



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL

SCIENCES PHYSIQUES – U. 3

OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE

SESSION 2015

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.

Documents à rendre avec la copie :

- document-réponse n°1 page 10/12
- document-réponse n°2..... page 11/12
- document-réponse n°3..... page 12/12

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 12 pages, numérotées de 1/12 à 12/12.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION MÉTIERS DE L'IMAGE		Session 2015
Sciences physiques – U. 3	Code : MVISP	Page : 1/12

1- OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

Dans le cadre d'un reportage sur le théâtre, un réalisateur propose d'effectuer l'interview d'une actrice dans sa loge.

La captation s'effectue à l'aide d'une caméra HD 2/3" associée à un zoom 16 x 9 et dont les dimensions des capteurs sont 9,6 mm x 5,4 mm.

L'étude se porte sur deux plans, un plan serré sur le reflet du visage de l'actrice puis un plan large encadrant l'actrice et son reflet comme le montre l'illustration ci-dessous :

Plan serré



Plan large

La figure du **document-réponse n°1 (page 10/12)** donne la configuration simplifiée de la scène où le segment AB représente le sujet à filmer et le point C, la caméra.

1- Justifier, par construction géométrique, que le sujet (segment AB) est visible par la caméra en réflexion sur le miroir.

2- Construire sur le **document-réponse n°1**, les images A' et B' des points A et B à travers le miroir et en déduire l'image A'B' du segment AB.

3- Le plan serré correspond à la captation du reflet A'B' du segment AB à travers le miroir.

3-1 Déterminer l'angle de champ horizontal α_S correspondant au plan serré sachant que les distances $OC = 2,0$ m, $OM = 1,0$ m et $AB = 0,20$ m.

3-2 Dans l'hypothèse où l'image se forme au voisinage du plan focal image, montrer qu'une focale $f'_S = 144$ mm de l'objectif de la caméra est nécessaire pour obtenir le plan serré souhaité.

4- Le plan large étudié correspond à la captation du segment AB et de son reflet **tout en maintenant fixe l'axe de la caméra** (ce qui ne correspond pas à l'illustration ci-dessus).

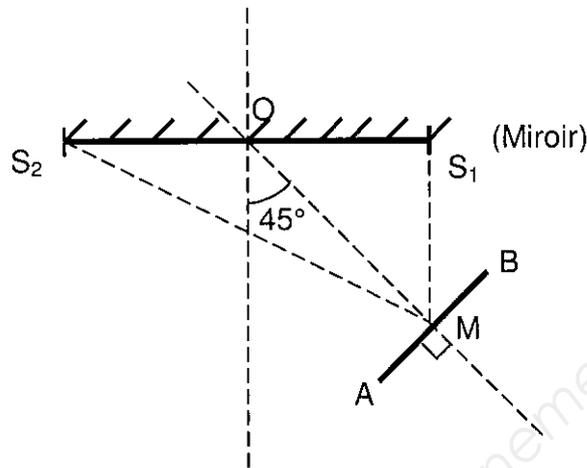
4-1 L'image se formant toujours au voisinage du plan focal image de l'objectif, déterminer l'angle de champ horizontal α_L correspondant au plan large souhaité si la focale de l'objectif est réglée à $f'_L = 9$ mm.

4-2 Déterminer la dimension horizontale H du cadre à la distance de 2,0 m de l'objectif de la caméra.

5- Justifier que le zoom de la caméra permet la captation des deux plans souhaités.

2- PHOTOMÉTRIE

L'actrice est éclairée par deux rampes de lampes qui seront assimilées à deux sources ponctuelles S_1 et S_2 placées de part et d'autre du miroir supposé parfait comme selon la **figure ci-dessous** :



On donne $OS_1 = OS_2 = S_1M = 0,71$ m, $OM = 1,0$ m.

On rappelle $\Delta M = 10^6 \left(\frac{1}{T_i} - \frac{1}{T_e} \right)$; l'angle solide correspondant à tout l'espace est

$\Omega = 4\pi$ sr .

- 1- Montrer que l'intensité I de chacune des deux sources lumineuses équivalentes est égale à 159 cd, si elles rayonnent chacune un flux de 1000 lm à travers un demi-espace.
- 2- Calculer la contribution E_1 à l'éclairement du point central M du segment AB par la source lumineuse S_1 .
- 3- Montrer que la contribution E_2 à l'éclairement du point M du segment AB par la source lumineuse S_2 est égale à 60 lx.
En déduire l'éclairement total E de la zone centrale du segment AB.
- 4- Les sources lumineuses S_1 et S_2 présentent une température de couleur de 2800 K.
Déterminer la teinte et la correction mired du filtre convertisseur à placer sur l'objectif de la caméra si sa température d'équilibre est de 4500 K.

