

# CORRECTION DU SUJET

## Option B Électronique et Communications

Partie 1 Domaine Professionnel

### Partie A. Etude de la chaine de production et de stockage de l'énergie

- Q1.** Une zone peu ou pas exposée au soleil (ombre, voile repliée, etc.) aura peu d'impact sur la production d'énergie globale car d'autres zones peuvent être très bien exposées.
- Q2.** Les modules OPV sont assemblés en série. Cela permet d'augmenter la tension et de diminuer l'intensité du courant, donc de diminuer la section des conducteurs ainsi que leur rigidité. Ce qui est recherché sur une voile solaire, par exemple.
- Q3.** Les dimensions d'un module OPV est de 50 cm x 50 cm, soit une surface de  $0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ m}^2$ . La puissance  $P_{\text{max}}$  fournie est donc de  $150 \times 0,25 = 37,5 \text{ W}$ . Un assemblage de 3 modules produit donc une puissance  $P_{\text{max}} = 37,5 \times 3 = 112,5 \text{ W}$ .
- Q4.** Les tensions des modules s'additionnent.  $V_{\text{oc}} = 3 \times 24 = 72 \text{ V}$ .
- Q5.** La tension  $V_{\text{oc}}$  de 72V est admissible par le régulateur MPPT car, d'après les spécifications techniques, la tension PV maximale de circuit ouvert est de 75V.
- Q6.** La puissance  $P_{\text{max}}$  est admissible par le régulateur MPPT car, d'après les spécifications techniques, la puissance PV nominale (avec une batterie de +12 V) est de 145 W. La puissance d'entrée ne sera pas limitée.
- Q7.** Le choix du régulateur BlueSolar 75|10 est judicieux car les grandeurs électriques précédentes sont admissibles et, de plus, il est le moins coûteux de la gamme.
- Q8.** La capacité nominale de la batterie est de 220 A·h. L'intensité du courant électrique consommé de nuit par le voilier étant de 10 A, l'autonomie sera en théorie égale à  $220 / 10 = 22\text{h}$ , garantissant un bon fonctionnement durant toute une nuit.

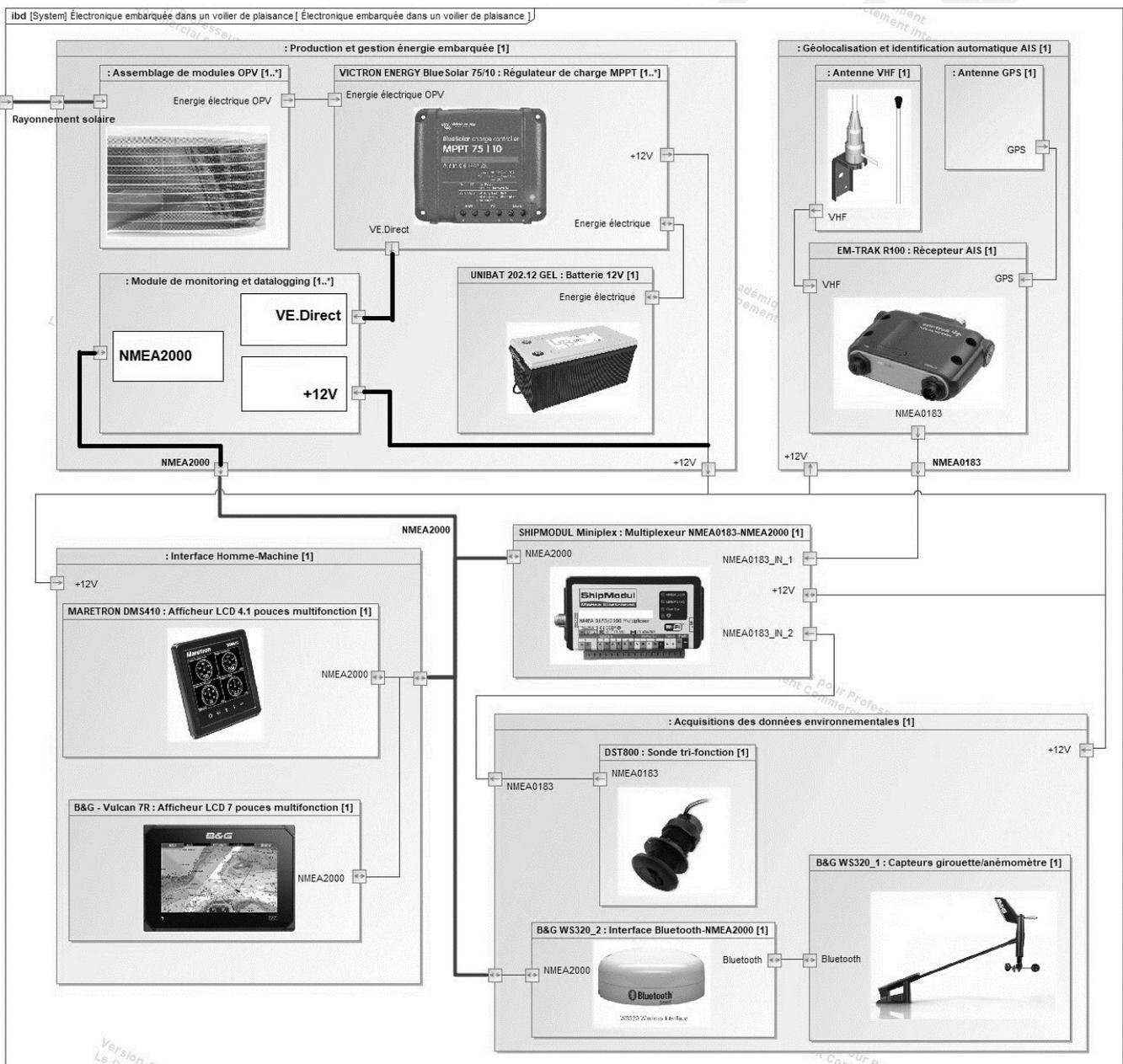
SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro1 sur 8
24SN4SNEC1	Domaine professionnel – Éléments de correction	

Q9.

