

# SUJET

## Option B Électronique et Communications

Partie 2 Sciences Physiques

Durée 2 h - Coefficient 2

Le sujet est composé de 3 parties indépendantes :

- Partie A : étude d'une maille du bus AS-i.
- Partie B : transmission des signaux sur le bus AS-i.
- Partie C : visualisation des signaux du bus AS-i.

Le bus AS-i permet une communication numérique à une fréquence d'horloge, notée  $f_H$ , égale à 167 kHz, sur une ligne bifilaire, en mode différentiel, sur une grande variété de types de câbles.

Une alimentation AS-i spécifique est nécessaire. Elle présente la particularité de superposer le signal informatif issu de l'émetteur à la tension de l'alimentation AS-i (30 V). Un exemple de topologie est donné [figure 1](#).

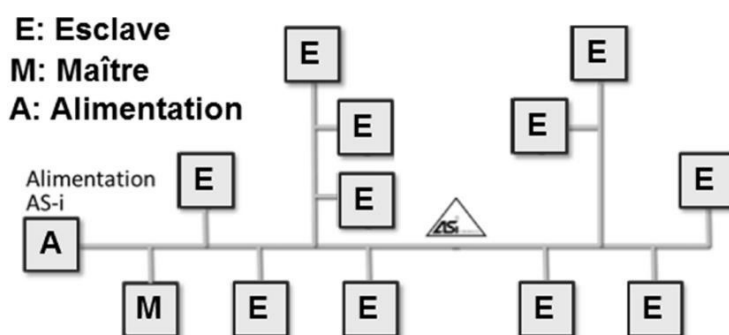


Figure 1 – Exemple de topologie du bus AS-i

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP1 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

# Partie A. Étude d'une maille du bus AS-i

L'objectif de cette partie est de vérifier le respect des critères d'un cahier des charges sur une maille AS-i.

Le cahier des charges est ainsi rédigé :

- la tension d'alimentation des esclaves répartis sur la maille doit rester au-dessus de 24 V ;
- le temps de propagation, noté  $t_p$ , entre le maître et l'esclave le plus éloigné doit être au moins 10 fois inférieur à la durée d'un bit, noté  $t_B$ .

La maille étudiée et ses caractéristiques sont données figure 2.