3- COLORIMÉTRIE

Deux sources lumineuses S_1 et S_2 émettent chacune une radiation monochromatique et fournissent une lumière de température de couleur équivalente de 2800 K.

On rappelle que la température de couleur de 2800 K pour un corps noir correspond sensiblement au point M de coordonnées ($x_M = 0,45$; $y_M = 0,41$) dans un diagramme de chromaticité fourni par le **document-réponse n°2 (page 11/12)**.

- 1- Sachant que l'une des deux raies possède une longueur d'onde monochromatique $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$, déterminer graphiquement, à partir du diagramme de chromaticité fourni, la longueur d'onde λ_2 permettant d'obtenir par mélange le point M. Relever la teinte et les coordonnées $(x_2 ; y_2)$ de la lumière monochromatique λ_2 .
- 2- Déterminer, toujours graphiquement, le flux ϕ_2 associé à la couleur de longueur d'onde λ_2 si le flux lumineux ϕ_1 associé à la couleur de longueur d'onde λ_1 est égal à 400 lm .
En déduire le flux total ϕ généré par une des deux sources lumineuses.

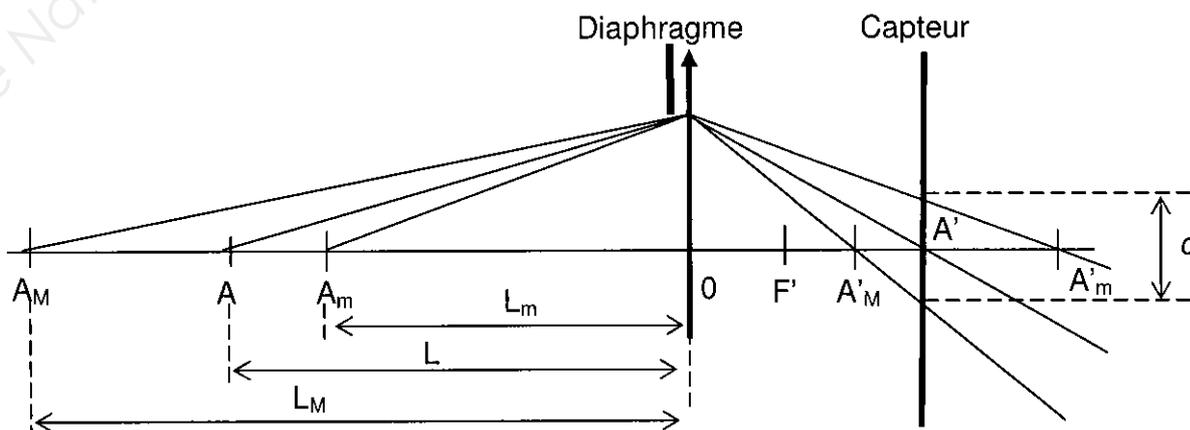
4- PROFONDEUR DE CHAMP

L'objectif de la caméra utilisé pour ce reportage est modélisé par une lentille convergente de centre O et de distance focale $f' = 9 \text{ mm}$ associée à un diaphragme de diamètre D. La mise au point est faite sur un objet A, situé à l'infini : le capteur enregistrant l'image se trouve donc en A', image de A à travers la lentille L.

- 1- Compléter le **document-réponse n°3 (page 12/12)** en représentant le faisceau lumineux émergent de la lentille équivalente L et issu de l'objet A.

Le faisceau issu d'un objet B et convergent en B' forme sur le capteur un disque de diamètre c, dont le contour est appelé cercle de confusion.
La profondeur de champ s'étend donc du point A au point B.

- 2- Compléter le **document-réponse n°3** en déterminant graphiquement la position de l'objet B.
- 3- À partir du **document-réponse n°3**, établir la relation liant $\overline{OB'}$, $\overline{F'B'}$, le diamètre c et le diamètre D.
- 4- Rappeler la relation liant D, f' et N, nombre d'ouverture de l'objectif.
- 5- En déduire la relation : $\frac{1}{\overline{OB'}} = \frac{1}{f'} \times (1 - \frac{c.N}{f'})$
- 6- Rappeler la relation entre $\overline{OB'}$, \overline{OB} et la distance focale f' de l'objectif.
- 7- Déterminer la distance OB en fonction du diamètre c, du nombre d'ouverture N et de la distance focale f'.
Que représente cette distance pour l'objectif ?
- 8- La profondeur de champ est délimitée par un plan avant et un plan arrière respectivement situés aux distances L_m et L_M de l'objectif (voir **figure ci-dessous**).



