

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 $L_3 = 55 \text{ Cd} \cdot \text{m}^{-2}$.

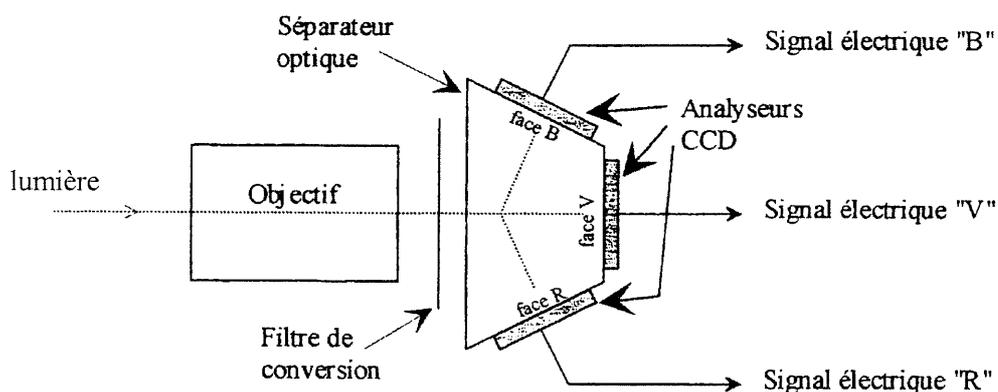
1.1 - Détermination des coordonnées de l'impression colorée de l'objet perçue par l'œil

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.

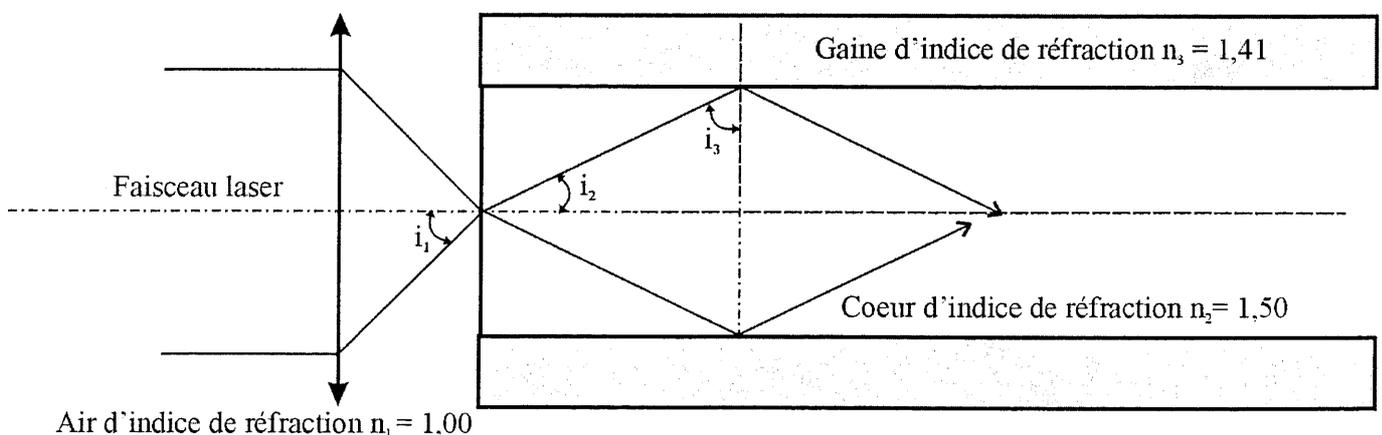
T : durée d'intégration.

$E'(\lambda)$: 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''.

