

CORRIGE Réception d'un signal GPS

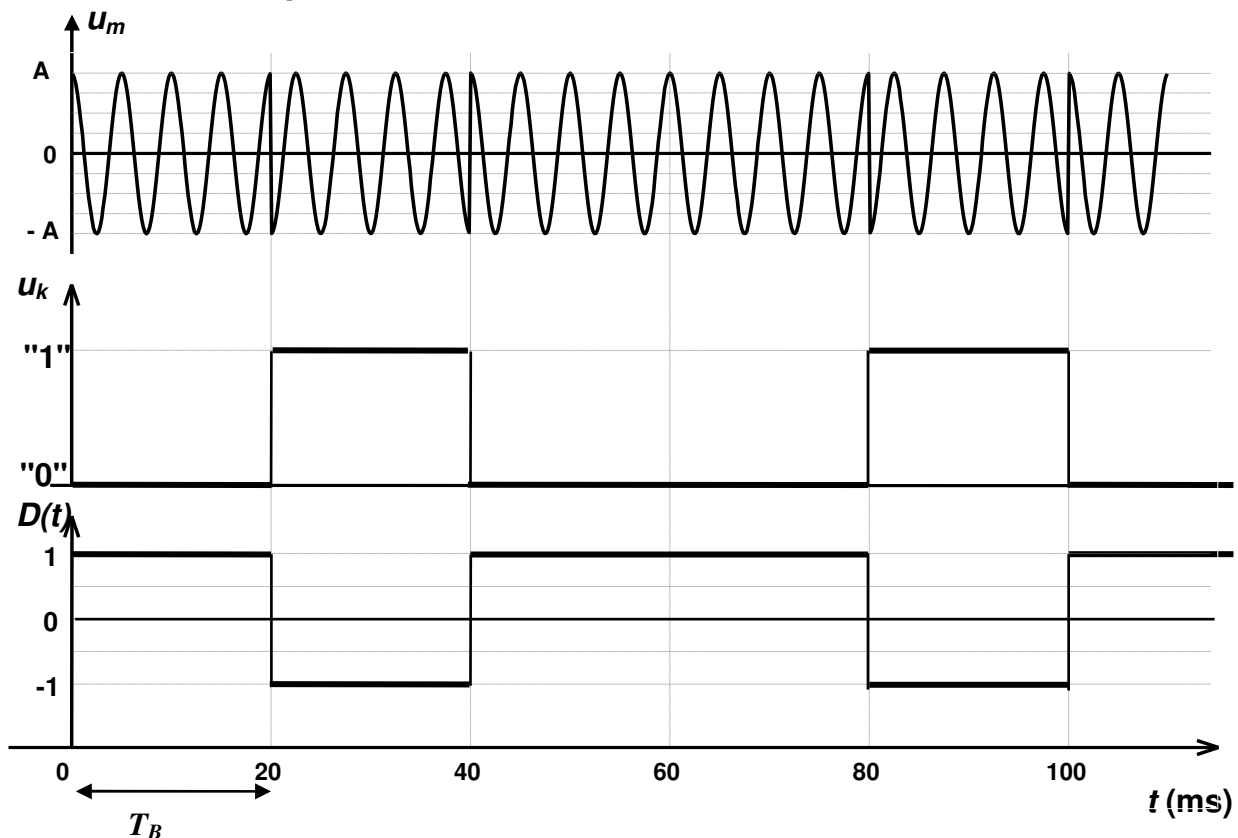
A Localisation					17
I	1			$\alpha = \pi/4 \quad L = 21,6 \cdot 10^3 \text{ km} \quad t_R = L/c_0 = 72 \text{ ms}$	2
	2	2.1		$\Delta L = c_0 \cdot \Delta t_R = 4,5 \text{ m}$	1
		2.2	2.2.1	$RR' = RR'' = \Delta L / \cos \alpha$	1
			2.2.2	$\alpha = 45^\circ \quad RR' = RR'' = 6,4 \text{ m} \quad ; \quad \alpha = 85^\circ \quad RR' = RR'' = 51,6 \text{ m}$	1
			2.2.3	Pour $\alpha = 45^\circ$ l'erreur est inférieure à 8 m. Ce n'est pas le cas pour $\alpha = 85^\circ$. Le décalage temporel entre les horloges entraîne une incertitude de localisation d'autant plus importante que le satellite se rapproche de la verticale.	2
			2.2.4	Il faut recalibrer en permanence l'horloge du récepteur pour améliorer la précision.	1
			2.2.5	$\alpha = 90^\circ$, $RR' = RR'' = \infty$ le décalage d'horloge rend la localisation du récepteur impossible à partir des données d'un satellite positionné à la verticale du récepteur.	2
II	1	1.1		$v_{R1}(t) = V_{EM} \sin[\omega_1(t-t_R)] = V_{EM} \sin(\omega_1 t - \varphi_1)$ avec $\varphi_1 = \omega_1 \cdot t_R = \omega_1 L/c_0$	2
		1.2		$L = \varphi_1 c_0 / 2\pi F_1$ donc, connaissant φ_1 , on en déduit L.	1
	2	2.1		$\varphi'_1 = \omega_1 L/c_0 - K/\omega_1$ et $\varphi'_2 = \omega_2 L/c_0 - K/\omega_2$	1
		2.2		Multiplier l'expression de φ'_1 par ω_1 idem pour φ'_2 par ω_2 et soustraire les expressions obtenues.	2
