



**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 DU SON

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 11/12
- document-réponse n°2..... 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 DU SON		Session 2015
Sciences physiques – U. 3	Code : MVSSP	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 :



La figure du **document-réponse n°1 (page 11/12)** donne la configuration simplifiée de la scène où le segment AB représente le sujet à filmer et le point C, la caméra.

1- 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.

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

2-1 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.

2-2 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.

3- 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).

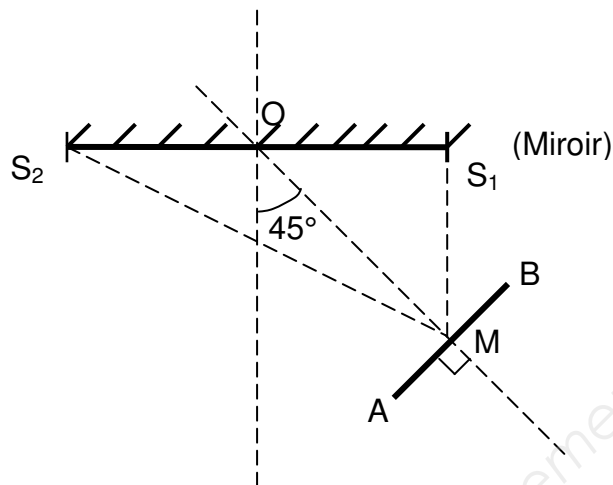
3-1 L'image se formant toujours au voisinage du plan focal image de l'objectif, déterminer l'angle de champ horizontal α_L correspondant au plan large souhaité si la focale de l'objectif est réglée à $f'_L = 9$ mm.

3-2 Déterminer la dimension horizontale H du cadre à la distance de 2,0 m de l'objectif de la caméra.

4- 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 que 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- La contribution E_2 à l'éclairement du point M du segment AB par la source lumineuse S_2 est égale à 60 lx. Déterminer l'éclairement total E de la zone centrale du segment AB .

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.

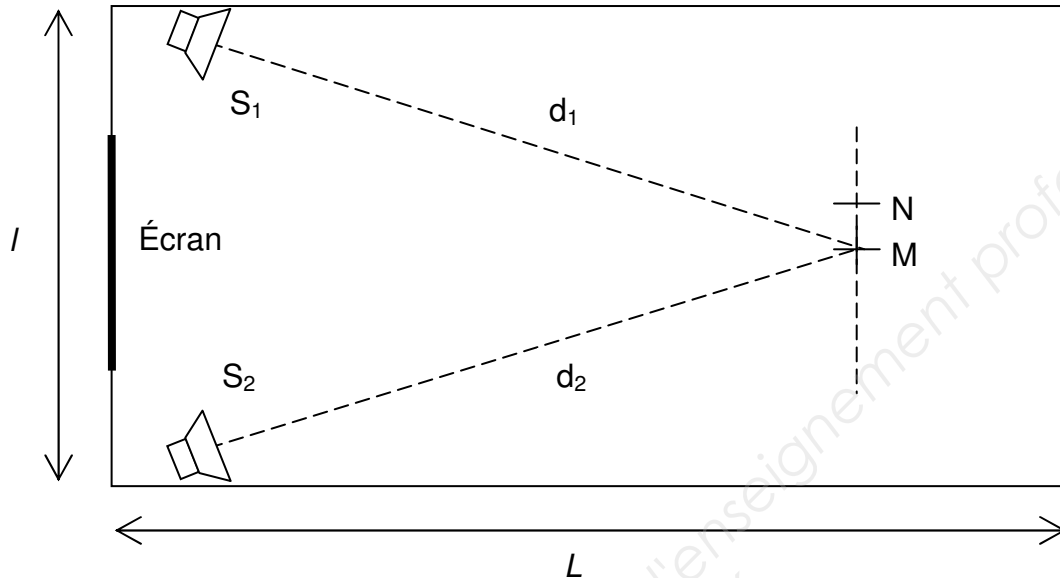
On rappelle que la température de couleur de 2800 K pour un corps noir correspond sensiblement au point M de coordonnées $(x_M = 0,45 ; y_M = 0,41)$ dans un diagramme de chromaticité fourni par le **document-réponse n°2 (page 12/12)**.

- 1- Sachant que l'une des deux raies possède une longueur d'onde monochromatique $\lambda_1 = 500$ 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- 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.