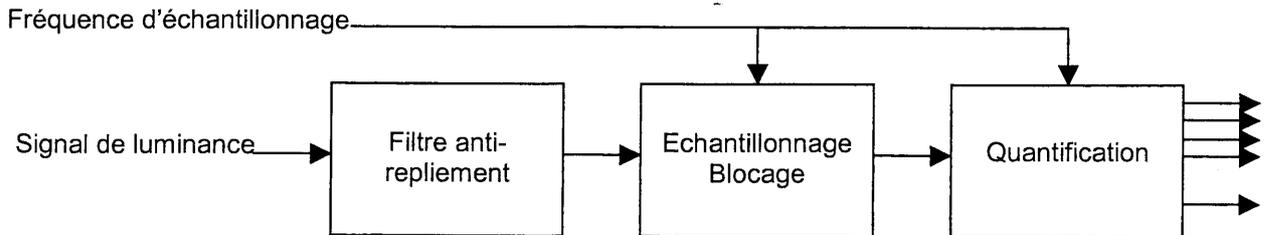
Construire graphiquement A''' B''' et en déduire la distance focale de L'_1 .

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

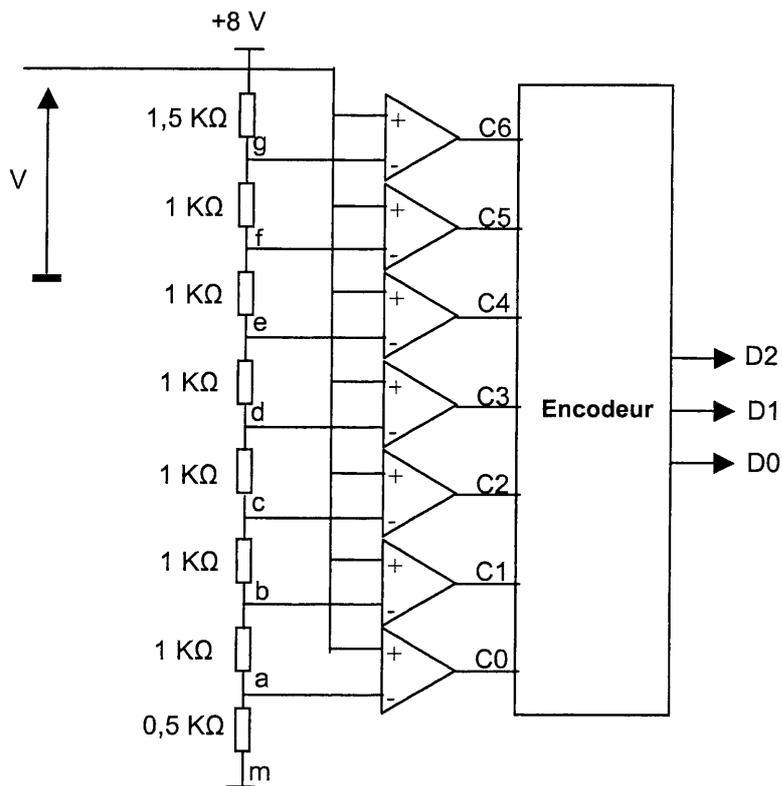
2.1.1 - Le spectre du signal de luminance produit par la caméra est compris entre 0 Hz et 5,5 MHz. Déterminer la fréquence d'échantillonnage minimum $F_{e\min}$ nécessaire.

