



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

TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET

EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS

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 (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

- document-réponse n° 1page 9/13
- document-réponse n° 2.....page 10/13
- document-réponse n° 3page 11/13
- document-réponse n° 4.....page 12/13
- document-réponse n° 5page 13/13

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 13 pages, numérotées de 1/13 à 13/13.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS		Session 2013
Sciences physiques – U. 3	Code : MVTSP	Page : 1/13

**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 9/13)**, 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 α_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 α_V de 30° en vertical et α_H de 62° 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 10/13**), 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

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

3.2 - 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 ?

3.3 - 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.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET		Session 2013
EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS		
Sciences physiques – U. 3	Code : MVTSP	Page : 3/13

- 3.4 - 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.
- 3.5 - 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.
- 3.6 - 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 $10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.

PARTIE 4 - ÉLECTRONIQUE

La technologie d'un codeur P.C.M. (Pulse Code Modulation : Modulation d'Impulsions Codées) est basée sur le fonctionnement d'un Convertisseur Analogique Numérique « simple rampe », (**voir montage simplifié – ANNEXE 1, page 7/13**). Celui-ci est précédé d'un ensemble échantillonneur-bloqueur, filtre anti-repliement, et d'un générateur de rampe.

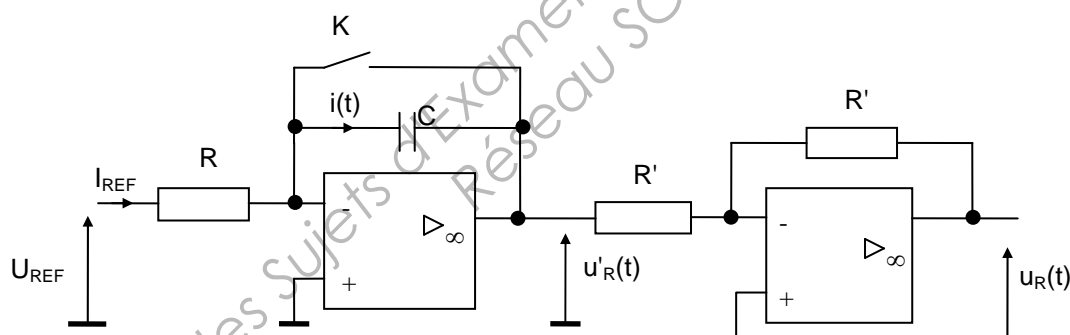
Le principe de fonctionnement est le suivant : le signal analogique $u_e(t)$ portant une information sonore est filtré, puis numérisé par l'intermédiaire d'un échantillonneur-bloqueur, chargé de maintenir constante une valeur de $e(t)$ pendant la moitié de la période d'échantillonnage T_{ech} qui correspond à une fréquence d'échantillonnage $f_{\text{ech}} = 48 \text{ kHz}$. Chaque échantillon contenu dans $e'(t)$ est converti en un mot binaire e_N de 16 bits.

Le signal analogique filtré $e(t)$ est tel que : $0 \leq e(t) \leq 10 \text{ V}$.

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_{ech} :

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

U_{REF} est une tension continue positive. On note I_{REF} l'intensité du courant dans la résistance R et $i(t)$ celle dans le condensateur de capacité C .

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

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

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

4.1.3 - Tracer sur le **document-réponse n° 3 (page 11/13)** l'évolution de $u_R(t)$ lorsque la commande de l'interrupteur est le signal H_{ech} de rapport cyclique $\frac{1}{2}$. Échelle $1 \text{ cm} \rightarrow 4 \text{ V}$.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS		Session 2013
Sciences physiques – U. 3	Code : MVTSP	Page : 4/13

Le résultat numérique e_N (ou code) est donné par un compteur binaire à 16 sorties ou à 16 bits (cf. montage complet en **ANNEXE 2, page 8/13**). Ce compteur est actionné par le signal d'horloge H_{IC} , ce qui lui permet d'afficher en sortie le code binaire e_N correspondant à chaque échantillon de la tension $e(t)$ à convertir. Il est suivi d'un registre à décalage permettant la sérialisation des nombres binaires issus du CAN.

4.2 - Étude de la logique de génération du signal d'horloge H_{IC}

On admettra que $u_R(t)$ est un signal en dents de scie d'amplitude 10,4 V comme indiqué sur les courbes au **document-réponse n° 4 (page 12/13)**.