		2.3		Grâce aux deux fréquences F_1 et F_2 , L ne dépend plus de K. On s'affranchit ainsi du problème posé par l'ionosphère.	1
B Modulation BPSK - Étalement de spectre					26
I	1			$\left. \begin{array}{l} \Phi = 0 : \quad u_m(t) = A \cos(\omega_p t) \\ \Phi = \pi : \quad u_m(t) = A \cos(\omega_p t + \pi) = -A \cos(\omega_p t) \end{array} \right\} \Rightarrow$ $u_m(t) = \pm A \cos(\omega_p t)$	2
	2			si $u_k = 0$, $D = +1$ si $u_k = 1$, $D = -1$	1
	3	3.1		Voir DR1	2
		3.2		Voir DR1	2
II	1			Le débit est multiplié par 2 donc T_B est divisé par 2 : pour le lobe principal, le pic (proportionnel à T_B) diminue d'un facteur 2 et la largeur (proportionnelle au débit) augmente d'un facteur 2.	2
	2	2.1		$T_B = 4 \cdot T_P$ donc $f_P = 4/T_B$ soit $f_P = 200 \text{ Hz}$.	1
		2.2		Voir DR2	2
		2.3		En augmentant le débit des données binaires, le spectre du signal modulé perd en amplitude et croît en largeur => étalement de spectre. En ayant, pour le code C/A, un débit 20 460 fois supérieur au débit des données, cela réduit dans les mêmes proportions le pic de densité spectrale. Les signaux émis par tous les satellites ont un pic de densité spectrale très faible et n'empêche pas la transmission d'autres signaux sur la bande L.	2
	3			Voir DR3	2
III	1			$\rho_{M \text{ dBW/Hz}} = 10 \cdot \log(P/d_1) = 10 \cdot \log(P) - 10 \cdot \log(10^6) = P_{\text{dBW}} - 60 \text{ dB}$ $\rho_{M \text{ dBW/Hz}} = -154 - 60 = -214 \text{ dBW/Hz}$	2
	2	2.1		$T_1 = 118,2 \text{ K} \quad T_2 = 26,4 \text{ K} \quad T_3 = 627,1 \text{ K}$	3