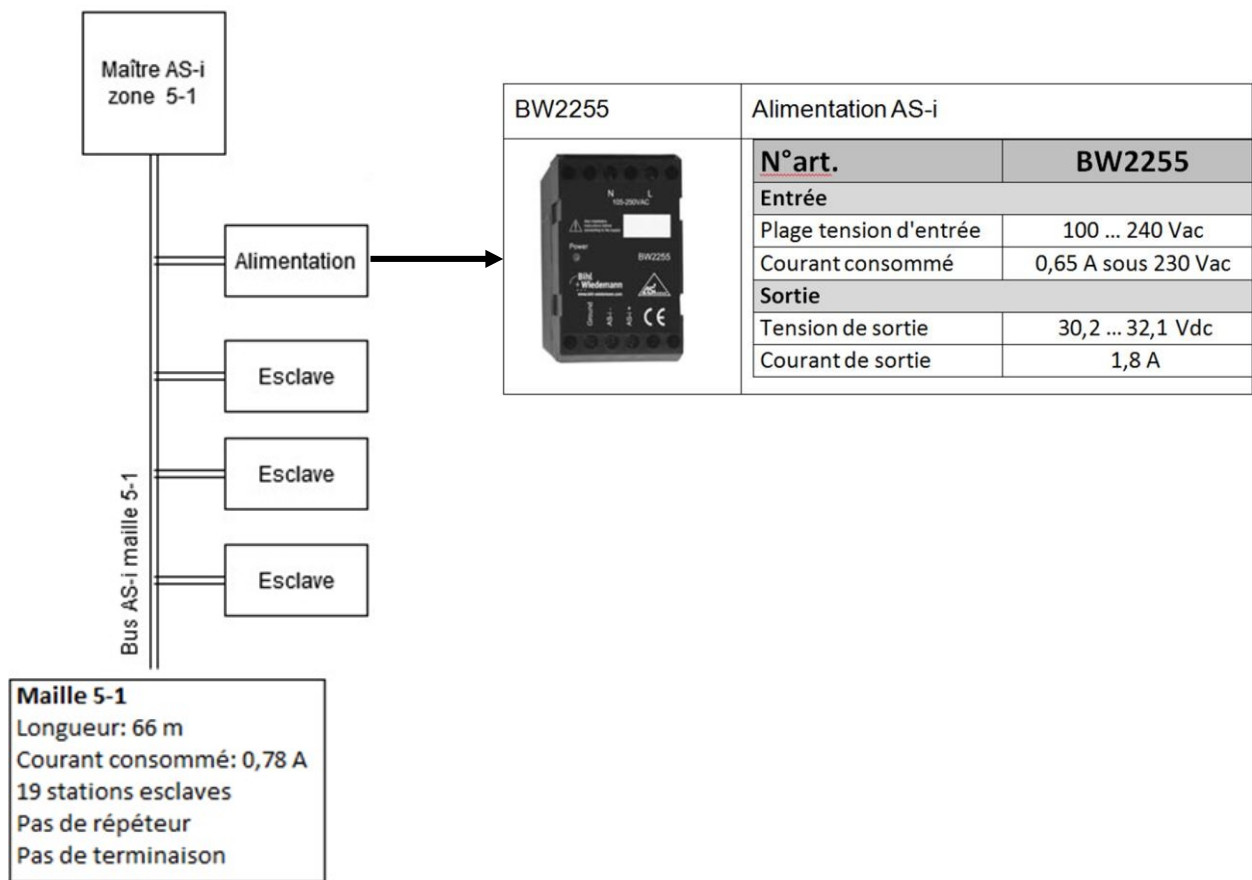


Figure 2 – Maille étudiée et ses caractéristiques

Un extrait de la documentation du câble de la maille est donné figure 3.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT 20°C

MAXIMUM CONDUCTOR RESISTANCE mohms/m	CAPACITANCE AT 167KHZ pF/m	INDUCTANCE AT 167KHZ nH/m	IMPEDANCE AT 167KHZ ohms
13.7	35 to 45	520 to 700	70 to 140

Figure 3 – Extrait de la documentation

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP2 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

**Q40.** Déterminer la valeur de la résistance maximale, notée  $R_{c\grave{a}ble}$ , du câble de la maille étudiée.

*Le courant consommé est le même sur toute la longueur du câble. Le maître et l'alimentation sont situés au même endroit sur le câble.*

**Q41.** Montrer que la chute de tension, notée  $\Delta U$ , entre l'alimentation et l'esclave le plus éloigné est égale à environ 0,7 V.

**Q42.** Calculer la tension aux bornes de l'esclave le plus éloigné de l'alimentation AS-i, notée  $U_{min}$ , dans le cas le plus défavorable.

*Un télégramme est composé de la requête du maître, du temps de « pause maître », de la réponse de l'esclave et du temps de « pause émission » (figure 4).*

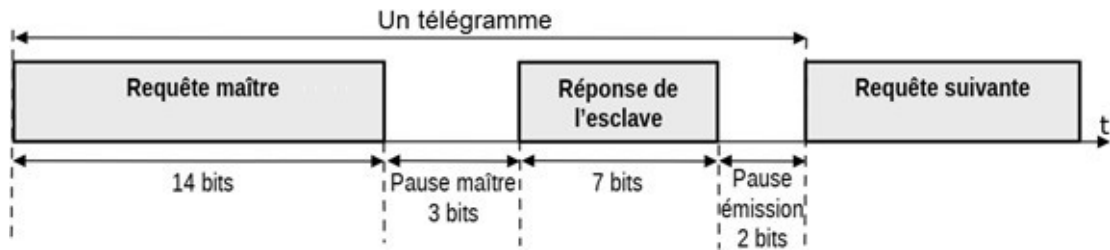


Figure 4 – Structure d'un télégramme

*Le câble AS-i permet la connexion d'un point de mesure en n'importe quel endroit de la ligne. L'oscillogramme figure 5 a été relevé en un point de la maille lors d'une communication entre le maître et l'esclave.*