L'A.I.L. est alimenté cette fois en 0 - 5 V et sert de comparateur analogique (noté C_p sur le schéma en **annexe 2**).

4.2.1 - Représenter l'évolution temporelle du signal s_C en sortie de ce comparateur C_p .

4.2.2 - Représenter l'évolution temporelle du signal s_{FC} en sortie de la première porte & (état haut : 1 – état bas : 0).

4.2.3 - Représenter l'allure approximative* du signal H_{IC} en fonction du temps.

* : on demande simplement de représenter des impulsions de comptage très proches les unes des autres sans tenir compte de la vraie valeur de la fréquence f_{comptage} du signal d'horloge H_{comptage} .

4.3 - Étude du code délivré par le compteur

Le compteur binaire fonctionne de la manière suivante :

- tant que le signal sur l'entrée \overline{RAZ} (RAZ : remise à zéro) est à 0, le nombre binaire e_n de sortie du compteur vaut = 0 ;
- quand le signal sur l'entrée \overline{RAZ} est à 1, le nombre binaire e_n de sortie du compteur s'incrémente de 1 à chaque front montant du signal d'horloge H_{IC} .

À l'instant d'échantillonnage $t = 0$, la tension $e(t)$ vaut $E = 5,2$ V. Cette valeur correspond au premier échantillon à convertir. À l'instant $t = t_{FC}$, la tension $u_R(t)$ atteint la valeur $E = u_R(t_{FC})$ et le compteur s'arrête de compter.

4.3.1 - Exprimer t_{FC} en fonction de E et des caractéristiques du générateur de rampe.

Pour un fonctionnement optimisé, le compteur doit pouvoir compter de la valeur binaire 0000 0000 0000 0000 à la valeur 1111 1111 1111 1111 pendant une durée égale à $T_{\text{ech}}/2$.

4.3.2 - On appelle N le nombre de périodes du signal H_{IC} écoulées entre $t = 0$ et $t = t_{FC}$. N correspond également à la valeur décimale du code binaire correspondant à l'échantillon considéré. Déterminer la relation entre N et E .

4.3.3 - Déterminer la valeur binaire affichée par le compteur à $t = T_{\text{ech}}/2$, correspondant au code du premier échantillon E .

4.4 - 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 $f_{\text{ech}} = 48$ kHz.

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

4.4.1 - Quel type de filtre est utilisé ?

4.4.2 - Expliquer le rôle de ce filtre.

4.4.3 - Donner une valeur possible de sa fréquence de coupure.

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS	Session 2013
Sciences physiques – U. 3	Code : MVTSP Page : 5/13

4.5 - Étude du registre à décalage

Le registre à décalage permet de réaliser une conversion parallèle / série. Chaque mot de 16 bits en parallèle en sortie du compteur est mis en mémoire dans le registre sur les fronts montants de H_{ech} . Ensuite, sur chaque front montant du signal d'horloge H_B , les bits sont fournis successivement sur une seule sortie du registre à décalage en commençant par le bit de poids faible. Ce travail de sérialisation doit être réalisé en un temps égal à une période d'échantillonnage.

Ce système doit travailler avec une fréquence f_B du signal d'horloge H_B plus grande que f_{ech} .

4.5.1 - Calculer la fréquence f_B .

