

# CORRECTION DU SUJET

## Option B Électronique et Communications

Partie 1 Domaine Professionnel

Durée 4 h coefficient 3

### PARTIE A

**Q1.** Configuration 2. Le dôme caméra et laser ALS sont installés dans des zones géographiques différentes.

**Q2.** Sur diagramme cas d'utilisation

Détecteur laser (1) carte LaserBoard (2) dôme caméra (3 ou 4) caméras fixe (3 ou 4)

**Q3.** Laser classe 1 sans danger pour les personnes (aucune protection de l'œil).

**Q4.** La période d'interrogation est de 400 ms, le temps de réaction du laser pour la détection d'intrusion est de 2 s. La période d'interrogation est donc inférieure au temps de réaction du laser (pas de risque d'oublier une intrusion).

**Q5.** Liaison RS485 Half Duplex.

**Q6.** Liaison RS485 Full Duplex.

**Q7.** Document réponse :

Données intrusions : distance et angle ou range et azimuth

Données pilotage caméra : Pan, Tilt, Zoom

### PARTIE B

**Q8.** Document réponse :

INTRUSION	Range ou distance en m	AZIMUT ou angle en °	Panoramique pan en °	Inclinaison tilt en °
1	150	180	155,56	7,88
2	200	90	117,22°	7,26°
3	200	270	195,52°	15,03°

**Q9.** Durée d'un bit = 52  $\mu$ s vitesse= 19 230 bits/s le protocole indique 19 200 bits/s.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-pro 1 sur 6
19SN4SNEC1-COR	Corrigé Domaine professionnel	

**Q10.** Document réponse

Octet 1 (Header tag)	Octet 2 (Master Tag + lenght)	Octet 3 (Adress laser)	Octet 4 (Comman d)	Octet 5 (Additional Command)	Octet 6 (Check sum)
<b>0X55</b>	0x83	0x00	0x18	0x02	

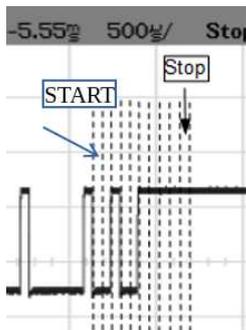
**Q11.** Check sum : octet de contrôle de la transmission.

La somme des octets de la trame sur 8 bits

**Q12.** Check sum = 0x55 + 0x83 + 0x18+ 0x02 = 0xF2

Octet 1 (Header tag)	Octet 2 (Master Tag + lenght)	Octet 3 (Adress laser)	Octet 4 (Comman d)	Octet 5 (Additional Command)	Octet 6 (Check sum)
0X55	0x83	0x00	0x18	0x02	<b>0XF2</b>

**Q13.** Document réponse



Check sum (binaire) :11110010 Check sum (hexadécimal) : 0xF2

**Q14.** Le huitième bit (MSB)de l'octet 2 est au NL1 donc l'émetteur est la carte LaserBoard et le récepteur le détecteur laser.

**Q15.** Interrogation du laser (intruder detected).

**Q16.** Length = 0x08 soit 8 octets.

**Q17.** Trame de réponse du laser pour une intrusion.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-pro 2 sur 6
19SN4SNEC1-COR	Corrigé Domaine professionnel	

**Q18.** Document réponse

*Données Azimut*

Azth 12	Azth 11	Azth 10	Azth 9	Azth 8	Azth 7	Azth 6	Azth 5	Azth 4	Azth 3	Azth 2	Azth 1	Azth 0
0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0

*Données range*

Range 10	Range 9	Range 8	Range 7	Range 6	Range 5	Range 4	Range 3	Range 2	Range 1	Range 0
0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1

**Q19.** Distance => 0x2FF => 767 =>  $(767 \times 200)/1023 = 149,95$  m

**Q20.** Angle => 0x0BB8 => 3000 =>  $(3000 \times 359,94)/5999 = 180^\circ$

**PARTIE C**

**Q21.** Vitesse 2 400 bauds soit durée d'un bit = 417  $\mu$ s

**Q22.** 7 octets par donnée à piloter soit  $3 \times 7 = 21$  octets.

**Q23.** 10 bits par octets soit 210 bits pour une commande du dôme

donc  $T_{commande} = 210 \times 417 \mu s = 87,6$  ms la commande est largement inférieure au temps de réponse du laser (2 s).