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

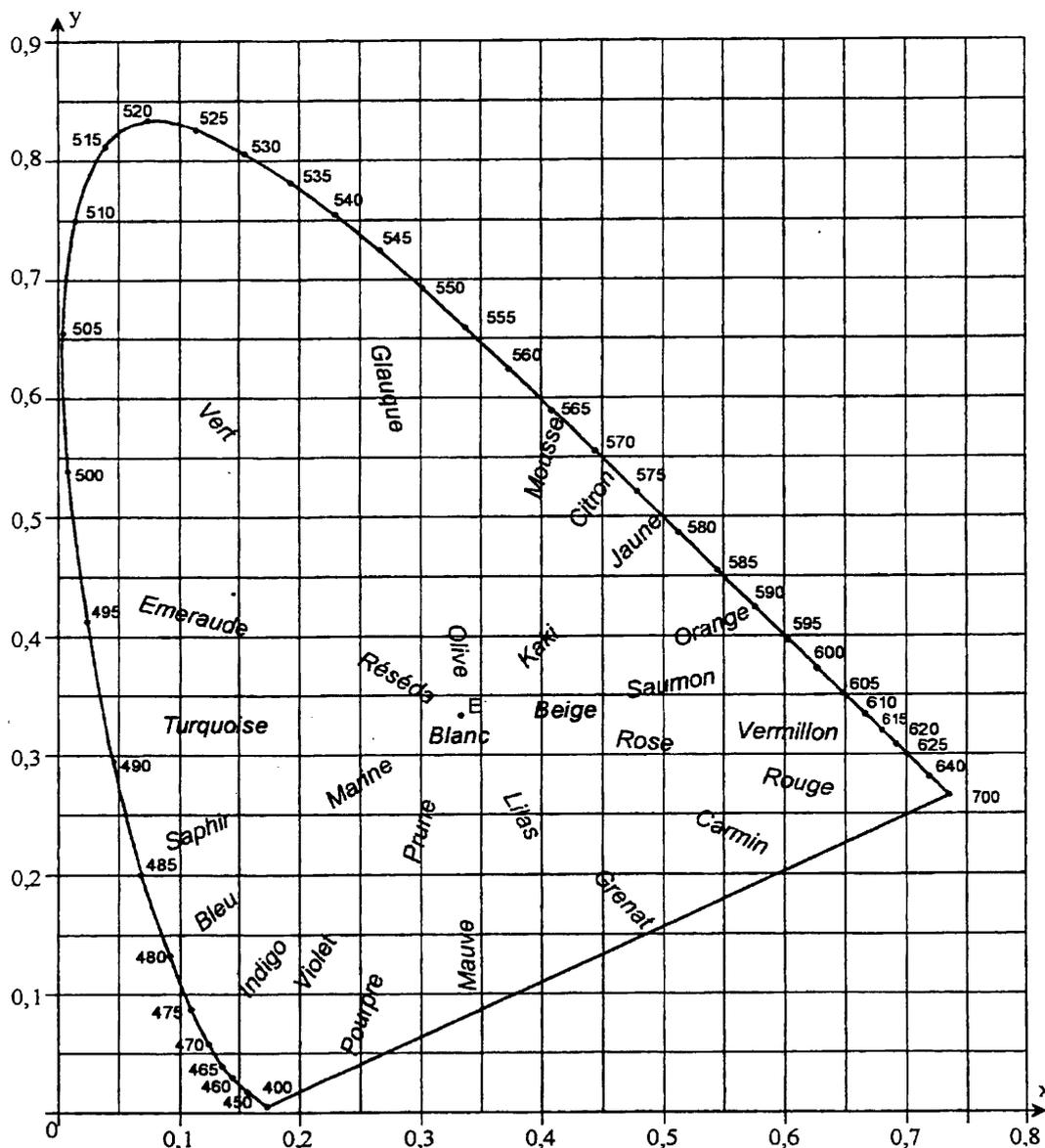
Durée : 3 H

Page : 6/11

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

	Eclairement lumineux (lux)			Eclairement 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