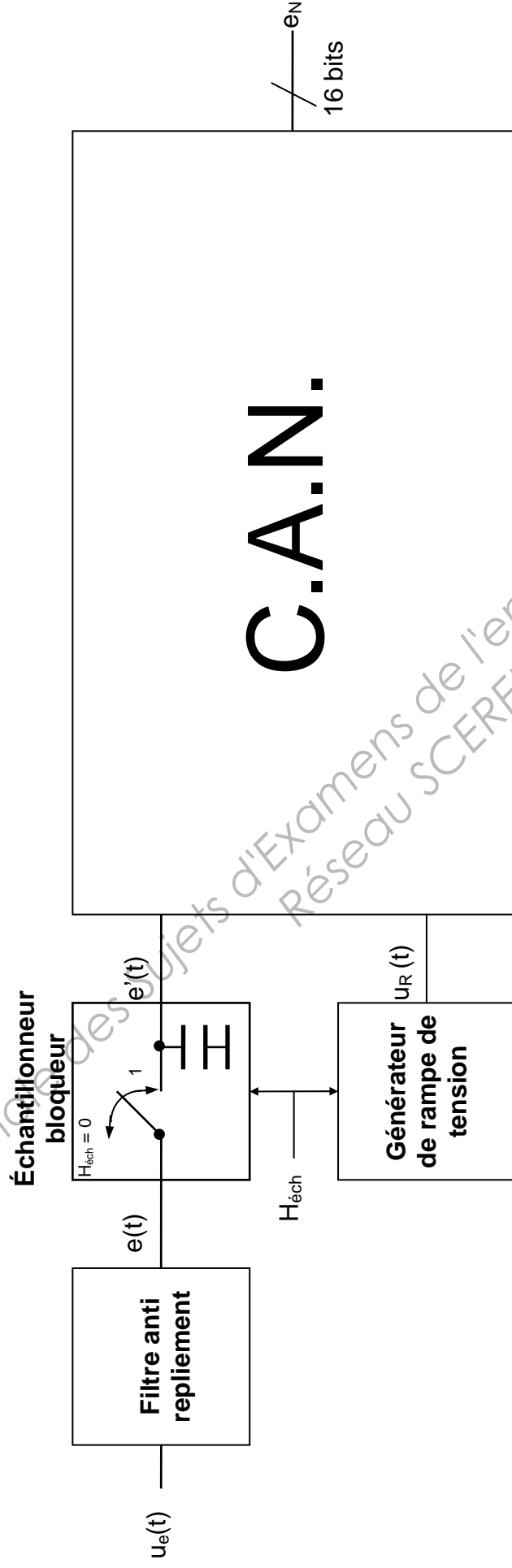
4.5.2 - Soit le mot binaire 1000.0100.1011.0110 stocké par le registre à décalage à l'instant $t = T_{ech}$. Calculer sa valeur décimale N .

4.5.3 - Représenter l'allure en fonction du temps de la tension de sortie $u_s(t)$ du registre à partir de l'instant $t = T_{ech}/2 + T_B$ et pendant