

Support de **TD Radio C + Nav...**

2017-2017

V0.3

4TSi505U

D. MICHAUD

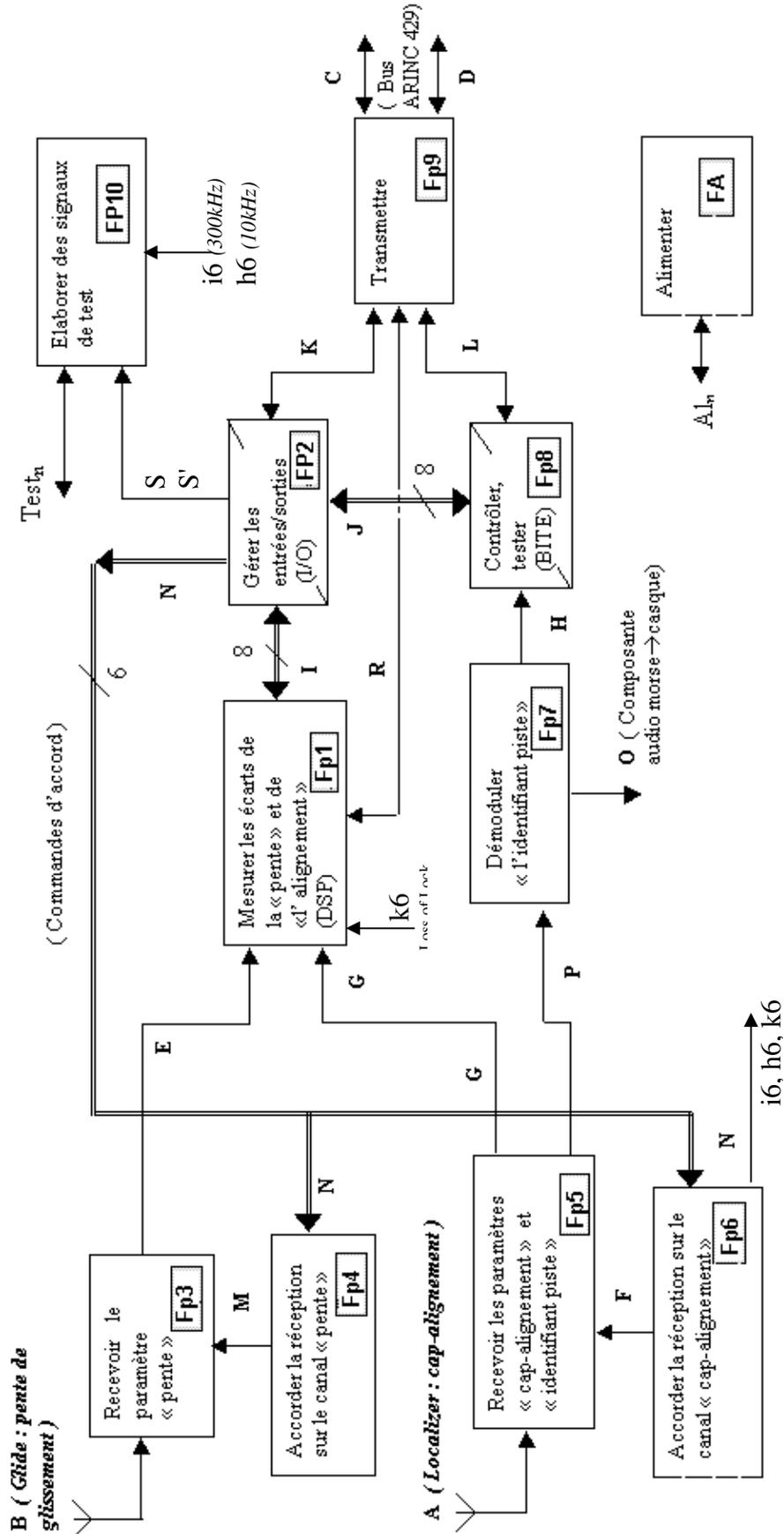
A Sommaire :