1^{ère} PARTIE – Étude de la pression au point M

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 en déduire le niveau d'intensité acoustique L_{TD} , en ce même point, quand les deux fonctionnent simultanément.
- 3- Déterminer la valeur efficace de la pression acoustique P générée par une enceinte au point M.
- 4- Calculer la puissance acoustique W délivrée par une enceinte pour obtenir le niveau acoustique souhaité au point M et montrer que dans ce cas, le niveau de puissance de la source est égal à $L_W = 104 \text{ dB}_{\text{SPL}}$.

2^{ème} PARTIE – Étude de la pression au voisinage du point M

On se déplace légèrement du point M selon un axe parallèle à l'écran pour atteindre un point N situé à la distance $d'_1 = 20,4$ m de la source sonore S_1 et à la distance $d'_2 = 20,9$ m de la source S_2 (**voir figure précédente**). On admettra que les pressions acoustiques générées par les deux enceintes au voisinage de N restent identiques à celles du point M.

Lors de cette partie, les enceintes génèrent un son pur de fréquence 1 kHz en phase et la célérité de l'onde acoustique est de $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- 1- Déterminer la longueur d'onde λ des ondes de pression émises.
- 2- La pression instantanée $p_1(t)$ émise par la source sonore S_1 au point N peut s'exprimer sous la forme suivante :

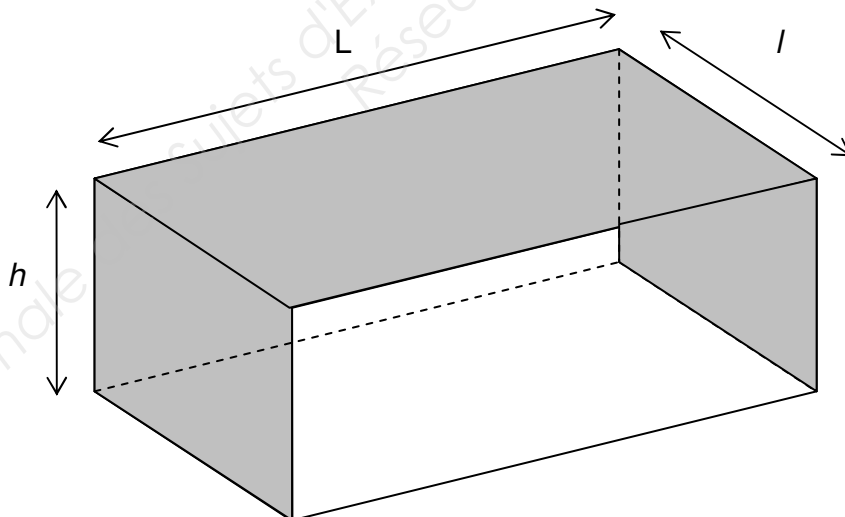
$$p_1(t) = \hat{P} \times \sin(\omega \times t - k \times d_1)$$

Déterminer la pulsation ω , la pression maximale \hat{P} et le nombre d'onde k de $p_1(t)$.

- 3- Exprimer la différence de marche entre les deux ondes de pression au point N.
- 4- En déduire les conséquences de la superposition des deux ondes de pression au point N.
Quel phénomène est ainsi mis en évidence ?

3^{ème} PARTIE – Temps de réverbération de la salle

On rappelle que la salle de conférence est une pièce parallélépipédique de dimensions $L = 25$ m, $l = 10$ m et $h = 3$ m comme selon la **figure ci-dessous** :



Le plafond et les deux parois latérales, ici en grisé, sont recouverts de plâtre, le sol est constitué d'un parquet en bois et quant aux deux derniers plans, ils peuvent être assimilés à des parois vitrées.

On rappelle la valeur des coefficients d'absorption des différents matériaux utilisés pour une fréquence sonore de 1 kHz.

Matériaux	Coefficient d'absorption α
Plâtre	0,04
Bois	0,12
Vitre	0,12

1- Montrer que la surface d'absorption équivalente A_1 totale de la salle est égale à 60 m^2 .

2- Calculer le volume total V de la salle.

3- À partir de la formule de Sabine, vérifier que le temps de réverbération de la salle est égal à $T_R = 2 \text{ s}$.

