



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.**

**Campagne 2013**

# BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL

## SCIENCES PHYSIQUES – U. 3

### OPTION MÉTIERS DU SON

SESSION 2013

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 8/10
- document-réponse n° 2.....page 9/10
- document-réponse n° 3 .....page 10/10

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION MÉTIERS DU SON		Session 2013
Sciences physiques – U. 3	Code : MVSSP	Page : 1/10

**La qualité et la clarté de la rédaction sont prises en compte dans l'attribution de la note.**  
**Il est impératif de respecter les notations de l'énoncé.**  
**Le candidat devra en outre traiter dans l'ordre les questions au sein d'un exercice.**

## **PARTIE 1 - OPTIQUE**

On étudie un dispositif de prise de vue constitué d'un objectif à focale fixe (lentille mince  $L_1$ ), associé à un capteur plan et perpendiculaire à l'axe optique. Sur la **figure 1 (document-réponse n° 1, page 8/10)**, ce dispositif est représenté dans un plan horizontal pour une mise au point réglée sur l'infini (objets lointains).

- 1.1** - Tracer sur la **figure 1** les rayons passant par le centre optique et marquant les limites du champ angulaire capté dans l'espace objet. Repérer l'angle de champ horizontal  $\alpha_H$  de la prise de vue.
- 1.2** - Toujours sur la **figure 1**, situer et représenter le capteur pour un réglage de mise au point sur un objet plus rapproché.
- 1.3** - En comparant les deux réglages précédents, décrire l'effet qui apparaît dans l'image si le cadreur fait varier la mise au point pendant qu'il filme.
- 1.4** - Comment s'appelle ce phénomène ?

Le capteur est au format panoramique 16/9 avec une base de 9,6 mm. On note  $f'_1$  la distance focale image de l'objectif.

- 1.5** - Sachant que l'on souhaite filmer un objet lointain (bateau) vu sous des angles de champ  $\alpha_V$  de  $30^\circ$  en vertical et  $\alpha_H$  de  $62^\circ$  en horizontal.
  - 1.5.1** - Calculer la distance focale  $f'_{1H}$  conduisant au cadrage le plus serré possible en horizontal de l'objet.
  - 1.5.2** - Calculer la distance focale  $f'_{1V}$  conduisant au cadrage le plus serré possible en vertical de l'objet.
  - 1.5.3** - En déduire la distance focale  $f'_1$  à utiliser pour obtenir le cadrage le plus serré possible du bateau.

La bague de mise au point de l'objectif permet un réglage compris entre 0,5 m et l'infini (distance entre objet et lentille). La **figure 2 (document-réponse n° 1)** représente l'objectif par la lentille  $L_1$ .  $F_1$  et  $F'_1$  sont les foyers de  $L_1$  seule ; on notera  $p_1 = \overline{OA_1}$  la position du plan de mise au point. La position de  $A_1$  est ici arbitraire.

- 1.6** -
  - 1.6.1** - Construire graphiquement l'image  $A'_1$  de  $A_1$  donnée par la lentille  $L_1$ .
  - 1.6.2** - Préciser quelle doit être la position du capteur pour une mise au point parfaite sur l'objet  $A_1$ .
  - 1.6.3** - Rappeler la relation liant  $p'_1$ ,  $p_1$  et  $f'_1$ .

## **PARTIE 2 - COLORIMÉTRIE**

L'espace colorimétrique de synthèse imposé par l'UER pour la restitution d'images en télévision couleur est caractérisé par trois couleurs primaires et le blanc de référence  $D_{65}$ .

**2.1 -** Dans le diagramme de chromaticité (**document-réponse n° 2, page 9/10**), ces couleurs ont pour coordonnées les valeurs suivantes :

$$C_1 : x_1 = 0,64 \quad y_1 = 0,33 \quad ; \quad C_2 : x_2 = 0,29 \quad y_2 = 0,60 \quad ; \quad C_3 : x_3 = 0,15 \quad y_3 = 0,06.$$

Pour créer le blanc  $D_{65}$  ces couleurs sont associées avec les luminances respectives suivantes :

$$Y_1 = 22,3 \text{ cd.m}^{-2} \quad ; \quad Y_2 = 70,6 \text{ cd.m}^{-2} \quad ; \quad Y_3 = 7,1 \text{ cd.m}^{-2}.$$

**2.1.1 -** Placer les primaires dans le diagramme de chromaticité. Déterminer leur longueur d'onde dominante en prenant comme référence le blanc équivalent énergétique E.

