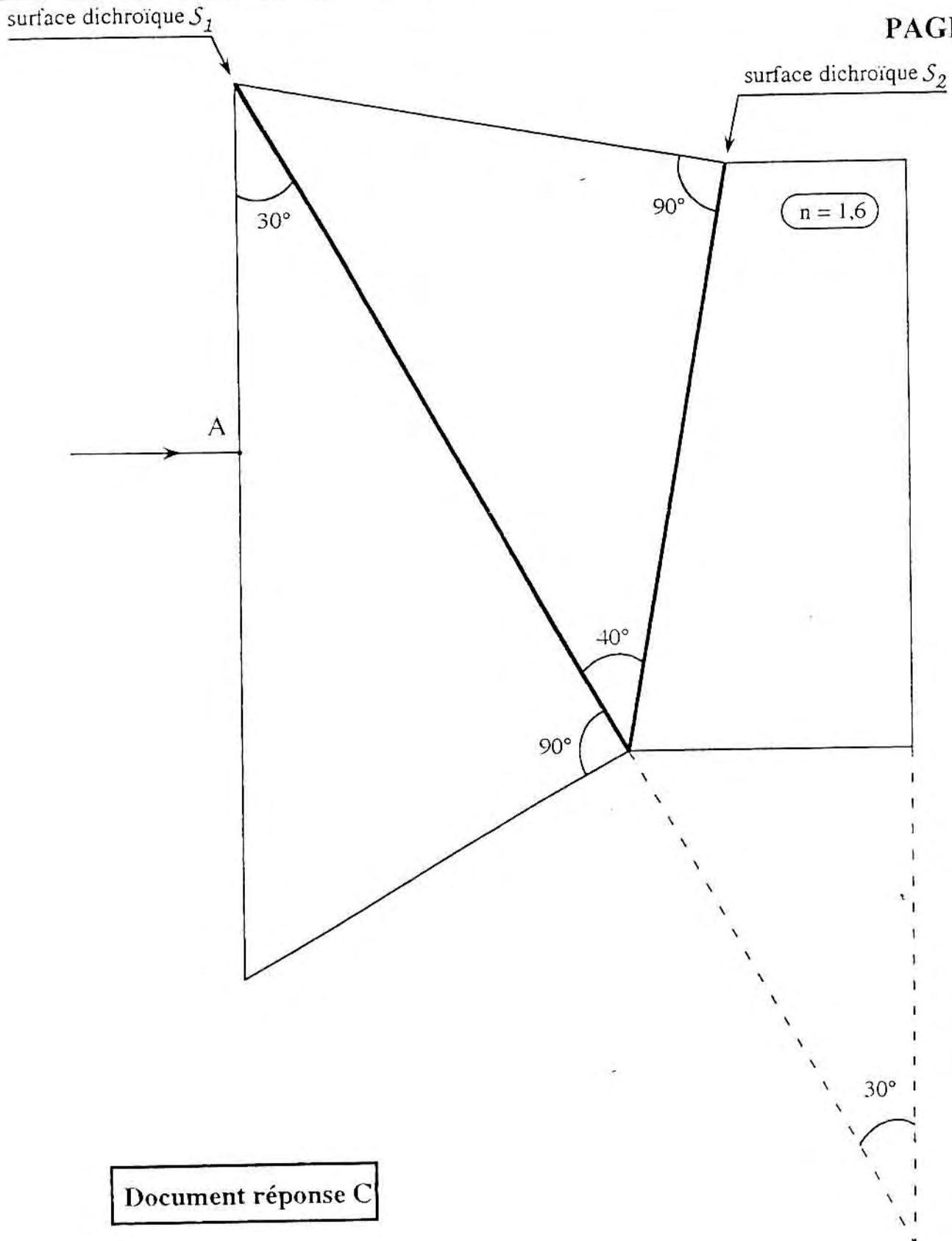
- Exprimer la durée de conversion $\Delta t = t_1 - t_0$ en fonction de $N_{(10)}$ et T_H .
- En utilisant le résultat de la question VI.2.b, montrer que $N_{(10)}$ est proportionnel à la tension $u_{\text{éch}}$ (on déterminera la constante de proportionnalité).

NOM :
(en majuscules)

Prénoms :

Académie d'inscription : N° d'inscription :

Nature ou repère de l'épreuve :



NOM :
(en majuscules)

Prénoms :

Académie d'inscription :

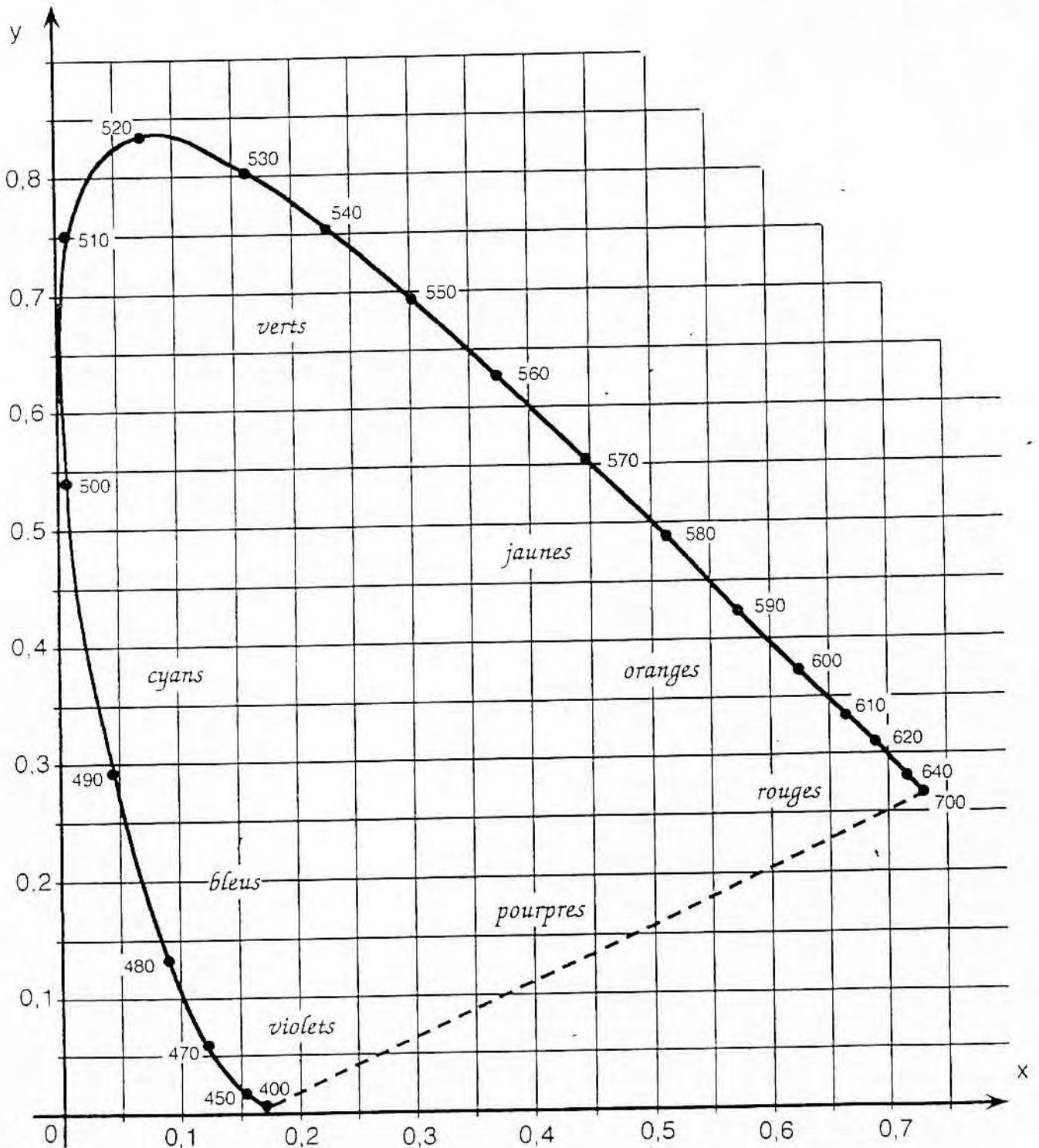
N° d'inscription :

Nature ou repère de l'épreuve :

FBN4

Document réponse B

PAGE : 15/15



ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

Nous allons étudier dans ce sujet quelques problèmes qui se posent lors d'un débat se déroulant sur un plateau. Ce débat doit être simultanément enregistré (pour diffusion audiovisuelle) et diffusé au public présent dans la salle.

L'étude comporte plusieurs parties indépendantes :

- étude d'un éclairage par projecteur à lentille de Fresnel ;
- caractéristiques d'une caméra vidéo ;
- étude d'un projecteur de découpe ;
- la diffusion sonore ;
- étude de la répartition électrique des signaux dans une enceinte
- étude d'un vumètre.

Le sujet est commun à toutes les options du B.T.S. audiovisuel (sauf l'option administration). Les questions à traiter sont différenciées pour chaque option ; elles sont précédées d'un barème explicite. Par exemple, la question 3.2 est précédée de la mention suivante :

3.2			
E	S	I	M
2	0	2	3

Ce qui signifie qu'elle doit être traitée uniquement par les options exploitation, image et montage. Elle vaut 2 points pour les candidats des options exploitation et image, et 3 points pour ceux de l'option montage.

Remarques :

- ☞ Le sujet comporte 10 pages (y compris celle-ci) d'énoncé, un document annexe et un document réponse.
- ☞ Le travail à effectuer est *imprimé en italique*.
- ☞ Les parties étant indépendantes, elles peuvent être traitées dans un ordre quelconque mais le candidat doit **impérativement** faire précéder ses réponses du numéro de la question correspondante (qui est noté sur la première ligne du barème).
- ☞ Dans chaque partie, les questions étant assez souvent indépendantes, il est conseillé au candidat de ne pas se bloquer sur une question qui lui semble difficile mais de lire l'ensemble de l'énoncé.
- ☞ Ne pas oublier de rendre le document réponse.

1) Étude d'un éclairage par projecteur à lentille de Fresnel :

On considère un projecteur à lentille de Fresnel ayant une puissance électrique nominale (absorbée) de 1 kW.

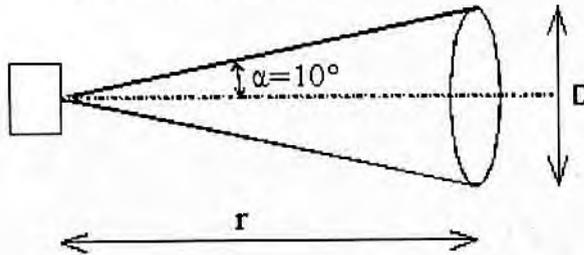
Le flux utile représente seulement 60 % du flux total.

L'efficacité de la lampe est de 27 lm/W.

1.1			
E	S	I	M
2	2	2	3

Calculer le flux photométrique utile Φ_v .

Le projecteur rayonne dans une cône de révolution ayant un angle au sommet $\alpha = 10^\circ$ selon la figure ci dessous :



1.2			
E	S	I	M
2	2	2	2

Calculer le diamètre D et la surface S du cercle de lumière obtenu sur un plan perpendiculaire à l'axe du faisceau et situé à une distance $r = 6\text{m}$ du projecteur.

Pour toute la suite, on supposera que le rayonnement lumineux est uniforme dans tout le cône et qu'il est nul en dehors de celui-ci. On supposera également que la source est ponctuelle. On considérera que le flux photométrique (dans le cône) est $\Phi_v = 16000\text{ lm}$.

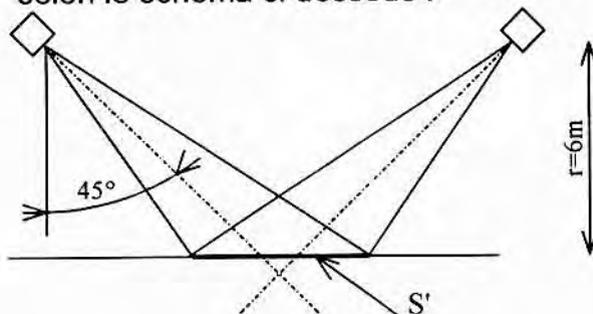
1.3			
E	S	I	M
2	3	2	2

Calculer l'angle solide Ω correspondant au cône et en déduire l'intensité lumineuse I de la source. On rappelle que $\Omega = 2 \cdot \pi \cdot (1 - \cos \alpha)$.

1.4			
E	S	I	M
2	0	2	2

En déduire l'éclairement E (en lux) reçu au centre de la surface S (à 6 m de la source).

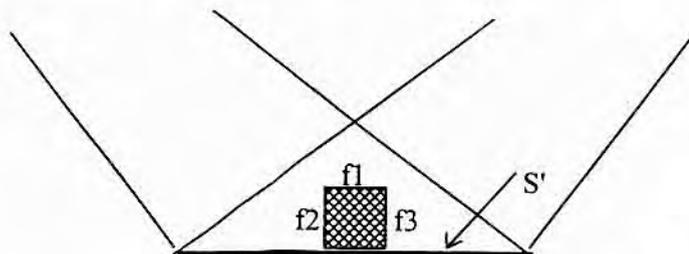
Afin d'éviter certaines ombres, on utilise maintenant deux projecteurs identiques et inclinés à 45° selon le schéma ci dessous :



1.5			
E	S	I	M
0	0	2	3

Quelle est la valeur de l'éclairement reçu au niveau la zone centrale de S' ?

On dispose maintenant sur S' un cube dont la longueur d'un côté est faible devant sa distance par rapport aux deux projecteurs. En conséquence, on admettra que les rayons lumineux issus de chaque projecteur et arrivant sur le cube sont parallèles et ont même longueur.



1.6			
E	S	I	M
0	0	3	3

Quelles sont les valeurs de l'éclairement au niveau des différentes faces f1, f2 et f3 ? (Pour cette question on négligera l'effet de la réflexion de la lumière sur la surface S').

2) Caractéristiques d'une caméra vidéo :

Les caméras utilisées sont de type Sony DXC-M7 et on peut lire sur la notice les caractéristiques suivantes :

Sensibilité : 2000 lux à $f : 5,6$ (sans gain supplémentaire)

Éclairement minimum : 29 lux à $f : 1,8$

Le sélecteur de gain a 3 positions de 0 dB, +9 dB et +18 dB.

2.1			
E	S	I	M
3	0	3	4

Calculer l'éclairement nécessaire à $f : 1,8$ avec un gain de 0 dB.

2.2			
E	S	I	M
2	0	3	0

Avec quel gain le constructeur a-t-il défini l'éclairement minimum ?

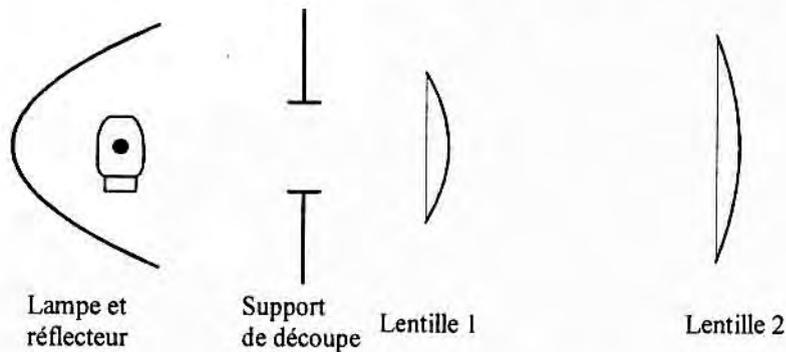
La surface à filmer reçoit un éclairement de 4500 lux et rayonne selon la loi de Lambert, avec un facteur de réflexion $\rho = 60 \%$.

2.3			
E	S	I	M
2	0	2	2

Calculer le nombre d'ouverture k de l'objectif de la caméra.

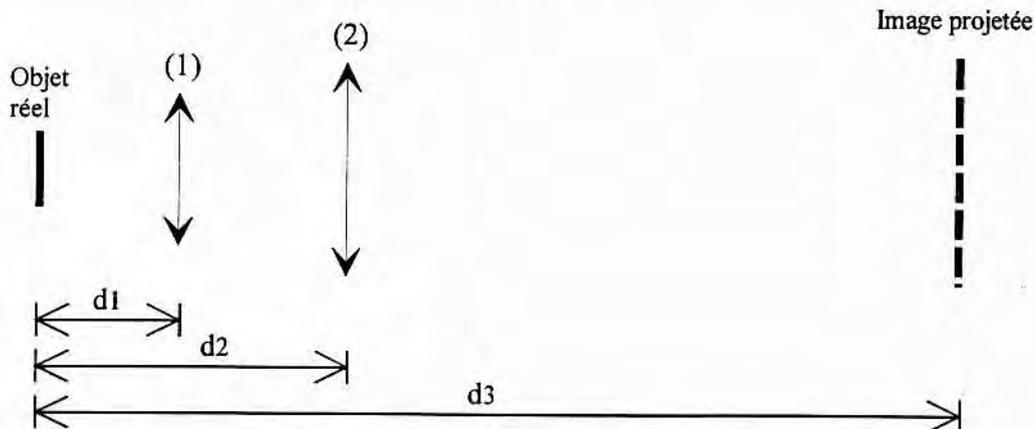
3) Étude d'un projecteur de découpe :

Afin d'utiliser au mieux un projecteur de découpe, on se propose d'étudier son fonctionnement. Un tel projecteur est constitué d'une lampe munie d'un réflecteur, d'un support pouvant recevoir un iris et/ou un masque de découpe, et de deux lentilles convergentes. L'ensemble est représenté sur le schéma ci-dessous :



Le réglage des positions des lentilles par rapport au support de découpe permet de régler la mise au point et le grandissement de l'image projetée.

La représentation simplifiée permettant d'étudier le système ne comportera donc que le support (qui est l'objet réel) et les deux lentilles convergentes (On considérera que les lentilles sont minces que l'on peut utiliser l'approximation de Gauss).



Les valeurs absolues des distances focales des lentilles (1) et (2) sont notées respectivement f_1 et f_2 .

On donne $f_1 = 150$ mm et $d_1 = 70$ mm.

3.1			
E	S	I	M
2	2	2	4

Construire, sur la figure 1 du document réponse, l'image que donnera la lentille (1) de l'objet réel. S'agit-il d'une image réelle ou virtuelle ? On notera A'' et B'' les points image correspondant aux points objets A et B (les points A et A'' sont sur l'axe).

3.2			
E	S	I	M
2	0	2	3

Établir l'expression du grandissement $\gamma_1 = \frac{A''B''}{AB}$ en fonction de f_1 et d_1 . Faire l'application numérique.

La distance entre l'objet et le centre optique de la lentille (2) est $d_2 = 320$ mm.

3.3			
E	S	I	M
3	0	2	2

Calculer la distance $A''O_1$ entre l'image donnée par la lentille (1) et le centre optique de la lentille (1). En déduire la distance $d_4 = A''O_2$.

La figure 2 du document réponse représente le système complet.

On a : $F_1O_1 = O_1F'_1 = f_1 = 150$ mm

$F_2O_2 = O_2F'_2 = f_2 = 350$ mm

$d_1 = 70$ mm

$d_2 = 320$ mm

3.4			
E	S	I	M
2	0	3	3

En utilisant les résultats des questions précédentes, construire sur la figure 2 du document réponse, l'image que donnera la lentille (2). (Les points A'' et B'' sont des points objets pour la lentille (2) et donnent les points images A' et B').

3.5			
E	S	I	M
0	0	3	0

Établir l'expression du grandissement $\gamma_2 = \frac{A'B'}{A''B''}$ donné par la lentille (2) en fonction de d_4 et f_2 . Faire l'application numérique.

3.6			
E	S	I	M
0	0	3	0

Calculer le grandissement global $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$. Calculer la hauteur de l'image projetée sachant que l'objet est un cercle de diamètre $D=10$ cm.

3.7			
E	S	I	M
0	0	4	0

Afin de projeter l'image à une plus grande distance, on désire augmenter d_3 sans changer d_1 . Faut-il augmenter ou diminuer d_2 ? Comment va évoluer la grandeur de l'image projetée ?

Concours
ou
Examen

Section
ou Spécialité :
ou Option (éventuellement)

NOM :
(en majuscules)

Prénoms :

Académie d'inscription :

N° d'inscription :

Nature ou repère de l'épreuve :

GB-N,O,P,Q-4

Document réponse

Remarque :

les figures 1 et 2 correspondent aux situations proposées mais ne elles ne sont pas à l'échelle.

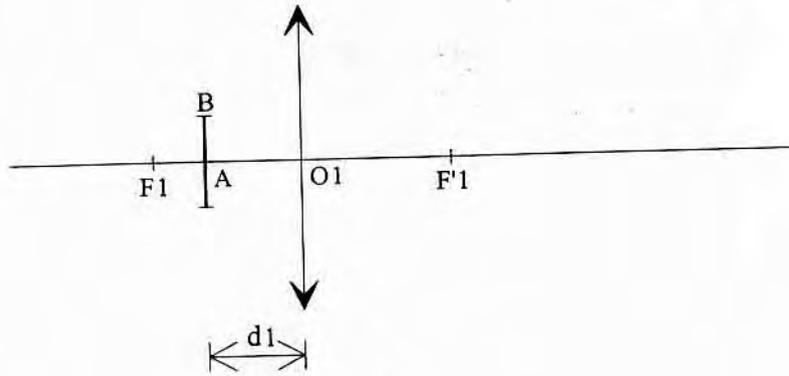


Figure 1

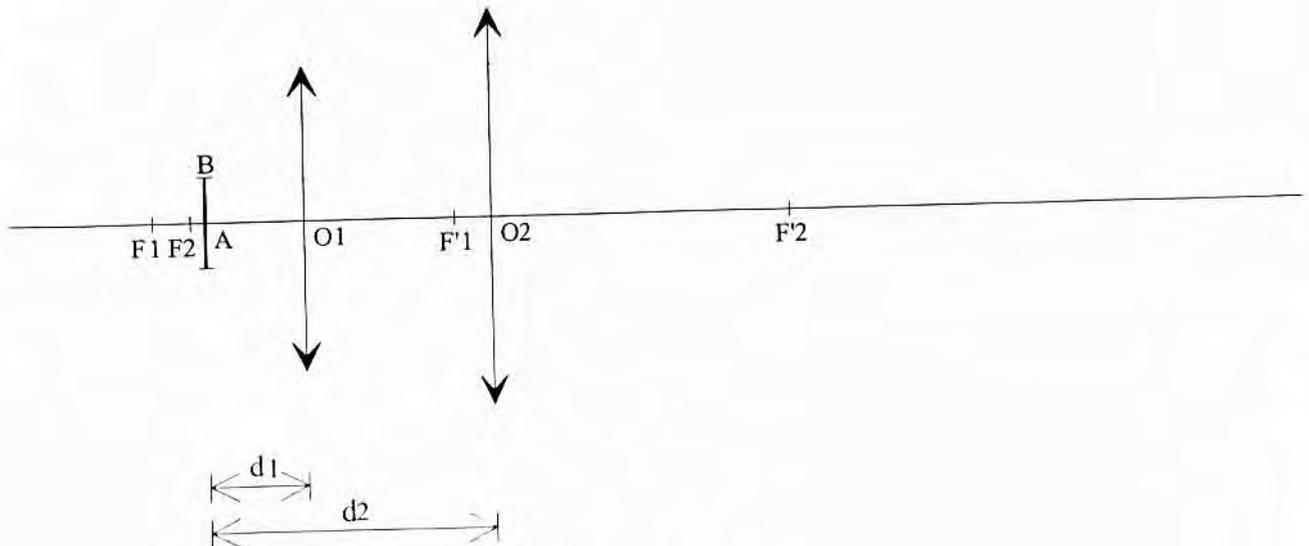


Figure 2

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES BTS Audiovisuel- option IMAGE

PARTIE COMMUNE

Ce sujet traite de quelques problèmes en relation avec la projection cinématographique.

Il comporte 9 pages dont 2 documents-réponses à rendre avec la copie.

Les parties sont indépendantes et peuvent se traiter dans un ordre quelconque.

Le travail demandé est imprimé en italique.

Les réponses aux questions devront impérativement être précédées de leur numéro d'ordre.

Ne pas oublier de rendre les documents-réponses.

1 - ETUDE DE LA PROJECTION CINÉMATOGRAPHIQUE

1-1 Optique géométrique

On doit projeter un film 35 mm sur un écran de 3m sur 5m situé à 20 mètres environ du projecteur. Les dimensions de la pellicule sont données figure 1.

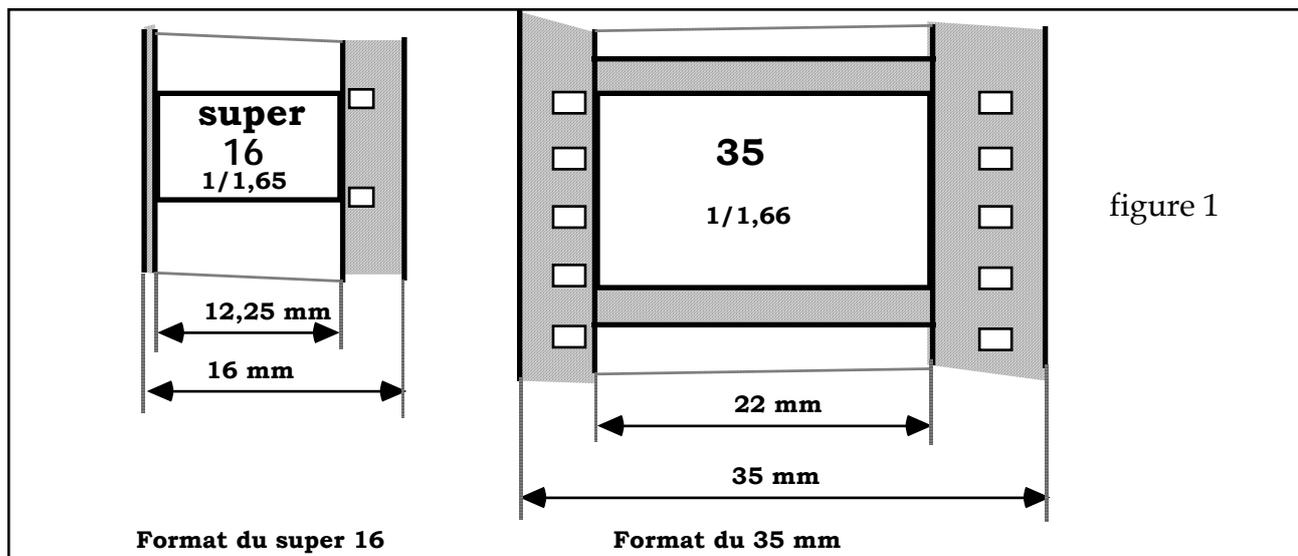


figure 1

1-1-1 On admettra que le film se trouve dans le plan focal du système optique assimilable à une lentille mince située à 20m de l'écran.

Déterminer d'après la figure 1 la distance focale de l'objectif et le champ angulaire horizontal correspondant au cadrage le plus large sur l'écran.

Quelle serait la focale nécessaire pour obtenir le même champ angulaire horizontal avec un film Super 16 mm ? Le champ angulaire vertical serait-il modifié ?

1-1-2 On admettra que l'objectif est assimilable à une lentille mince de distance focale f . La distance D entre le plan de la pellicule et l'écran est constante.

Exprimer la distance lentille-écran en fonction de f et de D lorsqu'on obtient une image nette de la pellicule sur l'écran.

Application numérique : $f=90\text{mm}$ et $D=20\text{m}$

En déduire les dimensions exactes de l'image projetée sur l'écran pour un film 35mm.

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES
BTS Audiovisuel- option IMAGE

PARTIE COMMUNE

1- 2 Optique photométrique

La lampe utilisée est une lampe à arc au xénon Tungfram de 2000 W.

1-2-1 *L'efficacité lumineuse de la lampe étant de 40 lumens par watt, calculer le flux lumineux émis par la lampe lors de son fonctionnement.*

En déduire l'intensité lumineuse moyenne de la lampe supposée source ponctuelle lorsqu'elle rayonne dans tout l'espace, puis l'éclairement reçu par une surface perpendiculaire à l'un des rayons et située à 30 cm de la lampe .

1-2-2 En réalité le faisceau est concentré par un miroir parabolique et produit un faisceau convergent (figure 2).

La surface éclairée à 30 cm de la lampe est un cercle de 30mm de diamètre.

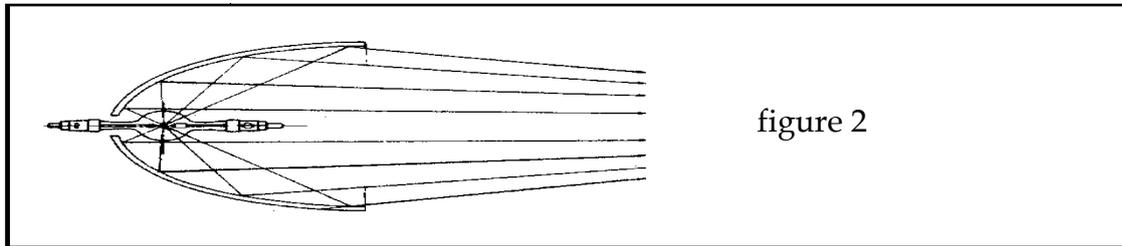


figure 2

Calculer le nouvel éclairement sachant que le dispositif parabolique et les filtres anticaloriques ne transmettent que 95% du flux lumineux. Quel est l'avantage de ce dispositif ?

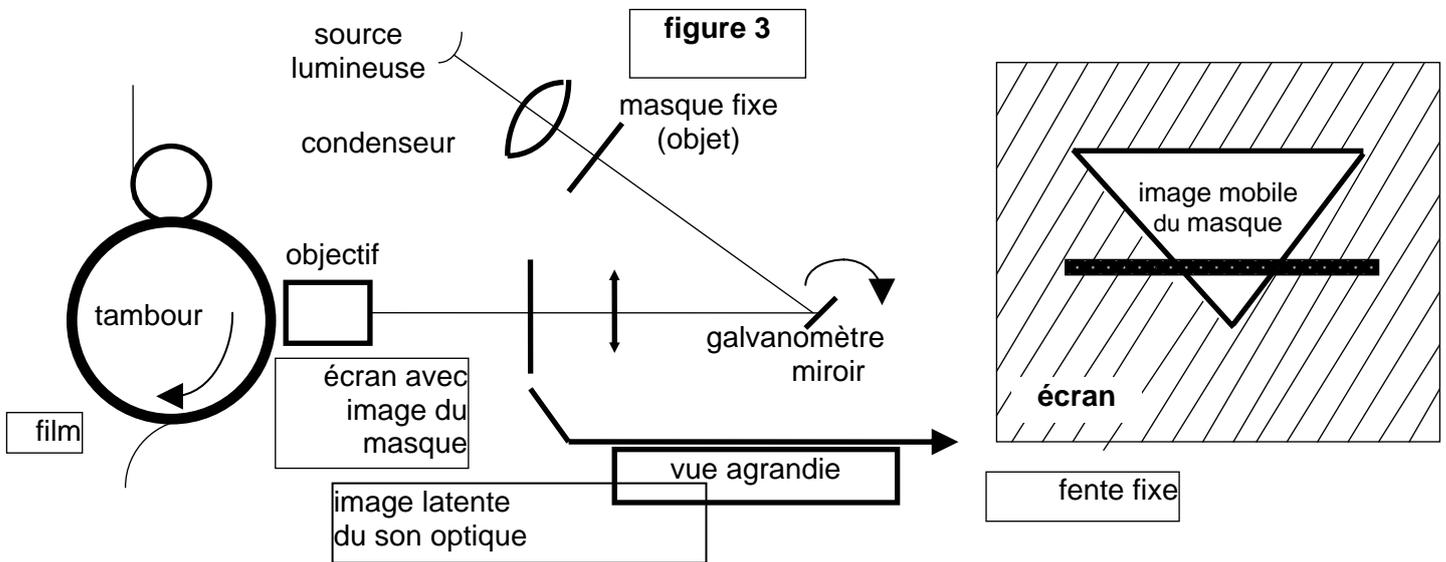
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

BTS Audiovisuel- option IMAGE

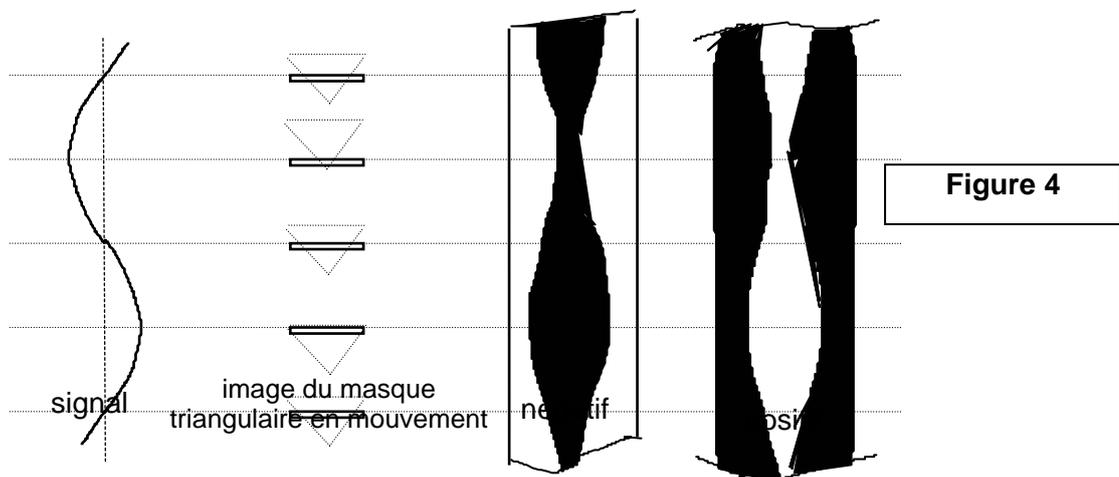
PARTIE COMMUNE

2 - ENREGISTREMENT OPTIQUE DU SON EN CINEMA.

Le son mixé final est transféré sur une émulsion photographique spécifiquement conçue pour le tirage optique. Une caméra spéciale transforme en modulations lumineuses le signal électrique provenant du mixage son. Cette caméra se compose d'un magasin, d'un système d'entraînement continu de la pellicule, d'une source de lumière et d'un modulateur de lumière utilisant un galvanomètre à cadre mobile et un masque à ouverture triangulaire fixe (figure 3).



Le signal de son mixé est envoyé dans le cadre du galvanomètre et l'image du masque se déplace verticalement sur un écran, éclairant une partie plus ou moins large d'une fente pratiquée sur celui-ci. L'objectif de la caméra forme sur la pellicule une image d'un trait lumineux de largeur variable représentant le signal de modulation (figure 4).



EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES BTS Audiovisuel- option IMAGE

PARTIE COMMUNE

2-1 Etude du dispositif optique.

2-1-1 Représenter sur le document-réponse n°1 l'image A' du point A dans le miroir M. Effectuer le tracé des rayons lumineux.

Le miroir tourne d'un angle α . Montrer que le rayon réfléchi tourne d'un angle 2α .

Représenter la nouvelle image A'₁ de A .

2-1-2 Une modulation de 100% représente une occupation de 1,9mm sur la piste optique enregistrée (image latente du son optique) située entre l'image et les perforations.

La distance focale de l'objectif assimilé à une lentille mince est de 24mm, le film est situé à 30mm de la lentille.

Effectuer sur le document-réponse n°1 le tracé des rayons lumineux correspondant à la formation de cette image sur le document réponse.

2-2 Rapport signal sur bruit

On admettra que la largeur maximale de l'ouverture du masque (correspondant à une modulation de 100%) est $L_{max}=45mm$ et que le déplacement de l'image du masque est proportionnel à la tension du signal sonore.

La largeur de l'ouverture du masque n'est précise qu'à 0,1mm près. On admettra que la largeur de l'ouverture du masque représente le signal et que le bruit est constitué par l'incertitude sur cette même grandeur. Calculer en décibels le rapport signal sur bruit correspondant à la valeur nominale du signal estimée à 70% de modulation.

2-3 Détermination de la bande passante audio.

La distance totale entre deux images successives du film 35mm étant de 18,75mm, calculer la vitesse de défilement de la bande.

On rappelle que la projection se fait à 24 images par seconde en cinéma. Pour obtenir une réponse en fréquence satisfaisante, l'épaisseur e maximum de l'image de la fente lumineuse du masque sur la bande sonore du film 35mm est estimée à 0,0125mm (On pourra faire une analogie avec l'entrefer d'enregistrement magnétique et appliquer la relation $e \leq \lambda / 2$).

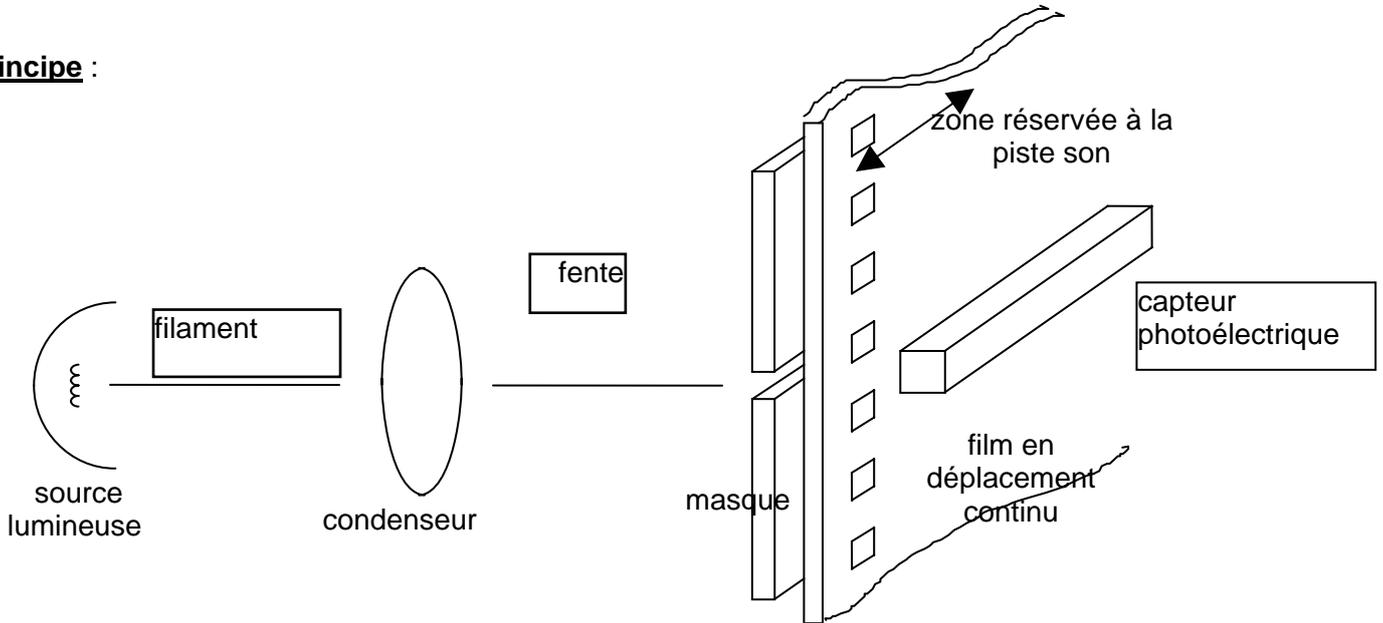
Quelle est la fréquence maximale du signal enregistré dans ces conditions ?

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES BTS Audiovisuel- option IMAGE

PARTIE COMMUNE

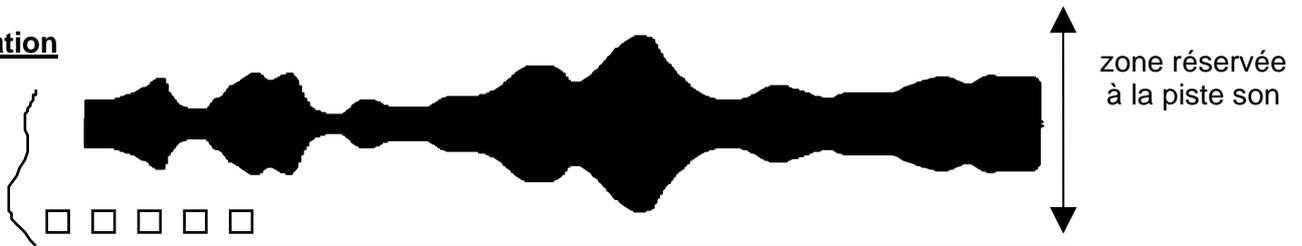
3 - LECTURE DE LA PISTE SON

Principe :



Une source lumineuse étalonnée envoie de la lumière à travers une fente derrière laquelle, la piste optique défile dans un mouvement continu. Une cellule photoélectrique mesure la lumière transmise et transforme le signal lumineux en signal électrique. Une chaîne électroacoustique transforme celui-ci en un signal acoustique.

Modulation



**3-1 A quelle modulation peut-on assimiler le signal enregistré et représenté ci-dessus, ?
Quelle est la partie du signal qui sera détectée lors de sa démodulation ?**

Afin de pouvoir restituer le signal lors de la lecture, il faut éviter la surmodulation lors de l'enregistrement. On peut exprimer l'amplitude du signal modulé qui est inscrit sur la piste, par la relation:

$$S = A_0 + k \cdot s_m$$

- A_0 : valeur de S quand $s_m = 0$.
- s_m : signal modulant (ici, il s'agit du signal audio)
- k : coefficient constant et positif.

3-2 Quelle valeur ne doit pas dépasser s_m pour éviter la surmodulation ? L'exprimer en fonction de k et A_0 .

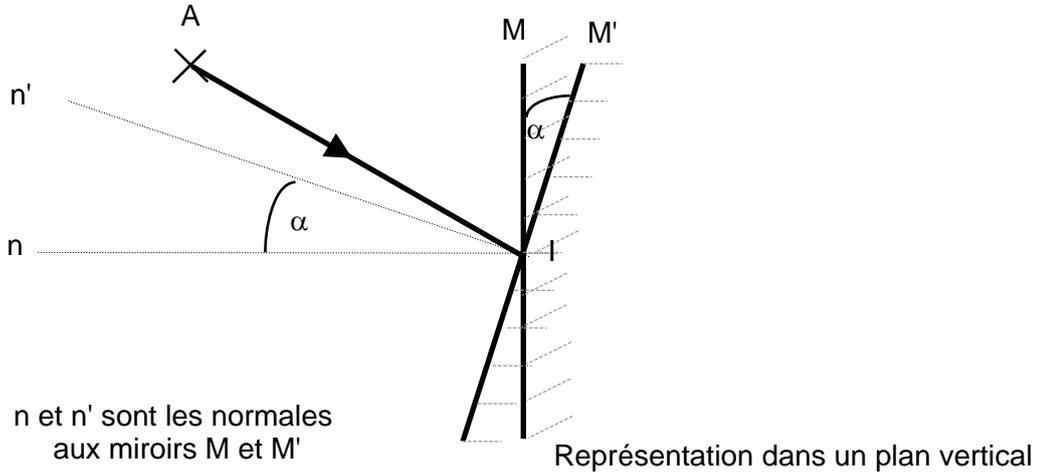
3-3 Si le signal modulant est sinusoïdal : $s_m = A_m \cdot \cos(\omega_m \cdot t)$, déterminer m permettant de mettre S sous la forme $S = A_0 (1 + m \cdot \cos(\omega_m \cdot t))$. Comment s'appelle m ? Déterminer sa valeur maximale afin qu'il n'y ait jamais surmodulation.

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES
BTS Audiovisuel- option IMAGE

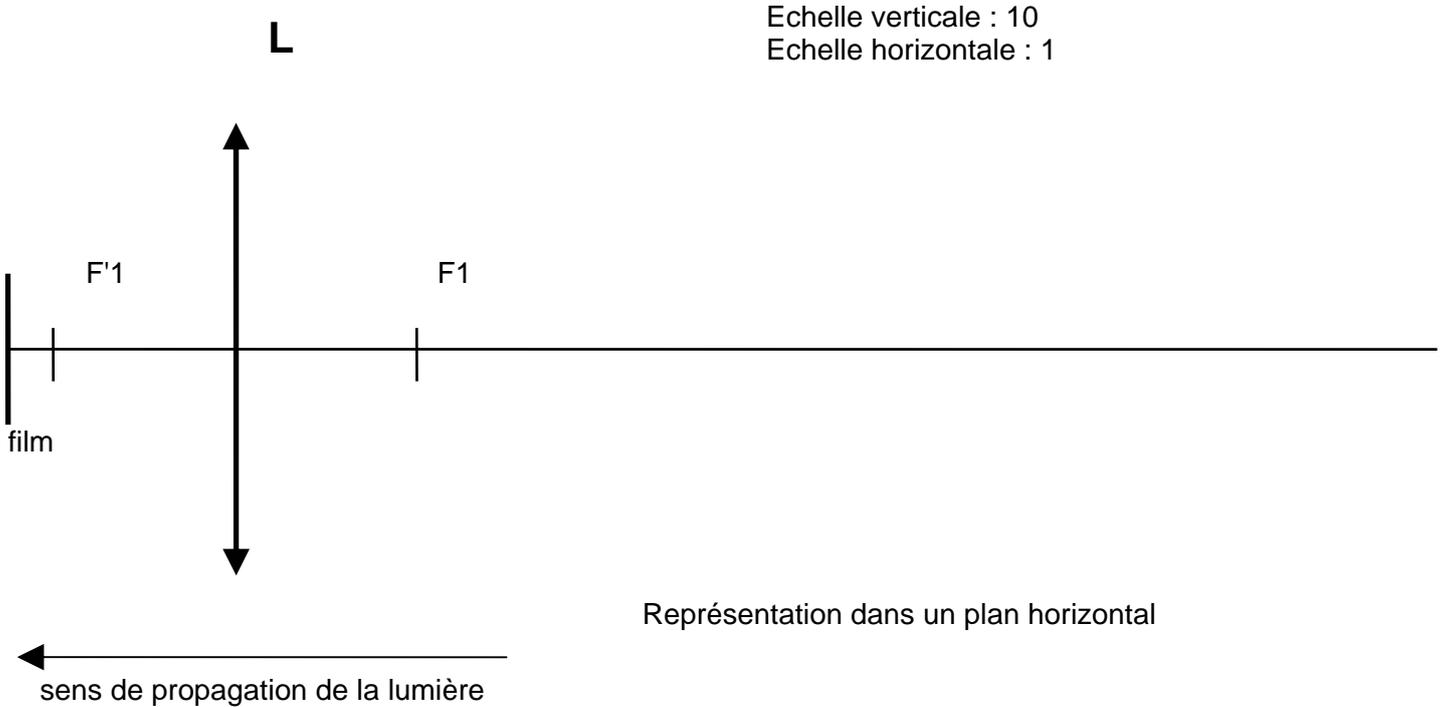
PARTIE COMMUNE

DOCUMENT-REPONSE N°1 (à rendre avec la copie)

QUESTION 2.1.1



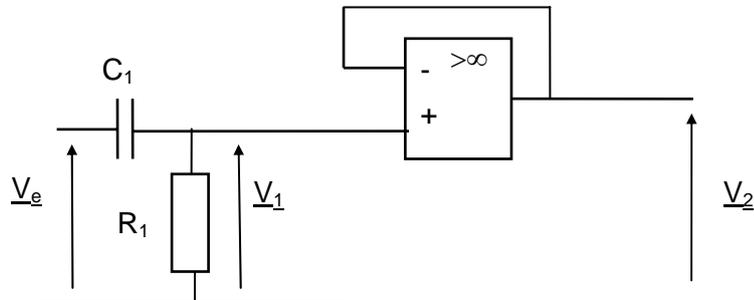
QUESTION 2.1.2



EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES
BTS Audiovisuel- option IMAGE

PARTIE SPECIFIQUE

4-FILTRE



L'amplificateur opérationnel est considéré comme parfait.

4-1 Etablir la fonction de transfert $\underline{T}_1 = \frac{V_1}{V_e}$ en fonction de la pulsation ω , de R_1 et de C_1 .

4-2 Quel filtrage est réalisé par \underline{T}_1 ? Préciser l'ordre du filtre. Déterminer sa fréquence de coupure : f_c en fonction de R_1 et C_1 . Calculer f_c si $R_1 = 100\text{k}\Omega$ et $C_1 = 1\mu\text{F}$.

Tracer sur le document-réponse n°2 les asymptotes et l'allure de la représentation de Bode du gain de \underline{T}_1 en fonction de la fréquence ;

4-3 Etablir la relation entre V_2 et V_1 . Comment s'appelle ce montage? Quel est son rôle?

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES BTS Audiovisuel- option IMAGE

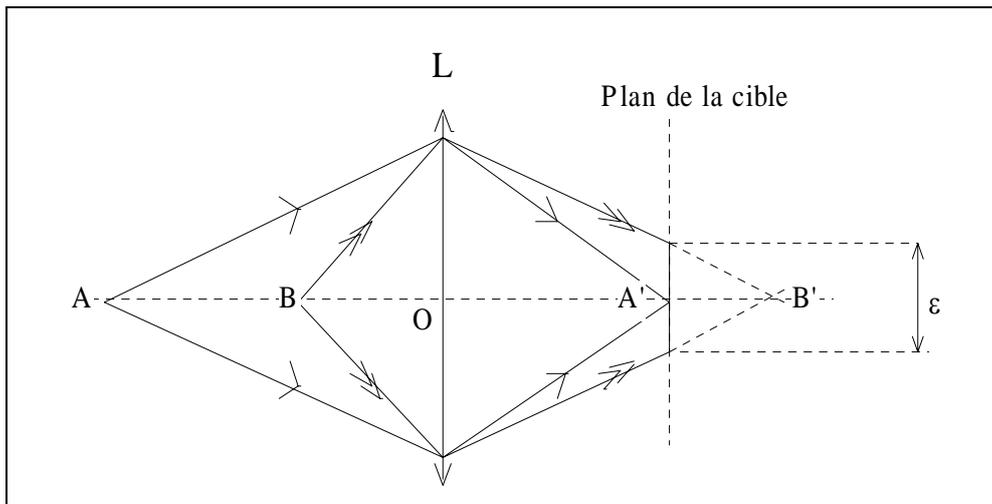
PARTIE SPECIFIQUE

5 - PROFONDEUR DE CHAMP

Nous étudions dans cette partie la profondeur de champ d'un objectif de caméra. Cette caméra n'ayant aucun lien avec l'installation étudiée précédemment.

On supposera que l'objectif est assimilable à une lentille mince convergente à focale variable.

Attention: les échelles ne sont pas respectées



La mise au point est faite en position "télé" sur un objet (A), supposé ponctuel, situé à 5 m du centre optique de l'objectif. La focale de l'objectif est réglable de 15 à 100mm. L'image d'un des points de l'objet, A, est un point A' .

On déplace alors l'objet de la position A à la position B pour laquelle l'image d'un des points de l'objet (B) est une tache de diamètre ε centrée sur A' .

5-1 Exprimer OB' en fonction de OA' , ε et du diamètre d du diaphragme.

Exprimer d en fonction n (n : nombre d'ouverture) et la focale f et le remplacer dans la relation

précédente pour la mettre sous la forme: $OB' = OA' \frac{f}{f - n \cdot \varepsilon}$.

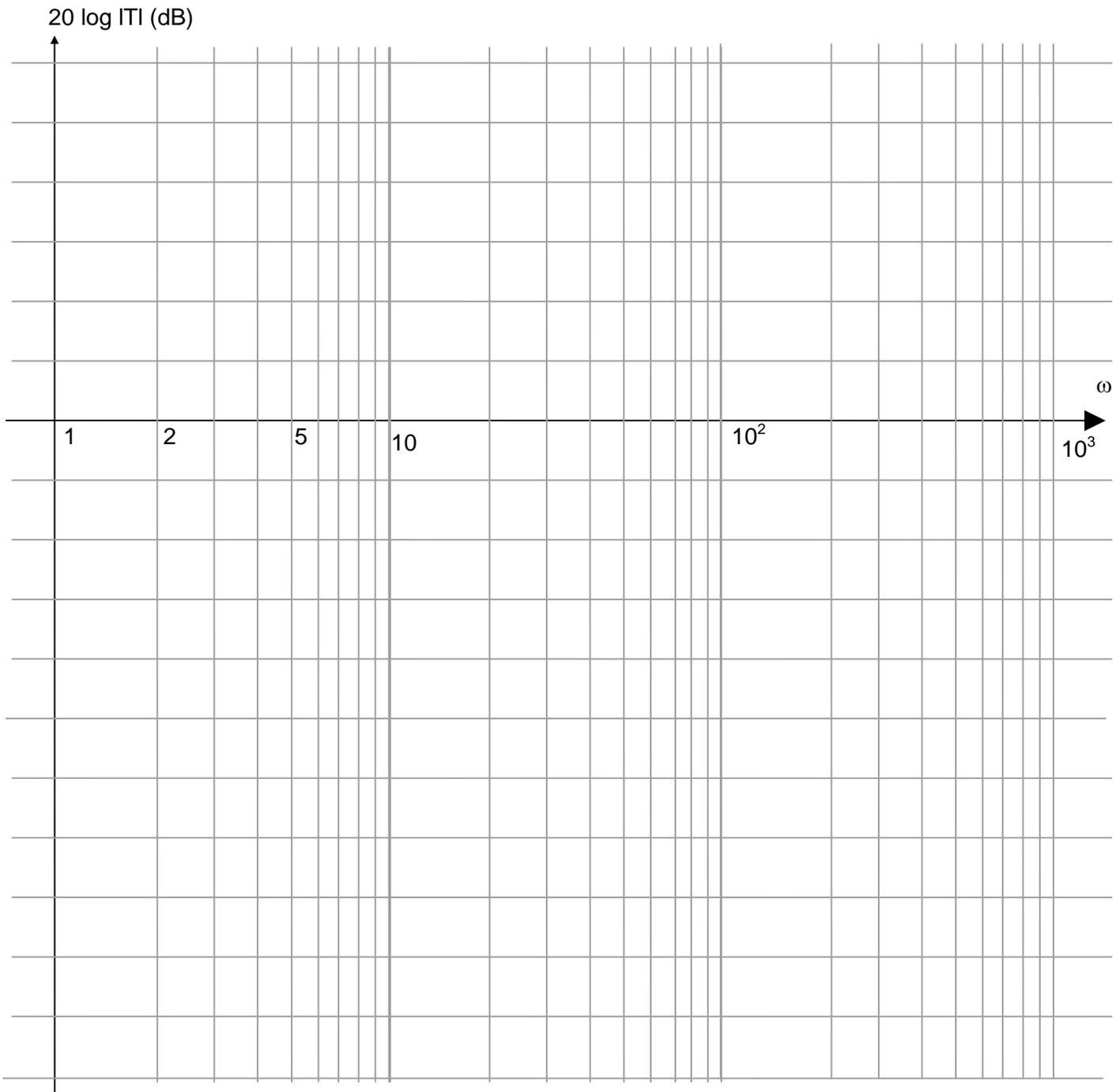
5-2 A l'aide de la relation de conjugaison, calculer OB lorsque $n = 5,6$, $\varepsilon = 11\mu\text{m}$ et $f=15\text{mm}$.