une durée de $16.T_B$ (**document-réponse n° 5, page 13/13**).

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

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS		Session 2013
Sciences physiques – U. 3	Code : MVTSP	Page : 6/13

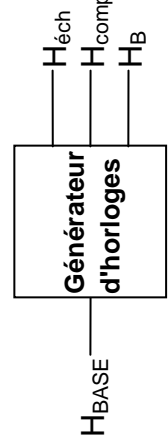
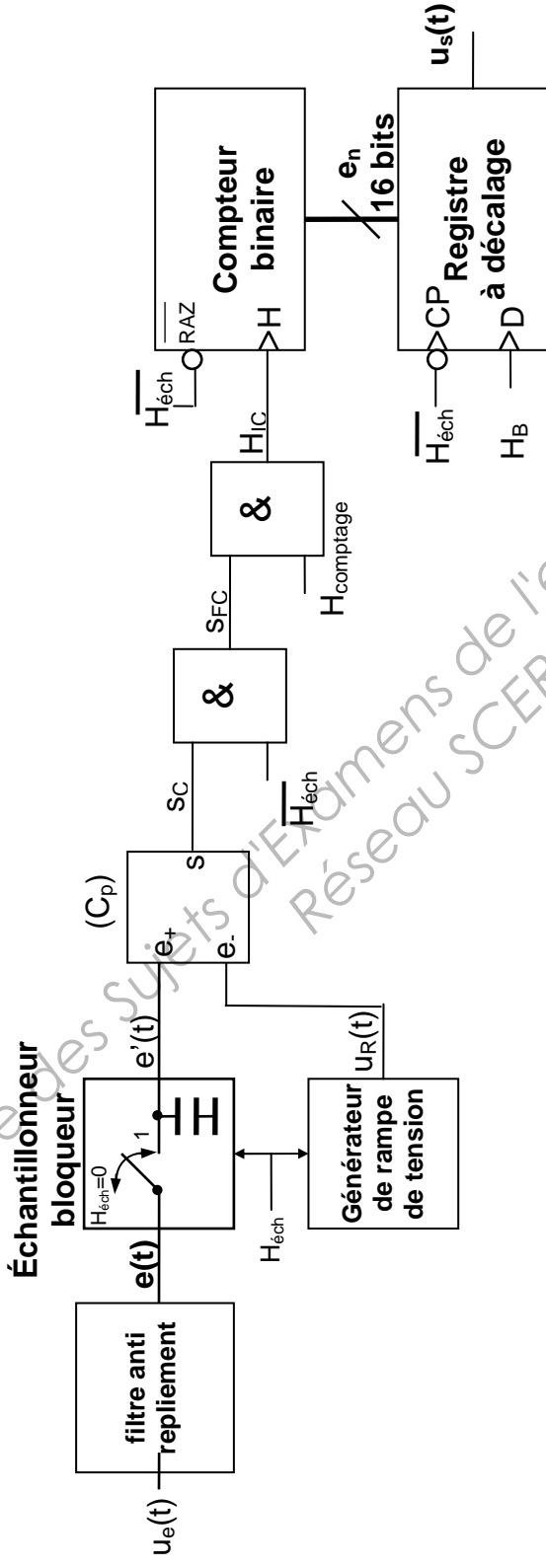
ANNEXE 1