**2.1.2 -** Déterminer par méthode graphique ou calculatoire les coordonnées du Blanc  $D_{65}$ .

**2.1.3 -** Calculer sa luminance et donner sa température de couleur.

**2.1.4 -** Ce blanc serait-il modifié si les luminances de chaque primaire étaient augmentées de 30 % ?

**2.2 -** Considérons un moniteur vidéo dont l'espace colorimétrique de synthèse est celui imposé par l'UER. Nous branchons directement à ce moniteur une caméra de plateau. Nous réalisons la balance des blancs sur une feuille A4 blanche placée au milieu de la scène filmée. Avec la caméra nous générons une mire de barre à 75 %. Intéressons-nous à la barre cyan.

**2.2.1 -** Quels primaires permettent de générer cette barre ?

**2.2.2 -** Déterminer les coordonnées chromatiques du cyan, le positionner sur le diagramme et donner sa couleur dominante.

**2.3 -** Maintenant nous filmons la scène. On ouvre le diaphragme à  $f : 11$ . L'éclairement de l'objectif fourni par la scène est de 2000 lux. Le niveau des blancs est à 700 mV.

**2.3.1 -** Quelle est la valeur du nombre d'ouverture de l'objectif ?

**2.3.2 -** Nous modifions l'éclairage de la scène filmée. L'éclairement de l'objectif est de 500 lux. Déterminer l'ouverture nécessaire pour filmer la scène correctement sans changer le gain de la caméra.

**2.3.3 -** À l'aide des réglages internes du moniteur de contrôle, nous augmentons la luminance du rouge de 30 %, celle du vert de 20 %. Déterminer la dominante colorée du blanc issu du nouveau mélange.

## **PARTIE 3 - ONDES SONORES**

**3.1 -** Soit une onde sonore sinusoïdale de fréquence  $f = 1 \text{ kHz}$  émise par un haut-parleur dans une direction donnée, dans un milieu sans obstacle, homogène et isotrope.

**3.1.1 -** Nous prendrons comme valeur pour la célérité des ondes acoustiques  $c = 345 \text{ m.s}^{-1}$ . Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$ .

**3.1.2 -** Combien de temps faudra-t-il à l'onde pour atteindre un auditeur placé dans l'axe de propagation à 200 m de la source ?

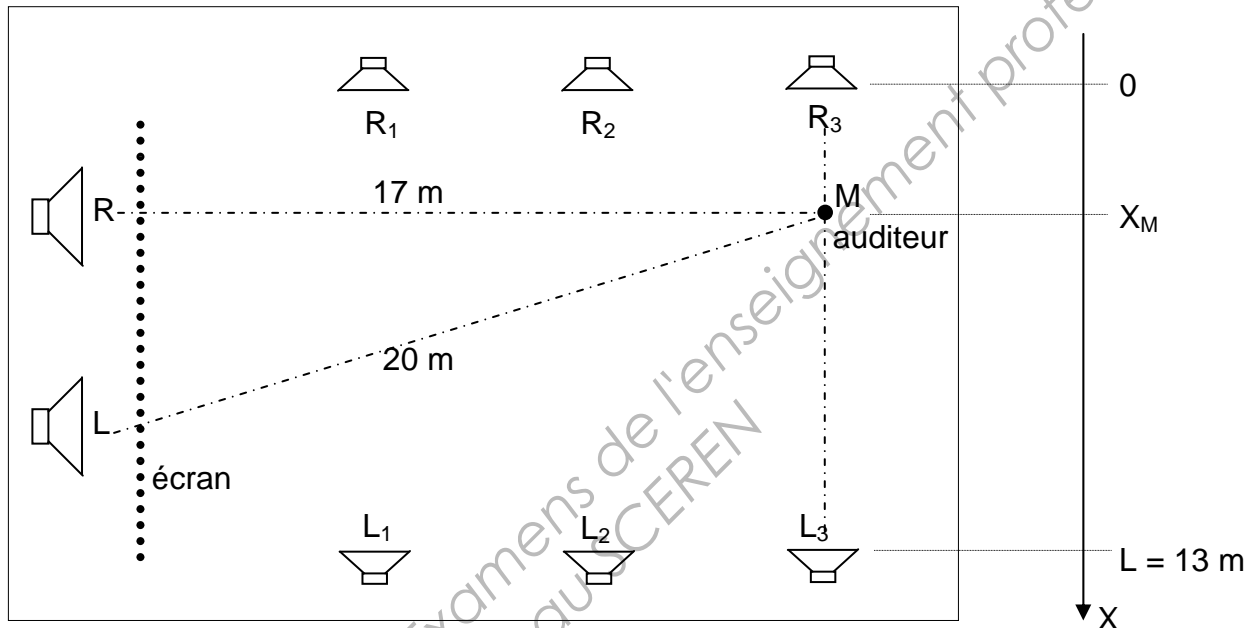
**3.1.3 -** Le niveau sonore imposé par la source correspond à une variation de pression locale autour de la pression atmosphérique de 2 Pa. Déterminer la valeur efficace de la variation de pression de l'onde.