	Mesure réalisable par le module DCM100 ?	Plage de mesure
Tension générée par l'assemblage OPV	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non	/
Courant généré par l'assemblage OPV	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non	/
Tension de la batterie	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	0 à 50 V
Intensité du courant de la batterie	<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	0 à 200 A

## Partie B. Évolution du module de monitoring

Q10.



SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro2 sur 8
24SN4SNEC1	Domaine professionnel – Éléments de correction	

**Q11.** Sur le relevé de monitoring, le label PID indique la valeur 0xA04C, ce qui d'après le protocole VE.Direct correspond bien à un régulateur Blue Solar MPPT 75|10.

**Q12. et Q15.**

Paramètre électrique mesuré	Label dans le monitoring VE.Direct	Valeur mesurée
Tension panneau solaire (mV)	VPV	31200
Puissance fournie par l'assemblage de modules OPV (W)	PPV	109
Tension batterie (mV)	V	13310
Courant batterie (mA)	I	5240
Courant fourni en sortie du régulateur MPPT (mA)	IL	2800

**Q14.** D'après le protocole VE.Direct, les blocs de données sont émis avec une périodicité d'une seconde.

**Q15.** D'après le relevé de monitoring, chaque bloc de données est constitué de 89 octets.

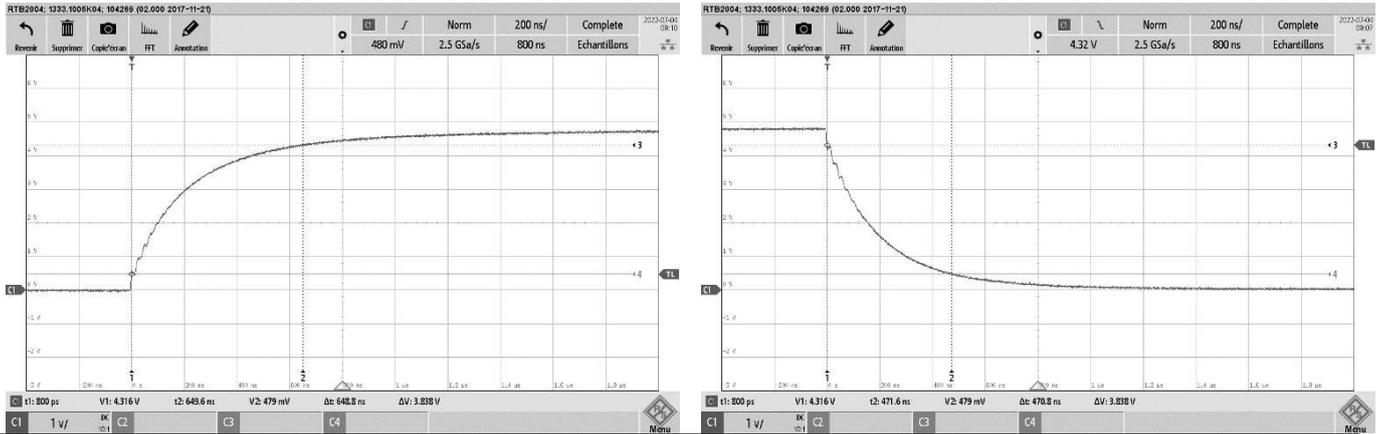
**Q16.** D'après le diagramme d'exigences, la durée minimale d'enregistrement des données est de 2 mois.

**Q17.** 89 octets/seconde,  $89 \times 3600 \times 24 = 7689600$  octets/jour,  $7689600 \times 62 = 476\,755\,200$  octets, soit 477 Mo (cas le plus défavorable, 2 mois de 31 jours qui se suivent).

**Q18.** D'après la documentation constructeur, le circuit 6N137A assure une isolation galvanique de type optique.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro3 sur 8
24SN4SNEC1	Domaine professionnel – Éléments de correction	

**Q19.**



Temps de montée $t_r$ (ns)	648,8	Temps de descente $t_f$ (ns)	470,8
-------------------------------	-------	---------------------------------	-------

**Q20.** D'après le protocole VE.Direct, le débit de communication est de 19200 bits/s. La durée d'un bit est donc :  $T_{BIT} = 1 / 19200 = 52,06\mu s$ .

**Q21.**  $52,06 \cdot 10^{-6} \times 5 / 100 = 2,6\mu s$ . Les temps de montée et de descente du signal VE.Direct sont nettement inférieurs, l'exigence est donc respectée.

**Q22.** La documentation technique du circuit 6N137A donne les valeurs suivantes :  $t_r = 27ns$  et  $t_f = 10ns$ . Ces valeurs sont très inférieures aux temps de montée et de descente du signal VE.Direct, l'exigence est respectée.