5-3 Définir à l'aide d'un croquis, en utilisant des couleurs, la profondeur de champ. Lorsque $n=5,6$ et $f = 100\text{mm}$, on obtient $OB = 4,853\text{m}$. D'après le résultat du 2-2, montrer l'influence de f sur la profondeur de champ.

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES
BTS Audiovisuel- option IMAGE

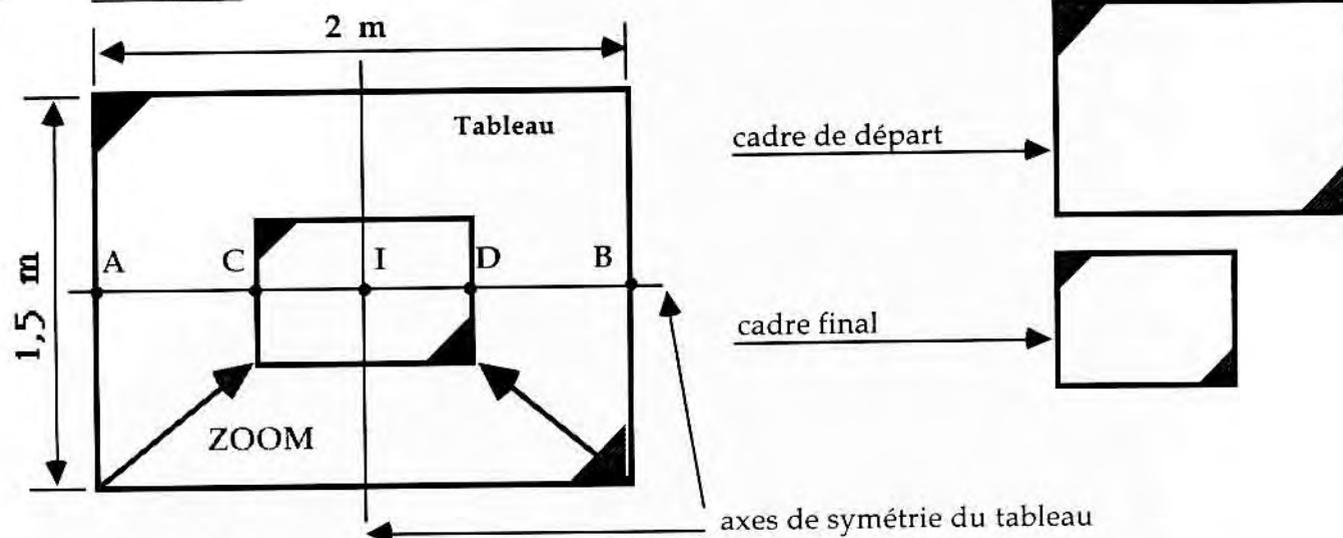
PARTIE SPECIFIQUE

DOCUMENT-REPONSE n°2 (à rendre avec la copie)



TRONC COMMUN : options I+E+M+S

- Les questions "optique" et "photométrie" sont indépendantes.
- En principe, aucune figure n'est à l'échelle.

I- OPTIQUEFigure 1

I.1 - On souhaite filmer un tableau de dimensions 1,5 x 2 m.

Par un zoom avant, on passe de son image "plein cadre", correspondant à AB, à un cadre plus serré, de largeur CD = 40 cm. Ces deux cadres ont même centre I.

La caméra vidéo, de format 2/3" (surface de chaque capteur CCD : 6,6 x 8,8 mm), est placée à 4 m du tableau, l'axe optique de son objectif étant perpendiculaire au tableau en I.

Calculez les focales extrêmes utilisées sur le zoom pour avoir les deux cadres souhaités en supposant que l'image formée par l'objectif reste toujours au voisinage du plan focal image de ce dernier.

I.2 - Par manque de recul, on est obligé de placer la caméra à seulement 2 m du tableau. Les cadres de départ et d'arrivée restant les mêmes et l'axe optique étant toujours perpendiculaire au tableau en I, calculez les focales extrêmes utilisées alors.

I.3 - On dispose d'un zoom Angénieux "14 x 10".

Indiquez ses focales extrêmes.

Quel accessoire faut-il ajouter à ce zoom pour pouvoir réaliser les prises de vues décrites à la question I.2 ?

II - PHOTOMÉTRIE

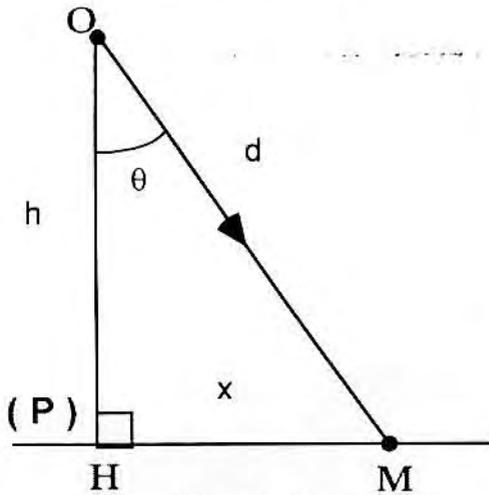


Figure 2

II.1.- Soit une source ponctuelle d'intensité lumineuse I , placée en O , rayonnant uniformément et éclairant le plan (P) . (P) contient HM et est perpendiculaire à OH en H .

On pose $OH = h$ et $HM = x$.
Montrez que la formule donnant la valeur de l'éclairement en M :

$$E_M = \frac{I \cdot \cos \theta}{d^2}$$

peut s'écrire ici :
$$E_M = \frac{I \cdot h}{(h^2 + x^2)^{3/2}}$$

II.2.- On éclaire le tableau précédent par deux sources lumineuses ponctuelles et identiques, d'intensité 10^4 cd chacune, placée symétriquement par rapport au tableau en O_1 et O_2 .

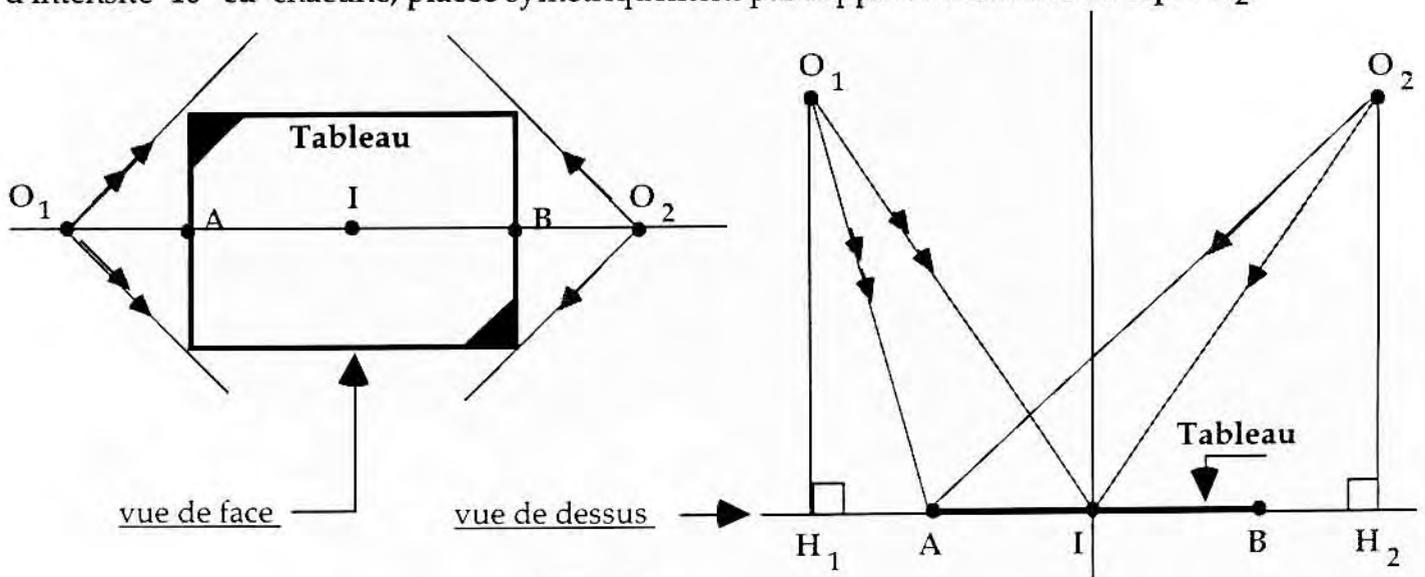


Figure 3

Calculez les éclairements en A et en I ainsi que l'écart relatif $\frac{|E_A - E_I|}{E_I}$ pour les dimensions suivantes :

$$O_1H_1 = O_2H_2 = 2 \text{ m} ; H_1A = H_2B = 0,5 \text{ m} ; AI = IB = 1 \text{ m} .$$

Partie spécifique : option I

IV.3 - On considère un dispositif que l'on peut analyser comme étant constitué de trois sous ensembles associés en "cascade", suivant le schéma ci-dessous :

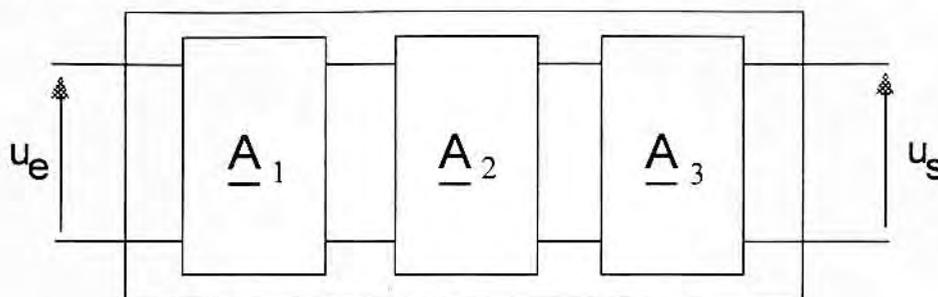


Figure 9

Exprimez $\underline{A} = \frac{u_s}{u_e}$, la fonction de transfert de ce dispositif, à l'aide des fonctions de transfert des trois sous ensembles constitutifs, \underline{A}_1 , \underline{A}_2 et \underline{A}_3 .

- Les questions V.1., V.2. et VI - sont indépendantes.
- En principe, les figures ne sont pas à l'échelle.

V - OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

V.1 - On souhaite maintenant, avec le même tableau (question I -), commencer par une image "plein cadre", comme précédemment, mais finir en cadrant un détail décentré, de largeur EF et de centre J, tel que IJ = 50 cm et EF = 40 cm.

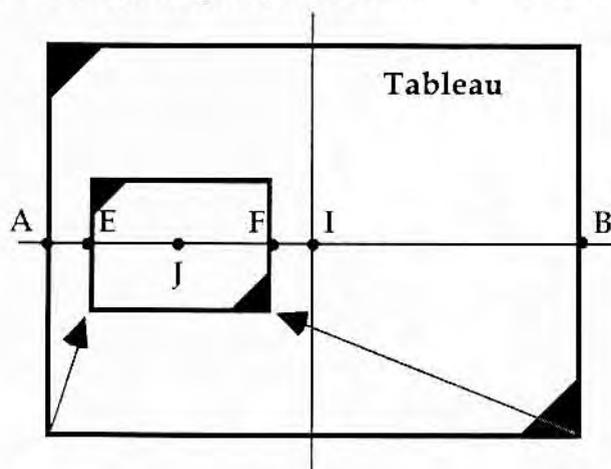


Figure 10

On utilise, pour réaliser cette prise de vues un travelling, sans zoom ni panoramique, l'objectif étant réglé constamment sur la focale de 20 mm.

On appelle :

- O_1 la position de départ de la caméra : tableau "plein cadre", axe optique perpendiculaire au tableau en I,
- et O_2 sa position d'arrivée : cadrage du détail EF, l'axe optique étant maintenant perpendiculaire au tableau en J.

Déterminez les caractéristiques de ce travelling : longueur O_1O_2 et angle formé par O_1O_2 avec la normale au tableau passant par I.

Complétez le **document-réponse** en y traçant le segment O_1O_2 , ainsi que les angles de champ AO_1B et FO_2E .

V.2- Pour filmer sur ce tableau un petit personnage, il faudrait s'en approcher à moins de **80 cm**, distance minimale de mise au point de ce zoom. On utilise alors une "bonnette".

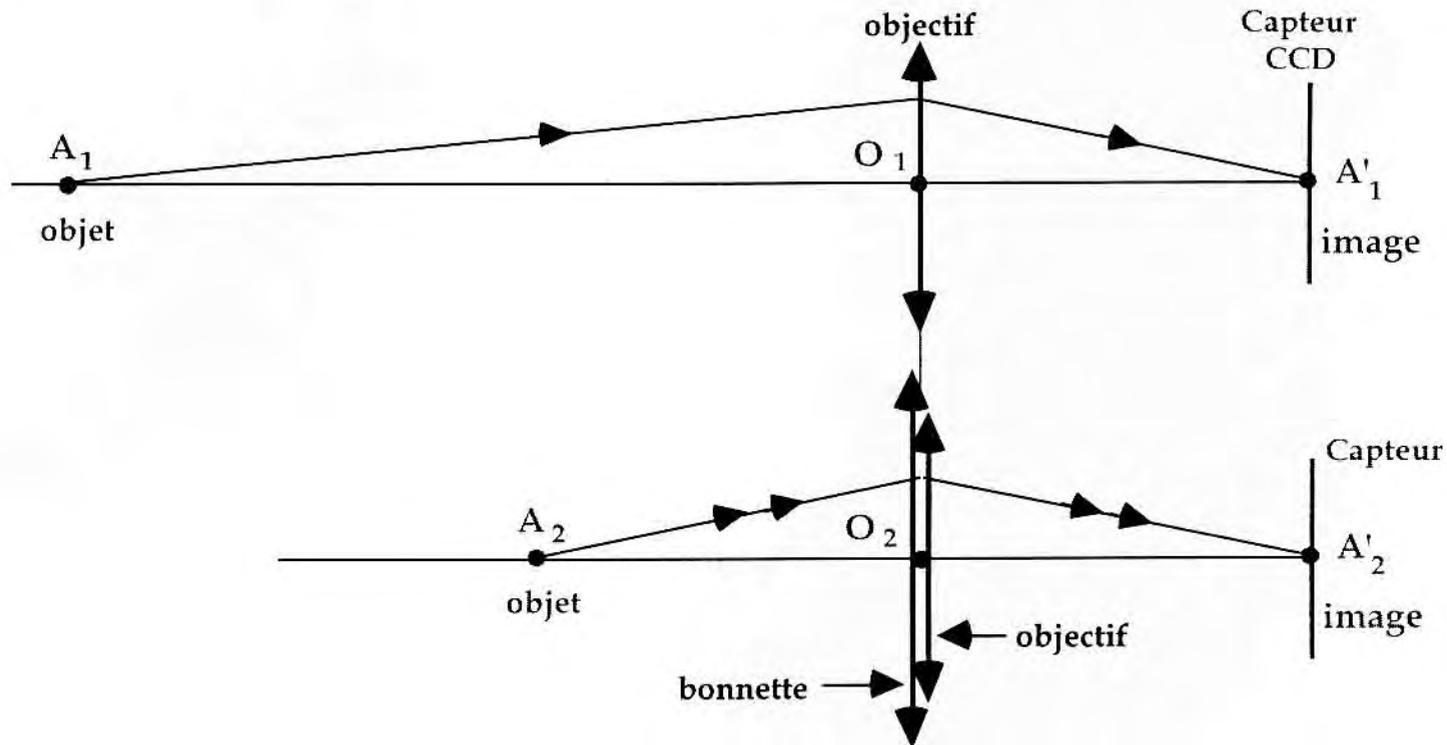


Figure 11

La "bonnette" ou lentille additionnelle est une lentille faiblement convergente, vissée sur l'objectif. Son action est illustrée par la figure 11 : elle permet de rapprocher fortement l'objet de l'objectif, tout en conservant son image et donc le capteur très sensiblement à la même place : $O_1A'_1 = O_2A'_2$.

V.2.1. En appliquant la formule de Descartes à chacun des deux schémas, montrez que l'on obtient, en combinant les deux équations :

$$\frac{1}{p_1} - \frac{1}{p_2} = \frac{1}{f'_B} \quad \text{Formule de la "bonnette" (en valeurs algébriques)}$$

Pour le calcul, on considérera l'objectif et la bonnette comme deux lentilles minces accolées (centre optique commun O_2) et l'on posera :

$$\begin{aligned} \underline{O_1A_1} &= p_1 ; & \underline{O_1A'_1} &= p'_1 ; & f'_0 &= \text{distance focale de l'objectif} \\ \underline{O_2A_2} &= p_2 ; & \underline{O_2A'_2} &= p'_2 ; & f'_B &= \text{distance focale de la bonnette.} \end{aligned}$$

V.2 .2. On utilise une bonnette de vergence 2 dioptries et l'on souhaite, pour obtenir le cadre voulu, placer la caméra à **40 cm** du tableau.

Calculez la distance de mise au point à afficher sur l'objectif (p_1).

V.2 .3. Avec cette bonnette et cet objectif, quelle est la distance minimale de prise de vues ?

VI - PHOTOMÉTRIE

On reprend la disposition des deux projecteurs par rapport au tableau décrite figure 3.

Le directeur de la photo désire réaliser un effet de clair-obscur en éteignant le projecteur situé en O_2 . Les distances H_1A , AI et IB gardant les mêmes valeurs, on déplace le projecteur situé en O_1 sur la perpendiculaire au tableau passant par H_1 .

A quelle distance doit-il être placé pour que l'éclairement en **A** soit exactement le double de celui en **B** ?

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.

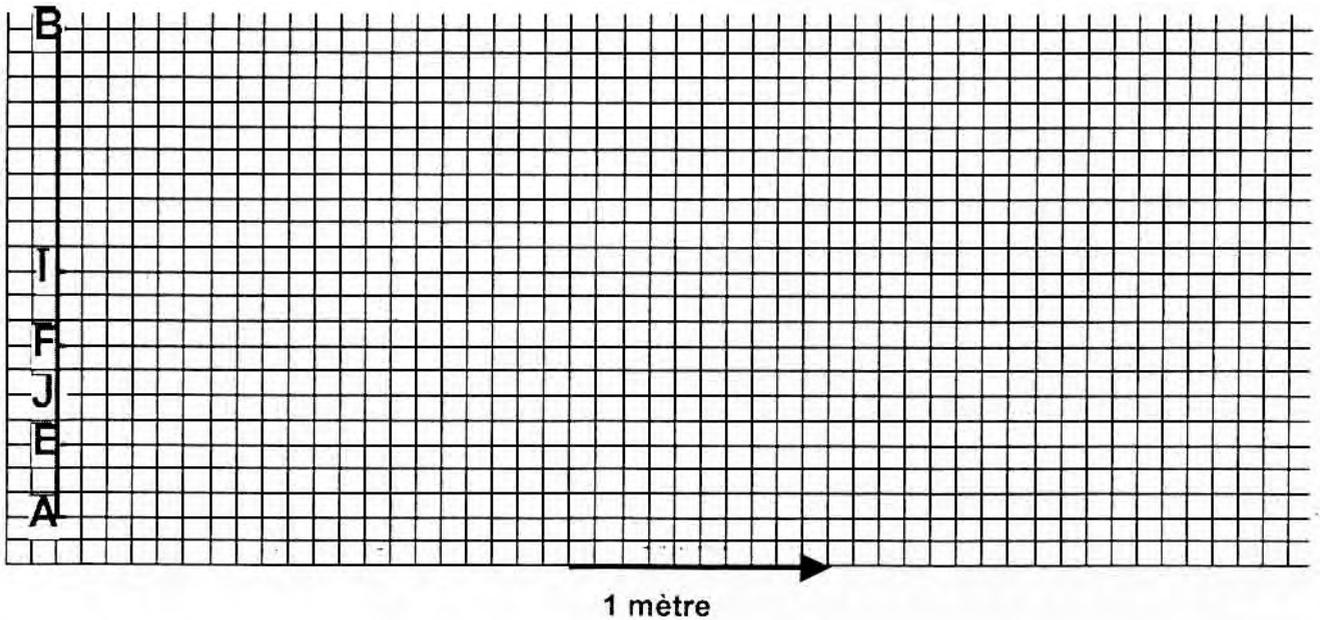
Repère : **BTS AV Physique appliquée — IMAGE — AVISP** Session : **1999**
 Durée : **3 h.**
 Page **9 / 9** Coefficient : **2**

Document-réponse

Tracez le segment O_1O_2 ainsi que les angles de champ $A\hat{O}_1B$ et $F\hat{O}_2E$

Vue de dessus

T a b l e a u



Option image

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES

Nous allons étudier quelques éléments illustrant le principe d'un vidéo-projecteur et des problèmes liés à son utilisation au cours d'une conférence.

- optique géométrique
- colorimétrie
- électronique
- photométrie

1) OPTIQUE GEOMETRIQUE 4 points

L'objectif du vidéo-projecteur possède une focale variant de 36 mm à 43,5 mm.

Pour l'étude proposée, nous assimilerons l'objectif à une lentille convergente dont la focale varie selon les valeurs précédentes.

Un panneau à cristaux liquides (LCD) joue le rôle d'objet (en réalité il y a 3 panneaux LCD (R, V, B)). **document réponse 1**

1-1) Construire sur le **document réponse 1**, l'image que donnera la lentille de l'objet. Précisez la nature de l'image(les points A et A' sont sur l'axe).

1-2) Exprimer le grandissement α en fonction de $\overline{OA'}$ et \overline{OA} .

1-3) Calculer le grandissement pour avoir une image de 2,50 m de diagonale, sachant que la diagonale du panneau LCD est de 22,5 mm.

1-4) Exprimer la distance de projection($\overline{OA'}$) en fonction de la focale f et du grandissement α .

1-5) Calculer les distances de projection pour les 2 focales extrêmes.

2) COLORIMETRIE 4 points

La lumière qui traverse l'objectif du vidéo-projecteur est composé de trois lumières monochromatiques rouge, verte et bleue dont les coordonnées trichromatiques et les luminances sont les suivantes :

S_1 : $x_1 = 0,63$; $y_1 = 0,34$ et de luminance $Y_1 = 30,7 \text{ cd/m}^2$

S_2 : $x_2 = 0,31$; $y_2 = 0,58$ et de luminance $Y_2 = 43,5 \text{ cd/m}^2$

S_3 : $x_3 = 0,17$; $y_3 = 0,11$ et de luminance $Y_3 = 25,8 \text{ cd/m}^2$

2-1) Placer les points correspondant aux trois lumières sur le diagramme de chromaticité (**document réponse 2**). Donner la longueur d'onde dominante ainsi que la teinte de chaque lumière. Le blanc de référence étant le D65 de coordonnées $x = 0,313$ $y = 0,329$.

2-2) Déterminer par calcul ou graphiquement les coordonnées du mélange obtenu avec ces lumières.

3) ELECTRONIQUE 5 points

Une des étapes du traitement électronique est le dématricage, c'est à dire la transformation du signal composante (Y, R-Y, B-Y) issu du magnétoscope en signaux R, V, B. De plus on a $Y = 0,6U_V + 0,3U_R + 0,1U_B$.

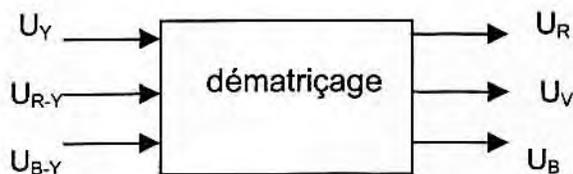
On associe une tension à chaque signal :

U_R, U_V, U_B pour les signaux R, V et B.

U_Y pour la luminance Y, de plus $U_Y = 0,6U_V + 0,3U_R + 0,1U_B$

U_{R-Y} et U_{B-Y} pour les signaux de différence de couleurs R-Y et B-Y,

donc $U_{R-Y} = U_R - U_Y$ et $U_{B-Y} = U_B - U_Y$



Les amplificateurs opérationnels fonctionnent en régime linéaire :

3-1) L'obtention de U_R (également de U_B) se réalise suivant le principe d'un montage sommateur non inverseur **figure 1** :

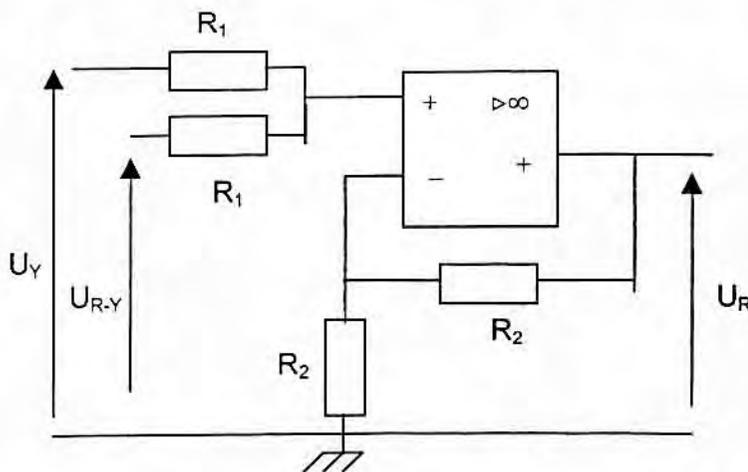


figure 1

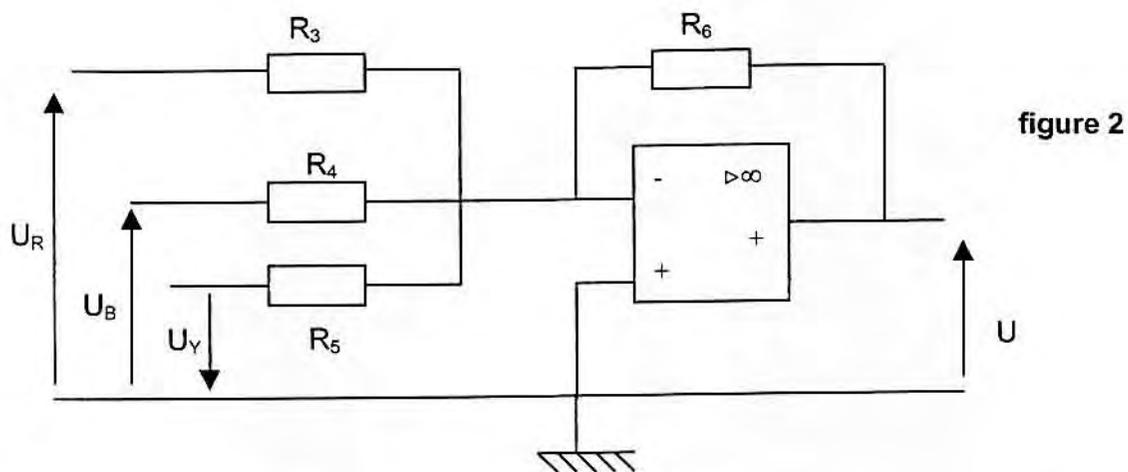
Le potentiel de l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel est noté V_{E-} , de même le potentiel de l'entrée non-inverseuse est noté V_{E+} .

3-1-1) Exprimer V_{E+} en fonction de U_Y et U_{R-Y} , puis V_{E-} en fonction de U_R .

3-1-2) En déduire la relation entre U_R, U_Y et U_{R-Y} .

3-2) U_V s'obtient à partir de U_R , U_B et U_Y sur le principe d'un montage sommateur inverseur
figure 2

$$R_3 = 2,0 \text{ k}\Omega \quad R_4 = 6,0 \text{ k}\Omega \quad R_5 = 0,60 \text{ k}\Omega \quad R_6 = 1,0 \text{ k}\Omega$$



3-2-1) Que vaut V_{E+} , pour ce nouveau montage?

3-2-2) Exprimer V_{E-} en fonction de $U, U_R, U_B, U_Y, R_3, R_4, R_5$ et R_6 .

3-2-3) En déduire l'expression de U .

3-2-3) Remplacer R_3, R_4, R_5 et R_6 par leur valeur numérique et U_Y par son expression, puis en déduire l'expression de U . Conclure.

4) SUITE EXERCICE 1) (4 points)

Nous assimilons maintenant l'objectif à l'association de 2 lentilles convergentes (L_1 et L_2) dont l'écartement (e) est variable (seule L_2 est mobile).

4-1) Construire sur le **document réponse 1'**, l'image (A_2B_2) que donne l'association de lentilles de l'objet AB .

4-2) Calculer la position de l'image finale $\overline{O_2A_2}$.

$$\text{On donne : } \overline{O_1A} = -40 \text{ mm} \quad \overline{O_1F_1'} = 50 \text{ mm} \quad \overline{O_2F_2'} = 200 \text{ mm} \quad e = 10,4 \text{ mm}$$

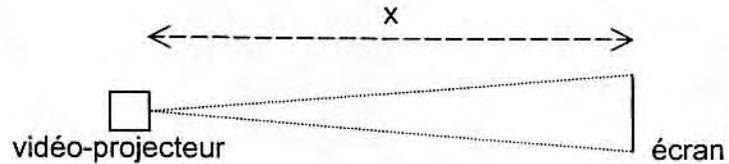
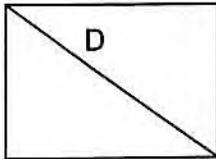
En déduire la valeur du grandissement α' du système L_1L_2 .

4-3) On veut maintenant que la distance de projection $\overline{O_2A_2}$ soit égale à 4,88 m.

- Dans quel sens et de combien faut-il déplacer la lentille L_2 ?
- Que devient le grandissement α' ?

5) PHOTOMETRIE (3 points)

On dispose d'un écran de projection de 2,5 m de diagonale et dont la largeur est égale à $\frac{4}{3}$ de la hauteur.



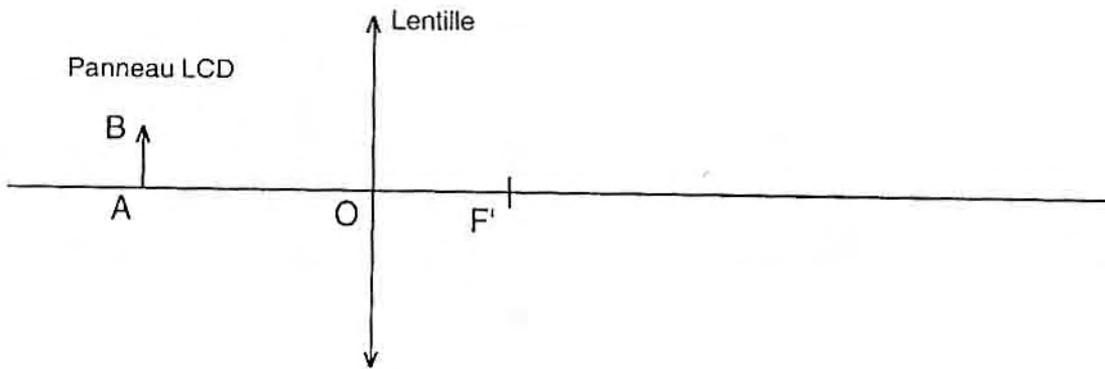
5-1) Déterminer la surface de cet écran.

5-2) Lors d'une projection, on mesure un éclairement de 200 lux au niveau de l'écran qui présente une surface de 3 m^2 .

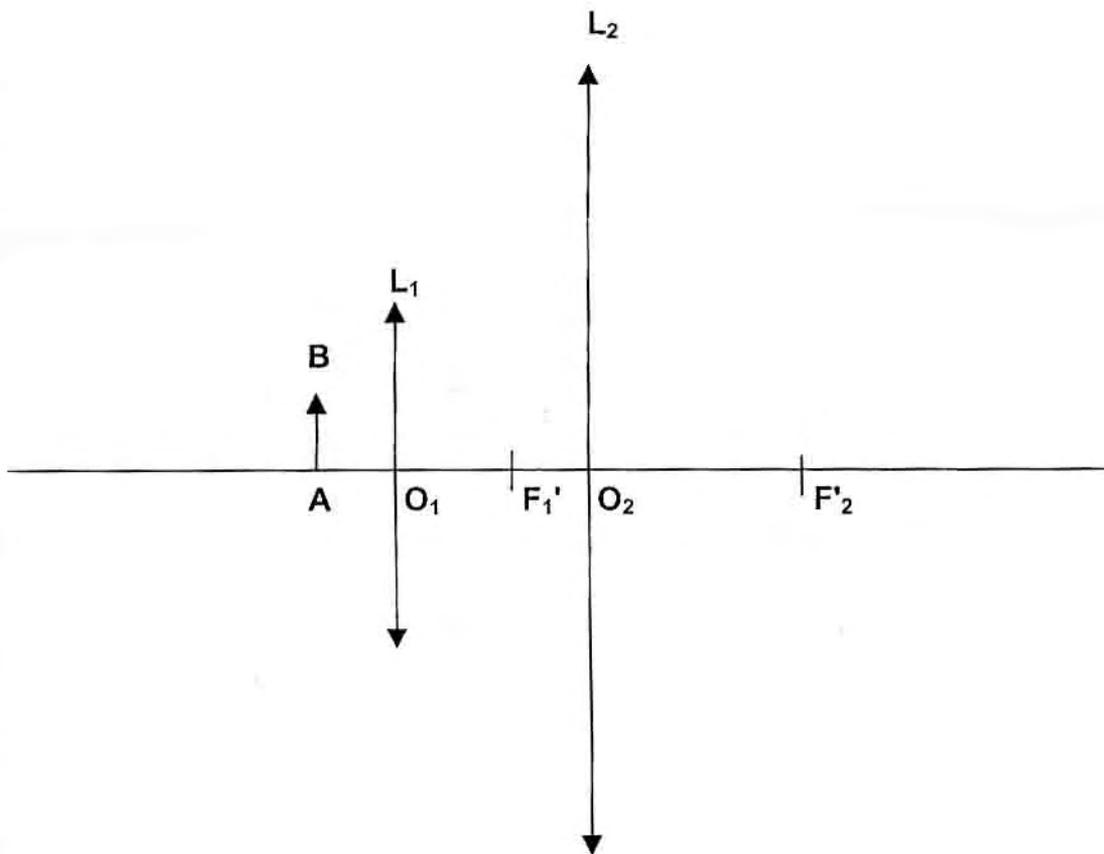
- Calculer le flux lumineux émis par le vidéo-projecteur.

5-3) L'intensité de la lampe du vidéo-projecteur lorsqu'elle rayonne vers l'écran est de 4000 candela.

- A quelle distance x du vidéo-projecteur se situe l'écran ?

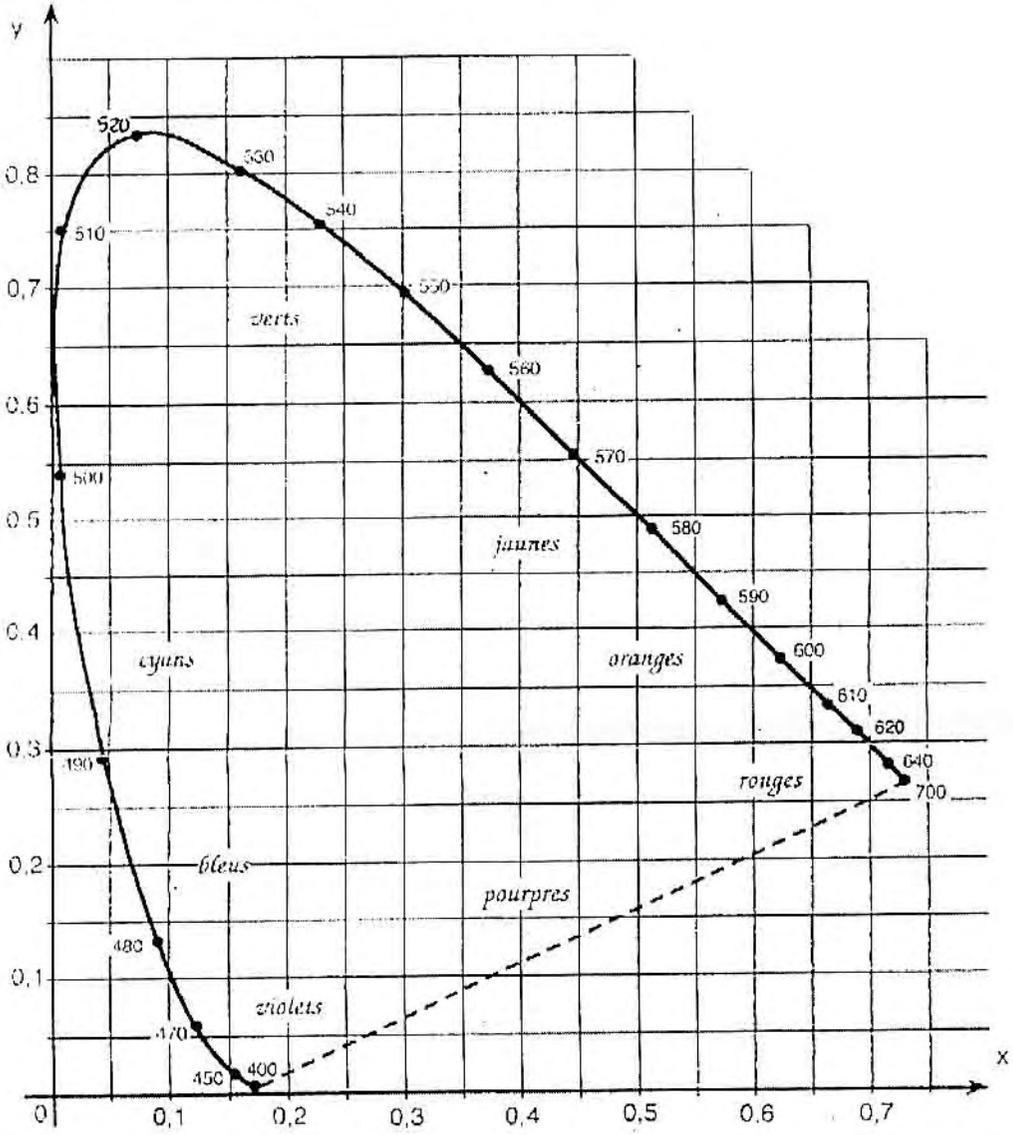


Document réponse 1



Document réponse 1'

Diagramme de chromaticité



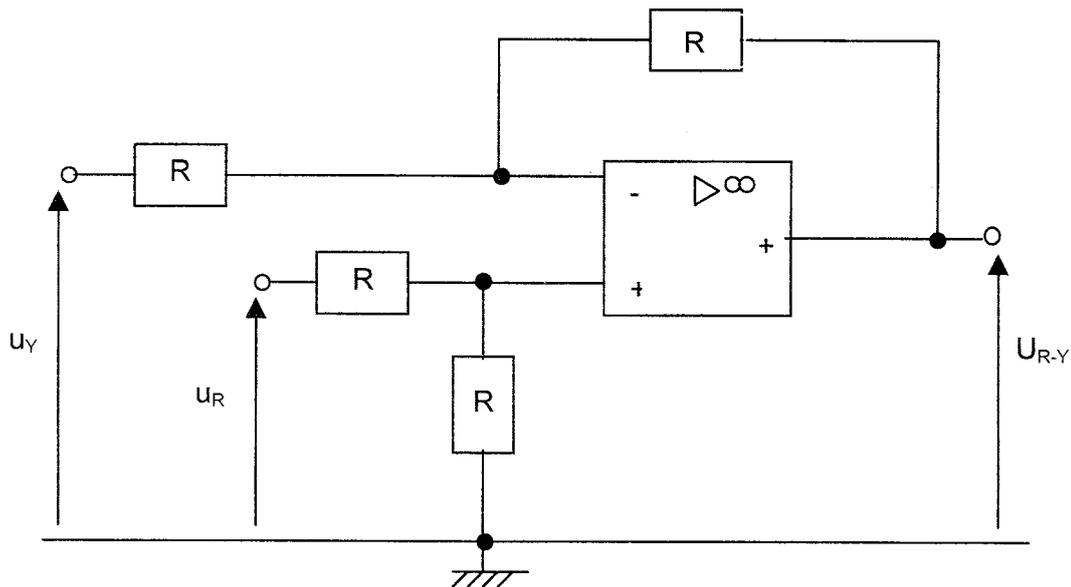
Document réponse 2

Votre société a été retenue pour réaliser une émission débat. Nous allons étudier différents points autour de cette émission.

1 - OBTENTION ET MODULATION DES SIGNAUX « DIFFÉRENCE ROUGE » ET « DIFFÉRENCE BLEU »

Toutes les questions de la première partie sont indépendantes.

- 1.1** - On élabore le signal « différence rouge » à partir du signal de luminance et du signal Rouge auxquels on associe respectivement les tensions u_{R-Y} , u_Y et u_R . On utilise le schéma de montage ci-dessous :



On supposera que l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

Exprimer en conséquence u_{R-Y} en fonction de u_R et u_Y . Quelle est la fonction réalisée par ce montage ?

- 1.2** - Pour une émission PAL, les signaux u_{R-Y} et u_{B-Y} (où u_{B-Y} désigne le signal « différence bleu ») sont modulés en amplitude avec une sous-porteuse sinusoïdale de fréquence $F_0 = 4,43$ MHz.

1.2.1 - Ecrire l'équation littérale de la sous-porteuse.

1.2.2 - Quelle opération mathématique doit-on effectuer entre u_{R-Y} et la sous-porteuse pour obtenir un signal modulé en amplitude ? Citer un composant qui permet de réaliser une modulation d'amplitude ?

1.2.3 - Dans le cas d'un signal modulant sinusoïdal de fréquence f , représenter l'allure du spectre d'amplitude du signal modulé. Quelle est la bande de fréquence occupée par ce signal ?

Sachant que la chrominance est transmise à l'intérieur du signal vidéo composite dont la fréquence est limitée à 5 MHz, quelle devra être la fréquence maximale de l'information couleur ?

1.3 - Pour une émission SECAM, on module en fréquence les signaux u_{R-Y} et u_{B-Y} . Les fréquences des sous-porteuses utilisées sont respectivement 4,406 MHz pour u_{R-Y} et 4,250 MHz pour u_{B-Y} .

1.3.1 - L'excursion de fréquence Δf pour chacun des signaux u_{R-Y} et u_{B-Y} a été fixée de la façon suivante :

- Pour u_{R-Y} , Δf varie de $- 500$ kHz à $+ 350$ kHz
- Pour u_{B-Y} , Δf varie de $- 350$ kHz à $+500$ kHz

Quelle est la valeur maximale de la fréquence du signal u_{R-Y} une fois modulé en fréquence ? Quelle est sa valeur minimale ? Mêmes questions pour le signal u_{B-Y} modulé en fréquence.

1.3.2 - Dans le cas d'un signal modulant carré de fréquence $f = 10$ kHz et avec une porteuse de fréquence $F_0 = 100$ kHz, on souhaite illustrer la différence entre modulation d'amplitude et modulation de fréquence sachant que pour la modulation de fréquence, l'excursion crête en fréquence est de 75 kHz.

Tracer l'allure du signal modulé en amplitude puis du signal modulé en fréquence en complétant le document réponse N°1. On fixera une amplitude maximale arbitraire pour les deux signaux.

2 - ASPECT COLORIMÉTRIQUE D'UNE BARRE DE LA MIRE

En télévision couleur PAL et SECAM, les trois couleurs primaires Rouge, Verte et Bleue utilisées ont les coordonnées suivantes dans le système de chromaticité xyz et les luminances indiquées dans le tableau ci-dessous une fois la luminosité réglée :

Primaire	x	y	Luminance Y en cd/m^2
R	0,64	0,33	22,5
V	0,29	0,60	45
B	0,15	0,06	7,5

2.1 - Placer les primaires sur le diagramme de chromaticité fourni (document réponse N°2). Déterminer la longueur d'onde dominante de chacune par rapport au blanc de référence D65 utilisé en télévision couleur de coordonnées ($x = 0,313$; $y = 0,329$). Faire apparaître l'ensemble des couleurs reproduites en télévision couleur.

2.2 - Dans une mire de barres couleur à 100 % de saturation, nous allons nous intéresser à la barre magenta.

Préciser les couleurs primaires qui permettent de réaliser la synthèse de cette barre.

Déterminer les coordonnées de ce magenta, le positionner sur le diagramme puis préciser sa longueur d'onde dominante.

3 - NUMÉRIQUE

Un montage sur banc virtuel a été effectué ; à ce titre on va s'intéresser à la norme dite 4.2.2 pour la vidéo numérique. Cette norme prévoit un échantillonnage de la luminance u_Y à la fréquence de 13,5 MHz sur 8 bits et un échantillonnage de chaque signal de chrominance u_{R-Y} et u_{B-Y} à la fréquence de 6,75 MHz sur 8 bits.

Dans cette partie toutes les questions sont indépendantes sauf les 3.4 et 3.5.

3.1 - Ce format est compatible avec les standards NTSC, PAL et SECAM pour lesquels la fréquence maximale du spectre du signal de luminance est respectivement 4,2 MHz, 5,5 MHz et 6,5 MHz.

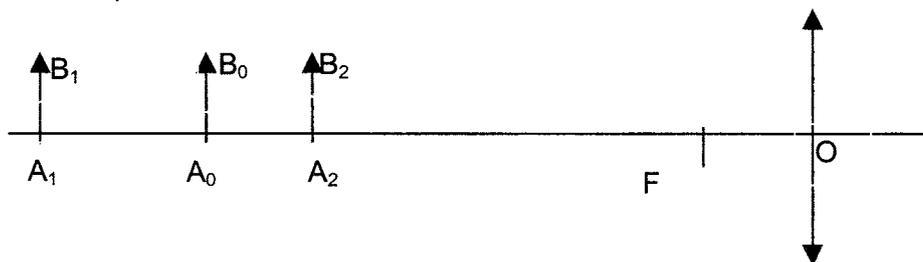
Justifier alors le choix de la fréquence d'échantillonnage du signal de luminance.

- 3.2** - Dans cette norme, le nombre décimal N associé au codage de la luminance du bleu est $N = 41$.
Quelle est son écriture en base 2 ?
- 3.3** - Quel est le nombre théoriquement possible de nuances à partir du signal de luminance ?
- 3.4** - La durée utile d'une ligne (contenu image) est de $53,33 \mu\text{s}$, calculer le nombre d'échantillons pour la luminance et pour chaque signal de chrominance pour une ligne.
- 3.5** - En prenant en compte tous les échantillons utiles par ligne et un nombre de 575 lignes utiles par image, quelle serait en octets puis en gigaoctets la capacité mémoire nécessaire pour stocker une heure de film. Conclure.
- 3.6** - Une cassette analogique a été distribuée à chaque participant, on a donc effectué une conversion numérique analogique. On se limitera au cas de la luminance.
En considérant que la tension maximale (appelée aussi pleine échelle), en sortie du Convertisseur Analogique Numérique (CNA) est de 5 V et que tous les niveaux de gris sont permis, quel est alors le pas de quantification ?
Quelle serait la valeur de la tension en sortie du CNA traitant l'échantillon luminance correspondant au nombre décimal $N = 41$?

4 - CADRAGE - REPÉRAGE - PROFONDEUR DE CHAMP

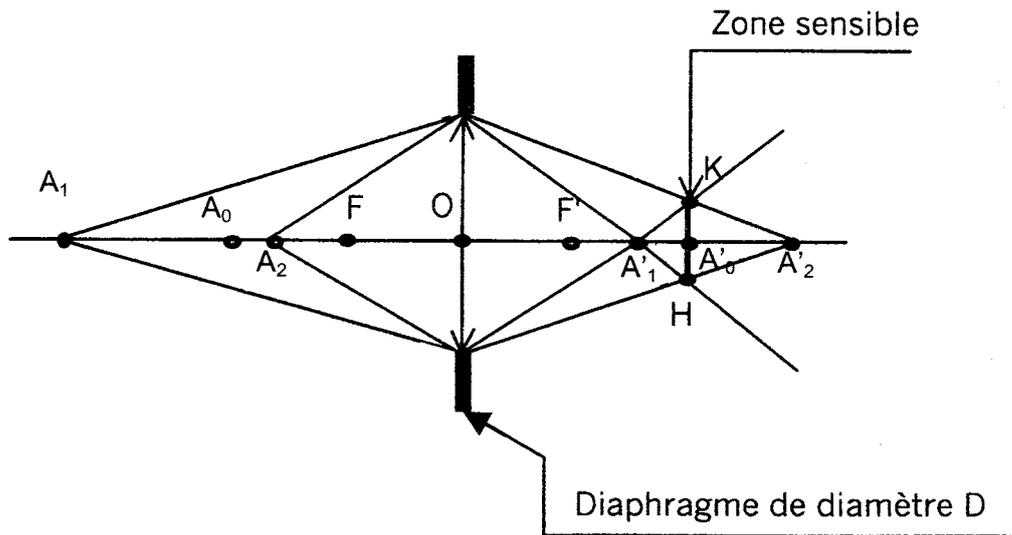
On utilise une caméra munie d'un objectif dont la focale peut varier entre 9 et 144 mm. Les dimensions de la zone sensible sont $6,6 \text{ mm} \times 8,8 \text{ mm}$. Lors du débat, un public était présent. On veut réaliser un plan sur lequel figurera à la fois l'animateur figuré par l'objet A_0B_0 sur le schéma ci-dessous, le public (objet A_1B_1) et un avant plan (objet A_2B_2). L'objectif est assimilable à une lentille mince convergente de foyer objet F .

On effectue la mise au point sur l'animateur.



- 4.1** - En supposant que la distance entre l'objet et l'objectif est très grande devant la focale, montrer que le grandissement γ vérifie la relation suivante : $\gamma = \frac{FO}{OA_0}$.
- 4.2** - Pour les focales extrêmes, déduire de la question précédente la distance de mise au point pour que l'image de l'animateur occupe les $\frac{2}{3}$ de la hauteur de la zone sensible.
On prendra pour ce calcul $A_0B_0 = 1,80 \text{ m}$.
- 4.3** - Calculer les angles de champ vertical et horizontal pour la focale minimale.
- 4.4** - Dans cette partie on se propose de calculer la profondeur de champ.

Pour cela on s'aidera du schéma ci-dessous (ce schéma n'est pas à l'échelle) :



On admettra que l'objectif est constitué d'une lentille mince accolée à un diaphragme de diamètre d'ouverture D et que la distance de mise au point $d = OA_0$ est très grande devant la focale $f = OF'$.

La valeur du diamètre KH de la tache doit être inférieure à e (nombre réel positif) pour obtenir des images conformes au critère de netteté apparente. e dépend des caractéristiques de la zone sensible de la caméra.

4.4.1 - Déterminer e au μm près par défaut sachant que la zone sensible comporte un réseau de 786×581 photodiodes.

4.4.2 - On donne les relations suivantes où A_1 et A_2 sont définis sur le schéma ci-dessus et où N désigne l'ouverture numérique ($N = \frac{f}{D}$) :

$$\boxed{OA_1 \approx \frac{f^2 d}{f^2 - eNd}} \quad \text{et} \quad \boxed{OA_2 \approx \frac{f^2 d}{f^2 + eNd}}$$

Déterminer la profondeur de champ pour $f = 9 \text{ mm}$, $N = 1,4$, $d = 3,7 \text{ m}$ et $e = 11 \mu\text{m}$. Les résultats sont-ils suffisants pour voir nettement le public placé 5 m en arrière du présentateur, et l'avant plan situé à $1,5 \text{ m}$ de ce même présentateur ?

Indiquer comment augmenter la profondeur de champ.

4.4.3 - On souhaite démontrer les formules admises dans la question précédente.

4.4.3.1 - Déterminer $\overline{A'_0 A'_2}$ en fonction de $\overline{OA'_2}$, D et e .

