



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**session 2011**

# BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL

## SCIENCES PHYSIQUES – U. 3

### OPTION MÉTIER 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 (Circulaire 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.

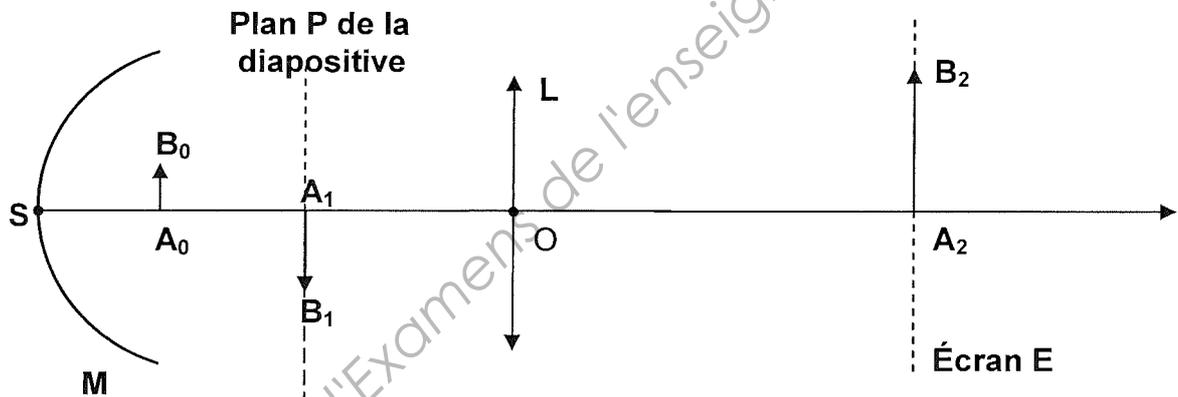
### A - Étude d'un projecteur de diapositives

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  $\gamma$  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  $\gamma_M$ , 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).

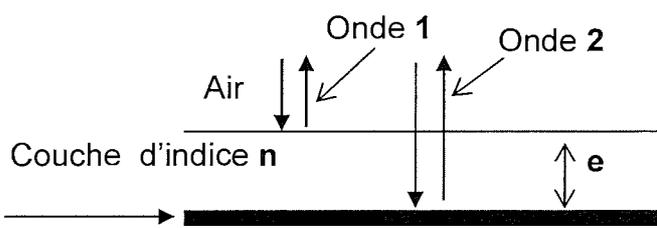


Figure 1.B

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  $\lambda_0$ , longueur d'onde des ondes dans l'air et  $\lambda$  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  $\varphi_m$ , permettant de satisfaire cette condition.

1.9 - Le déphasage  $\varphi_m$  vérifie par ailleurs la relation :  $\varphi_m = \frac{2 \cdot \pi \cdot d}{\lambda}$

En déduire la relation liant  $d$  et  $\lambda$ , puis la relation liant  $e$  et  $\lambda$  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  $\lambda_0$  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  $L = 110 \text{ cd.m}^{-2}$ , 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 :

