

Élément de correction DU SUJET

Option B Électronique et Communications

Partie 1 Domaine Professionnel

Partie A. Comparatif DAB+ et FM

- Q1.** FM : Frequency Modulation, modulation de fréquence. C'est une transmission analogique.
- Q2.** DAB+ : digital audio broadcasting +. On peut traduire par « radiodiffusion numérique ».
- Q3.** En DAB+, la transmission est numérique, ce qui garantit une meilleure qualité d'écoute.
- Q4.** Id = 340 : Permettre l'enrichissement du flux audio par des données numériques associées. Exemple : lire le nom de l'interprète et le titre de la chanson diffusée à la radio.
- Q5.** Avec 400 kHz on peut donc diffuser $(108 - 87,5) / 0,4 = 51,25$ soit 51 radios environ dans la bande FM.
- Q6.** À Paris, on en dénombre 48.
- Q7.** Ce nombre est très proche du nombre de radios maximum. À Paris, la bande FM est très proche de la saturation ! Il est impossible de rajouter des stations à Paris sans déplacer celles existantes.
- Q8.** D'après le document on dispose de 32 canaux – 3 réservés à usage militaire soit 29 canaux.
- Q9.** Un canal permet de transporter un multiplex de 13 radios. Soit 377 (29 x 13) radios.
- Q10.** Le DAB+ permet de diffuser 377 radios au maximum contre environ 51 en FM. l'exigence 330 : « permettre l'arrivée de nouvelles radios » est validée.
- Q11.** 2 μ V sur 75 Ohms
- Q12.** Ce qui correspondent à 53.10^{-12} mW, soit -102,7 dBm
- Q13.** La sensibilité du récepteur FM -102.7 dBm contre -100 dBm pour le DAB+.
- Q14.** En DAB+ le rapport signal/bruit est de 80 dB, en FM il n'est que de 64 dB.

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro1 sur 8
22SN4SNEC1-COR	Domaine professionnel – Éléments de correction	

Q15. Synthèse

Le système DAB+ permet de diffuser 7 à 8 fois plus de programmes radios que la FM. V / F

La sensibilité d'un récepteur DAB+ est meilleure que la sensibilité d'un récepteur FM. V / F

En regard du rapport S/N, la qualité sonore en DAB+ est meilleure qu'en FM V / F

Partie B. Antennes et propagation

Q16. Pour chaque cas de figure, indiquer si l'antenne utilisée doit être directive ou omnidirectionnelle.

Cas n°1 : Antenne d'émission DAB+, émetteur sur un point haut au centre d'une ville comme, par exemple, la Tour Eiffel à Paris.

Antenne directive / Antenne omnidirectionnelle

(On doit couvrir toute la ville)

Cas n°2 : Antenne d'émission DAB+ couvrant uniquement une portion d'autoroute.

Antenne directive / Antenne omnidirectionnelle

(On ne doit émettre que dans la direction de l'autoroute)

Cas n°3 : Antenne de réception DAB+ fixe, installation domestique chez un particulier dans une maison ou appartement.

Antenne directive / Antenne omnidirectionnelle

(L'antenne doit pointer vers l'émetteur)

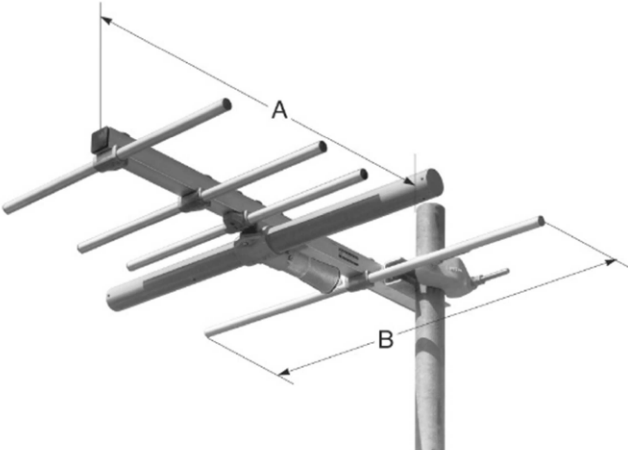
Cas n°4 : Antenne de réception DAB+ d'un véhicule (autoradio).