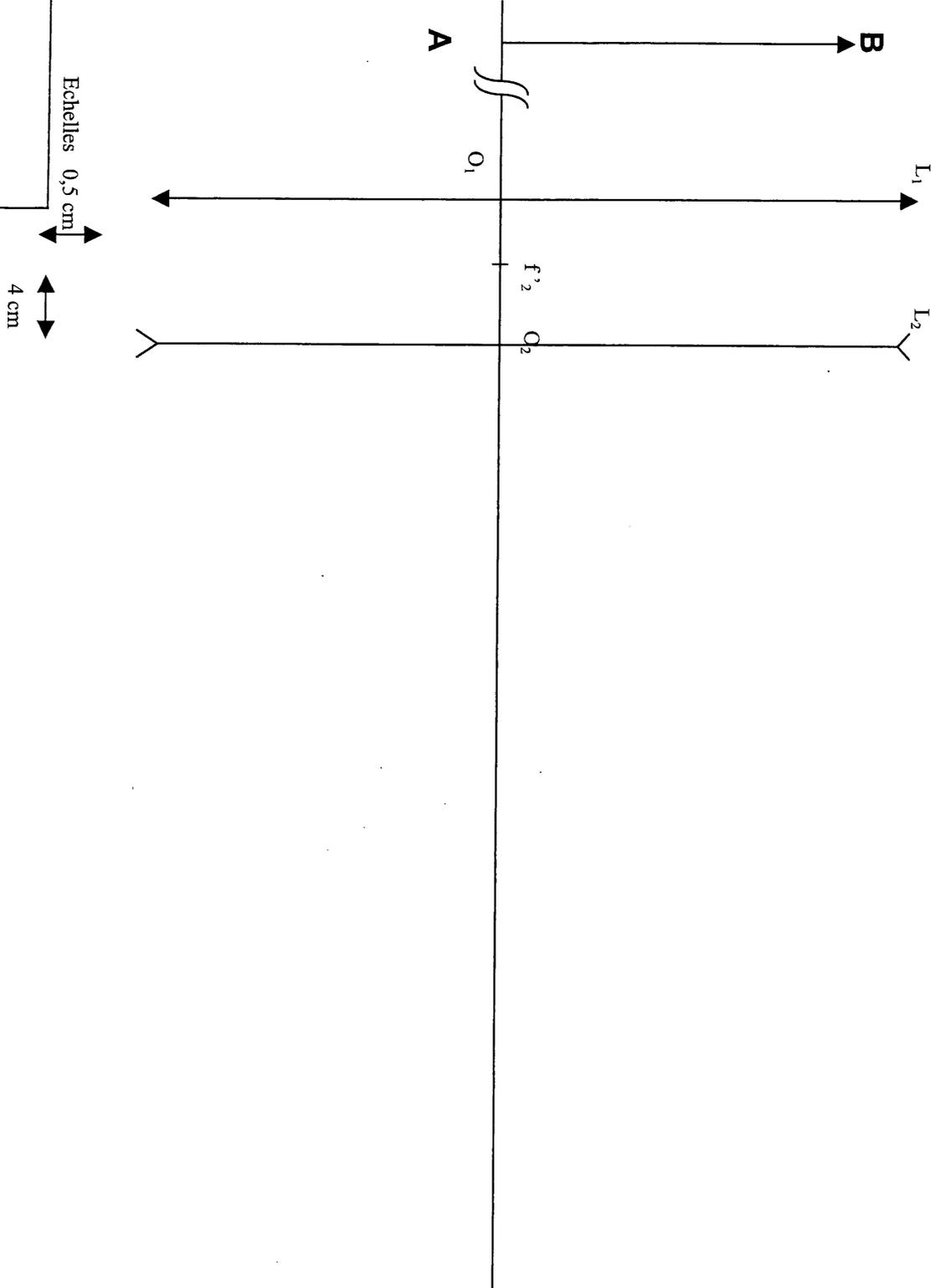
Page : 8/11

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 : _____

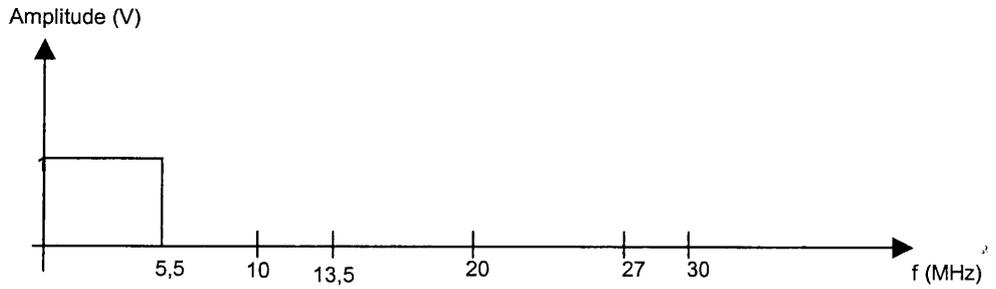
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