A	Sommaire :	2
B	Système ILS	3
B.1	Schéma fonctionnel de degré 1 du récepteur ILS	3
B.1.1	Récepteur Loc	4
B.2	Découverte	5
B.2.1	Analyse des paramètres d'atterrissage « MORSE »:	5
B.3	Etude du synthétiseur FP6 et second étage FP5:	5
B.3.1	L'antenne « localize »:	5
B.3.2	Le récepteur est accordé sur le canal 13 ;	5
B.3.3	Pour la réception de la consigne LOCALIZER ,	6
B.4	Build In Test Equipment sur récepteur ILS	8
B.4.1	Chronogrammes fonction FS10-2,"élaborer les signaux 90 et 150 Hz"	9
B.4.2	Analyse de la fonction élaboration UpLeft et DownRight, fonction FS10-1	9
B.4.3	Pour chacun des signaux "carré" 90 Hz et 150 Hz JUSTIFIER la présence des raies à 450 Hz:	10
B.4.4	Quelle est la fréquence porteuse en mode Self TEST:	10
B.4.5	INDIQUER la fonction électronique réalisée par les deux structures autour des circuits U3A et U3C:	11
B.5	Filtre Anti-repliement :	11
B.5.1	) Etude du diagramme de Bode du filtre anti-repliement FS1-1:	11
B.5.2	Sachant que sur notre récepteur la fréquence d'échantillonnage vaut : $f_{ech} = 11,7 \text{ kHz}$:	12
B.6	Etude du synthétiseur FP6 et second étage FP5:	12
B.6.1	L'antenne « localize »:	12
B.7	ARINC 429	13
B.7.1	Etude de l'information « ident morse » véhiculé par a10 :	13
B.7.2	On se propose d'identifier le mode de fonctionnement de FS7-4 et FS7-5 à partir du relevé ci-dessous des chronogrammes des signaux b10 et H.	13
B.7.3	Etude de la transmission sur bus ARINC, fonction FS9-8:	14
B.7.4	ainsi que le numéro du bit du mot 32 bits : (voir page DT29)	14
B.8	Radioaltimètre :	17
C	Les Décibels	18
C.1	Dynamique de Gain	18
C.2	Amplification et atténuation : dB et dBm	18
D	Tableau 1 : Canaux d'accord du récepteur ILS : (extrait de la notice de maintenance)	19
E	Spectre	20
F	Code MORSE	21

B Système ILS

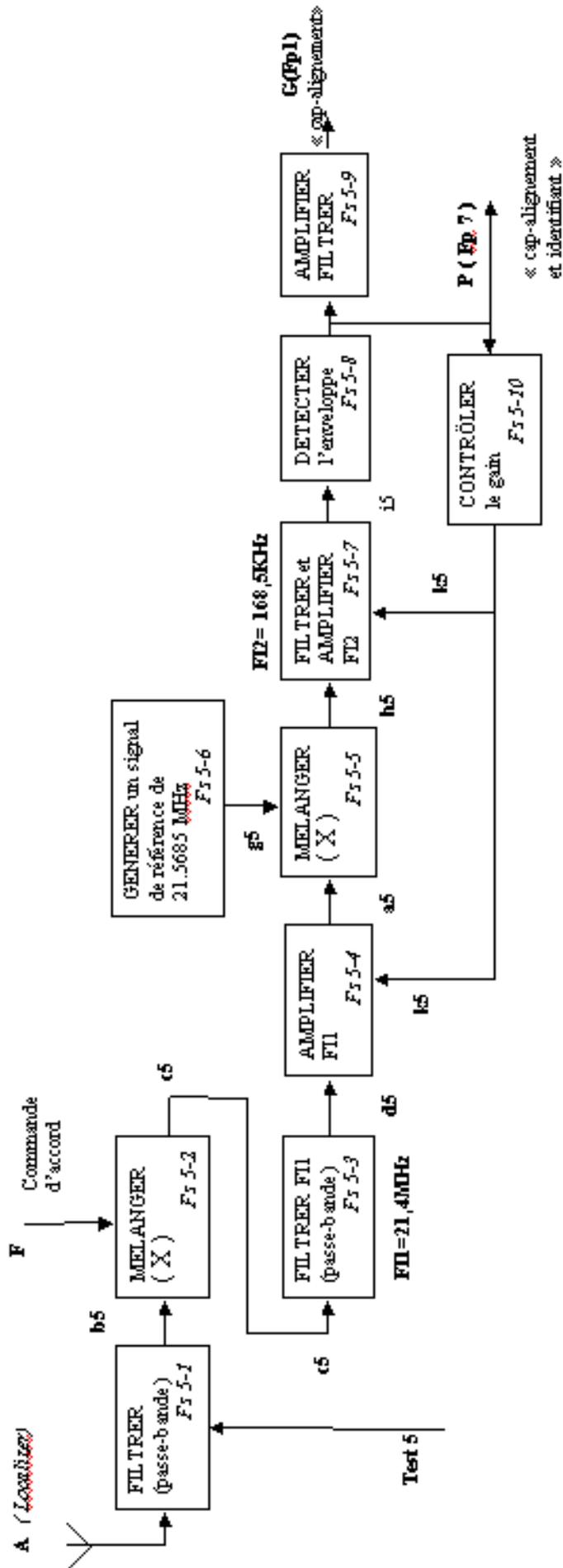
B.1 Schéma fonctionnel de degré 1 du récepteur ILS