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

BTS MÉTIERS DE L'AUDIOVISUEL – OPTION TECHNIQUES D'INGÉNIERIE ET EXPLOITATION DES ÉQUIPEMENTS	Session 2013
Sciences physiques – U. 3	Page : 7/13
Code : MVTSP	

ANNEXE 2



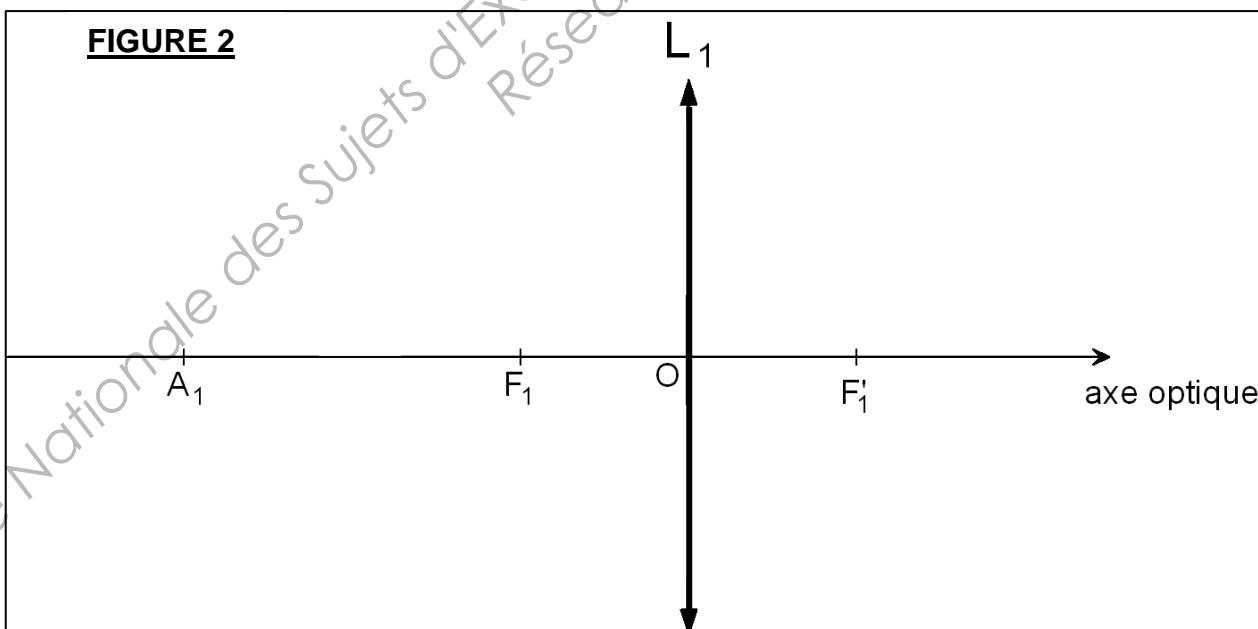
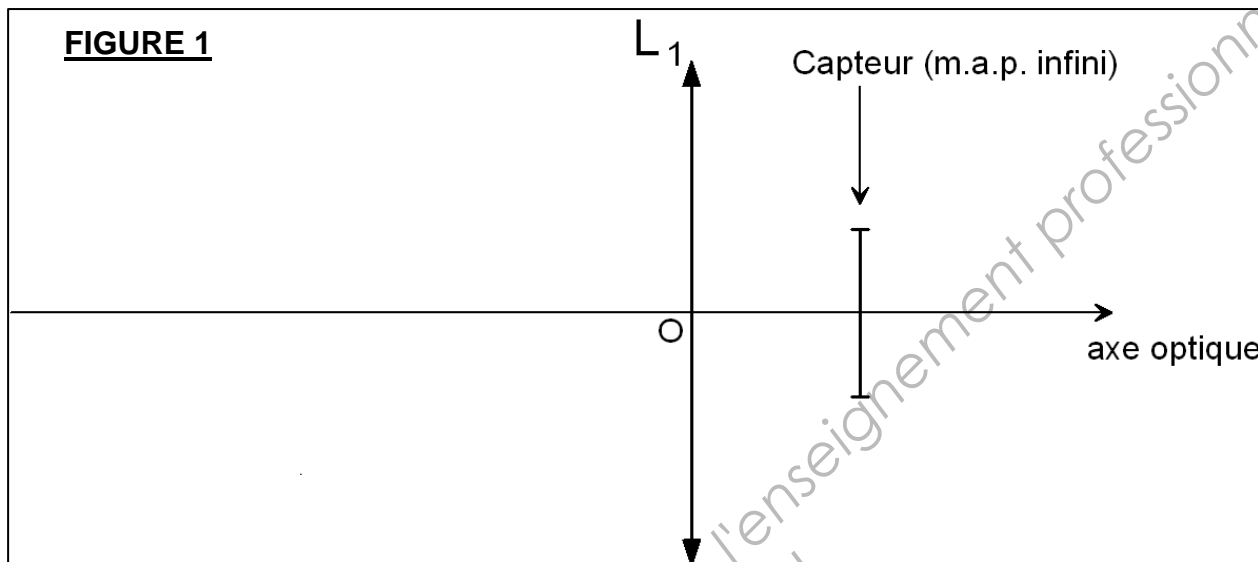
Signaux d'horloge :