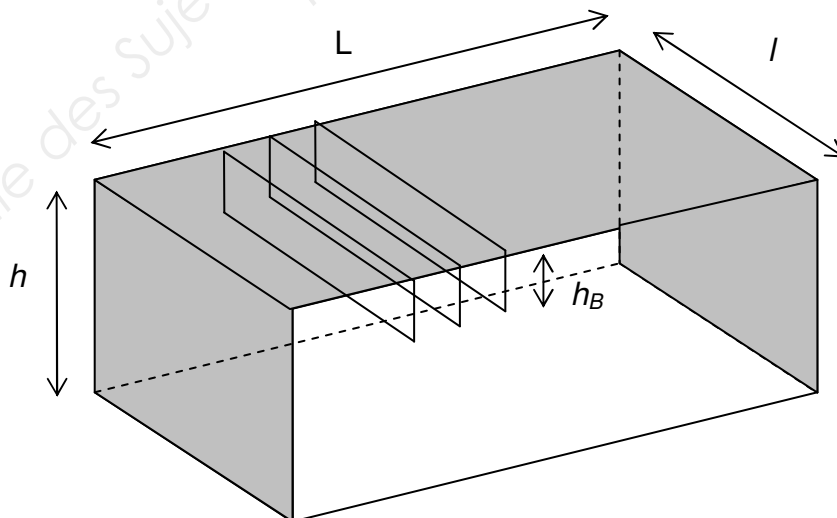
Dans l'hypothèse où la théorie de Sabine est applicable, le temps de réverbération (exprimé en secondes) se détermine par la relation suivante :

$$T_R = 0,16 \times \frac{V}{A}$$

où V et A représentent respectivement le volume (en m^3) de la salle et sa surface d'absorption équivalente (en m^2).

4- Quel critère de qualité d'une salle peut être détérioré par un temps de réverbération trop élevé ?

Afin de respecter la réglementation française (**arrêté ministériel du 25 avril 2003**) relatif à la limitation du bruit, on se propose de placer au plafond un ensemble de parois absorbantes appelées baffles, disposé comme selon la **figure ci-dessous** :



Chaque baffle, de coefficient d'absorption $\alpha = 0,83$ à la fréquence de 1 kHz, présente une largeur $l = 10 \text{ m}$ et une hauteur $h_B = 0,6 \text{ m}$ pour une épaisseur négligeable.

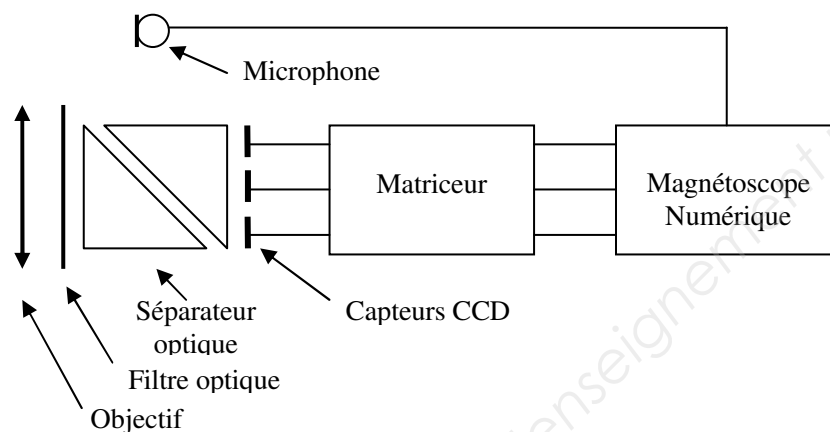
5- Calculer la surface d'absorption équivalente A_T de la salle avec les baffles pour ramener le nouveau temps de réverbération à $T'_R = 0,6 \text{ s}$.

6- Calculer la surface d'absorption équivalente A_2 de l'ensemble des baffles et en déduire la surface totale S_2 de celles-ci.

7- Calculer la surface S d'un baffle et en déduire le nombre de baffles nécessaires pour ramener le temps de réverbération à la valeur souhaitée.