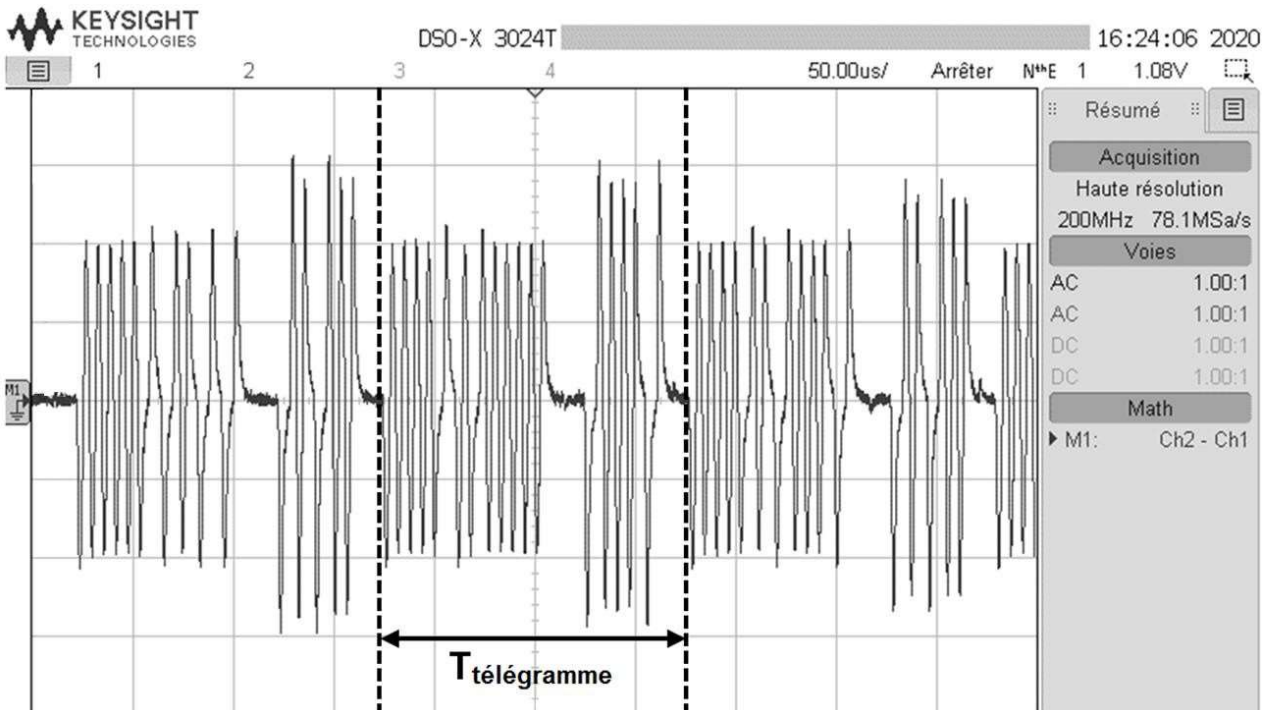


Figure 5 – Oscillogramme de communication entre un maître et un esclave

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP3 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

*Le maître et l'esclave génèrent des signaux de même amplitude.*

**Q43.** Indiquer, en justifiant votre réponse, si le point de mesure se situe plus proche du maître ou de l'esclave.

**Q44.** Déterminer la durée d'un bit, notée  $t_B$ .

**Q45.** En déduire le débit binaire, noté  $D$ .

*Le câble utilisé possède les caractéristiques suivantes :*

- *capacité linéique :  $c = 40 \text{ pF.m}^{-1}$*
- *inductance linéique :  $l = 600 \text{ nH.m}^{-1}$*

*La vitesse de propagation  $v$  d'un signal électrique dans un câble, exprimée en  $\text{m.s}^{-1}$ , est donnée par la relation :*

$$v = \frac{1}{\sqrt{l \cdot c}}$$

**Q46.** Calculer la vitesse de propagation  $v$  du signal dans le câble utilisé.

**Q47.** Déterminer la valeur du temps de propagation, noté  $t_p$ , du signal entre le maître et l'esclave le plus éloigné.

**Q48.** Vérifier que la longueur de la maille permet de répondre aux deux critères du cahier des charges donné en début de partie.

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP4 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

## Partie B. Transmission des signaux sur le bus AS-i

L'objectif de cette partie est d'étudier l'adaptation du signal informatif.

Le signal informatif doit présenter les trois caractéristiques suivantes :

- absence de composante continue ;
- densité spectrale de puissance la plus élevée possible à la fréquence d'horloge  $f_H$  de valeur 167 kHz ;
- occupation spectrale minimale.

Les densités spectrales de puissance normalisées (DSP) pour différents codes sont représentées figure 6.