Ces distances sont liées à la distance de mise au point L de l'objectif et la distance hyperfocale H de la manière suivante.

$$L_m = \frac{H \times L}{H + L} \text{ et } L_M = \frac{H \times L}{H - L} \text{ avec } H = \frac{f'^2}{c \times N}$$

8-1 Calculer la distance hyperfocale H de l'objectif pour une distance focale $f' = 9 \text{ mm}$, un nombre d'ouverture $N = 4$ et un diamètre c du cercle de confusion de $5 \mu\text{m}$.

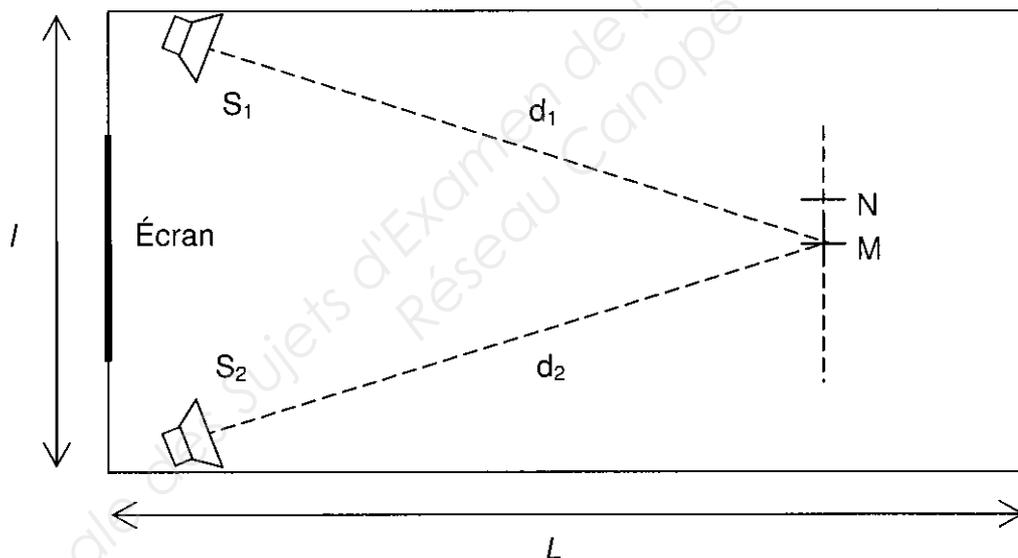
8-2 En supposant $H = 4 \text{ m}$, calculer la distance de mise au point L de l'objectif si on désire que tout objet situé au-delà de 3 m soit flou.

8-3 En déduire la profondeur de champ.

5- ACOUSTIQUE

On rappelle que : $I_{\text{ref}} = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$; $P_{\text{ref}} = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$; $W_{\text{ref}} = 10^{-12} \text{ W}$.

La diffusion du reportage sur le métier d'artiste doit s'effectuer dans une salle de conférence de forme parallélépipédique de dimensions $L = 25 \text{ m}$, $l = 10 \text{ m}$ et $h = 3 \text{ m}$ comme indiqué selon le **plan de coupe ci-dessous** :



On désire que le niveau sonore au voisinage d'un point M situé à proximité de l'axe de l'écran et à une vingtaine de mètres des deux sources sonores soit de $70 \text{ dB}_{\text{SPL}}$.

La sonorisation de la salle s'effectue à l'aide de deux enceintes identiques supposées omnidirectionnelles et présentant une sensibilité de $86 \text{ dB}_{\text{SPL}}$ à un mètre pour une puissance électrique appliquée d'un watt.