**3.1.4** - Donner l'expression mathématique de cette onde  $s(t,x)$  en fonction du temps  $t$  et de la distance  $x$  par rapport à la source.

**3.1.5** - La sensibilité de l'enceinte étant de 95 dBspl, calculer le niveau sonore perçu par un auditeur placé dans l'axe de propagation à 200 m de la source.

**3.1.6** - En déduire l'intensité sonore à cette distance. On assimilera la source au modèle physique de la source ponctuelle. On rappelle que l'intensité sonore de référence est de  $10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ .

**3.2** - Dans une salle de cinéma, plusieurs enceintes acoustiques sont placées derrière l'écran et sur les côtés droit et gauche pour assurer la diffusion du son en multicanal. On supposera que les parois de la salle ont un coefficient de réflexion nul. Le schéma simplifié est le suivant :



Lors de notre étude, nous allons considérer les phénomènes ondulatoires mis en jeu de façon indépendante. Nous prendrons comme valeur pour la célérité des ondes acoustiques  $c = 345 \text{ m.s}^{-1}$ . Nous négligerons, dans les deux parties qui suivent, l'atténuation géométrique (en fonction de la distance source - point d'écoute) du niveau sonore.

Un même son pur est émis par les enceintes R et L uniquement.

**3.2.1** - Suivant sa position repérée par M sur l'axe  $R_3L_3$ , l'auditeur ne perçoit pas le même rendu sonore, certaines fréquences sont atténuées, d'autres amplifiées. Quel phénomène physique est à l'origine de cette perception ?

**3.2.2** - Au point M, quelle est la différence de marche  $\delta$  entre les 2 ondes issues des enceintes acoustiques L et R ?

**3.2.3** - En déduire le déphasage  $\varphi$  entre ces 2 ondes.

**3.2.4** - À quelle condition sur  $\varphi$  l'auditeur placé précisément en M n'entend rien ? À quelle condition perçoit-il un son renforcé ?

**3.2.5** - Montrer que la fréquence  $f$  des sons émis par les enceintes R et L peut s'écrire sous la forme :  $f = \frac{\varphi \cdot c}{2 \cdot \pi \cdot \delta}$ .

### 3.2.6 - Déterminer les fréquences pour lesquelles le son est atténué, puis renforcé ?

Un même son pur est émis par les enceintes  $R_3$  et  $L_3$  uniquement.

**3.2.7 -** D'après le schéma, déterminer au point M d'abscisse  $x_M$  l'expression de l'onde  $s_{R3}(t, x_M)$  issue de  $R_3$ , de variation de pression locale  $P_M$ , de fréquence  $f$ , de célérité  $c$ .

**3.2.8 -** D'après le schéma, on constate que l'onde issue de  $L_3$  a parcouru la distance  $(L - x_M)$  pour atteindre l'auditeur. Déterminer au point M l'expression de l'onde  $s_{L3}(t, x_M)$  issue de  $L_3$ , de variation de pression locale  $P_M$ , de fréquence  $f$ , de célérité  $c$ .