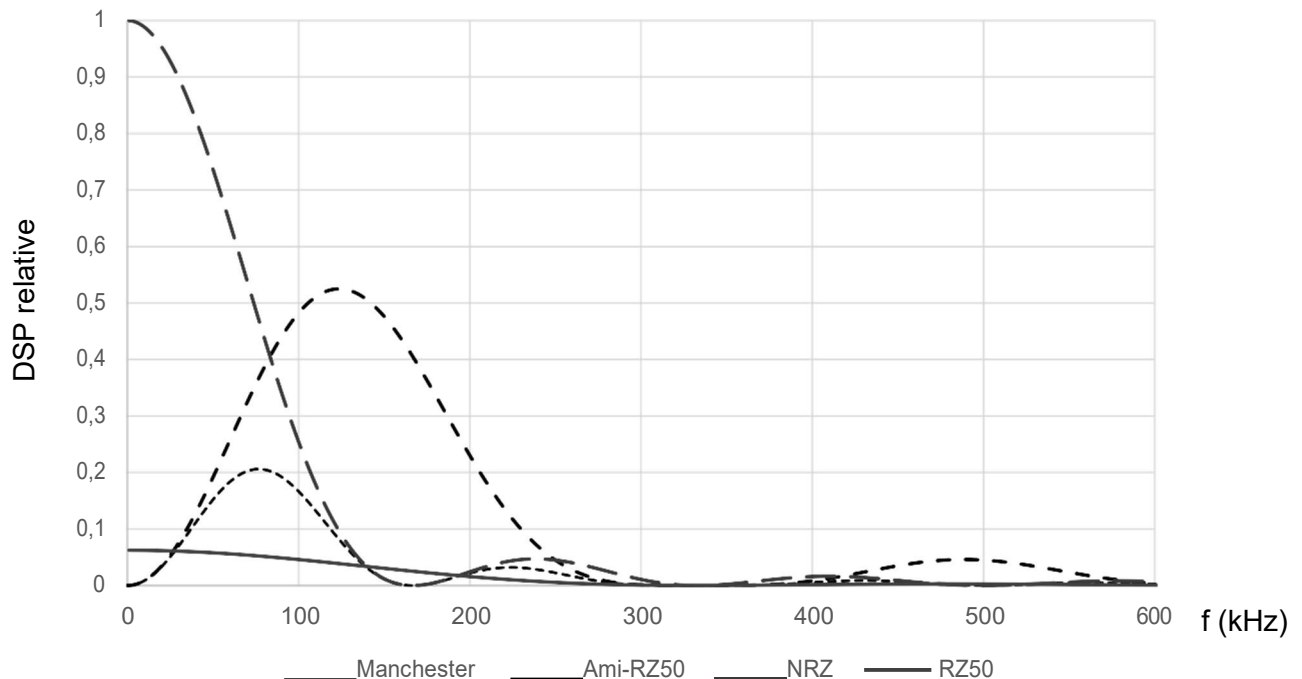


Figure 6 – Densités spectrales de puissance normalisées

- Q49.** Compléter le tableau du document réponses **DR-SP1** en indiquant les valeurs de la DSP relative des différents codages lorsque  $f$  vaut 0 Hz et  $f_H$ .
- Q50.** Préciser les deux caractéristiques permettant de justifier le choix d'un codage Manchester pour le signal informatif utilisé par le bus AS-i.
- Q51.** Citer un inconvénient du codage Manchester par rapport aux autres codages présentés figure 6.

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP5 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

Les standards de communication en bande de base utilisent généralement des signaux carrés. Le protocole AS-i impose au signal binaire une mise en forme spécifique AS-i représentée figure 7.

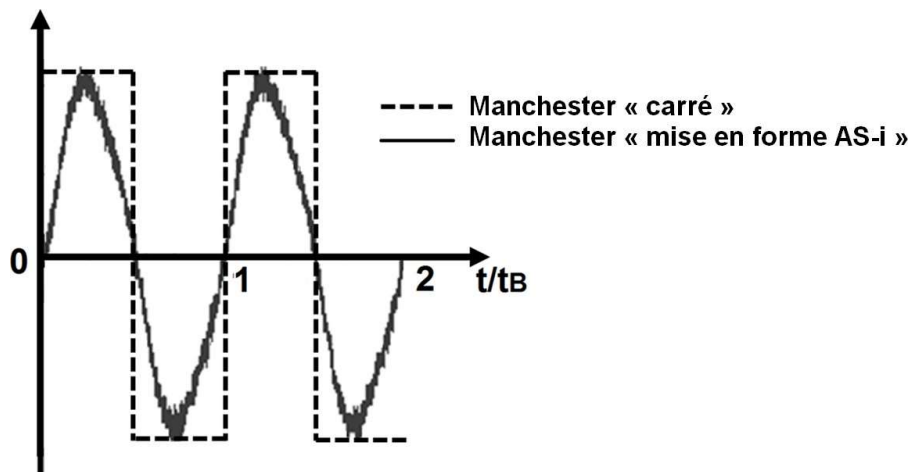


Figure 7 – Mise en forme spécifique AS-i

**Q52.** Justifier cette mise en forme AS-i en indiquant laquelle des trois caractéristiques du signal informatif est améliorée.

Le schéma fonctionnel de l'esclave est représenté figure 8.

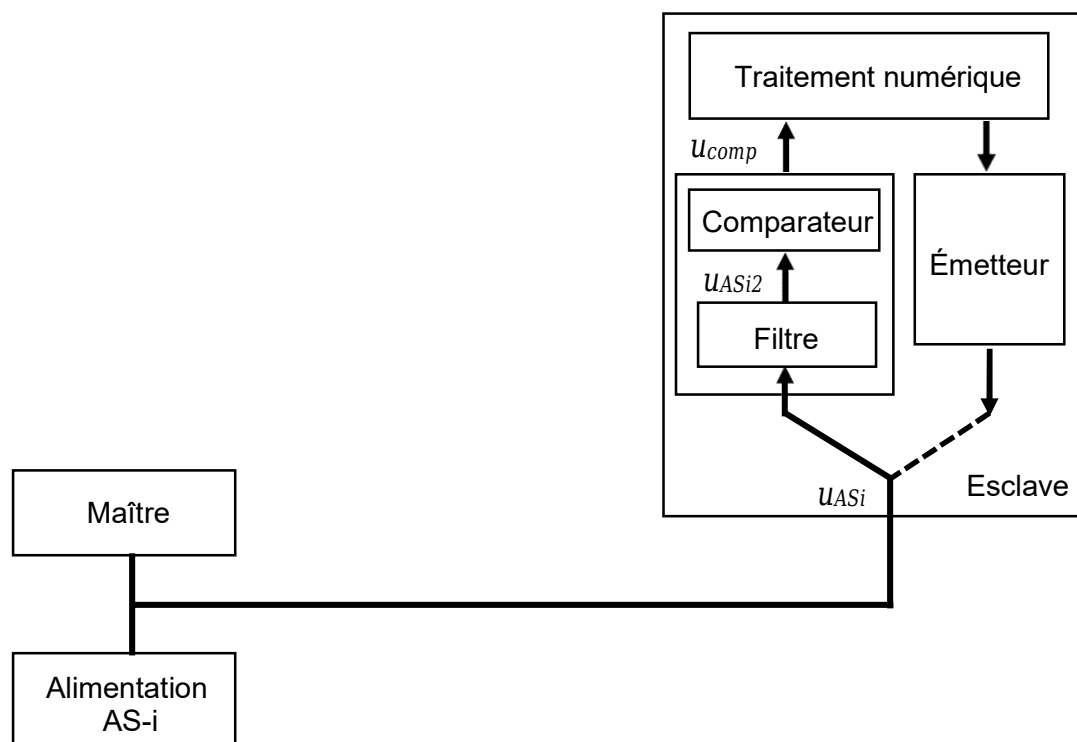


Figure 8 – Schéma fonctionnel de l'esclave

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP6 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

Le signal  $u_{ASi}$  reçu n'est pas directement exploitable par le système de traitement numérique. L'ensemble « filtre + comparateur » permet de mettre en forme le signal afin de le rendre exploitable par le système de traitement numérique.