Antenne directive / Antenne omnidirectionnelle

(L'émetteur peut être n'importe où)

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro2 sur 8
22SN4SNEC1-COR	Domaine professionnel – Éléments de correction	


Q17.
Q18.



Antenne n°1

Antenne directive / ~~omnidirectionnelle~~

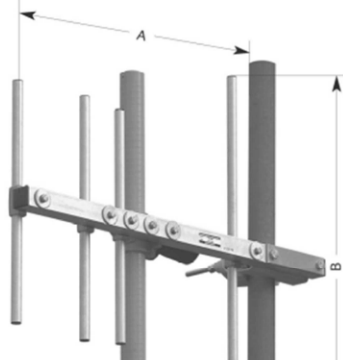
Polarisation horizontale / ~~verticale~~



Antenne n°3

Antenne ~~directive /~~
omnidirectionnelle

Polarisation ~~horizontale /~~
verticale



$$\Delta f = \frac{B_T}{\text{nombre de porteuses}}$$

$$\Delta f = \frac{1540}{1536} \approx 1 \text{ kHz}$$

Antenne n°2

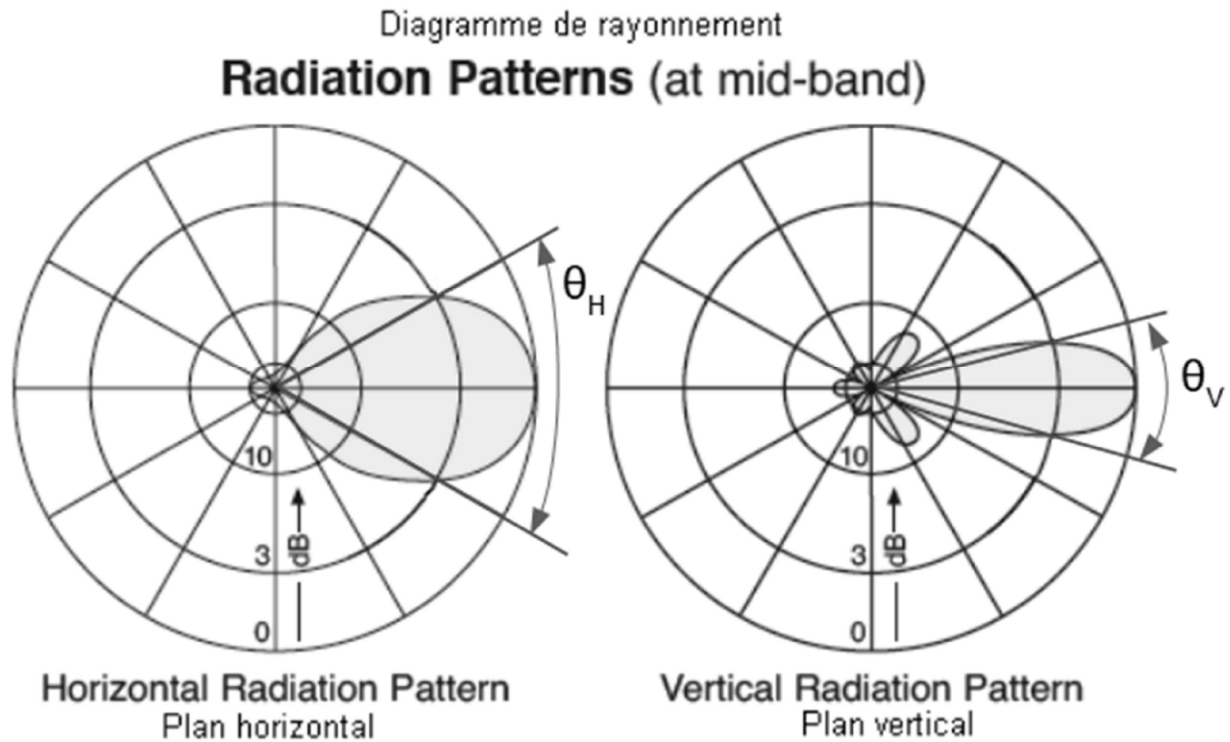
Antenne directive / ~~omnidirectionnelle~~

Polarisation ~~horizontale /~~
verticale

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro5 sur 7
22SN4SNEC1-COR	Domaine professionnel – Éléments de correction	

Q19. Les antennes FM sont environ deux fois plus grandes que les antennes VHF car leurs dimensions sont proportionnelles à la longueur d'onde à laquelle elles travaillent !