Schéma fonctionnel du 1^{er} degré du récepteur ILS



B.1.1 Récepteur Loc

Schéma fonctionnel du 2nd degré de FPS
 (Recevoir les informations « cap-alignement et identifiant piste »)

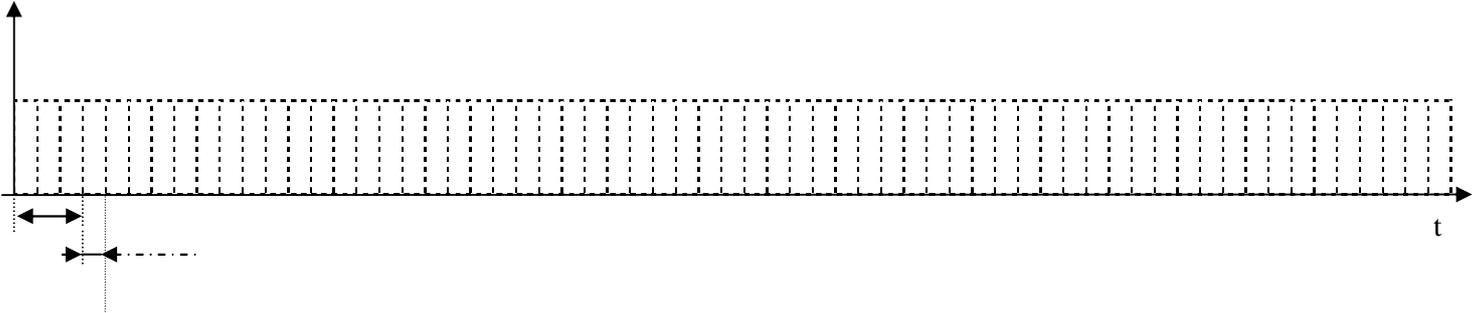


B.2 Découverte

B.2.1 Analyse des paramètres d'atterrissage « MORSE »:

La piste d'atterrissage possède l'identifiant « GAU » ; **INDIQUEZ** le code morse correspondant ; **REPRESENTEZ** le chronogramme correspondant à la transmission d'un mot « GAU » ; vous **PRECISEREZ** les caractéristiques temporelles ; vous **REPRESENTEREZ** un état haut pour un point ou un trait et un état bas pour les silences (espaces).

GAU:



B.3 Etude du synthétiseur FP6 et second étage FP5:

- On se propose d'étudier la chaîne de réception du signal d'alignement « localizer » et d'identification de piste « morse ».

Analyse de FP 5: Recevoir les paramètres « cap-alignement » et « identifiant piste » - Localizer -

B.3.1 L'antenne « localizer »

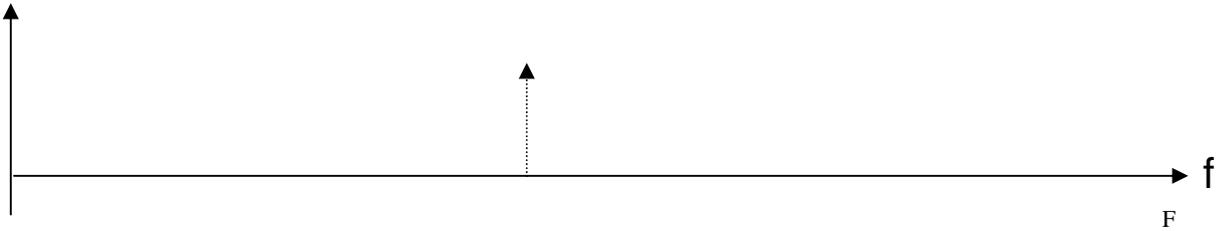
D'impédance $Z_L = 50 \Omega$, reçoit un signal dont la tension $u_L = 3\mu V$; **EXPRIMEZ, puis CALCULEZ** la puissance équivalente P_L en dBm.