**Q23.** L'entrée ENABLE du circuit est forcée à l'état haut.

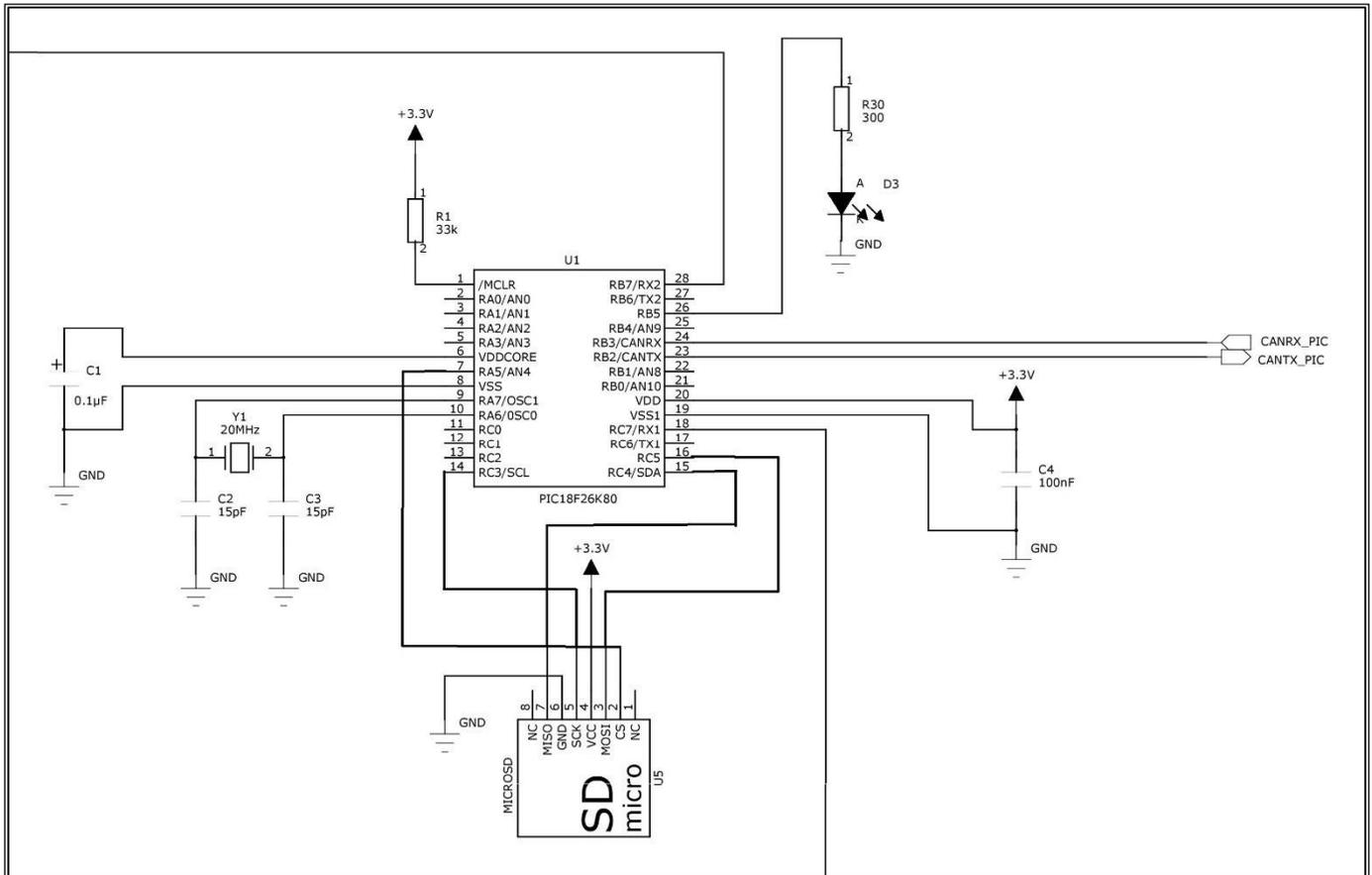
Niveau logique du signal VE.Direct	État de la LED (ON/OFF)	Niveau logique du signal de sortie $V_o$ du circuit 6N137A
Niveau logique haut '1'	ON	Niveau logique bas '0'
Niveau logique bas '0'	OFF	Niveau logique haut '1'

**Q24.** Les niveaux logiques du signal VE.Direct étant inversés en sortie du circuit 6N137A, il est nécessaire d'utiliser un circuit logique inverseur pour retrouver la bonne allure de signal en entrée du PIC18F26K80. C'est la fonction assurée par le circuit MC74HC1G04.

**Q25.** Cette liaison est dite synchrone car un signal d'horloge - généré par le maître - cadence l'envoi des bits sur les signaux de données MOSI et MISO.

**Q26.** La structure matérielle intégrée au PIC assurant la liaison S.P.I. se nomme MSSP : « *Master Synchronous Serial Port* ».

**Q27.**



**Q28.** Le circuit intégré assurant le rôle de driver CAN est le circuit MCP2551 (U4).

**Q29.** Le réseau NMEA 2000 repose sur la norme CAN 2.0B (étendu), l'identifiant est donc codé sur 29 bits. L'utilisation d'un entier non signé sur 32 bits est donc nécessaire.

**Q30.** Si l'envoi des données sur le réseau NMEA 2000 s'est bien déroulée, la fonction `NMEA2000_write()` retourne la valeur `true`.