Le filtre est chargé d'éliminer la tension continue du signal  $u_{ASi}$ .

**Q53.** Donner le type de filtre utilisé en justifiant votre réponse.

Le comparateur du schéma fonctionnel représenté figure 8 est un comparateur à seuil adaptatif de tension d'entrée notée  $u_{ASi2}$ .

L'amplitude de la première impulsion négative reçue est mémorisée et le seuil de détection, noté  $V_{REF}$ , est fixé à 50 % de cette valeur (mesurée sur le même signal  $u_{ASi2}$  à la date  $t_1$ ).

**Q54.** Représenter sur le premier chronogramme du document réponses **DR-SP1** le seuil de détection  $V_{REF}$ .

Le comparateur fournit une tension  $u_{comp}$  telle que :

- si  $u_{ASi2} > V_{REF}$  alors  $u_{comp} = +V$  ;
- si  $u_{ASi2} < V_{REF}$  alors  $u_{comp} = -V$ .

**Q55.** Tracer le signal  $u_{comp}$  sur le deuxième chronogramme du document réponses **DR-SP1**.

**Q56.** Expliquer en quoi l'ajout d'un comparateur peut faciliter un traitement numérique ultérieur.

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP7 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

# Partie C. Visualisation des signaux du bus AS-i

L'objectif de cette partie est de valider la structure matérielle du bus AS-i.

Le bus AS-i permet une communication numérique sur une ligne bifilaire, en mode différentiel, sur une grande variété de types de câbles (figure 9).

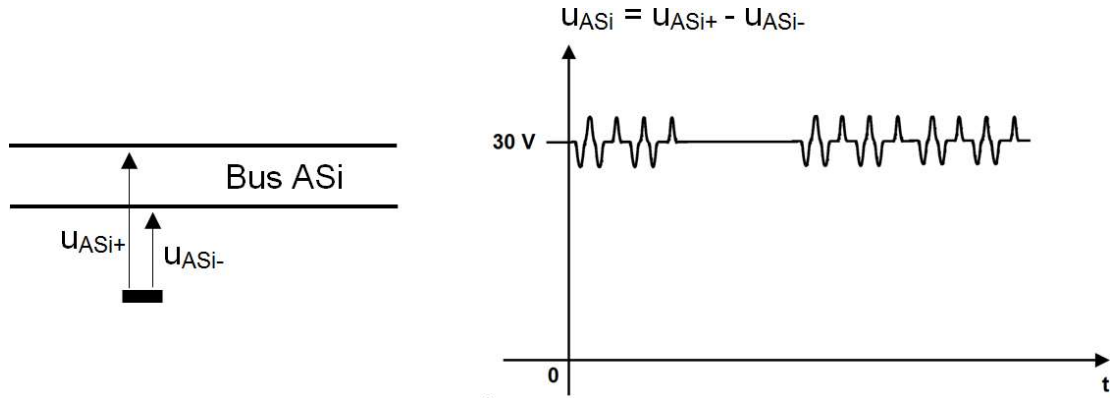


Figure 9 – Bus AS-i sur une ligne bifilaire

Le circuit permettant de visualiser le signal informatif est donné figure 10.

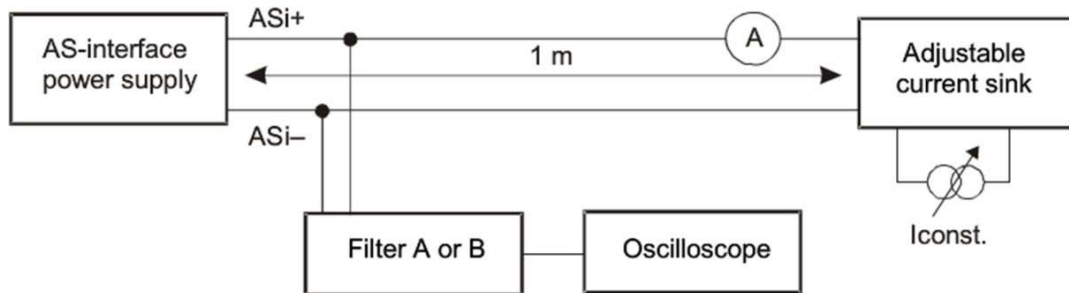


Figure 10 – Circuit de visualisation du signal informatif

La courbe de gain en fonction de la fréquence du filtre A est donnée document réponses DR-SP2.

Q57. Indiquer sur le document réponses DR-SP2 :

- le type de filtre ;
- la fréquence de coupure basse  $f_{CB}$  à -3 dB ;
- la fréquence de coupure haute  $f_{CH}$  à -3 dB ;
- le gain maximum  $G_{max}$ .

La Densité Spectrale de Puissance du signal  $u_{ASi}$  peut s'étendre jusqu'à une fréquence de 1 MHz en fonction du choix du débit.