Simplifier cette relation pour l'exprimer en fonction de e et de N en tenant compte que l'objet A_2 est très éloigné de la lentille.

4.4.3.2 - Déterminer $\overline{A'_0 A'_1}$ en fonction de $\overline{OA'_1}$, D et e .

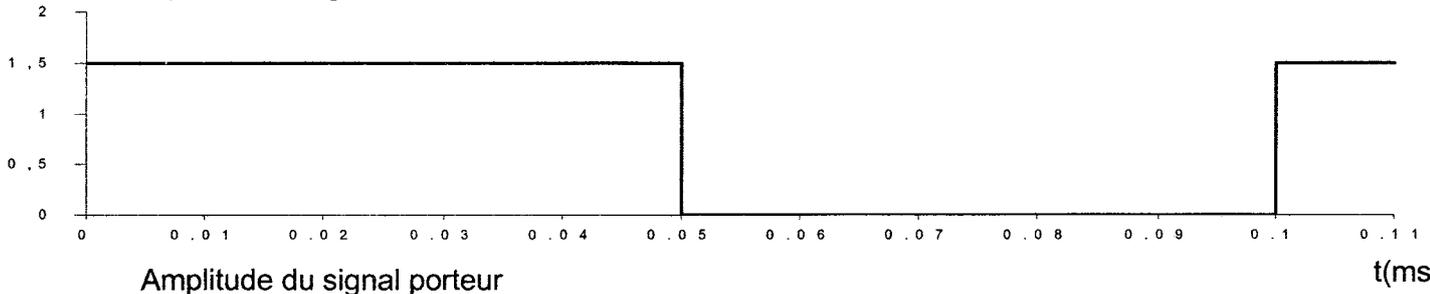
Simplifier cette relation pour l'exprimer en fonction de e et de N en tenant compte que l'objet A_1 est très éloigné de la lentille.

4.4.3.3 - Montrer que les distances OA_1 et OA_2 vérifient les relations suivantes :

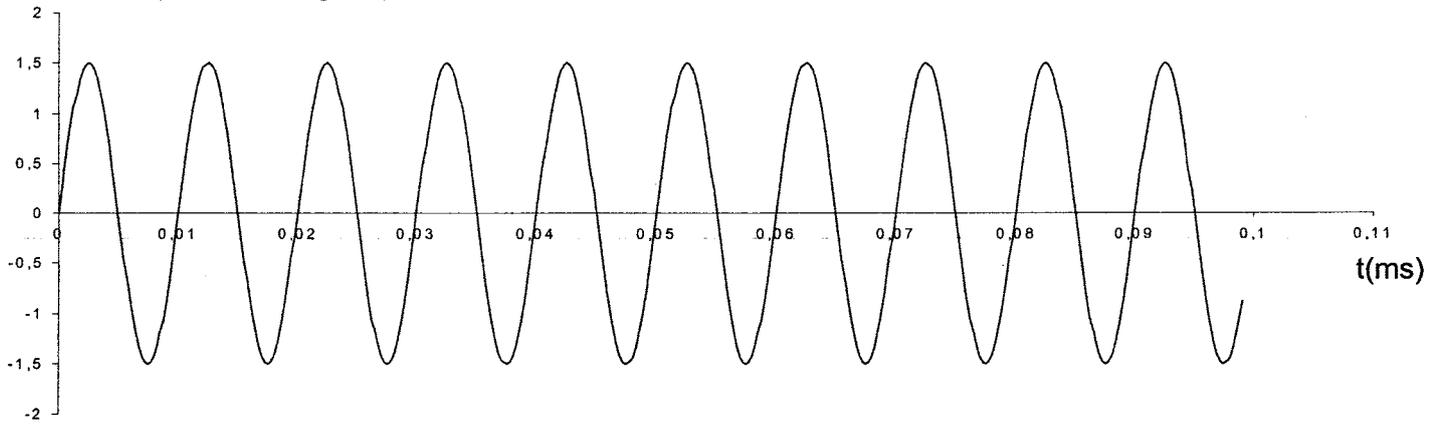
$$\boxed{OA_1 \approx \frac{f^2 d}{f^2 - eNd}} \quad \text{et} \quad \boxed{OA_2 \approx \frac{f^2 d}{f^2 + eNd}}$$

OPTION IMAGE
Document réponse N°1

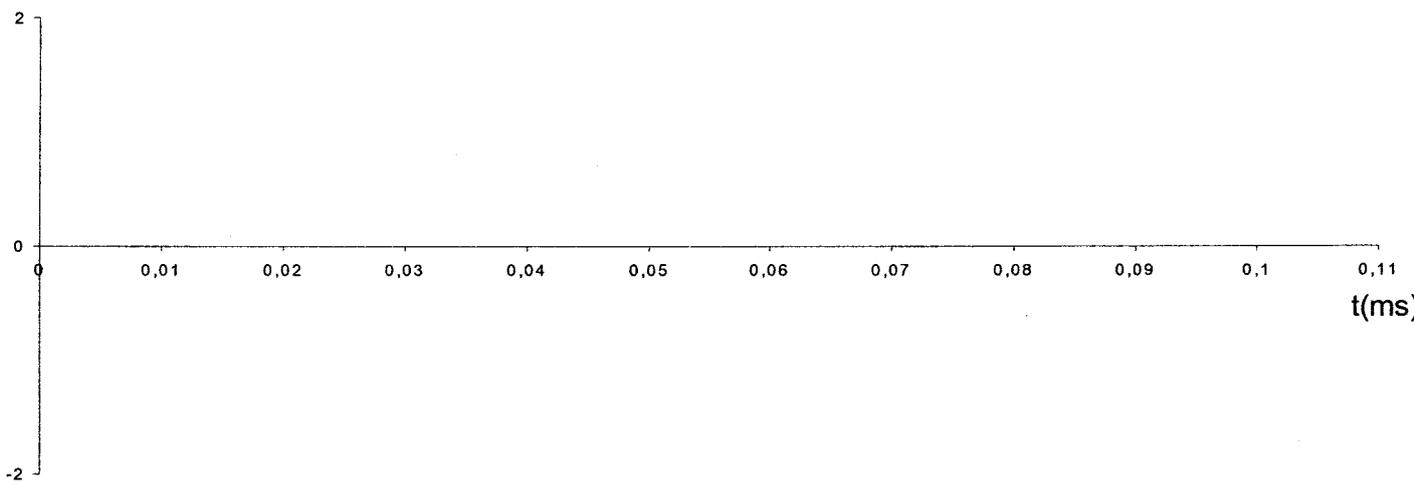
Amplitude du signal modulant



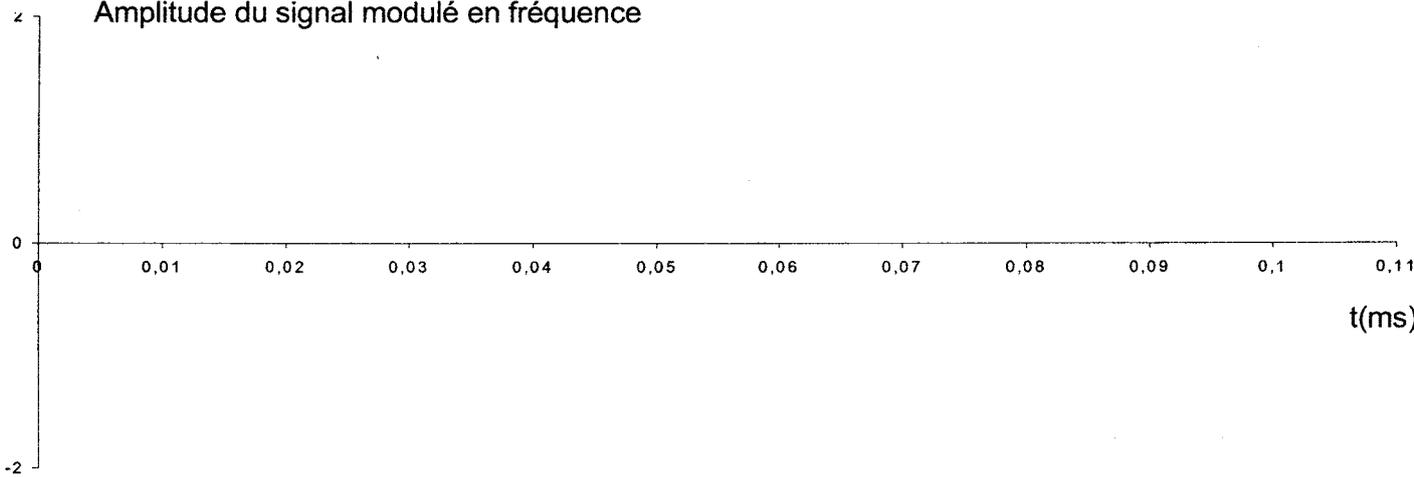
Amplitude du signal porteur



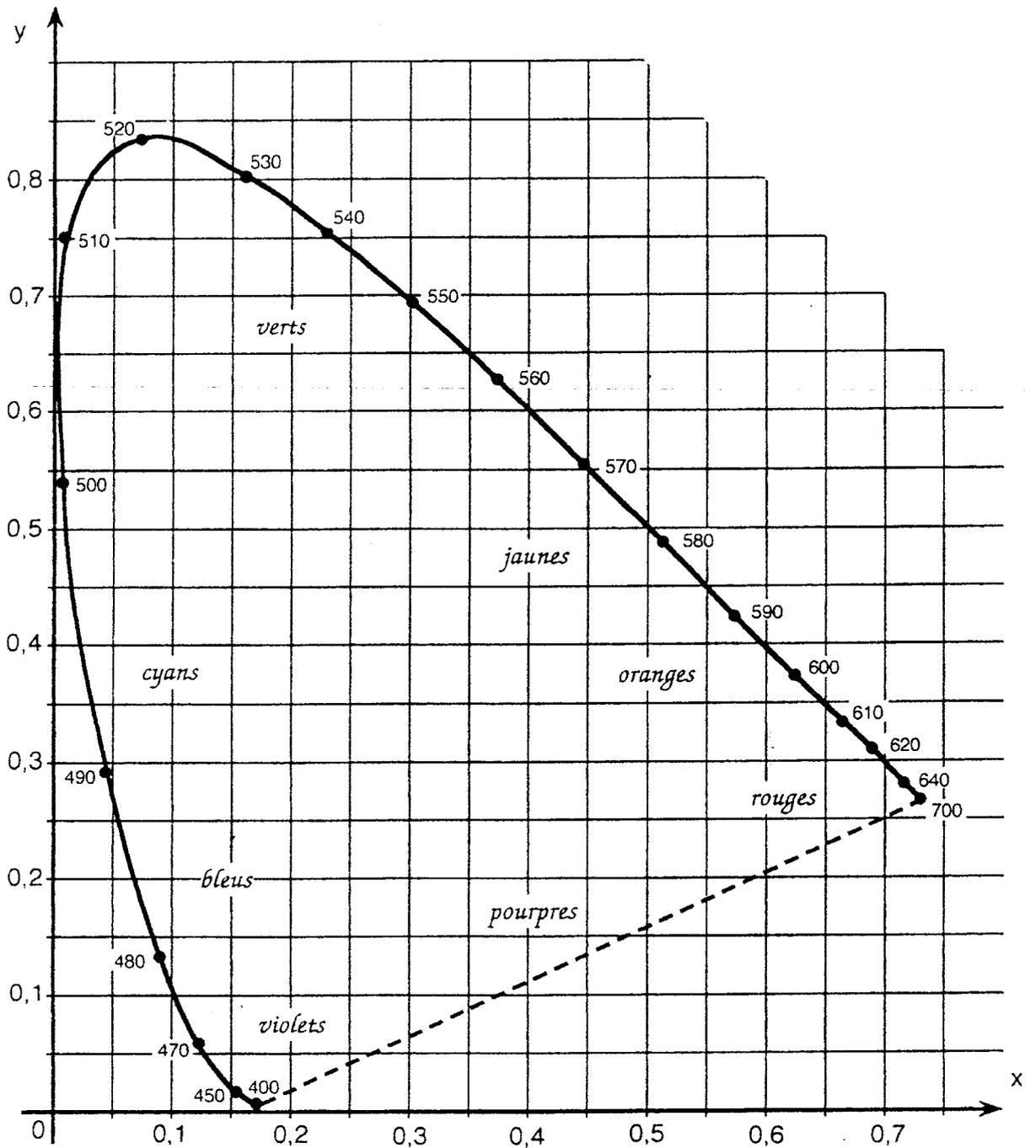
Amplitude du signal modulé en amplitude



Amplitude du signal modulé en fréquence



Document réponse N°2



BTS Image 2002

Physique appliquée

Questions :

1 - ÉTUDE DU PROJECTEUR

Le projecteur étudié est constitué d'une lampe quasi ponctuelle qui peut être positionnée dans une boîte à lumière ou insérée dans une carcasse avec réflecteur parabolique et lentille (voir figure 1 de l'annexe 1).

1.1 - Étude de la configuration avec réflecteur et lentille

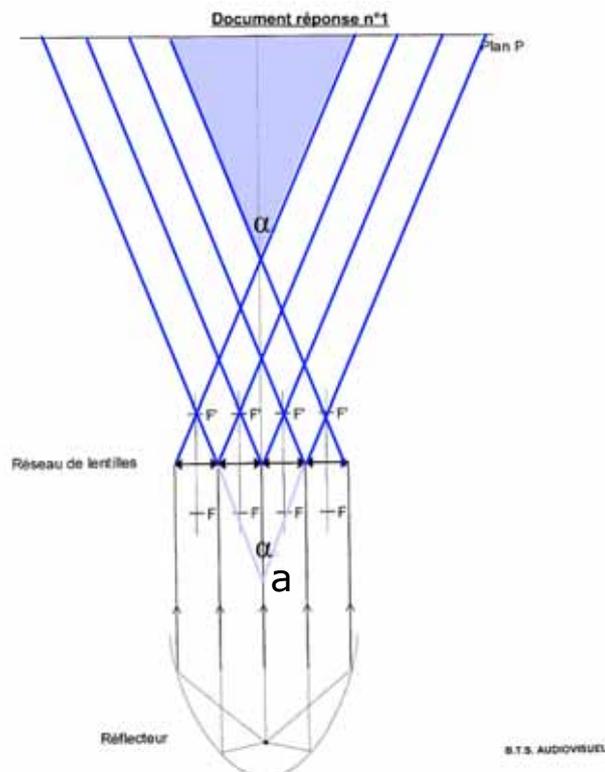
Le faisceau obtenu par l'association de la lampe avec le réflecteur parabolique est supposé parallèle et uniforme. La "lentille" placée devant est en fait un réseau moulé de petites lentilles rectangulaires (appelées mini-lentilles dans la suite), identiques et juxtaposées comme indiqué à la figure 2 de l'annexe 1.

Pour simplifier, nous étudions ce système avec un réseau de 4 mini-lentilles supposées minces et de même focale. Le document réponse n°1 donne le schéma du système optique simplifié, où chaque mini-lentille a ses foyers repérés.

1.1.1 - Sur le document réponse n°1, tracer jusqu'au plan P les 2 rayons extrêmes sortant de chaque mini-lentille, issus des rayons incidents déjà tracés.

1.1.2 - Hachurer sur la même figure et jusqu'au plan P l'ouverture angulaire transportant des rayons de toutes les mini-lentilles. Repérer l'angle au sommet a du faisceau de lumière sortant.

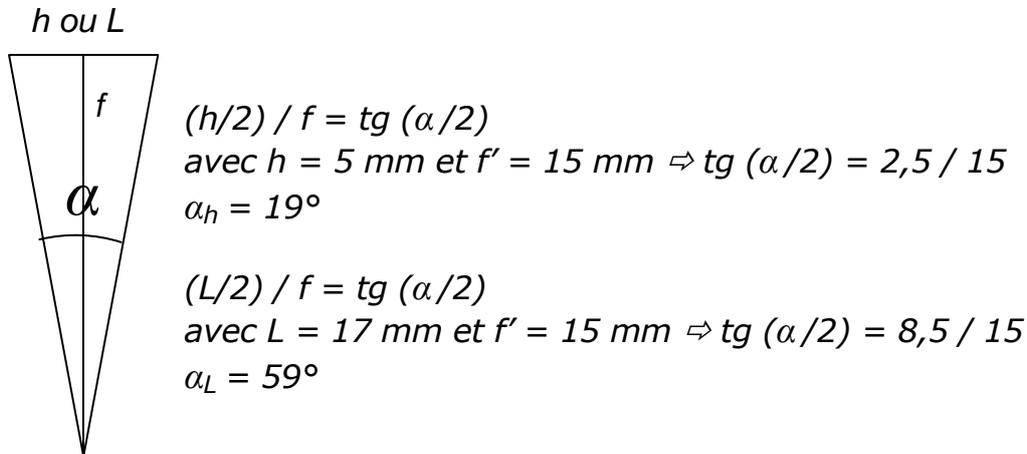
Réponse :



Pour la "lentille" réelle, la distance focale de ses mini-lentilles vaut 15 mm, leur hauteur vaut 5 mm et leur largeur 17 mm.

1.1.3 - Calculer les angles de faisceaux horizontal et vertical obtenus avec cette "lentille". (On pourra remarquer que ces angles sont égaux pour une mini-lentille et la "lentille").

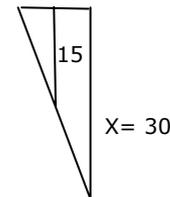
Réponse :



1.1.4 - En supposant maintenant le projecteur quasi ponctuel et ne rayonnant qu'à l'intérieur des angles calculés à la question précédente, en déduire l'allure et les dimensions de la plage éclairée par ce projecteur sur une surface plane perpendiculaire à l'axe optique située à 3 mètres du projecteur.

Réponse :

Pour le faisceau horizontal, le centre (a) se trouve à 30mm de la lentille
 $(x / 17 = 15 / 8,5)$, c'est-à-dire négligeable.



A 3 mètres, la largeur de la plage éclairée est de 3,4 m ($x/3 = 0,017/0,015$)
 A 3 mètres, la hauteur de la plage éclairée est de 1 m ($x/3 = 0,005/0,015$)

Le diamètre utile de la "lentille" réelle mesure 17 cm, les mini-lentilles la constituant sont supposées occuper toute la surface utile de verre.

1.1.5 - En observant le trajet des rayons lumineux arrivant sur le plan P du document réponse n°1, évaluer, pour la "lentille" réelle, la largeur de la zone de transition sur les bords de la plage éclairée (passage de la zone éclairée par toutes les mini-lentilles à la zone ne recevant aucun rayon lumineux).

Réponse :

La zone de transition est égale au diamètre de la « lentille » réelle diminué de la largeur d'une mini-lentille soit :
 Pour la largeur : 17 cm – 1,7 cm soit 15,3 cm
 Pour la hauteur : 17 cm – 0,5 cm soit 16,5 cm

1.2 - Étude de la lampe

Le rayonnement émis par la lampe résulte d'une décharge électrique dans un gaz. Nous admettrons pour simplifier que son spectre ne comporte que 3 composantes monochromatiques. La figure 1 de l'annexe 2 représente son spectre de rayonnement dans la partie visible. La figure 2 donne $F_e(\alpha)$, la sensibilité spectrale relative de l'oeil. On rappelle qu'une puissance rayonnée de 1 Watt produit au maximum 683 lumens.

1.2.1 - Calculer les flux lumineux Φ_1 , Φ_2 et Φ_3 rayonnés respectivement aux longueurs d'ondes λ_1 , λ_2 et λ_3 . En déduire le flux lumineux total Φ_T émis par la lampe.

Réponse :

Pour Φ_1 , la puissance rayonnée est de 24 Watt
soit $683 \times 24 = 16392 \text{ lm}$.

Pour Φ_2 , la puissance rayonnée est de 36 Watt
soit $683 \times 36 = 24588 \text{ lm}$.

Pour Φ_3 , la puissance rayonnée est de 24 Watt
soit $683 \times 24 = 16392 \text{ lm}$.

$$\Phi_T = 16392 + 24588 + 16392 = 57\,372 \text{ lm}$$

1.2.2 - Situer sur le document réponse n°2 les points M_1 , M_2 et M_3 correspondant aux 3 rayonnements, relever les coordonnées

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 \\ y_1 \end{array} \right. \text{ de } M_1, \left\{ \begin{array}{l} x_2 \\ y_2 \end{array} \right. \text{ de } M_2 \text{ et } \left\{ \begin{array}{l} x_3 \\ y_3 \end{array} \right. \text{ de } M_3.$$

Réponse :

λ_1 correspond à un rayonnement de longueur d'onde 460 nm,

λ_2 correspond à un rayonnement de longueur d'onde 550 nm,

λ_3 correspond à un rayonnement de longueur d'onde 600 nm.

Sur le diagramme de la CIE, les coordonnées de ces points sont :

$$M_1 \left\{ \begin{array}{l} 0,13 \\ 0,04 \end{array} \right. \quad M_2 \left\{ \begin{array}{l} 0,3 \\ 0,69 \end{array} \right. \quad \text{et } M_3 \left\{ \begin{array}{l} 0,625 \\ 0,375 \end{array} \right.$$

1.2.3 - Déterminer, graphiquement ou par le calcul, les coordonnées x_M, y_M du mélange coloré M produit par ces trois rayonnements sur une feuille blanche (la luminance produite est supposée identiquement proportionnelle au flux rayonné pour toutes les longueurs d'ondes).

Réponse :

Par calcul :

Si l'on a une source émettant un flux caractérisé par sa valeur spectrique $F(\lambda)$ et un récepteur (ici l'œil) caractérisé par sa sensibilité spectrale $S(\lambda)$, la réponse du détecteur sera de la forme $R(\lambda) = F(\lambda) \times S(\lambda)$.

La sensibilité spectrale de l'œil pour les radiations de :

$R(460) = 0,04$; $R(550) = 1$; $R(600) = 0,6$

La luminance sera proportionnelle à cette réponse, nous prendrons donc en valeur relative :

$$Y_1 = 16392 \times 0,04 = 655$$

$$Y_2 = 24588 \times 1 = 24588$$

$$Y_3 = 16392 \times 0,6 = 9835$$

	Bleu $x_1=0,14$	Vert $x_2=0,3$	Rouge $x_3=0,625$
	M_1	M_2	M_3
	$y_1=0,03$	$y_2=0,69$	$y_3=0,375$
	$Y_1= 655$	$Y_2= 24588$	$Y_3= 9835$
	$Y_1/y_1= 21856$	$Y_2/y_2= 35635$	$Y_3/y_3= 26227$
$z=1-x-y$	$z_1= 0,83$	$z_2= 0,01$	$z_3= 0$
$X=x (Y/y)$	$X_1= 3059,84$	$X_2= 10690,43$	$X_3= 16392$
$Z=z (Y/y)$	$Z_1= 18140,48$	$Z_2= 356,35$	$Z_3= 0$

	$X_{123} = X_1+X_2+X_3 = 30142,27$	$x_{123} = X/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123})=$	0,36
M_{1+2+3}	$Y_{123} = Y_1+Y_2+Y_3 = 35078,88$	$y_{123} = Y/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123})=$	0,42
	$Z_{123} = Z_1+Z_2+Z_3 = 18496,83$	$z_{123} = Z/(X_{123}+Y_{123}+Z_{123})=$	0,22

Magenta	M_{1+3}	$X_{13}= 19451,84$	$X_{13}=$	0,4
		$Y_{13}= 10490,88$	$y_{13}=$	0,22
		$Z_{13}= 18140,48$	$z_{13}=$	0,38
			Y/y	47685,82

Les coordonnées x_M, y_M du mélange coloré M_{1+2+3} produit par ces trois rayonnements sont :

$$M_{1+2+3} \begin{cases} 0,36 \\ 0,42 \end{cases}$$

Graphiquement :

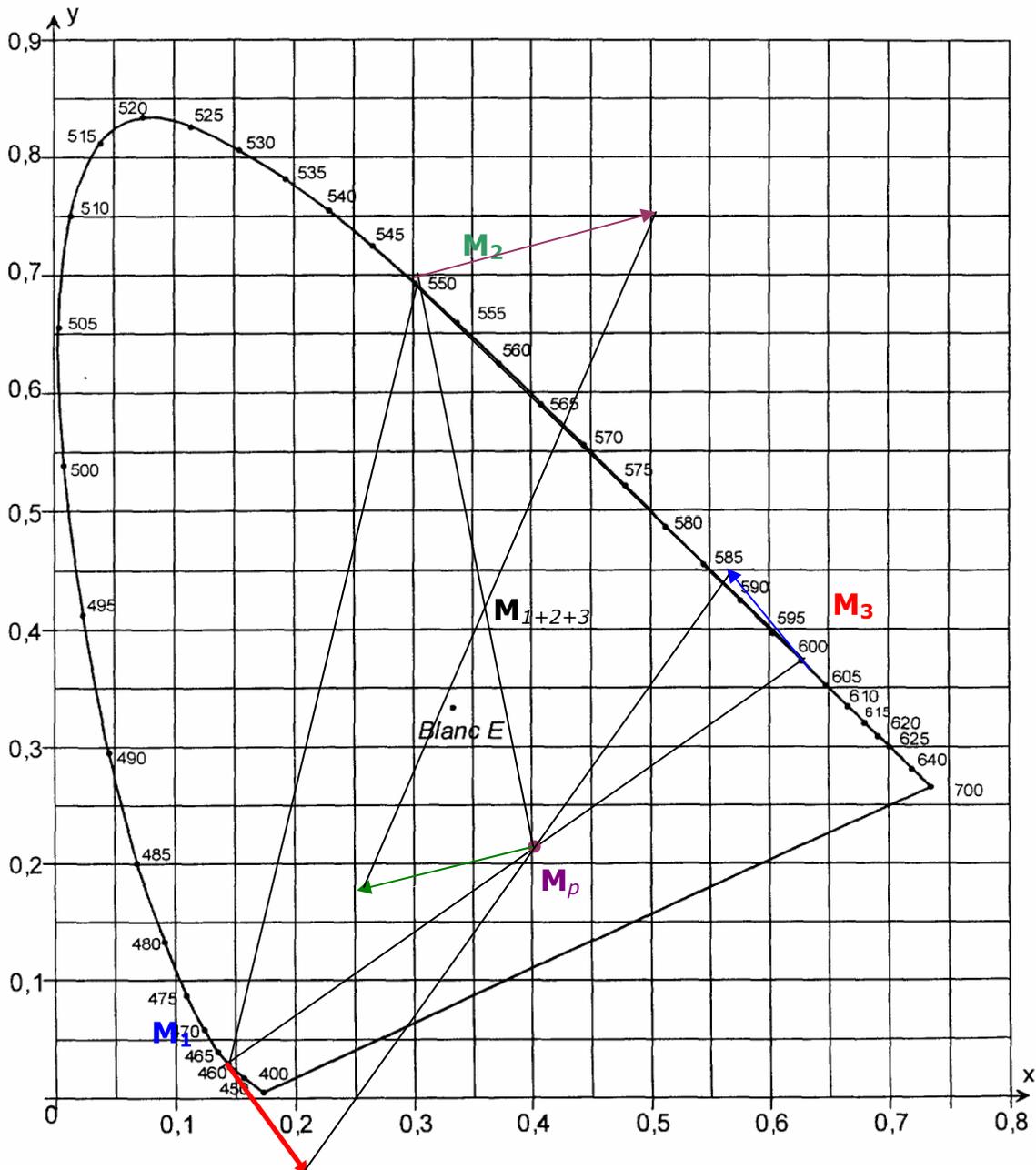
Avec les résultats suivants :

$Y_1= 655$	$Y_2= 24588$	$Y_3= 9835$
$Y_1/y_1= 21856$	$Y_2/y_2= 35635$	$Y_3/y_3= 26227$

a) On trace le segment M_1M_3 . On calcule les quantités (Y_1/y_1) et (Y_3/y_3) et on les porte sur les perpendiculaires au segment M_1M_3 en M_1 et M_3 , mais en inversant : Y_1/y_1 en M_3 et Y_3/y_3 en M_1 . On trace le segment PQ . Son intersection avec M_1 et M_3 détermine le point représentant (M_1+M_3)

Document réponse n°2

Diagramme de chromaticité de la C.I.E. (1931)



B.T.S. AUDIOVISUEL

b) Pour trouver les coordonnées de M_p la luminance relative en (M_p) , on calcule :

$z=1-x-y$	$z_1= 0,83$	$z_3= 0$
$X=x (Y/y)$	$X_1= 3059,84$	$X_3= 16392$
$Z=z (Y/y)$	$Z_1= 18140,48$	$Z_3= 0$
Puis		

$$\begin{array}{l}
M_{1+3} \quad X_{1+3} = 19451,84 \quad x_{1+3} = 0,4 \\
\quad \quad Y_{1+3} = 10490,88 \quad y_{1+3} = 0,22 \\
\quad \quad Z_{1+3} = 18140,48 \quad z_{1+3} = 0,38 \\
\quad \quad \quad \quad \quad \quad Y_p/y_p \quad 47685
\end{array}$$

On en profite pour vérifier le tracé du point M_p ($x=0,4$; $y=0,22$)
On trace le segment M_pM_2 . On calcule les quantités (Y_p/y_p) et (Y_2/y_2) et on les porte sur les perpendiculaires au segment M_pM_2 en M_p et M_2 , mais en inversant : Y_p/y_p en M_2 et Y_3/y_3 en M_p . On trace le segment $P'Q'$.
Son intersection avec M_pM_2 détermine le point représentant (M) .
Le tracé confirme le calcul. Q

1.2.4 - Sachant que la lampe consomme une puissance électrique P_a de 400 Watts, calculer son efficacité lumineuse R.

Réponse :

La puissance absorbée (P) mesure en watts (W) la quantité d'énergie consommée par la lampe et son appareillage.

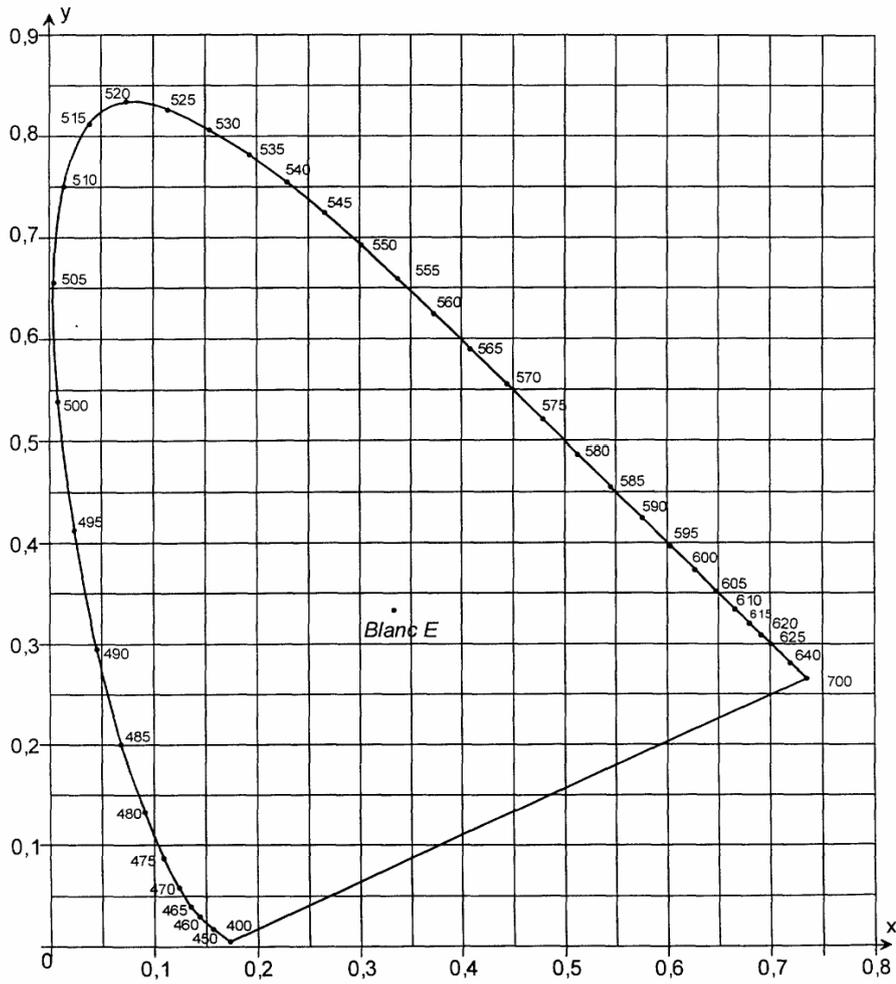
L'efficacité lumineuse indique le rapport en lumens-watt (lm/W) entre le flux lumineux et la puissance absorbée.

La puissance absorbée de la lampe est de 400W. $57372/400=143 \text{ lm/W}$.

Son efficacité lumineuse est de 143 lm/W.

Document réponse n°2

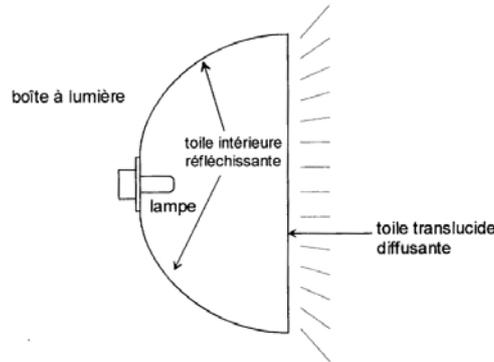
Diagramme de chromaticité de la C.I.E. (1931)



B.T.S. AUDIOVISUEL

4 - ETUDE DU PROJECTEUR AVEC BOITE A LUMIERE

Dans cette configuration, la lampe se trouve dans une chambre réfléchissante qui permet de concentrer 90% de son flux lumineux sur la face intérieure d'une toile translucide diffusante rectangulaire de dimensions utiles 60cm x 80cm. Cette toile rayonne vers l'extérieur 80% du flux reçu sur sa face intérieure. On supposera qu'elle rayonne comme un diffuseur parfait (suivant la loi de Lambert).



Pour cette partie, on supposera que la lampe émet un flux ($\Phi_i = 35 \times 10^3$ lumens).

4.1 - Calculer le flux lumineux Φ_e émis par la boîte à lumière, en déduire l'exittance M_e de la toile diffusante (vers l'extérieur) si l'on suppose qu'elle est identique en tout point de la toile.

Réponse :

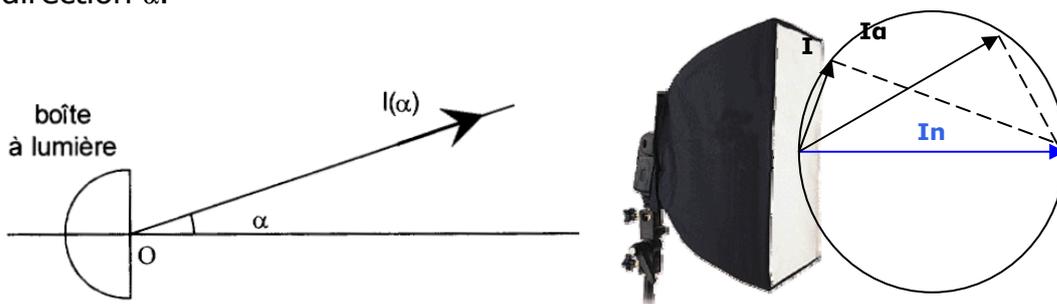
Ce projecteur est du type Buglite. Le joker est un des projecteurs les plus connus de ce type. Le kit prévoit effectivement qu'il puisse être équipé d'un réflecteur muni de lentille (étudiée dans la première partie) ou d'une chiméra (étudiée dans cette partie). On n'emploie plus actuellement le terme emittance. On parle aujourd'hui d'exittance pour exprimer le flux émis par une source étendue qu'elle soit primaire ou secondaire.

$\Phi_i = 35 \times 10^3 \text{ lm}$. La toile reçoit 90% de ce flux soit $31,5 \times 10^3 \text{ lm}$.

Eclairage de la toile : $E = \Phi / S$ soit $31500 / 0,48 = 65625 \text{ lux}$.

*Le taux de transmission de la toile étant de 80%, l'exittance de la toile éclairée est $M_e = 0,8 \times E$ donc **$M_e = 52\ 500 \text{ lm/m}^2$** .*

4.2 - Calculer la luminance L_o de la toile vue de l'extérieur de la boîte. Pour étudier le champ angulaire éclairé par cette source on note $I(\alpha)$ l'intensité lumineuse rayonnée à grande distance par la boîte à lumière dans la direction α .



Réponse :

$L = E \times \cos \alpha \times \tau / \pi$ avec $\tau = 0,8$, $E = 65625$ et $\pi = 3,14$

Ou $L = M_e \times \cos \alpha / \pi$ avec $M_e = 52\,500$

Dans l'axe ($\alpha = 0$) $L_o = 16719 \text{ cd/m}^2$, sinon, $L = 16719 \times \cos \alpha$

On prendra $L_o = 16,7 \times 10^3 \text{ Cd/m}^2$ pour la suite.

4.3 - Calculer l'intensité I_o rayonnée dans l'axe ($\alpha = 0$).

Réponse :

Nous savons que $L = I_v / (S \times \cos \alpha)$

Dans l'axe, $I_o = L \times S$ soit $16700 \times 0,48 = 8025 \text{ cd}$

4.4 - Exprimer $I(\alpha)$ en fonction de I_o et α .

Réponse : $I(\alpha) = I_o \times \cos \alpha = 8025 \times \cos \alpha$

4.5 - Calculer l'angle de faisceau θ_{50} (angle au sommet du cône de rayonnement à l'intérieur duquel l'intensité ne descend pas en dessous de 50 % de l'intensité maximale).

Réponse :

L'intensité sera égale à 50% si $\cos \theta_{50} = 0,5$ ce qui est vrai pour $\theta_{50} = 60^\circ$.

L'angle solide aura pour valeur $\Omega = 2 \pi (1 - \cos \theta_{50})$ soit 3,14 stéradians.

Avec cette source, on éclaire un mur parallèle à la toile diffusante et situé à 4 mètres de celle-ci.

4.6 - Calculer l'éclairement maximal E_o reçu sur le mur.

Réponse :

L'éclairement d'une surface à partir d'une source étendue, dont on connaît la luminance, satisfait la relation $E = L \times \Omega \times \cos \alpha'$, Ω étant l'angle solide par lequel on peut observer la source à partir de la surface éclairée et α' l'angle de la normale à la surface éclairée par rapport à l'axe surface éclairante-surface éclairée. Or $\Omega = S/D^2$; $E = L \times (S/D^2) \times \cos \alpha'$.

Si l'on considère $\alpha' = 0$ (le mur est parallèle à la source), $L = 16,7 \times 10^3$, $D = 4$ et $S = 0,48$; $E_o = 16,7 \times 10^3 \times 0,48 / 4^2$; **$E_o = 500 \text{ lux}$** .

Un autre façon de trouver le résultat :

Pratiquement, on considère qu'un appareil est ponctuel par rapport à la surface éclairée, lorsque la distance entre la surface et l'appareil est d'environ 5 fois la plus grande dimension de la source lumineuse, ce qui est largement le cas ici.

A quatre mètres, l'éclairement maximal (dans l'axe du projecteur) sera $E_o = I_o / d^2$ soit $E_o = 8025 / 16$; **$E_o = 500 \text{ lux}$**

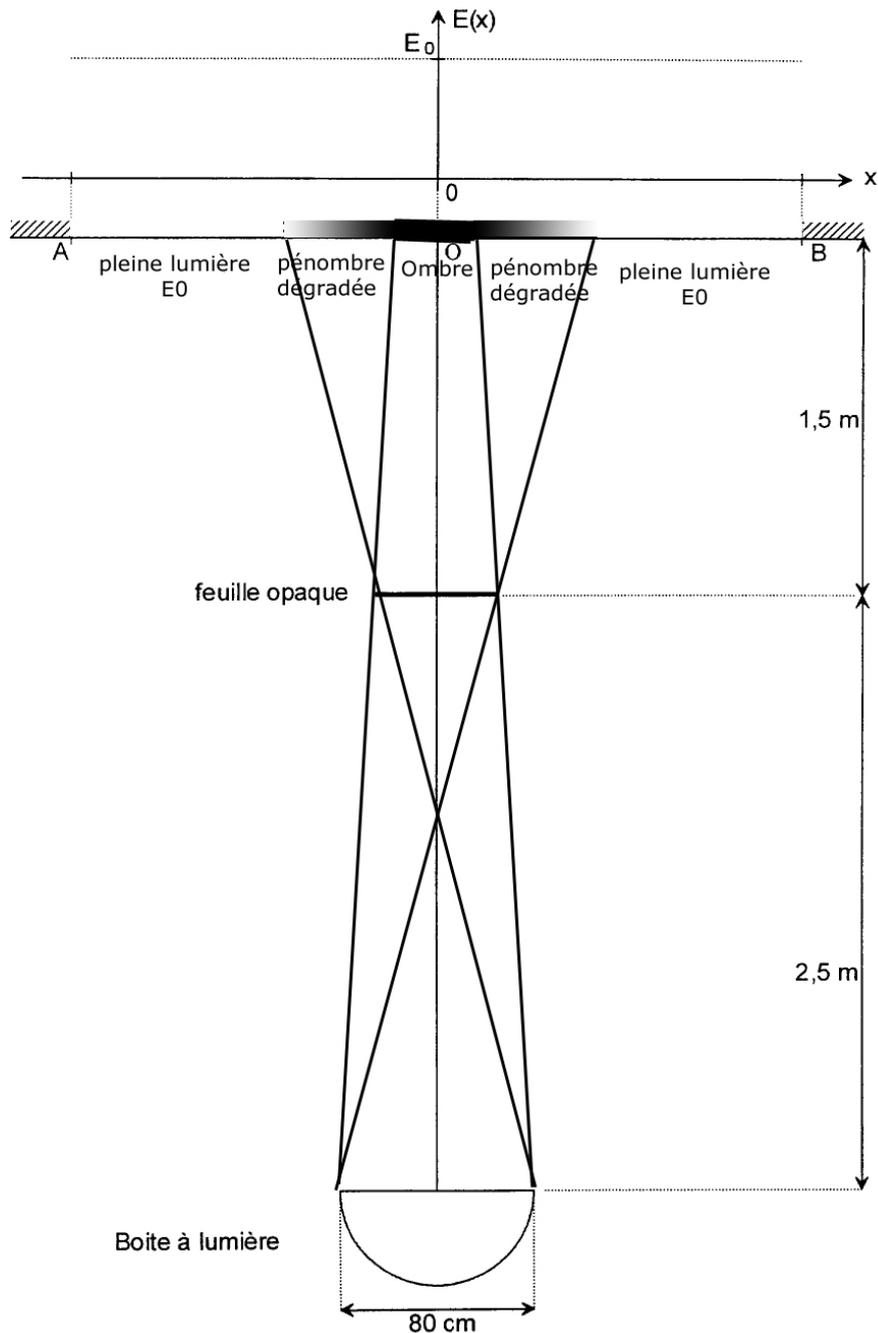
Pour étudier les ombres produites par cette source, on place une feuille de carton opaque (50 cm de côté) entre la boîte à lumière et le mur éclairé (à 1,5 mètres du mur). Le document réponse n°3 représente cette configuration vue de dessus à l'échelle 1/25.

On admet que, sans la feuille de carton, l'éclairement reçu par le mur est égal à E_0 sur tout le segment (AB).

4.7 - Après constructions des rayons utiles, indiquer la portion du mur complètement dans l'ombre ainsi que les parties restant pleinement éclairées (sur le segment AB).

4.8 - Tracer, sur le même document, l'évolution de l'éclairement $E(x)$ entre A et B.

Réponse :



Annexe 1

Figure 1 : présentation du projecteur

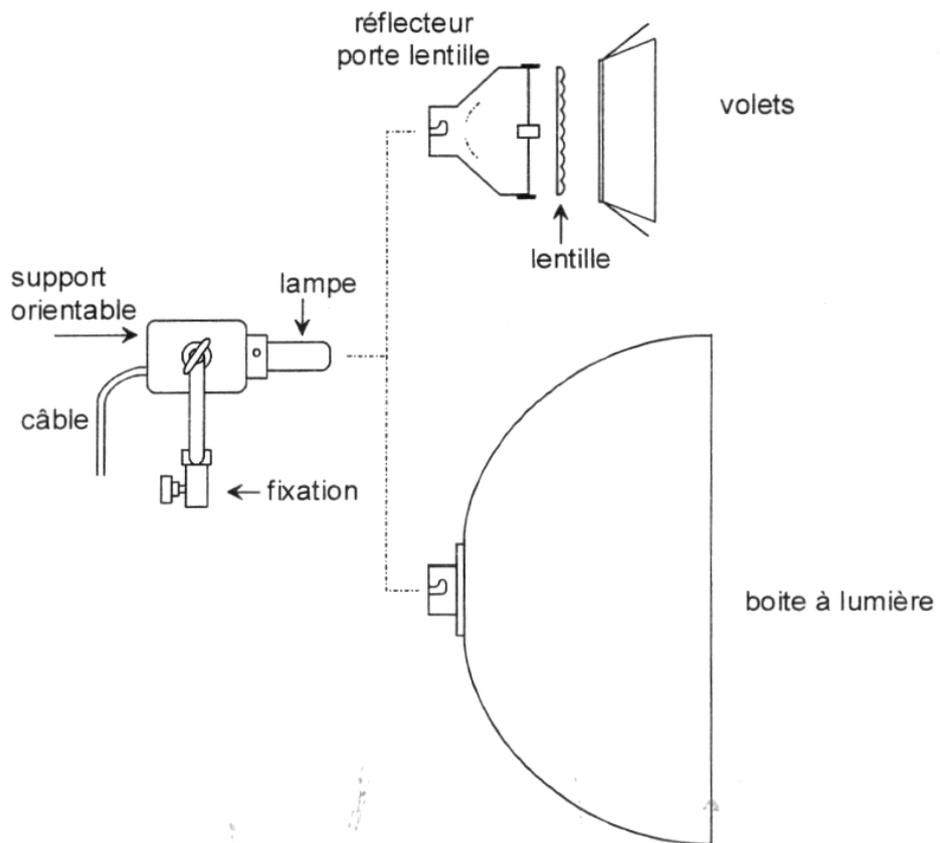
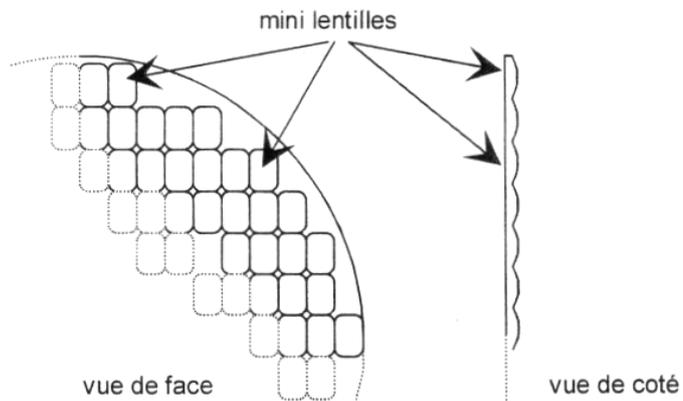


Figure 2 : Détail de la lentille



Annexe 2

Figure 1 : spectre de puissance de la lampe

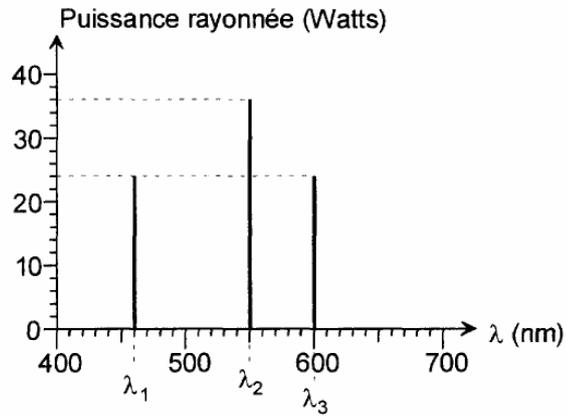
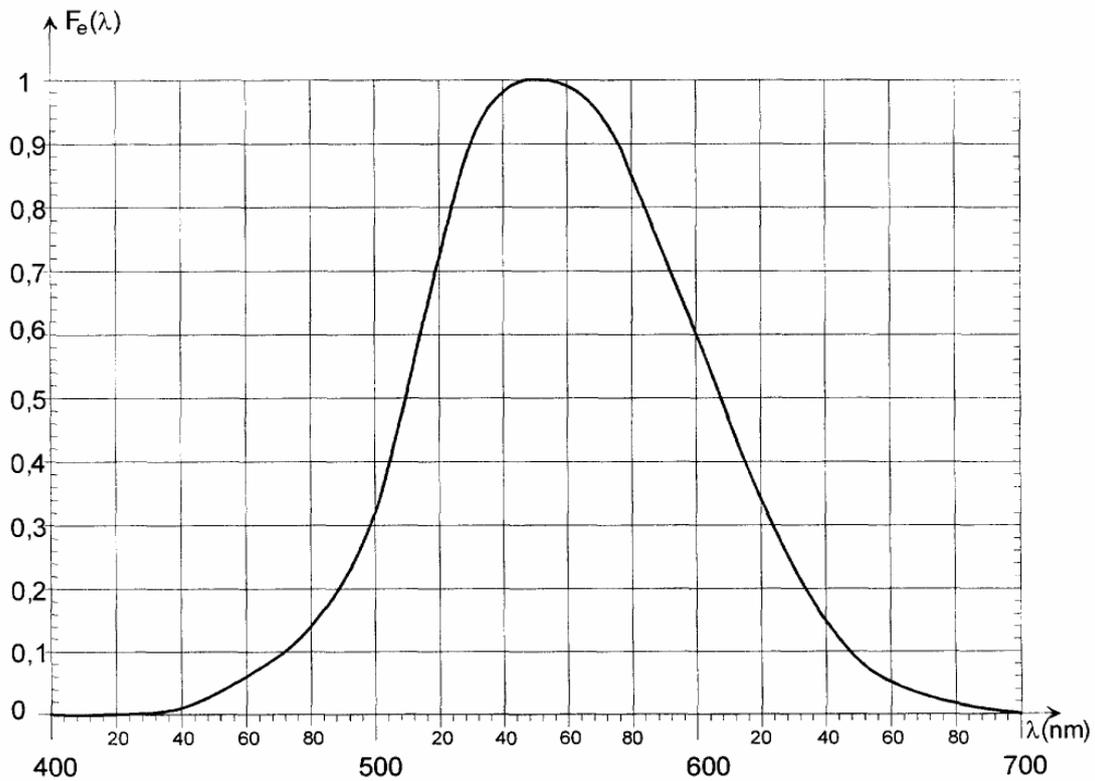


Figure 2 : sensibilité spectrale relative de l'oeil



Technologie des Equipements et Supports

L'éclairage « naturel » du plateau est mixte (lumière intérieure et extérieure). Pour obtenir un niveau d'éclairement suffisant on utilise entre autres des projecteurs de types HMI (**Document N°5**).

Un de ces projecteurs (position flood) est placé à 3 m de l'un des intervenants.

10) A l'aide du document N°5, déterminez l'éclairement reçu par cet intervenant.

Réponse :

*Le document fourni nous donne **2200 lux** à 3m pour un faisceau élargi.*

Dans le but de conserver une ambiance « intérieur », des filtres sont apposés sur ces projecteurs afin de baisser leur température de couleur d'environ 800 K.

11) Calculez la valeur de LB (Light Balancing - équilibre colorimétrique) correspondant à cette diminution de température de couleur.

Réponse :

Le projecteur est équipé d'une lampe HMI qui délivre une lumière de type « jour » dont la température de couleur est 5500K. Pour baisser la Tc de 800K c'est-à-dire l'amener à 4700K, on va placer un filtre légèrement jaune sur le projecteur.

*La formule à utiliser est : $1/T_2 - 1/T_1 = \text{valeur de correction (en mired)}$
 $(10^6/4700) - (10^6/5500) = 212 - 181 = \mathbf{31 Mired}$*

12) A l'aide du **document N°6**, déterminez quel type de filtre (référence) doit être utilisé pour obtenir cette compensation colorimétrique.

Réponse :

*Ce document nous donne les références des filtres Kodak Wratten prévus pour être placés devant un objectif et en aucun cas devant un projecteur. Cela dit, le filtre qui apporte une correction de 31 Mired est le **Wratten 81C**.*

Son équivalent, dans la marque Lee qui fabrique des gélatines pour projecteurs, est le 1/8 de CTO.

13) À l'aide de cette référence et du **document N°7**, déterminez l'éclairement reçu par l'intervenant après apposition de ce filtre sur le projecteur.

(On considèrera l'atténuation apportée par ce filtre pour une longueur d'onde moyenne de 500 nm).

Réponse :

Dans ce document, on se reporte sur la courbe de transmission du filtre 81C. On peut lire que sa densité (pour une lumière de longueur d'onde de 500 nm) est de 0,18.

La densité d'un filtre est le logarithme décimal de son opacité (pour connaître l'opacité à partir de la densité : $\text{Opacité} = 10^D$) et l'opacité est l'inverse de la transmission. Donc $T = 1/10^{0,18} = 0,66$; $(10^{0,18} = 1,5)$.