## Partie C. Acquisition des données environnementales

**Q31.** La sonde tri-fonction mesure aussi la température de l'eau et la vitesse de déplacement du voilier.

**Q32.** La mesure se fait à l'aide de transducteurs à ultrason.

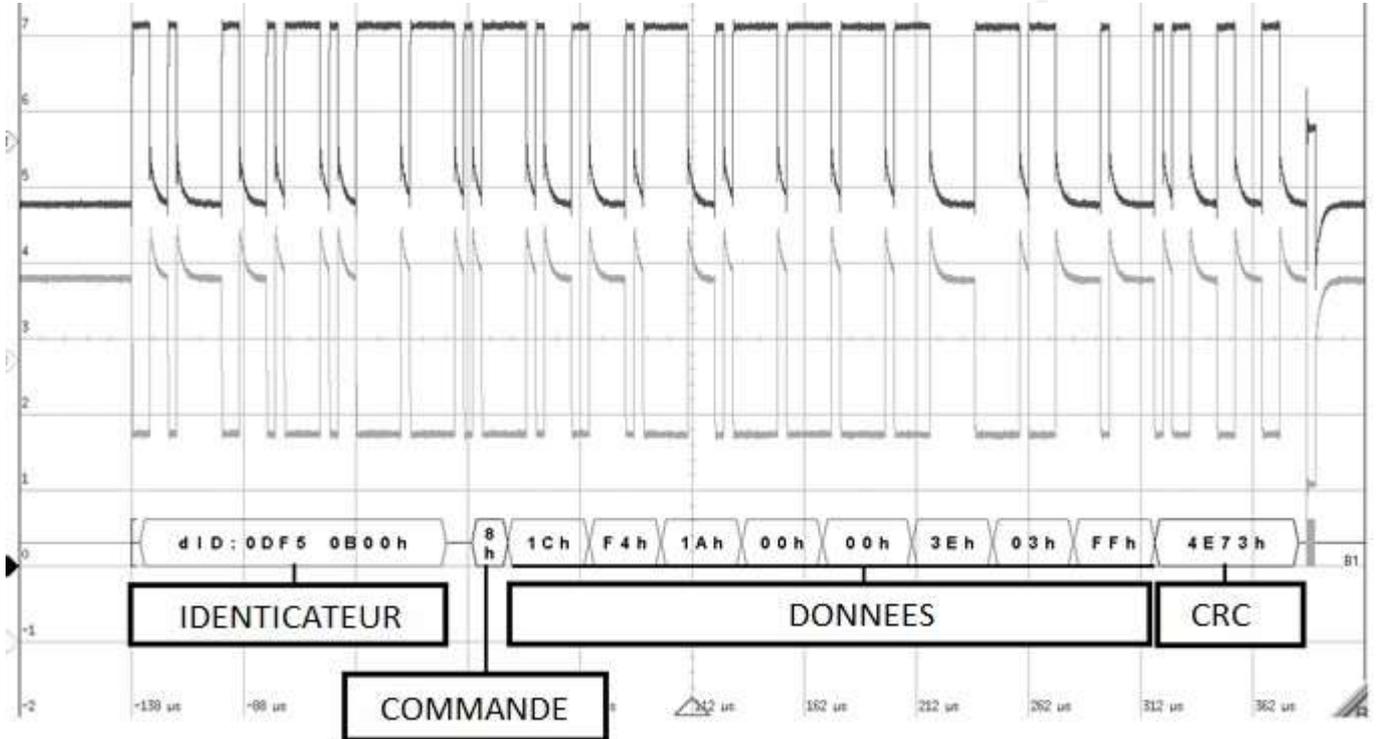
**Q33.** La version NMEA 0183 de la sonde propose une plage de mesure de profondeur d'eau de 0,5 m à 70 m.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro5 sur 8
24SN4SNEC1	Domaine professionnel – Éléments de correction	

Q34. \$SDDBT, 226.4, f, 69.0, M, 37.7, F\*08<CR><LF>

Q35. Comme l'indique le diagramme de blocs internes, l'afficheur B&G Vulcan 7R reçoit les informations à afficher par l'intermédiaire du flux NMEA 2000. Or, la sonde envoie ses données via le protocole NMEA 0183. Une conversion des données NMEA 0183 vers NMEA 2000 est donc nécessaire, ce qu'assure le matériel SHIPMODUL Miniplex-3.

Q36.



Q37. Le CRC permet de détecter des erreurs de transmission.

Q38.

Identificateur du message NMEA 2000																													
Valeur du bit	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
		0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
														PGN															
Valeur														128267															

Q39. Le PGN 128267 correspond à « Water Depth » et comporte bien l'information de profondeur d'eau.

**Q40.** La valeur hexadécimale de la profondeur est 0x00001AF4, soit 6900.

**Q41.** La résolution de la valeur envoyée dans le message étant de 0,01 m, la profondeur d'eau est donc de  $6900 \times 0,01 = 69$  m.

CORRIGÉE

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro7 sur 8
24SN4SNEC1	Domaine professionnel – Éléments de correction	

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro8 sur 8
24SN4SNEC1	Domaine professionnel – Éléments de correction	

Sciences Physiques  
Correction et barème sur 40 points

Corrigé

Partie A

Alimentation d'une batterie par la voile solaire

Q42.	DR-SP1	
Q43.	$U_M - U_{AK} - U_{Bat} = 0$ (Loi des mailles). Donc $U_{Md} = U_{AK} + U_{Bat} = 13$ V.	
Q44.	Pour $U_{Md} = 13$ V, on lit : $I_{Md} = 0,125 \approx 0,13$ A et aussi $P_{Md} \approx 1,6$ W. Construction sur DR-SP1	
Q45.	$P_{Md} = U_{Md} \cdot I_{Md}$ $P_{Md} = 13 \cdot 0,125 = 1,625$ W proche de 1,6 W	
Q46.	DR-SP1	
Q47.	$\eta = (5,25 - 1,6) / 5,25 = 70$ % > 60% validé	
Q48.	Proposition C car le courant de court-circuit est 4 fois plus élevé que pour un module seul	
Q49.	Répond au cahier des charges $P > 20$ W	