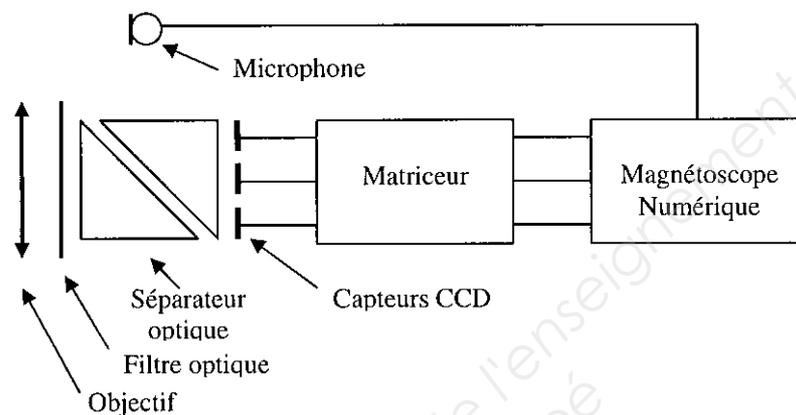
On considère un point M situé à égale distance des deux sources sonores ($d_1 = d_2 = 20,6 \text{ m}$).

1- Calculer la puissance électrique P_E à appliquer à chaque enceinte si on désire que la contribution de chacune d'elle au point M soit de $67 \text{ dB}_{\text{SPL}}$.

- 2- Calculer l'intensité acoustique I générée par une enceinte au point M, puis déterminer le niveau d'intensité acoustique en ce même point quand les deux enceintes fonctionnent simultanément.
- 3- Déterminer la valeur efficace de la pression acoustique P générée par une enceinte au point M.

6- ÉLECTRONIQUE

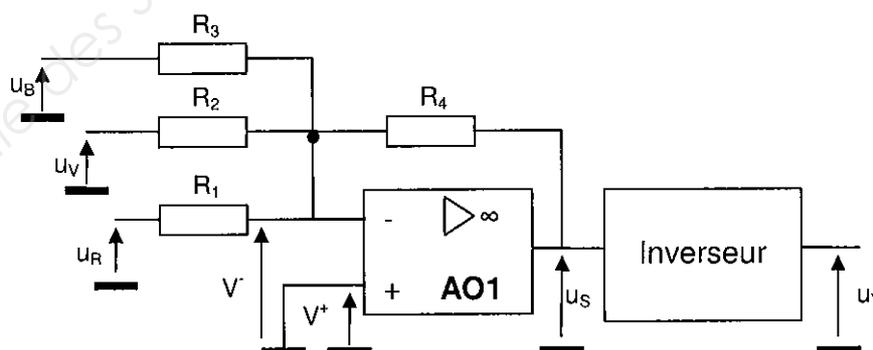
On se propose d'étudier la génération du signal luminance de la caméra vidéo HD 2/3" dont le **schéma synoptique** est donné ci-dessous.



L'opération de matricage du signal luminance consiste à réaliser le signal luminance à partir des signaux u_R , u_V , u_B élaborés par les capteurs CCD fixés sur le séparateur optique de la caméra précédente.

1- Étude de l'étage AO1

L'amplificateur opérationnel AO1, considéré comme parfait, fonctionne en régime linéaire (**figure ci-dessous**).



1-1 Justifier que l'amplificateur opérationnel AO1 fonctionne en régime linéaire.

1-2 Déterminer le potentiel V^+ de l'entrée non-inverseuse de l'amplificateur opérationnel AO1.

En déduire le potentiel V^- de l'entrée inverseuse.

1-3 Montrer que la tension u_S délivrée par le montage AO1 s'exprime de la façon suivante :

$$u_S = -\left(\frac{R_4}{R_1} \cdot u_R + \frac{R_4}{R_2} \cdot u_V + \frac{R_4}{R_3} \cdot u_B\right)$$

Quelle est la fonction réalisée par le montage ?

1-4 Calculer l'expression numérique de la tension u_S en fonction des tensions u_R , u_V et u_B pour $R_1 = 4700 \Omega$, $R_2 = 1400 \Omega$, $R_3 = 13850 \Omega$ et $R_4 = 1000 \Omega$.

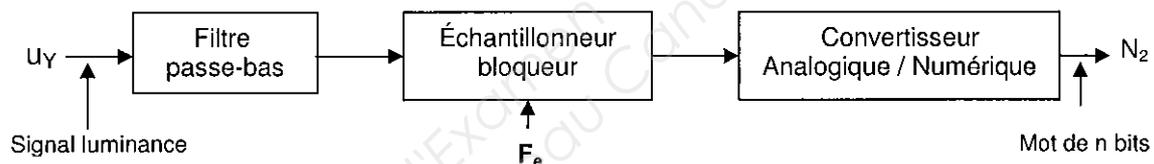
2- Étude de l'inverseur

Proposer un montage à amplificateur opérationnel permettant d'inverser le signal délivré par l'étage AO3 afin d'obtenir la composante luminance $u_Y = -u_S$.

