

# SUJET

## Option A Informatique et Réseaux

Partie 2 Sciences Physiques

Durée 2h - Coefficient 2

Le sujet est composé de quatre parties indépendantes :

Partie A : Contrôle de la luminosité et tests de colorimétrie.

Partie B : La carte « contrôle de luminosité ».

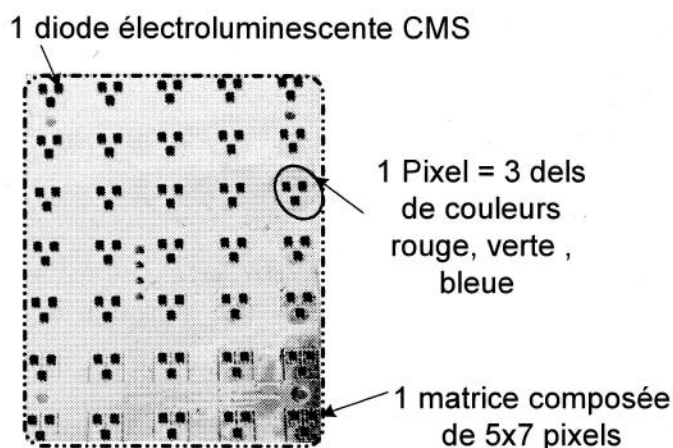
Partie C : Transmission numérique série RS485.

Partie D : Réglage de l'intensité lumineuse du panneau PMV.

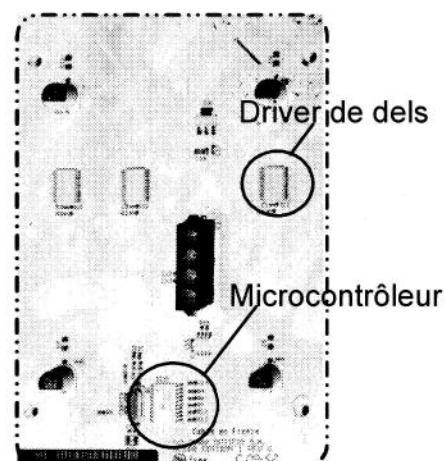
*Les panneaux à messages variables (PMV) sont constitués de plusieurs cartes : une carte maître, une carte esclave « contrôle de luminosité » et des cartes esclaves « afficheurs », interconnectées par un bus RS485. Il est configuré en half-duplex et fonctionne à  $500 \text{ kbit}\cdot\text{s}^{-1}$ .*

*Chaque carte « afficheur » possède un microcontrôleur, des diodes électroluminescentes (dels) et des drivers de dels (composants capables de piloter plusieurs dels).*

Face avant d'une carte afficheur  
(avec couleurs inversées)



Face arrière d'une carte afficheur  
(avec couleurs inversées)



*Une diode électroluminescente est composée de trois dels de couleurs.*

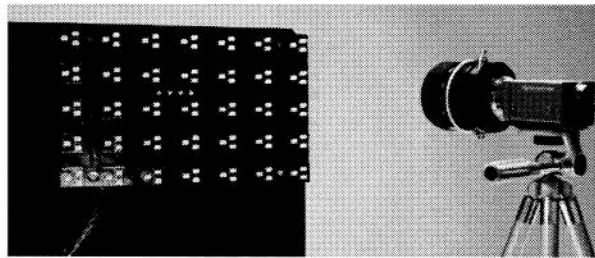
*Chaque carte d'un PMV qui sort de l'entreprise est testée. La puissance lumineuse des dels est mesurée grâce à une caméra CCD photométrique. Un système informatique analyse les données du capteur CCD. Les résultats de luminosité du panneau PMV sont comparés à une norme. En cas d'écart, le technicien effectue, si cela est possible, des réglages.*

*Pour les cartes acceptées, 5% des pixels sont testés : des essais colorimétriques permettent de vérifier que la couleur émise se trouve bien dans les tolérances prévues par la norme CIE 1931.*