On donne $P_L(dBm) = 10 \log [P_L / (1 mW)]$ avec P_L en mW.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

B.3.2 Le récepteur est accordé sur le canal 13 ;

L'aéronef est aligné sur la trajectoire de consigne ; de plus, il reçoit l'identifiant de la piste ; **REPRESENTEZ** l'allure du spectre « Sd5 » du signal présent sur la sortie « d5 » de Fs 5-3 ; l'amplitude des raies ne sera pas analysée; seule la porteuse de l'identifiant sera prise en compte ; vous indiquerez les fréquences caractéristiques.



B.3.3 Pour la réception de la consigne LOCALIZER ,

On se propose de valider le choix de la fréquence intermédiaire du premier changement de fréquence de la chaîne de réception à double changement de fréquence (soit 21,4 MHz pour la première et 168,5kHz pour la deuxième).

- Le choix des fréquences intermédiaires doit permettre une réception des signaux ILS sans interférences avec les signaux de radiodiffusion FM (bande 87,5 MHz à 107,5 MHz)
- Notons la première fréquence intermédiaire F_{int1} (issue du synthétiseur de fréquence F_s 5-3) repérée « C₅ » sur le schéma fonctionnel page DT24.
- F_{OL} la fréquence de l'oscillateur repérée « F » sur ce même schéma.
(bande de l'oscillateur hétérodyne : 86,55 à 90,55 MHz pour le localizer)
- F_{Recue} la fréquence du signal reçu sur l'entrée du récepteur Localizer signal repéré «b5».

On remarque : $F_{int1} = F_{Recue} - F_{OL}$

Dans un récepteur hétérodyne, on définit la fréquence image F_{image} , qui s'exprime par la relation :

$$F_{image} = F_{Recue} - 2 \cdot F_{int1}$$

Le récepteur doit rejeter cette fréquence image. De plus, la bande de fréquence image de notre récepteur ILS doit, notamment, exclure les fréquences de la bande de radiodiffusion des radios FM.
Un signal de fréquence image en entrée du récepteur perturbe la réception des signaux utiles.

B.3.3.a

Le récepteur étant accordé sur le *canal 13*, **CALCULEZ** la fréquence image (localizer):

$F_{image13} = \dots\dots\dots$

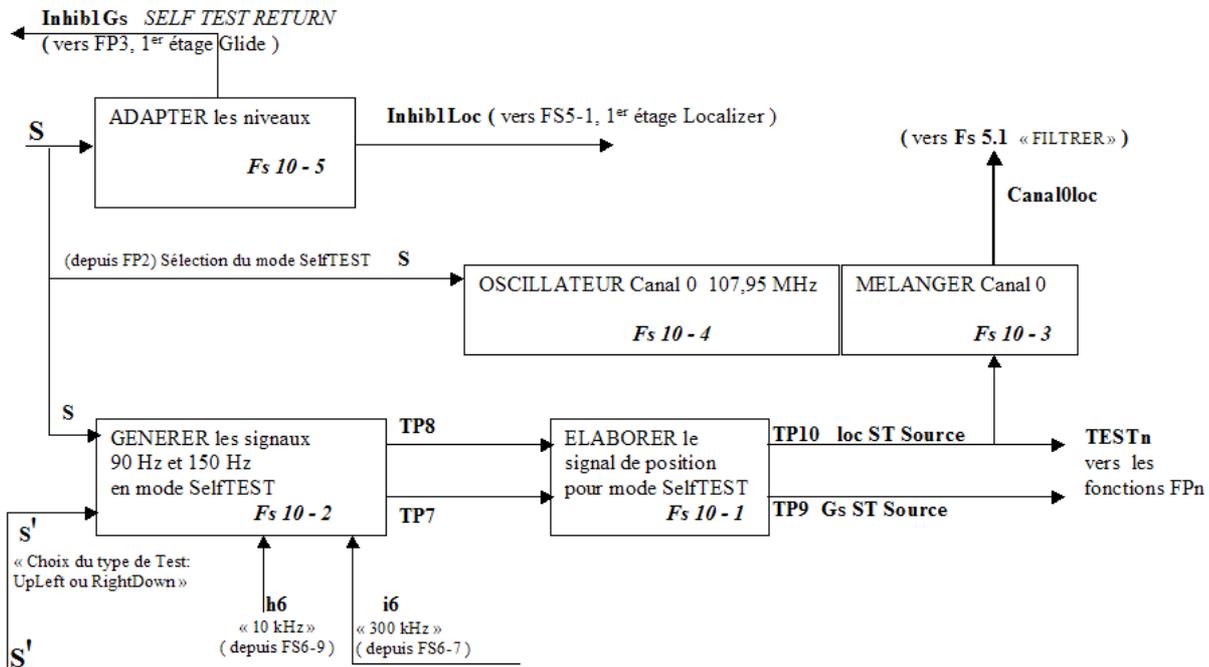
B.3.3.b

En vous aidant du schéma structurel, page DT47, **MONTREZ** que cette fréquence image est rejetée par le récepteur :

.....