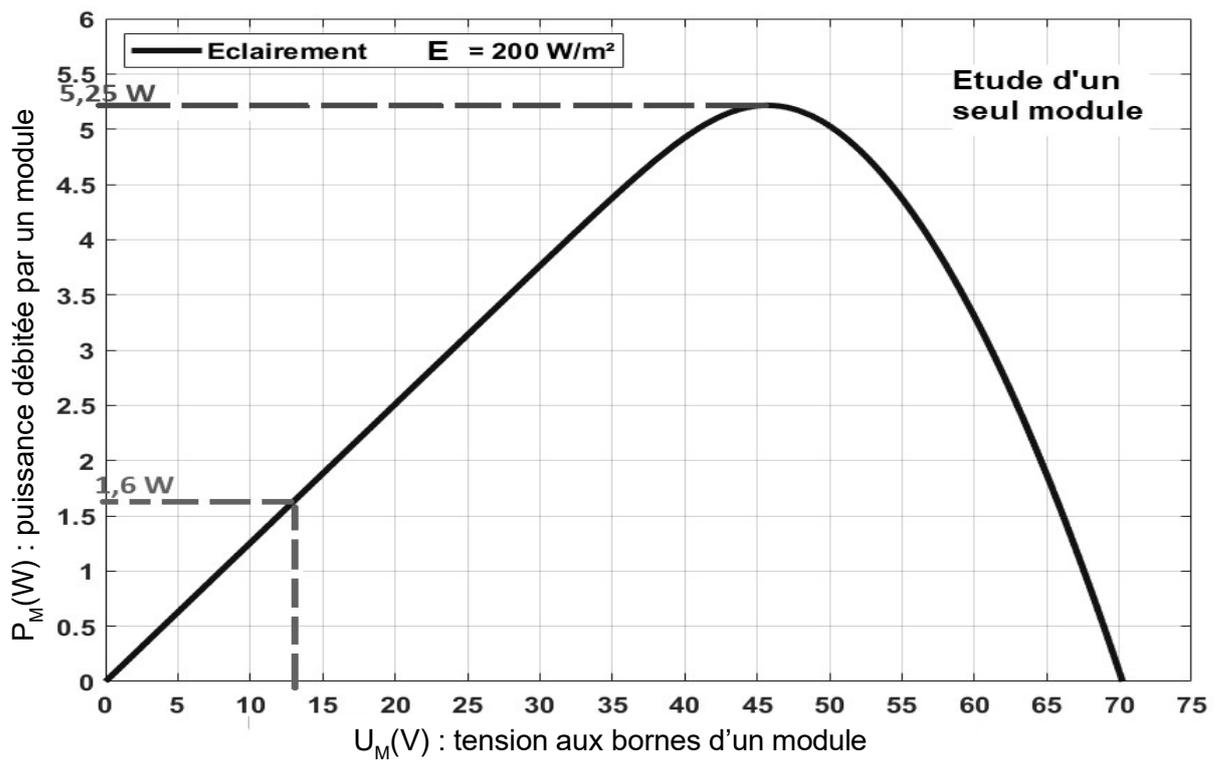
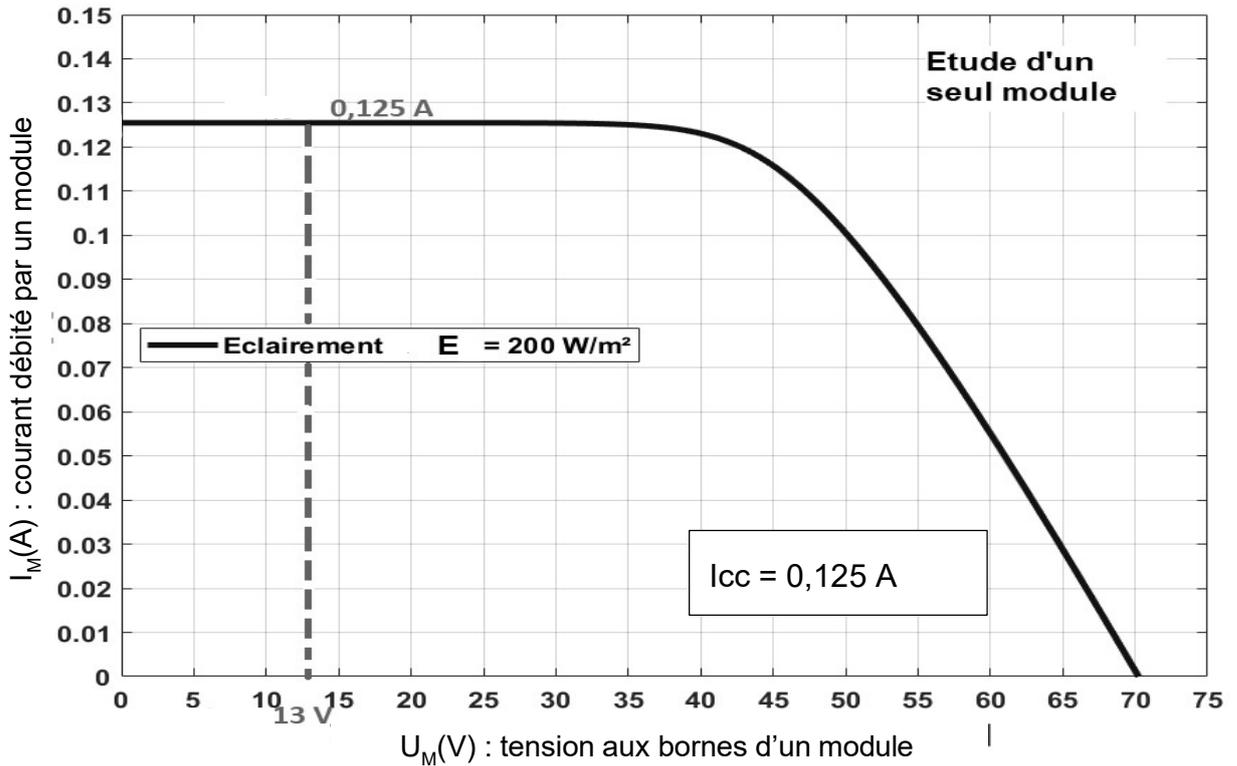
Partie B	Portée de la transmission d'un signal AIS	
Q50.	$P_{edBm} = 10\log(P_e/0,001) = 10\log(2000) = 33 \text{ dBm}$ Compléter sur DR-SP2	
Q51.	à $f = 160 \text{ MHz}$ , $20 \text{ dB}$ -----> $100 \text{ m}$ $A_{c\grave{a}ble}$ -----> $18 \text{ m}$ Donc $A_{c\grave{a}ble} = 18 \cdot 20 / 100 = 3,6 \text{ dB}$ Compléter sur DR-SP2	
Q52.	$P.I.R.E. = P_{dBm} - A_{c\grave{a}ble} + G_{antenne} = 33 - 3,6 - 3 = 32,4 \text{ dBm}$	
Q53.	Sensibilité $S = -107 \text{ dBm}$ et avec une marge de $15 \text{ dB}$ : Donc $P_{rdBmmin} = S + 15 - G_{recep} + A_{c\grave{a}ble}$ $P_{rdBm} = -107 + 15 - 3 + 3,6 = -91,4 \text{ dBm}$ Compléter sur DR-SP2	
Q54.	$A_{propa} = PIRE - P_{rdBm}$ Donc $A_{propamax} = 32,4 + 91,4 = 123,8 \text{ dB}$	
Q55.	$d_0 = 11,3 \text{ km} < 15 \text{ km}$ donc insuffisante.	
Q56.	$A_{propa} = 127,8 \text{ dB}$ $d_1 = 14 \text{ km}$	
Q57.	$d_2 = 15,5 \text{ km}$	
Q58.	La solution qui permet de respecter le cahier des charges est de mettre l'antenne à une altitude de $18 \text{ m}$ (cas 2)	