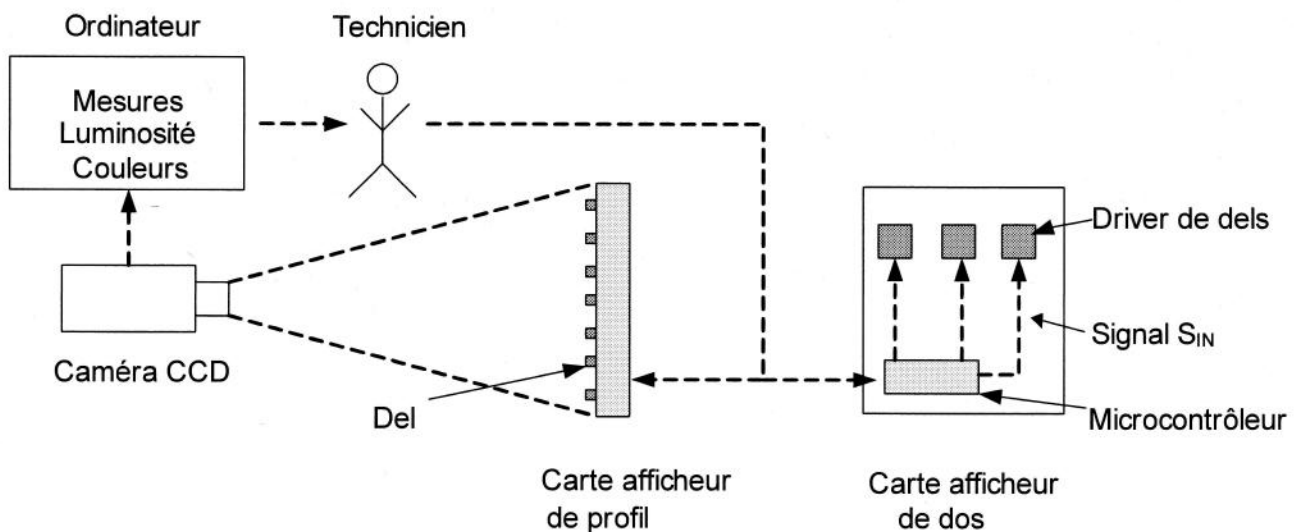
Session 2016	BTS Système Numérique Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page SP 1 sur 10
Code : 16SN4SNIR1	Partie 2 Sciences Physiques	

Par ailleurs, les PMV doivent être visibles à distance dans toutes les conditions météorologiques. La carte « contrôle de luminosité » adapte la luminosité du panneau à la clarté ambiante, pour les rendre le plus lisible possible de jour comme de nuit, par beau ou mauvais temps.

### Photo du dispositif de mesure de la puissance lumineuse



### Schéma synoptique du système de mesure et de correction



Session 2016	BTS Système Numérique Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page SP 2 sur 10
Code : 16SN4SNIR1	Partie 2 Sciences Physiques	

## Partie A. Contrôle de la luminosité et tests de colorimétrie

Le technicien doit vérifier que la couleur émise par le pixel correspond bien à la norme CIE 1931.

On donne en **documentation SP1** un extrait de la documentation technique de la caméra CCD utilisée.

**Q26.** Déterminer le nombre de pixels et la surface minimale en  $\text{mm}^2$  du capteur CCD.

*Les photosites (pixels) du capteur CCD ne sont sensibles qu'à l'intensité lumineuse, mais ne sont pas capables de distinguer les couleurs des ondes lumineuses. Pour les contrôles de colorimétrie, il est donc nécessaire d'effectuer des essais successifs avec trois filtres de couleurs différentes.*

**Q27.** Justifier la nécessité d'utiliser trois filtres de couleurs pour les essais de colorimétrie. Préciser ces couleurs.

*Lors d'un contrôle de colorimétrie, on obtient les coordonnées chromatiques CIE qui sont notées : (0,55 ; 0,41).*

**Q28.** Placer sur le diagramme de chromaticité du **document réponse DR-SP1** le point A de coordonnées (0,55 ; 0,41).

**Q29.** En déduire la teinte et estimer la longueur d'onde associée.

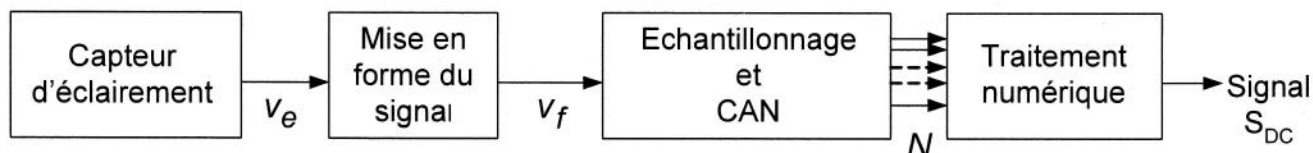
**Q30.** Valider les résultats précédents à l'aide de la documentation technique de la del CMS, donnée en **documentation SP2**.