**3.2.9 -** Montrer que l'onde résultante au point M a pour expression :

$$s_{\text{res}}(t, x_M) = \frac{P_M}{2} \cdot \cos\left(\frac{\omega \cdot (L - 2x_M)}{2 \cdot c}\right) \cdot \sin\left(\omega \cdot \left(t - \frac{L}{2 \cdot c}\right)\right).$$

où  $\omega$  est la pulsation de l'onde.

On rappelle la formule trigonométrique suivante :

$$\sin(p) + \sin(q) = 2 \cdot \cos\left(\frac{p - q}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{p + q}{2}\right).$$

**3.2.10 -** À quelles fréquences, pour la position  $x_M$ , obtient-on un son atténué ?

**3.2.11 -** À quelles fréquences, pour la position  $x_M$ , obtient-on un son amplifié ?

**3.3 -** La musique d'une des scènes du film est constituée de quelques notes de piano désaccordé.

Nous rappelons qu'une note de piano provient d'un coup de marteau donné sur une corde pour les notes les plus basses ou 2, voire 3, cordes simultanément pour les plus hautes.

Certaines de ces notes apportent une sensation très désagréable à l'oreille.

**3.3.1 -** Quel phénomène physique est à l'origine de cette sensation ? Expliquer.

**3.3.2 -** Ce phénomène apparaît-il pour des notes basses (à 1 corde) ? Expliquer.

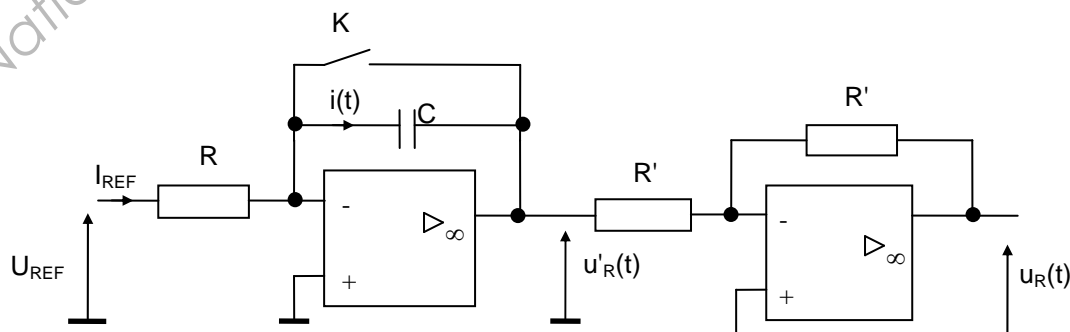
## PARTIE 4 - ÉLECTRONIQUE

La technologie d'un codeur P.C.M. est basée sur le fonctionnement d'un Convertisseur Analogique Numérique « simple rampe » (**voir montage – ANNEXE, page 7/10**).

Nous nous proposons dans un premier temps d'étudier un générateur de rampe de tension constitué de deux montages à amplificateurs intégrés linéaires (A.I.L.) supposés idéaux.

Ces A.I.L. sont alimentés en  $\pm 15 \text{ V}$ .

### 4.1 - Étude du générateur de rampe de tension



K : interrupteur commandé au rythme du signal  $H_{\text{éch}}$  :

$H_{\text{éch}} = 0 \Rightarrow K$  ouvert et  $H_{\text{éch}} = 1 \Rightarrow K$  fermé.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION MÉTIERS DU SON		Session 2013
Sciences physiques – U. 3	Code : MVSSP	Page : 5/10

$U_{REF}$  est une tension continue positive.

Premier montage à A.I.L. :

Lorsque K est ouvert,  $u'_R = -\frac{U_{ref}}{R.C} \times t$  avec  $U_{ref} = 5,6 \text{ V}$ ,  $R = 56 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 100 \text{ pF}$ .

**4.1.1** - Lorsque K est fermé, déterminer la valeur de  $u'_R(t)$ .

Deuxième montage à A.I.L. :

**4.1.2** - Comment appelle-t-on ce deuxième montage à A.I.L. ?

**4.1.3** - Exprimer  $u_R(t)$  en fonction de  $u'_R(t)$ .

**4.1.4** - Tracer sur le **document-réponse n° 3 (page 10/10)** l'évolution de  $u_R(t)$  lorsque la commande de l'interrupteur est le signal  $H_{éch}$  de rapport cyclique  $\frac{1}{2}$ .  
Échelle  $1 \text{ cm} \rightarrow 4 \text{ V}$ .