$H_{éch}$, horloge d'échantillonnage
 fréquence $f_{éch} = 48 \text{ kHz}$;

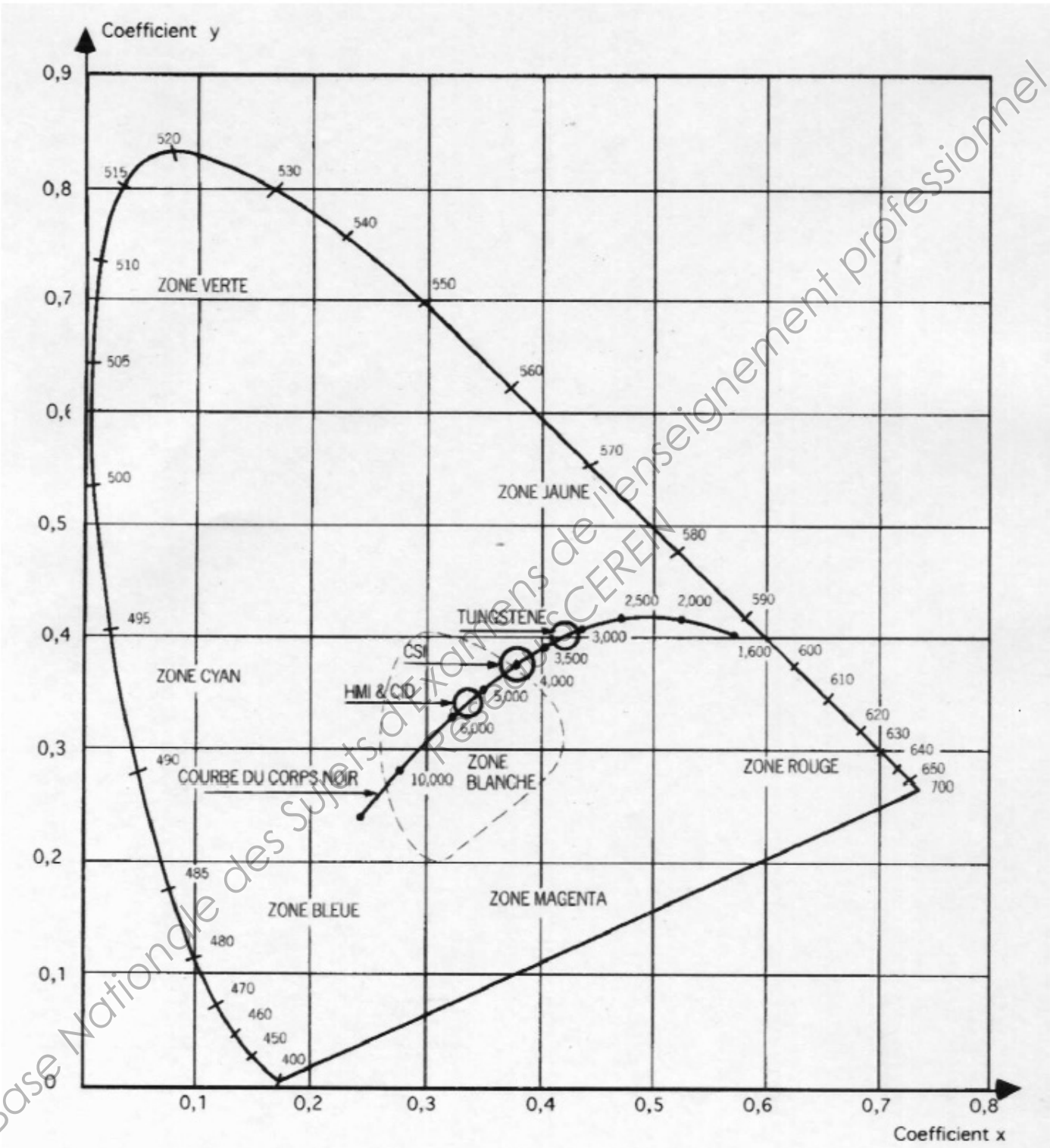
H_B , horloge cadencant le transfert série du convertisseur // \rightarrow série.

$H_{comptage}$, Horloge rythmant l'incrémentation du compteur binaire
 fréquence $f_{comptage} = 2^{17} \cdot f_{éch}$.

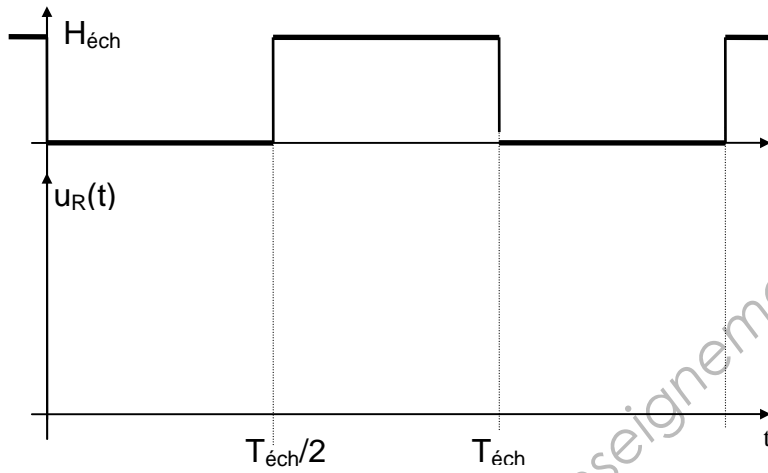
DOCUMENT-RÉPONSE N° 1
(à rendre avec la copie)