Session 2016	BTS Système Numérique Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page SP 3 sur 10
Code : 16SN4SNIR1	Partie 2 Sciences Physiques	

## Partie B. La carte « contrôle de luminosité »

Sur la carte « contrôle de luminosité », le technicien doit faire un bilan de la structure retenue pour traiter le signal et éventuellement en proposer une autre.

Cette carte est équipée d'un capteur d'éclairement à photorésistance  $R_{LDR}$ , d'un circuit de mise en forme, d'un convertisseur analogique numérique (CAN) et d'un microcontrôleur pour le traitement numérique.



La carte électronique gérant la fonction « contrôle de luminosité » transmet un signal  $S_{DC}$  à la carte maître dans le but de modifier la luminosité des pixels en fonction de l'éclairement lumineux (**documentation SP3**).

Le technicien procède à la vérification de chaque étage.

### B.1. Capteur d'éclairement : génération de la tension $v_e$

Soumis à un éclairement  $E$ , le circuit de la **figure 1** fournit une tension  $v_e$ , qui varie avec l'éclairement. Le capteur, une photorésistance, est placé en série avec une résistance  $R_1$ ,

Le technicien souhaite déterminer la valeur de la résistance  $R_1$  dans le cas où celle-ci doit être changée.

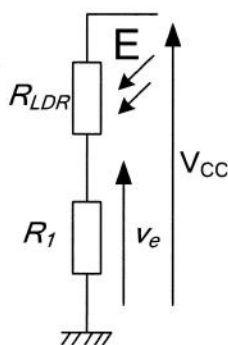


Figure 1

- Q31.** Déterminer l'expression de la tension  $v_e$  en fonction de  $V_{CC}$ ,  $R_{LDR}$  et  $R_1$ .
- Q32.** Donner la valeur de la tension  $v_e$  et une valeur approchée de la résistance  $R_{LDR}$  pour un éclairement de 200 lux, en vous référant à la **documentation SP4**.
- Q33.** Dédire la valeur de  $R_1$ , pour une tension d'alimentation  $V_{CC}$  de 5,0 V et pour  $R_{LDR}$  égale à 4,7 kΩ.

Session 2016	BTS Système Numérique Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page SP 4 sur 10
Code : 16SN4SNIR1	Partie 2 Sciences Physiques	

## B.2. Mise en forme du signal : élimination d'une composante de fréquence 50 Hz

Le signal capté  $v_e$  est altéré par une composante de fréquence 50 Hz. Cette composante apparaît sur les représentations graphiques des figure 2 et figure 3. Le technicien souhaite atténuer l'amplitude  $\hat{V}_{50\text{Hz}}$  de la composante à 50 Hz d'au moins un facteur 10.

L'expression du signal  $v_e(t)$  peut s'écrire en première approximation sous la forme :