5- ÉLECTRONIQUE

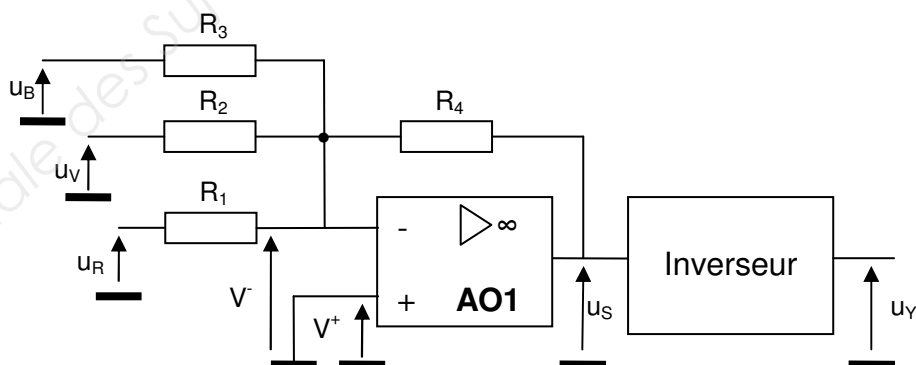
On se propose d'étudier la génération du signal luminance de la caméra vidéo HD 2/3" dont le **schéma synoptique** est donné **ci-dessous**.



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 $R_4 = 1000 \Omega$.

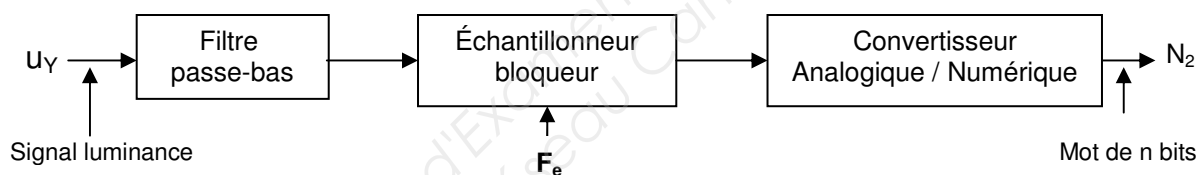
2- Étude de l'inverseur

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

6- 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 10/12)**.

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.

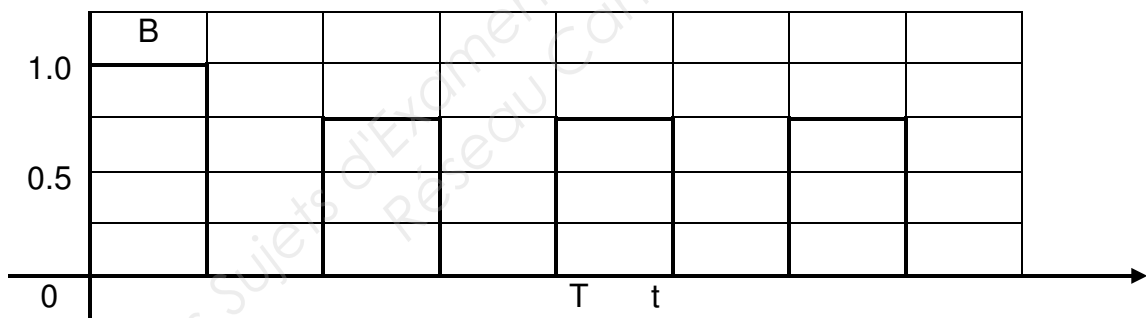
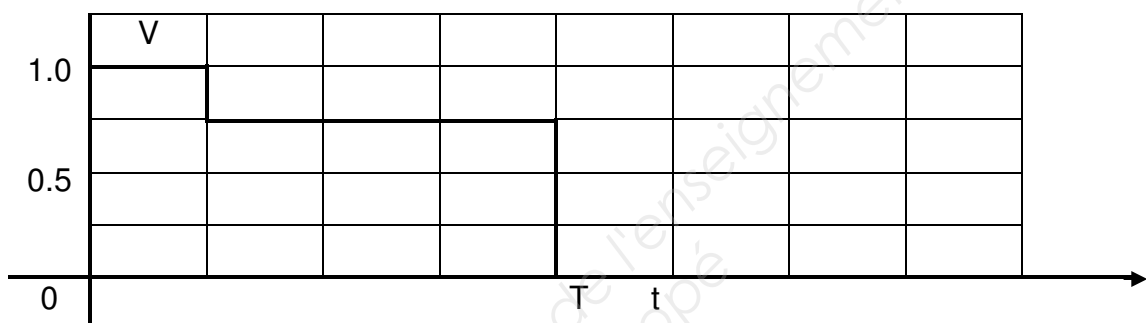
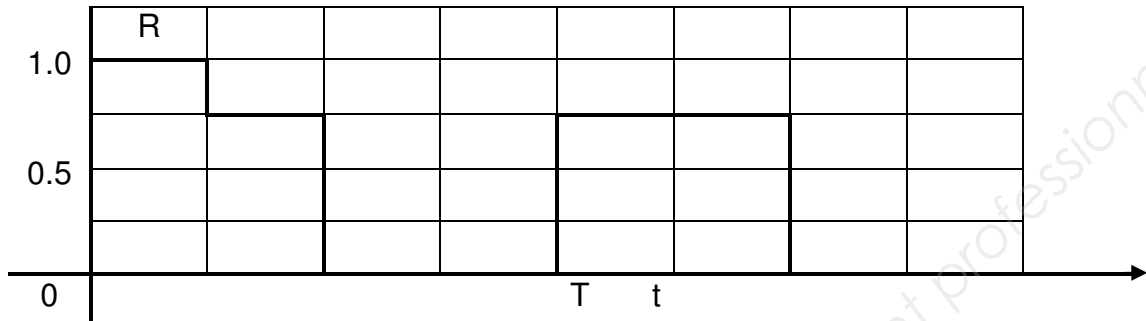
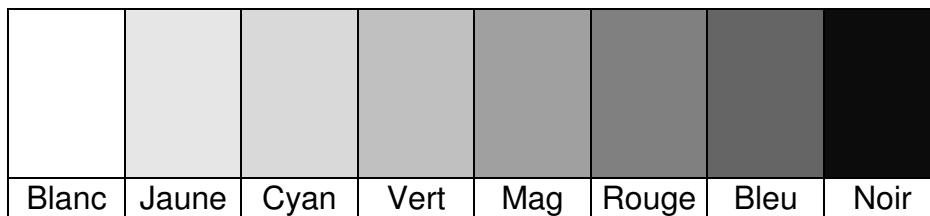
Quel est le nombre théoriquement possible de nuances à partir du signal luminance ?