*L'éclairement sur l'intervenant sera $2200 \times 0,66$ soit **1450 lux**.*

DOCUMENT ° 5

P575DSE. ST270D. ST575D.

Projecteurs lumière du jour ...
... pour éclairer les événements

P575DSE



Un corps de projecteur en aluminium moulé d'une seule pièce et une ampoule mono-culot font du Production 575DSE un appareil léger, compact et à longue durée de vie. Ses extraordinaires performances d'éclairage et sa large course de focalisation en ont fait le préféré des professionnels du monde entier. Sans lentille de Fresnel, le Production 575DSE fournit le rendement lumineux d'un projecteur d'ambiance et par-là même dépasse la puissance d'un projecteur à lentille de Fresnel. Avec son rendement lumineux et sa course de focalisation "hors pair", le Production 575DSE vous offre un maximum de possibilités. Le Production 575DSE est particulièrement silencieux tant à l'amorçage qu'en fonctionnement normal sans scintillement.

P575DSE Faisceau concentré 12° Faisceau élargi 80°							
Distance	m	2,00	3,00	4,00	5,00	7,00	10,00
Faisceau concentré	lux	81000	36000	20000	13000	6600	3300
Diamètre	m	0,42	0,63	0,84	1,05	1,47	2,1
Faisceau élargi	lux	5000	2200	1300	800	410	200
Diamètre	m	3,36	5,03	6,71	8,39	11,75	16,78

.No. de référence	
Avec raccord Schaltbau:	P575DSE
Avec raccord VEAM:	P575DSEV
Dimensions	
Diamètre:	200mm
Longueur:	300mm
Verre de protection:	170mm
Insertion du filtre:	215mm
Diamètre du volet:	215mm
Poids du volet:	0,7kg
Culot :	G22
Ampoules:	Philips MSR 575 HR Osram HMI 250 W/SE
Poids du projecteur:	5,8kg
Raccord pied:	pivot de 16/2, 16mm
Longueur de câble:	3,8m

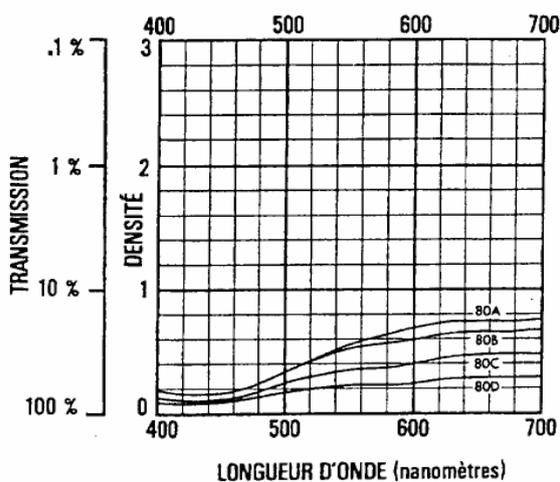
DOCUMENT N°6

Valeur LB et filtres Kodak Wratten correspondants (document Minolta)

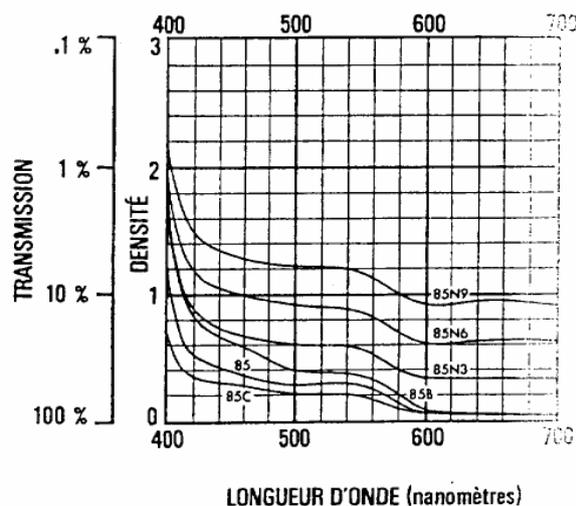
Valeur LB	Filtre	Valeur LB	Filtre
< -193	----	+14 à +22	81A
-192 à -182	80A + 80D	+23 à +30	81B
-181 à -170	80A + 82C	+31 à +38	81C
-169 à -158	80A + 82B	+39 à +46	81D
-157 à -147	80A + 82A	+47 à +56	81EF
-146 à -137	80A + 82	+57 à +65	81EF + 81
-136 à -127	80A	+66 à +75	81EF + 81A
-126 à -118	80B + 82	+76 à +85	85C
-117 à -108	80B	+86 à +94	85C + 81
-107 à -97	80C + 82A	+95 à +103	85C + 81A
-96 à -87	80C + 82	+104 à +109	85C + 81B
-86 à -80	80C	+110 à +116	85
-79 à -72	80D + 82A	+117 à +125	85 + 81
-71 à -62	80D + 82	+126 à +135	85B
-61 à -51	80D	+136 à +144	85B + 81
-50 à -39	82C	+145 à +153	85B + 81A
-38 à -27	82B	+154 à +161	85B + 81B
-26 à -16	82A	+162 à +169	85B + 81C
-15 à -6	82	+170 à +177	85B + 81D
-5 à +4	0	+178 à +188	85B + 81EF
+5 à +13	81	> +189	

DOCUMENT N°7

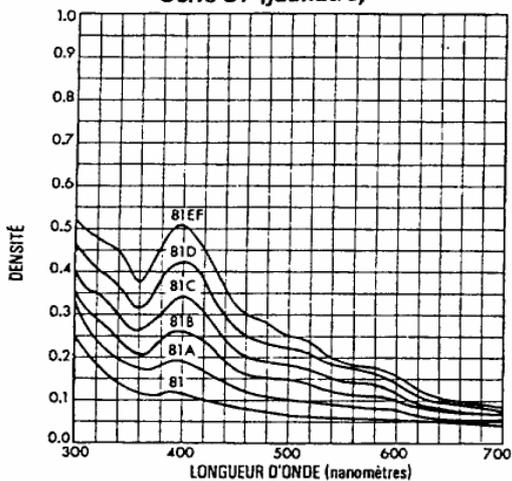
Filtres KODAK WRATTEN en gélatine
Série 80 (bleus)



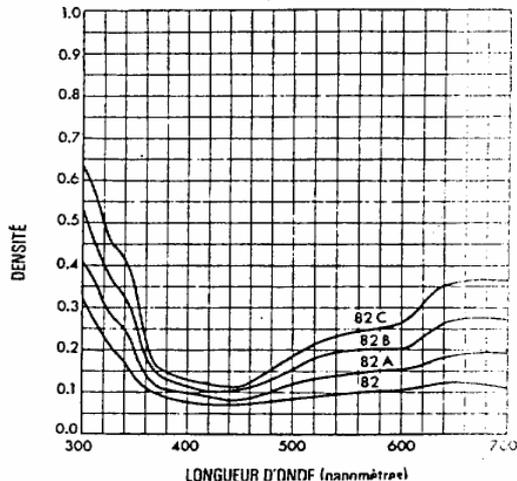
Filtres KODAK WRATTEN en gélatine
Série 85 (ambrés)



Série 81 (jaunâtre)



Série 82 (bleuâtre)



Voici un rapport de stage qui répond à de nombreuses questions posées à l'épreuve « Technologie des équipement et supports » :

Rapport de stage de Laurent Dubois, étudiant en BTS Audiovisuel La Caméra LDK 100 de Philips BTS

Introduction :

Avec la LDK 100 Series (version numérique) présentée au SATIS 1997, Philips BTS (Broadcast Television System) mise sur une architecture interne très logicielle. Aussi bien adaptable en configuration plateau (triaux) qu'en caméra de reportage (Beta SP ou DVCPRO avec adaptateur), BTS en fait une des caméras les plus avancées du marché sur le plan technologique.



Caractéristiques techniques.

La LDK 100 est munie de trois capteurs CCD 2/3 de pouces (6.6 x 8.8 mm) FT (Frame Transfert) commutables ou non en 16/9^e selon la version. La sensibilité de ces capteurs est de 2000 lux à F/9 sans microlentille (comme le Power et le Hyper HAD de Sony).

Son éclairage minimum est de 1 lux à F/1.4 avec 36 dB de gain.

Son rapport signal sur bruit est de 60 dB. Elle offre une multitude de gains allant de -6 dB à +36 dB par pas de 3 dB. La profondeur de modulation est de 70 % à 5 MHz.

Elle dispose de 3 filtres optiques : 1/4 ND, 1/16 ND et 1/64 ND.

Son obturateur offre des vitesses telles que 1/100, 1/200, 1/500 et 1/1000 de secondes. Le Clear Scan (obturateur électronique) va de 51 à 103 HZ.

Enfin la numérisation s'effectue sur 12 bits.

Coté ergonomie, la LDK 100 est assez légère (moins de 5 Kg) et maniable. On pourra remarquer la protubérance située sur le coté droit du à la présence de l'obturateur mécanique inhérent au fonctionnement du capteur FT. Un lecteur de cartes à puces de type PCMCIA est également présent. Il permet à l'utilisateur de personnaliser rapidement sa caméra si elle est utilisée par plusieurs cadreurs. Une autre carte permet de restaurer les paramètres usine et d'afficher certains menus non nécessaires au cadreur tels que certains réglages (taches aux blancs, aux noirs,...). Chaque carte peut contenir quatre « scène files » ainsi que deux fichiers de configuration.

L'un des principaux inconvénients de cette caméra est que les réglages de gains ne sont pas accessibles sur le pupitre MCP (Master Control Panel) de l'ingénieur vision que par 3 leds. On n'a pas de visualisation précise du gain ajouté.

Mais elle offre une multitude d'avantages qui efface le défaut précédent comme le fait que les principaux réglages "dangereux " (mire de barre...) sont enfoncés dans la coque, nécessite une pression de plusieurs secondes ou sont inactifs lorsque la caméra est à l'antenne.

Son prix avoisine les 60 000 €.



La tête de caméra LDK 100

Nous étudierons ici le traitement du signal des CCD à la sortie des cartes Asics.

La description s'effectue de gauche à droite. Tout d'abord à gauche se trouve l'objectif. On peut y voir les différents réglages, accessibles par des bagues, nécessaires au cadreur : netteté, zoom, diaph. On trouve ensuite un filtre contre les infrarouges. Il permet d'atténuer la réponse du CCD dans les infrarouges. Il retarde l'apparition du smear et assure une parfaite compatibilité avec les caméras à tube. Puis on trouve la roue porte filtres (filterweel). Après cette roue se trouve un filtre optique passe bas. Il permet de réduire les effets de moiré.

Viennent ensuite le shutter, son moteur et un second filtre de densité. Derrière ce filtre on trouve le prime, séparateur des trois primaires rouge verte et bleue sur lequel sont collés les capteurs CCD.

Les trois signaux issus de ces capteur entrent dans la première carte : Videoprocess 1. En sortie, ils entrent dans le DSP Video Processor qui contient les deux Asics. Les signaux y sont numérisés, traité et dénumérisés. L'ensemble des traitements est donc numérique.

Les capteurs

Tout de suite après l'objectif et les filtres se trouvent les capteurs CCD. Il existe quatre types de capteurs CCD : XY, FT, IT et FIT. Cette caméra est munie d'un capteur FT 17 dit à transfert de trame. Philips BTS est actuellement le seul constructeur à utiliser les capteurs FT dont le brevet a été racheté à RCA (pionnier dans la conception des capteurs CCD).

Contrairement aux capteurs IT et FIT, ce type de capteur n'utilise pas les registres verticaux intercalés entre chaque colonne de pixels afin d'évacuer les charges. Ce sont en fait les pixels eux-mêmes qui assurent leur déplacement vers une zone mémoire. Ce déplacement se fait pendant l'intervalle vertical. Cette technique nécessite un obturateur mécanique afin de masquer les zones des capteurs pendant le déplacement des charges dans la zone mémoire. L'avantage de cette technologie réside dans le fait que la zone image est plus importante que dans les capteurs IT ou FT. La sensibilité du capteur est ainsi assez suffisante pour ne pas avoir à recourir aux microlentilles (comme les Hyper et Power HAD de SONY). D'autre part, la surface étant plus grande, la définition sera d'autant plus importante; il n'est donc pas utile de décaler les capteurs bleu et rouge afin d'augmenter la définition de la luminance.

Le capteur FT 17 au format 4/3 est constitué de 936 colonnes continues quasiment jointives sur toute la surface. L'intérêt de disposer de 936 points par lignes n'est pas seulement d'optimiser la définition horizontale mais de réduire le phénomène d'aliasing et de repliement de spectre en élevant la fréquence d'échantillonnage à 18 MHz (936 points en 52 μ s). De fines rainures sont cependant là pour éviter la diffusion des charges. 1152 lignes d'adresses sont disposées horizontalement pour délimiter les pixels dans le sens vertical. La polarisation appliquée à ces capteurs permet de définir les pixels qui ne sont en fait que "virtuels". La hauteur de ces pixels diffère selon que le capteur est commuté en 4/3 ou en 16/9. Ce système de gestion dynamique des pixels est appelé DPM (Dynamic Pixel Management). C'est actuellement l'unique solution pour conserver l'angle de champ horizontal lors d'un changement de format évitant ainsi l'utilisation d'un convertisseur optique x8.

La résolution maximum n'est plus garantie en 4/3 car il ne reste que 720 pixels.

Le FT17 assure 75 % de résolution à 5MHz dans le rouge, le vert et le bleu équivalent à 800 lignes TV, ceci en 4/3 et en 16/9.

Les défauts des capteurs et leurs corrections :

Nous l'avons vu plus haut, la LDK 100 dispose de la touche Clear Scan qui arrête automatiquement l'obturateur mécanique et met en service un obturateur électronique de fréquence variable. On utilise cette touche lors de la prise de vue avec des moniteurs exactement comme avec un capteur FIT ou IT. Il est rassurant de constater que l'image reste tout à fait exploitable dans des conditions d'éclairage normales. En revanche des défauts de smear ou de traînage apparaissent quand de fortes lumières se trouvent dans le champ.

Le smear (de l'anglais smearing):

C'est une barre blanche verticale qui apparaît à l'image quand une forte lumière se trouve dans le champ de la caméra (par exemple un projecteur). Cette barre résulte d'une saturation des pixels dont les charges viennent polluer ceux qui se trouvent en dessous d'eux. Cette pollution s'explique par deux raisons. Tout d'abord, les drains d'évacuation sont conçus pour évacuer une certaine quantité de lumière, cette quantité est assez limitée. Ainsi lors de fortes lumières, certaines charges ne pouvant être évacuées atteignent le registre à décalage vertical. Ensuite, les rayons lumineux issus de sources de lumières chaudes sont chargés de rayons infrarouges. Ces derniers pénètrent en profondeur dans la structure de la cellule et s'introduisent vers le bas dans le registre vertical. Le smear est un phénomène inhérent à la fabrication des CCD.

Les systèmes de captation à tube n'ont pas ce défaut. Mais une exposition à de telles lumières engendre sur ce type de matériel des dégradations importantes (marquage du tube).

Le smear est totalement absent des CCD FT (grâce à l'obturateur mécanique) et par leur conception, quasiment inexistant sur les capteurs FIT et de plus en plus réduit sur les dernières générations des CCD IT.

La mire qui suit sert à vérifier ce phénomène. Elle doit être transparente et appliquée sur une cible lumineuse préalablement réglée en thermocolorimétrie.

Les tâches

Les tâches au blanc (**White Shading**) :

Ce défaut est dû à la non uniformité de la distribution de la lumière par le séparateur optique. Il se manifeste, dans les hautes lumières, par l'apparition de plages colorées horizontales ou verticales généralement de couleur verte ou magenta. Il est corrigé sur chaque voie R, V, et B par des signaux de compensation en dents de scie ou parabole.

Les tâches au blanc sont mesurées au niveau maximum d'extension du niveau de blanc, dans différentes zones de l'image, quand la caméra est dirigée vers une cible lumineuse équipée d'une mire de tests.

Les tâches au noir (**Black Shading**) :

C'est un défaut causé par des variations de courant d'obscurité des CCD avec la température. Sa correction s'effectue globalement selon le même principe que les tâches au blanc.

Le traînage :

Le traînage se caractérise par le fait que quand un projecteur est dans le champ de la caméra, une traînée suivra le projecteur lors d'un mouvement. Ce défaut était très visible sur les caméras à tube et devient très rare avec les CCD. Cependant, ce défaut même s'il est très atténué de nos jours persiste quand même.

Le flare :

C'est un phénomène de diffusion au travers de l'objectif qui décolle et colore les noirs, donnant une impression d'image délavée. Ce défaut varie

quand la quantité de lumière de la scène cadrée change. Un signal de compensation est élaboré à partir de la variation moyenne du signal sur chaque voie RVB et appliqué sur les bas niveaux de l'image. Le circuit de compensation de flare peut être configuré par l'utilisateur en fonction de l'objectif installé sur la caméra (rapport de zoom, marque,...)

Dans le premier cas, le niveau de noir est bien collé au 0V. Dans le second cas, le niveau de noir est décollé du 0V. Le noir apparaît alors gris. Ce défaut est compensé électroniquement.

La correction de contour et d'ouverture :

Ces deux corrections ont pour but d'améliorer la finesse de l'image en la rendant plus flatteuse.

La correction d'ouverture consiste à rehausser le taux de modulation du signal qui, après filtrage optique antialiasing, ne dépasse pas 65% du signal nominal. Après correction, ce taux atteint 80%.

La correction de contour consiste à renforcer les transitions de l'image électroniquement tout en minimisant le bruit.

La correction de masking :

Le circuit effectue deux opérations essentielles et extrêmement délicates.

D'une part, il assure le passage du système colorimétrique de la scène réelle très étendue vers le système colorimétrique de synthèse, plus restreint, en effectuant le changement de primaire adéquat. D'autre part, il reconstitue par matricage électronique, les lobes négatifs des courbes de mélange RVB qu'une simple synthèse trichromique ne peut pas reproduire.

La compression dynamique des blancs (knee):

Traitement qui a pour rôle de restituer sur des parties dynamiques réduites les parties de l'image les plus fortement éclairées, qui dépassent le niveau nominal (les capteurs CCD délivrent une dynamique de 500 à 600%). Les circuits de compression les plus évolués permettent de conserver la saturation et la colorimétrie des zones surexposées. On peut agir en exploitation sur la position du point d'inflexion (niveau où entre en jeu la compression) ainsi que sur la valeur de la pente (efficacité de la compression).

Deux techniques permettent de mettre en œuvre cette compression. La première, la plus simple, agit directement sur les couches R, V et B du signal. Ici, seul est compressée la voie qui dépasse le niveau nominal.

Cette méthode ne permet pas de garder une colorimétrie identique avant et après compression.

La seconde agit de manière identique sur les trois signaux, ce qui préserve la colorimétrie dans la zone saturée.

La correction de Gamma :

Cette correction compense, dans la caméra, la non-linéarité de la courbe de transfert lumière-tension du tube cathodique qui est du type $y=x^{2.2}$.

Elle soumet pour cela les signaux des trois voies R, V et B à des fonctions de transfert inverses de type $y=x^{0.45}$.

La Liaison triaxiale

Le triax est ce qui relie la caméra à sa voie de commande. La liaison triaxiale est très répandue dans le domaine broadcast. Elle permet des distances de plus de 3000 mètres alors que les liaisons multiconducteurs ne dépassent pas 300 mètres. Elle transporte les informations pleines bandes de type Y, R-Y, B-Y ou R, V et B, les informations de retour viseur de commande, d'asservissement, le système interphonie, la vidéo du téléprompteur et l'alimentation de la caméra. Cette liaison utilise le principe du multiplexage fréquentiel des signaux.

Ce système est plus pratique que les liaisons multiconducteurs. En effet, sur le système multiconducteur, chaque information passe par un câble séparé des autres alors que la liaison triaxiale n'utilise qu'un seul câble.

Repère : AVISP

SESSION 2003

Durée : 3 H

Page : 0/8

Coefficient : 2

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

AUDIOVISUEL

OPTION : IMAGE

EPREUVE U3 :

SCIENCES PHYSIQUES

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES

OPTION : IMAGE

Tous les exercices sont indépendants.

EXERCICE 1 : OPTIQUE

Un zoom 15x9 est monté sur une caméra dont les dimensions utiles du capteur sont : 6,6 x 8,8 mm.

1.1 - Quelles sont les focales extrêmes de ce zoom ?

1.2 - On souhaite photographier un immeuble de largeur 20 m et de hauteur 16 m en plaçant la caméra à une distance de 73 m.

1.2.1 - Quelle focale faudra-t-il employer pour obtenir une image complète et la plus grande possible de l'immeuble ?

1.2.2 - Justifier que ce zoom convient.

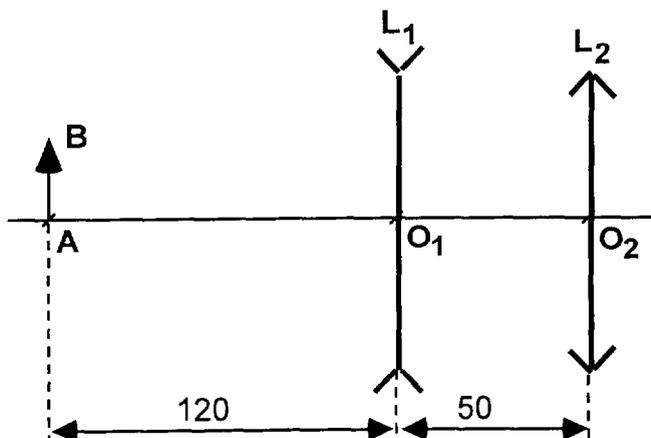
1.3 - Les constructeurs d'objectifs ont encore l'habitude d'indiquer le champ angulaire diagonal. Ainsi, peut-on lire dans la notice du zoom précédent que celui-ci offre un champ angulaire diagonal de $62,8^\circ$ pour l'une de ses focales extrêmes.

1.3.1 - Calculer la diagonale du capteur et en déduire la focale correspondant au champ angulaire diagonal de $62,8^\circ$.

1.3.2 - Calculer les champs angulaires "vertical" et "horizontal" pour une focale de 9 mm.

EXERCICE 2 : OPTIQUE

2.1 - On étudie le montage suivant qui comporte deux lentilles minces L_1 et L_2 dont les distances focales images sont respectivement notées f'_1 et f'_2 .



$$f'_1 = -60 \text{ mm}$$

$$f'_2 = 30 \text{ mm}$$

$$AB = 42 \text{ mm}$$

La figure n'est pas à l'échelle.

2.1.1 - Montrer que l'image $A'_1B'_1$ de l'objet AB à travers la lentille L_1 seule a pour position $\overline{O_1A'_1} = -40 \text{ mm}$ et que le grandissement est de $1/3$.

2.1.2 - A l'échelle 1 (en vraie grandeur), construire sur papier millimétré, l'image intermédiaire $A'_1B'_1$ et l'image définitive $A'B'$ à travers l'ensemble optique.

2.1.3 - Calculer la position et la taille de l'image finale A' B' de AB donnée par le système (L₁ + L₂).

2.1.4 - Indiquer les valeurs algébriques des grandissements produits par L₁ (γ₁), par L₂ (γ₂) et par (L₁ + L₂) (γ_T).

2.1.5 - En combinant les deux formules de Descartes applicables aux lentilles minces, montrez que :

$$p' = f' (1 - \gamma) \quad \text{et} \quad p = f' \left(\frac{1}{\gamma} - 1 \right).$$

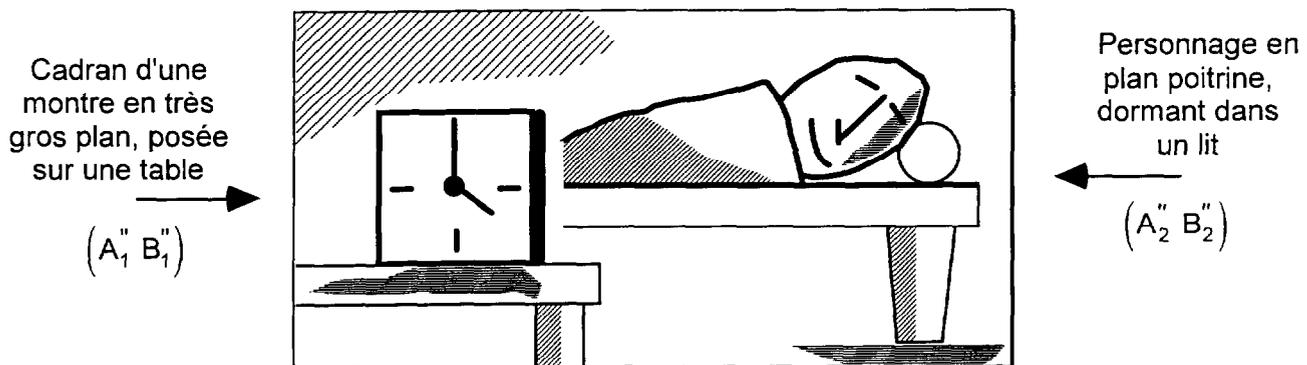
$$\text{avec } p = \overline{OA} ; p' = \overline{OA'} ; f' = \overline{OF'} \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}.$$

où A' est l'image de l'objet A, O le centre optique de la lentille et F' son foyer image.

2.2 - Le grand chef-opérateur Henri Alekan vient de disparaître. C'était un spécialiste des effets spéciaux optiques réalisés à la prise de vues. Pour lui rendre hommage, la télévision décide de produire une émission sur ses trucages devenus légendaires : on a choisi d'expliquer le principe de " l'incrustation avec miroir semi-transparent ".

Ce procédé était utilisé, par exemple, pour filmer simultanément un petit objet en très gros plan et un décor normal avec personnage afin qu'ils apparaissent nets tous les deux, donnant ainsi l'illusion d'une profondeur de champ énorme.

On souhaite réaliser l'image suivante :



Dimensions réelles des objets

Dimensions de l'image sur le capteur

- Cadran de la montre (A ₁ B ₁)	—————>	(A ₁ '' B ₁ '')
24 X 24 mm		3 X 3 mm
- Personnage dormant (A ₂ B ₂)	—————>	(A ₂ '' B ₂ '')
(Partie visible) longueur : 0,7 m		7 mm

Pour obtenir l'image souhaitée par "incrustation avec miroir semi-transparent", on utilise le montage optique complet représenté ci-après.

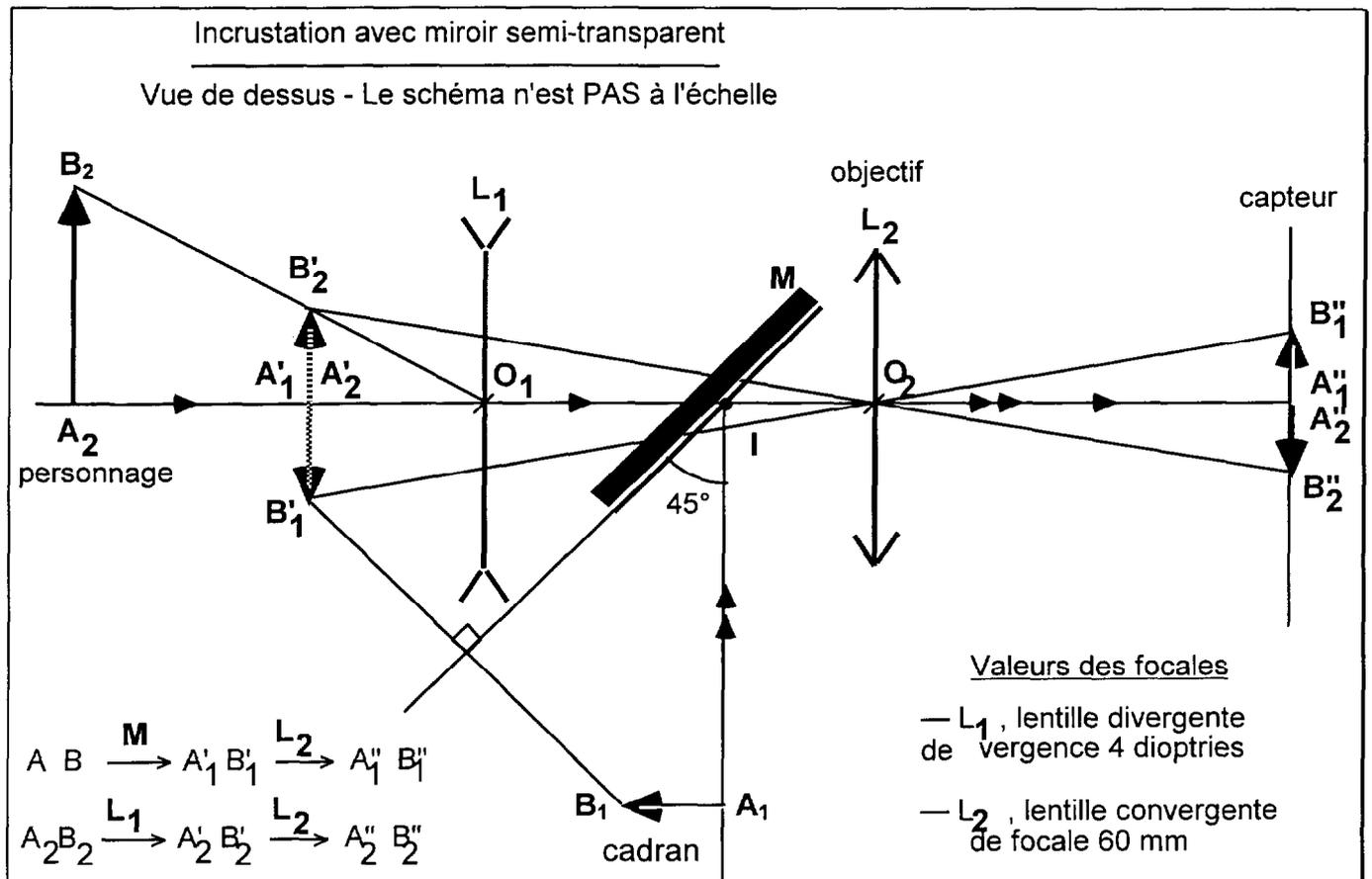
REMARQUES IMPORTANTES :

- Les focales de L₁ et de L₂ ainsi que les distances O₁A₂ et O₁O₂ ont d'autres valeurs que celles de la question 2.1.
- Le miroir semi-transparent M n'a aucune influence sur la trajectoire des rayons provenant de A₂ B₂ car son épaisseur est très faible.

- Le miroir M donne une image $A_1' B_1'$ symétrique de l'objet $A_1 B_1$, ce qui entraîne :

$$|A_1 O_1| = |A_1' O_1| \quad \text{et} \quad A_1 B_1 = A_1' B_1'$$

- Le rôle de la lentille L_1 est de former une image $A_2' B_2'$, de l'objet $A_2 B_2$, dans le même plan que $A_1' B_1'$. Ainsi, l'objectif L_2 en donnera deux images $A_2'' B_2''$ et $A_1'' B_1''$, de même grandissement γ_2 , situées exactement sur le capteur, après mise au point. Elles seront donc toutes deux parfaitement nettes et il n'y aura aucun problème de profondeur de champ.



2.2.1 - Donner la valeur algébrique du grandissement γ_2 produit par L_2 pour le cadran de la montre : $A_1 B_1 = A_1' B_1' = 24 \text{ mm} \longrightarrow A_1'' B_1'' = 3 \text{ mm}$.

En utilisant les formules démontrées à la question 2.1.5., déterminer les valeurs de $O_2 A_1''$ et de $O_2 A_1' = O_2 I + |A_1 O_1|$ pour que le cadran soit parfaitement net.

2.2.2 - Donner la valeur algébrique du grandissement γ_T produit par le système $(L_1 + L_2)$ pour le personnage : $A_2 B_2 = 0,7 \text{ m} \longrightarrow A_2'' B_2'' = 7 \text{ mm}$.

En déduire celui produit par L_1 , pour le personnage (γ_1).

2.2.3 - Calculer $O_1 O_2$, distance séparant L_1 et L_2 .

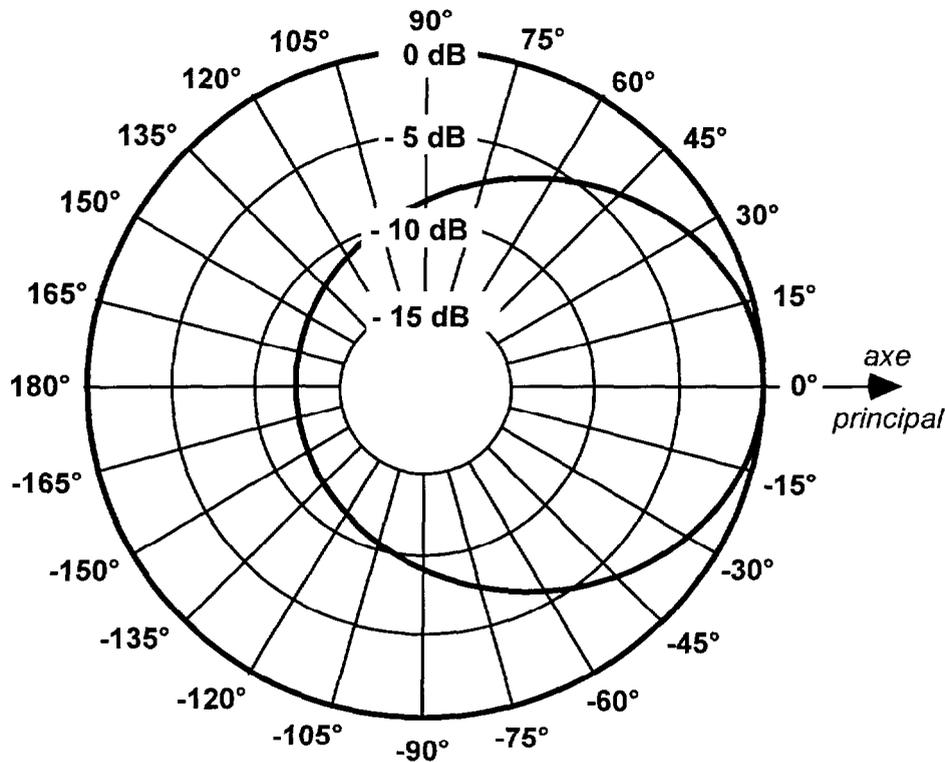
2.2.4 - Au moment d'effectuer la prise de vues, le cadreur demande à l'accessoiriste de remplacer la montre par une autre ayant un cadran sans chiffre. Pourquoi ?

EXERCICE 3 : ACOUSTIQUE

On considère un haut-parleur émettant une onde sonore qui se propage librement ; les fronts d'onde sont des sphères.

Le niveau acoustique mesuré à 1 m du haut parleur, sur l'axe principal, est $L_1 = 110 \text{ dB}_{\text{SPL}}$.

Le diagramme d'émission du haut-parleur est donné ci-dessous ; on suppose qu'il est utilisable pour toutes les fréquences audibles.



3.1 - Quel est le niveau acoustique L_{50} mesuré à 50 m du haut-parleur sur son axe principal ?

3.2 - Quel est le niveau acoustique mesuré à 50 m du haut-parleur dans une direction faisant un angle de 60° avec l'axe principal ?

3.3 - À quelle intensité acoustique ce niveau correspond-il ?

On rappelle que le zéro de l'échelle des dB_{SPL} correspond à une intensité acoustique de $10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.

EXERCICE 4 : ÉLECTRONIQUE

Un bruit permanent, de fréquence fixe, parasite une bande son. On se propose d'asservir un filtre sélectif sur la fréquence de ce bruit. Les schémas du dispositif sont fournis en annexe N° 1.

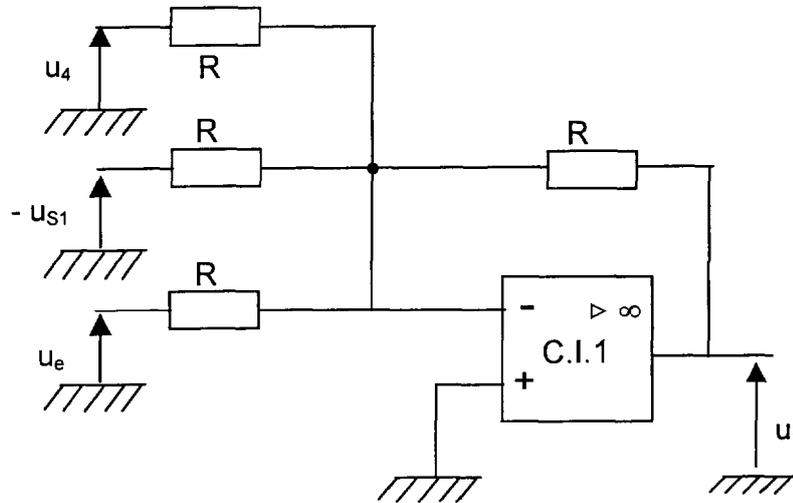
Tous les amplificateurs opérationnels sont alimentés entre -15 V et $+15 \text{ V}$; ils seront considérés comme idéaux et fonctionnant en régime linéaire à l'exception de C.I.6 qui fonctionne en régime non linéaire et dont les tensions de saturation sont de -15 V et $+15 \text{ V}$.

Le signal d'entrée u_e étant supposé sinusoïdal, on pourra utiliser les équivalents complexes, ou les amplitudes complexes, pour effectuer les calculs relatifs aux fonctions linéaires.

On se reporte au schéma de l'annexe N°1.

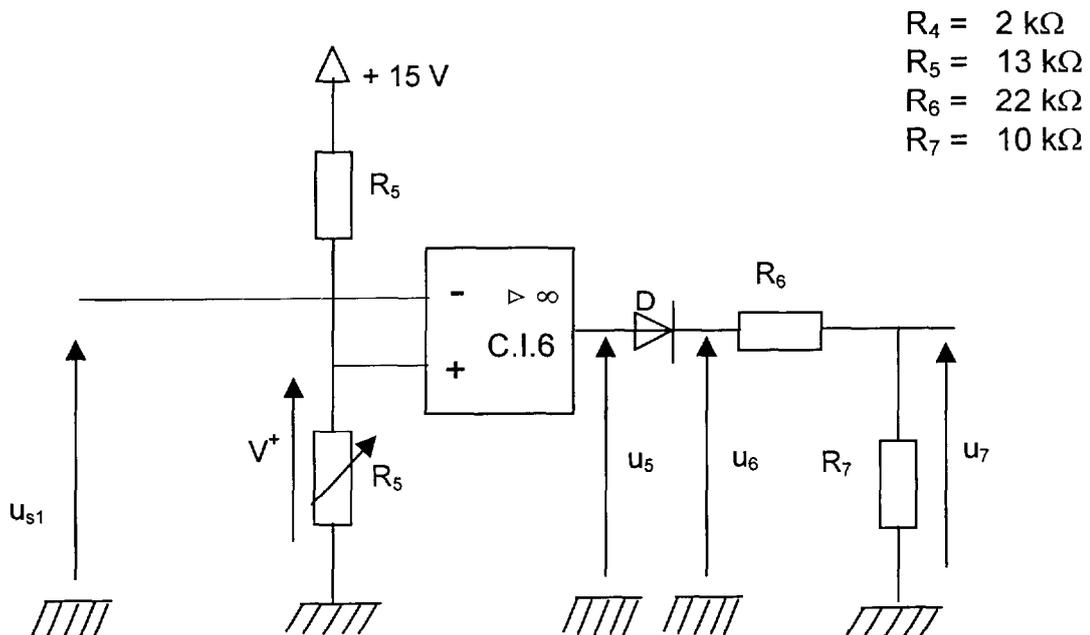
On note, en particulier, qu'un amplificateur inverseur, représenté par son schéma bloc C_{Inv}, transforme la tension u_{S1} en $-u_{S1}$. Il sert à assurer la stabilité du montage.

4.1 - On considère la partie suivante du schéma.



Déterminer la tension u_1 en fonction des tensions u_e , u_{S1} et u_4 .

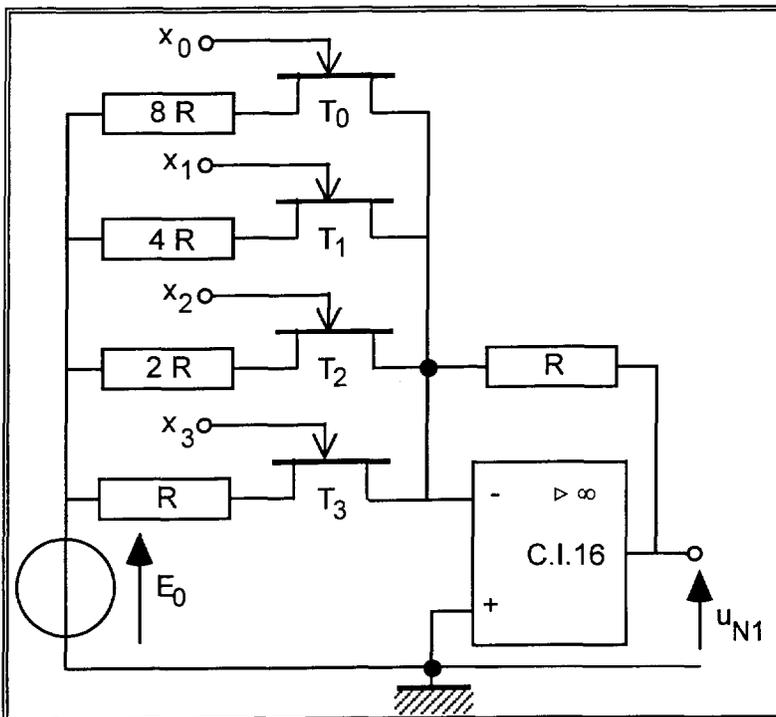
4.2 - u_{S1} est une tension sinusoïdale comme indiqué sur le document-réponse N°1. C.I.6. fonctionnant en régime non linéaire, on rappelle que lorsque v^- est inférieure à V^+ , la sortie est à $+15\text{ V}$ et inversement, lorsque v^- est supérieure à V^+ , la sortie est à -15 V .



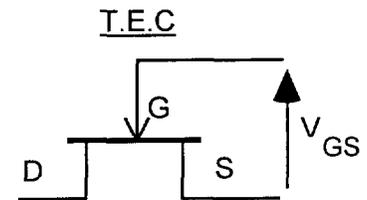
- 4.2.1 - Montrer que lorsque la résistance variable R_4 est ajustée à $2 \text{ k}\Omega$ et $R_5 = 13 \text{ k}\Omega$, $V^+ = 2 \text{ V}$.
- 4.2.2 - Tracer, sur le document réponse N° 1, l'oscillogramme de u_6 .
- 4.2.3 - La diode D étant supposée idéale (la diode passante équivaut à un interrupteur fermé et la diode bloquée à un interrupteur ouvert), tracer sur le document réponse N° 1, l'oscillogramme de u_6 .
- 4.2.4 - Le C.I.7. ne consomme pas de courant en entrée. Exprimer u_7 en fonction de u_6 , R_6 et R_7 . Quelles sont les valeurs possibles de u_7 ?

EXERCICE 5 : ÉLECTRONIQUE

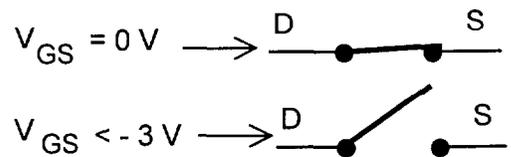
On se réfère au schéma de principe du convertisseur numérique analogique (C.N.A.) dont une partie est reproduite ci-dessous :



Les transistors utilisés pour cette partie de l'exercice sont à effet de champ canal N.



Ils seront remplacés par les modèles suivants :



Lorsque la tension grille source V_{GS} est nulle, le T.E.C. est équivalent à un court-circuit.

Lorsque la tension grille source V_{GS} est inférieure à la tension de pincement (ici -3 V), le T.E.C. est équivalent à un circuit ouvert.

On peut donc associer à chaque T.E.C., repéré T_k , une variable logique x_k qui caractérise la tension V_{GSk} appliquée à l'entrée G_k :

$$\begin{aligned} \text{si } x_k = 1 & \Rightarrow V_{GSk} = 0 \text{ V} \\ \text{si } x_k = 0 & \Rightarrow V_{GSk} < -3 \text{ V} \end{aligned}$$

5.1 - Les variables logiques ont les valeurs suivantes : $x_0 = 1$, $x_1 = 0$, $x_2 = 1$ et $x_3 = 1$.

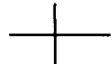
5.1.1 - Représenter, dans ce cas, le schéma équivalent du sous-ensemble étudié, en remplaçant chaque T.E.C. par son modèle.

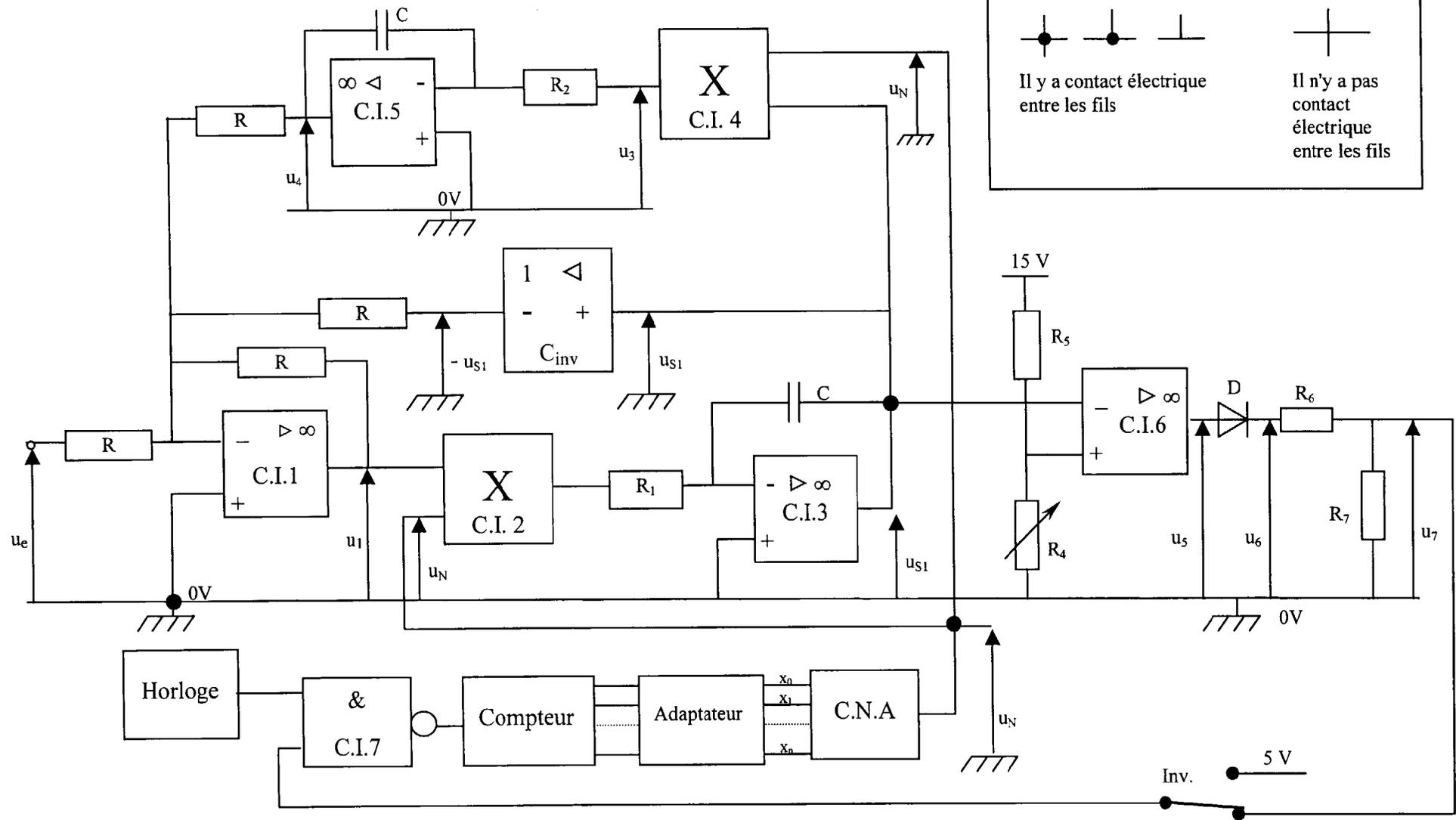
5.1.2 - Calculer dans ce cas la tension u_{N1} en fonction de la tension de référence E_0 .

5.2 - Dans le cas général, déterminer la tension u_{N1} en fonction de la tension de référence E_0 et des quatre variables logiques x_0 , x_1 , x_2 et x_3 .

ANNEXE N° 1

Pour éviter des erreurs de lecture sur les schémas, on rappelle les conventions suivantes :

	
Il y a contact électrique entre les fils	Il n'y a pas contact électrique entre les fils

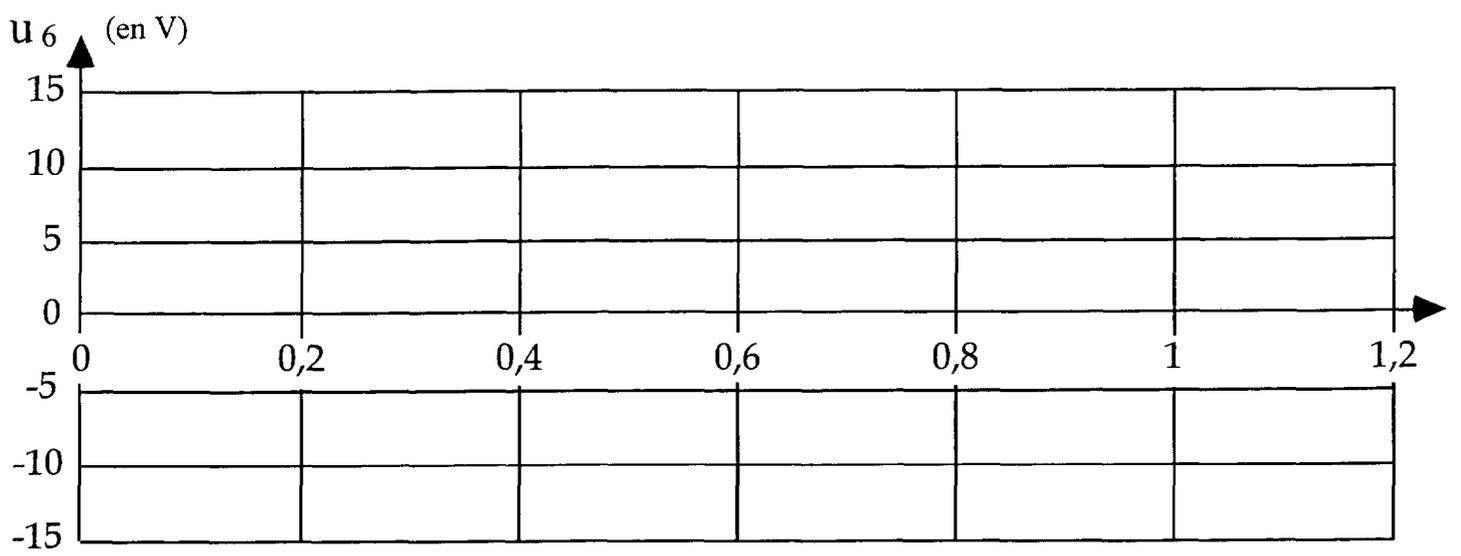
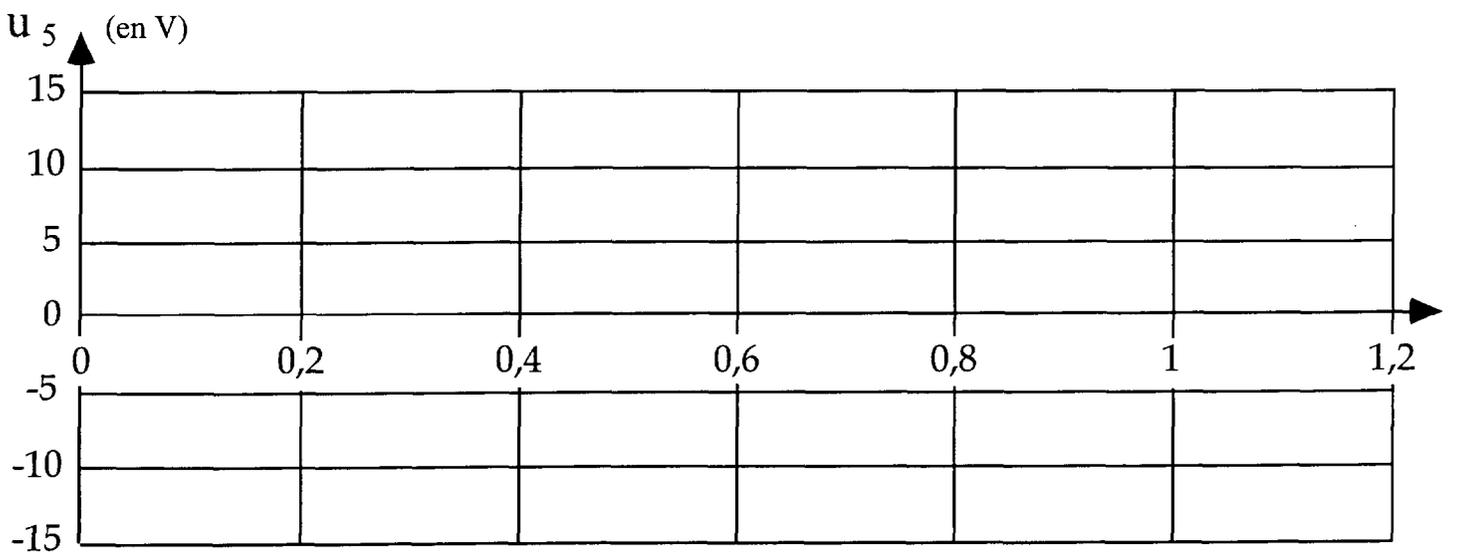
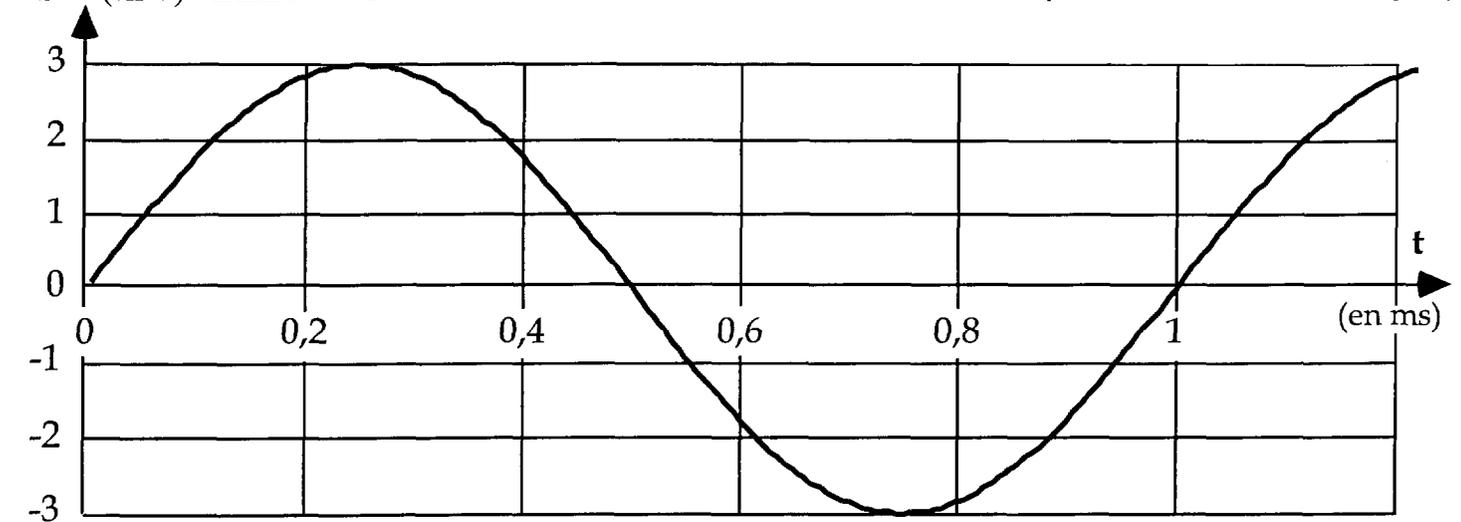


DANS CE CADRE

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.

u_{S1} (en V) ELECTRONIQUE - DOCUMENT RÉPONSE N° 1 (à rendre avec la copie)



ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

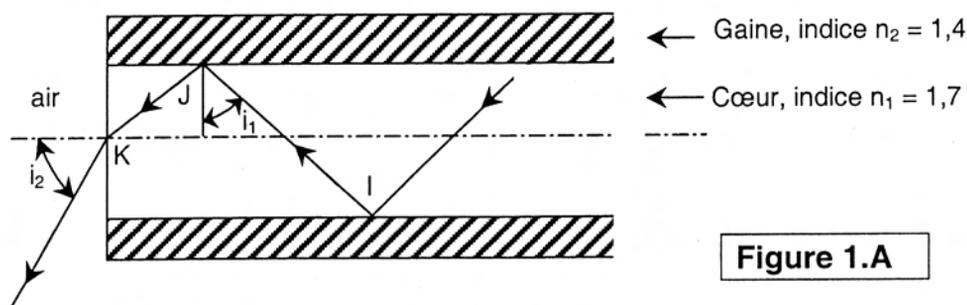
OPTION METIERS DE L'IMAGE

PARTIE 1 - OPTIQUE

**Les exercices A, B, C et D sont indépendants.
Aucune figure n'est à l'échelle.**

A - LA FIBRE OPTIQUE

Une fibre optique dite « à saut d'indice » est formée de deux milieux transparents coaxiaux d'indices n_1 et n_2 . Elle est représentée, en coupe, ci-dessous :



De telles fibres, réunies en faisceau, peuvent servir à éclairer de petits objets.