$$v_e(t) = V_{\text{moy}} + \hat{V}_{50\text{Hz}} \cdot \sin(100\pi \cdot t)$$

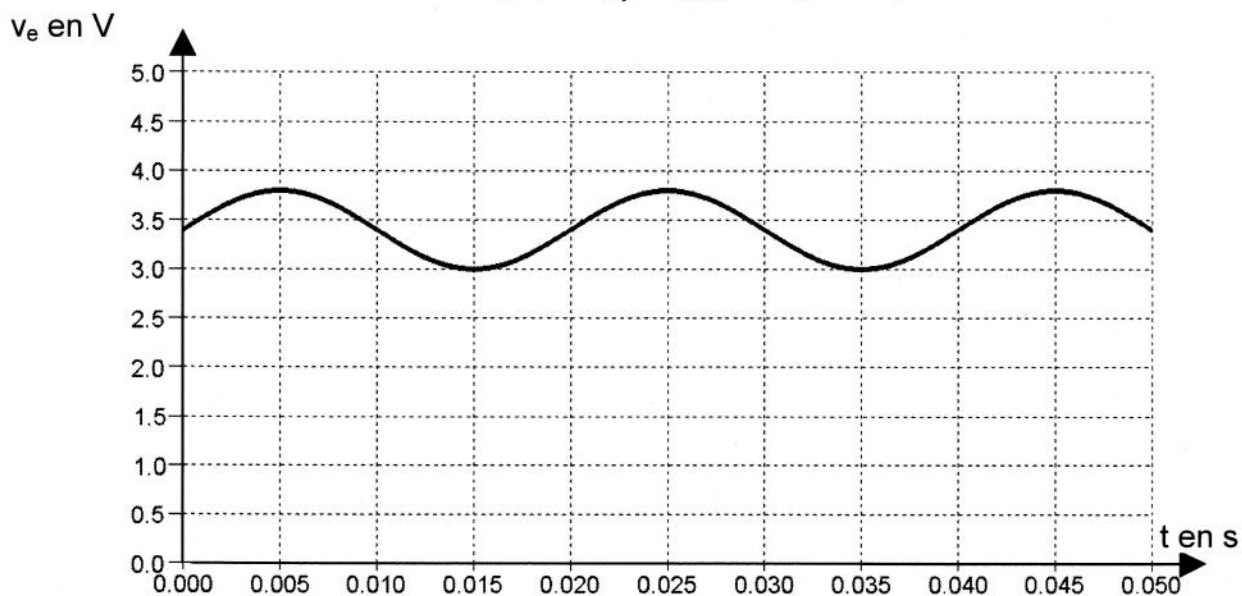


Figure 2

Amplitude en volt  
des composantes

Spectre de  $v_e$

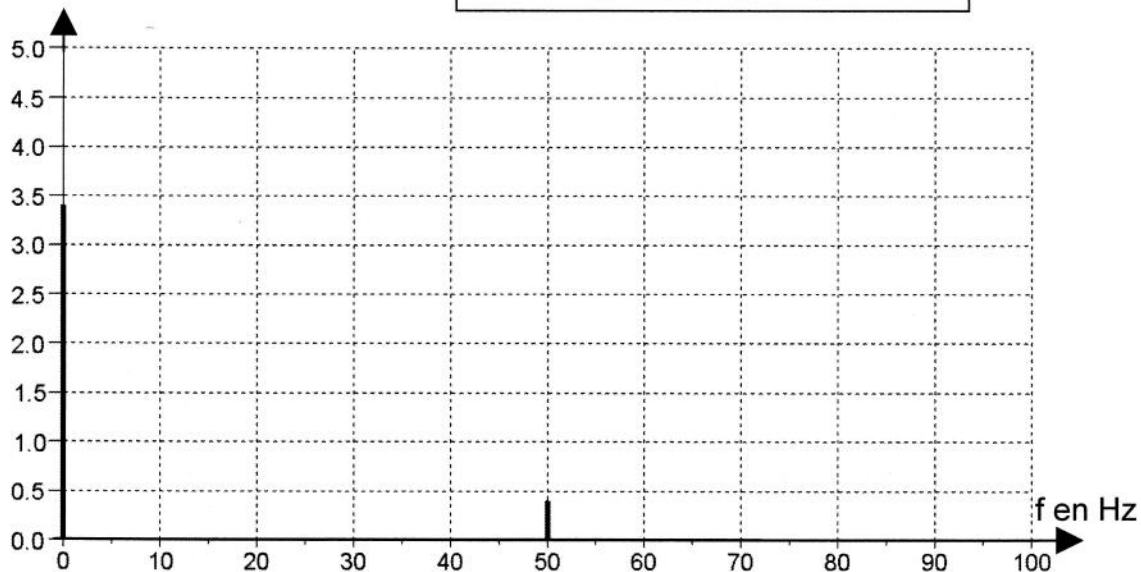
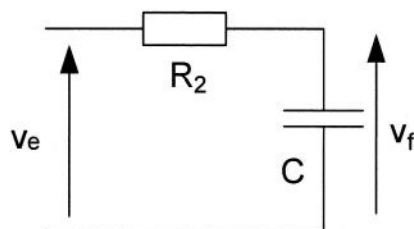


Figure 3

Session 2016	BTS Système Numérique Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page SP 5 sur 10
Code : 16SN4SNIR1	Partie 2 Sciences Physiques	