Q58. En déduire l'intérêt de ce filtre en basses fréquences, dans la bande passante puis en hautes fréquences.

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP8 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	



Les oscillogrammes des signaux sur la ligne AS-i sont représentés sur la figure 11.

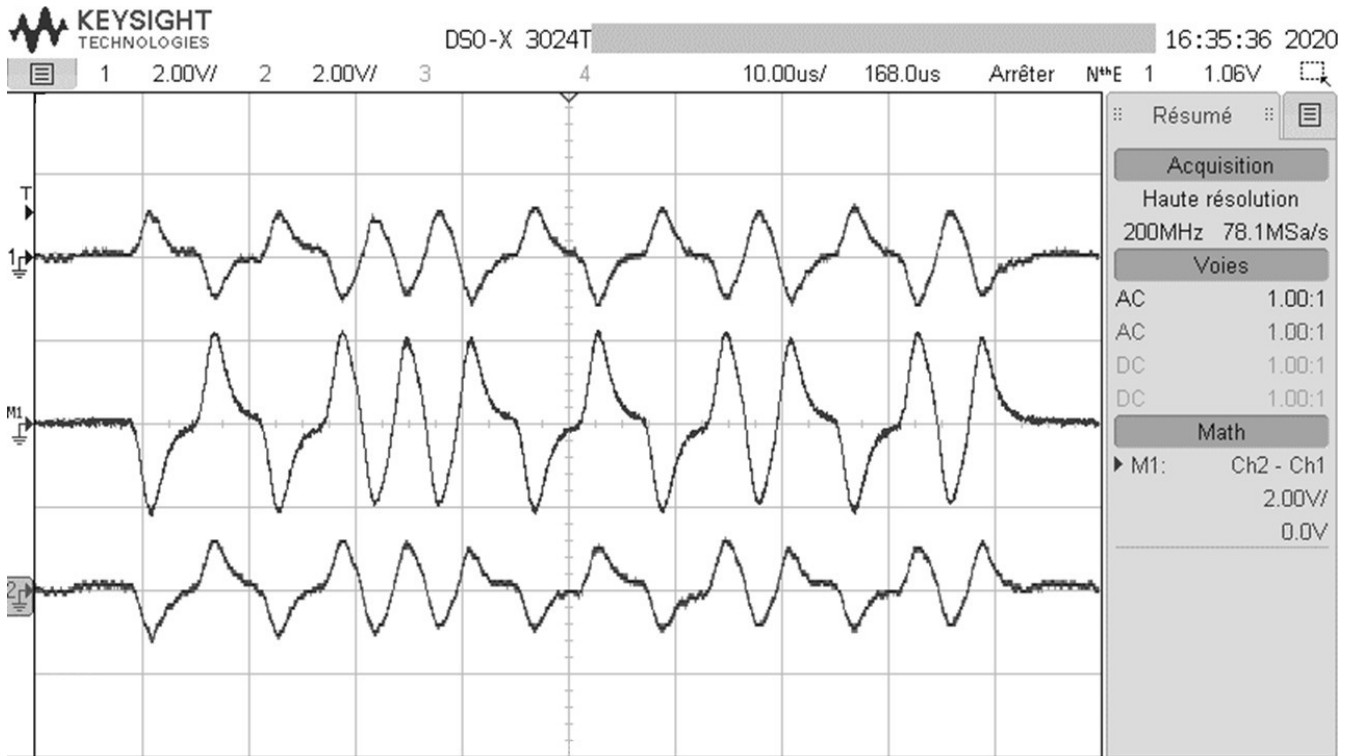


Figure 11 – Oscillogrammes des signaux sur la ligne AS-i

**Q59.** Indiquer sur le document réponses **DR-SP2** à quel signal,  $u_{ASi+}$ ,  $u_{ASi-}$  ou  $u_{ASi}$ , correspond chaque trace.

*Le branchement de la masse est supposé déjà réalisé sur une partie à la terre de l'installation.*

**Q60.** Compléter le schéma de branchement correspondant au relevé de ces oscillogrammes sur le document réponses **DR-SP2**.

*Une perturbation extérieure, notée  $b(t)$ , peut venir s'ajouter sur les signaux  $u_{ASi+}$  et  $u_{ASi-}$ , les signaux bruités peuvent s'écrire :*

$$u_{ASi+\text{bruité}} = u_{ASi+} + b(t)$$

$$u_{ASi-\text{bruité}} = u_{ASi-} + b(t)$$

**Q61.** Déterminer l'expression de  $u_{ASi}$  en présence de cette perturbation extérieure.

**Q62.** En déduire l'intérêt d'utiliser une ligne bifilaire en mode différentiel.

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP9 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP10 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