Un rayon arrive de la source et, par réflexions successives en I, en J, ..., ressort en K dans l'air.

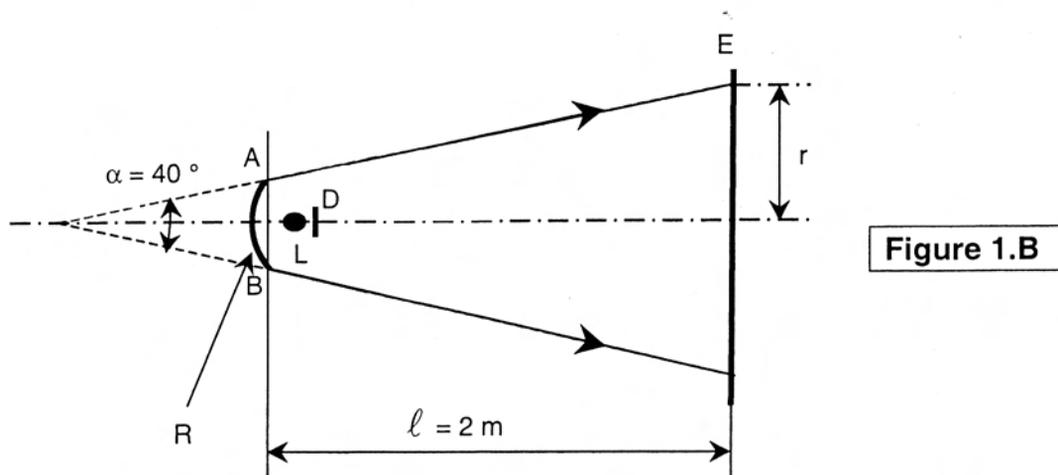
1.1 - Calculer la valeur de l'angle limite $i_{1 \text{ lim}}$ pour laquelle il y a réflexion totale en J.

1.2 - Calculer, dans ce cas, la valeur de $i_{2 \text{ lim}}$.

B - ETUDE PHOTOMETRIQUE D'UN PROJECTEUR

Un projecteur est constitué d'une lampe halogène L et d'un réflecteur R. Un petit disque opaque D arrête les rayons directs envoyés par L vers l'écran E. Le faisceau divergent émis par ce projecteur forme un tronc de cône d'angle au sommet $\alpha = 40^\circ$ et le réflecteur a une section circulaire dont le diamètre AB vaut 10 cm (voir **figure 1.B**).

Le projecteur consomme une puissance électrique $P_{\text{elec}} = 300 \text{ W}$ et sa lampe L a une efficacité lumineuse $e = 30 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$.



1.3 - Calculer le flux ϕ émis par le projecteur, sachant que l'énergie absorbée par le disque est négligeable.

1.4 -

1.4.1 - Montrer que la surface éclairée de l'écran a un rayon $r = \frac{AB}{2} + \ell \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$.

1.4.2 - Calculer r et en déduire la section (notée S) du faisceau sur l'écran.

1.5 - Calculer la valeur de l'éclairement moyen (noté E_{m1}) sur l'écran.

1.6 - La lampe L fournit une lumière de température de couleur $T_1 = 3200$ K. On place sur le projecteur un filtre bleu dont la notice indique les caractéristiques :

- densité optique : 0,5

- valeur **absolue** de la correction : $\Delta M = 131 \text{ MK}^{-1}$ (ou Mireds).

1.6.1 - Lorsque ce filtre est placé devant le projecteur, quelle est la température de couleur T_2 ?

On rappelle que $\Delta M = 10^6 \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$.

1.6.2 - Calculer la nouvelle valeur de l'éclairement (noté E_{m2}) reçu par l'écran.

C - LENTILLE CONVERGENTE

On considère une lentille convergente L_1 de distance focale image $f' = 30$ mm, munie d'un diaphragme \emptyset de diamètre $d = 15$ mm, et un objet ponctuel A situé à 90 mm en avant de O (voir figure 1.C).

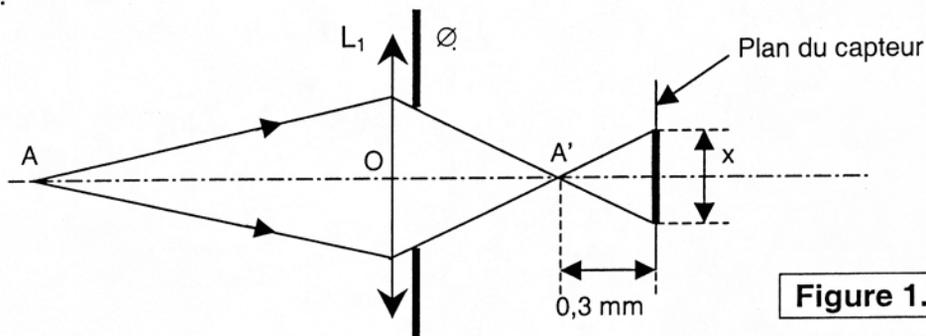


Figure 1.C

1.7 - A' étant l'image de A donnée par L_1 , calculer la distance OA' .

1.8 - Par une légère imprécision dans la mise au point, le capteur ne se trouve pas exactement en A' , mais légèrement en arrière à 0,3 mm.

Calculer le diamètre x du disque lumineux formé sur le capteur.

1.9 - Pour que ce disque soit perçu par l'œil (et interprété par le cerveau) comme un point, x ne doit pas dépasser 0,02 mm. Qu'en concluez-vous quant à l'aspect de l'image formée ?

1.10 - Calculer la valeur minimale à donner au nombre d'ouverture N pour réaliser cette condition sur x .

On rappelle que $N = \frac{f'}{d}$ où d est le diamètre du diaphragme. Justifier la valeur normalisée $N = 11$ choisie par l'opérateur.

D - PRINCIPE D'UN ZOOM

On se propose de montrer comment les opticiens ont eu l'idée de fabriquer des zooms.

On considère le dispositif représenté sur la **figure 1.D**.

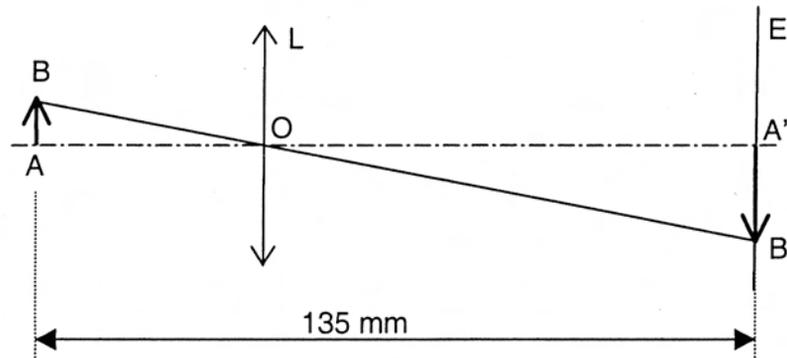


Figure 1.D

L'objet AB et l'écran E resteront fixes dans tout l'exercice et distants de 135 mm.

1.11 - En déplaçant une lentille convergente L de distance focale image $f' = 30$ mm entre AB et E, on remarque qu'il existe deux positions p_1 et p_2 de la lentille qui donnent, sur l'écran E, une image A'B' nette de l'objet AB.

1.11.1 - Exprimer $\overline{AA'}$ en fonction de \overline{OA} (noté p) et de $\overline{OA'}$ (noté p').

1.11.2 - On se propose de calculer les valeurs de p_1 et p'_1 d'une part, et de p_2 et p'_2 d'autre part, correspondant aux deux positions de L donnant une image nette sur E.

1.11.2.1 - Montrer que p_1 et p_2 (exprimés en mm) sont solutions de l'équation $p^2 + 135 p + 4050 = 0$.

1.11.2.2 - Calculer les valeurs numériques de p_1 , p'_1 , p_2 et p'_2 .

1.11.2.3 - Calculer les grandissements γ_1 et γ_2 dans ces deux cas.

Vous venez de vérifier qu'il existe deux positions de la lentille pour lesquelles l'image est nette. Vous allez maintenant étudier le cas où cette lentille occupe une position intermédiaire.

1.12 - On place maintenant L entre ces deux positions particulières, par exemple à 70 mm de AB.

1.12.1 - Calculer la nouvelle position p'_3 de l'image A'B'.

1.12.2 - Calculer sa distance d' par rapport à l'écran.

1.12.3 - Justifier **qualitativement** le flou qui apparaît sur l'écran.

L'apport d'une lentille supplémentaire permet de corriger le défaut mis en évidence dans la partie 1.12.

1.13 - On imagine alors d'associer une seconde lentille L_2 qui compensera l'action de la première L_1 et maintiendra l'image finale A' en permanence sur l'écran E . Les mouvements des deux lentilles L_1 et L_2 sont synchronisés : c'est le principe du zoom à compensation mécanique.

L_1 est une lentille divergente de distance focale image $f'_1 = -30$ mm, L_2 est convergente et de distance focale f'_2 de 30 mm et la distance $O_1O_2 = a = 30$ mm.

Le chemin suivi par le rayon venant de $-\infty$ est représenté sur le schéma de principe ci-dessous (échelle non respectée).

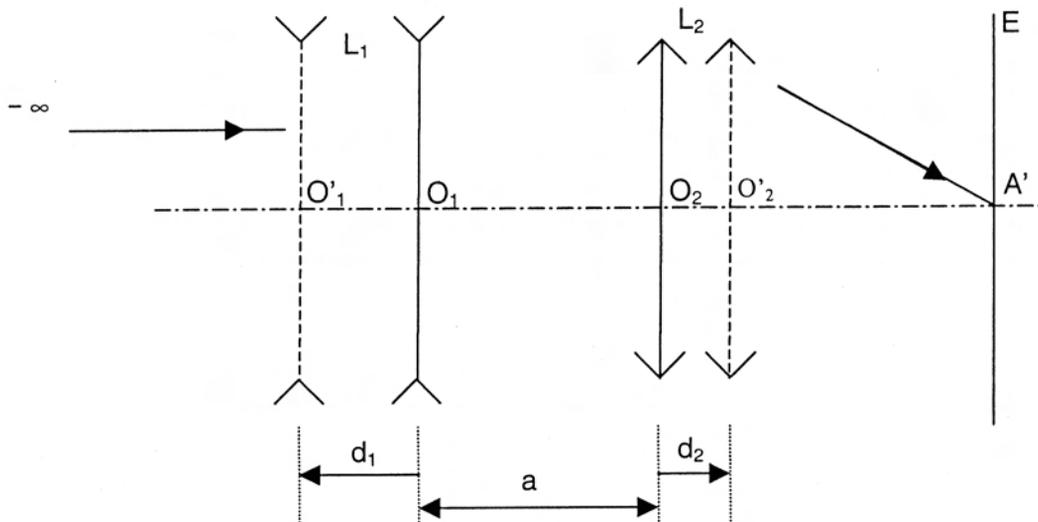


Figure 1.E

1.13.1 - Calculer la distance O_2A' et compléter le trajet du rayon sur le **document réponse**.

1.13.2 - Avec le même rayon incident, arrivant toujours parallèle à l'axe, on avance la lentille L_1 de $d_1 = 20,00$ mm vers la gauche. On montre qu'il faut alors déplacer L_2 vers la droite d'une distance $d_2 = 16,46$ mm pour obtenir à nouveau l'image finale A' exactement sur l'écran.

Calculer la distance focale f' du système $\{L_1-L_2\}$ dans ces deux configurations.

On utilisera la formule de Gullstrand : $\frac{1}{f'} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2} - \frac{a}{f'_1 \cdot f'_2}$.

1.13.3 - Justifier qu'un objectif à focale variable a bien été réalisé.

Ce type de zoom est utilisé en photo et dans des projecteurs de « poursuite ».

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.

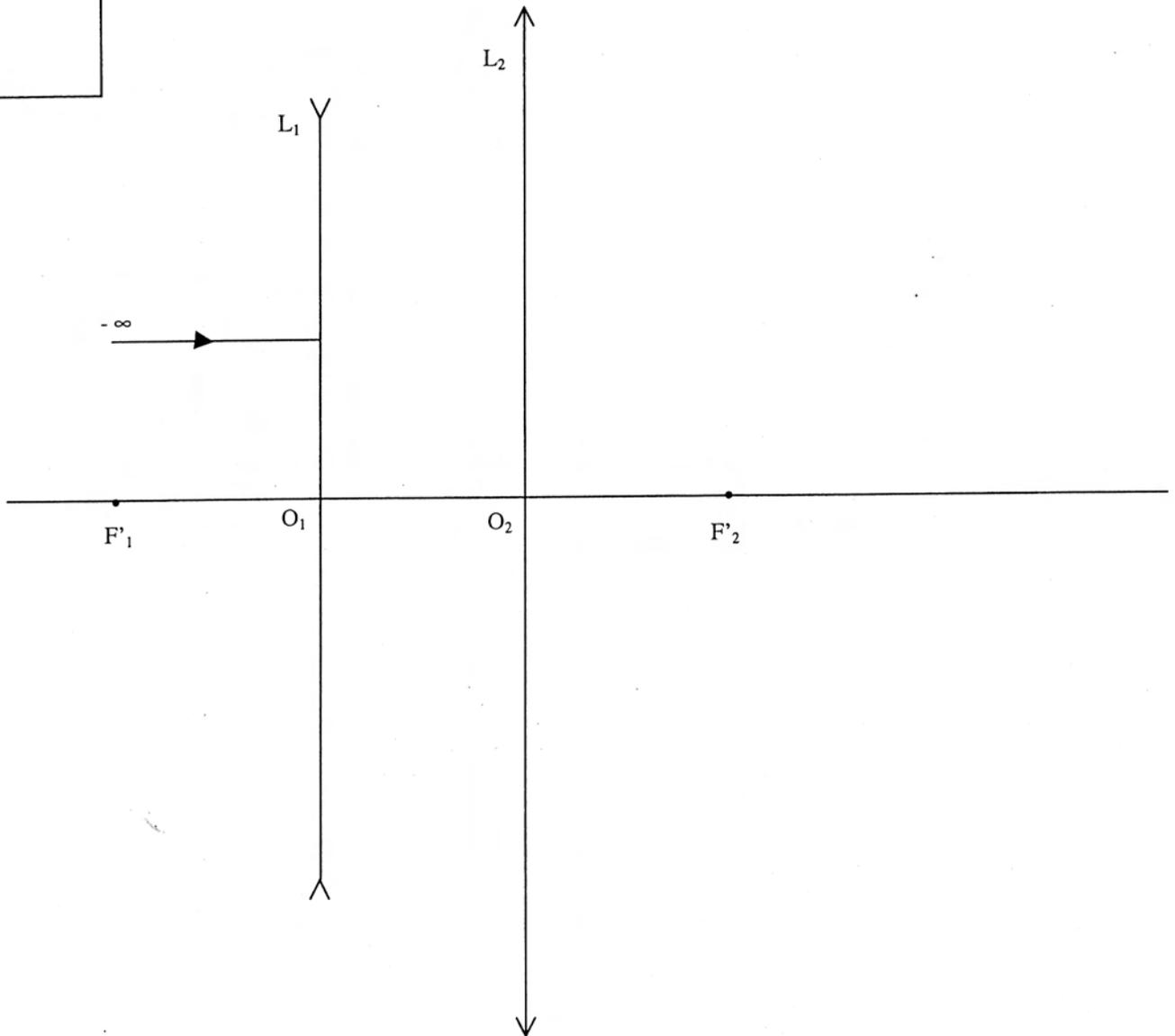
Repère : MVISP Session : 2004

Durée : 3 H

Page : 5/9

Coefficient : 2

DOCUMENT RÉPONSE (à rendre obligatoirement avec la copie)



NE RIEN ÉCRIRE

PARTIE 2 - ACOUSTIQUE : ANALYSE SPECTRALE D'UN BRUIT NORMALISE

Un générateur émet un bruit blanc de niveau d'intensité sonore L_1 mesuré au sonomètre à 1 m ; $L_1 = 100$ dB. Ce signal sonore couvre un domaine de fréquences comprises entre 22,4 Hz et 22,4 kHz.

2.1 - Généralités

2.1.1 - Donner la définition d'un bruit blanc. Représenter $L_1 = g(f)$ liant le niveau d'intensité sonore L_1 à la fréquence f .

2.1.2 - Calculer le niveau d'intensité sonore mesuré à 5 m.

2.2 - Un analyseur à Δf constant comporte des fenêtres d'analyse de largeur constante.

2.2.1 - Calculer l'intensité sonore détectée (à 1 m) par chaque canal d'un analyseur comportant 200 canaux. On rappelle que la référence $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

2.2.2 - Calculer le niveau d'intensité sonore correspondant et construire l'allure du profil spectral $L_1 = g(f)$ livré par l'analyseur.

PARTIE 3 - ELECTRONIQUE : ETUDE DE LA REPARTITION DES SIGNAUX AUDIO DANS LES ENCEINTES D'ECOUTE EN POST PRODUCTION

L'étude est faite en régime sinusoïdal. Les grandeurs instantanées sont représentées sous la forme v ; la notation complexe est utilisée et les grandeurs complexes sont représentées sous la forme \underline{V} .

3.1 - Le schéma général de la structure utilisée est fourni, pour information, dans le **document Elec1**.

3.1.1 - Les 2 amplificateurs opérationnels AOP 1 et AOP 2 fonctionnent **en régime linéaire d'amplification**.

Les 2 entrées différentielles des amplificateurs opérationnels AOP 1 et AOP 2 sont repérées respectivement par (E1, E2) et (E3, E4).

Recopier et compléter le tableau ci-dessous en y plaçant les signes « + » ou « - » repérant respectivement l'entrée non inverseuse et l'entrée inverseuse. Justifier vos réponses.

	E1	E2	E3	E4
indiquer le signe				

3.1.2 - Rappeler la valeur de la tension d'entrée différentielle u_d de ces AOP.

3.2 - Etude de l'étage alimentant le « WOOFER » : sous-ensemble repéré A sur le **document Elec 1**.

3.2.1 - Soit le schéma suivant représentant une partie de cet étage : voir **figure 3.A**.

NB : L'amplificateur opérationnel AOP 3 fonctionne en régime d'amplification linéaire.

Aux fréquences d'utilisation, l'impédance du condensateur C_1 peut être considérée comme nulle. C_1 n'apparaît donc pas sur le schéma **figure 3.A**.

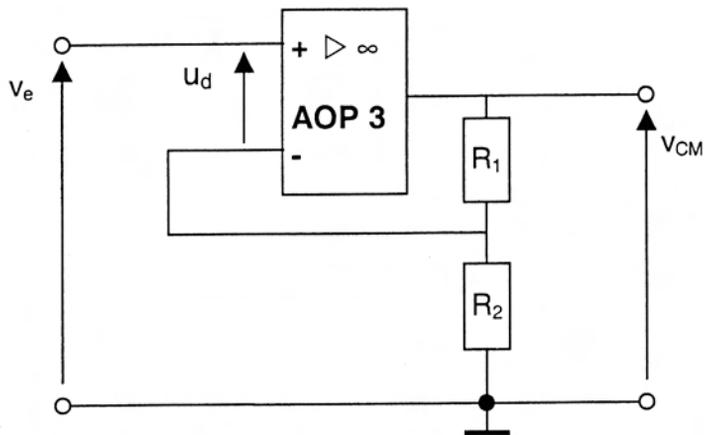


Figure 3.A

3.2.1.1 - Exprimer \underline{V}^+ en fonction de \underline{V}_e .

3.2.1.2 - Exprimer \underline{V}^- en fonction de \underline{V}_{CM} , R_1 et R_2 .

3.2.1.3 - En déduire \underline{V}_{CM} en fonction de \underline{V}_e , R_1 et R_2 .

3.2.2 - Soit le schéma suivant représentant l'autre partie de cet étage : **figure 3.B**.

NB : L'amplificateur opérationnel AOP 4 fonctionne en régime d'amplification.

Aux fréquences d'utilisation, l'impédance du condensateur C_2 peut être considérée comme nulle. C_2 n'apparaît donc pas sur le schéma **figure 3.B**.

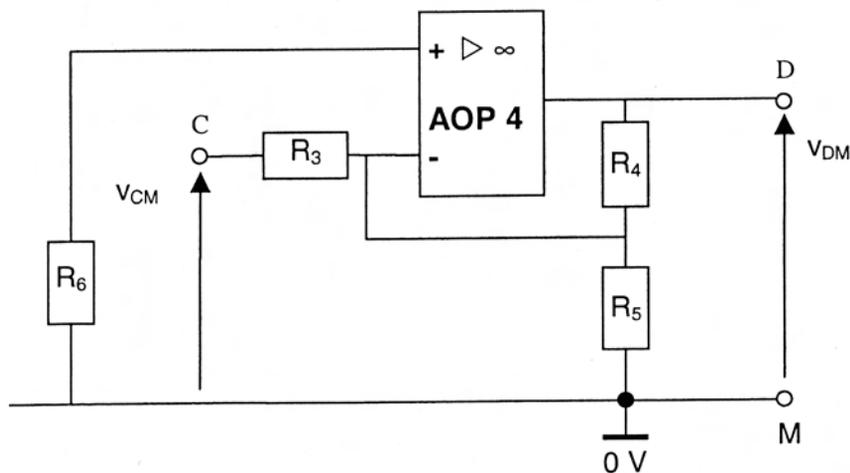


Figure 3.B

L'étude de cet étage se fait en négligeant le courant dans la résistance R_6 donc $\underline{V}^+ = 0$ V.

3.2.2.1 - Exprimer \underline{V}^- en fonction de \underline{V}_{CM} , \underline{V}_{DM} , R_3 , R_4 et R_5 .

3.2.2.2 - En déduire l'expression de \underline{V}_{DM} en fonction de \underline{V}_{CM} , R_3 et R_4 .

3.2.3 - A partir des résultats précédents, montrer que l'expression de la tension aux bornes du « WOOFER », peut s'écrire : $\underline{V}_{CD} = \underline{V}_e (1 + R_4 / R_3) (1 + R_1 / R_2)$.

3.2.4 - Calculer l'amplification en tension $\underline{A}_V = \underline{V}_{CD} / \underline{V}_e$ en prenant :

$R_2 = 680 \Omega$; $R_1 = R_3 = R_4 = 22 \text{ k}\Omega$.

3.2.5 - Cette configuration de l'alimentation d'un haut parleur s'appelle « bridge » : elle permet d'appliquer aux bornes du haut parleur une tension crête à crête $V_{CD\ C-C} = 60\text{ V}$ au lieu de 30 V en configuration normale.

3.2.5.1 - Ce « bridge » permet donc d'obtenir une puissance P , 4 fois supérieure à celle de la configuration « normale ». Justifier.

3.2.5.2 - Montrer que la puissance électrique maximale théorique P_{\max} que devra supporter le « WOOFER », d'impédance relative 8 ohms , en configuration bridge, est : $P_{\max} = 56,25\text{ W}$.

3.3 - Etude du réglage du volume du « woofer » : Sous-ensemble repéré B sur le **document Elec 1**.

Ce sous-ensemble est représenté ci-dessous : voir **figure 3.C**

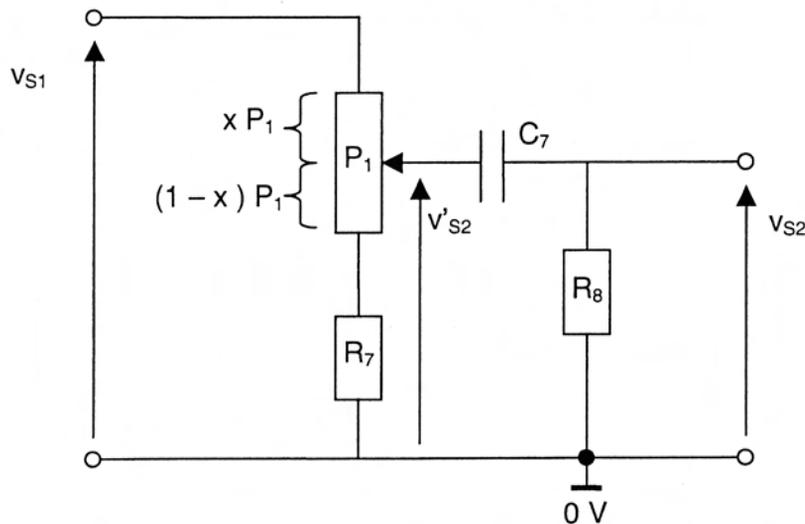


Figure 3.C

NB : Aux fréquences d'utilisation, le rôle de l'ensemble $(C7, R8)$ peut être négligé. On pourra donc écrire $\underline{V}_{S2} = \underline{V}'_{S2}$.

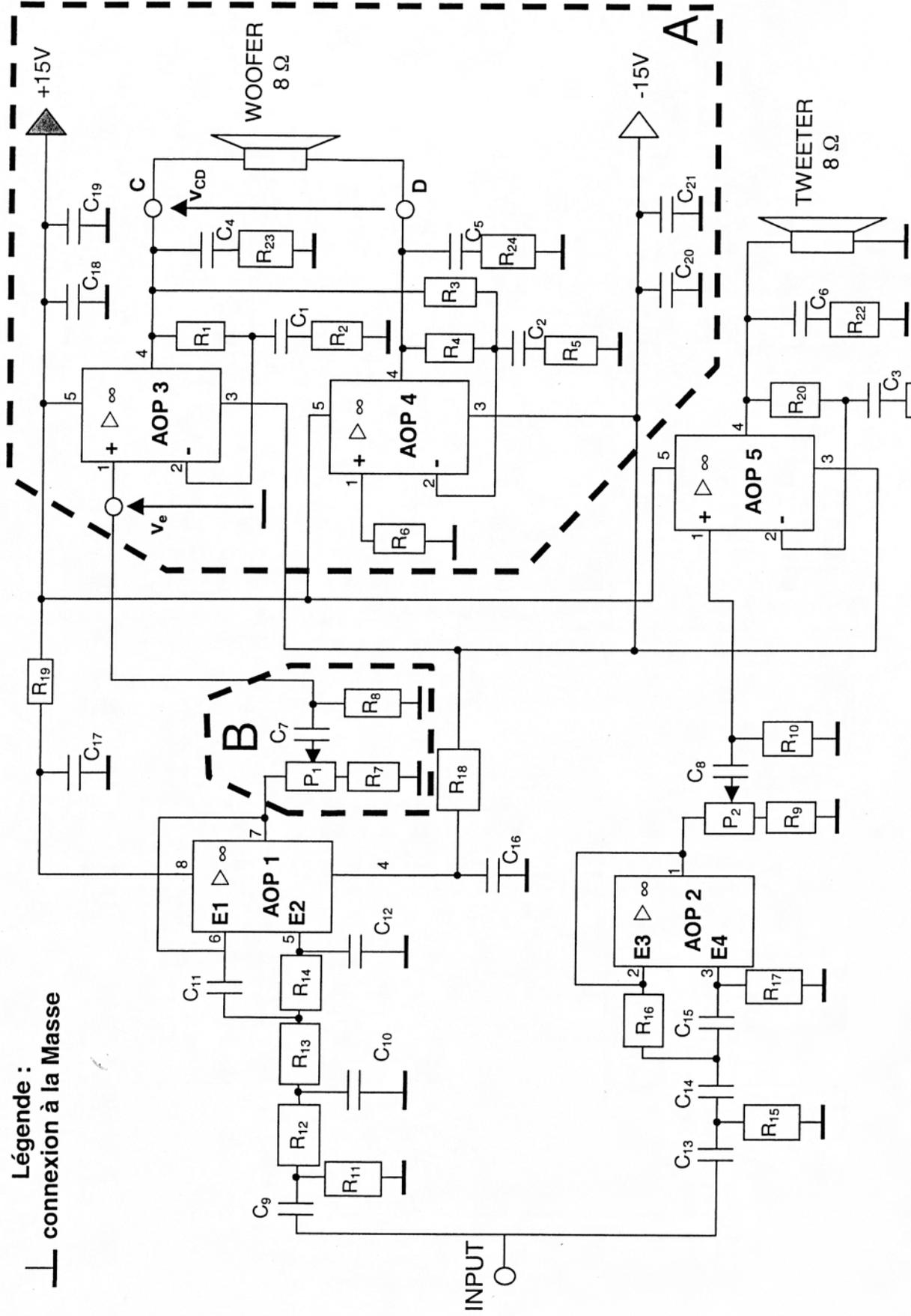
3.3.1 - Exprimer alors \underline{V}_{S2} en fonction de \underline{V}_{S1} , $R7$, $P1$ et de la fraction de piste x variant entre 0 et 1.

Les valeurs des résistances sont les suivantes : $R7 = 5,6\text{ k}\Omega$; $P1 = 200\text{ k}\Omega$.

3.3.2 - Montrer que le rapport $\underline{V}_{S2} / \underline{V}_{S1}$ varie de $1,0$ à $2,7 \cdot 10^{-2}$.

Légende :

— connexion à la Masse



**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

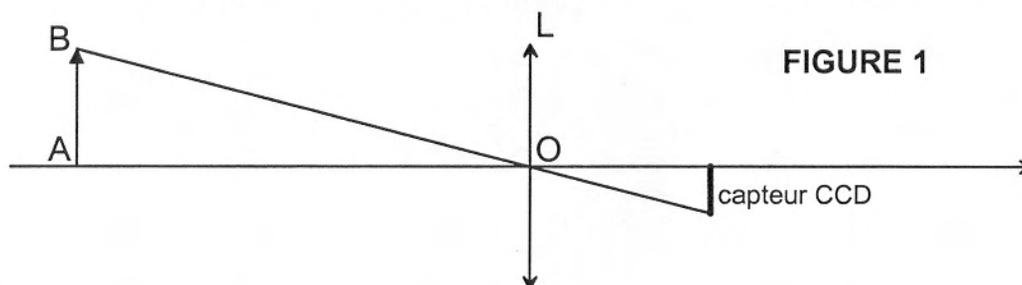
LES 6 PARTIES SONT INDÉPENDANTES

1 - ÉTUDE D'UN OBJECTIF ASSIMILÉ À UNE LENTILLE

On réalise des prises de vue avec un objectif que l'on modélise par une lentille convergente L de centre O dont la focale f varie de 10 mm à 140 mm . Le capteur enregistrant l'image est un capteur CCD de dimensions $8,8 \text{ mm} \times 6,6 \text{ mm}$.

1.1 - Dans cette question, la mise au point est faite sur l'infini, avec une focale de 40 mm . Calculer l'angle de champ en diagonale de l'objectif.

1.2 - On souhaite filmer un objet AB de dimensions $60 \text{ cm} \times 45 \text{ cm}$, comme décrit dans la figure 1.



1.2.1 - Calculer le grandissement algébrique γ pour que l'image recouvre entièrement le capteur (FIGURE 1).

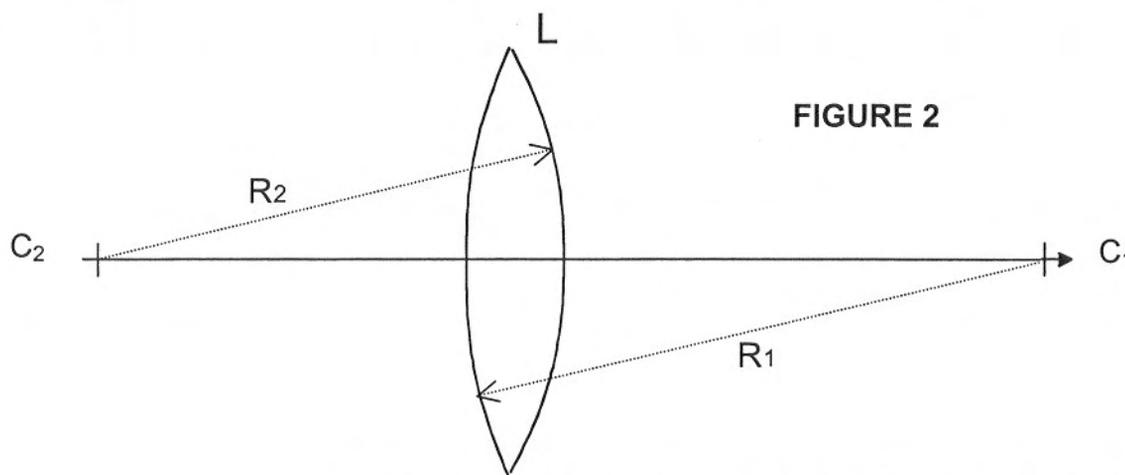
1.2.2 - Le point A étant situé sur l'axe optique, montrer que la mesure algébrique $|\overline{OA}|$ s'exprime

$$\text{par la relation : } |\overline{OA}| = \left(\frac{1}{\gamma} - 1 \right) \cdot f.$$

1.2.3 - Calculer la distance OA pour les deux focales extrêmes.

2 - DÉFAUTS CHROMATIQUES D'UNE LENTILLE

On considère une lentille L convergente mince biconvexe, de rayons de courbure $R_1 = 60 \text{ cm}$ et $R_2 = 40 \text{ cm}$, constituée d'un verre dont l'indice n varie en fonction de la longueur d'onde λ de la lumière qui la traverse (FIGURE 2).



On rappelle que la distance focale f peut se calculer à partir de la relation : $\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$.

- 2.1 - Calculer la distance focale f_B de L lorsqu'elle est traversée par une lumière monochromatique bleue pour laquelle $n = n_B = 1,53$.
- 2.2 - Calculer la distance focale f_R de L lorsqu'elle est traversée par une lumière monochromatique rouge pour laquelle $n = n_R = 1,48$.
- 2.3 - Construire sur la **FIGURE A** du document réponse (qui n'est pas à l'échelle) l'image $A'_B B'_B$ de l'objet AB lorsqu'il est éclairé par la lumière bleue, ainsi que son image $A'_R B'_R$ obtenue lorsqu'il est éclairé par la lumière rouge.
- 2.4 - On éclaire à présent simultanément AB avec les deux lumières précédentes.
On observe une image bleue irisée de rouge sur un écran placé en $A'_B B'_B$.
Qu'observe-t-on sur un écran placé en $A'_R B'_R$?
(Remarque : Ce défaut, appelé aberrations chromatiques, est corrigé dans les appareils professionnels).

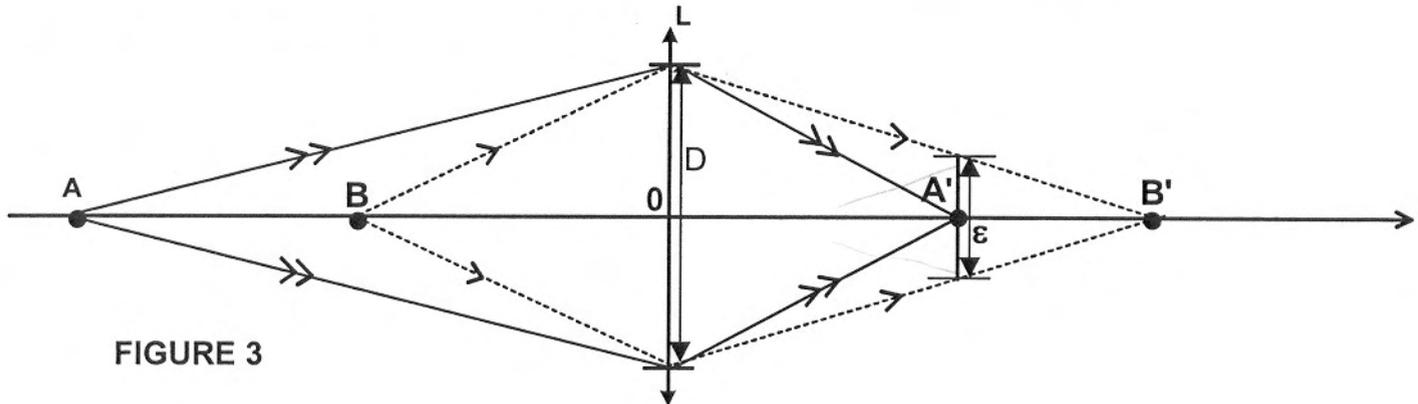
3 - PROFONDEUR DE CHAMP

Un objectif est modélisé par une lentille convergente L de centre O , de distance focale $f = 50$ mm, associée à un diaphragme de diamètre D .

La mise au point est faite sur un objet A , situé à $5,0$ m de O : le capteur enregistrant l'image se trouve donc en A' , image de A à travers L .

On ne s'intéresse qu'à la partie de la profondeur de champ située entre A et l'objectif : la profondeur de champ s'étend donc du point A au point B dont l'image par L est B' .

Le faisceau issu de B et convergent en B' forme sur le capteur un disque de diamètre ϵ , dont le contour est appelé cercle de netteté toléré (FIGURE 3).



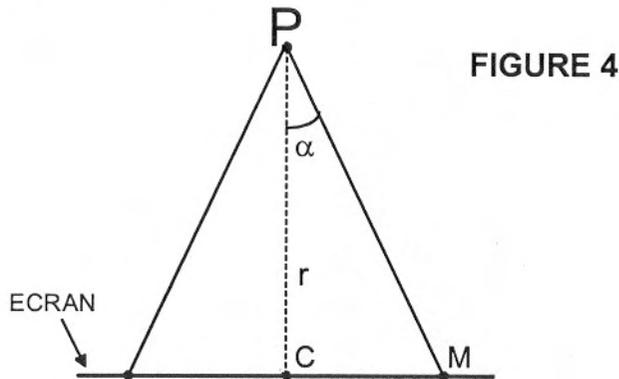
- 3.1 - Calculer $\overline{OA'}$.
- 3.2 - Etablir la relation liant $\overline{OB'}$, $\overline{A'B'}$, le diamètre ϵ et le diamètre D .
- 3.3 - Rappeler la relation liant D , f et N , nombre d'ouverture de l'objectif.
- 3.4 - En déduire la relation : $\overline{OB'} = \frac{\overline{OA'}}{1 - \epsilon \frac{N}{f}}$.
- 3.5 - En déduire la valeur de la distance $\overline{OB'}$, sachant que $\epsilon = 0,05$ mm et $N = 11$.
- 3.6 - Calculer la distance \overline{OB} .

4 - PHOTOMÉTRIE

On considère un projecteur **P** absorbant une puissance électrique $P_e = 1,2 \text{ kW}$ et dont la lampe a pour efficacité $s = 24 \text{ lm.W}^{-1}$. Il émet un faisceau conique de demi-angle au sommet $\alpha = 15^\circ$.

On rappelle que l'angle solide d'émission du cône est donné par la relation : $\Omega = 2\pi \cdot (1 - \cos \alpha)$.

- 4.1 - Calculer le flux photométrique utile ϕ_u émis, sachant qu'il représente 75 % du flux total.
- 4.2 - En déduire l'intensité lumineuse I émise.
- 4.3 - Le projecteur précédent éclaire un écran perpendiculaire à son axe distant de $r = 5,0 \text{ m}$, et interceptant tout le faisceau (FIGURE 4).



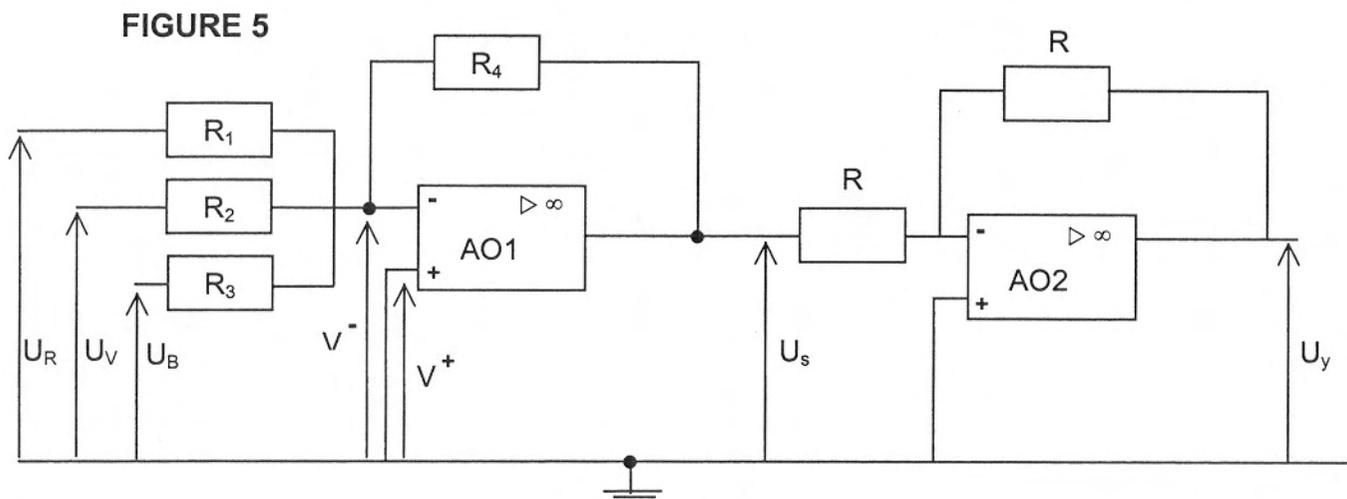
Dans la suite de l'exercice, quelle que soit la valeur trouvée en 3.2, on prendra $I = 10^5 \text{ cd}$.

- 4.3.1 - Calculer l'éclairement E_C au centre **C** de la zone éclairée.
- 4.3.2 - Calculer l'éclairement E_M en un point **M** situé à la périphérie de la zone éclairée.
- 4.4 - Déterminer la surface **S** de la zone éclairée.
- 4.5 - Calculer l'éclairement moyen E_{Moy} obtenu en supposant que le flux reçu se répartit uniformément sur toute la surface éclairée.
- 4.6 - Comparer E_C , E_M et E_{Moy} . Quelle erreur pratique commet-on si on ne calcule que E_{Moy} ?

5 - ÉLABORATION D'UN SIGNAL DE LUMINANCE

Le montage représenté FIGURE 5, issu de la documentation technique d'une caméra, permet l'élaboration du signal de luminance U_Y à partir des trois signaux U_R , U_V et U_B .

Les amplificateurs opérationnels AO1 et AO2 sont supposés parfaits et fonctionnent en régime linéaire. Ils sont alimentés en $+12 \text{ V} / -12 \text{ V}$.



5.1 - On s'intéresse à la fonction réalisée par AO1.

On rappelle que $U_S = -R_4 \left(\frac{U_R}{R_1} + \frac{U_V}{R_2} + \frac{U_B}{R_3} \right)$.

Donner le nom de la fonction réalisée par AO1.

5.2 - On veut que $U_S = - (0,30 U_R + 0,59 U_V + 0,11 U_B)$, et on fixe $R_4 = 1 \text{ k}\Omega$, déterminer les valeurs à donner à R_1 , R_2 et R_3 .

5.3 - On s'intéresse à la fonction réalisée par l'AO2. Démontrer que $U_Y = -U_S$.

Donner le nom de la fonction réalisée par AO2. Déduire U_Y en fonction de U_R , U_V et U_B .

6 - SIGNAL VIDÉOCOMPOSITE D'UNE TÉLÉVISION COULEUR (TVC)

Dans une caméra, le signal vidéo composite TVC considéré s'écrit sous la forme :

$$v_{\text{TVC}}(t) = v_Y(t) + v_{\text{DB}}(t) \cdot \cos(2\pi \cdot f_p \cdot t) + v_{\text{DR}}(t) \cdot \cos(2\pi \cdot f_p \cdot t + \pi/2).$$

avec : $v_Y(t)$: signal de luminance.

$v_{\text{DB}}(t)$ et $v_{\text{DR}}(t)$: signaux de chrominance, ne possédant pas de composantes spectrales de fréquences supérieures à **0,60 MHz**.

On donne de plus : $f_p = 4,43 \text{ MHz}$.

On ne s'intéresse qu'au signal $v_i(t) = v_{\text{DB}}(t) \cdot \cos(2\pi \cdot f_p \cdot t)$.

6.1 - Quel type de modulation permet d'obtenir $v_i(t)$?

6.2 - Quel signal est appelé « signal modulant » ?

6.3 - Sur la **figure B1** du document réponse est représenté le spectre en amplitude $V_{\text{DB}}(f)$ de $v_{\text{DB}}(t)$.

Représenter sur la **figure B2** du document réponse, en se limitant au domaine des fréquences positives, le spectre $V_i(f)$ de $v_i(t)$. Indiquer ses fréquences extrémales.

Repère : MVISP

SESSION 2006

Durée : 3 H

Page : 0/11

Coefficient : 2

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

**ÉPREUVE E3 :
SCIENCES PHYSIQUES**

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

OPTION METIERS DE L'IMAGE

PARTIE 1 - COLORIMETRIE ET OPTIQUE

Les exercices A et B sont indépendants

A - COLORIMETRIE

On s'intéresse ici à la chaîne d'acquisition d'une image jusqu'à l'obtention des trois tensions caractéristiques des luminances rouge, verte et bleue.

Pour étudier la chaîne colorimétrique, on suppose que l'objet filmé est une surface uniformément éclairée par trois rayonnements monochromatiques (couleurs pures) de longueurs d'onde $\lambda_1 = 465 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 545 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 625 \text{ nm}$.

Les luminances produites par la diffusion de ces rayonnements par l'objet sont respectivement, et dans l'axe de prise de vue : $L_1 = 5,5 \text{ Cd} \cdot \text{m}^{-2}$, $L_2 = 100 \text{ Cd} \cdot \text{m}^{-2}$ et $L_3 = 55 \text{ Cd} \cdot \text{m}^{-2}$.

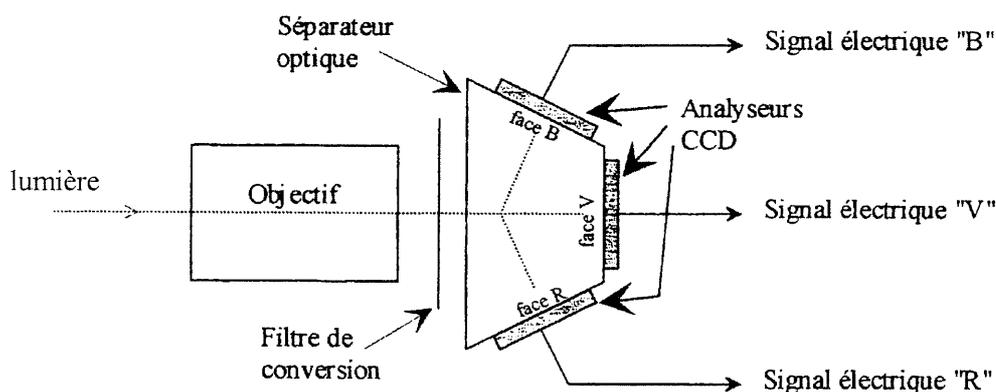
1.1 - Détermination des coordonnées de l'impression colorée de l'objet perçue par l'œil

1.1.1 - Placer sur le diagramme de chromaticité du **document réponse N° 1** les points M_1 , M_2 et M_3 correspondant aux trois rayonnements éclairant l'objet. Relever leurs coordonnées.

1.1.2 - Calculer la luminance totale de l'objet filmé dans l'axe de prise de vue.

1.1.3 - Déterminer les coordonnées X_m et Y_m du point M correspondant à l'impression colorée de l'objet perçue par l'œil puis placer M dans le diagramme du **document réponse N° 1**.

1.2 - Détermination de l'amplitude des tensions électriques caractéristiques de l'objet filmé par la caméra



Considéré isolément, l'objectif de la caméra produit au plan où se forme l'image un éclairement E lié à la luminance L de l'objet filmé par la relation : $E = K \cdot L$.

Dans les conditions du test effectué (ouverture relative de diaphragme réglée à $1/2,8$), on a : $K = 0,7 \text{ sr}$ pour toutes les composantes spectrales de la lumière captée. Les caractéristiques spectrales du filtre de conversion et du séparateur optique sont données en **annexe N° 1.A**.

1.2.1 - Déterminer les éclairements lumineux reçus en sortie du filtre de conversion pour les trois rayonnements monochromatiques. On appellera E_1 , E_2 , E_3 ces éclairements.

1.2.2 - On cherche à déterminer les éclairagements lumineux reçus par chacun des capteurs CCD. Le tableau sur le **document réponse n°2** donne les éclairagements E_{1r} , E_{2r} , E_{3r} et E_{1b} , E_{2b} , E_{3b} reçus sur la face R et la face B du prisme séparateur pour les trois longueurs d'ondes composant la lumière diffusée par l'objet.

En utilisant la caractéristique spectrale du séparateur optique (**document annexe N° 1.B**), compléter le tableau du **document réponse n°2** avec les valeurs des éclairagements E_{1v} , E_{2v} , E_{3v} , reçus par la face V.

1.2.3 - La sensibilité des capteurs CCD étant totalement indépendante de la vision humaine, on se propose de calculer les éclairagements énergétiques correspondant aux éclairagements lumineux calculés précédemment.

