

Repère : MVSSP

SESSION 2006

Durée : 3 H

Page : 0/10

Coefficient : 2

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
DES MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL
OPTION MÉTIERS DU SON**

**ÉPREUVE E3 :
SCIENCES PHYSIQUES**

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

OPTION METIERS DU SON

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 $\lambda_1 = 465 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 545 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 625 \text{ nm}$.

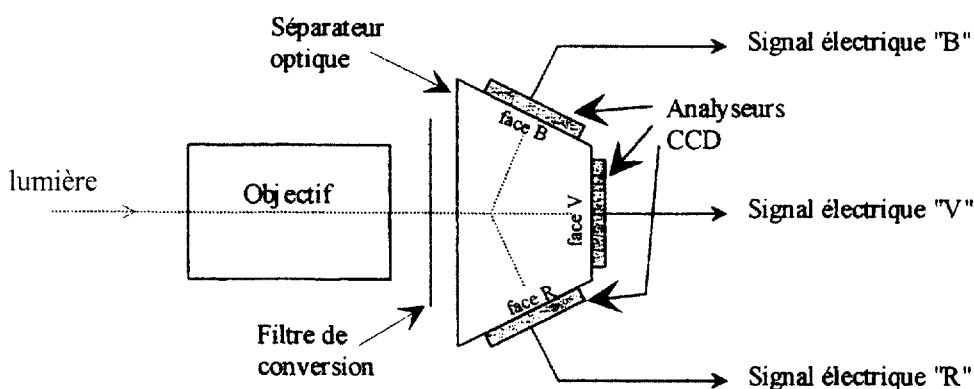
Les luminances produites par la diffusion de ces rayonnements par l'objet sont respectivement, et dans l'axe de prise de vue : $L_1 = 5,5 \text{ Cd} \cdot \text{m}^{-2}$, $L_2 = 100 \text{ Cd} \cdot \text{m}^{-2}$ et $L_3 = 55 \text{ Cd} \cdot \text{m}^{-2}$.

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.

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



Considérons isolément, l'objectif de la caméra produit au plan où se forme l'image un éclairage 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 éclairagements lumineux reçus en sortie du filtre de conversion pour les trois rayonnements monochromatiques. On appellera E_1 , E_2 , E_3 ces éclairagements.

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**).

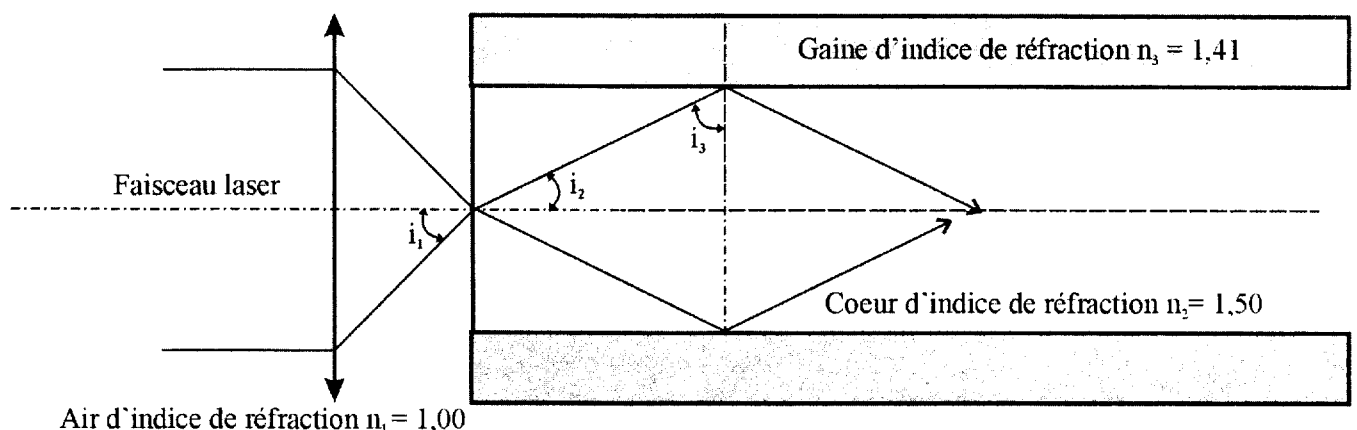
Compléter le tableau du **document réponse n°2** en calculant les éclairagements énergétiques E'_{1b} , E'_{2b} , E'_{3b} reçus par le CCD correspondant aux éclairagements lumineux E_{1b} , E_{2b} , E_{3b} .