**Q24.** La valeur max de la donnée Pan est de 35 999, cette valeur est codée sur 16 bits qui permet de coder jusqu'à 65 535.

**Q25.**  $155,56^\circ \Rightarrow 15556$  en décimal soit 0x3CC4 donc octet 5 = 0x3C et octet 6 = 0xC4.

**Q26.** Document réponse

4 : *command pan*

<0xFF><0x01>< **0x00** >< **0x4B** >< **0x3C** >< **0xC4** ><0x4C>

**PARTIE D**

**Q27.** 4 couronnes pour les 32 secteurs, le secteur 21 se situe sur la couronne 3

**Q28.** Range = 1023 et azimut =  $70 / 0,06 = 1\ 166$

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-pro 3 sur 6
19SN4SNEC1-COR	Corrigé Domaine professionnel	

**Q29.** Document réponse

Nom des données	Contenu des données
Range	1023
Azimut	1166
Couronne	3
premier_secteur[couronne]	19
angle_secteur[couronne]	462
Secteur	21

**Q30.** 4 circuits MCP23S08 : 32 relais à piloter chaque circuit peut piloter 8 relais soit  $4 \times 8 = 32$ .

**Q31.** Liaison SPI.

**Q32.** Document réponse

					A1	A0	R/W
0	1	0	0	0	1	0	0

**Q33.** Document réponse

	<b>0x09</b>	<b>0x08</b>
Device_Opcode	Adresse registre	Données du registre

**Q34.** Document réponse

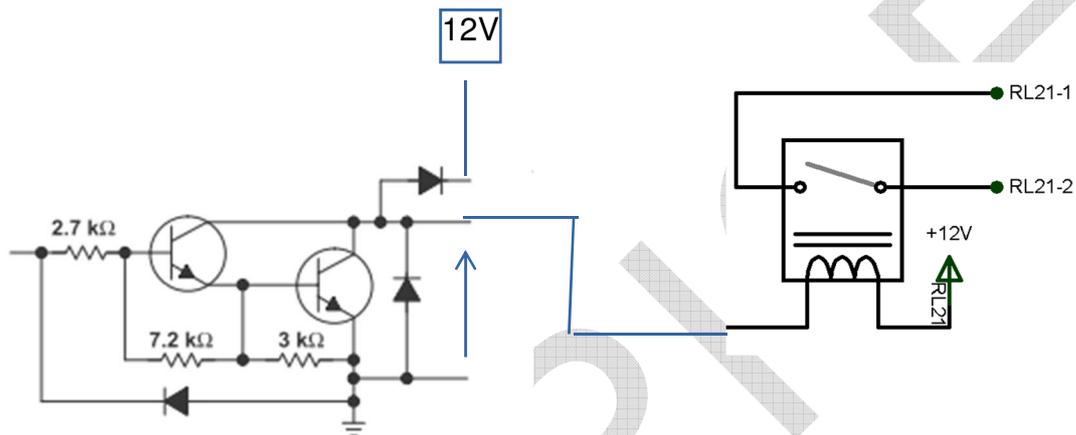
wr\_MCP23S08 (0x44,0x09,0x08) ;

**Q35.** Le registre GPIO ( affecter les sorties logiques du circuit)

**Q36.** La sortie GP3 = +5 V

**Q37.** Le bit HAEN doit être à '1' pour valider les adresses.

**Q38. Q39.** Document réponse



**Q40** Tension bobine=  $12 - V_{CEsat} = 12 - 1,1 = 10,9 \text{ V}$

**Q41.** Must operate voltage = 75 % de 12 V => 9 V

la tension aux bornes de la bobine est supérieure à 9 V donc l'alimentation du relais est validée.