On rappelle que $E = k \cdot E' \cdot Fe(\lambda_1)$.

Avec E' : éclairagement énergétique.

E : éclairagement lumineux.

$k = 683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$.

$Fe(\lambda_1)$: coefficient caractéristique de la sensibilité de l'œil humain pour une longueur d'onde monochromatique λ_1 (**annexe N° 2.A**).

Compléter le tableau du **document réponse N° 2** en calculant les éclairagements énergétiques E'_{1b} , E'_{2b} , E'_{3b} reçus par le CCD correspondant aux éclairagements lumineux E_{1b} , E_{2b} , E_{3b} .

1.2.4 - Relever les sensibilités spectrales des capteurs CCD pour les trois longueurs d'onde reçues. On notera $A(\lambda_1)$, $A(\lambda_2)$ et $A(\lambda_3)$ ces sensibilités.

1.2.5 - La durée d'intégration étant fixée à $T = 1/50$ seconde, calculer la tension V_r en sortie du capteur CCD de la face R. Placer ce résultat dans le tableau du **document réponse N° 2**.

On rappelle que pour un faisceau incident monochromatique on a :

$$V = A(\lambda) \cdot T \cdot E'(\lambda).$$

Avec V : tension en sortie du capteur CCD.

$A(\lambda)$: sensibilité spectrale du capteur.

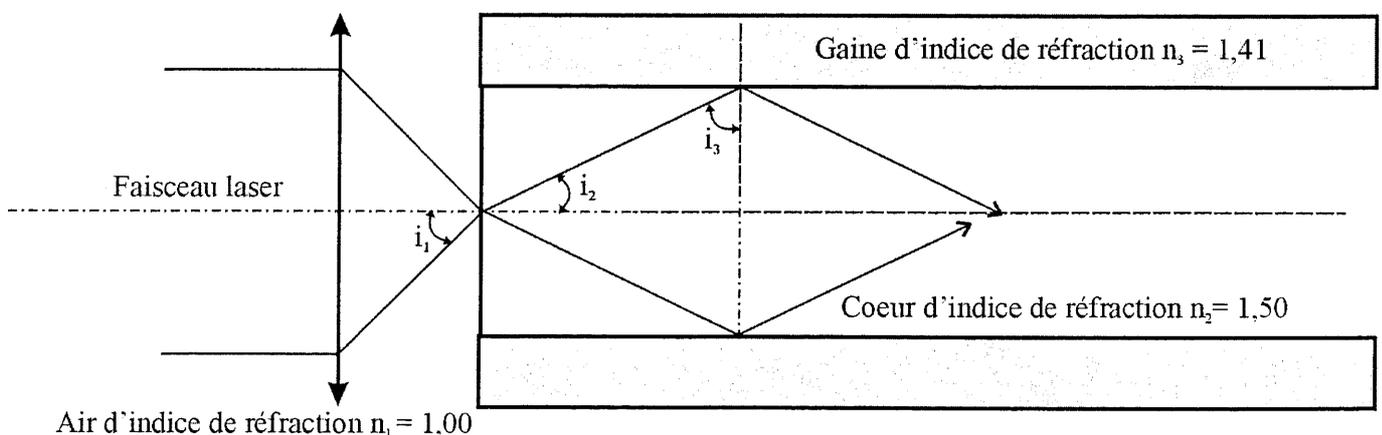
T : durée d'intégration.

$E'(\lambda)$: éclairagement énergétique pour la longueur d'onde λ .

B - TRANSMISSION PAR FIBRE OPTIQUE

On souhaite propager un faisceau laser dans une fibre optique.

On propose le schéma ci-dessous (La figure n'est pas à l'échelle).



1.3 - On donne $i_1 = 30,8^\circ$.

1.3.1 - Calculer la distance focale image f' de la lentille convergente sachant que le diamètre du faisceau est de 1,0 mm.

1.3.2 - Calculer l'angle de réfraction i_2 .

1.3.3 - En déduire i_3 et montrer qu'il correspond à l'angle limite de réfraction dans la fibre.

C - ETUDE DU TELEOBJECTIF

1.4 - On dispose de deux lentilles, une convergente L_1 et une divergente L_2 dont les distances focales sont respectivement $f'_1 = 12,0$ cm et $f'_2 = -5,0$ cm. Ces deux lentilles sont espacées de 9,2 cm. Un objet AB est situé à la distance $p_1 = 2,0$ m de la lentille convergente (**voir document réponse N° 3**).

Remarque : Vous apporterez un soin particulier à la construction graphique, la précision des mesures en dépend.

1.4.1 - Calculer la position p'_1 de l'image réelle A'B' de l'objet AB donnée par la lentille convergente seule.

1.4.2 -

1.4.2.1 - Calculer le grossissement γ_1 obtenu par la lentille L_1 .

1.4.2.2 - Calculer la dimension de l'image A'B' sachant que l'objet AB mesure 5,5 cm.

1.4.2.3 - Placer cette image sur le **document réponse N° 3**.

1.4.3 - Construire l'image A''B'' de l'objet AB donné par le système de lentilles.

1.4.4 - Relever l'encombrement (distance entre la lentille frontale et le plan image) du téléobjectif ainsi obtenu.

1.4.5 - On souhaite remplacer ce groupement de lentilles par une seule lentille convergente L'_1 de centre optique O'_1 confondu avec O_1 . Cette lentille donnerait une image réelle A''' B''' de l'objet AB de même dimension que A''B''.

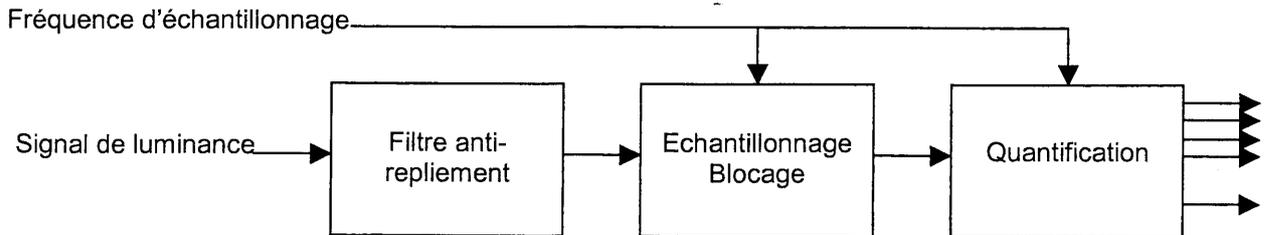
Construire graphiquement A''' B''' et en déduire la distance focale de L'_1 .

1.4.6 - Relever alors l'encombrement de l'objectif ainsi constitué.

1.4.7 - Conclure sur l'intérêt du téléobjectif.

PARTIE 2 - ETUDE DE LA CONVERSION ANALOGIQUE NUMERIQUE

On donne ci-dessous le schéma synoptique de la conversion analogique numérique du signal de luminance.



2.1 - Filtre anti-repliement et échantillonnage

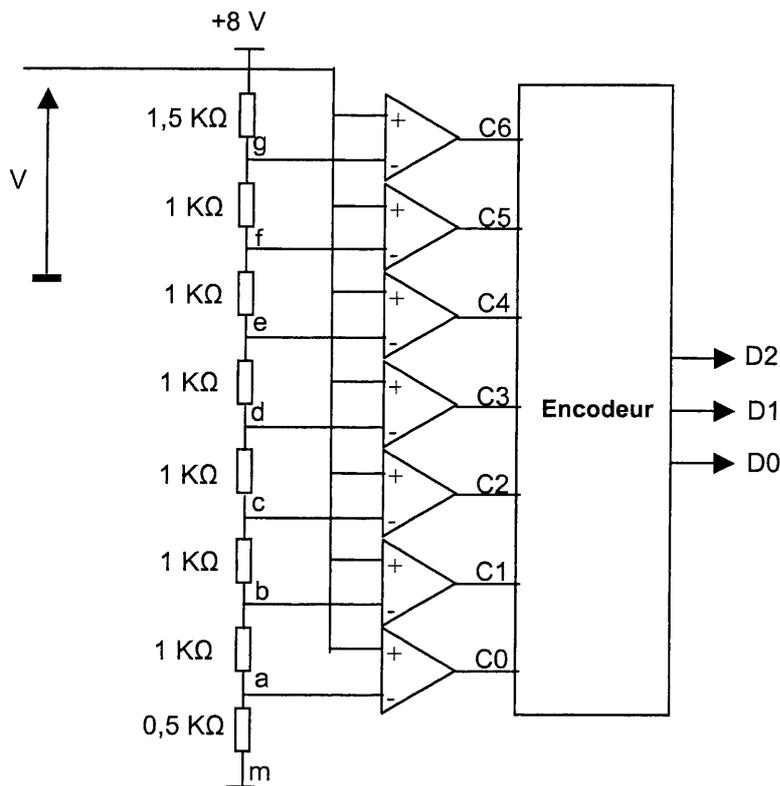
2.1.1 - Le spectre du signal de luminance produit par la caméra est compris entre 0 Hz et 5,5 MHz. Déterminer la fréquence d'échantillonnage minimum $F_{e\min}$ nécessaire.

2.1.2 - La fréquence d'échantillonnage réelle F_e est de 13,5 MHz. Sur le **document réponse N° 4**, on a placé le spectre du signal de luminance. Compléter ce document en y ajoutant les composantes introduites par l'échantillonnage donnant l'allure de la représentation spectrale du signal de luminance échantillonné.

2.1.3 - Déterminer la fréquence de la première composante spectrale nuisible provoquant un repliement dans le spectre du signal échantillonné.

2.2 - Principe de la quantification de type « Flash »

Hypothèse : Les comparateurs sont considérés comme idéaux ; les courants d'entrées sont nuls.



2.2.1 - Calculer les valeurs numériques des tensions continues V_{am} , V_{bm} , V_{cm} , V_{dm} , V_{em} , V_{fm} et V_{gm} .

2.2.2 - En déduire le pas de quantification q .

2.2.3 - Tracer la caractéristique de transfert de ce convertisseur sur le **document réponse N° 4**.

PARTIE 3 - ACOUSTIQUE

CHOIX D'ENCEINTES

Une enceinte fournit un niveau sonore de $100 \text{ dB}_{\text{SPL}}$ à 1 m pour 1 watt électrique reçu.

3.1 - Calculer le niveau de pression sonore P_s à 50 m de l'enceinte.

3.2 - On souhaite ramener le niveau de pression sonore P_s à $100 \text{ dB}_{\text{SPL}}$ à cette distance, calculer le gain G apporté par l'amplificateur pour répondre à cette contrainte.

3.3 - Le haut parleur est modélisé électriquement par une résistance de 8 ohms. Quelle est la valeur efficace de la tension aux bornes du haut parleur si celui ci reçoit une puissance P_e de 316 W ?

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)

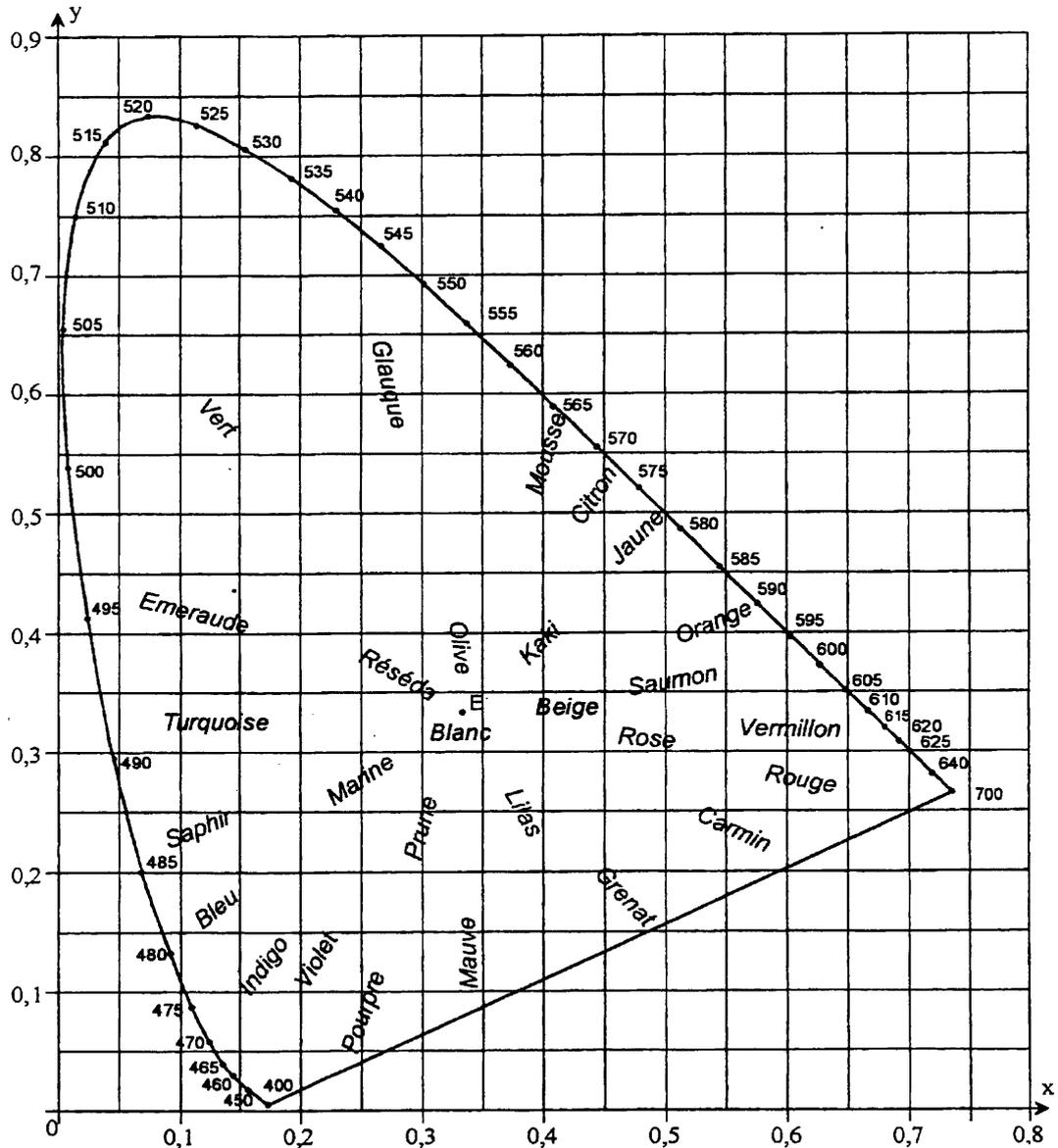
* Uniquement s'il s'agit d'un e

Repère : MVISP Session : 2006
Page : 6/11

Durée : 3 H
Coefficient : 2

DOCUMENT RÉPONSE N° 1 (à rendre obligatoirement avec la copie)

Diagramme de chromaticité de la C.I.E. (1931)



Les couleurs pures sont repérées par leur longueur d'onde en nm, le blanc E correspond à une source rayonnant une densité spectrale constante sur tout le spectre visible.

NE RIEN ÉCRIRE

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 ex

Repère : MVISP Session : 2006

Durée : 3 H

Page : 7/11

Coefficient : 2

DOCUMENT RÉPONSE N° 2
(à rendre obligatoirement avec la copie)

PARTIE 1 - QUESTIONS : 1.2.2, 1.2.3 et 1.2.5

	Eclairage lumineux (lux)			Eclairage énergétique ($W \cdot m^{-2}$)			Tension (V)
Face R	$E_{1r} = 0$	$E_{2r} = 2,30$	$E_{3r} = 8,90$	$E'_{1r} = 0$	$E'_{2r} = 3,4 \cdot 10^{-3}$	$E'_{3r} = 41 \cdot 10^{-3}$	$V_r =$
Face V	$E_{1v} =$	$E_{2v} =$	$E_{3v} =$	$E'_{1v} = 4,5 \cdot 10^{-3}$	$E'_{2v} = 29 \cdot 10^{-3}$	$E'_{3v} = 0$	$V_v = 0,21$
Face B	$E_{1b} = 1,45$	$E_{2b} = 0$	$E_{3b} = 0$	$E'_{1b} =$	$E'_{2b} =$	$E'_{3b} =$	$V_b = 0,12$

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 Républicain **Repère MVISP SESSION 2006**

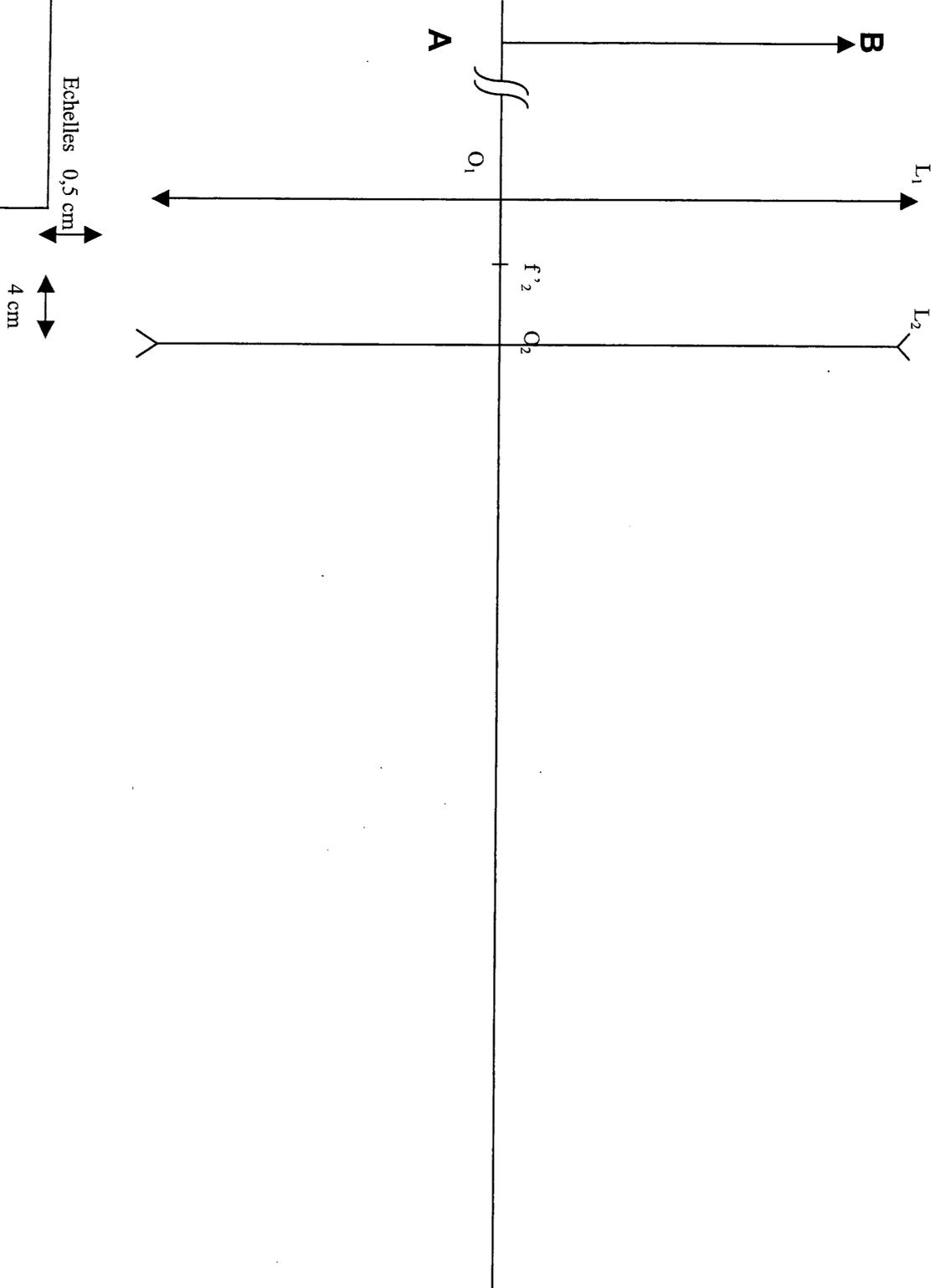
Page : 8/11

Durée : 3 H

Coefficient : 2

NE RIEN ÉCRIRE

DOCUMENT RÉPONSE N° 3
(à rendre obligatoirement avec la copie)



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 : _____

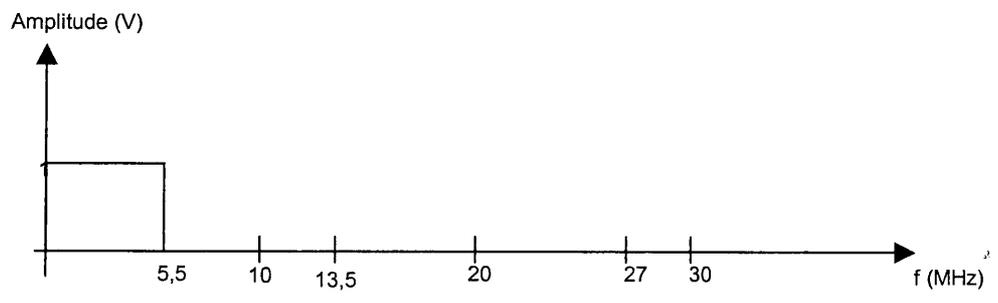
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

Uniquement révisé par : **Repère : MVISP Session : 2006** **Durée : 3 H**

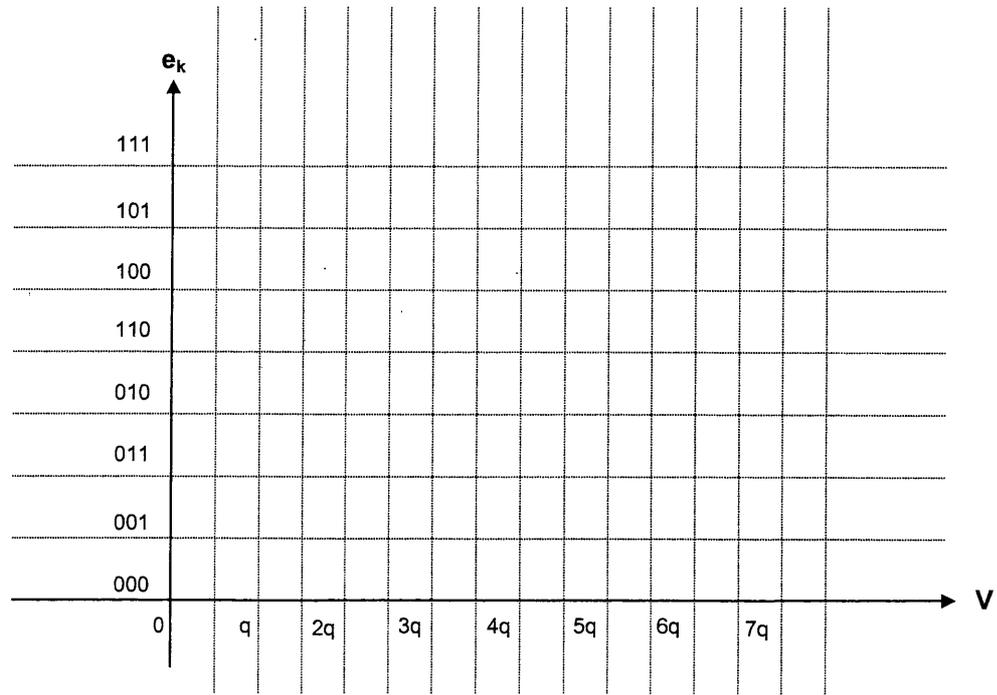
Page : 9/11 **Coefficient : 2**

DOCUMENT RÉPONSE N° 4
(à rendre obligatoirement avec la copie)

PARTIE 2 - QUESTION : 2.1.2 -
Représentation spectrale du signal de luminance échantillonné



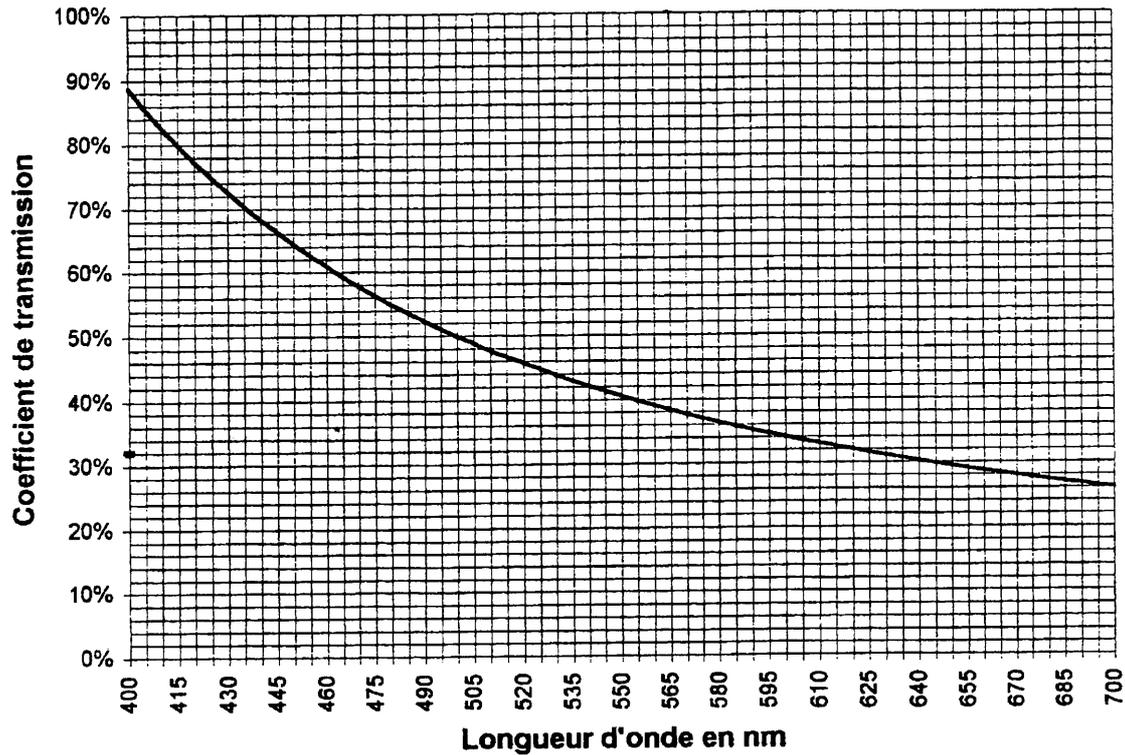
PARTIE 2 - QUESTION : 2.2.3



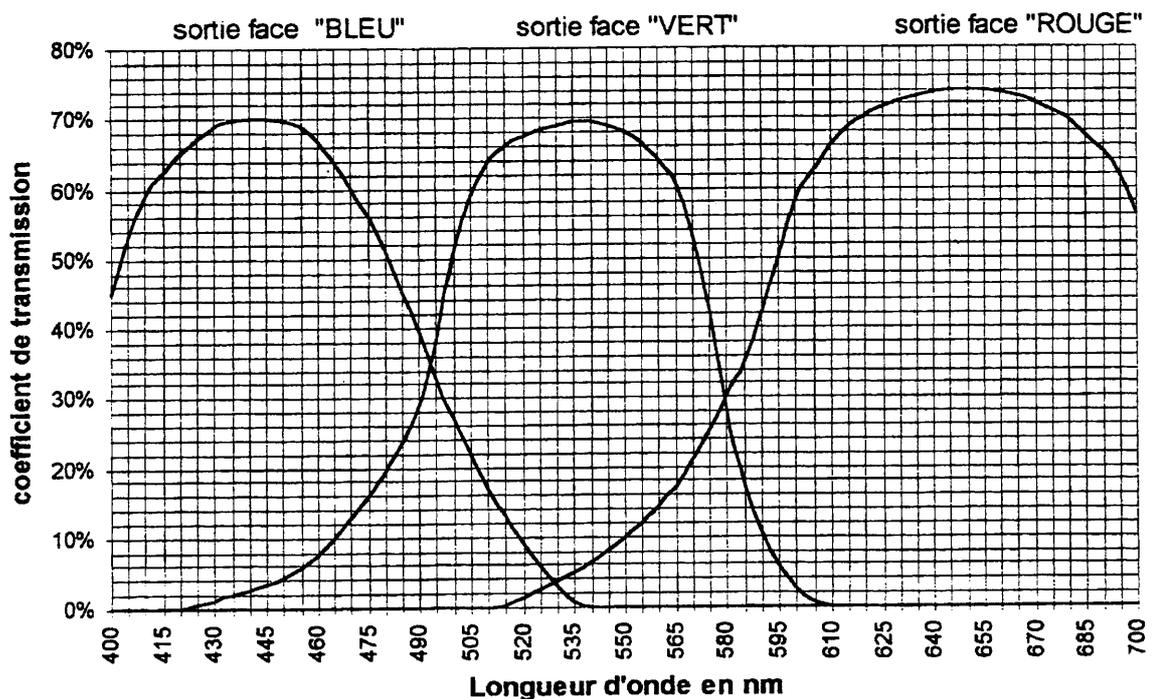
q: Pas de quantification (en Volt).
e: Nombre binaire codé en binaire réfléchi sur 3 bits D0, D1, D2. D0 est le L.S.B et D2

DOCUMENT ANNEXE N° 1

A - Caractéristique spectrale du filtre de conversion

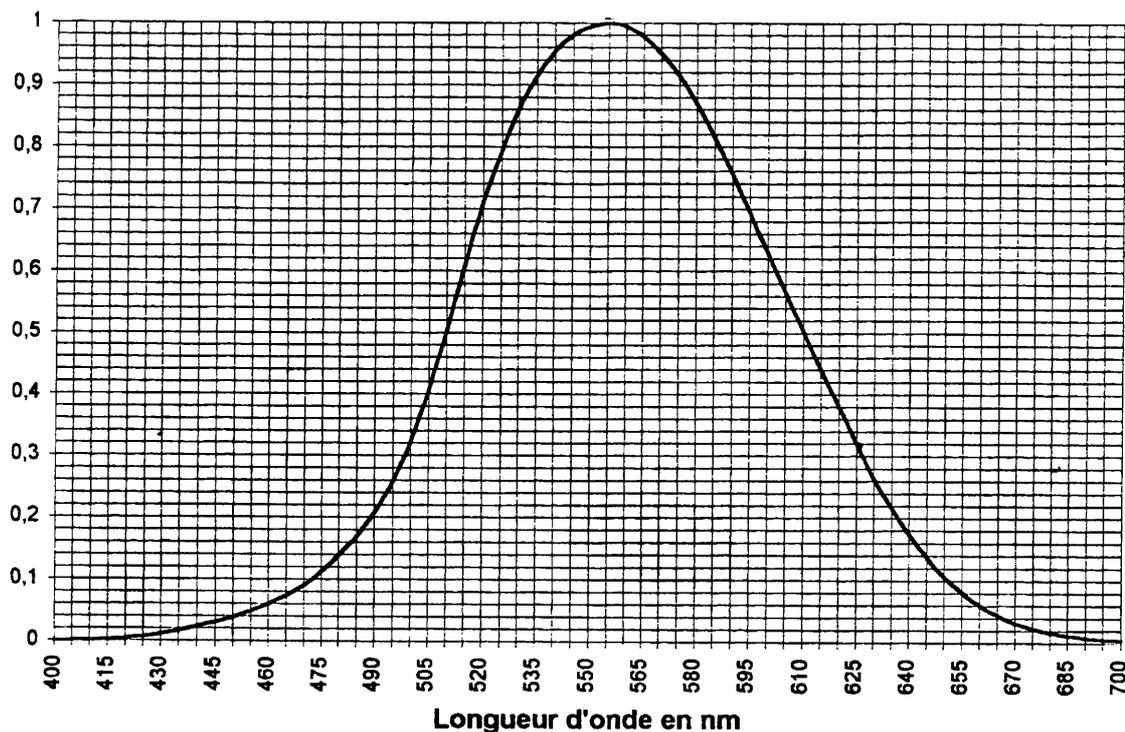


B - Caractéristique spectrale du séparateur optique



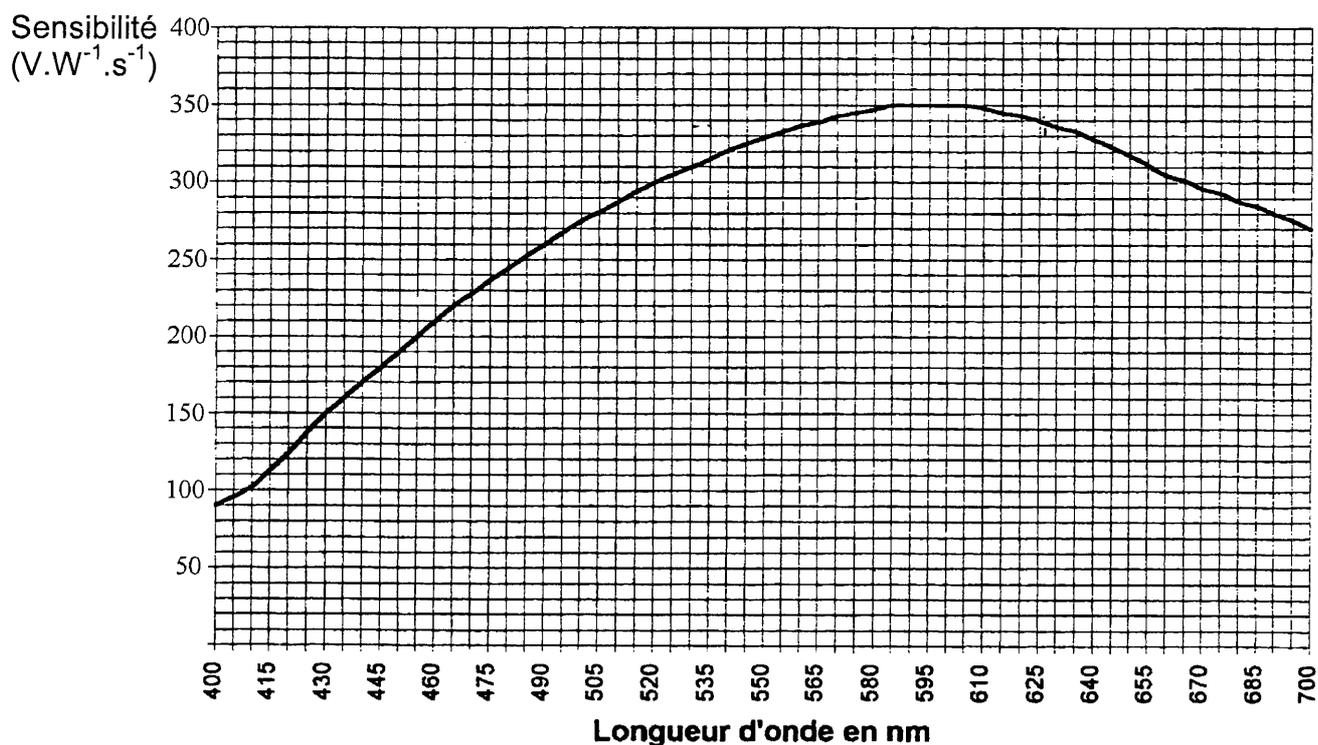
DOCUMENT ANNEXE N° 2

A - Courbe de sensibilité de l'œil Fe (λ)



B - Sensibilité spectrale des analyseur CCD

(Rapport de la tension de sortie sur l'énergie surfacique reçue au bout de la durée d'intégration)



**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 est composé de 3 parties indépendantes : Optique - Acoustique - Électronique.

PARTIE 1 - OPTIQUE

A - ÉTUDE DU SÉPARATEUR OPTIQUE D'UNE CAMÉRA

Le séparateur optique d'une caméra analyse une couleur. Dans la suite, on limitera l'étude à la décomposition uniquement des primaires rouge et verte. Le passage des deux rayons lumineux à travers le séparateur est donné à la **figure 1** suivante :

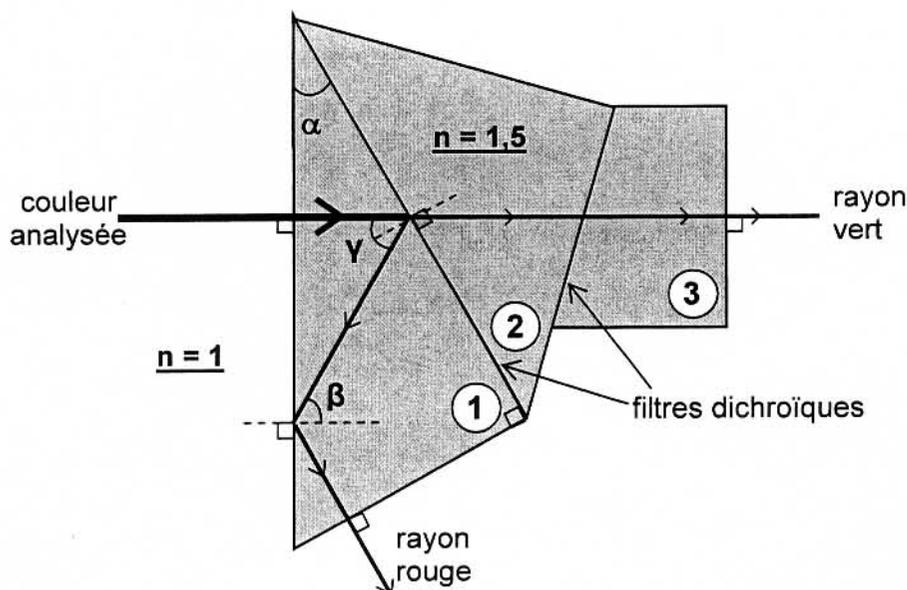


Figure 1

Les 3 parties constituant le séparateur sont en verre d'indice $n = 1,5$ et sont repérées 1, 2, 3.

Avertissement : la figure n'est pas à l'échelle.

1.1 - Quel est rôle d'un filtre dichroïque ?

On veut montrer qu'en choisissant un angle $\alpha = 30^\circ$ (voir **figure 1**), le trajet du rayon rouge subit une réflexion totale à la surface de séparation entre le verre et l'air.

1.2 - Déterminer la valeur de l'angle γ puis la valeur de l'angle β .

1.3 - Calculer l'angle limite i_L de réflexion totale à la surface de séparation entre le verre et l'air. Justifier la réflexion totale.

B - ÉTUDE COLORIMÉTRIQUE D'UNE LAMPE À DÉCHARGE

Une source lumineuse S_1 émet deux raies monochromatiques et fournit un flux lumineux total de 2000 lm avec une température de couleur équivalente de 3200 K.

On rappelle que la température de couleur de 3200 K pour un corps noir correspond sensiblement au point M de coordonnées ($x_M = 0,4$; $y_M = 0,4$) dans un diagramme de chromaticité fourni en **annexe 1 - page 7/8**.

1.4 - Sachant que l'une des deux raies possède une longueur d'onde monochromatique $\lambda_1 = 500$ nm de coordonnées : ($x_1 = 0,01$; $y_1 = 0,53$), déduire d'après le diagramme de chromaticité fourni, la longueur d'onde λ_2 permettant d'obtenir par mélange le point M.

Déterminer ses coordonnées (x_2 ; y_2).

1.5 - On considère les luminances L_1 et L_2 des couleurs correspondant aux longueurs d'onde λ_1 et λ_2 . Montrer, à l'aide d'une méthode graphique, que le rapport L_1/L_2 vaut environ **1,6**.

Les flux lumineux Φ_1 et Φ_2 émis étant proportionnels à L_1 et L_2 , on peut écrire: $\Phi_1/\Phi_2 = L_1/L_2 = 1,6$.

1.6 - Sachant que le flux lumineux total $\Phi = (\Phi_1 + \Phi_2)$ émis par les deux raies est de 2000 lm, calculer les valeurs des flux Φ_1 et Φ_2 .

1.7 - Calculer la puissance électrique P_{1e} consommée par la source S_1 , sachant que son efficacité lumineuse a pour valeur $e_1 = 90$ lm.W⁻¹.

C - ÉTUDE D'UN ZOOM 4 x 35

On s'intéresse dans cette partie à un objectif à focale variable (zoom). Il est modélisé, sur la **figure 2** suivante, à l'aide de 3 lentilles L , L_1 , L_2 de distances focales dont les valeurs algébriques respectives sont notées f , f_1 et f_2 .

Le réglage du zoom se fait par déplacement de L entre L_1 et L_2 .

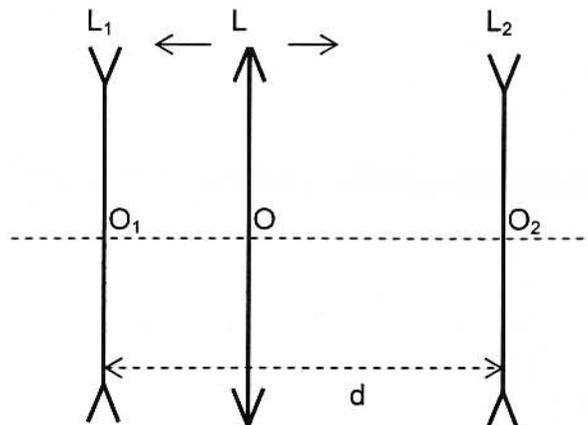


Figure 2

On donne $f = 19,4$ mm ; $f_1 = -25,4$ mm ; $f_2 = -30$ mm ; $d = O_1O_2 = 69,7$ mm.

Pour chacune des positions extrêmes, la lentille mobile L est accolée à L_1 ou à L_2 .

On rappelle que la vergence C équivalente à 2 lentilles L' et L'' de vergences C' et C'' distantes d'une longueur e peut s'exprimer par la relation suivante :

$$\boxed{C = C' + C'' - e \times C' \times C''} \quad (\text{formule de Gullstrand})$$

1.8 - Cas N°1 : La lentille L est accolée à L₁.

Calculer la distance focale f_{a1} équivalente au système accolé (L, L₁), donner la nature de cette lentille équivalente.

Cas N°2 : La lentille L est accolée à L₂.

Calculer la distance focale f_{a2} équivalente au système accolé (L, L₂), donner la nature de cette lentille équivalente.

1.9 - On se place dans le cas N°1.

Sur le document réponse de l'**annexe 2 page 8/8**, tracer les rayons lumineux permettant d'obtenir l'image A"B" de objet AB à travers le groupe de lentille.

Avertissement : le document réponse n'est pas à l'échelle.

1.10 - Calculer les focales extrêmes f_{min} et f_{max} correspondant aux cas N° 1 et N° 2.**D - ÉTUDE THERMOCOLORIMÉTRIQUE D'UNE LAMPE À INCANDESCENCE**

Une source lumineuse S₂ à incandescence est constituée d'un filament de tungstène. En première approximation, on suppose que la résistivité ρ de ce métal dépend de la température T suivant la loi

$$\rho = a.T^2 + b.T \quad \text{avec } a = 2,5.10^{-14} \Omega.m.K^{-2} \text{ et } b = 2,3.10^{-10} \Omega.m.K^{-1}.$$

Le filament de cette source est modélisé par un cylindre de rayon $r = 0,15$ mm et de longueur L. Les dilatations linéaires du filament dues à l'élévation de température sont négligées.

On rappelle que la résistance R d'un conducteur s'exprime par la relation $R = \rho \cdot \frac{L}{S}$ ou L représente la longueur du conducteur et S sa section.

1.11 - Calculer la valeur numérique de la résistivité ρ_A à la température ambiante $T_A = 300$ K.**1.12 - Calculer la valeur numérique de L, sachant que la résistance du filament à cette température ambiante vaut $R_A = 0,1 \Omega$.**

Dans toute la suite du problème, on prendra la valeur $L = 10$ cm.

On suppose que le filament se comporte comme un corps noir et que la loi de Stephan rappelée ci-dessous, peut s'appliquer.

$$\frac{P_r}{S_f} = \sigma \cdot T^4$$

P_r : puissance énergétique rayonnée en W.

$S_f = 2.\pi. r. L$: surface du filament en m².

T : température de couleur du corps noir en K.

σ : constante de Stephan de valeur : $\sigma = 1.10^{-8}$ dans le système international d'unité.

1.13 - Quelle est l'unité de σ ?**1.14 - Établir l'expression de la température T du filament en fonction de la puissance rayonnée P_r , de la constante de Stephan σ , du rayon r et de la longueur L du filament.**

Un bilan énergétique fait apparaître que la puissance électrique moyenne P_{2e} consommée par la lampe correspond sensiblement à la puissance rayonnée P_r .

Dans la suite du problème, on prendra $P_{2e} = 100 \text{ W}$.

1.15 - Calculer la valeur de la température T du filament.

1.16 - Calculer la résistance R_f du filament à la température considérée.

1.17 - Calculer la valeur efficace V de la tension électrique aux bornes de la lampe.

On désire maintenant comparer les caractéristiques de la source lumineuse S_1 étudiée au paragraphe B (étude de la lampe à décharge) avec la source à incandescence S_2 . Les 2 sources fournissent le même flux lumineux $\Phi = 2000 \text{ lm}$ pour une température de couleur $T = 3200 \text{ K}$.

1.18 - Calculer l'efficacité lumineuse e_2 de la source S_2 .

La loi de Wien indique que le spectre d'émission d'un corps noir de température T en fonction de la longueur d'onde présente un maximum pour une longueur d'onde λ_m tel que le produit $(\lambda_m \cdot T)$ est constant. On admet que cette relation s'applique au filament étudié.

1.19 - Calculer la longueur d'onde maximum λ_m d'émission du filament pour une température de fonctionnement $T = 3200 \text{ K}$, sachant que, pour un corps noir de température $T' = 5900 \text{ K}$, on a $\lambda'_m = 0,474 \mu\text{m}$.

1.20 - Comment expliquer, à partir de ce résultat, la différence entre l'efficacité lumineuse $e_1 = 90 \text{ lm.W}^{-1}$ de la source S_1 et l'efficacité lumineuse e_2 de la source S_2 ?

PARTIE 2 - ACOUSTIQUE

Dans cette partie, on se propose de faire l'étude simplifiée d'une captation de son.

Une source sonore, considérée comme ponctuelle, est placée à une distance $d_1 = 30 \text{ cm}$ d'un microphone. On considère que le niveau émis par cette source est $L_1 = 70 \text{ dB}_{\text{spl}}$ à 1 m .

2.1 - Calculer le niveau de pression L_{d1} capté par la membrane du microphone.

2.2 - En déduire la valeur de la pression acoustique p_1 correspondante. On rappelle que la pression de référence est $P_{\text{REF}} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$.

2.3 - Calculer la valeur de la tension de sortie u du microphone en mV, sachant que sa sensibilité est de 10 mV.Pa^{-1} .

2.4 - En déduire le niveau de tension L_u en dB_V correspondant à cette tension U . On rappelle que la tension de référence est $U_{\text{REF}} = 1 \text{ V}$.

PARTIE 3 - ÉLECTRONIQUE

On donne sur la **figure 3** le schéma fonctionnel de la chaîne de sonorisation. L'étude portera seulement sur la partie préamplificateur et de l'équaliseur.

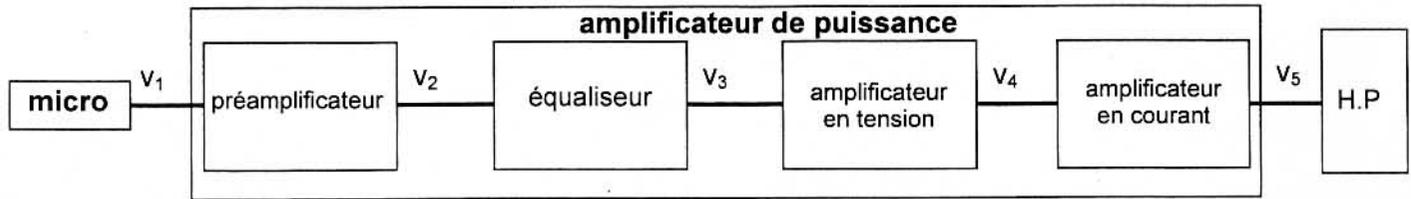


Figure 3

On considérera que les amplificateurs opérationnels sont idéaux et fonctionnent en régime linéaire.

A - ÉTUDE DU PRÉAMPLIFICATEUR

Le schéma structurel de cet étage est donné sur la **figure 4**. P_1 est un potentiomètre permettant le réglage de l'amplification en tension.

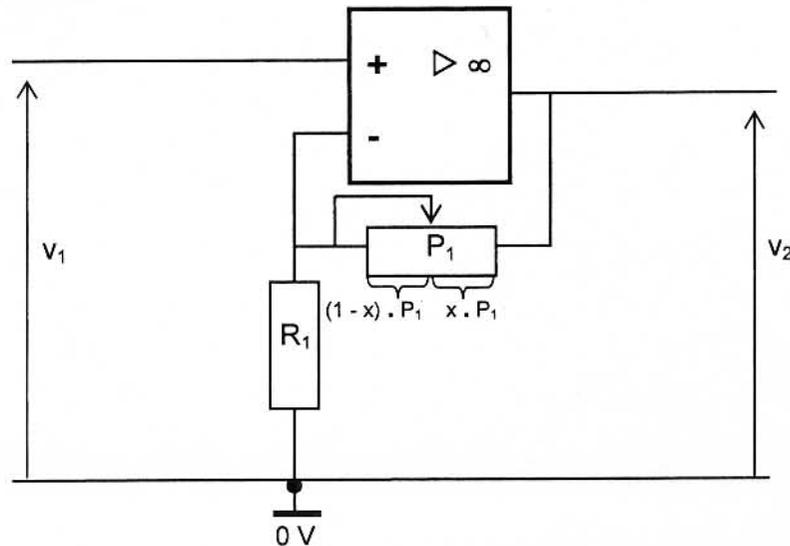


Figure 4

- 3.1** - On note x la variable comprise entre 0 et 1 définissant la position du curseur du potentiomètre P_1 .
Exprimer v_2 en fonction de R_1 , P_1 , x et v_1 .
- 3.2** - Exprimer la fonction de transfert $T_1 = \frac{v_2}{v_1}$ en fonction de R_1 , P_1 , x puis la mettre sous la forme $a.x + b$.
- 3.3** - Calculer les valeurs numériques de a et b sachant que les valeurs des résistances sont les suivantes : $R_1 = 3,9 \text{ k}\Omega$ et $P_1 = 390 \text{ k}\Omega$.

B - ÉTUDE DU FILTRE DE CORRECTION DES BASSES FRÉQUENCES DE L'ÉQUALISEUR

Le schéma structurel de cette correction est donné sur la **figure 5**. P_2 est un potentiomètre permettant le réglage de l'amplification en tension de l'équaliseur.

On note y la variable comprise entre 0 et 1 définissant la position du curseur du potentiomètre P_2 .

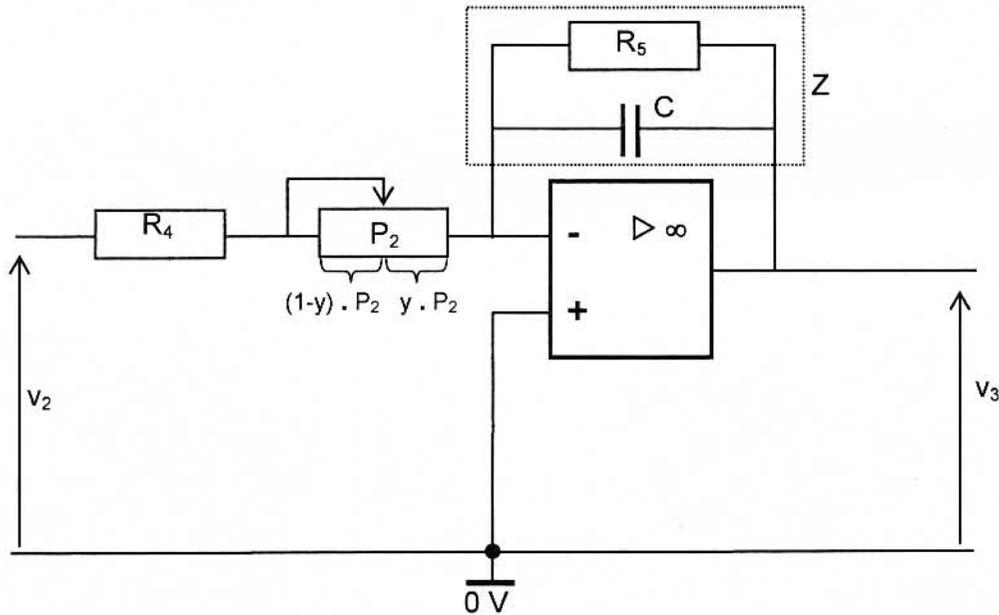


Figure 5

On se place dans l'hypothèse d'une tension v_2 sinusoïdale de pulsation ω et on lui associe la grandeur complexe \underline{V}_2 .