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

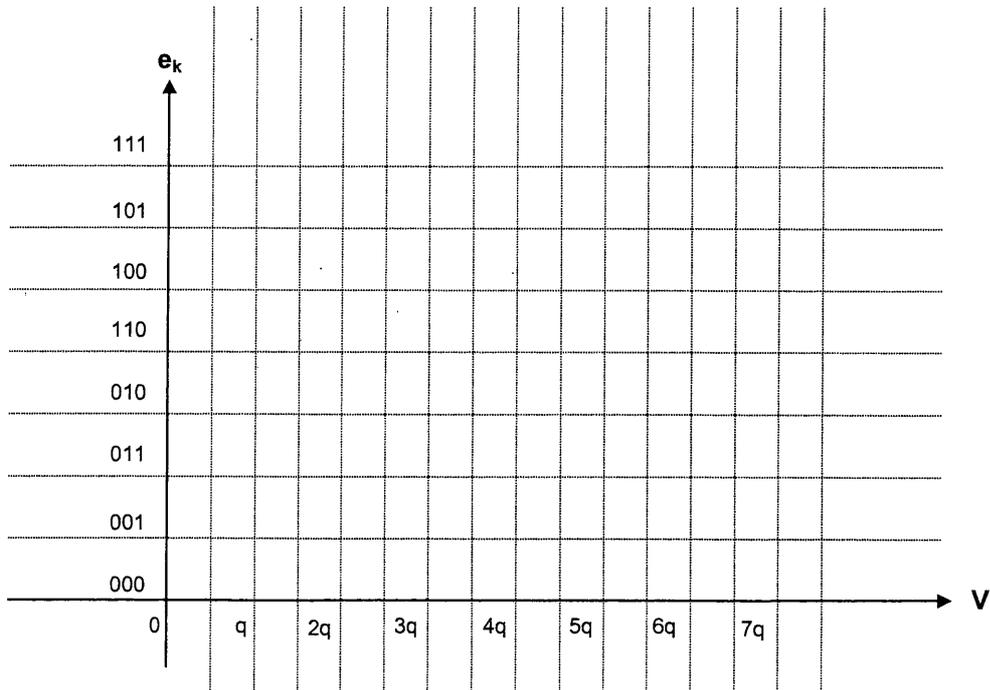
Page : 9/11 **Coefficient : 2**

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