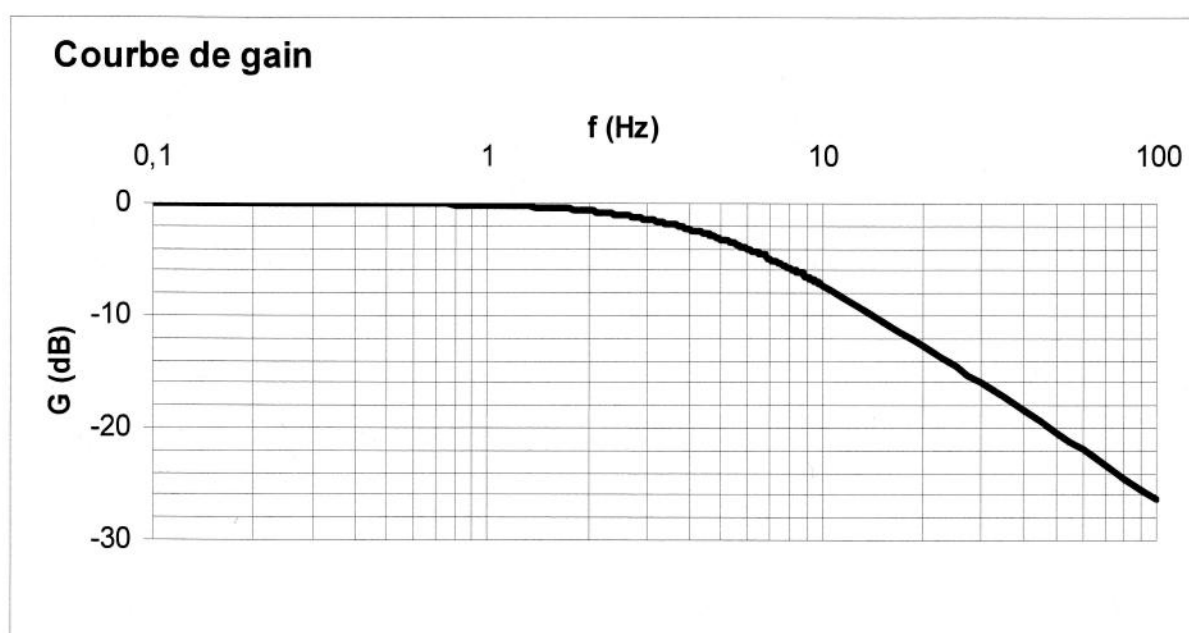
L'utilisation d'un filtre, représenté **figure 4**, peut remédier à ce problème.



**Figure 4**

**Q34.** Déterminer le type de filtre (passe-bas, passe-haut ou passe-bande) en utilisant le comportement du condensateur en basses et hautes fréquences.

La courbe de gain correspondant à ce filtre est donnée ci-dessous, **figure 5**.



**Figure 5**

**Q35.** Déterminer en justifiant :

- l'ordre du filtre ;
- la fréquence de coupure  $f_c$  à -3 dB.

**Q36.** Donner le gain du filtre pour la composante continue. En déduire la valeur moyenne  $V_{f\_moy}$  de la tension  $v_f(t)$  en sortie du filtre.

**Q37.** Indiquer si le filtre analogique permet d'atténuer d'au moins un facteur 10, l'amplitude de la composante à 50 Hz.

Session 2016	BTS Système Numérique Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page SP 6 sur 10
Code : 16SN4SNIR1	Partie 2 Sciences Physiques	

### B.3. numérisation du signal filtré

L'échantillonneur prélève un échantillon toutes les 10 ms. L'échantillon est ensuite converti par un convertisseur analogique numérique, sur **8 bits**, avant d'être traité numériquement (**figure 6**).



Figure 6

**Q38.** Calculer la fréquence d'échantillonnage  $f_E$ .

La tension pleine échelle du CAN, notée  $V_{PE}$  vaut 5,0 V.

**Q39.** Déterminer le quantum  $q$  du CAN.

**Q40.** Déterminer la valeur décimale  $N$  lorsque  $v_f$  vaut 3,4 V.

### B.4. étude d'une solution alternative pour le filtrage

Le technicien étudie la possibilité de remplacer le filtre analogique par un filtre numérique et devra conclure sur l'efficacité de ce dernier. Il faut donc déterminer l'équation de récurrence à partir de l'équation différentielle qui régit le système.