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

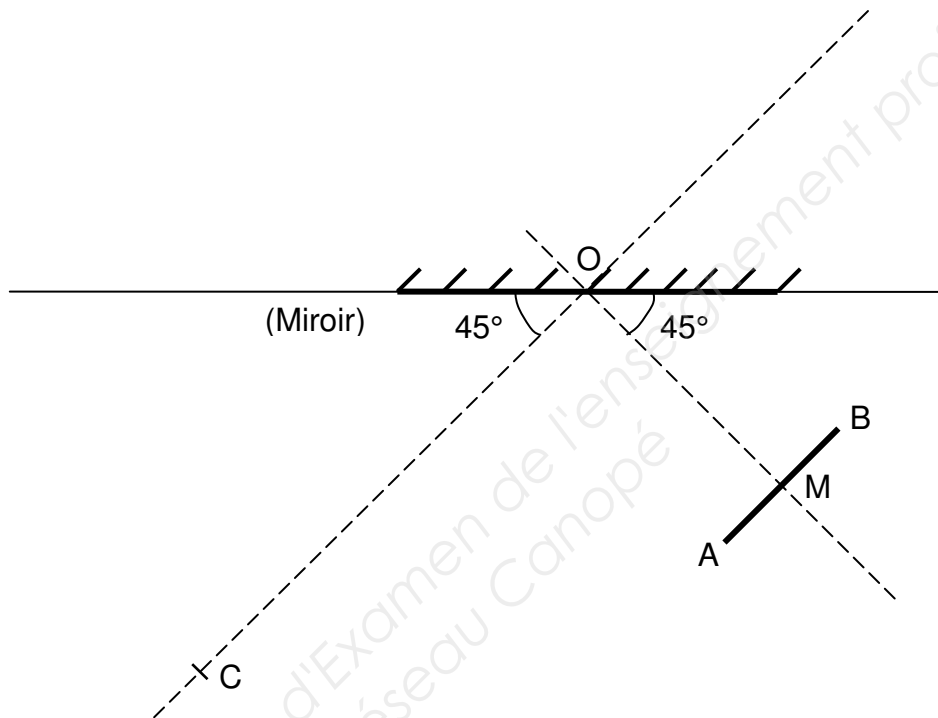
- 4- Les valeurs minimum et maximum du signal de luminance u_Y de la mire de barres précédente correspondant au blanc et au noir sont quantifiées respectivement aux niveaux 235 et 16 (voir tableau situé sur le **document numérisation signal luminance**).
Déterminer les valeurs binaires correspondantes 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.

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

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.