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.

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 $i_1 = 30,8^\circ$.

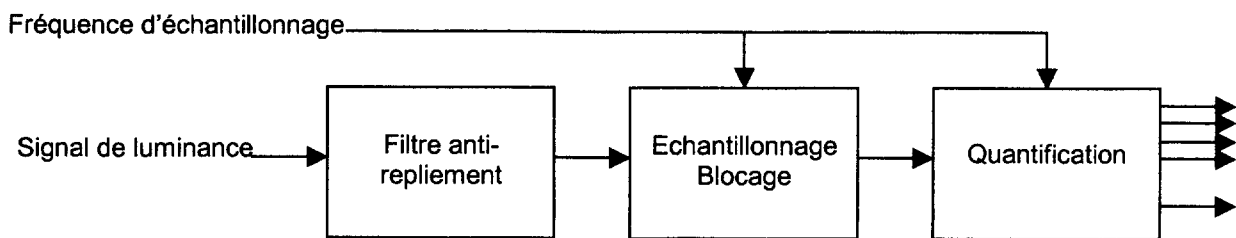
1.3.1 - Calculer la distance focale image f' de la lentille convergente sachant que le diamètre du faisceau est de 1,0 mm.

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.

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

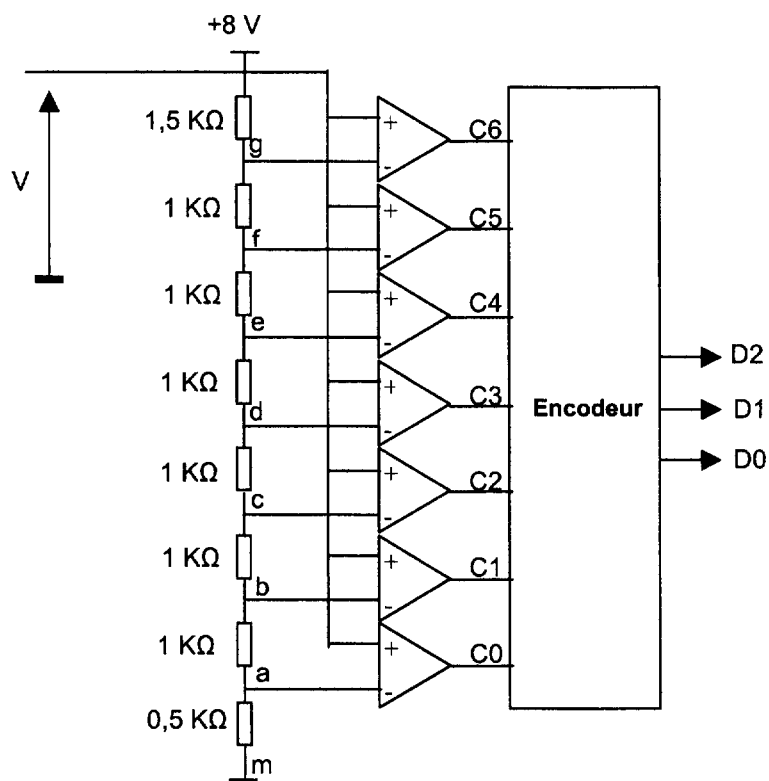
2.1.1 - Le spectre du signal de luminance produit par la caméra est compris entre 0 Hz et 5,5 MHz. Déterminer la fréquence d'échantillonnage minimum $F_{e\ min}$ nécessaire.