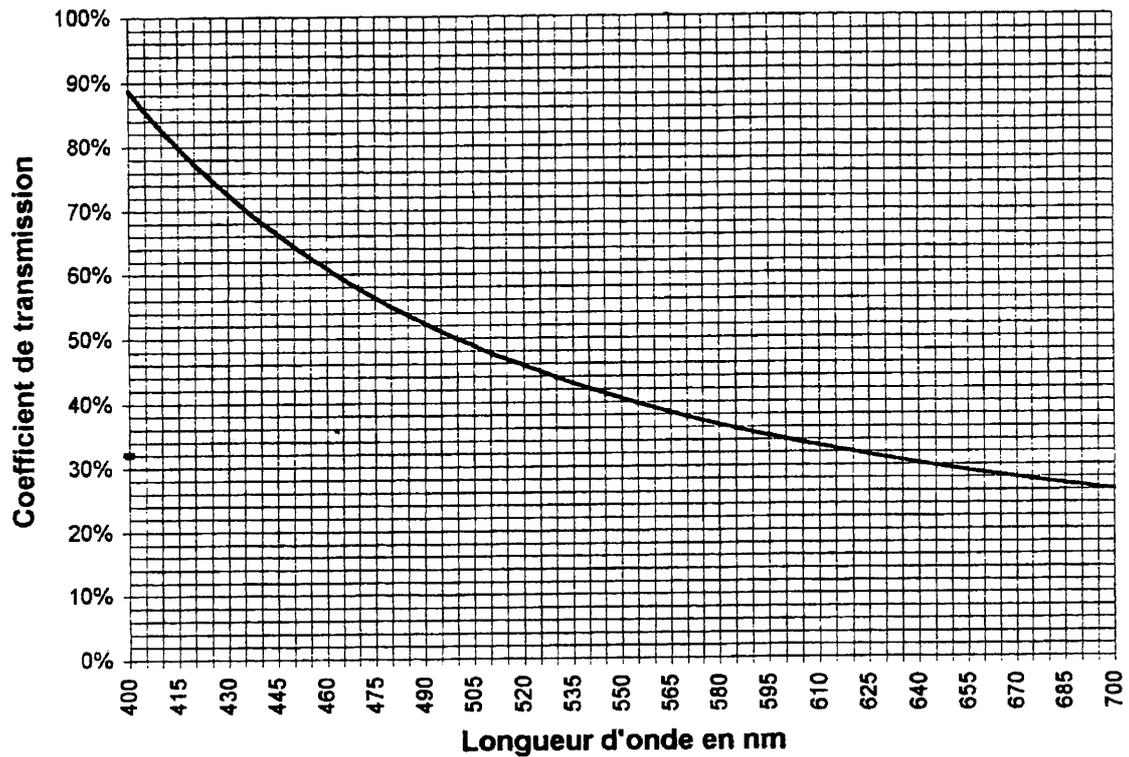


q: Pas de quantification (en Volt).

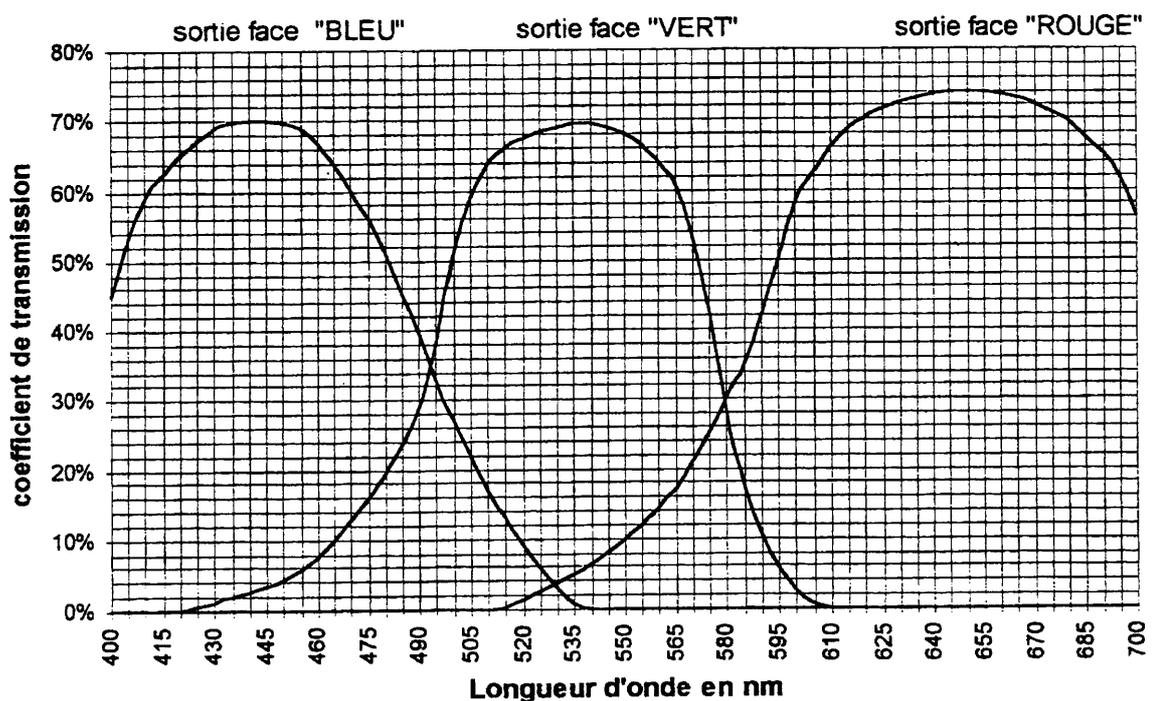
e: Nombre binaire codé en binaire réfléchi sur 3 bits D0, D1, D2. D0 est le L.S.B et D2