7- NUMÉRISATION

La numérisation du signal vidéo selon la norme Rec 709 s'effectue par un échantillonnage du signal luminance u_Y à la fréquence de 74,25 MHz et un échantillonnage de chaque signal de chrominance $u_{R,Y}$ et $u_{B,Y}$ à la fréquence de 37,125 MHz. Ici, l'étude se limitera à la numérisation du signal luminance u_Y .

La succession des opérations nécessaires pour effectuer la numérisation du signal luminance u_Y est définie par le schéma synoptique suivant :



1- Préciser le rôle du filtre passe-bas placé à l'entrée de la chaîne de traitement du signal vidéo.

Quelle doit être la fréquence maximale de coupure f_{CMAX} du filtre passe-bas dans le cas du traitement du signal luminance u_Y ?

Dans une mire de barres 100|0|75|0, les amplitudes relatives des composants R, V et B de chaque barre, pour une ligne utile, sont données par le **document numérisation signal luminance situé en annexe (page 9/12)**.

La luminance Y ainsi que la tension associée u_Y sont définies par les équations suivantes :

$$Y = 0,213 \times R + 0,715 \times V + 0,072 \times B$$

$$u_Y = 0,70 \times Y$$

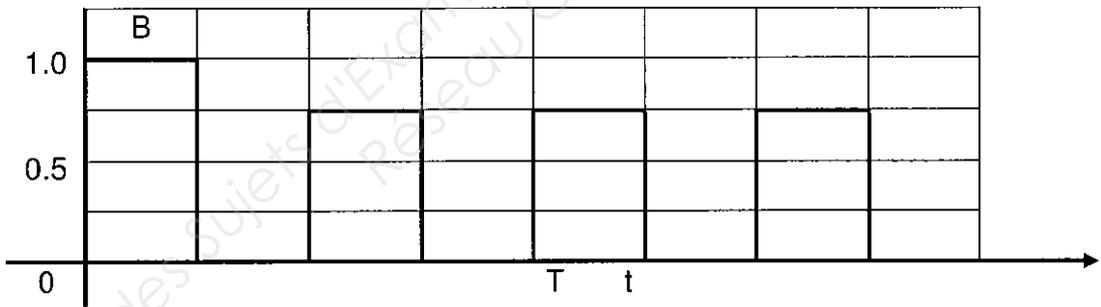
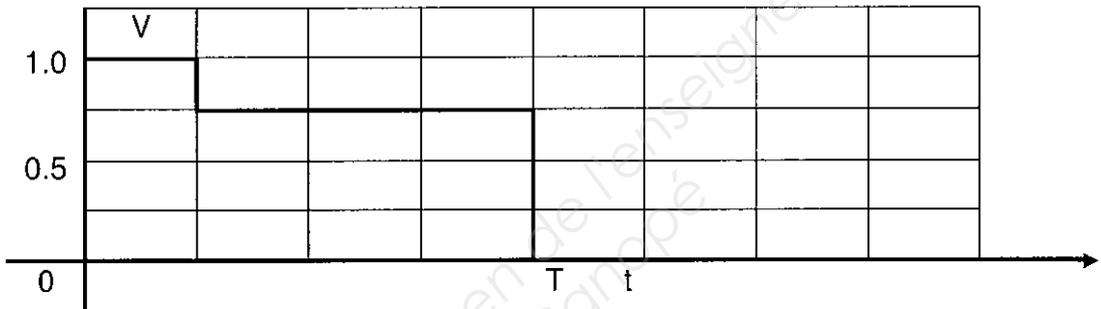
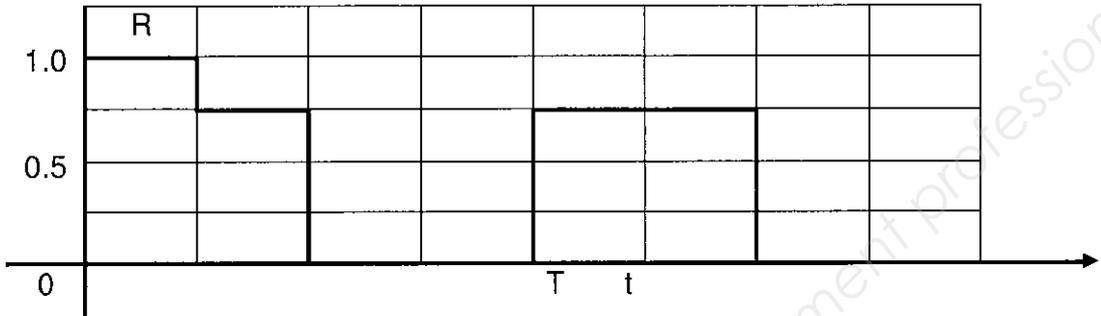
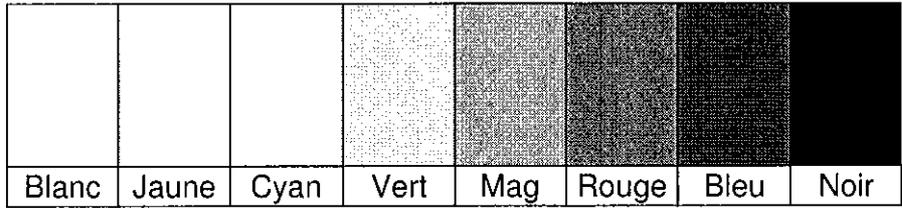
2- La luminance est quantifiée sur 8 bits.