B.4 Build In Test Equipment sur récepteur ILS

Schéma fonctionnel du 2nd degré de Fp 10 (Elaborer des signaux de test)

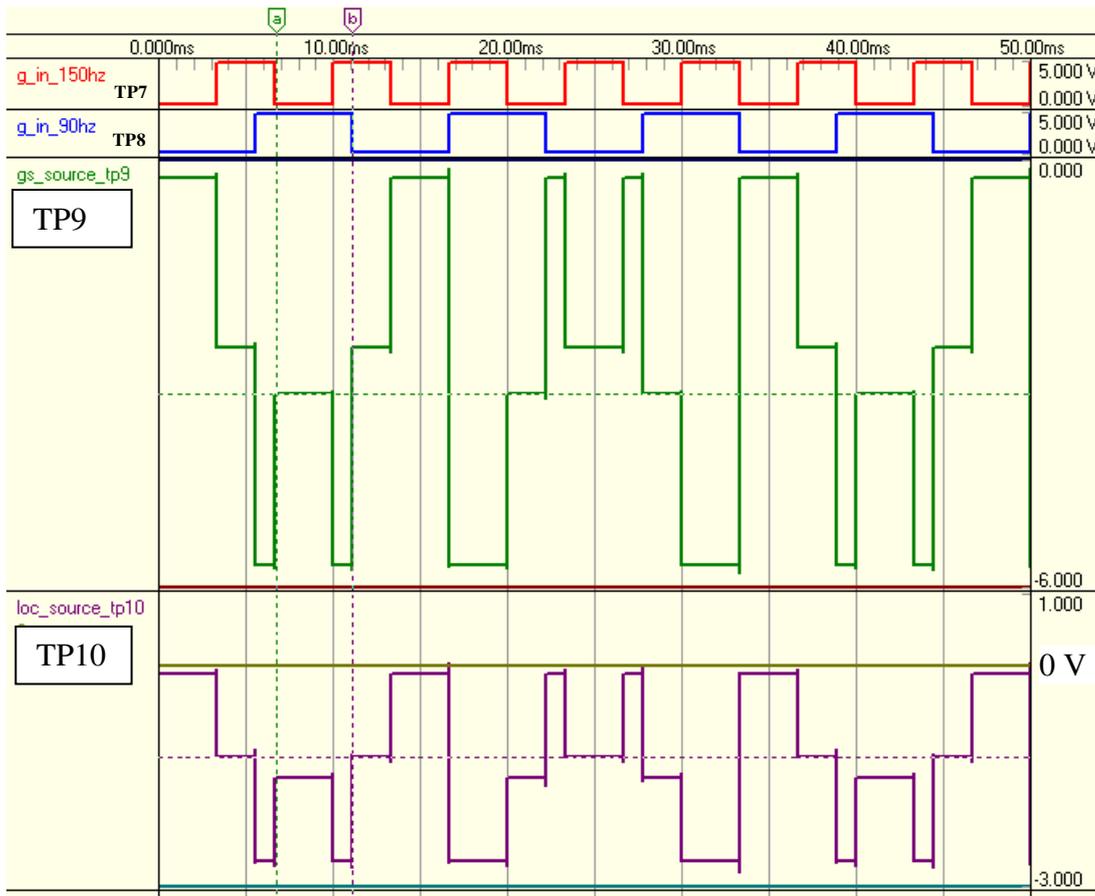


- On se propose d'étudier FP10, la chaîne d'élaboration du **canal 0** pour le mode **SelfTEST** du récepteur ILS.
En fonction des paramètres d'entrée, on injecte un signal modulant 90Hz et 150 Hz de référence avec des amplitudes différentes pour simuler :
 - soit la position "en haut et à gauche", notée **UpLeft**,
 - soit la position "en bas et à droite", notée **DownRight**

B.4.1 Chronogrammes fonction FS10-2, "élaborer les signaux 90 et 150 Hz"

Chrono 1 : signal **g_in_150hz** = signal relevé au point TP7 , image de la broche 14.

Chrono 2 : signal **g_in_90hz** = signal relevé au point TP8 , image de la broche 15.