2.1.2 - La fréquence d'échantillonnage réelle F_e est de 13,5 MHz. Sur le **document réponse n°2**, 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° 3.

PARTIE 3 - ACOUSTIQUE

Les exercices A et B sont indépendants.

A - ETUDE D'UNE SONORISATION

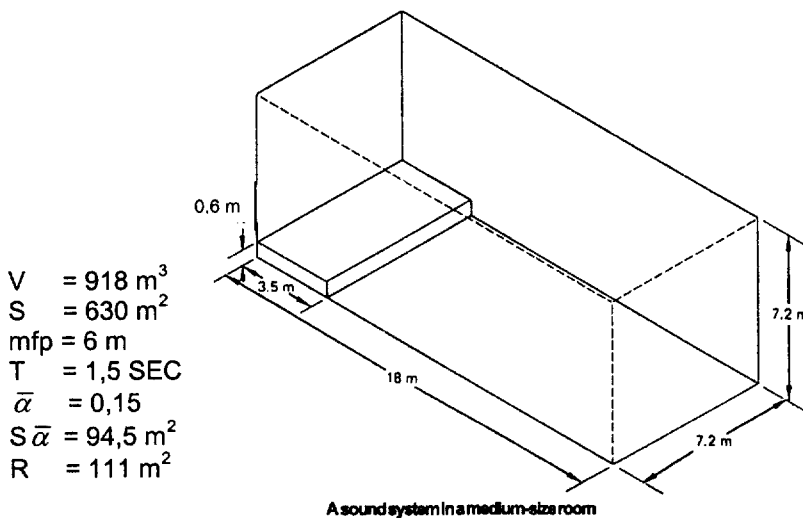
3.1 - Choix d'enceintes

Une enceinte fournit un niveau sonore de 100 dB_{SPL} à 1 m pour 1 watt électrique reçu.

- 3.1.1 - Calculer le niveau de pression sonore P_S à 50 m de l'enceinte.
- 3.1.2 - On souhaite amener le niveau de pression sonore P_S à 100 dB_{SPL} à cette distance, calculer le gain G apporté par l'amplificateur pour répondre à cette contrainte.
- 3.1.3 - Le résultat du calcul précédent indique que l'enceinte ne peut fournir un tel niveau de pression sonore sans saturation. La solution consiste à augmenter le nombre d'enceintes. Calculer le nombre N d'enceintes nécessaires sachant que le niveau sonore maximum que peut fournir une enceinte en continu est 125 dB_{SPL}.
- 3.1.4 - Calculer alors la puissance P_e que doit fournir l'amplificateur associé à chaque enceinte.
- 3.1.5 - 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 ?

B - ACOUSTIQUE ARCHITECTURALE

On se propose ici de déterminer le Gain Acoustique Potentiel d'une installation de sonorisation située dans la salle suivante :



Indice de directivité de l'orateur: +3 dB

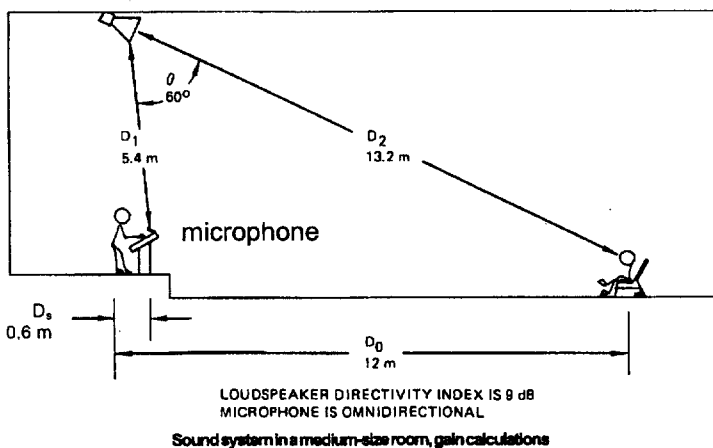
Indice de directivité du HP: +9 dB

Calcul de la distance critique dans les conditions d'Eyring:

$$D_c = \sqrt{\frac{Q \cdot S \cdot \bar{\alpha}}{16 \cdot \pi \cdot (1 - \bar{\alpha})}}$$

Q : Facteur de directivité

$\bar{\alpha}$: Coefficient d'absorption moyen.