Partie C	Signal radio VHF transportant le signal AIS	
----------	---------------------------------------------	--

Q59.	Voir DR-SP3	
Q60.	Voir DR-SP3 La bonne représentation est la a) car la période (et donc la fréquence) varie sans discontinuité de phase.	
Q61.	$\mu = (F_1 - F_0)/D$ $\mu = (162,0274 \cdot 10^6 - 162,0226 \cdot 10^6)/9600$ $\mu = 0,50$ (indice de modulation MSK )	
Q62.	$Y_n$ ne dépend pas de $Y_{n-1}$ ou $Y_{n-2}$ ou $Y_{n-3}, \dots$ . Donc le filtre n'est pas récursif	
Q63.	Un filtre numérique non-récursif est forcément stable.	
Q64.	Compléter. DR-SP4 $Y_0 = 0.00158 X_0$ et $Y_1 = 0.0046 X_0$	
Q65.	Filtre passe-bas car il transmet les B.F et il atténue les H.F.	
Q66.	à $G_{max} - 3$ dB, on lit $x_c = 0,05$ . Donc $f_c = x_c \cdot F_e = 0,05 \cdot 8 \cdot 9600 = 3840 \text{ Hz} = 3,84 \text{ kHz}$ Et donc BP= 3,84kHz Construction sur DR-SP5	
Q67.	$BP \cdot T_B = 3840/9600 = 0,40$	
Q68.	DR-SP5	
Q69.	$B_e < 25 \text{ kHz}$ et $BP \cdot T_B = 0.4$ à l'émission Donc les 2 points du cahier des charges sont respectés	

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro3 sur 8
24SN4SNEC1	Domaine professionnel – Éléments de correction	

Document réponse (Q42 Q44 et Q46)



SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro4 sur 8
24SN4SNEC1	Domaine professionnel – Éléments de correction	