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-pro 5 sur 6
19SN4SNEC1-COR	Corrigé Domaine professionnel	

# Barème

Partie A	Q1	1,0	10,5
	Q2	2,0	
	Q3	1,0	
	Q4	1,0	
	Q5	1,0	
	Q6	1,0	
	Q7	1,5	
	Q8	2,0	
Partie B	Q9	2,0	19,0
	Q10	1,5	
	Q11	1,5	
	Q12	1,5	
	Q13	2,0	
	Q14	1,0	
	Q15	1,0	
	Q16	1,5	
	Q17	1,0	
	Q18	2,0	
	Q19	2,0	
	Q20	2,0	
Partie C	Q21	2,0	11,0
	Q22	1,0	
	Q23	2,0	
	Q24	2,0	
	Q25	2,0	
	Q26	2,0	
Partie D	Q27	1,0	19,5
	Q28	2,0	
	Q29	1,0	
	Q30	1,0	
	Q31	1,0	
	Q32	2,0	
	Q33	2,0	
	Q34	1,0	
	Q35	1,0	
	Q36	1,0	
	Q37	2,0	
	Q38 Q39	1,5	
	Q40	1,0	
	Q41	2,0	
	TOTAL partie professionnelle sur		

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-pro 6 sur 6
19SN4SNEC1-COR	Corrigé Domaine professionnel	

<b>Sciences Physiques</b> <b>Correction et barème sur 40 points</b>	
<b>CORRECTION</b>	<b>BARÈME</b>

<b>A</b>	<b>Amélioration du fonctionnement de la détection Laser</b>	<b>10,5 pts</b>
----------	---	-----------------

<b>Q42</b>	$\lambda = 905 \text{ nm} > 800 \text{ nm}$ : domaine = Infra Rouge	1
<b>Q43</b>	On a 6000 pts de mesures pour un tour donc : $\varphi = \frac{2 \cdot \pi}{6000} = 1 \text{ mrad}$ .	1
<b>Q44</b>	Deux rayons de longueur $R = 125 \text{ m}$ séparés d'un angle $\varphi = 1 \text{ mrad}$ définissent l'arc $\hat{A} = R \cdot \varphi$ avec $\hat{A} = 12,5 \text{ cm}$ . Si un objet a une largeur inférieure à 13,1 cm, il ne sera pas atteint par deux rayons successifs (12,5 cm accepté)	1
<b>Q45</b>	Le retard entre le signal réel et le signal de référence vaut : $\Delta\theta = \frac{2 \cdot M_2 M}{c}$ (le signal de référence parcourt la distance $2 \cdot OM$ à la vitesse $c$ et le signal réel la distance $2 \cdot OM_2$ ) Application numérique : $\Delta\theta = \frac{2 \times 25}{3 \times 10^8} = 166,7 \text{ ns}$ .	0,5 0,5
<b>Q46</b>	Voir document réponse DR-SP1.	0,5
<b>Q47</b>	Le filtre est non-récurusif puisque le calcul de $y_n$ ne fait appel qu'aux échantillons d'entrée.	0,5 0,5
<b>Q48</b>	Le filtre est stable puisque non-récurusif (RIF).	1
<b>Q49</b>	$y_0 = y_1 = y_2 = y_3 = y_4 = y_5 = y_6 = y_7 = 1/8$ pour $n$ compris entre 0 et 7 puis $y_n = 0$ pour $n > 7$ Le filtre atténue et élargit l'impulsion.	1 0,5
<b>Q50</b>	Voir document réponses DR-SP2	1
<b>Q51</b>	Voir document réponse DR-SP3	0,5
<b>Q52</b>	Le filtre numérique a permis de diminuer le nombre de fausses alertes en diminuant l'importance des petits objets.	1

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-SP 1 sur 9
19SN4SNEC1-COR	Sciences Physiques - Corrigé	