		2.2		$N_0 = 1,064 \cdot 10^{-20} \text{ W/Hz}$	2
		2.3		$N_{0dBW/Hz} = -199,7 \text{ dBW/Hz}$	1
	3			$N_{0dBW/Hz}$ est 14,3 dB au dessus de $\rho_M \text{ dBW/Hz}$. Le pic ρ_M (et par suite également celui du code P) est inférieur à la densité spectrale de bruit N_0 . Il n'est donc pas possible de voir un signal GPS à l'analyseur de spectre et le traitement s'avère difficile.	2
C. Translation de fréquence					12
I	1			$v_s(t) = K' \{ \cos[(\omega_1 + \omega_2) t] + \cos[(\omega_1 - \omega_2) t] \}$ avec $K' = kV_1 V_2 / 2$	2
	2			Voir DR4	2
	3	3.1		Voir DR5	2
		3.2	3.2.1	$F_1 = f_1 - f_2$	1
			3.2.2	BP minimale du filtre = bande de fréquence occupée par le signal = Δf	1
II	1			$F_{O1} = F_1 - F_{11} = 1535,872 \text{ MHz}$	2
	2			$F_{12} = F_{11} - F_{O2} = 3,551 \text{ MHz}$ = fréquence centrale du filtre. BP du filtre = 2,046 MHz	2
D. Génération des fréquences					25
I	1	1.1		$F_0 = 12 \text{ MHz}$	2
		1.2		Voir DR6.	2
	2	2.1		$V_{B0} = 1,8 \text{ V}$ $V_{E0} = 1,2 \text{ V}$ $V_{C0} = 3,8 \text{ V}$	3
		2.2		La polarisation correspond à la valeur moyenne des signaux. $V_{Bmoy} \approx 1,7 \text{ V}$; $V_{Emoy} \approx 1,15 \text{ V}$; $V_{Cmoy} \approx 3,8 \text{ V}$. La détermination sur les courbes est proche de la détermination théorique.	2
		2.3		$V_{CE} = 2,6 \text{ V}$, le point de polarisation permet au transistor de fonctionner au mieux dans son domaine linéaire.	1
II	1	1.1		L'ondulation $v(t)$ du signal vérifie : $v(t) = -v(t-T/2)$	1
		1.2		$V_{O1moy} = 5 \text{ V} / 2 = 2,5 \text{ V}$	1
	2	2.1	2.1.1	Filtre passe-bande	1
			2.1.2	$F_{centrale} = 36 \text{ MHz}$, $G(F_{centrale}) = 0 \text{ dB}$, BP = 4 MHz	3
			2.1.3	$Q = 36 \text{ MHz} / 4 \text{ MHz} = 9$	2
		2.2	2.2.1	Voir DR7	3
			2.2.2	Le signal v_{O2} en sortie de filtre n'a plus qu'une seule raie : c'est un signal sinusoïdal d'amplitude 1,06 V et de fréquence $3 F_0 = 36 \text{ MHz}$.	2
		2.3		Le facteur de qualité du filtre est adapté puisqu'on obtient un signal v_{O2} sinusoïdal de fréquence 36 MHz pour effectuer la deuxième translation de fréquence à partir du signal v_{O1} carré de fréquence 12 MHz.	2