On rappelle que l'indice de directivité I_d s'exprime en fonction de Q : $I_d = 10 \log Q$.

3.2 - Mesure du niveau sonore sans sonorisation (Orateur seul)

- 3.2.1 - Montrer que le niveau sonore L_{pd} en champ libre d'un point situé à une distance D d'une source de niveau sonore L_s peut se calculer à partir d'un niveau sonore mesuré L'_{pd} situé à une distance D' de la source par l'expression suivante : $L_{pd} = L'_{pd} - 20 \cdot \log(D/D')$.
- 3.2.2 - Calculer la distance critique D_{c1} de l'orateur.
- 3.2.3 - Calculer le niveau sonore L_{pd} de l'onde directe à cette distance sachant que le niveau capté par le microphone L'_{pd} est de 70 dB_{SPL}.
- 3.2.4 - En déduire le niveau du champ réverbéré.
- 3.2.5 - Si l'on considère qu'un auditeur placé à une distance supérieure à 3 fois la distance critique ne perçoit que le champ réverbéré, déterminer le niveau perçu par l'auditeur.

3.3 - Mesure du niveau sonore avec sonorisation seule (sans orateur)

- 3.3.1 - Calculer la distance critique D_{c2} du haut parleur dans l'axe de l'auditeur.
- 3.3.2 - Déterminer la distance critique D_{c3} du haut parleur dans l'axe du microphone sachant que la directivité du haut parleur est atténuée de - 12 dB à 60°.
- 3.3.3 - Montrer alors que le microphone est situé dans le champ réverbéré du haut parleur.
- 3.3.4 - Sachant que pour éviter l'effet "Larsen", le niveau de pression sonore capté par le microphone doit être au maximum de 70 dB (même niveau que l'orateur seul), calculer le niveau de pression sonore L_1 dans l'axe à un mètre.
- Remarque** : Dans cette question, on considère que la directivité du microphone est omnidirectionnelle.
- 3.3.5 - Calculer alors le niveau de pression sonore L_2 perçu par l'auditeur en provenance du haut parleur.
- Remarque** : Dans cette question, on considère que la directivité du microphone est omnidirectionnelle.
- 3.3.6 - Calculer alors le gain acoustique G_a apporté par le dispositif de sonorisation.