## **4.2 - Étude du filtre anti-repliement**

Avant la conversion analogique numérique, le signal à convertir est traité par un filtre dit « anti-repliement ». On rappelle que  $f_{éch} = 48 \text{ kHz}$ .

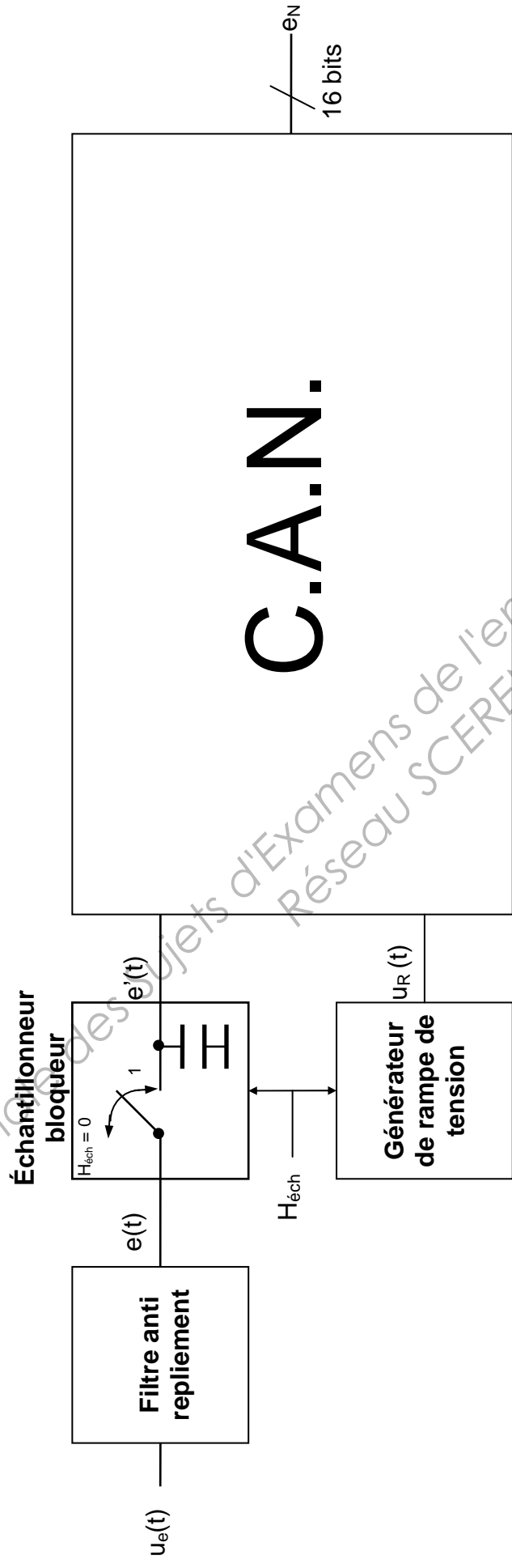
Nous nous proposons maintenant d'étudier ce filtre anti-repliement.