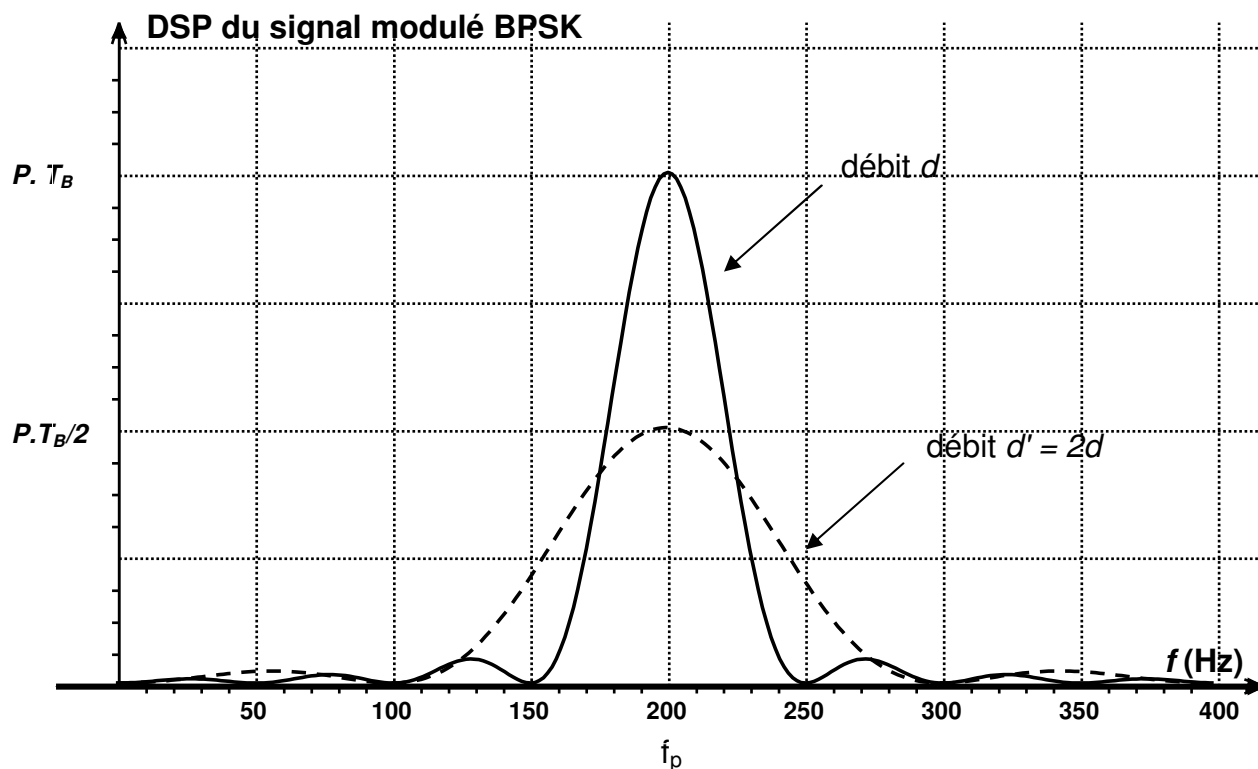
CORRIGÉ DOCUMENTS RÉPONSE

Document réponse 1 (DR1) – Modulation BPSK

Cas particulier: $T_B = 4 T_p$

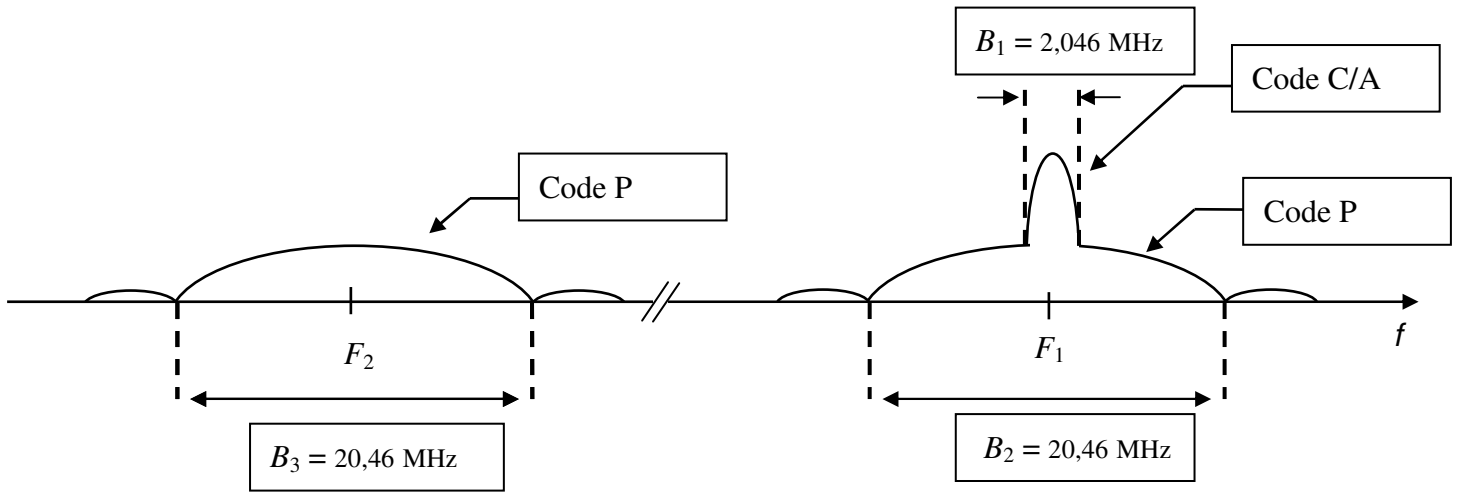