DANS CE CADRE

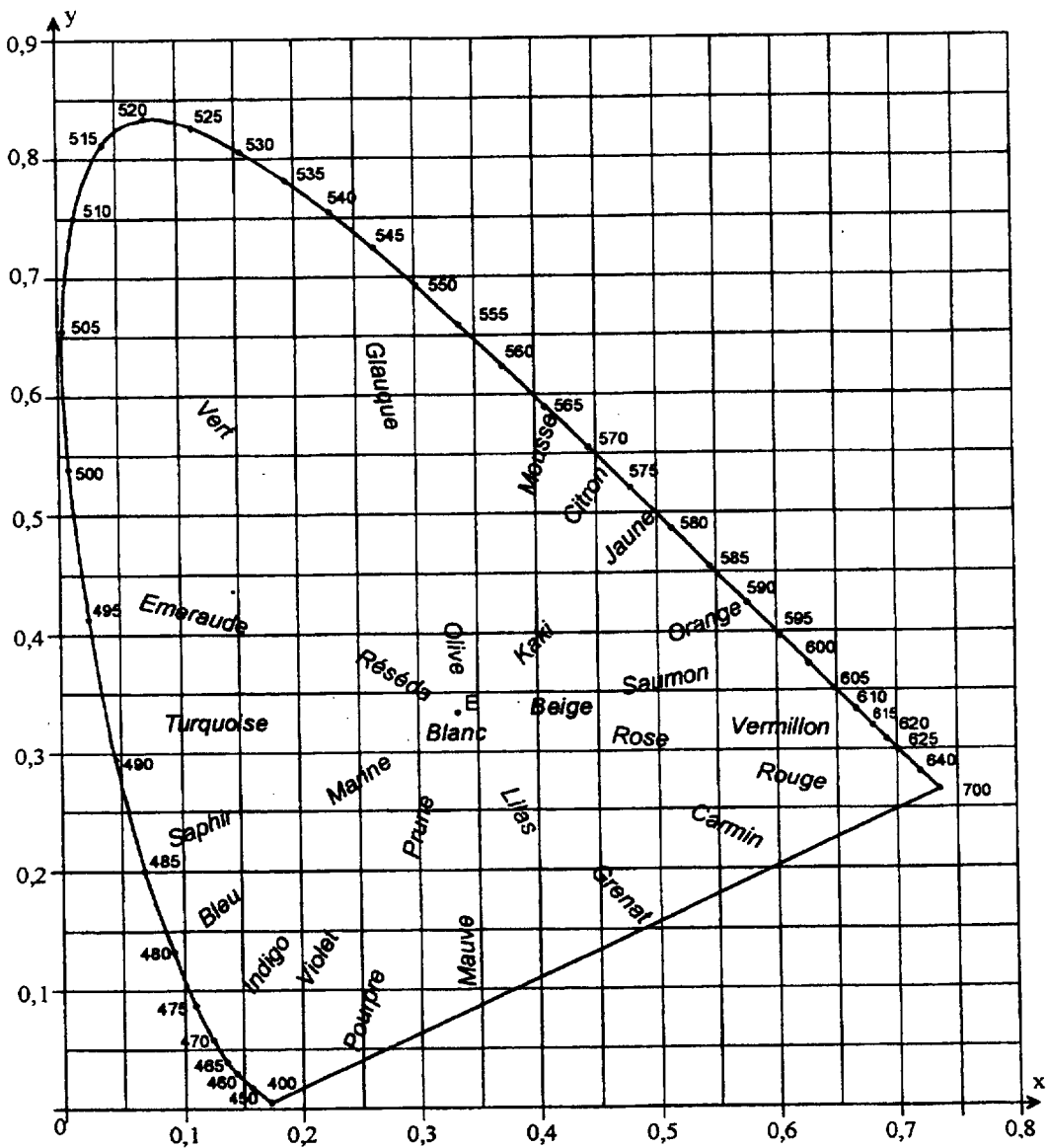
NE RIEN ÉCRIRE

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 de **MVSSP** Session 2006 Durée : 3 H
Repère : **Page : 6/10** 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