B	Analyse de la liaison RS485	14 pts
Q53	La ligne est adaptée donc $R_L = R_c = 120 \Omega$ .	1
Q54	Dans le système en fonctionnement, on veut un signal qui ne se réfléchit pas sur la charge.	1
Q55	Avec les notations de la figure 5, $v_{mes} = \frac{200 \text{ m}}{980 \text{ ns}} = 2,04 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$	1
Q56	Le constructeur donne : $\frac{v_{constr}}{c} = 66\%$ , ce qui donne $v_{constr} = 1,98 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$	1 0,5
Q57	Ecart relatif en % : $100 \times \frac{ v_{mes} - v_{constr} }{v_{constr}}$ Valeur numérique : 3%, ce qui veut dire que la mesure correspond bien à la valeur donnée par le constructeur puisque cet écart est inférieur à 5% (critère du cahier des charges).	1 1
Q58	$A_{dB} = 20 \times \log\left(\frac{10,01}{6,4}\right) = 3,94 \text{ dB}$ . Le constructeur donne 1,97 dB pour $L = 100 \text{ m}$ , ce qui fait $A_{constructeur} = 2 \times 1,97 = 3,94 \text{ dB}$ pour 200 m.	1 1
Q59	Si on place en entrée un signal sinusoïdal d'amplitude $\widehat{V}_e = 4 \text{ V}$ , on obtiendra donc une amplitude du signal de sortie de : $\widehat{V}_s = 2,54 \text{ V}$ puisque : $\widehat{V}_s = 10^{-3,96} \times \widehat{V}_e$	1
Q60	Critère 1 : le temps de parcours des 200 m est largement inférieur à 1 s (980 ns). Critère 2 : si le signal d'entrée varie entre -4 V et +4 V, le signal de sortie va varier entre -2.54 V et +2.54 V d'après la question Q62. L'écart est de 5 V, supérieur à 4 V. Critère 3 : les caractéristiques constructeur (vitesse et atténuation) sont validées à moins de 5 % près. Les trois critères sont donc vérifiés.	0,5 0,5 0,5
Q61	Le temps $\Delta t$ correspond à la propagation du signal sur une distance $2.D$ avec la vitesse $v_{constr}$ . On a donc : $2 \times D = \Delta t \times v_{constr}$ . La valeur numérique de $D$ est : $D = 144,5 \text{ m}$ .	1 0,5

<b>Q62</b>	Le défaut est un court-circuit puisque le signal réfléchi et le signal incident sont de signes contraires (le coefficient de réflexion est négatif).	1 0,5
------------	--	----------

CORRIGÉE

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-SP 3 sur 9
19SN4SNEC1-COR	Sciences Physiques - Corrigé	

C	Transmission Radio du signal PTZ.	15,5 pts
Q63	La fréquence porteuse du canal n°3 est de $f_{P3} = 2,43$ GHz.	1
Q64	Les fréquences porteuses de 2 canaux adjacents sont séparées de 10 MHz, ce qui limite l'encombrement spectral de chaque canal à $BW_{max}=10$ MHz si on veut éviter le chevauchement de deux canaux successifs.	1
Q65	La modulation qui correspond au diagramme de constellation est la BPSK. On a deux points à la même distance du centre et qui représentent deux signaux déphasés de $\pi$ .	1 0,5
Q66	Pour cette modulation, on a deux points seulement, donc deux symboles et 1 bit par symbole.	1
Q67	Voir document réponses DR-SP4 : $f_{P3} = 2,43$ GHz.	0,5
Q68	Voir document réponses DR-SP4 : $BW = 18$ kHz.	1
Q69	La largeur du lobe principal vaut : $BW = 2 \times R$ . Comme on a 1 bit/symbole, la relation entre D et R est $D = R$ . Voir document réponses DR-SP4 pour les valeurs numériques avec unités.	1 0,5 1,5
Q70	On a $BW = 18$ kHz $\ll$ $BW_{max} = 10$ MHz.	0,5
Q71	« 9 dB Directional Antennas » sur la figure 9 ou par lecture sur le diagramme de directivité, les antennes ont un gain maximal de 9 dBi par rapport à l'antenne isotrope.	1
Q72	Voir document réponses DR-SP5	1
Q73	Portée théorique : plus que 2500 pieds, soit plus que : 762 m ( $= 2500 \times 0,3048$ ). C'est supérieur à la longueur de transmission $L = 200$ m.	1

<b>Q74</b>	$P_E(\text{dBm}) = 10 \times \log\left(\frac{65 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}}\right) = 18,1 \text{ dBm.}$	0,5
	$P_{R\text{Mini}} = S_R + 15\text{dB}$	1
	$A_P = P_E(\text{dBm}) + G_E - (G_R + P_{R\text{Mini}})$ Voir document réponses DR-SP6 pour les valeurs de $A_P$ et $P_{R\text{Mini}}$ .	1
	Avec la valeur de $A_P$ on trouve $d_{\text{max}} = \frac{10^{\frac{A_P - 32,4}{20}}}{f} = 2 \text{ km}$ Valeur supérieure aux 200 m nécessaires.	0,5