Document réponse 2 (DR2)



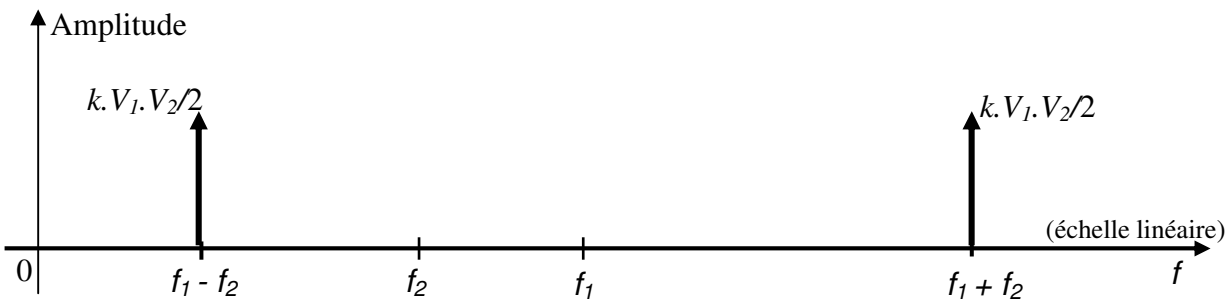
Document réponse 3 (DR3)

Spectre du signal GPS émis



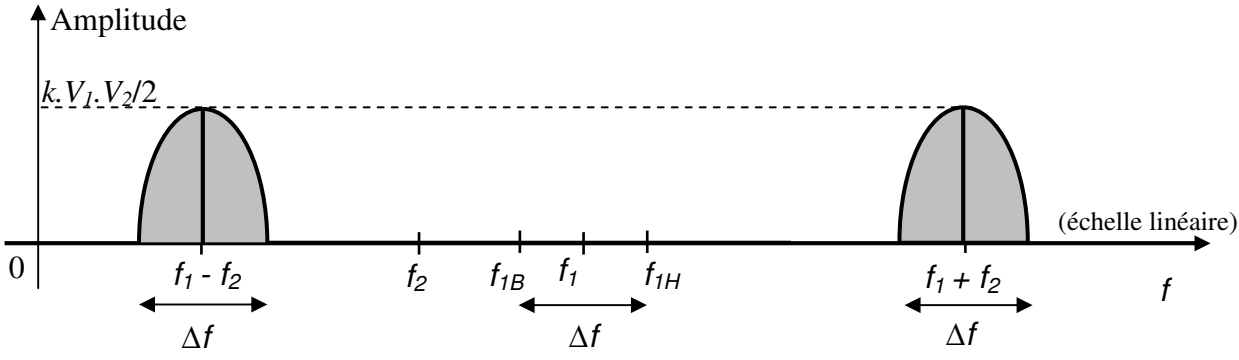
Document réponse 4 (DR4)