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 : MVSSP Session 2006

Durée : 3 H

Page : 7/10

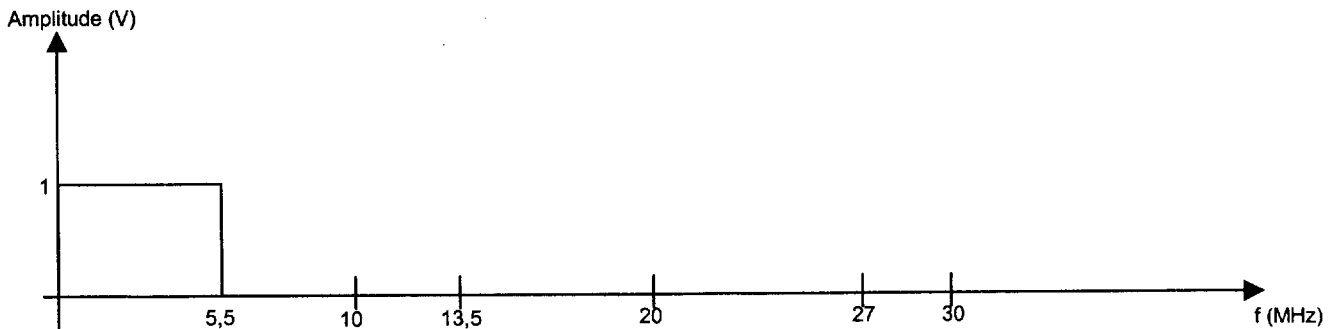
Coefficient : 2

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

PARTIE 1 - QUESTIONS : 1.2.2 et 1.2.3

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

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



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 : MVSSP Session 2006