**Mode Self Test
et S'=1**

Chrono 1

Chrono 2

Chrono 3

Le signal au point TP9
pour le signal "glide"

Chrono 4

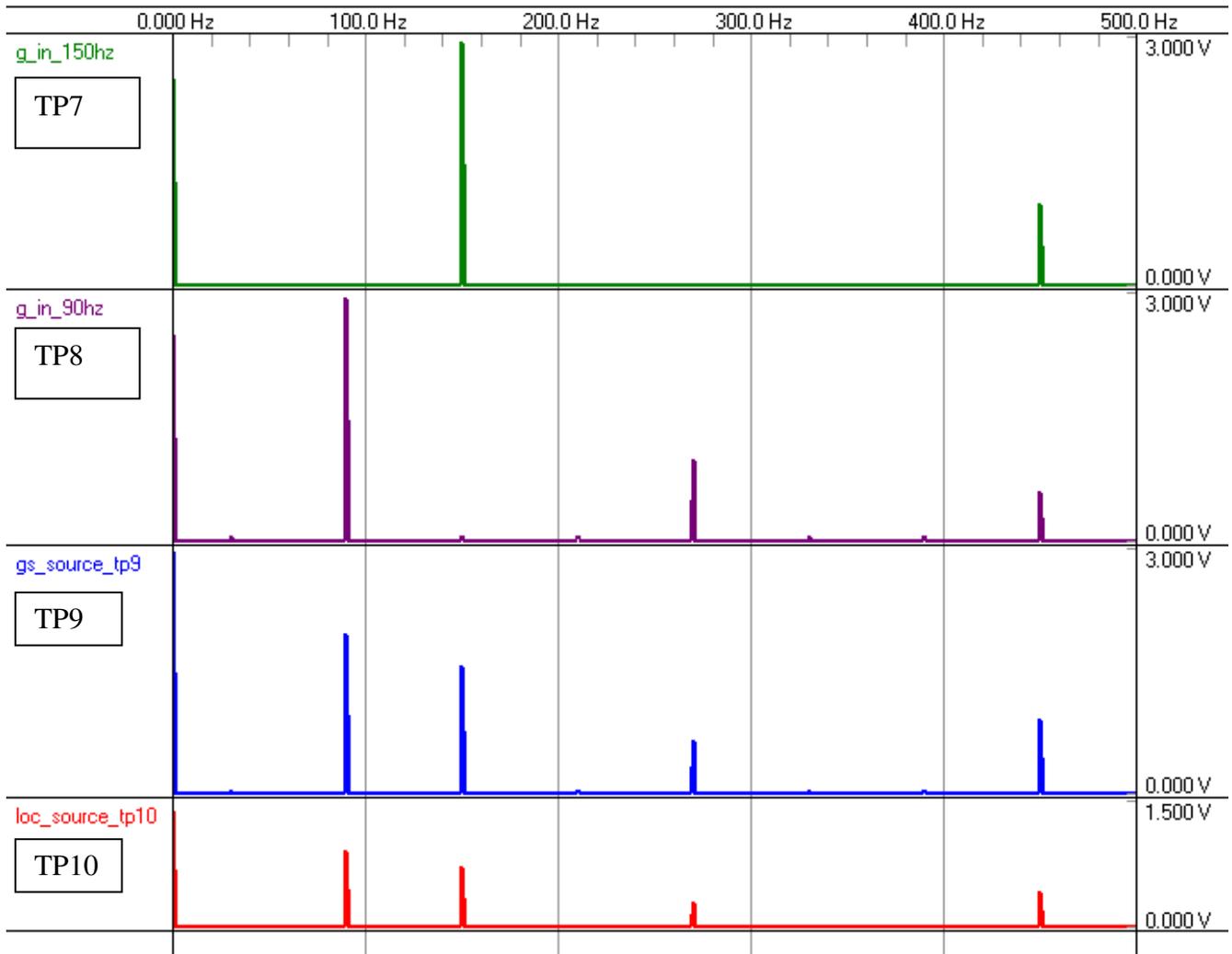
Le signal au point TP10
pour le signal "localizer"

B.4.2 Analyse de la fonction élaboration UpLeft et DownRight, fonction FS10-1

Les **spectres** des signaux issues des broches 14 et 15 du circuit mémoire référencé U2 page DT47, fonction FS10-2, "élaborer les signaux 90 et 150 Hz" ont l'allure décrite ci-dessous :

signal **g_in_150hz** = signal relevé au point TP7

signal **g_in_90hz** = signal relevé au point TP8



Voir les chronogrammes page ...

B.4.3 Pour chacun des signaux "carré" 90 Hz et 150 Hz JUSTIFIER la présence des raies à 450 Hz:

.....