Q20. Angles d'ouverture à -3dB



Angle d'ouverture dans le plan horizontal (degrés)	62° (50 < réponse < 70°)
Angle d'ouverture dans le plan vertical (degrés)	25° (20 < réponse < 30°)

Q21. Le gain de l'antenne est de 13,14 dBi.

Q22. La PIRE correspond à la puissance émise amplifiée par le gain d'antenne soit

$$63 + 13,14 = 76,14 \text{ dBm.}$$

Q23. Les conditions géographiques imposent un angle d'ouverture horizontal supérieur à 45° ici 62° : OK et une puissance isotrope rayonnée équivalente (PIRE) supérieure à 75 dBm ici 76,14 dBm : OK. Le choix de l'antenne est validé.

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro5 sur 7
22SN4SNEC1-COR	Domaine professionnel – Éléments de correction	

Partie C

Q24. Les 4 broches d'alimentation sont :

V_A = tension d'alimentation analogique (analog supply) Valeur nominale 1,8 V

V_{IO} = tension d'alimentation Interface Valeur nominale = 1,8 V

V_{CORE} = Tension d'alimentation processeur Valeur nominale = 1,8 V

V_{MEM} = Tension d'alimentation mémoires Valeur nominale = 1,8 V

Q25. Obtenir une tension régulée et stable en sortie.

Q26. Le TPS79318 a une tension de sortie fixe = 1,8 V

Q27. Sur le schéma du récepteur, on constate : $V_A = V_{CORE} = V_{MEM} = 1,8 V$
Et $V_{IO} = 3,3 V$

Q28. $V_{IO} = 3.3 V$ sur le schéma. La valeur maximale de V_{IO} est 3.6 V. Pas de risque de détérioration du circuit Si4688.

Q29. D'après la documentation $I_{Total} = I_A + I_{MEM} + I_{CORE} = 23,9 + 14 + 9 = 46,9 \text{ mA}$ soit environ 50 mA

Q30.

Carte	5V	VA	VIO	VCORE	VMEM	I _{5v}	PRESENCE DEFAULT (oui/non)
n°1	5,03 V	1,78 V	1,78 V	1,78 V	1,78 V	50 mA	OUI
n°2	5,05 V	1,81	3,31 V	1,81 V	1,81 V	50 mA	NON
n°3	5,01 V	1,79 V	3,29 V	1,79 V	1,79 V	90 mA	OUI

Q31.

Signal I2S	Broche Si4688 correspondante
SCK	DCLK
WS	DFS
DATA	DOUT

Q32. Fréquence WS = $1 / (T_{haut} + T_{bas}) = 1 / (10,4 + 10,44) \text{ us} = 47 \text{ 984 Hz}$

Q33. La fréquence d'échantillonnage de l'analyseur logique est de 25 MHz, la période d'échantillonnage de 40 ns. Les mesures sont donc faites à 40 ns près.

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro5 sur 7
22SN4SNEC1-COR	Domaine professionnel – Éléments de correction	