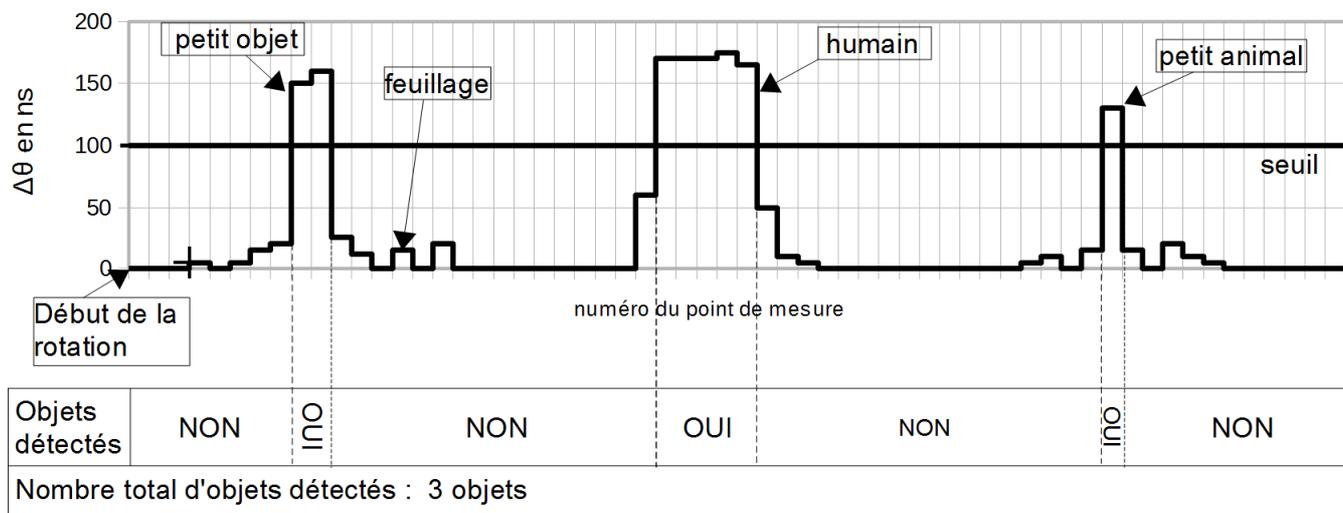
CORRIGÉ

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-SP 5 sur 9
19SN4SNEC1-COR	Sciences Physiques - Corrigé	

Corrigé des documents réponse de Sciences Physiques.

Document réponse DR-SP1 (Q46)

Retard  $\Delta\theta$  (sans traitement).