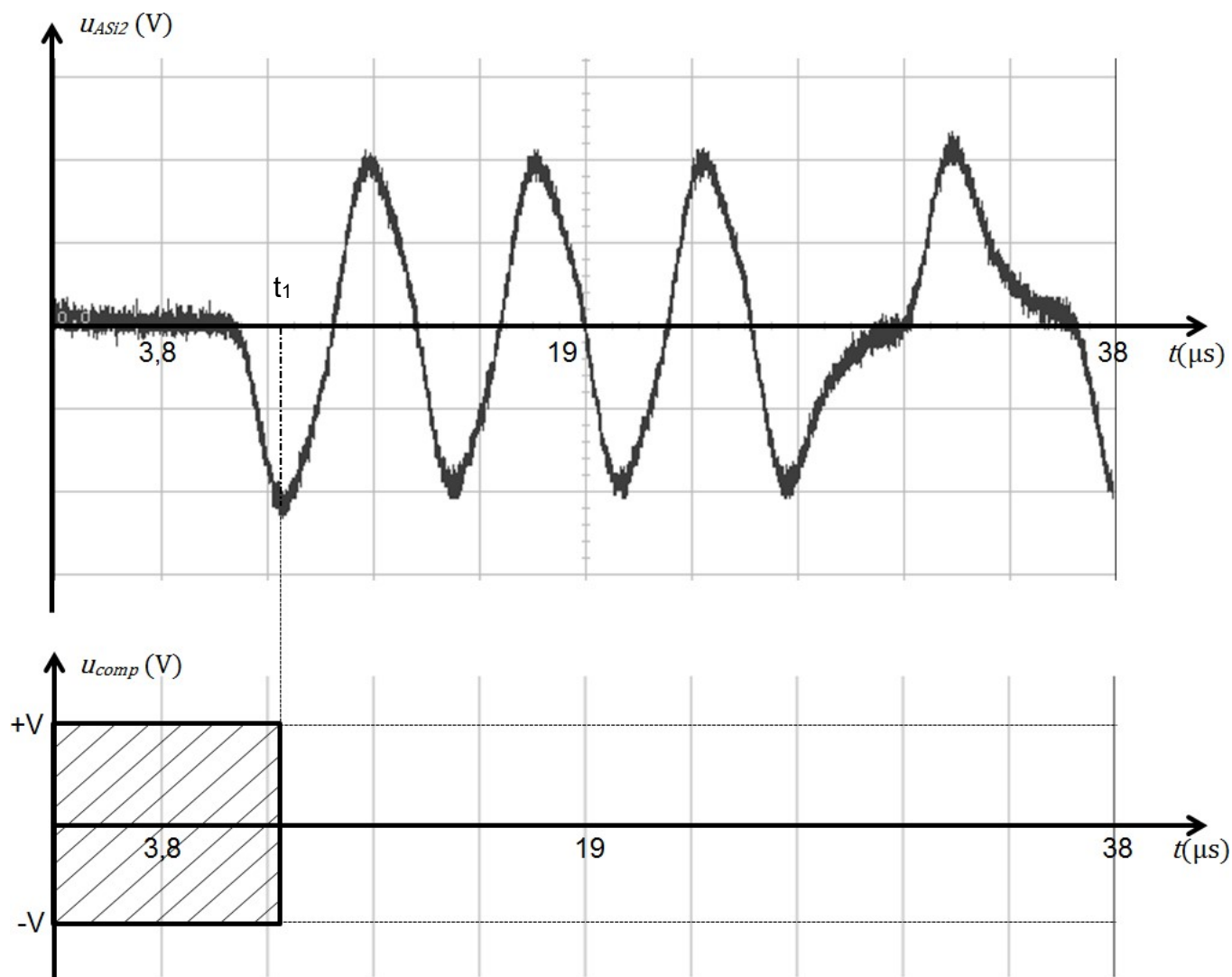
# DOCUMENTS RÉPONSES - Sciences Physiques

## À RENDRE AVEC LA COPIE

### Réponse à la question Q49

Fréquence	Manchester	AMI-RZ50	NRZ	RZ50
0 Hz				
$f_H$				

### Réponses aux questions Q54 et Q55



SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP11 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

Modèle CCYC : ©DNE

**NOM DE FAMILLE** (naissance) :

(en majuscules)


**PRENOM** :

(en majuscules)