**4.2.1** - Quel type de filtre est utilisé ?

**4.2.2** - Expliquer le rôle de ce filtre.

**4.2.3** - Donner une valeur possible de sa fréquence de coupure.

# ANNEXE

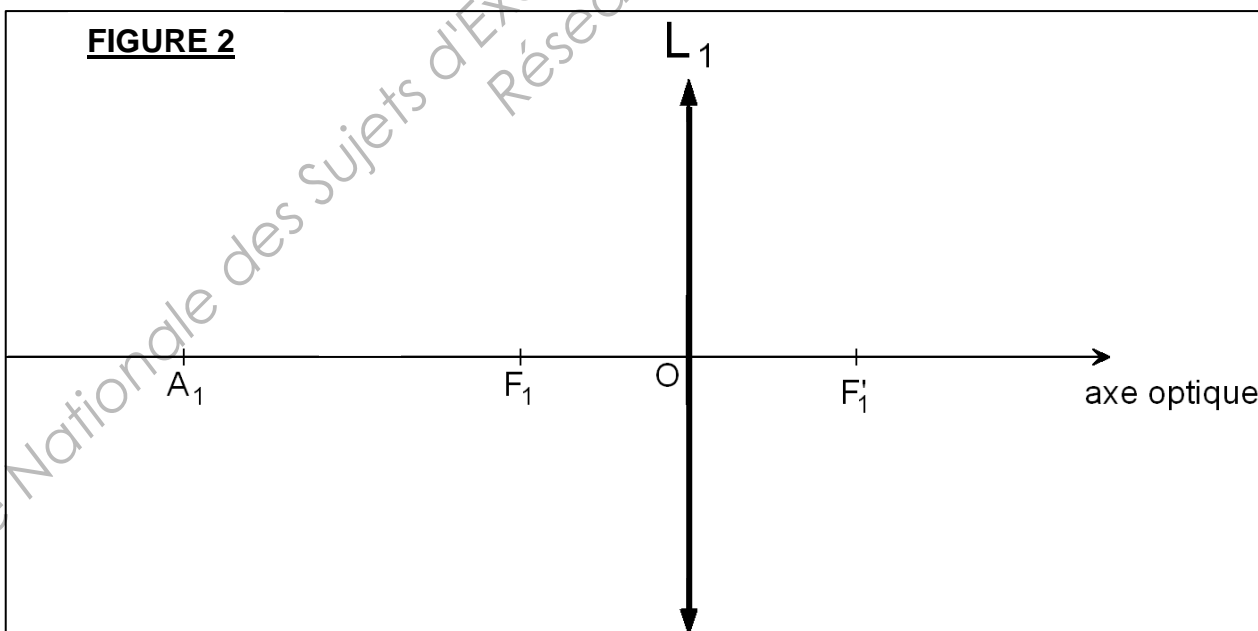
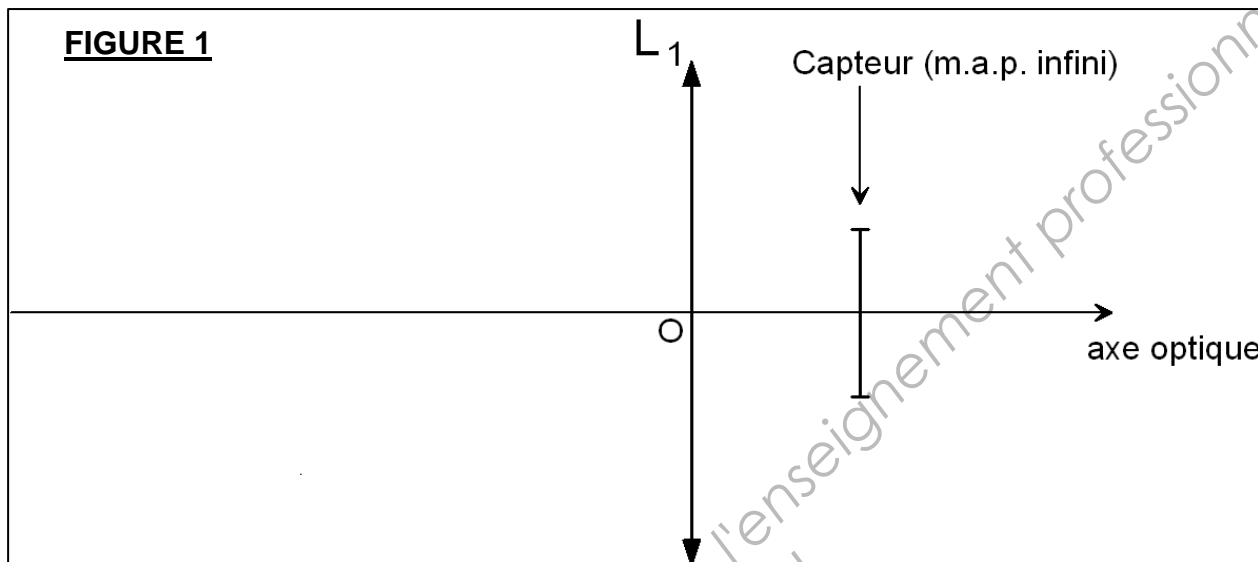


Signal d'horloge :  $H_{éch}$ , horloge d'échantillonnage de fréquence  $f_{éch} = 48 \text{ kHz}$ .