On écrit  $e_n$ , la valeur du signal  $u_E(t)$  à l'instant  $t = nT_E$  :  $e_n = u_E(nT_E)$ .

On écrit  $s_n$ , la valeur du signal  $u_S(t)$  à l'instant  $t = nT_E$  :  $s_n = u_S(nT_E)$ .

La séquence numérique  $\{e_n\}$  représente la suite des valeurs prises par la tension  $u_E$ .

La séquence numérique  $\{s_n\}$  représente la suite des valeurs prises par la tension  $u_S$ .

L'approximation d'Euler permet d'écrire une équivalence numérique de la dérivée :

$$\frac{du_S}{dt} \Leftrightarrow \frac{s_n - s_{n-1}}{T_E} . \text{ Le circuit RC est régi par l'équation différentielle : } \tau \frac{du_S}{dt} + u_S = u_E$$

où  $\tau = R_2 \cdot C = 30 \text{ ms}$ , constante de temps du circuit.

**Q41.** Montrer que l'équation de récurrence obtenue à partir de l'équation différentielle est

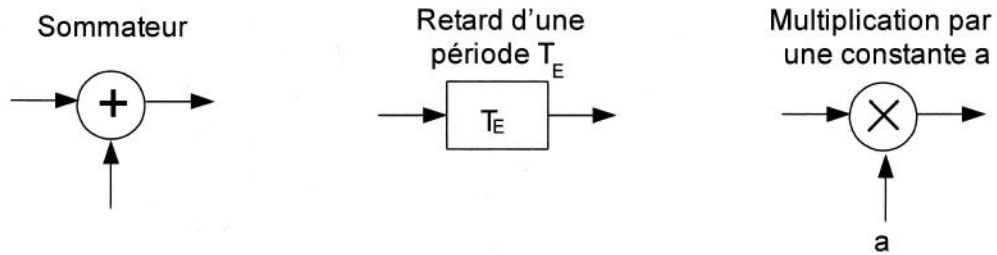
$$s_n = a \cdot e_n + b \cdot s_{n-1} \text{ avec } a = \frac{T_E}{\tau + T_E} = 0,25 \text{ et } b = \frac{\tau}{\tau + T_E} = 0,75.$$

**Q42.** Donner, en le justifiant, le type de filtre (récursif ou non récursif).

Session 2016	BTS Système Numérique Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page SP 7 sur 10
Code : 16SN4SNIR1	Partie 2 Sciences Physiques	



**Q43.** Représenter la structure de l'algorithme correspondant à cette équation de récurrence en utilisant les symboles représentant les fonctions élémentaires d'un algorithme, donnés **figure 7**.



**Figure 7**

**Q44.** Compléter le **document réponse DR-SP2** en calculant la valeur des échantillons manquants de la séquence  $\{s_n\}$  pour une entrée impulsion unité.

**Q45.** Représenter la séquence graphique  $\{s_n\}$  sur le **document réponse DR-SP3**.

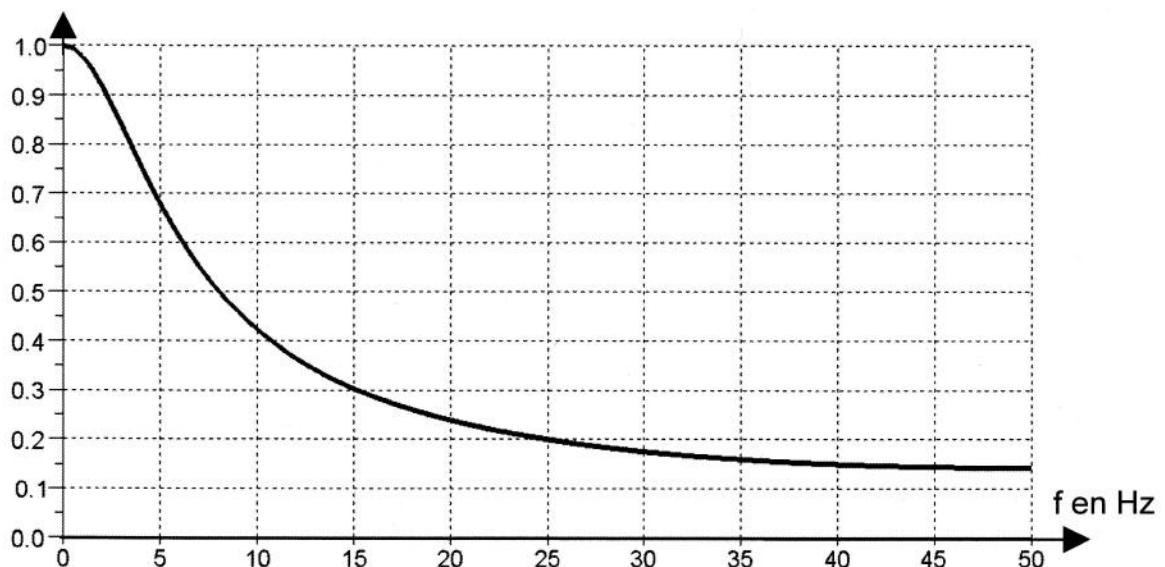
On désigne par  $E(z)$ , la transformée en  $z$  associée à la séquence  $\{e_n\}$ .