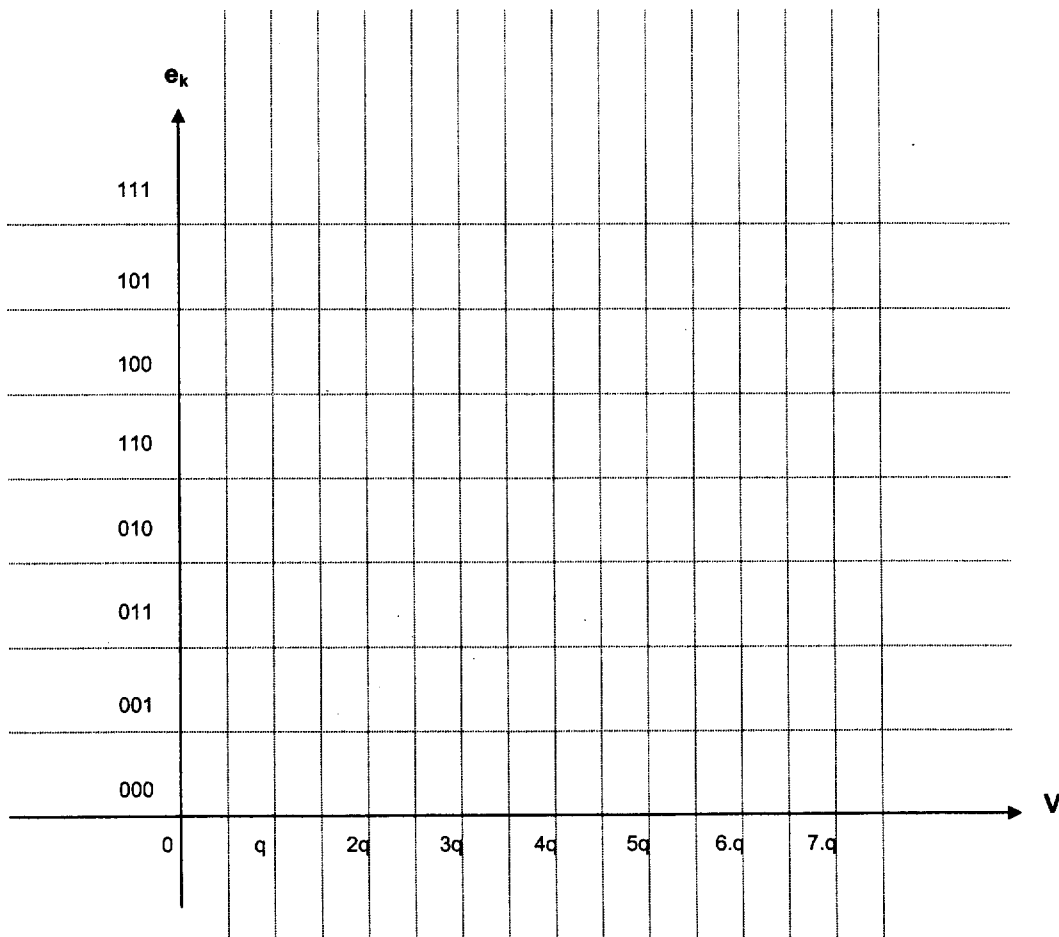
Durée : 3 H

Page : 8/10

Coefficient : 2

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

PARTIE 2 - QUESTION : 2.2.3

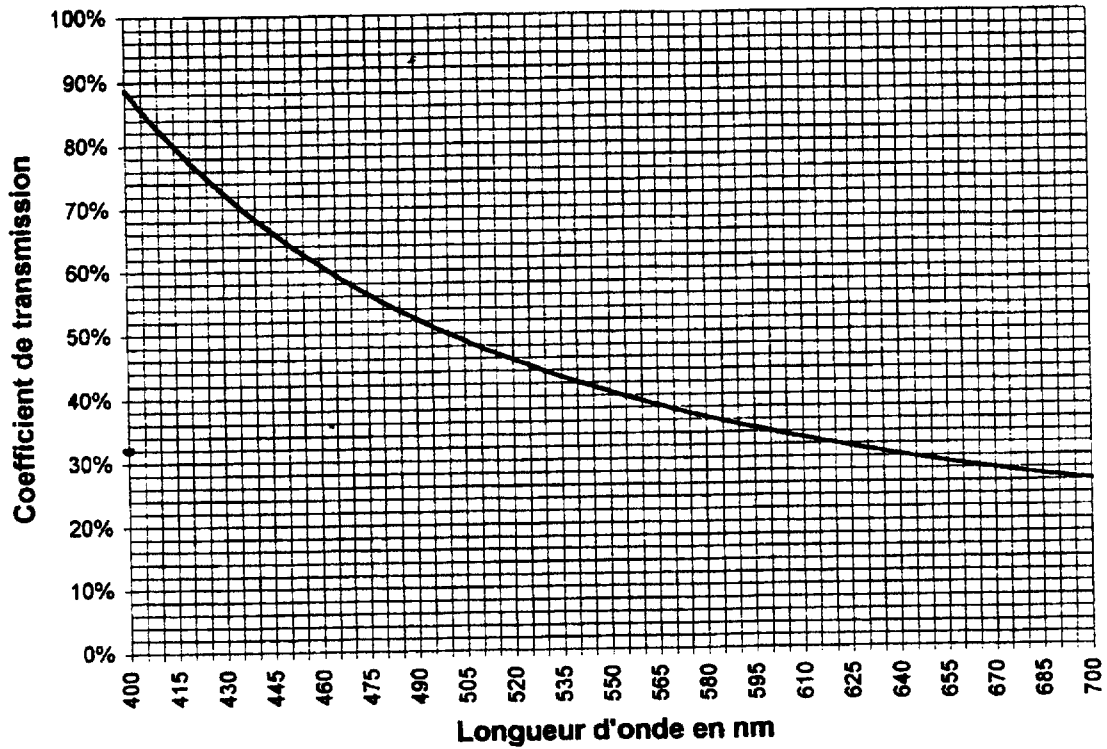


q: Pas de quantification (en Volt).

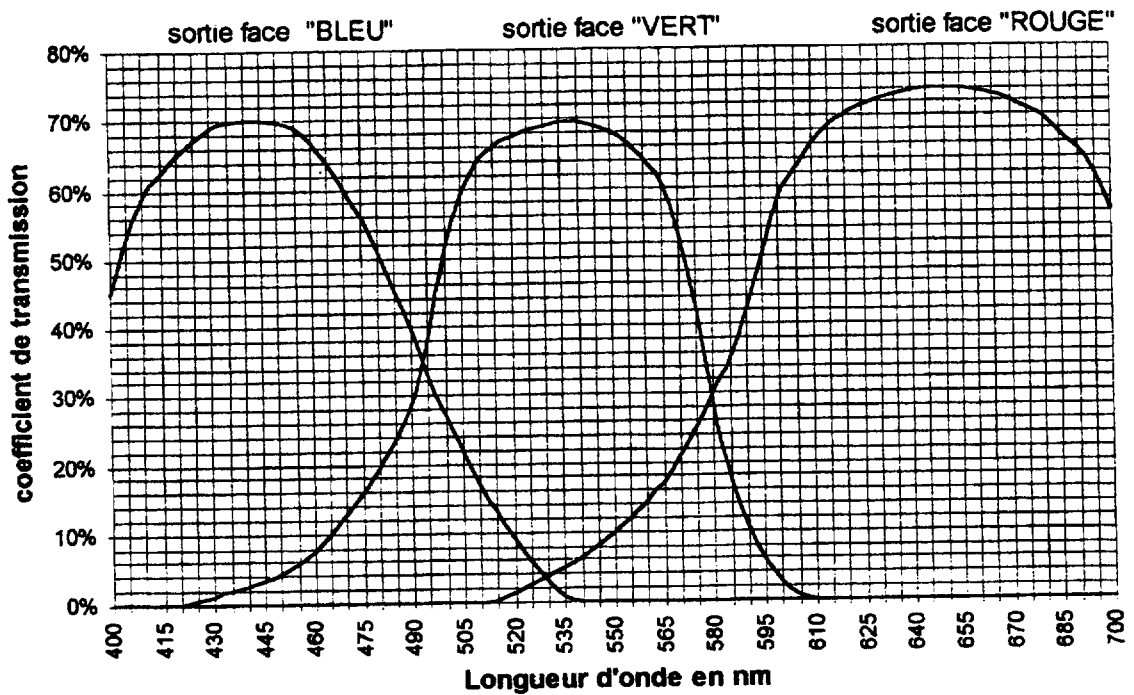
e_k : Nombre binaire codé en binaire réfléchi sur 3 bits D0, D1, D2. D0 est le L.S.B et D2 le M.S.B.