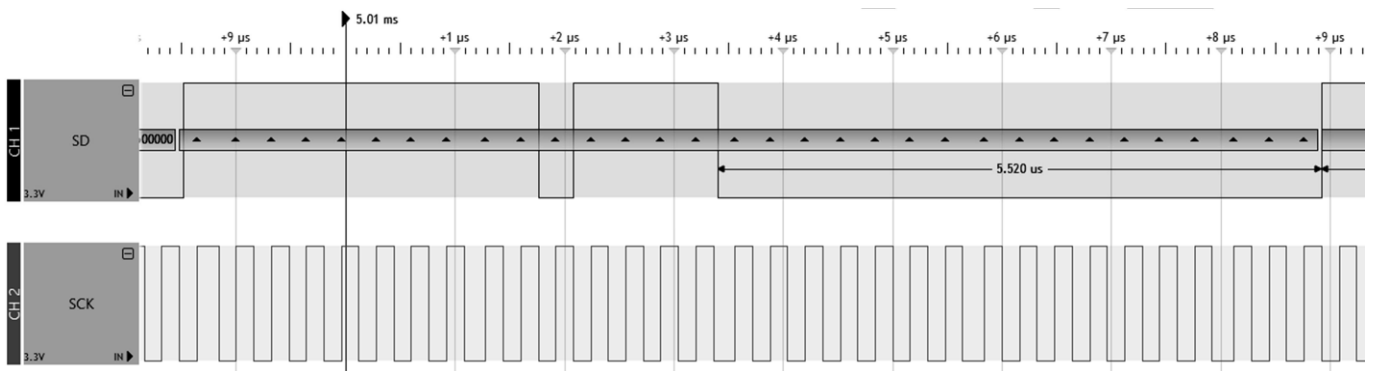
Q34. $F_{sck} = 1 / (160 + 160) \text{ ns} = 3,125 \text{ MHz}$

Q35. La période du signal WS est de $1/48 \text{ kHz} = 20,3 \mu\text{s}$ soit $10,42 \mu\text{s}$ pour la durée du niveau bas. Dans cette période, on observe $F_{sck} \cdot T_{bas} = 32,56$. On transmet donc 32 bits par voie.

Q36. En complément à 2, un mot binaire négatif commence par un 1, un mot binaire positif par un 0.

Q37. Sur le signal SD, chaque petit triangle correspond à un front actif de l'horloge SCK. Le début du mot correspond au premier triangle.

Q38.



Relevé d'un échantillon

Mot transmis (en binaire)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calcul complément à 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	+																																	
Valeur absolue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valeur absolue en hexadécimal	0				0				2				2				0				0				0									

Q39. Le nombre est donc, en hexadécimal signé -220 000 ce qui est conforme à l'indication de la figure page DOC13.

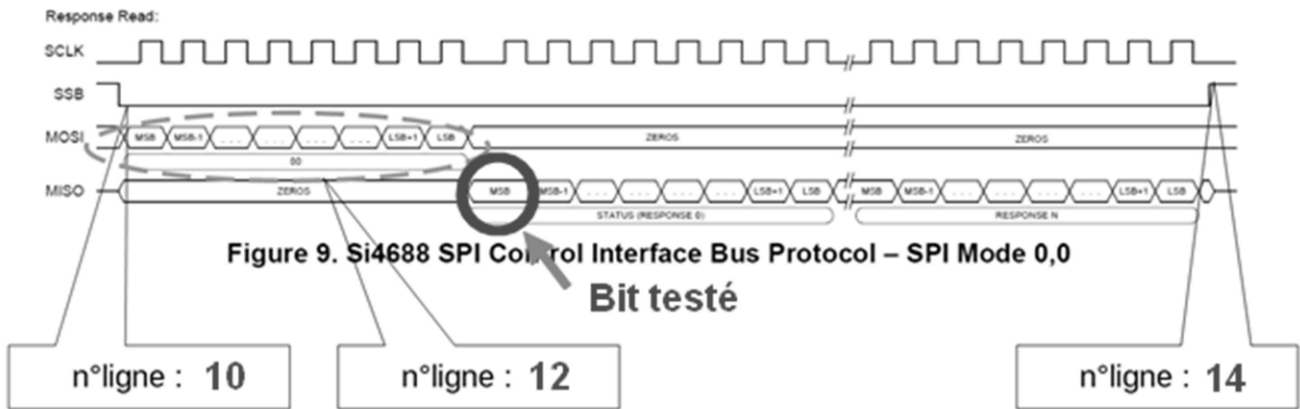
Q40. Les deux protocoles série supportés par le Si4688 sont I2C et SPI.

Q41. Les signaux sont MOSI, MISO, SCLK, SSB.