On désigne par  $S(z)$ , la transformée en  $z$  associée à la séquence  $\{s_n\}$ .

**Q46.** Montrer, à partir de l'équation de récurrence, que la transmittance en  $z$  s'écrit sous la forme :  $H(z) = \frac{S(z)}{E(z)} = \frac{a \cdot z}{z - b}$ .

**Q47.** Justifier de la stabilité du filtre.

La fonction de transfert isochrone est représentée sur la **figure 8**.



**Figure 8**

**Q48.** Indiquer si le filtre numérique permet d'atténuer d'au moins un facteur 10, l'amplitude de la composante à 50 Hz. Conclure sur l'intérêt de remplacer le filtre analogique par le filtre numérique.

Session 2016	BTS Système Numérique Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page SP 8 sur 10
Code : 16SN4SNIR1	Partie 2 Sciences Physiques	



## Partie C. Transmission numérique série RS485

Une fois l'intensité lumineuse mesurée par la carte « contrôle de luminosité », la transmission de l'information jusqu'à la carte maître se fait par une liaison série RS485 en half-duplex. Le canal de transmission est une paire torsadée comme indiqué sur la figure 9.

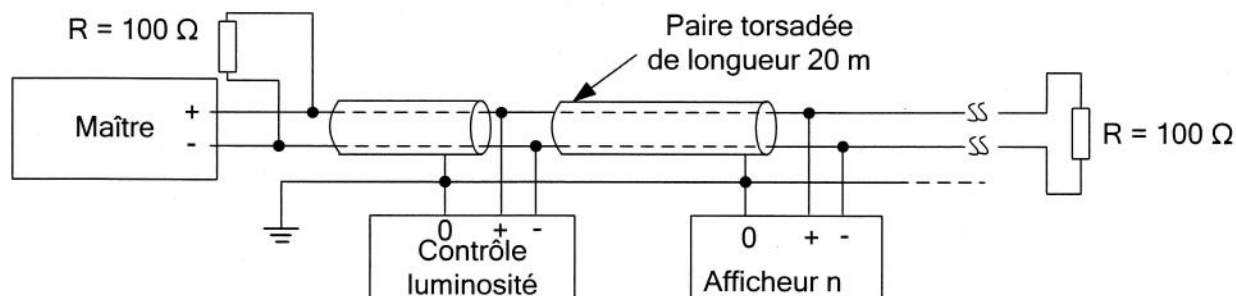


Figure 9

Lors du transfert des données, le technicien relève des incohérences. Après vérifications, il s'avère que le problème est dû à un défaut sur la ligne. Il teste alors celle-ci en appliquant un train d'impulsions à l'entrée de la ligne qui génère une onde. Il observe sur un oscilloscope branché en début de ligne l'onde incidente, et les éventuelles ondes réfléchies comme indiqué sur la figure 10.