DOCUMENT ANNEXE N° 1

A - Caractéristique spectrale du filtre de conversion

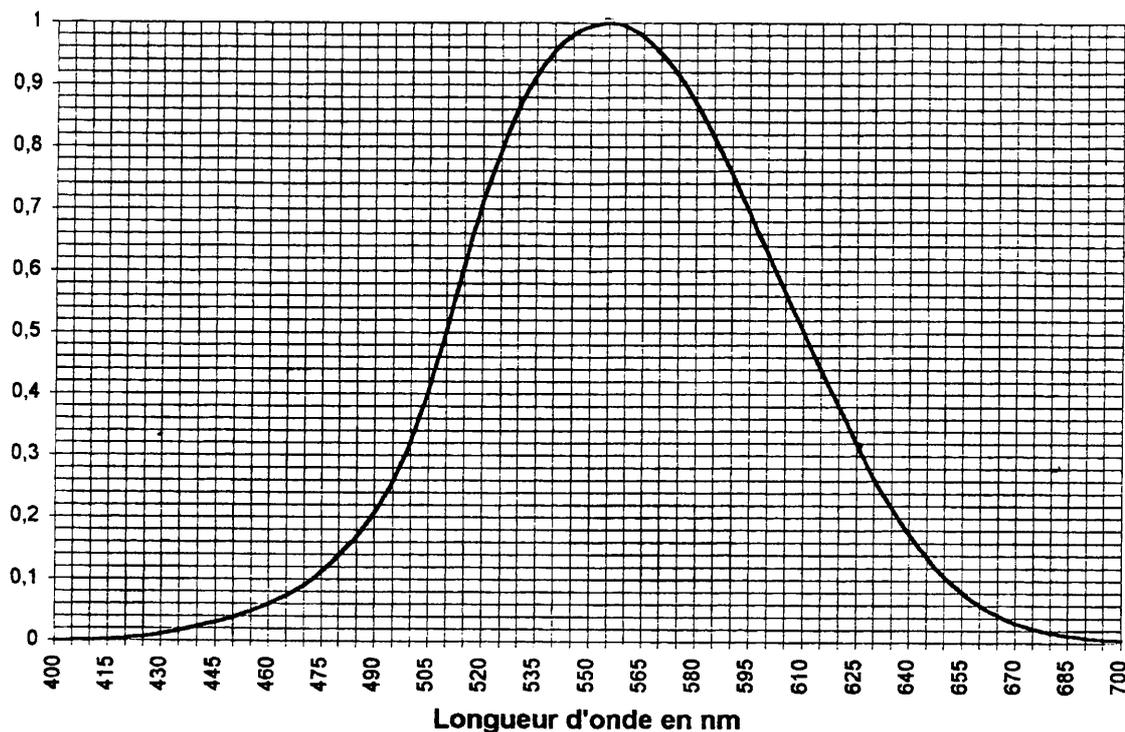


B - Caractéristique spectrale du séparateur optique



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)