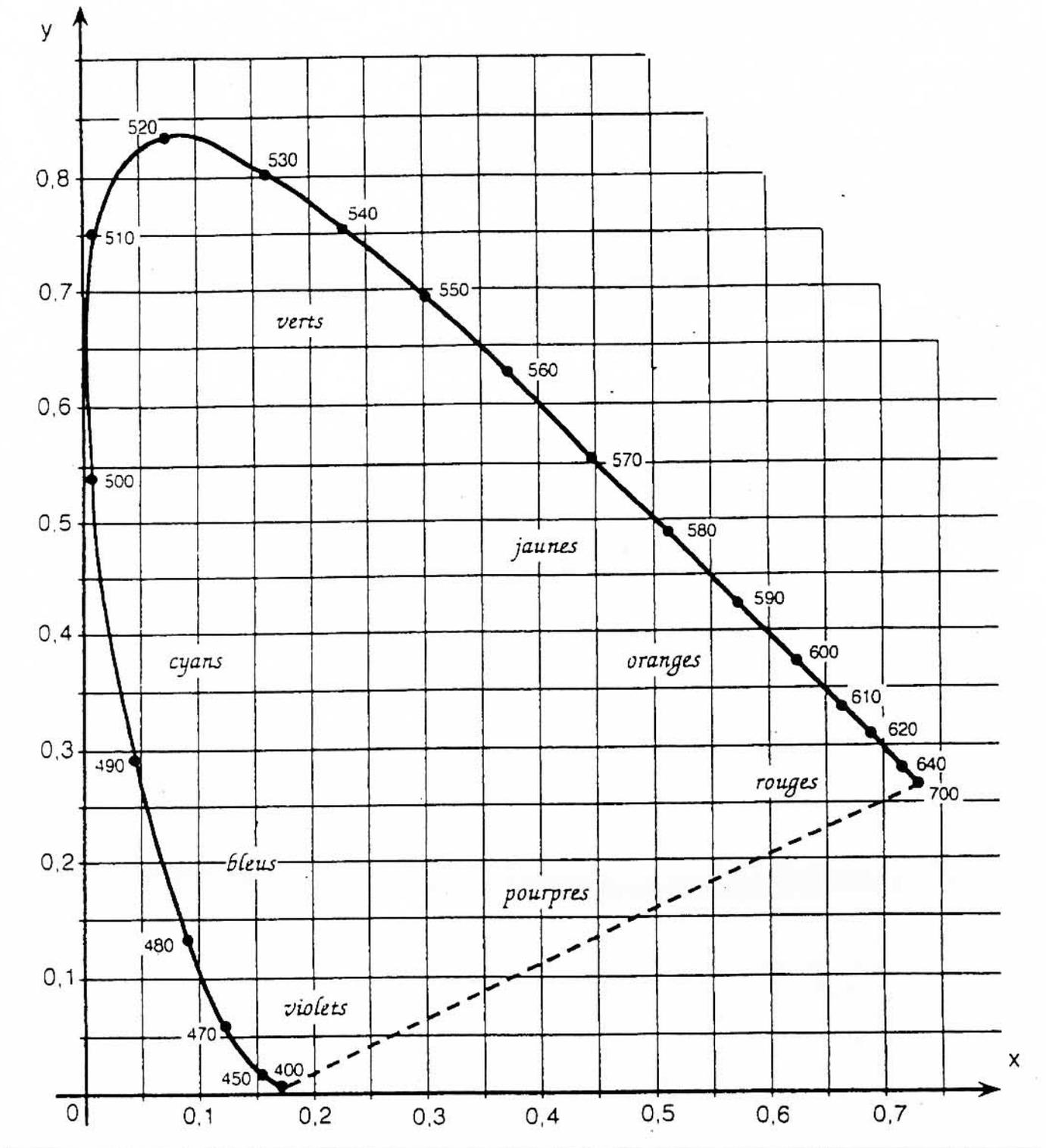
3.4 - On note \underline{Z} l'impédance complexe équivalente à l'association en parallèle de la résistance R_5 et du condensateur C . Exprimer \underline{Z} en fonction de R_5 , C et de la pulsation ω .

3.5 - Exprimer la fonction de transfert complexe $\underline{T}_2 = \frac{V_3}{V_2}$ en fonction de y , P_2 , R_4 , R_5 , C et ω .

3.6 - Mettre la fonction \underline{T}_2 sous la forme normalisée suivante : $\underline{T}_2 = - \frac{T_0}{1 + j \cdot \frac{f}{f_1}}$ avec $T_0 = R_5 / (R_4 + y \cdot P_2)$.

Exprimer la fréquence f_1 en fonction des éléments du montage.

ANNEXE 1



Académie :

Session :

Série* :

Repère de l'épreuve :

Examen ou Concours
Spécialité/option* :

Epreuve/sous-épreuve :

NOM :

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

Né(e) le :

N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la copie)

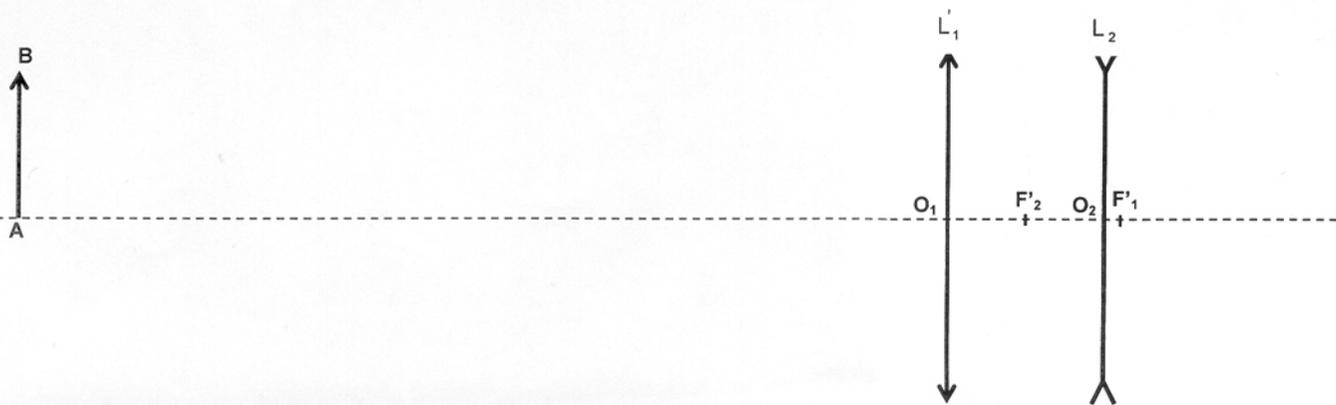
* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère : MVISP
Page : 8/8

Session : 2007

Durée : 3 H
Coefficient : 2

ANNEXE 2 - DOCUMENT-RÉPONSE



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

**ÉPREUVE E3 :
SCIENCES PHYSIQUES**

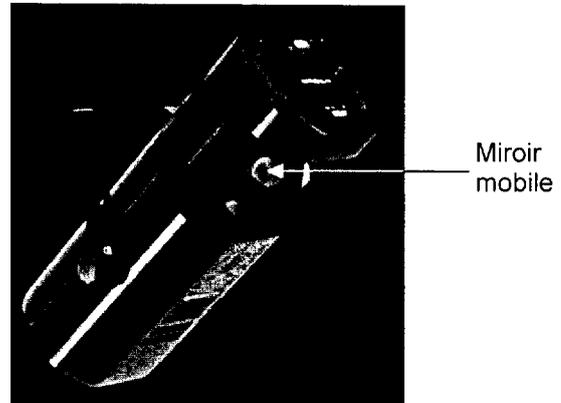
ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

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.

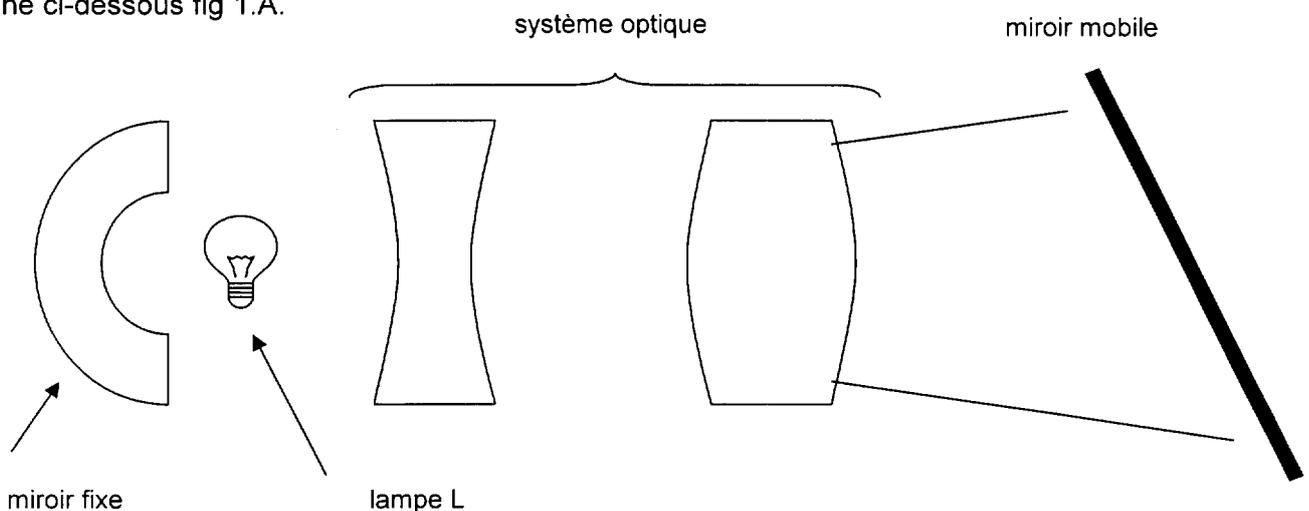


Figure 1.A : schéma de principe du projecteur

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 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.

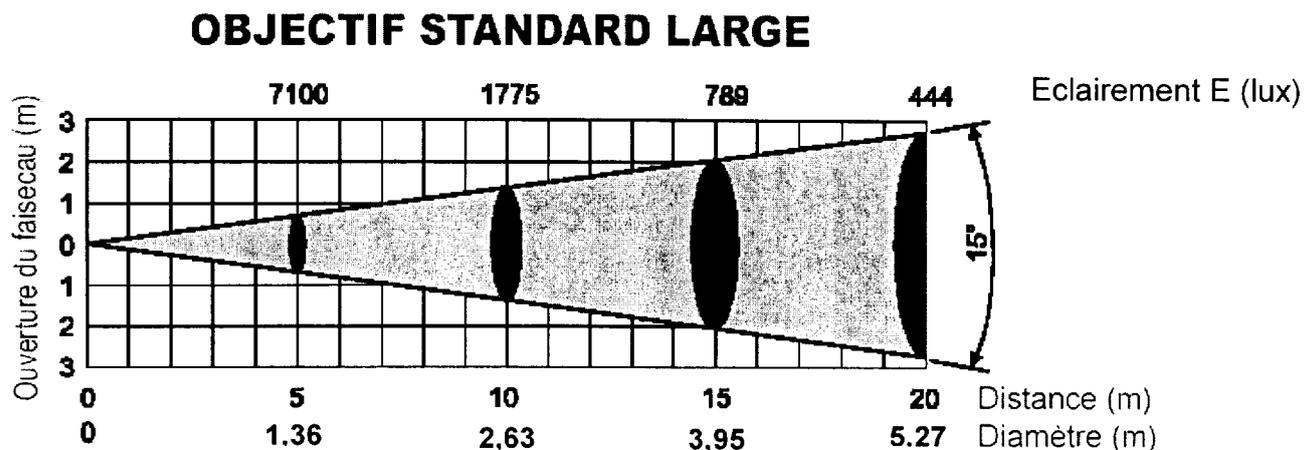


Figure 1.B

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.

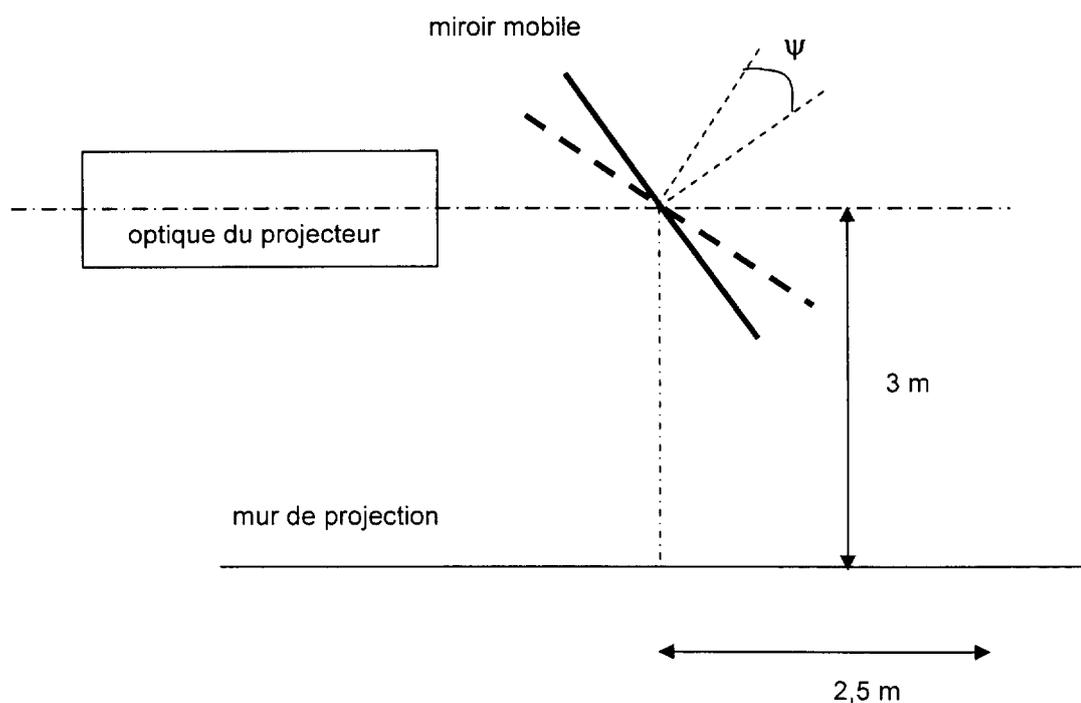


Figure 1.C

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 ?

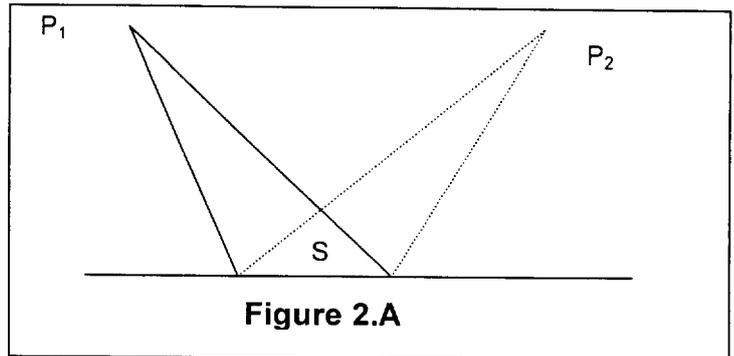
PARTIE 2 - COLORIMÉTRIE :

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 λ_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.

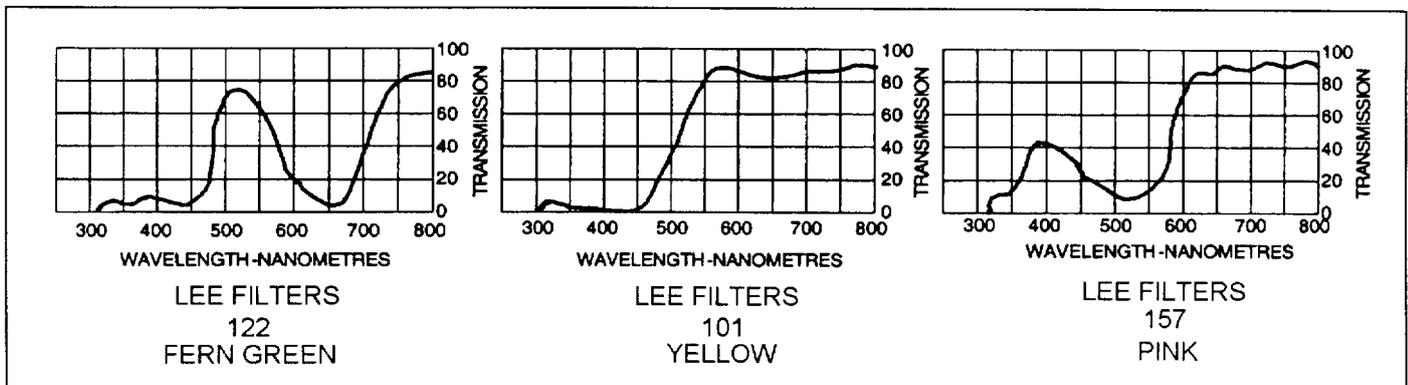


Figure 2.B

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)

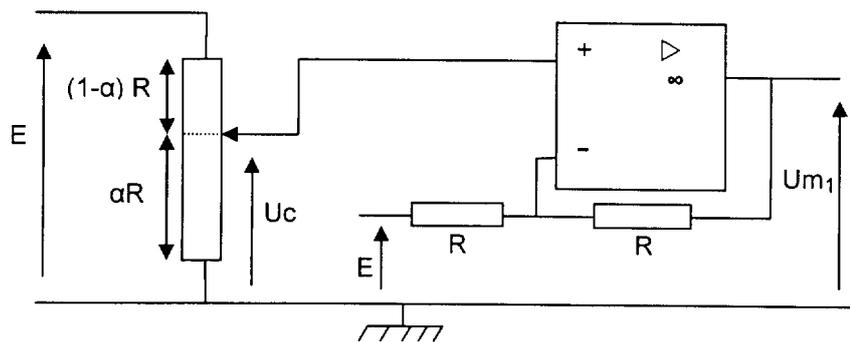
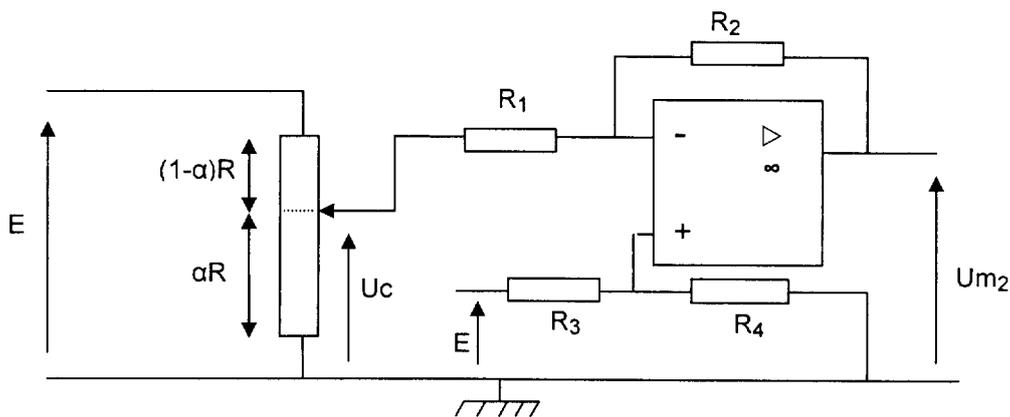


Figure 3.A

- 3.1 - Exprimer U_c en fonction de E et 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.

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

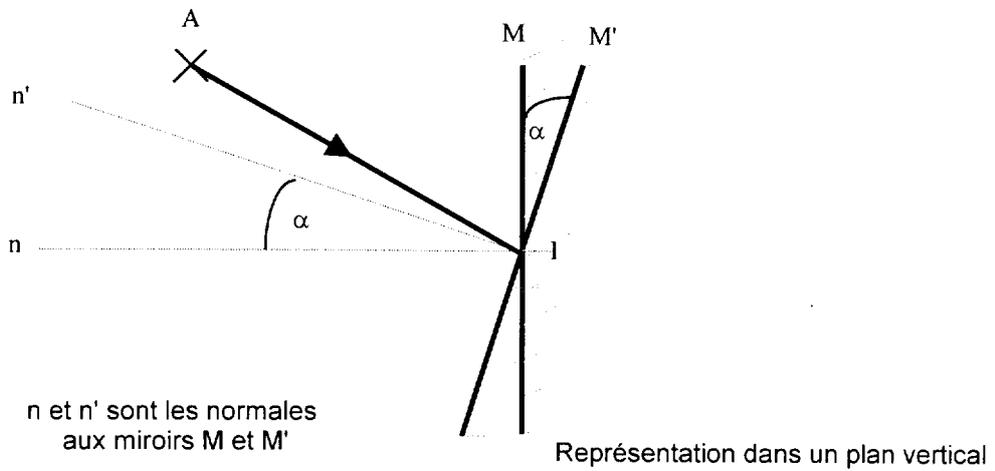
* Uniquement s'il s'agit d'un r

Repère : MVISP Session : 2008
Page : 6/7

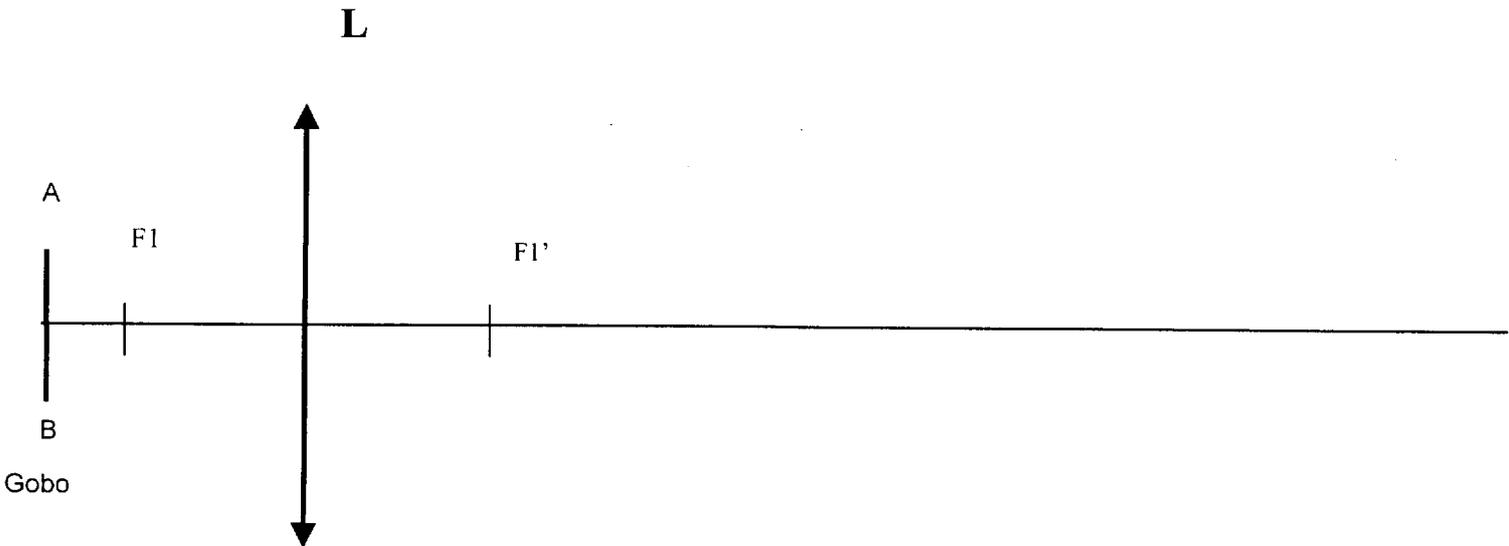
Durée : 3 H
Coefficient : 2

DOCUMENTS RÉPONSES (à rendre obligatoirement avec la copie)

DOCUMENT-RÉPONSE DR1



DOCUMENT-RÉPONSE DR2



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)*

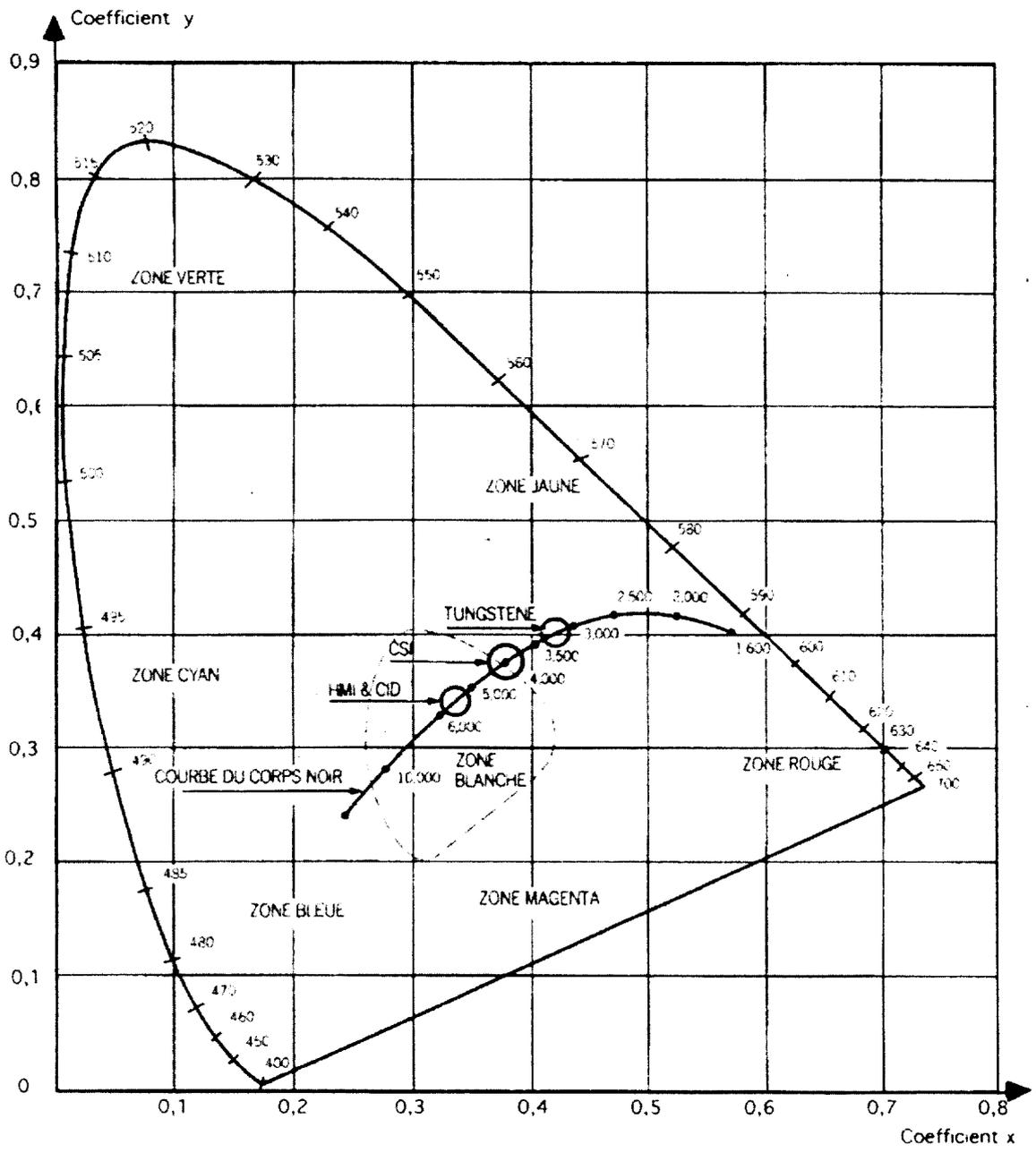
* Uniquement s'il s'agit d'un :

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

Durée : 3 H
Coefficient : 2

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

DOCUMENT-RÉPONSE DR3



Repère : MVISP

SESSION 2009

Durée : 3 H

Page : 0/8

Coefficient : 2

**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.

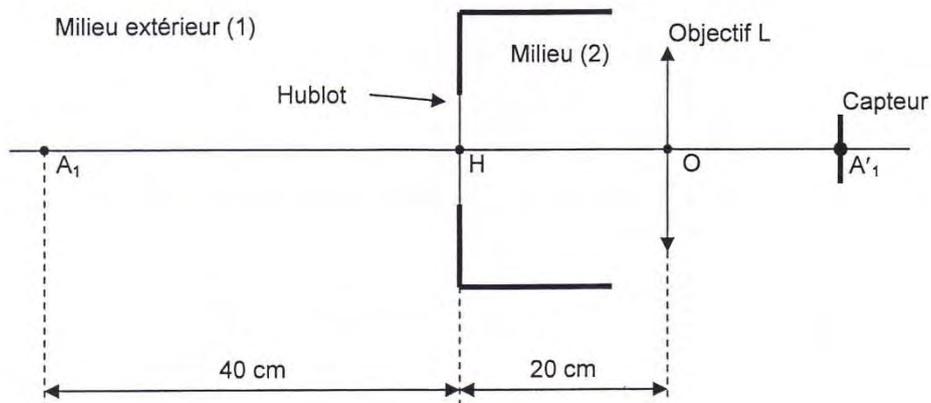
Il est impératif de respecter les notations de l'énoncé.

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

I - PRISE DE VUE SOUS-MARINE PAR UNE CAMÉRA PLACÉE DANS UN CAISSON ÉTANCHE

Le hublot est considéré comme une lame à faces parallèles dont on négligera l'épaisseur. Pour le calcul, on considèrera seulement les deux milieux (1) et (2). Le hublot est assimilé à un dioptre plan eau / air.

L'objectif est assimilé à une lentille mince L diaphragmée de distance focale 100 mm.



1 - À terre, on essaie la caméra placée dans un camion. Le milieu extérieur (1), comme le milieu (2) (intérieur du caisson), sont de l'air.

On règle la mise au point de l'objectif sur l'objet situé en A_1 , son image en A'_1 se forme exactement sur le capteur, donc elle est nette.

Calculer la distance OA'_1 .

2 - On ferme le caisson et on effectue une prise de vue en plongée, sans modifier la mise au point de L. Maintenant le milieu extérieur (1) est de l'eau d'indice de réfraction $n_1 = 1,33$ alors que le milieu (2) est toujours de l'air $n_2 = 1$.

On constate que l'image obtenue est devenue floue.

2.1 - Compléter le document réponse 1 en prolongeant les deux rayons et placer :

- A_2 : image de A_1 donnée par le dioptre plan. Quelle est sa nature ?
- A'_2 : image finale donnée par l'objectif L (position approximative obtenue sans calcul).
- Le disque lumineux formé sur le capteur par le faisceau se dirigeant vers A'_2 .

2.2 - Montrer que $HA_2 = 30$ cm, en utilisant la formule de la réfraction (loi de Descartes) avec l'approximation classique ($\sin x = \tan x$ si $x \leq 10^\circ$), ou la relation du dioptre plan (pour les petits angles). Pour le calcul, on pourra utiliser $HI = 5$ cm.

2.3 - Calculer la distance OA'_2 dans ce cas.

2.4 - L'objectif est schématisé par la lentille L et le diaphragme ϕ qui lui est accolé (voir document réponse 1). L'objectif est diaphragmé à $N = 4$.

2.4.1 - Calculer le diamètre du diaphragme (ouverture réelle).

2.4.2 - Calculer le diamètre du disque lumineux formé sur le capteur.

2.4.3 - Peut-on espérer avoir une image nette en diaphragmant davantage, sachant que l'image semble nette si le diamètre du disque lumineux est inférieur à 0,02 mm ?

Comparaison des champs angulaires α et α' pour un dioptré plan et un dioptré sphérique.

(Il n'est pas nécessaire de connaître les formules du dioptré sphérique pour résoudre cet exercice).

3 - Le hublot est un dioptré plan de diamètre $IJ = 10$ cm. $OH = 20$ cm.

3.1 - Sur le document réponse 2 et sans calcul, tracer les rayons en amont (c'est-à-dire à gauche de I et de J) passant par O après avoir traversé le hublot. Indiquer l'angle α représentant le champ angulaire.

3.2 - Calculer i_2 et α . Les résultats seront donnés en degrés.

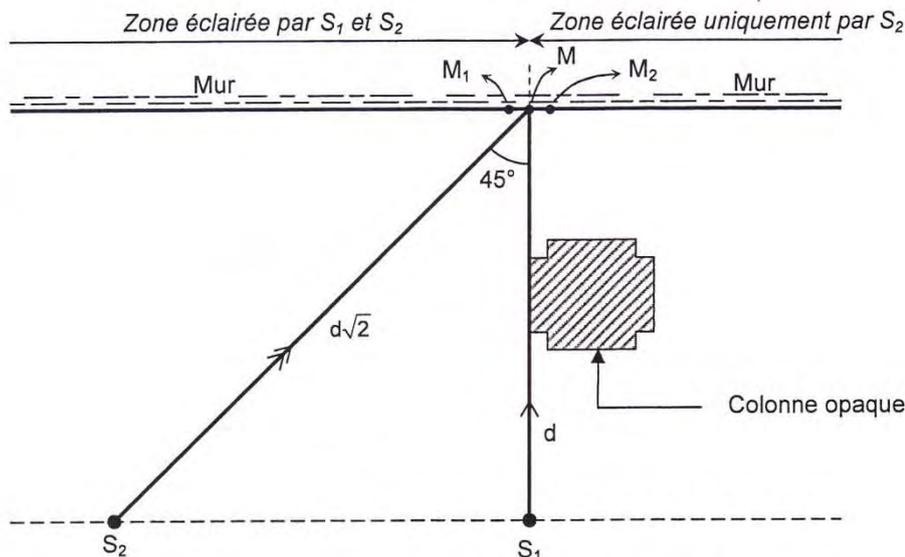
4 - Le hublot est maintenant un dioptré sphérique de rayon de courbure $CI = 10$ cm. On prendra $OH = 20$ cm et $IH = JH = 5$ cm.

4.1 - Sur le document réponse 3, tracer les rayons en amont de I et de J et passant par O. Indiquer l'angle de champ α' .

4.2 - Calculer $\widehat{C\hat{I}O} = i'_2$ et α' . Conclure.

II - PHOTOMÉTRIE

S_1 et S_2 sont deux sources ponctuelles de même intensité $I = 4 \cdot 10^4$ Cd.



La droite (S_1S_2) est parallèle au mur. Les droites (S_1M) et (S_2M) sont respectivement les axes principaux des sources S_1 et S_2 .

Les points M_1 et M_2 sont très voisins de M qui est le point "frontière" entre les deux zones, sans que ces trois points soient confondus.

La droite (MS_1) est perpendiculaire au mur. $d = MS_1 = 6,0$ m.

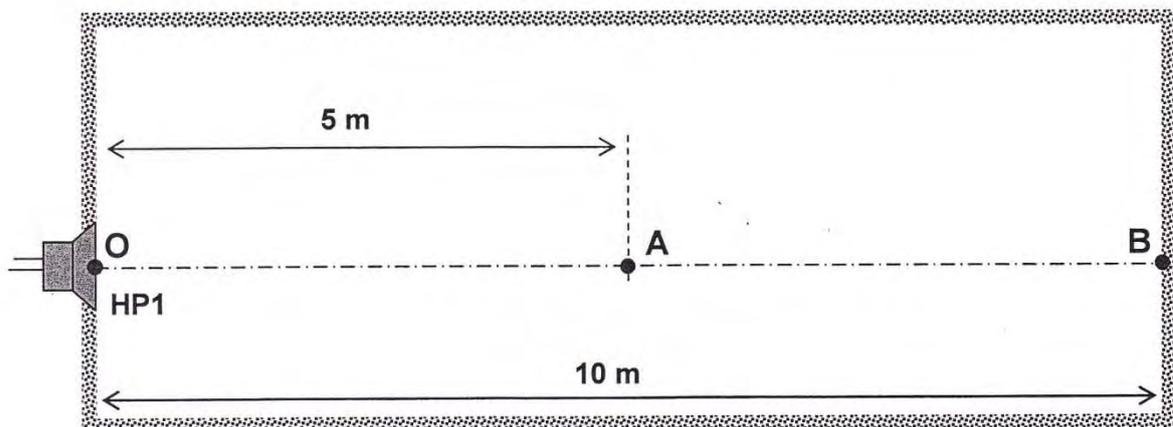
Pour simplifier les expressions, on pourra poser $MS_1 = d$ et utiliser le fait que $MS_2 = d \times \sqrt{2}$ et que $\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

- 1 - Calculer les éclairements E_{M_1} et E_{M_2} produits en M_1 et M_2 .
- 2 - Calculer le contraste en éclairage de ce sujet : $C_E = \frac{E_{M_1}}{E_{M_2}}$.
- 3 - Il s'agit d'une publicité en noir et blanc et vous devez obtenir un contraste $C_E = 8$ pour obtenir l'effet désiré. On vous suggère alors de déplacer la source S_2 sur l'axe MS_2 .
Calculer la distance $x = MS'_2$ correspondant à la nouvelle position de S'_2 de la source.

III - ACOUSTIQUE

La vitesse du son est égale à 340 m.s^{-1} .

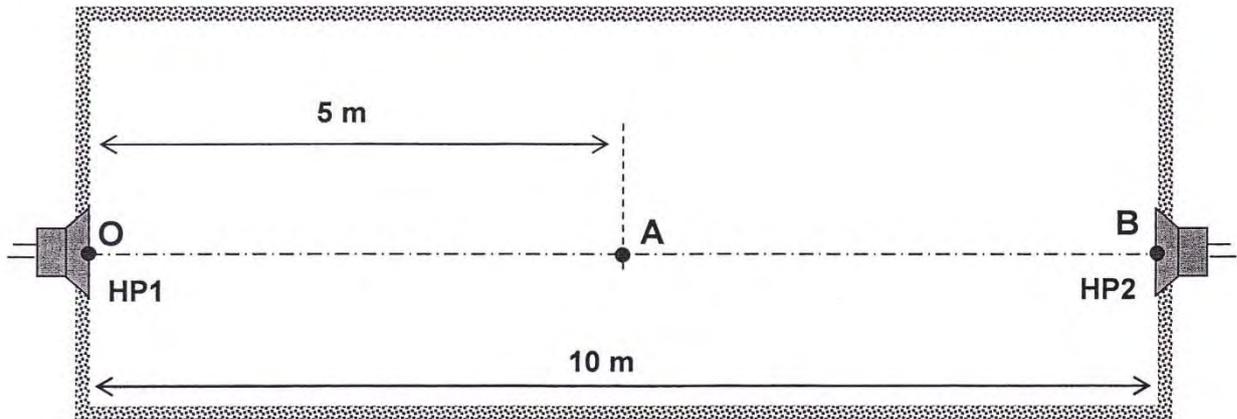
- 1 - Un haut-parleur, HP1, dont les dimensions sont négligeables, est placé dans une chambre sourde ayant la forme d'un parallélépipède rectangle. Une vue en coupe de cette situation est représentée sur la figure ci-dessous (qui n'est a priori pas à l'échelle).



Le niveau acoustique mesuré à 1 m du haut-parleur HP1, sur son axe, est 96 dBspl lorsqu'on lui fournit une puissance électrique de 1 W. L'onde sonore produite est sinusoïdale de fréquence 425 Hz.

- 1.1 - Quelle est la valeur numérique de la longueur d'onde de l'onde sonore ?
- 1.2 - Quel est alors le niveau acoustique au point A situé à 5 m du haut parleur sur son axe ?
- 1.3 - Quel est, dans les mêmes conditions, le niveau acoustique au point B situé au fond de la chambre sourde, à 10 m du haut parleur et sur son axe ?
- 1.4 - Quelle est, toujours dans les mêmes conditions, la valeur numérique de la pression acoustique au point B (en valeur efficace) ? On rappelle que 0dBspl correspond à une pression de 2.10^{-5} Pa .

- 2 - On installe un haut-parleur, HP2, sur le mur situé au fond de la chambre sourde comme indiqué sur le schéma suivant. Ce haut-parleur HP2 possède exactement les mêmes caractéristiques que le précédent, HP1, mais il reçoit une tension non sinusoïdale de fréquence fondamentale 2 kHz. La puissance du signal électrique qui lui est fournie est de 0,4 W. Les deux sources ne sont pas corrélées (indépendantes).



Lorsque le haut-parleur HP1 est éteint, quel est le niveau acoustique à 1 m du haut-parleur HP2 sur son axe ?

IV - ÉLECTRONIQUE (MODULATION - FILTRAGE)

On souhaite étudier les systèmes de modulation et de filtrage utilisés pour la transmission du signal vidéo.

Les circuits intégrés CI1 et CI2 sont alimentés en $\pm V_{CC}$.

→ CI1 est un amplificateur opérationnel supposé idéal (impédance différentielle d'entrée infinie, impédance de sortie nulle, amplification en tension en boucle ouverte infinie).

→ CI2 est un multiplieur analogique, sa tension de sortie est égale au produit de ses deux tensions d'entrée : $u_5(t) = K.u_3(t).u_4(t)$ avec $K = 0,10 \text{ V}^{-1}$.

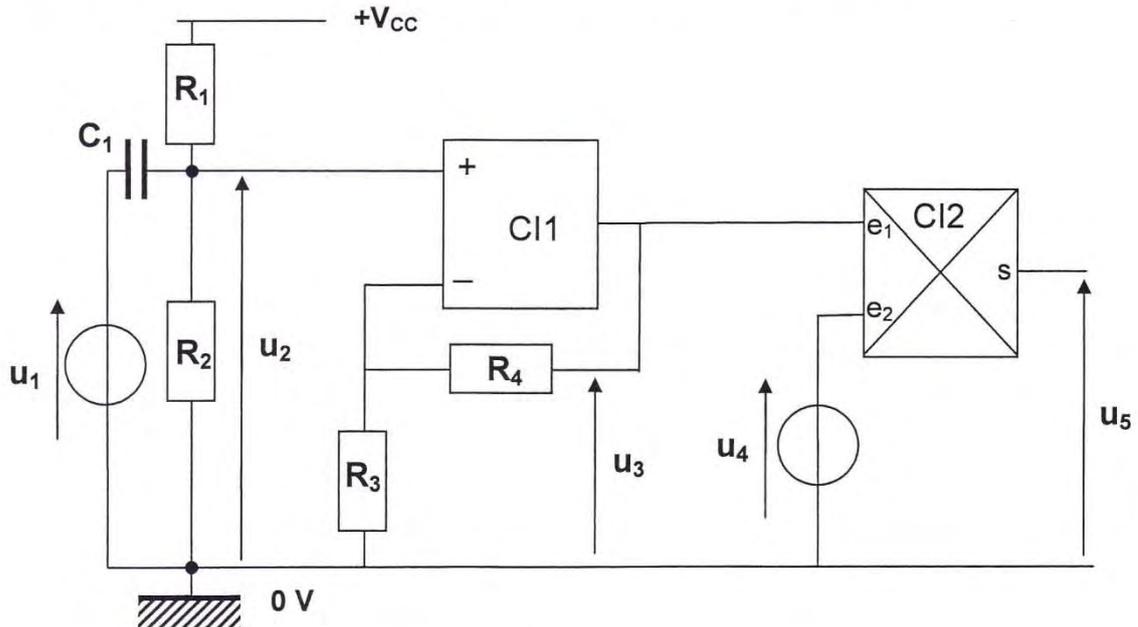
C_1 est un condensateur de forte capacité dont l'impédance sera considérée comme nulle pour les tensions alternatives (le condensateur est alors équivalent à un interrupteur fermé).

Les tensions $u_1(t)$ et $u_4(t)$ sont sinusoïdales d'amplitudes respectives $U_{1\max}$ et $U_{4\max}$.

Elles ont pour expression en fonction du temps :

$$u_1(t) = U_{1\max} \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) \quad \text{et} \quad u_4(t) = U_{4\max} \cdot \sin(\omega_4 \cdot t + \varphi) \quad \text{avec} \quad \omega_4 \gg \omega_1.$$

On étudie le dispositif permettant la modulation dont le schéma de principe est le suivant :



1 - Exprimer $u_2(t)$ en fonction de $u_1(t)$, V_{CC} , R_1 et R_2 .

2 - Exprimer $u_3(t)$ en fonction de $u_2(t)$, R_3 et R_4 .

3 - Exprimer $u_5(t)$ en fonction de $u_3(t)$ et $u_4(t)$.

4 - Synthèse :

4.1 - Exprimer $u_5(t)$ en fonction de $u_2(t)$, $u_4(t)$, R_3 , R_4 et K .

4.2 - Exprimer $u_5(t)$ en fonction de $u_1(t)$, $u_4(t)$, V_{CC} , R_1 , R_2 , R_3 , R_4 et K .

5 - Application numérique. Exprimez $u_5(t)$ en fonction de $u_1(t)$ et de $u_4(t)$ lorsque :

$$V_{CC} = 15 \text{ V} ; R_1 = 20 \text{ k}\Omega ; R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega ; R_4 = 3 \text{ k}\Omega.$$

6 - Interprétation :

- $u_1(t)$ est une tension sinusoïdale de fréquence 250 Hz et d'amplitude $U_{1\max} = 4 \text{ V}$,
- $u_4(t)$ est une tension sinusoïdale de fréquence 15 kHz et d'amplitude $U_{4\max} = 2 \text{ V}$.

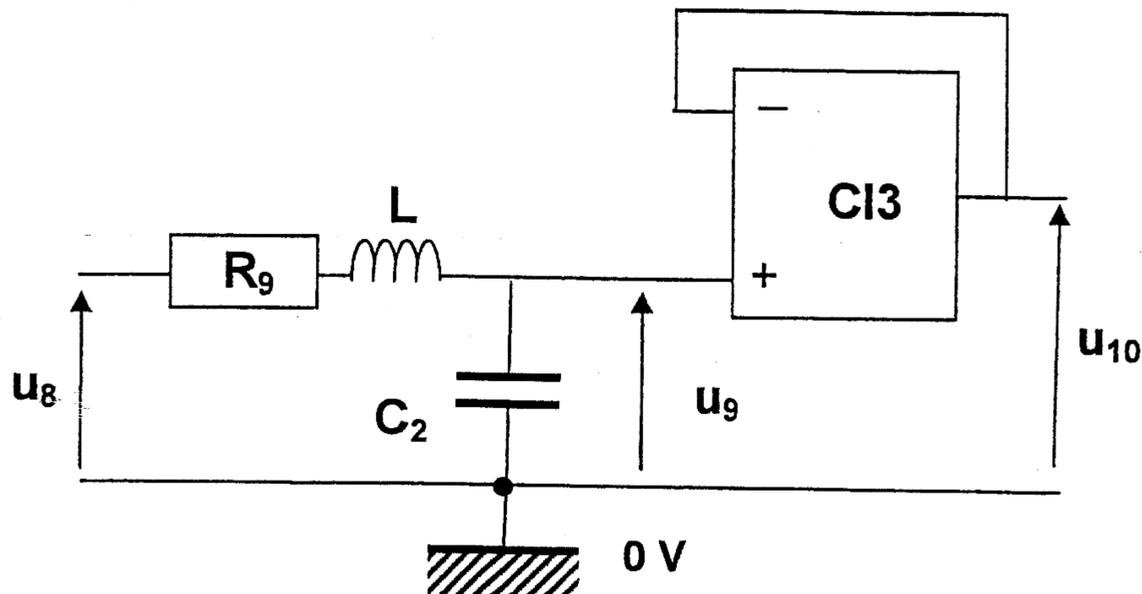
6.1 - Exprimer littéralement $u_5(t)$ pour ces valeurs.

6.2 - Mettre $u_5(t)$ sous la forme : $u_5(t) = A [1 + B \sin(\omega_1 t)] \cdot \sin(\omega_2 t + \varphi)$ en exprimant A et B.

6.3 - $u_5(t)$ est une tension modulée. De quel type de modulation s'agit-il ? Quelle est la valeur numérique du taux de modulation ?

6.4 - Quelle est l'allure du spectre d'amplitude $U_5(f)$ de cette tension $u_5(t)$?

2 - On veut étudier le dispositif de filtrage suivant :



CI3 est un amplificateur opérationnel supposé idéal.

Dans un premier temps, on suppose que la tension u_8 est sinusoïdale de fréquence f (pulsation ω). On pourra donc utiliser les équivalents complexes des tensions et les impédances complexes associées aux différents composants. Le condensateur et la bobine seront remplacés par leurs modèles idéaux.

- 2.1 - Quelle est alors la fonction de transfert $\underline{T} = \underline{u}_9 / \underline{u}_8$ en fonction de R_9 , L , C_2 et ω , puis en fonction de la fréquence f du dispositif suivant ?
- 2.2 - Exprimer u_{10} en fonction de u_9 .
- 2.3 - Quelle est la nature du filtre ainsi réalisé ?

On rappelle que la fonction de transfert \underline{T} peut se mettre sous la forme :

$$\underline{T} = \frac{1}{1 + 2jm \frac{\omega}{\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

- 2.3.1 - Quelle est l'expression littérale de sa pulsation caractéristique ω_0 ?
- 2.3.2 - Quelle est l'expression littérale de son coefficient d'amortissement m ?

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 candidat

Repère : **MVSSP**

Session : **2009**

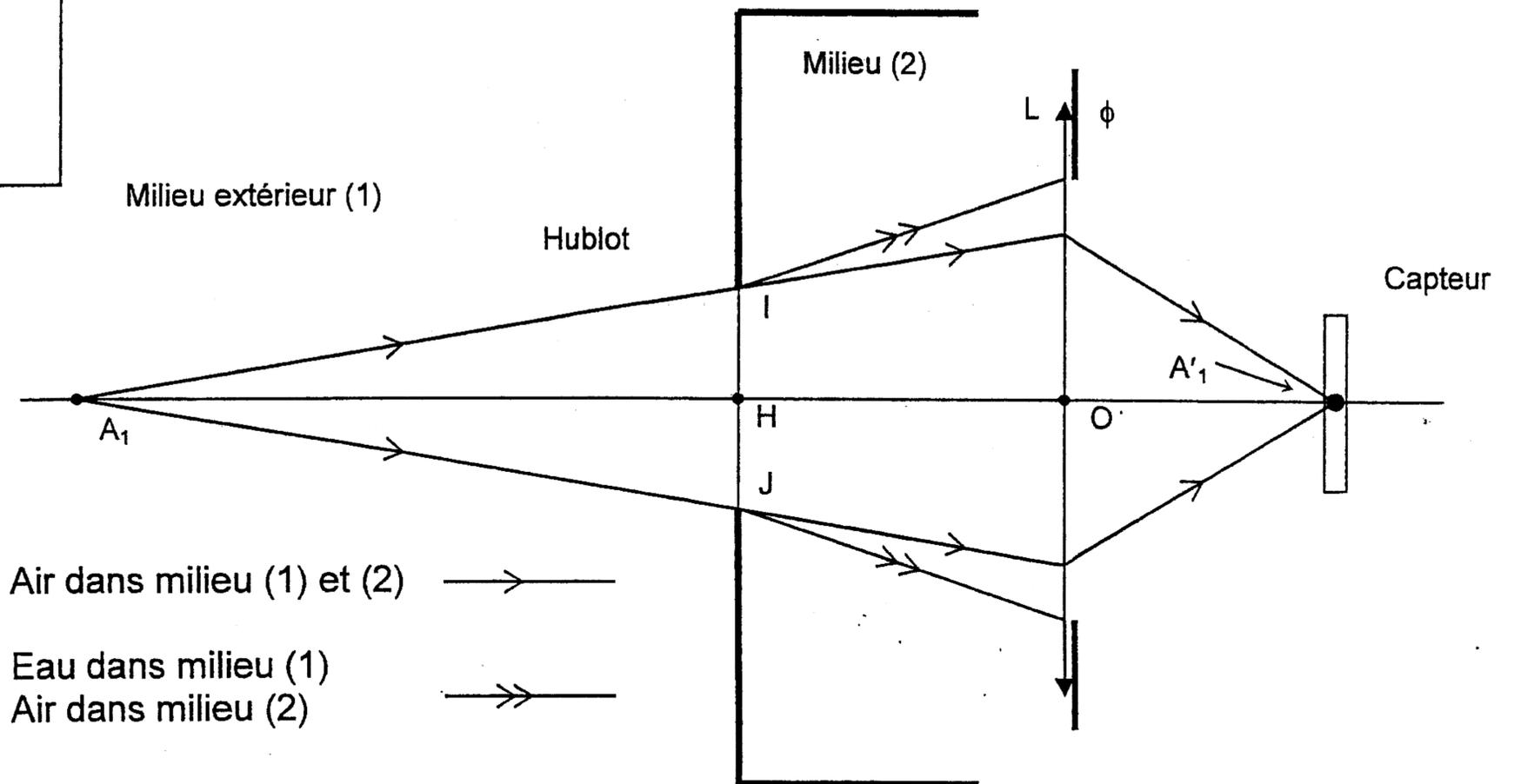
Durée : **3 H**

Page : **7/9**

Coefficient : **2**

NE RIEN ÉCRIRE

Document réponse 1



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 : _____

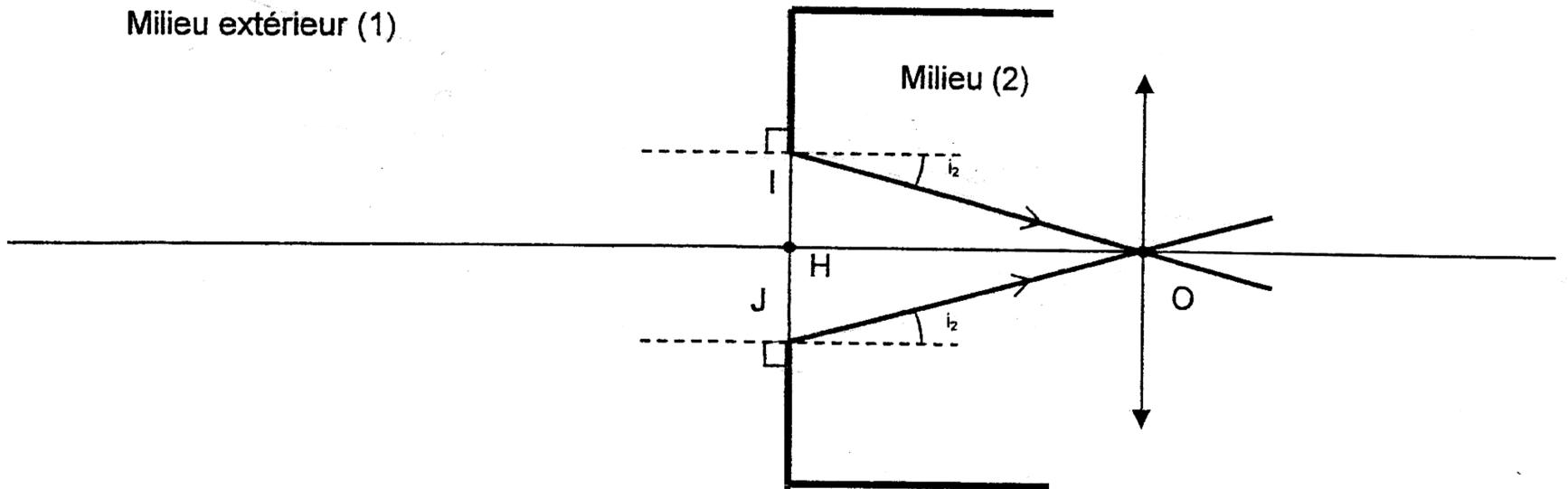
* Uniquement s'il s'agit d'un candidat
Repère : MVISP **Session : 2009** **Durée : 3 H**
Page : 7/8 **Coefficient : 2**

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

Document réponse 2

Cas du hublot plan

Milieu extérieur (1)



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 examen.