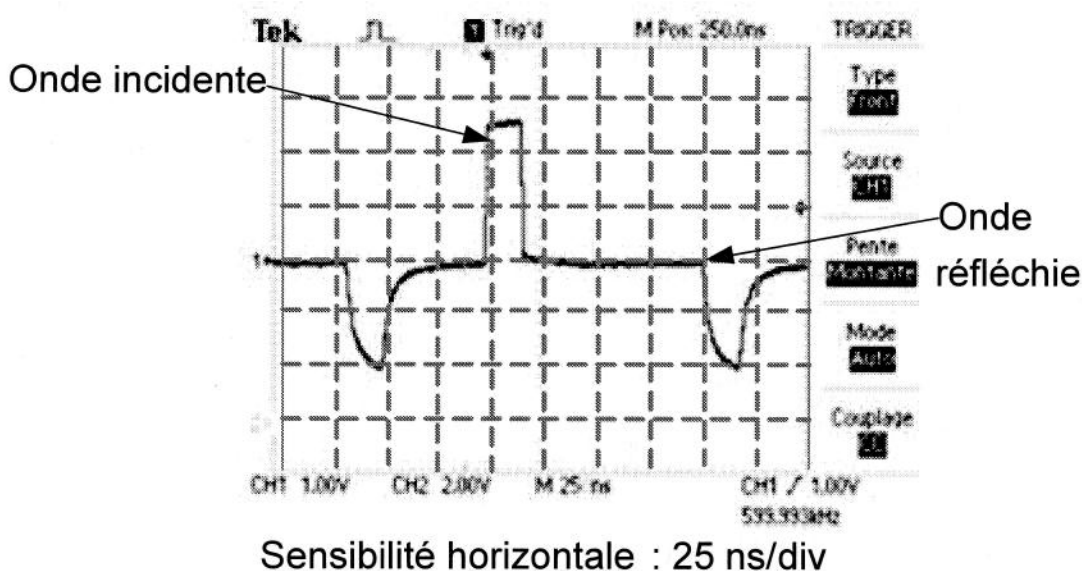


Figure 10

**Q49.** Donner la valeur de l'impédance caractéristique de cette ligne, sachant que la charge est adaptée à la ligne.

Session 2016	BTS Système Numérique Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page SP 9 sur 10
Code : 16SN4SNIR1	Partie 2 Sciences Physiques	

Le coefficient de vélocité de la ligne est le rapport de la vitesse des ondes dans la ligne sur la vitesse des ondes dans le vide. Pour cette ligne, il vaut 0,54.

On rappelle que la célérité des ondes électromagnétiques dans l'air et le vide, notée  $c_0$ , vaut  $3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**Q50.** Déterminer la vitesse de propagation  $c$  de l'onde sur la ligne.

**Q51.** Préciser, à l'aide de la **figure 10**, si le défaut sur la ligne est dû à un court-circuit ou à un circuit ouvert. Puis mesurer le retard  $\Delta t$  entre l'onde incidente et l'onde réfléchie.

**Q52.** En déduire la distance  $d$  entre le début de ligne et le défaut.

## Partie D. Réglage de l'intensité lumineuse du panneau PMV

Pour que le panneau PMV soit visible dans toutes les conditions météorologiques, l'intensité du courant électrique dans les dels doit être modifiée en fonction de l'éclairement ambiant.

La carte maître reçoit une information sur la luminosité ambiante qu'elle transmet à son tour aux drivers de dels. Ces derniers ajustent alors, si nécessaire, l'intensité lumineuse pour chaque pixel, de façon indépendante, en réglant l'intensité du courant électrique dans les dels.

Le driver possède 16 sorties pour lesquelles l'intensité électrique peut être commandée par un mot de 7 bits  $[DC_n]$ .

Les 16 mots de 7 bits forment un paquet de données de 112 bits, transmises en série en commençant par le bit de poids le plus fort.

Un tableau de correspondance, en **documentation SP3**, donne l'intensité du courant électrique  $I_{OUTn}$  à appliquer dans les dels selon la luminosité ambiante.

D'après la documentation technique, l'intensité à appliquer est liée à l'intensité maximale par la relation suivante :  $I_{OUTn} = \frac{I_{MAX} \times [DC_n]}{127}$ , avec  $I_{MAX} = 50,4 \text{ mA}$ .

**Q53.** Représenter sur le **document réponse DR-SP4** le mot  $[DC_0]$  pour un éclairage lumineux  $E = 200 \text{ lux}$  sans se préoccuper ni du bit précédent ni du bit suivant.

Session 2016	BTS Système Numérique Option A Informatique et Réseaux Épreuve E4	Page SP 10 sur 10
Code : 16SN4SNIR1	Partie 2 Sciences Physiques	