**Document réponse (Q50 à Q53) :**

*BILAN DE LIAISON*

Niveau de puissance émise :  $P_{edBm} = 33 \text{ dBm}$



Atténuation due au câble :  $A_{c\grave{a}ble} = 3,6 \text{ dB}$



Gain de l'antenne d'émission :  $G_{emet} = 3 \text{ dBi}$



Puissance isotrope rayonnée équivalente :  
 $PIRE = 32,4 \text{ dBm}$

Atténuation  $A_{propa}$  due à la propagation



Niveau de puissance reçue  $P_{rdBm}$  :  
 $P_{rdBmmin} = -91,4 \text{ dBm}$

Gain de l'antenne de réception :  $G_{recep} = 3 \text{ dBi}$



Atténuation due au câble :  $A_{c\grave{a}ble} = 3,6 \text{ dB}$

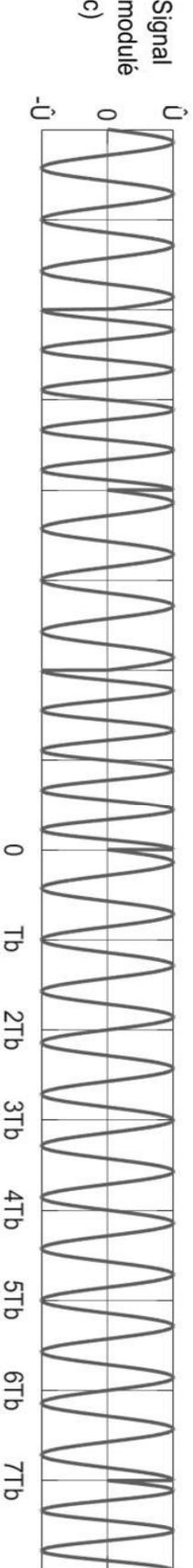
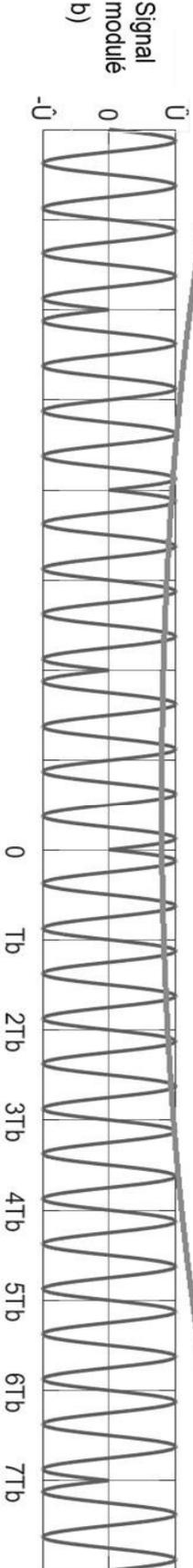
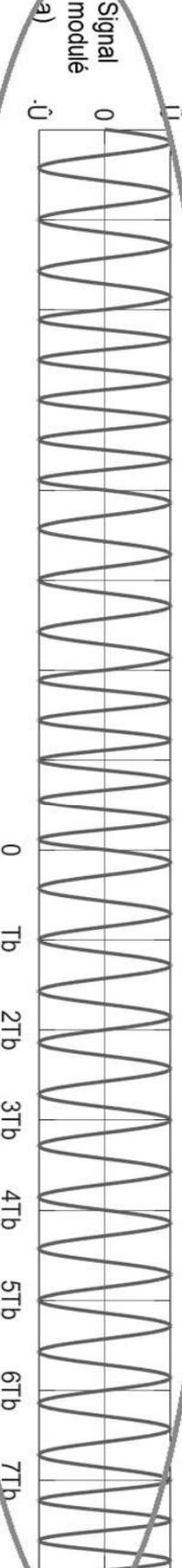
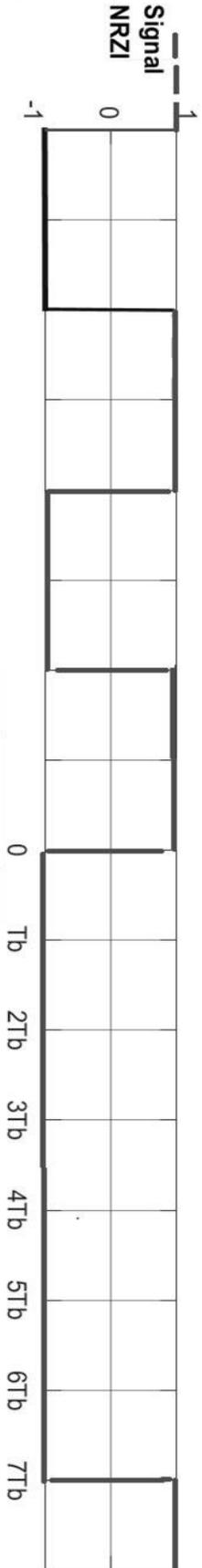
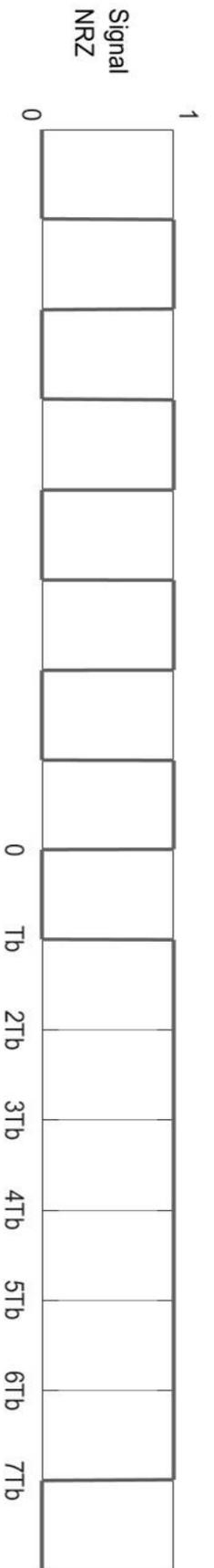


Sensibilité du récepteur radio + marge de 15 dB

$S + 15 = -92 \text{ dBm}$

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro5 sur 8
24SN4SNEC1	Domaine professionnel – Éléments de correction	

Document réponse (Q59 et Q60) :



Les périodes des signaux modulés ne sont pas respectées.

SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro6 sur 8
	24SN4SNEC1	

**Document réponse (Q64) :**

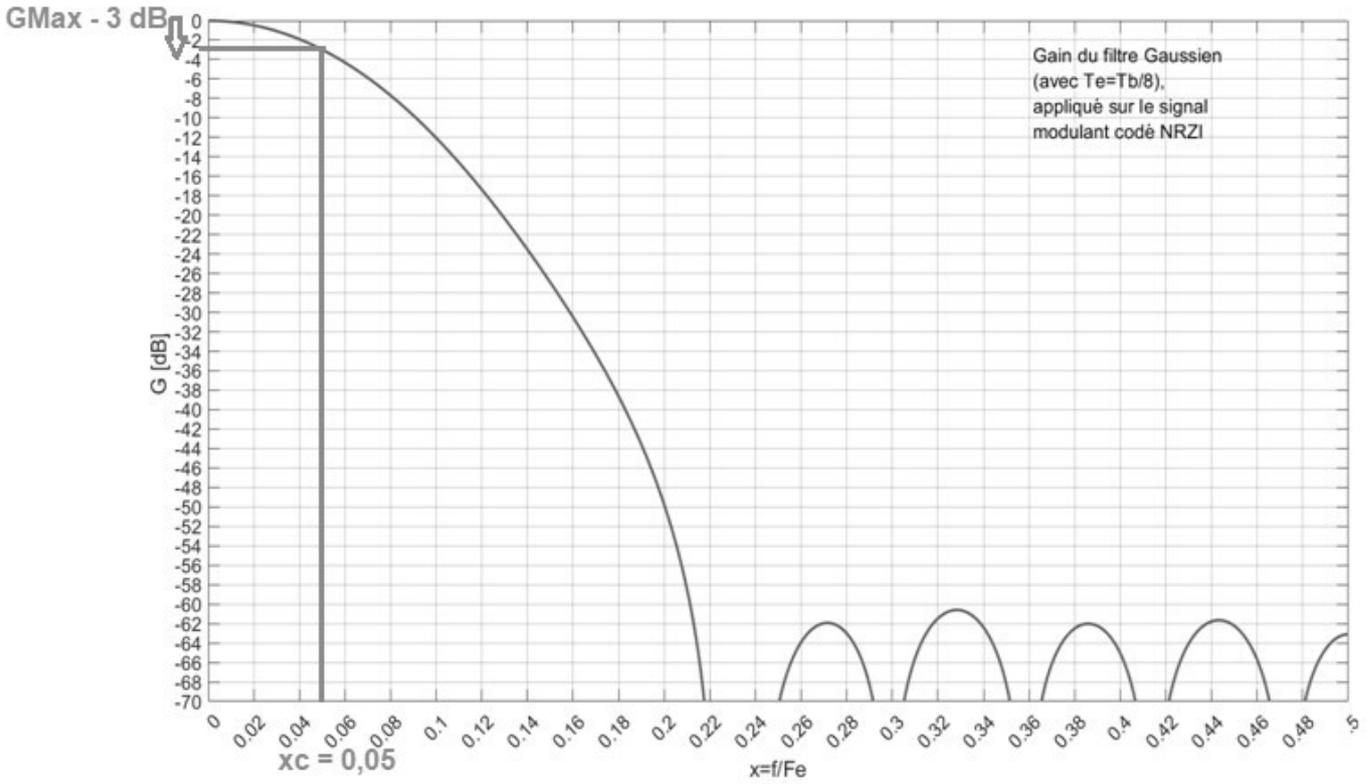
Algorithme du filtre numérique « Gaussien » :