Q42. Le Si4688 est l'esclave, le maître est le microcontrôleur.

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro6 sur 7
22SN4SNEC1-COR	Domaine professionnel – Éléments de correction	

Q43. Et Q43 : correspondance ligne de code et chronogramme



Q44. La boucle while sera exécutée 100 fois.

Q45. Tableau

Data[0] = 0xF0

hexa	binaire							
0xF0	1	1	1	1	0	0	0	0
0x80	1	0	0	0	0	0	0	0
(0xF0&0x80)	1	0	0	0	0	0	0	0

Data[0] = 0x0F

hexa	binaire							
0x0F	0	0	0	0	1	1	1	1
0x80	1		0	0	0	0	0	0
(0x0F&0x80)	0	0	0	0	0	0	0	0

Q46. Réponse à la question 53

Si le MSB de data[0] est à 0 alors data[0]&0x80 =	0x00	et l'expression (data[0]&0x80) est	fausse
Si le MSB de data[0] est à 1 alors data[0]&0x80 =	0x80	et l'expression (data[0]&0x80) est	vraie
	Ecrire ici une valeur en hexadécimal		Remplir avec vraie ou fausse

Q47. Le bit testé est le MSB de data[0] voir chronogramme .

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-Pro7 sur 7
22SN4SNEC1-COR	Domaine professionnel – Éléments de correction	

Sciences Physiques

Éléments de correction

A	Étude de la liaison radio
Q48.	Bande VHF
Q49.	L'antenne n°2 n'est pas utilisable parce que sa gamme de fréquence ne correspond à celle de la RNT
Q50.	$\lambda = 1,5 \text{ m}$
Q51.	$FSL = 32,5 + 20 \cdot \log(d) + 20 \cdot \log(f)$ $FSL = 32,5 + 20 \cdot \log(96) + 20 \cdot \log(209,94)$ $FSL = 118,6 \text{ dB}$
Q52.	$P_{RA} = PIRE - FSL - A$ $P_{RA} = 76 - 118,6 - 60$ $P_{RA} = -102,6 \text{ dBm}$
Q53.	$P_{RMINI} = S + M$ $P_{RMINI} = -101 + 15$ $P_{RMINI} = -86 \text{ dBm}$
Q54.	$G_{ARMINI} = (P_{RMINI} + A_{CAB}) - P_{RA}$ $G_{ARMINI} = (-86 + 3,39) - (-102,6)$ $G_{ARMINI} = 19,98 \text{ dB}$
Q55.	L'antenne n°1 parce que le gain de l'antenne est réglable et inclus G_{ARMINI} .
Q56.	Grandeur n°1 : impédance caractéristique Grandeur n°2 : atténuation
Q57.	Le câble doit avoir la même impédance caractéristique que celle de l'antenne. on choisit le câble n°2.

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-SP1 sur 5
22SN4SNEC1-COR	Sciences Physiques - Éléments de correction	

B	Étude de l'interface d'antenne
Q58.	Un filtre passe bande
Q59.	$BW 1 = [130 \text{ MHz} ; 410 \text{ MHz}]$
Q60.	La bande DAB
Q61.	Les bandes FM et DAB
Q62.	$V_{\text{HFSW}} = 1$