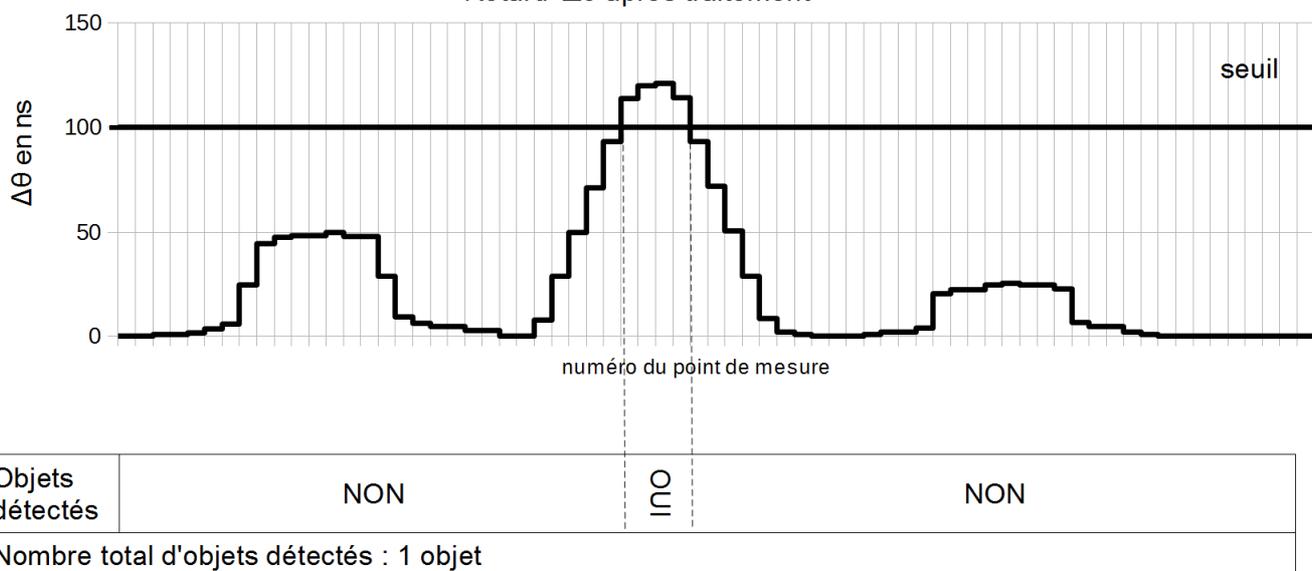


Document réponse DR-SP2 (Q50)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
{ $x_n$ }	0	0	0	5	0	5	15	20	150	160	25
{ $y_n$ }	0	0	0	0,625	0,625	1,25	3,125	5,625	<b>24,375</b>	44,375	<b>47,5</b>

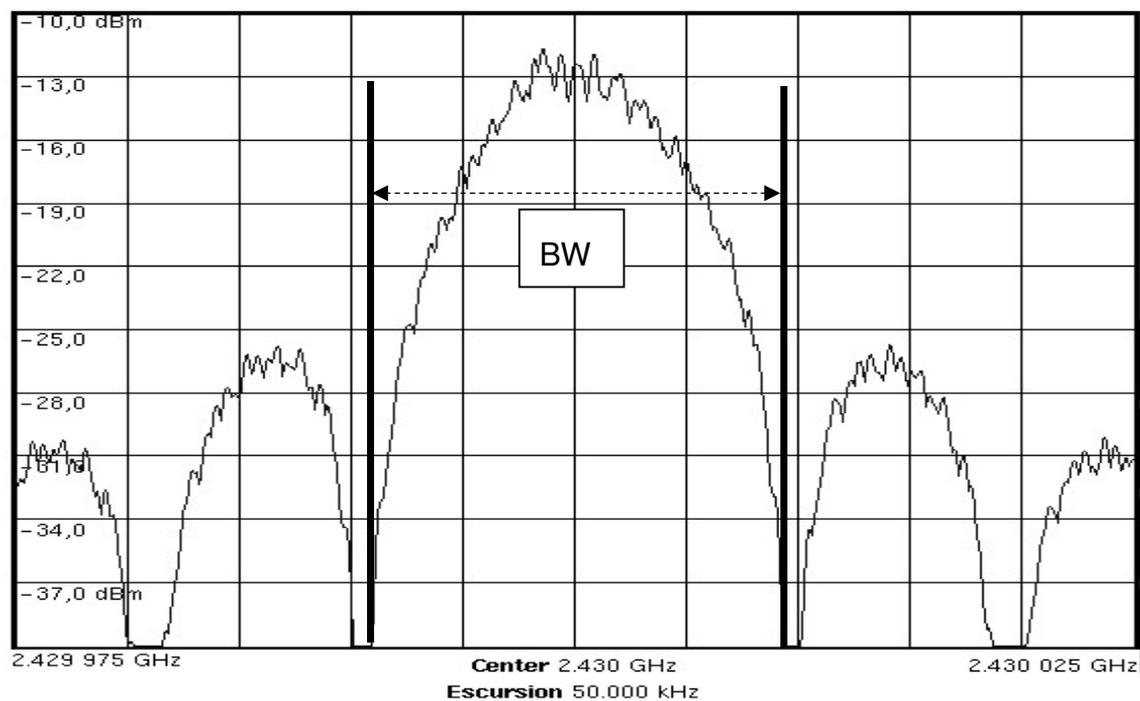
Document réponse DR-SP3 (Q51)