Repère : **MVISP**

Session : **2009**

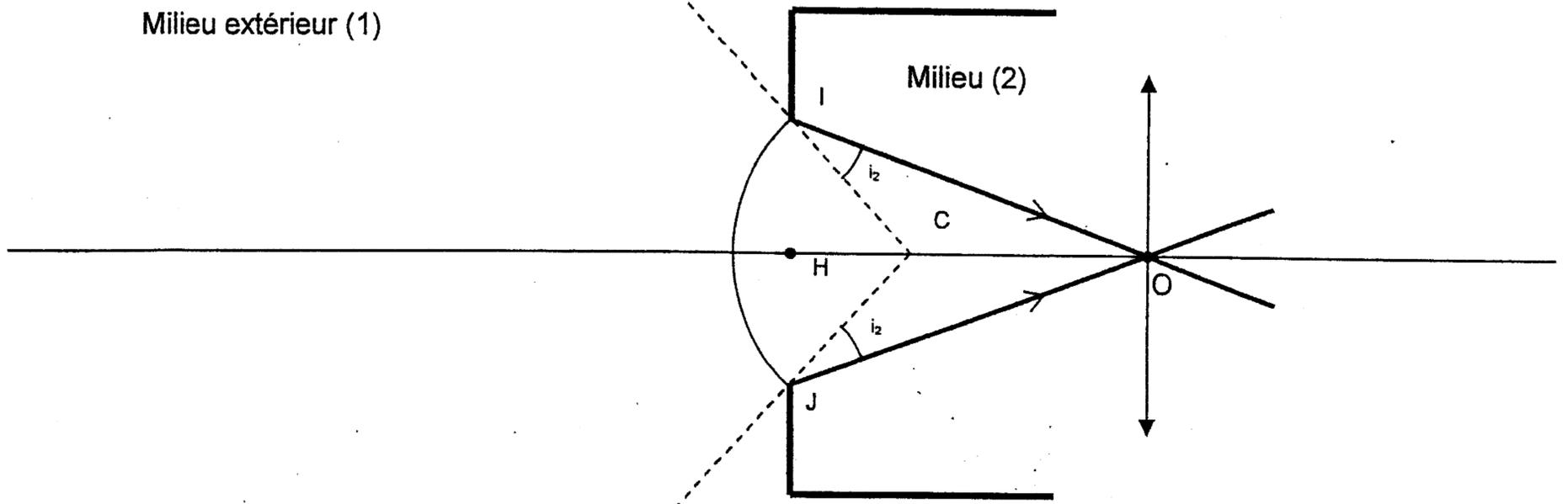
Durée : **3 H**

Page : **8/8**

Coefficient : **2**

Document réponse 3

Cas du hublot sphérique



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 : _____

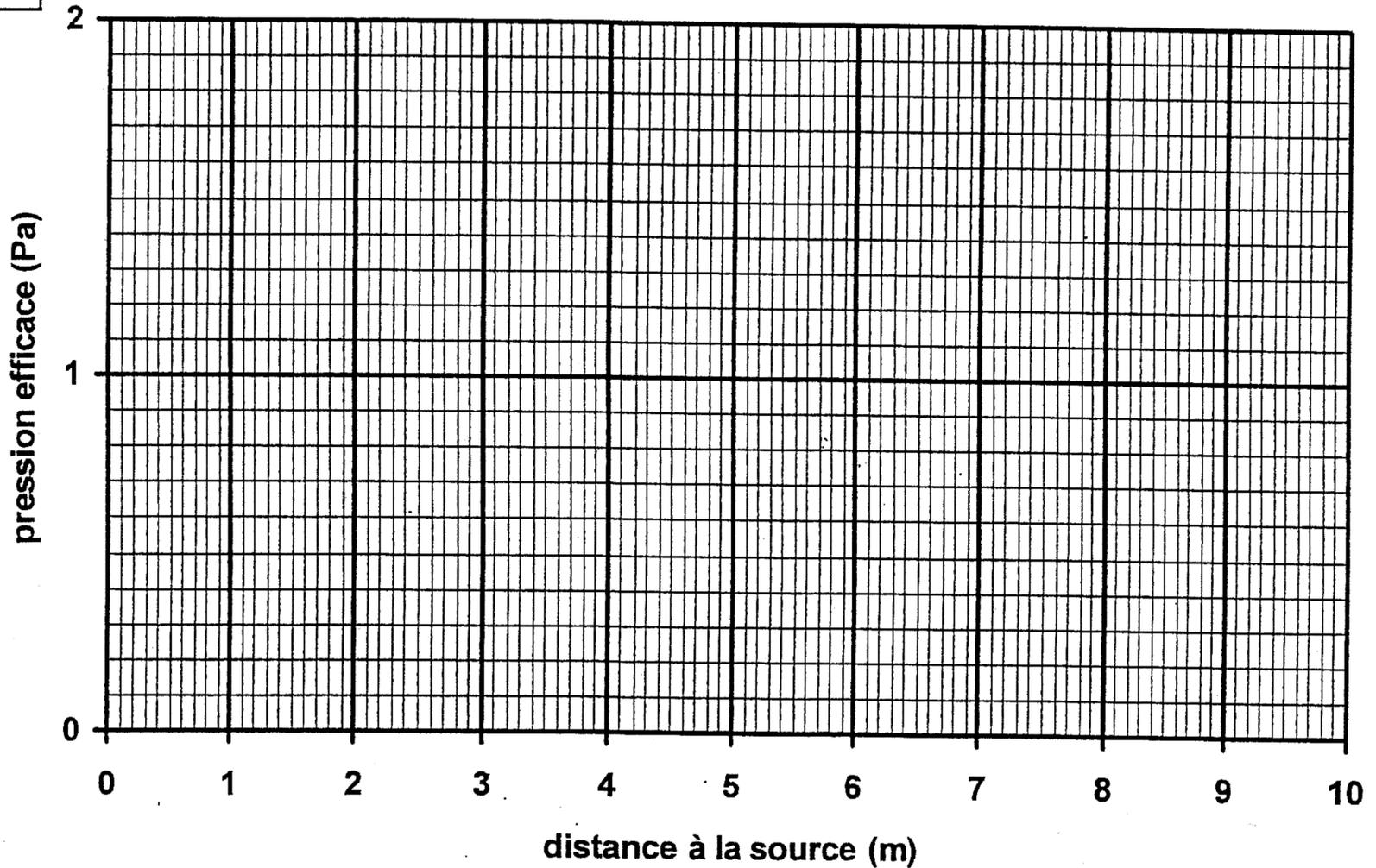
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

Repère : **MVSSP** Session : **2009** Durée : **3 H**
Page : **8/9** Coefficient : **2**

Document réponse 2-1

Onde incidente : pression acoustique



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 examen.

Repère : MVSSP

Session : 2009

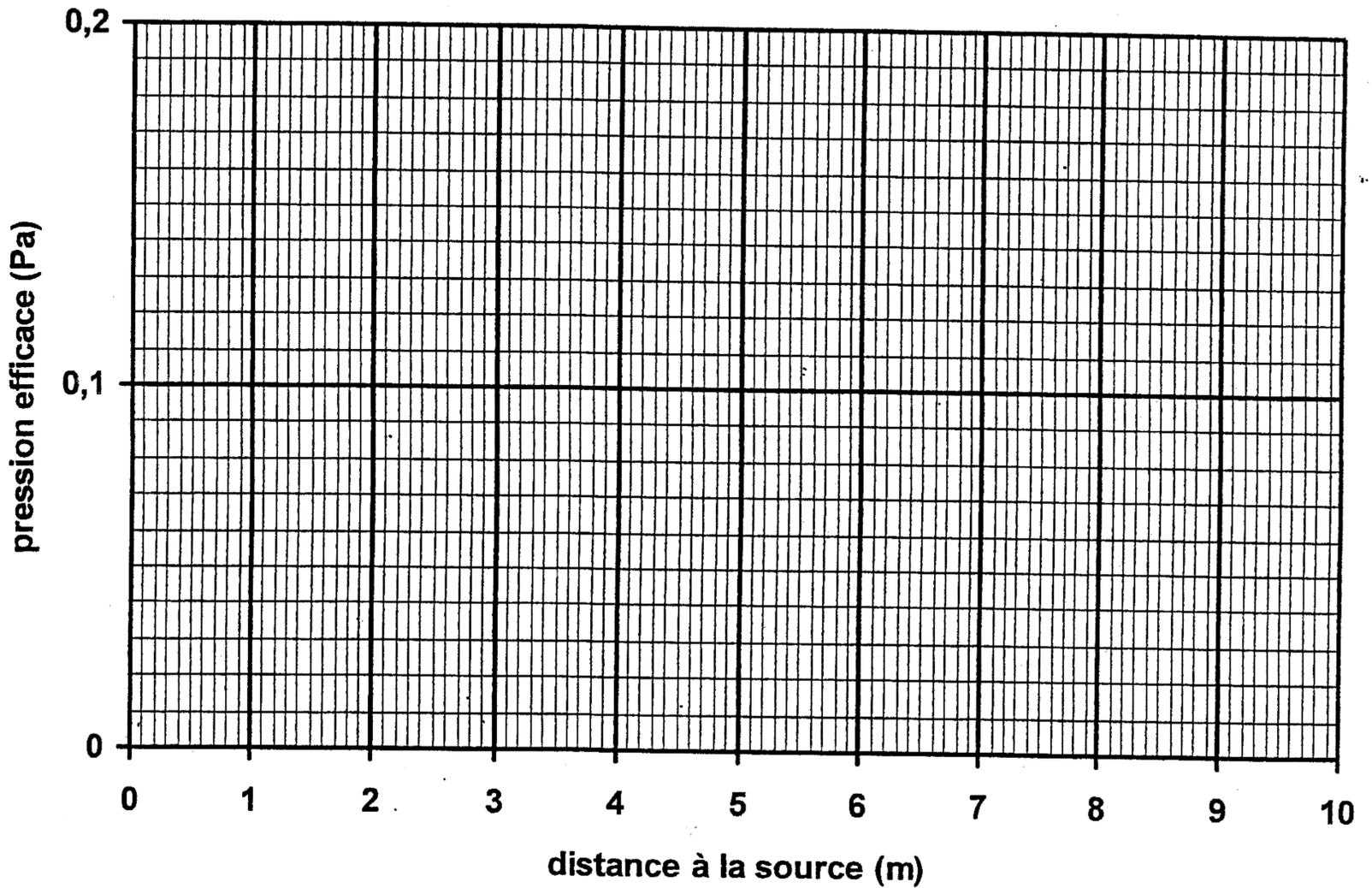
Durée : 3 H

Page : 9/9

Coefficient : 2

Document réponse 2-2

Onde réfléchie : pression acoustique



**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 de différents systèmes audiovisuels présents au sein d'un stade.
 Les trois parties sont indépendantes.
 La partie 1 porte sur l'optique et la photométrie.
 La partie 2 traite de l'électricité et de l'électronique.
 La partie 3 concerne l'acoustique.

PARTIE 1 - OPTIQUE ET PHOTOMÉTRIE :

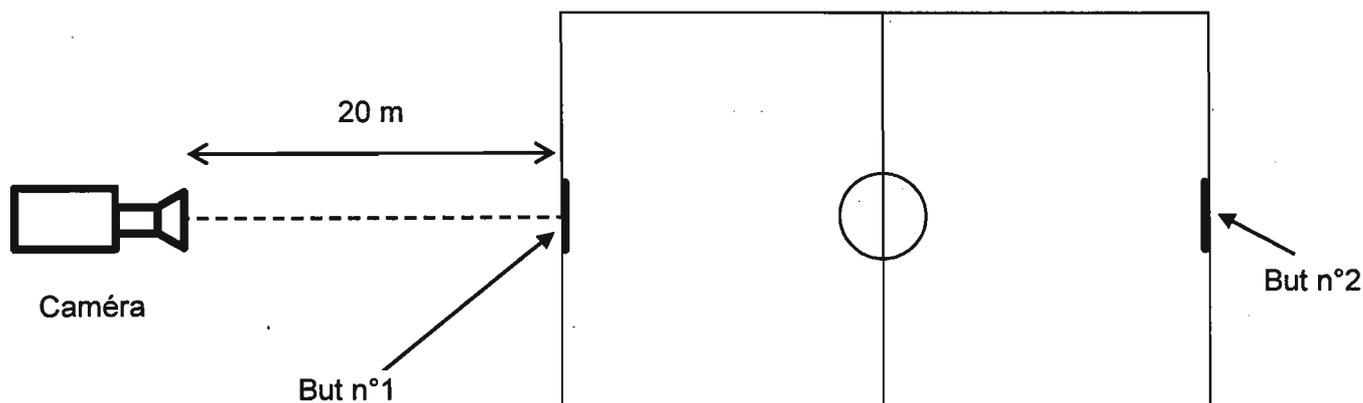
Les exercices A, B et C sont indépendants

A - ÉTUDE D'UNE CAMÉRA ET DE L'ÉCLAIRAGE DU STADE

Une caméra (capteur 2/3 de pouce en format 16/9 : 9,6 x 5,4 mm) est placée dans les tribunes dans l'axe des buts.

Données :

- Largeur du but : 7,32 m.
- Distance entre l'objectif de la caméra et le but n°1 : 20 m.
- Dimensions de la pelouse : 105 x 68 m.



- 1.1 - Calculer la distance focale f_1 de l'objectif de la caméra permettant d'obtenir plein cadre le premier but dans le plan horizontal.
- 1.2 - Calculer la distance focale f_2 de l'objectif pour cadrer dans les mêmes conditions le deuxième but.
- 1.3 - Les nouvelles réglementations de l'UEFA et de la FFF recommandent un niveau d'éclairage moyen de 1400 lux sur la pelouse qui mesure 105 m x 68 m. Le stade est équipé de projecteurs étanches équipés de lampes à iodure métallique de 2 kW d'efficacité lumineuse $K = 80 \text{ lm.W}^{-1}$. On considère que 70 % du flux émis arrive sur la pelouse.
Calculer le flux total Φ nécessaire et le nombre de projecteurs qui en découle.

B - ÉTUDE D'UN PROJECTEUR D'APPOINT

Un projecteur d'appoint est utilisé pour éclairer le point presse où sera réalisé les interviews.

Il est équipé d'une lampe HMI de 400 W (efficacité lumineuse $K = 70 \text{ lm.W}^{-1}$).

Une lentille de 200 mm de diamètre et de focale 300 mm autorise 2 réglages : position flood ou spot, la distance lampe – lentille, notée d , variant alors de 15 cm à 25 cm.

On supposera dans cet exercice la lampe ponctuelle et son rayonnement isotrope.

- 1.4** - Calculer le flux total Φ_T émis par la lampe seule puis l'intensité lumineuse I_1 générée par la lampe seule.
- 1.5** - On place à l'arrière de la lampe un réflecteur tel que les rayons partant vers l'arrière sont réfléchis vers l'avant : la lumière est alors émise dans un demi espace défini par une demi sphère. Trouver une relation entre la nouvelle intensité I_2 et celle sans réflecteur I_1 . (par la suite on considèrera $I_2 = 4460 \text{ cd}$).
- 1.6** - La source étant supposée ponctuelle, prolonger sur les figures 1 et 2 du document réponse DR1, les rayons extrêmes du faisceau issu de la source (S) et sortant du projecteur (délimité par les bords de la lentille).
- 1.7** - Suivant la position de la source (S), seule une partie du flux total émis va frapper la lentille donc sortir du projecteur : ce flux est appelé flux utile Φ_u .

Les calculs permettant de calculer Φ_u ont été effectués dans le tableau ci-dessous pour la position spot.

	SPOT	FLOOD
u en degré	21,8	
Ω en stéradian	0,45	
Φ_u en lumen	2004	4706

(u étant le demi-angle sous lequel la source S voit la lentille (voir figure 1 document réponse DR1) et Ω l'angle solide correspondant).

Rappel : Formule permettant de calculer l'angle solide Ω embrassé par un cône de demi-angle au sommet α (voir figure 3) : $\Omega = 2\pi (1 - \cos \alpha)$.

Détailler les calculs de u , Ω et Φ_u pour la position flood.

On montre que le faisceau sortant du projecteur a une forme de cône de $\frac{1}{2}$ angle au sommet (voir figure 3) égale à $\alpha_{\text{SPOT}} = 4$ degrés et $\alpha_{\text{FLOOD}} = 18$ degrés.

- 1.8** - En utilisant les valeurs de la question précédente, en déduire la valeur de l'intensité lumineuse dans chacune des 2 positions spot (I_S) et flood (I_F), et les comparer.

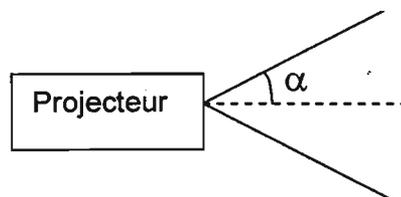


Figure 3

- 1.9** - Ces projecteurs produisent un éclairage de température de couleur de 6000 K. On place sur chaque projecteur un filtre CTO $\Delta M = + 12 \text{ MK}^{-1}$; 0,3 ND.

Rappel : Écart en mired en valeur absolue d'un filtre : $\Delta M = 10^6 \times \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$

1.9.a - Calculer la température de couleur finale : T_2 .

1.9.b - Calculer le coefficient de transmission : T_r .

1.9.c - Calculer dans ces conditions la modification du diaphragme à apporter pour une caméra qui ouvre de 8 à 2000 Lux.

1.10 - On va étudier le réflecteur à l'arrière de la lampe : on voit sur la figure 5 (document réponse DR1) que l'on a placé la source au centre d'un réflecteur sphérique, prolonger les rayons présents sur cette figure et conclure sur le rôle d'un tel réflecteur.

C - ÉTUDE D'UNE BOÎTE À LUMIÈRE

On utilise d'autre part une boîte à lumière (figure 6) dont le rôle est d'élargir la surface de la source : plus la source est grande, moins les ombres sont marquées.

La boîte à lumière utilisée a une surface utile S_u (partie blanche) de 60 x 60 cm et est équipée d'une lampe fournissant 10000 lm.

On considère que 70 % du flux total (F_T) de la lampe va éclairer cette surface.

Cette surface parfaitement diffusante a un coefficient de transmission de 90 %.



Figure 6

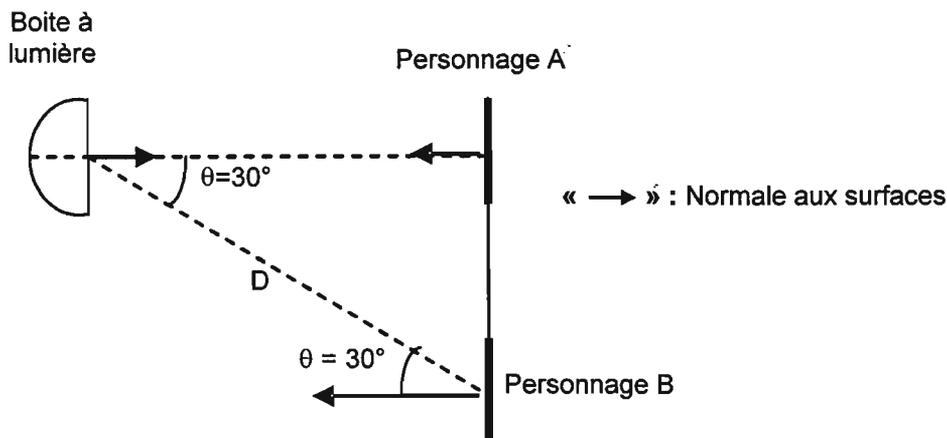
1.11 - Calculer l'éclairement E reçu par S_u .

1.12 - Calculer l'exittance M de S_u .

1.13 - Calculer la luminance L de cette source étendue (pour la suite on prendra $L = 5570 \text{ cd.m}^{-2}$).

Cette source est utilisée pour éclairer :

- un personnage A situé dans l'axe de la boîte à lumière à 5 m, ce personnage est tourné vers la boîte à lumière : les rayons provenant de celle-ci arrivent perpendiculairement à la surface éclairée ;
- un personnage B décalé de l'axe du projecteur, éloigné d'une distance D . Les rayons provenant de la boîte à lumière éclairent la surface B avec un angle $\theta = 30^\circ$.



1.14 - Calculer l'éclairement E_A reçu par A.

1.15 - Calculer l'éclairement E_B reçu par B.

PARTIE 2 - ÉLECTRICITÉ ET ÉLECTRONIQUE :

Les exercices A, B et C sont indépendants

A - ALIMENTATION DES ÉCLAIRAGES DU STADE

L'éclairage du stade nécessite une forte alimentation électrique. Elle est fournie par une ligne haute tension de 20000 V entre phases. À l'entrée du stade un transformateur triphasé réduit la tension à 400 V entre phases et peut fournir 200 A par phase.

2.1 - Quel est l'intérêt de transporter l'énergie électrique sous haute tension ? Justifier.

Étude du triphasé.

On rappelle les équations des 3 tensions simples entre phase et neutre (exprimées en volt) :

$$v_1(t) = 325 \sin(\omega t) \qquad v_2(t) = 325 \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \qquad v_3(t) = 325 \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)$$

2.2 - Quelle valeur de tension représente les 325 V ? Calculer la valeur efficace notée, V . Rappeler le nom et l'unité de ω , puis calculer sa valeur sachant que la fréquence est de 50 Hz.

2.3 - Sur le document réponse DR2, représenter sur une figure de Fresnel les 3 vecteurs associés aux 3 tensions simples entre phase et neutre.

2.4 - Mesurer graphiquement la tension composée entre 2 phases. En déduire la relation entre la tension simple et la tension composée.

2.5 - Calculer la puissance apparente nominale S_n disponible en sortie du transformateur triphasé.

L'installation est équilibrée, l'éclairage consomme 160 A par phase et impose un facteur de puissance de 0,93.

2.6 - Sur une phase, déterminer le déphasage φ de V par rapport à I si le système est inductif.

2.7 - Calculer la puissance active P consommée par les 3 phases.

2.8 - Montrer par une figure de Fresnel que le courant est nul dans le neutre.

2.9 - Quel est l'intérêt de cette particularité pour le transport de l'énergie ?

B - PRISE DE SON AUDIO

La prise de son AUDIO est assurée par un enregistreur numérique. Celui-ci échantillonne à $f = 48$ kHz et quantifie sur 16 bits.

2.10 - Déterminer la fréquence maximale admissible du signal audio afin de respecter la règle de Shannon. Que se passe-t-il si le signal dépasse cette fréquence ?

2.11 - Quel montage faut-il placer à l'entrée du CAN pour éviter ce défaut ?

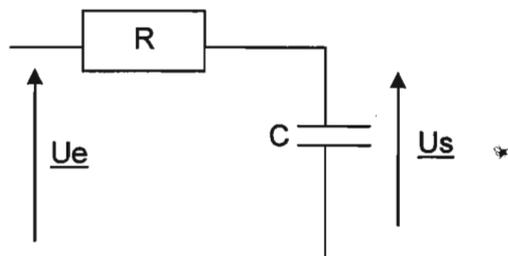
2.12 - Calculer le rapport signal sur bruit de quantification.

2.13 - Déterminer l'espace de stockage nécessaire en octets pour enregistrer les 2 h de l'évènement en stéréo.

C - FILTRAGE DU SIGNAL AUDIO

Dans cette partie nous allons étudier le filtre passe bas placé à l'entrée du CAN.

Figure 4



La fréquence de coupure à -3 dB de ce montage, notée f_0 est de 12 kHz.

2.14 - Déterminer l'expression de la transmittance complexe \underline{T} .

Rappel : $\underline{T} = \frac{U_s}{U_e}$. La mettre sous la forme : $\underline{T} = \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega_0}}$ puis $\underline{T} = \frac{1}{1 + \frac{j.f}{f_0}}$.

Exprimer f_0 en fonction de R et C.

2.15 - Sachant que $C = 4,7$ nF, calculer la résistance R.

2.16 - Sur le document réponse DR3, tracer le diagramme de BODE du filtre (gain uniquement). Faire apparaître les asymptotes et l'allure de la courbe en précisant le point à $f = f_0$.

2.17 - Déterminer graphiquement ou par le calcul l'atténuation A à 24 kHz.

2.18 - Est-elle suffisante pour estimer négligeable la présence des fréquences indésirables ? Justifier.

PARTIE 3 - ACOUSTIQUE : ÉTUDE D'UN MUR D'ENCEINTES

Le stade de football est également très utilisé pour la diffusion de concert de rock.

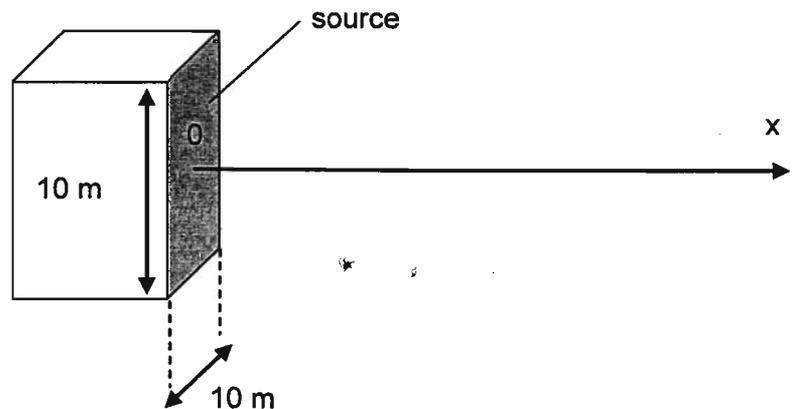
Afin que les auditeurs perçoivent la même intensité sonore quelque soit leur emplacement, les constructeurs proposent des systèmes de sonorisation comportant des associations d'un grand nombre d'enceintes.

Données :

- Vitesse de propagation du son dans l'air : $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$.
- Intensité acoustique au seuil d'audition : $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.
- On rappelle que l'intensité acoustique d'une onde à travers une surface S peut s'écrire : $I = \frac{P}{S}$.

Où P est la puissance acoustique (en watt) et S la surface (en m^2).

Lors d'un concert les techniciens ont installé un système de sonorisation constitué d'un mur de 72 enceintes formant un carré de 10 mètres de côté :



Le fabricant assure que ce système crée une onde plane de dimension 10 m par 10 m.

On suppose que ce système fonctionne à une fréquence $f = 200$ Hz.

La puissance acoustique totale fournie par le mur d'enceinte vaut : $P = 10$ W.

La forme générale de l'onde de pression s'écrit : $p(x,t) = p_0 \sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$.

- 3.1 - Calculer la longueur d'onde λ de cette onde.
- 3.2 - Quels sont le sens et la direction de propagation de l'onde ? Justifier.
- 3.3 - Donner l'expression de l'onde au niveau de la source notée $p_1(t)$.
- 3.4 - Donner l'expression de l'onde à la distance $x = \lambda$ notée $p_2(t)$.
- 3.5 - Quelle est donc la distance entre deux plans d'ondes vibrant en phase ?
- 3.6 - Calculer les intensités acoustiques I_1 et I_2 fournies par le mur d'enceintes à 10 m puis à 20 m de la source. Déterminer les niveaux de pressions acoustiques L_1 et L_2 correspondants. Conclusion ?
- 3.7 - Pour une distance supérieure à 40 m, le constructeur annonce que l'onde produite par le système devient sphérique. Montrer que pour une telle onde le niveau L décroît de 6 dB lorsque la distance est doublée par rapport à la source.
- 3.8 - Pour $x = 40$ m; on donne $L_3 = 110$ dB_{SPL}. Calculer le niveau L_4 pour une distance de 60 m par rapport à la source.

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 : MVISP
Page : 7/10

SESSION 2010

Durée : 3 H
Coefficient : 2

DOCUMENTS RÉPONSES
(à rendre obligatoirement avec la copie)

DOCUMENT-RÉPONSE DR1

NE RIEN ÉCRIRE

S en position spot (d = 25cm)

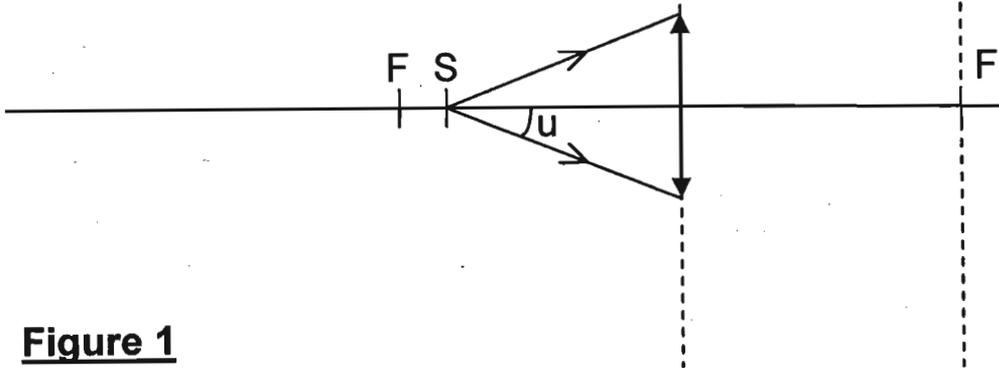


Figure 1

S en position flood (d = 15cm)

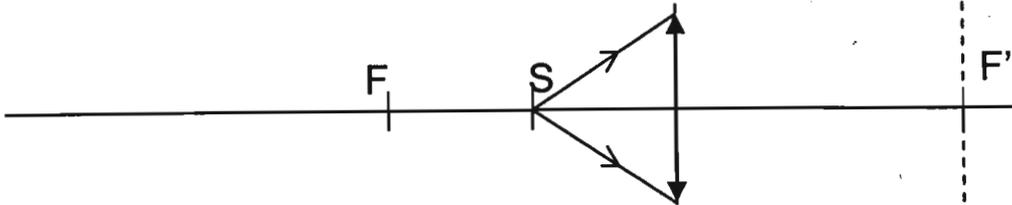


Figure 2

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 : MVISP
Page : 8/10

SESSION 2010

Durée : 3 H
Coefficient : 2

NE RIEN ÉCRIRE

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

DOCUMENT-RÉPONSE DR1 (SUITE)

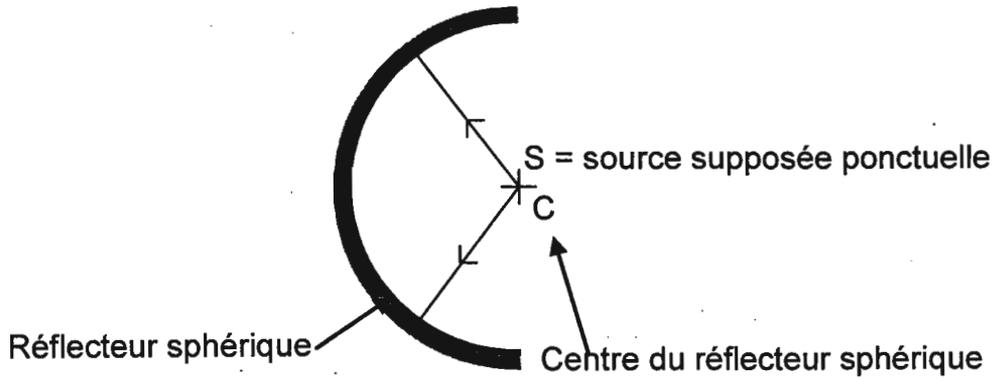


Figure 5

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 examen.

Repère : MVISP
Page : 9/10

SESSION 2010

Durée : 3 H
Coefficient : 2

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

DOCUMENT-RÉPONSE DR2

REPRÉSENTATION DE FRESNEL DES 3 TENSIONS SIMPLES

Échelle : 1cm \Leftrightarrow 50 V



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 examen.

Repère : MVI/SP
Page : 10/10

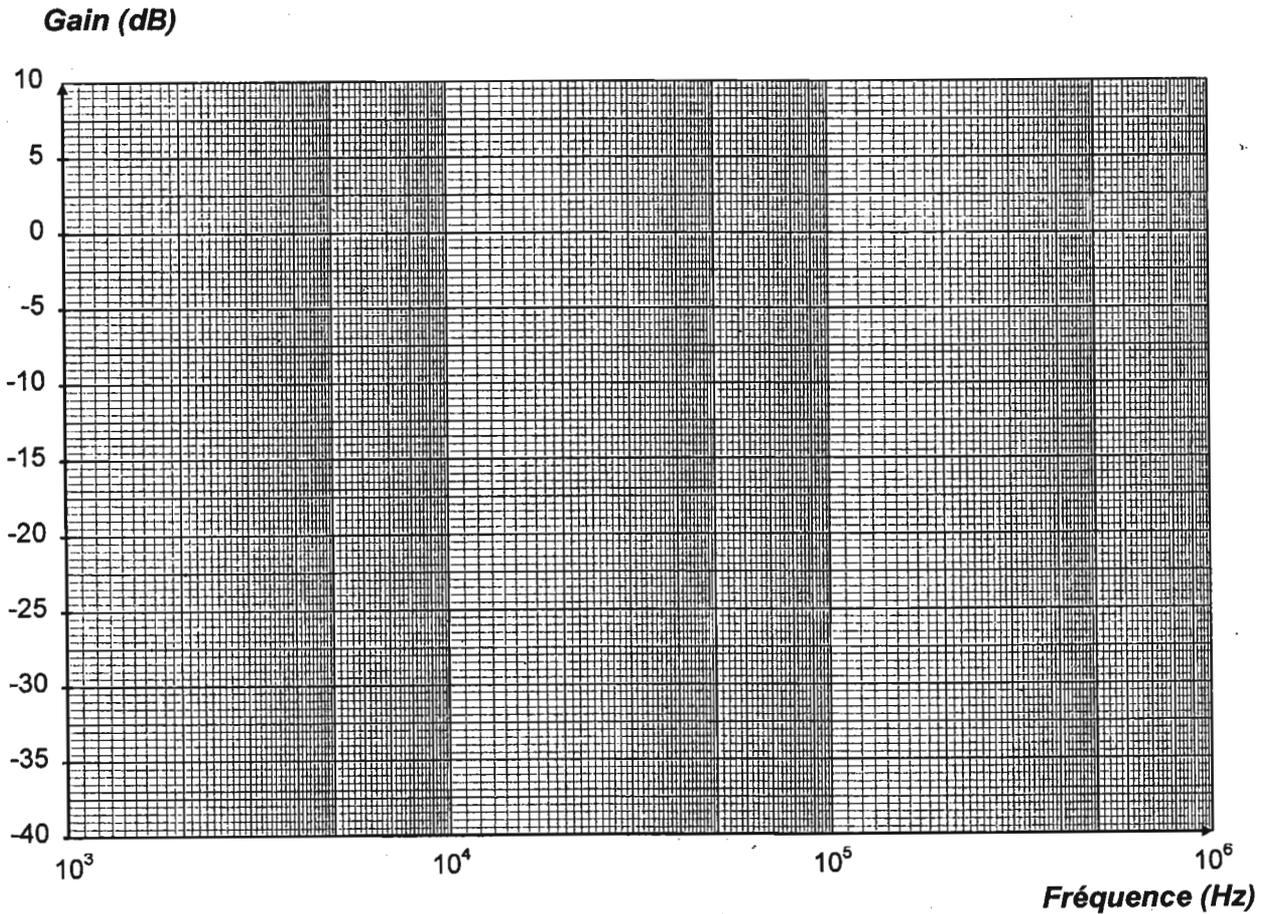
SESSION 2010

Durée : 3 H
Coefficient : 2

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

DOCUMENT-RÉPONSE DR3

DIAGRAMME DE BODE



BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL

SCIENCES PHYSIQUES – U. 3

OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE

SESSION 2011

—
Durée : 3 heures
Coefficient : 2
—

Matériel autorisé :

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

Document à rendre avec la copie :

- document-réponse.....page 8/8

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE		Session 2011
Sciences physiques – U. 3	MVISP	Page : 1/8

LES 4 PARTIES SONT INDÉPENDANTES

PARTIE 1 - OPTIQUE

Les exercices A et B sont indépendants.

A - Étude d'un projecteur de diapositives

Le projecteur étudié, schématisé **figure 1.A** ci-dessous, **sans échelle**, est constitué d'une source lumineuse A_0B_0 , d'un miroir sphérique concave M de sommet S et d'une lentille convergente L de centre O .

La diapositive à projeter, de dimension verticale **24 mm**, se trouve dans le plan P . Elle est éclairée par l'ensemble source lumineuse A_0B_0 et miroir M .

On supposera que A_1B_1 recouvre exactement la moitié de la diapositive et A_1B_1 a donc pour dimension **12 mm**.

La lentille convergente L permet de former l'image A_2B_2 de la diapositive, donc de A_1B_1 , sur un écran E .

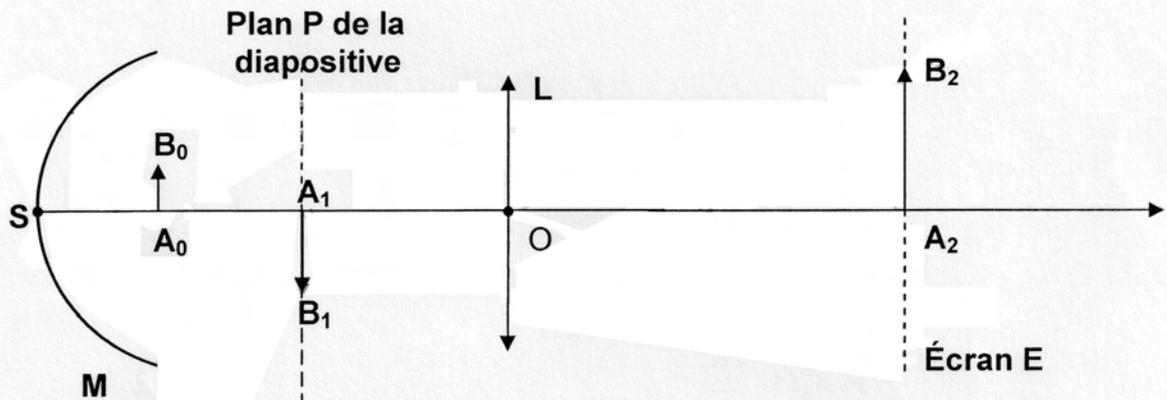


Figure 1.A

Sur le **document-réponse (page 8/8)**, qui n'a pas d'échelle, est représenté A_1B_1 . Le point C est le centre du miroir M , le point F_M est le foyer du miroir M et F' est le foyer image de la lentille L .

- 1.1 - Construire A_0B_0 sur le **document-réponse** (on rappelle que A_1B_1 est l'image de A_0B_0 par le miroir M).
- 1.2 - Construire A_2B_2 , image de A_1B_1 par la lentille L , sur le **document-réponse**, en justifiant le trajet des rayons utilisés.
- 1.3 - La distance de A_1B_1 au centre optique O de la lentille L est de **92 mm** et la distance focale de la lentille L est $f' = 90 \text{ mm}$.
 - 1.3.1 - Écrire la formule de conjugaison des lentilles minces liant les points A_1 , A_2 et O .
 - 1.3.2 - Calculer la valeur numérique de OA_2 , distance de la lentille à l'écran.
 - 1.3.3 - Déterminer la valeur du grandissement γ par la lentille L .

1.3.4 - En déduire la dimension de l'image A_2B_2 , puis celle de l'image de la diapositive obtenue sur l'écran E .

1.4 - La distance du sommet S du miroir M au film est $SA_1 = 10 \text{ cm}$; le rayon du miroir est $SC = 4,5 \text{ cm}$.

1.4.1 - Calculer la valeur numérique de SA_0 , distance du sommet S du miroir M à la source lumineuse A_0B_0 .

Rappel : A' étant l'image d'un point objet A appartenant à l'axe d'un miroir sphérique de centre C et de sommet S , la formule de conjugaison des miroirs sphériques liant A et A' s'écrit :

$$\frac{1}{SA'} + \frac{1}{SA} = \frac{2}{SC}$$

1.4.2 - Calculer la distance $F_M A_0$. On rappelle que F_M se trouve au milieu du segment SC .

1.4.3 - Déterminer la valeur de γ_M , grandissement par le miroir M .

1.4.4 - En déduire la dimension de la source A_0B_0 .

B - Principe d'une couche antireflet

Afin de supprimer les reflets parasites, on dépose une couche antireflet sur les lentilles constitutives des objectifs.

La couche anti-reflet déposée sur la surface S à traiter est transparente, d'indice n , d'épaisseur e .

Une onde incidente, constituée de rayons parallèles, arrive sur le matériau ainsi traité et donne naissance à deux ondes réfléchies : une **onde 1**, réfléchie par la surface de la couche et une **onde 2**, réfléchie par la surface S du matériau (**figure 1.B ci-dessous**).

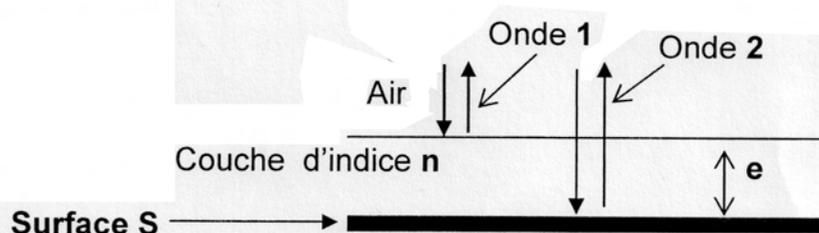


Figure 1.B

1.5 - On appelle c_0 la célérité des ondes dans l'air et c leur célérité dans la couche d'indice n .

Donner l'expression de c en fonction de c_0 et n .

1.6 - En déduire la relation entre λ_0 , longueur d'onde des ondes dans l'air et λ longueur d'onde des ondes dans la couche d'indice n .

1.7 - Déterminer, en fonction de e , la différence de marche d entre l'onde 2 et l'onde 1.

1.8 - On souhaite obtenir des interférences destructives : la somme des ondes 1 et 2 doit donc être nulle.

Donner, en radian, la plus petite valeur positive du déphasage de l'onde 2 par rapport à l'onde 1, notée φ_m , permettant de satisfaire cette condition.

1.9 - Le déphasage φ_m vérifie par ailleurs la relation : $\varphi_m = \frac{2 \cdot \pi \cdot d}{\lambda}$

En déduire la relation liant d et λ , puis la relation liant e et λ permettant d'obtenir des interférences destructives entre les ondes 1 et 2.

1.10 - On donne $\lambda = 0,4 \mu\text{m}$ et $n = 1,5$.

1.10.1 - Calculer la valeur de e permettant d'obtenir des interférences destructives.

1.10.2 - Calculer la valeur de λ_0 correspondante.

Pourquoi cette valeur est-elle judicieusement choisie ?

PARTIE 2 - PHOTOMÉTRIE

Fonction de transfert d'un objectif de caméra

La caméra considérée ne possède qu'un seul capteur CCD.

Son objectif est constitué d'un groupe de $n = 5$ lentilles, de coefficient de transmission total $T_n = 0,86$ et d'un diaphragme de diamètre d'ouverture d et de nombre d'ouverture N .

Il est de plus équipé d'un filtre colorimétrique de coefficient de transmission $T_f = 0,63$. L'objet filmé, de luminance $L = 110 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$, est éloigné : le capteur CCD enregistrant son image se trouve donc en F' , foyer principal image de l'objectif.

Le système ainsi défini est représenté sur la **figure 2. ci-dessous** :

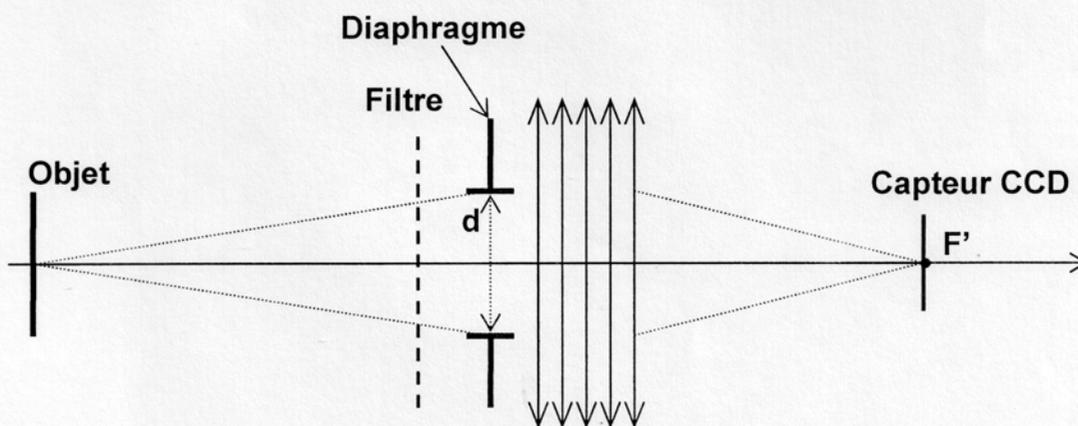


Figure 2

Dans les conditions d'utilisation de l'objectif, l'éclairement E reçu par le capteur **CCD** s'exprime par :

$$E = \frac{4 \cdot T_f \cdot T_n \cdot L}{\pi \cdot N^2}$$

On donne $E = 2,4 \text{ lx}$.

- 2.1 - Calculer la valeur du nombre d'ouverture N du diaphragme.
- 2.2 - La focale utilisée étant $f' = 60 \text{ mm}$, calculer le diamètre d'ouverture d du diaphragme.
- 2.3 - Les 5 lentilles constitutives de l'objectif ayant le même coefficient de transmission, noté T_L , calculer T_L .
- 2.4 - Calculer la densité optique du filtre colorimétrique.
- 2.5 - La compensation en couleur apportée par le filtre est $\Delta M = 130 \text{ MK}^{-1}$.
Sachant que la lumière arrivant sur le capteur a pour température de couleur $T'_C = 3200 \text{ K}$, calculer la température de couleur T_C de la lumière entrant dans l'objectif.
- 2.6 - Pour que la prise de vue soit réussie, l'éclairement reçu par le capteur doit être $E' = 21 \text{ lx}$, en l'absence de gain électronique ajouté.
Calculer le gain à ajouter électroniquement pour pouvoir réaliser une prise de vue correcte lorsque l'éclairement reçu par le capteur est $E = 2,4 \text{ lx}$.

PARTIE 3 - ÉLECTRICITÉ

Étude du gain électronique d'une caméra

Le schéma simplifié du circuit électronique permettant d'amplifier la tension U_e délivrée par le capteur **CCD** de la caméra est représenté sur la **figure 3 (page 6/8)**. L'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire.

L'opérateur peut modifier la valeur de l'amplification par action sur l'interrupteur K , supposé parfait.

On appelle V^+ le potentiel de l'entrée non inverseuse et V^- le potentiel de l'entrée inverseuse.

La tension U_e correspond à l'acquisition d'une image et peut donc être considérée comme continue.

On donne $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 8,2 \text{ k}\Omega$ et $R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega$.

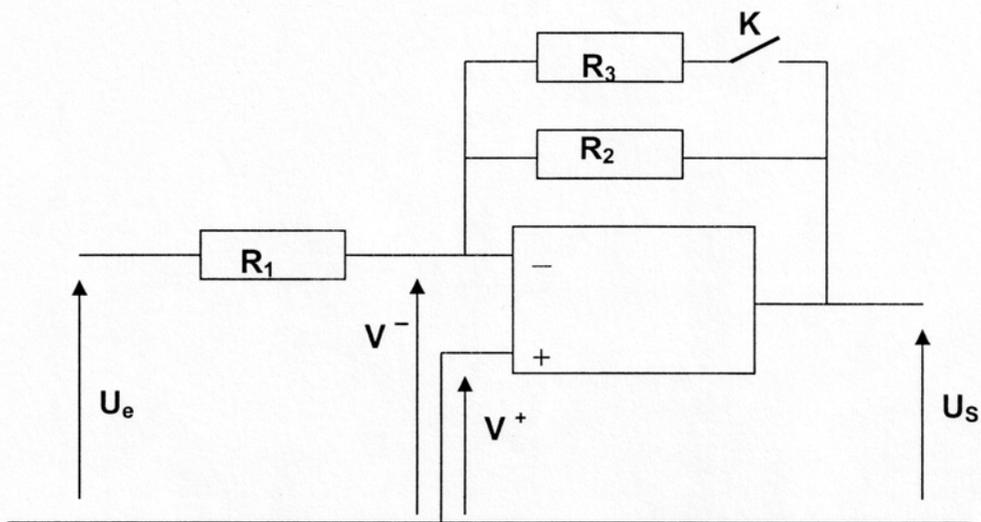


Figure 3

3.1- L'interrupteur K est ouvert

- 3.1.1 - Établir l'expression du potentiel V^- en fonction de R_1 , R_2 , U_e et U_s .
- 3.1.2 - Donner, en la justifiant, la relation entre V^+ et V^- .
- 3.1.3 - Donner, en la justifiant, la valeur du potentiel V^+ .
- 3.1.4 - Établir l'expression de l'amplification $A_0 = U_s / U_e$ en fonction de R_1 et R_2 .
- 3.1.5 - Calculer les valeurs de l'amplification A_0 et du gain G_{0dB} correspondant lorsque K est ouvert.

3.2 - L'interrupteur K est fermé

- 3.2.1 - Établir l'expression de l'amplification $A_F = U_s / U_e$ en fonction de R_1 , R_2 et R_3 .
- 3.2.2 - Calculer les valeurs de l'amplification A_F et du gain G_{FdB} correspondant lorsque K est fermé.

PARTIE 4 - ACOUSTIQUE

On considère deux enceintes émettant, lorsqu'elles fonctionnent, de façon omnidirectionnelle dans l'espace libre, les puissances acoustiques respectives P_{a1} et P_{a2} . On mesure au sonomètre le niveau sonore créé en un point **M** situé à $r_1 = 6$ m de l'enceinte 1 et à $r_2 = 4$ m de l'enceinte 2 (figure 4 ci-dessous).

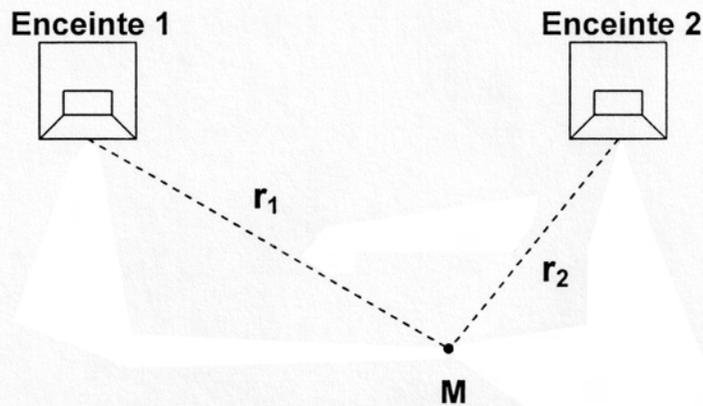


Figure 4

4.1- L'enceinte 1 fonctionne seule : le niveau sonore en **M** est $N_1 = 88$ d_{Bspl}.

4.1.1 - Calculer la valeur de l'intensité acoustique I_1 créée en **M** par l'enceinte 1.

4.1.2 - Calculer la valeur de la pression acoustique P_1 créée en **M** par l'enceinte 1.

4.1.3 - Calculer la puissance acoustique P_{a1} .

4.2- L'enceinte 2 fonctionne seule : le niveau sonore en **M** est $N_2 = 86$ d_{Bspl}.

4.2.1 - Calculer la valeur de l'intensité acoustique I_2 créée en **M** par l'enceinte 2.

4.2.2 - Calculer la valeur de la pression acoustique P_2 créée en **M** par l'enceinte 2.

4.2.3 - Calculer la puissance acoustique P_{a2} .

4.3 - Les enceintes 1 et 2 fonctionnent simultanément.

Déterminer le niveau acoustique résultant en **M**.

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)

Examen ou concours : _____ Série* : _____

Spécialité/Option : _____

Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

DOCUMENT-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