$$Y_n = 0,00158 \cdot X_n + 0,0046 \cdot X_{n-1} + 0,0116 \cdot X_{n-2} + 0,0254 \cdot X_{n-3} + 0,0482 \cdot X_{n-4} + 0,0794 \cdot X_{n-5} + 0,113 \cdot X_{n-6} + 0,14 \cdot X_{n-7} + 0,151 \cdot X_{n-8} + 0,14 \cdot X_{n-9} + 0,113 \cdot X_{n-10} + 0,0794 \cdot X_{n-11} + 0,0482 \cdot X_{n-12} + 0,0254 \cdot X_{n-13} + 0,0116 \cdot X_{n-14} + 0,0046 \cdot X_{n-15} + 0,00158 \cdot X_{n-16}$$

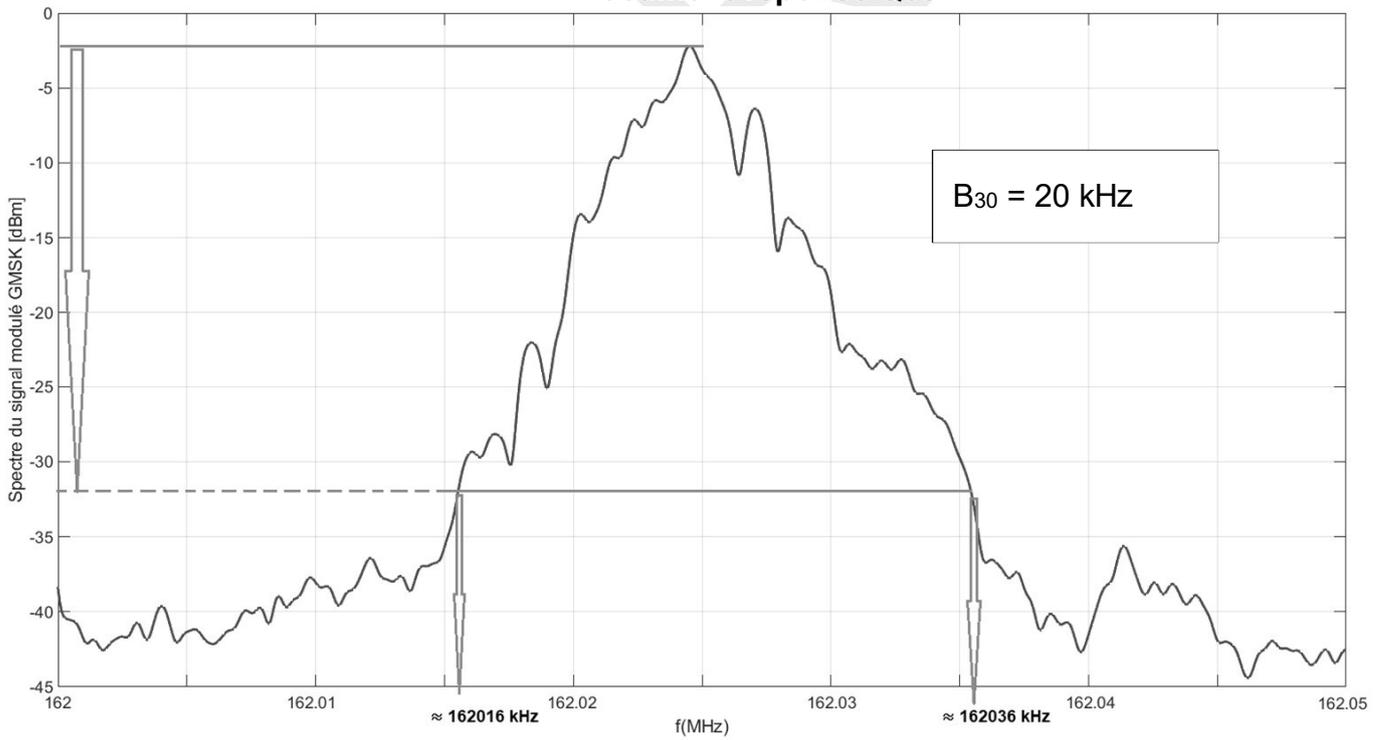
Rang n	0	1	2	3	4	5	6	7
Impulsion {X <sub>n</sub> }	1	0	0	0	0	0	0	0
Réponse impulsionnelle {Y <sub>n</sub> }	<b>0,00158</b>	<b>0,0046</b>	<b>0,0116</b>	<b>0,0254</b>	<b>0,0482</b>	<b>0,0794</b>	<b>0,113</b>	<b>0,14</b>

8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>0,151</b>	0,14	0,113	0,0794	0,0482	0,0254	0,0116	0,0046	0,00158

Document réponse Q66 :



Document-réponse Q68 :



SESSION 2024	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro8 sur 8
24SN4SNEC1	Domaine professionnel – Éléments de correction	