Spectre en amplitude de v_s

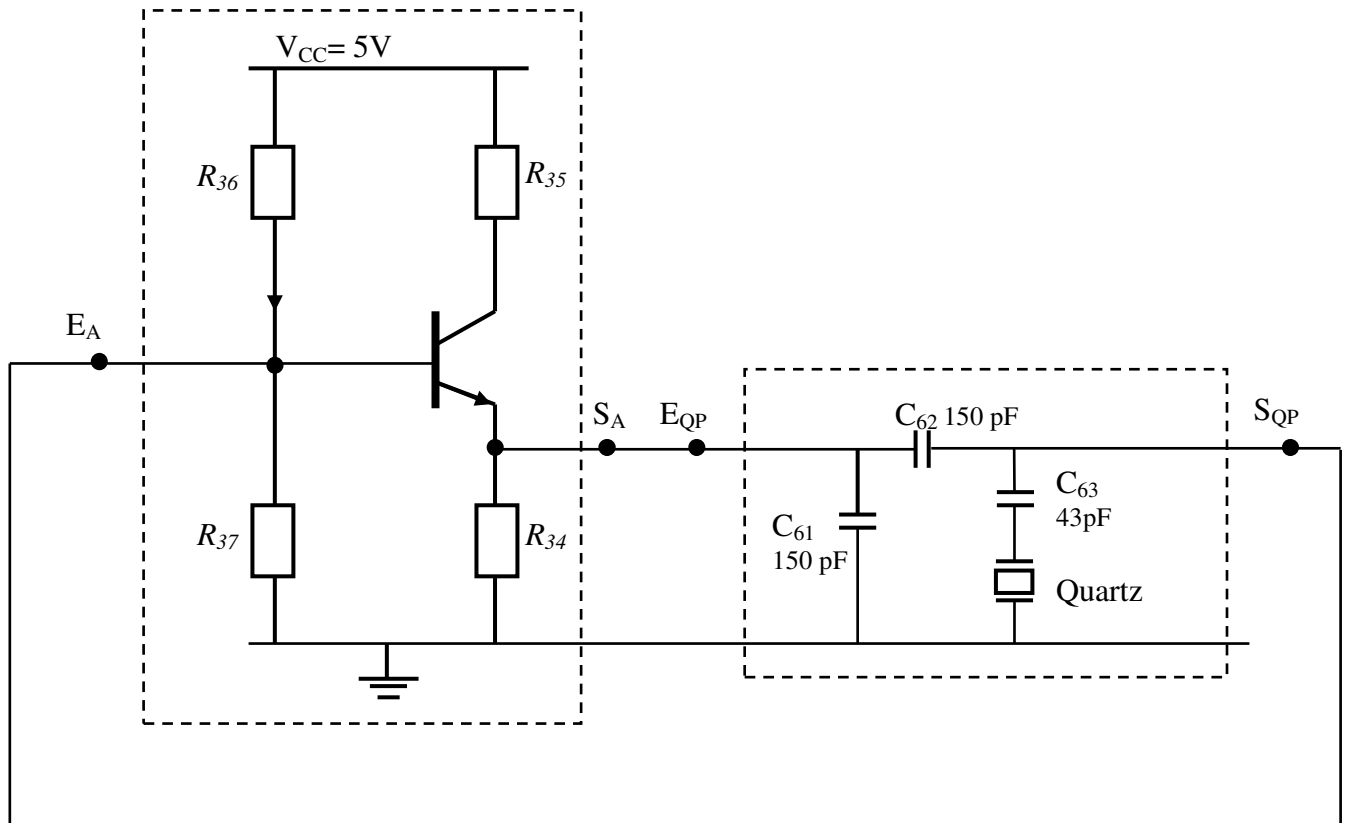


Document réponse 5 (DR5)

Spectre en amplitude de v_s



Document réponse 6 (DR6) :



Document réponse 7 (DR7)

Fréquence des raies de v_{O1} en MHz	0	12	36	60
Amplitude des raies de v_{O1} en V	2,50	3,18	1,06	0,64
Gain du filtre en dB	$-\infty$	- 88	0	- 60
Module de la fonction de transfert	0	$3,98 \cdot 10^{-5}$	1	10^{-3}
Amplitude des raies de v_{O2} en V	0	$1,27 \cdot 10^{-4}$	1,06	$6,40 \cdot 10^{-4}$