Retard  $\Delta\theta$  après traitement

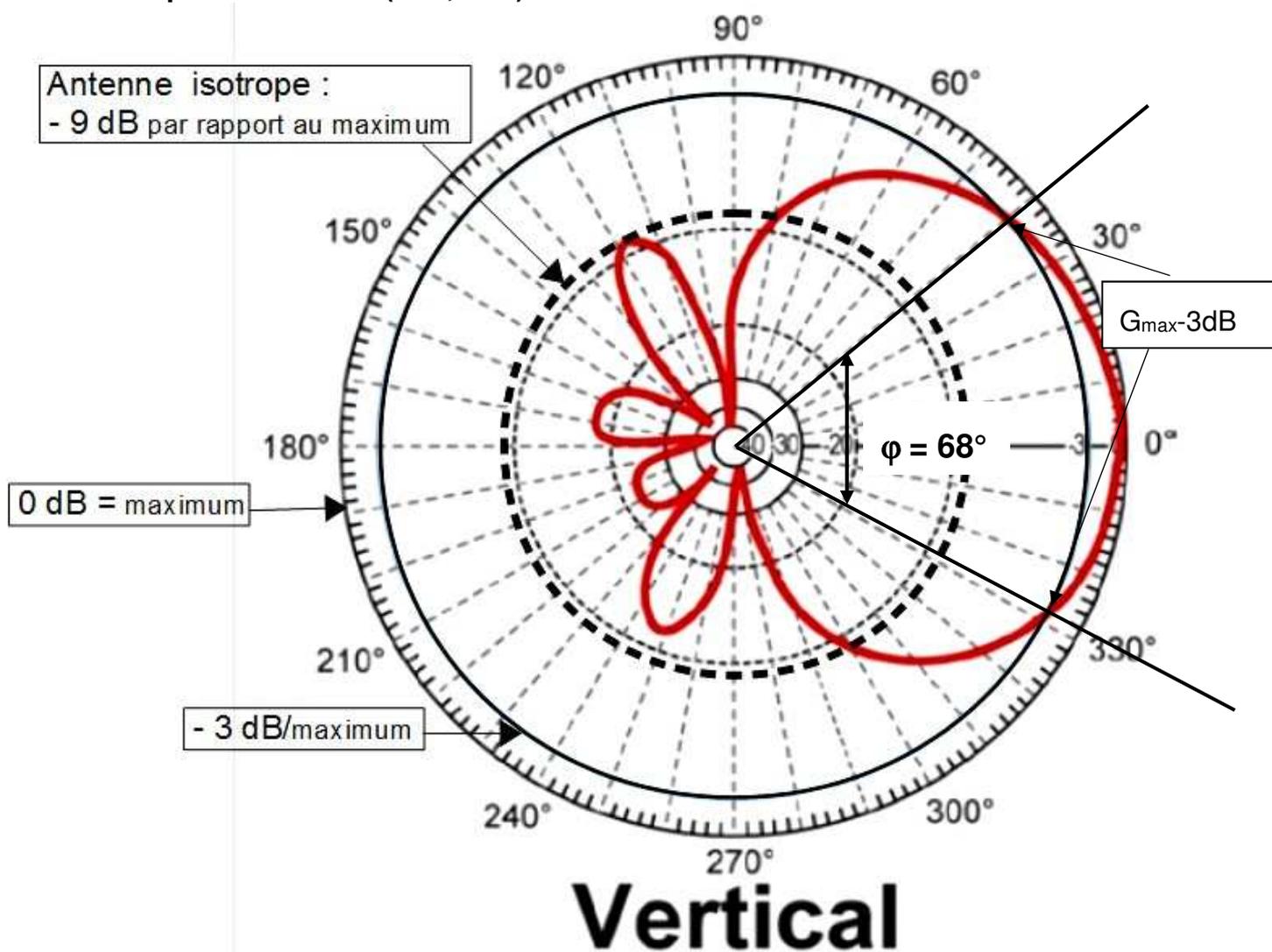


Document réponses DR-SP4 (Q65, Q67, Q68, Q69)

Densité spectrale de puissance (DSP) du signal modulé canal n° 3 :



$f_{p3}$ = fréquence de la porteuse du canal n°3 (en GHz) :	2,430
BW = encombrement spectral (en kHz) :	18
R = débit des symboles :	9 kbaud
D = débit binaire :	9 kbit.s <sup>-1</sup>



CO

Session 2019	BTS Systèmes Numériques Option B Électronique et Communications Épreuve E4	Page CR-SP 8 sur 9
19SN4SNEC1-COR	Sciences Physiques - Corrigé	

Bilan de liaison à compléter :