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



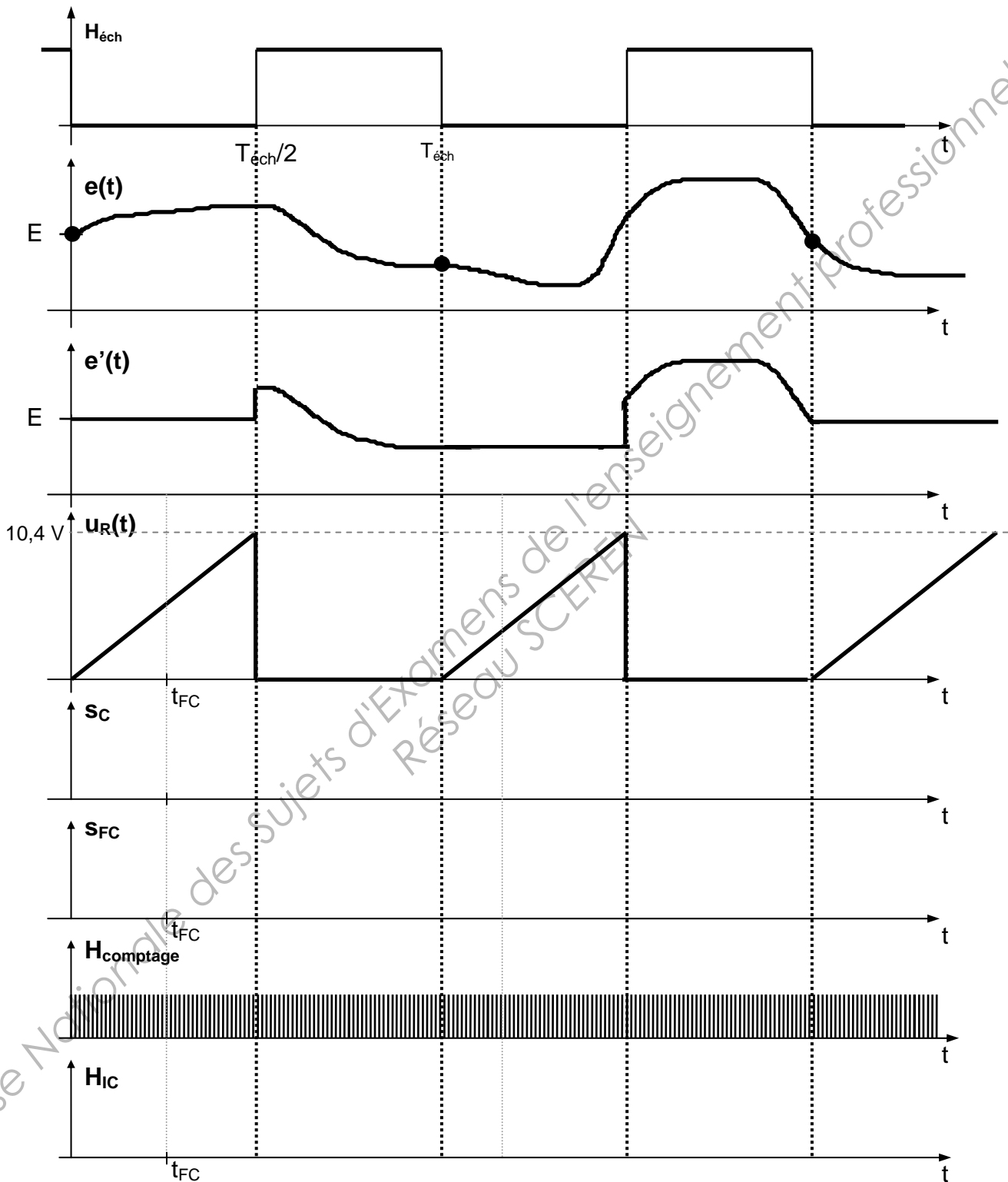
DOCUMENT-RÉPONSE N° 3
(à rendre avec la copie)



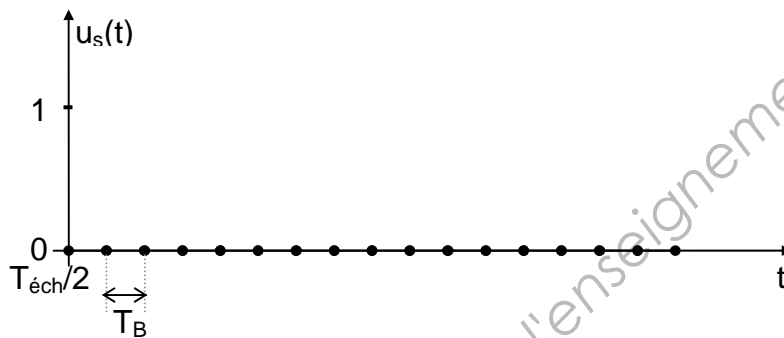
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

DOCUMENT-RÉPONSE N° 4

(à rendre avec la copie)



DOCUMENT-RÉPONSE N° 5
(à rendre avec la copie)



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