DOCUMENT ANNEXE N° 1

A - Caractéristique spectrale du filtre de conversion

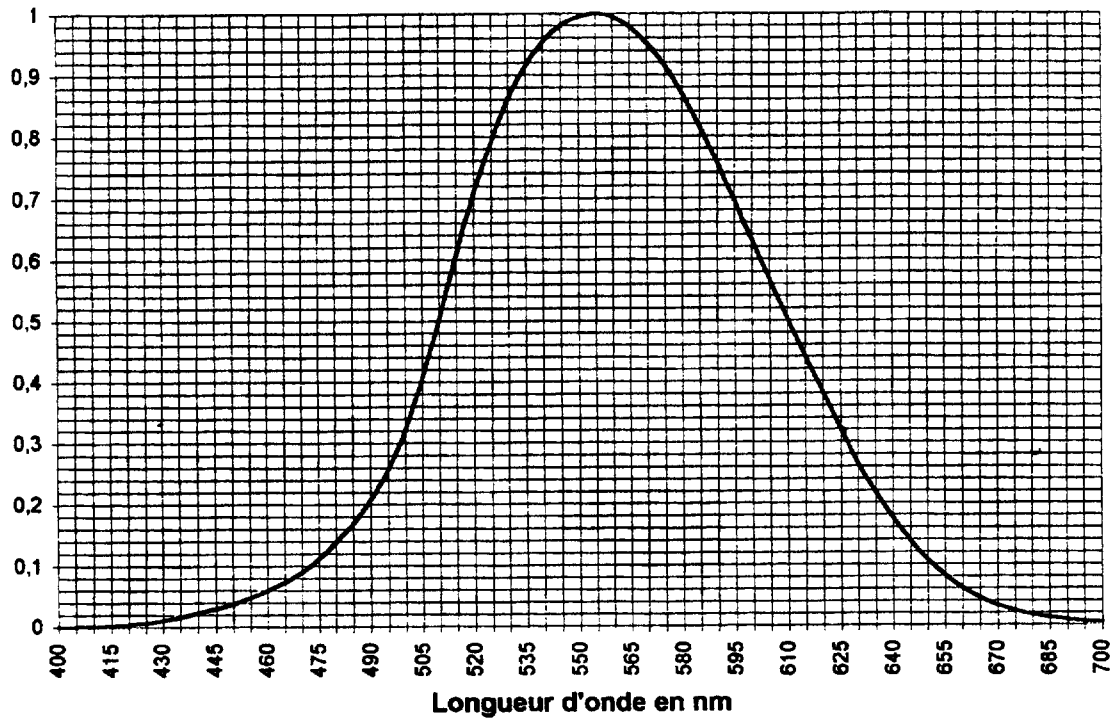


B - Caractéristique spectrale du séparateur optique



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)