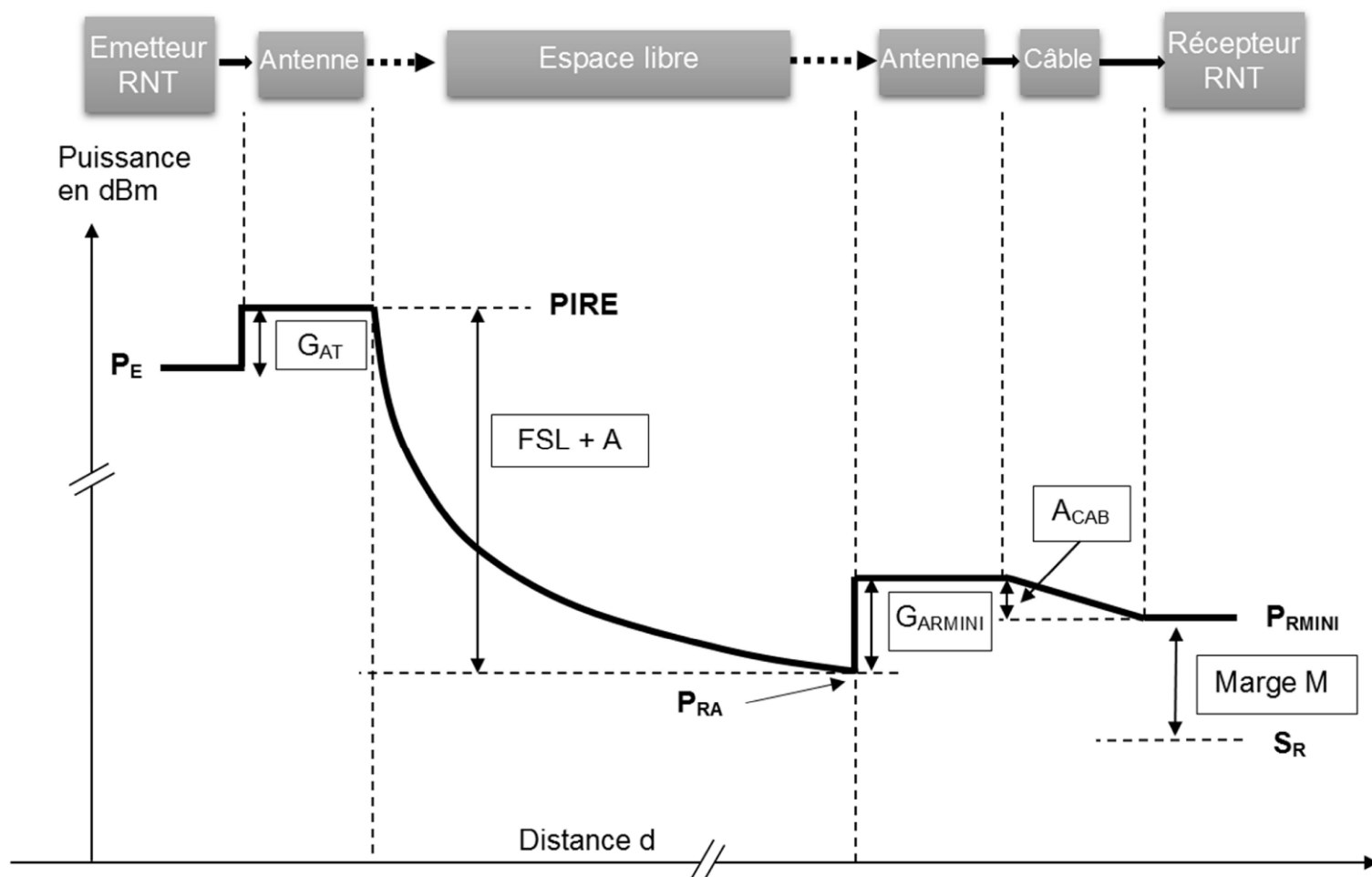
C	Modulation de la Radio Numérique Terrestre
Q63.	$\Delta t < T_G$
Q64.	$D = c \cdot \Delta t$ $D = 3 \cdot 10^8 \cdot 246 \cdot 10^{-6}$ $D = 73,8 \text{ km}$ $\Delta D_{\text{max}} = 1,2 \cdot 73,8$ $\Delta D_{\text{max}} = 88,5 \text{ km} \approx 90 \text{ km}$ L'intervalle de garde de 246 μs permet bien de respecter la distance de 90 km entre un émetteur et un récepteur pour une réception sans IES
Q65.	$B_T = 210,71 - 209,1$ $B_T = 1,54 \text{ MHz} = 1540 \text{ kHz}$
Q66.	