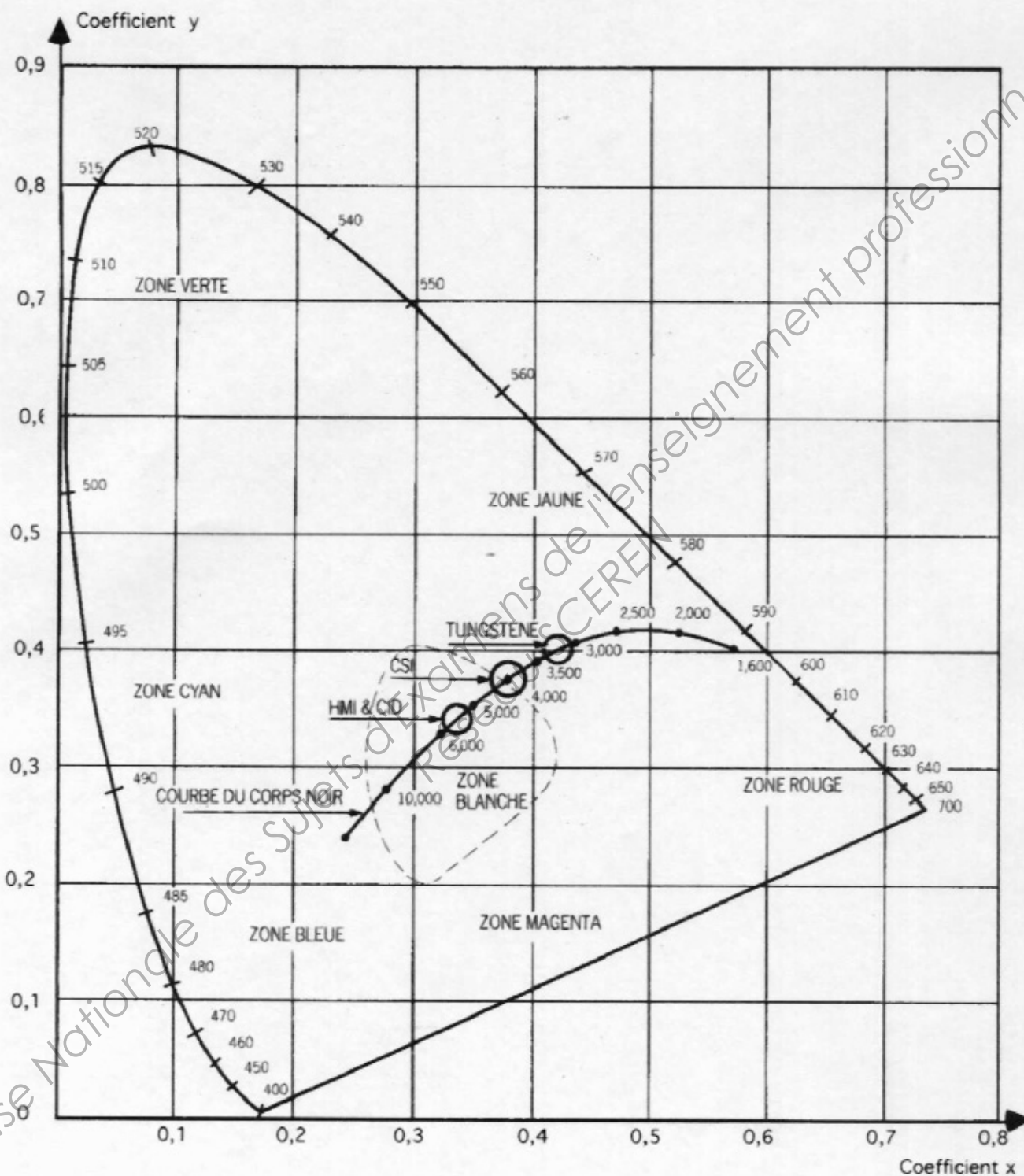


# DOCUMENT-RÉPONSE N° 1

(à rendre avec la copie)



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



# DOCUMENT-RÉPONSE N° 3

(à rendre avec la copie)