Quel est le nombre théoriquement possible de nuances à partir du signal luminance ?

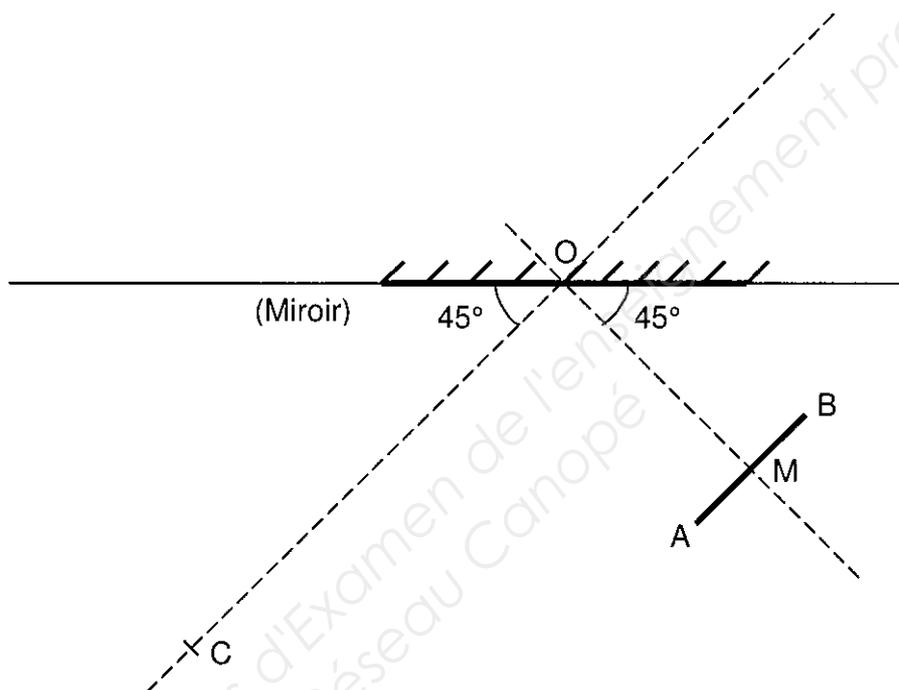
3- Calculer le rapport signal sur bruit $(S/B)_{dB}$ pour une quantification sur 8 bits du signal de luminance.

- 4- Les valeurs minimum et maximum du signal de luminance u_Y de la mire de barres précédente correspondant au blanc et au noir sont quantifiées respectivement aux niveaux 235 et 16 (voir tableau situé sur le **document numérisation signal luminance**).
Déterminer les valeurs binaires correspondantes à ces deux niveaux.
- 5- Montrer que le pas de quantification r du convertisseur analogique numérique est égal à 3,2 mV.
- 6- Déterminer, pour la barre cyan, la valeur de la tension u_Y associée à la luminance.
- 7- Calculer le niveau décimal de tension et la valeur binaire correspondant au signal luminance associé à la barre cyan.

DOCUMENT NUMÉRISATION SIGNAL LUMINANCE



COULEURS	u_Y	NIVEAUX de u_Y	VALEURS BINAIRES de u_Y
BLANC	0,700	235	
JAUNE	0,487	168	10101000
CYAN			
VERT	0,375	133	10000101
MAGENTA	0,150	63	00111111
ROUGE	0,111	51	00110011
BLEU	0,038	28	00011100
NOIR	0,000	16	



Document pas à l'échelle.