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-SP3 sur 5
22SN4SNEC1-COR	Sciences Physiques - Éléments de correction	

C	Modulation de la Radio Numérique Terrestre
Q67.	$B_L = 2 \cdot \Delta f = 2 \text{ kHz}$ $B_L = 2 \cdot R$ $R = \frac{B_L}{2} = 1 \text{ kbauds}$
Q68.	$T_s = \frac{1}{R}$ $T_s = \frac{1}{1000} = 1 \text{ ms}$
Q69.	Modulation QPSK. il n'y a que la phase qui change quand on passe d'un symbole à un autre.
Q70.	Il y a 4 symboles. Il faut 2 bits par symbole. $n = 2$
Q71.	$R = D_B/n$ $D_B = n \cdot R = n/T_s$ $D_B = 2/(1246 \cdot 10^{-6})$ $D_B = 1605 \text{ bit} \cdot \text{s}^{-1} = 1.605 \text{ kbit} \cdot \text{s}^{-1}$
Q72.	$D_{ODFDM} = 1536 \cdot D_B$ $D_{ODFDM} = 1536 \cdot 1,605$ $D_{ODFDM} = 2465 \text{ kbit} \cdot \text{s}^{-1} = 2,465 \text{ Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$
Q73.	Les résultats trouvés sont conformes à la norme définie par l'ETSI pour le DAB+

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-SP3 sur 5
22SN4SNEC1-COR	Sciences Physiques - Éléments de correction	

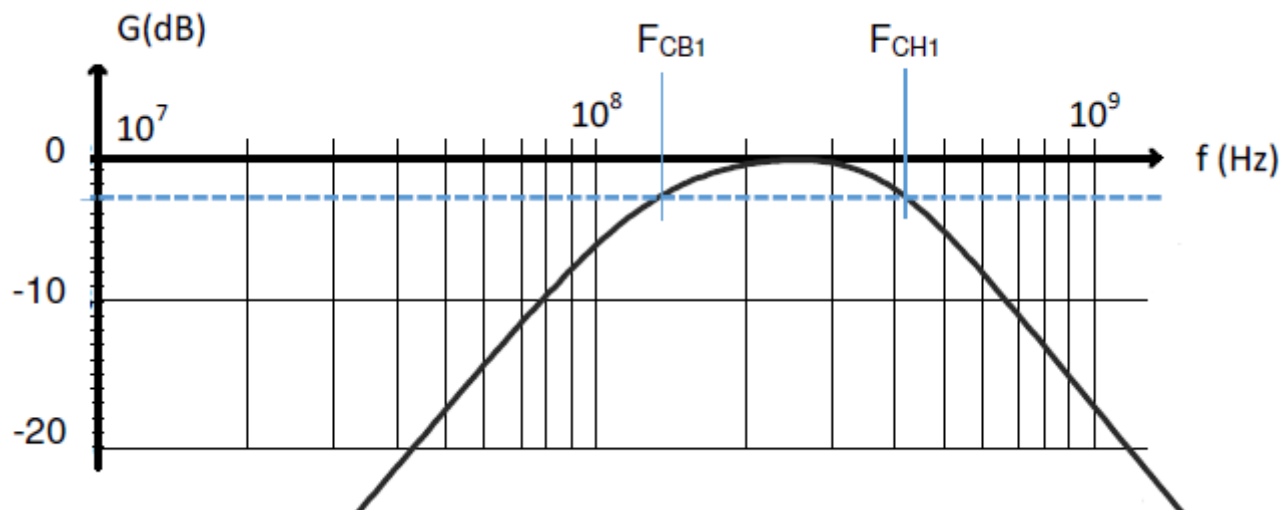
Réponses aux questions Q51. à Q54.



$P_E = 63$ dBm	$A = 60$ dB	$A_{CAB} = 3,38$ dB
$G_{AT} = 13$ dBi	FSL = 118,6 dB	$G_{ARMINI} = 19,98$ dBi
PIRE = 76 dBm	$P_{RA} = -102,6$ dBm	$S_R = -101$ dBm
		$M = 15$ dB
		$P_{RMNI} = -86$ dBm

SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-SP4 sur 5
22SN4SNEC1-COR	Sciences Physiques - Éléments de correction	

Réponses aux questions Q59.



SESSION 2022	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-SP5 sur 5
22SN4SNEC1-COR	Sciences Physiques - Éléments de correction	