**N° candidat** :  **N° d'inscription** :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

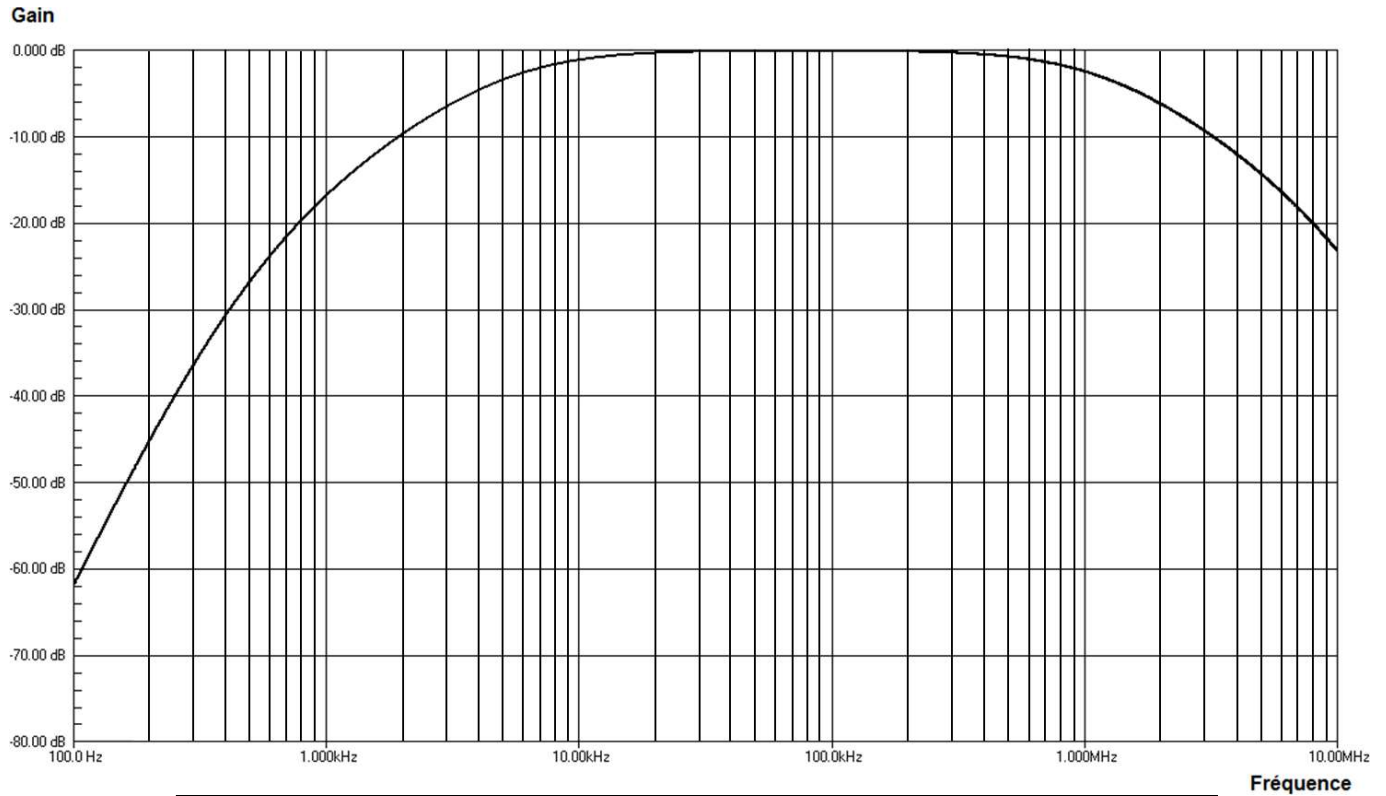
**Né(e) le** :  /  /



1.2

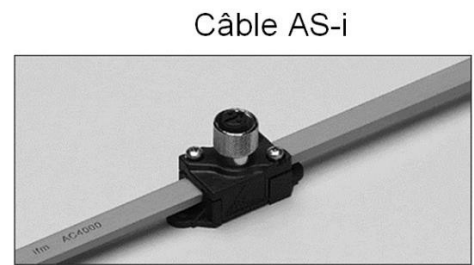
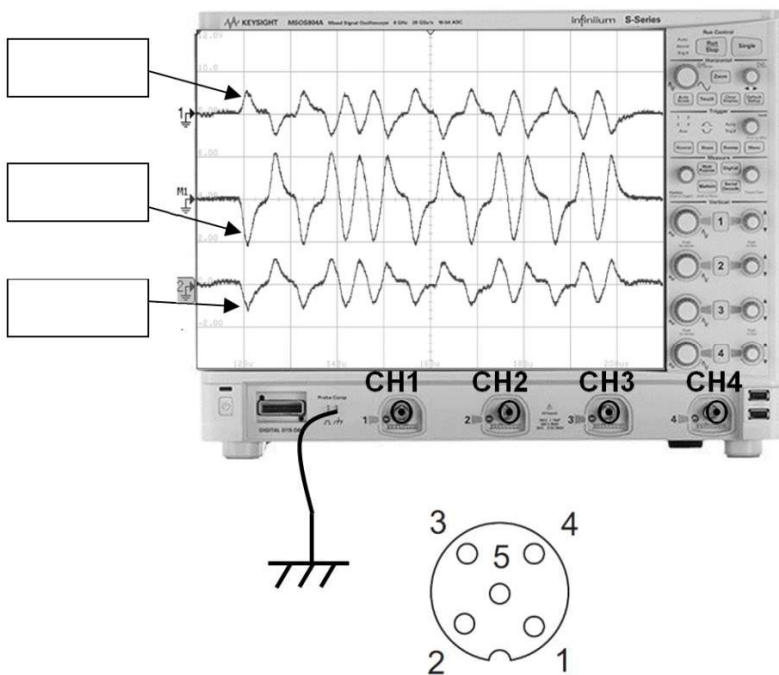
SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP12 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

**Réponse à la question Q57**



Type de filtre	
Fréquence de coupure basse $f_{CB}$ à -3 dB	
Fréquence de coupure haute $f_{CH}$ à -3 dB	
Gain maximum $G_{max}$	

**Réponses aux questions Q59 et Q60**



connecteur M12 (5 broches)

- 1 AS-i +
- 2 Aux - auxiliary power
- 3 AS-i -
- 4 Aux - auxiliary power
- 5 NC

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP13 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	

SESSION 2023	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page S-SP14 sur 14
23NC-SN4SNEC1	Sciences Physiques - Sujet	