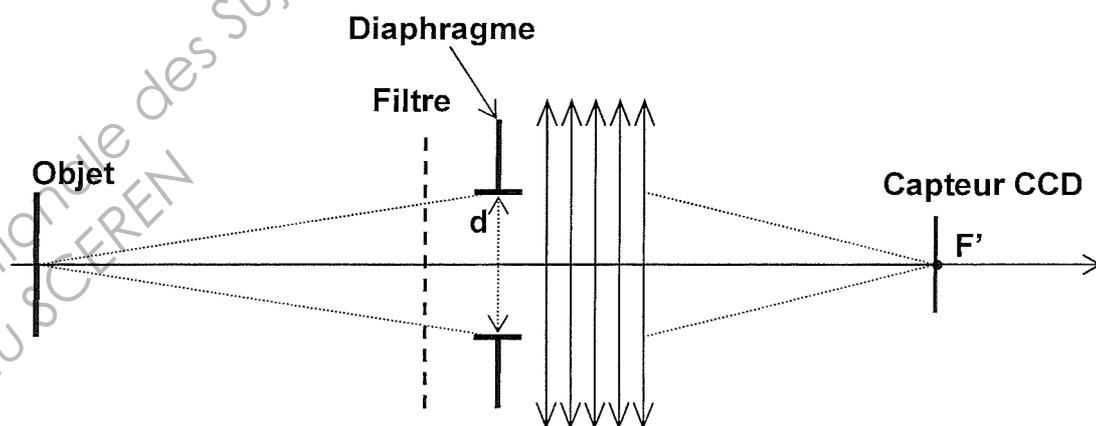


Figure 2

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

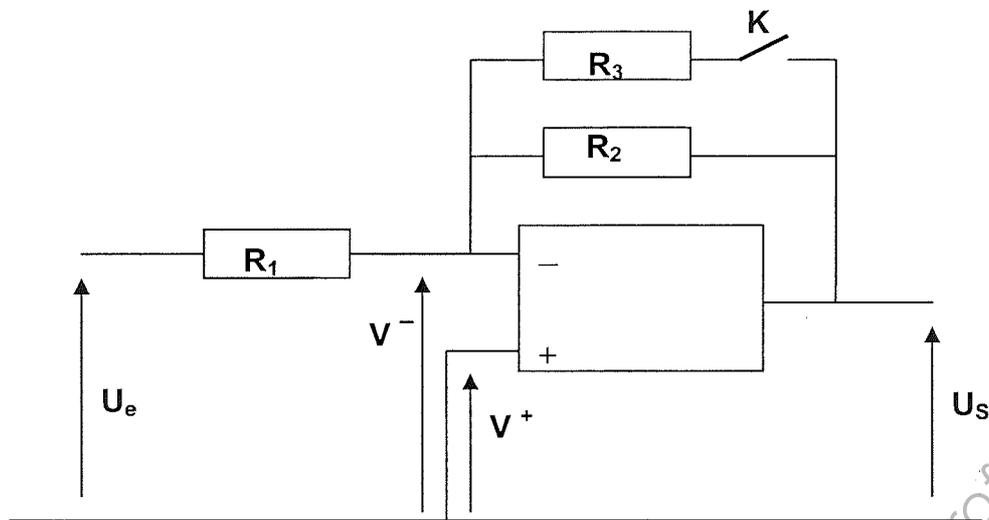
Le schéma simplifié du circuit électronique permettant d'amplifier la tension  $U_e$  délivrée par le capteur **CCD** de la caméra est représenté sur la **figure 3 (page 6/8)**.  
L'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire.

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**

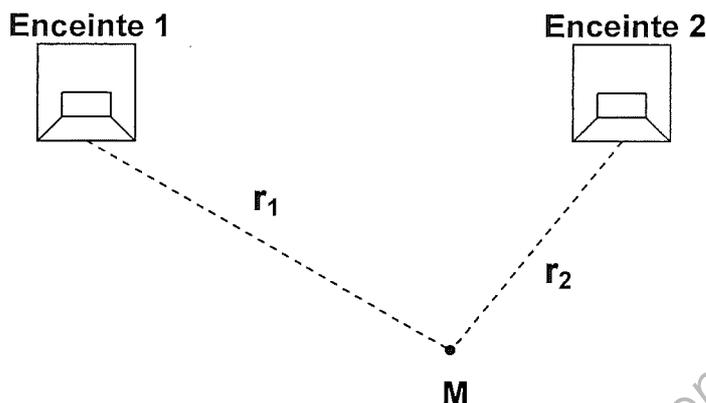
3.2.1 - Établir l'expression de l'amplification  $A_F = U_s / U_e$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$ .

3.2.2 - Calculer les valeurs de l'amplification  $A_F$  et du gain  $G_{FdB}$  correspondant lorsque  $K$  est fermé.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'Enseignement professionnel  
Réseau SCEREN

## 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  $r_1 = 6 \text{ m}$  de l'enceinte 1 et à  $r_2 = 4 \text{ m}$  de l'enceinte 2 (**figure 4 ci-dessous**).



**Figure 4**

**4.1-** L'enceinte 1 fonctionne seule : le niveau sonore en **M** est  $N_1 = 88 \text{ dB}_{\text{Spl}}$ .

**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  $N_2 = 86 \text{ dB}_{\text{Spl}}$ .

**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.

## DOCUMENT-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