- Indiquer le rang de l'harmonique pour le fondamental de 90 Hz :

.....

- Indiquer le rang de l'harmonique pour le fondamental de 150 Hz :

.....

B.4.4 Quelle est la fréquence porteuse en mode Self TEST:

- pour le "localizer" ?
- pour le "Glide" ?

B.4.5 INDIQUER la fonction électronique réalisée par les deux structures autour des circuits U3A et U3C:

RAYER Les mentions INUTILES:

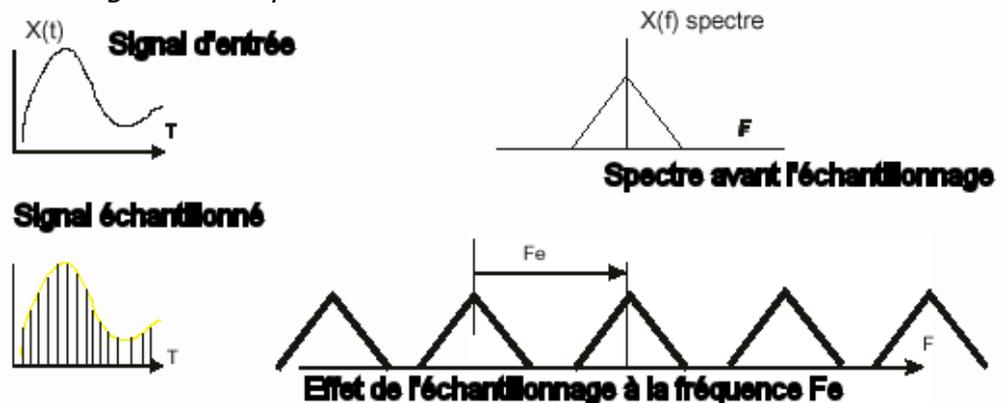
Amplificateur / Atténuateur / Passe HAUT / Passe BAS / Passe Bande / Coupe Bande / Réjecteur / Additionneur / Inverseur / Soustracteur / Intégrateur / Dérivateur / Suiveur ?

Si autre, préciser:

B.5 Filtre Anti-repliement :

Pour le système ILS720 de l'A320, l'échantillonnage des signaux de positionnement se fait par des Processeurs DSP via des convertisseurs Flash. Il se produit un phénomène de repliement. Il est donc indispensable de limiter le spectre à au moins la moitié de la fréquence d'échantillonnage (Théorème de Shannon) .

L'effet de l'échantillonnage est indiqué ci-dessous:

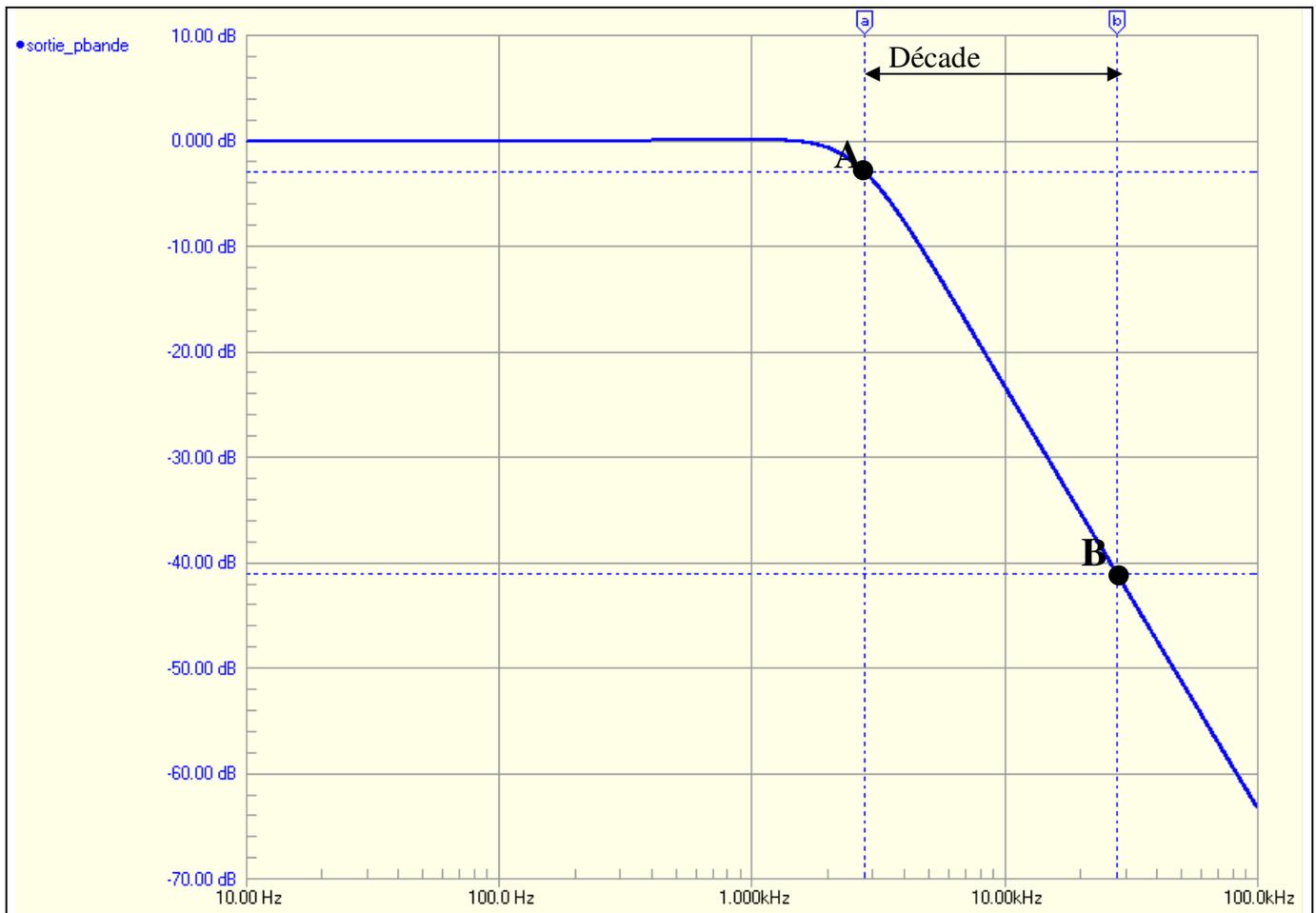


Afin d'éviter le repliement de spectre ("chevauchement de spectre" si le signal analogique ne respecte pas le théorème de Shannon vis à vis de la fréquence d'échantillonnage F_e), on place un filtre passe bas analogique avant échantillonnage qui sert de filtre dit de "Garde" ou "Anti-aliasing" ou encore "Anti-repliement" : c'est le rôle des filtres.

B.5.1) Etude du diagramme de Bode du filtre anti-repliement FS1-1:

➤ Déterminer les paramètres à partir du diagramme ci-après:

- fcoupure à 3dB : **fc =**
- pente entre les points **A** et **B** en dB/décade : **pente_{AB} =**
- En déduire l'ordre du filtre :



B.5.2 Sachant que sur notre récepteur la fréquence d'échantillonnage vaut : $F_{ech} = 11,7$ kHz :

- CALCULER le rapport $F_{ech}/F_c =$

- La condition de **Shannon** est elle respectée ?

B.6 Etude du synthétiseur FP6 et second étage FP5:

- On se propose d'étudier la chaîne de réception du signal d'alignement « localizer » et d'identification de piste « morse ».

Analyse de FP 5: Recevoir les paramètres « cap-alignement » et « identifiant piste » - Localizer -

B.6.1 L'antenne « localizer »

D'impédance $Z_L = 50 \Omega$, reçoit un signal dont la tension $u_L = 3\mu V$; EXPRIMEZ, puis CALCULEZ la puissance équivalente P_L en dBm.

On donne $P_L(dBm) = 10 \log [P_L / (1 mW)]$ avec P_L en mW.

.....

B.7 ARINC 429

B.7.1 Etude de l'information « ident morse » véhiculé par a10 :

L'émetteur de chaque piste d'aéroport émet un signal d'identification en code MORSE de trois lettres. Le codage entre le pilote et la tour de contrôle s'effectue par voix radio selon le code d'épellation radiophonique décrit page ...

Le signal analogique reçu par l'ILS, transporte cette information en code MORSE par modulation d'amplitude avec porteuse $F_m=1020$ Hz.

La fonction FP8 transmet cette information sur bus ARINC en utilisant un codage ASCII sur 8 bits : ce codage se limite aux lettres **majuscules**.

B.7.1.a INDIQUER le code reçu de la piste 09R.

Un exemple est fourni en cours pour l'aéroport **Charles de Gaulle – Paris**.

	1 ^{ère} Lettre émise	2 ^{ème} Lettre émise	3 ^{ème} Lettre émise
Alphabet Ident09R=			
Code ASCII en décimal			
Epellation radiophonique exemple : « alpha, tango..... »			

.....

B.7.1.b INDIQUER le code reçu en mode maintenance.

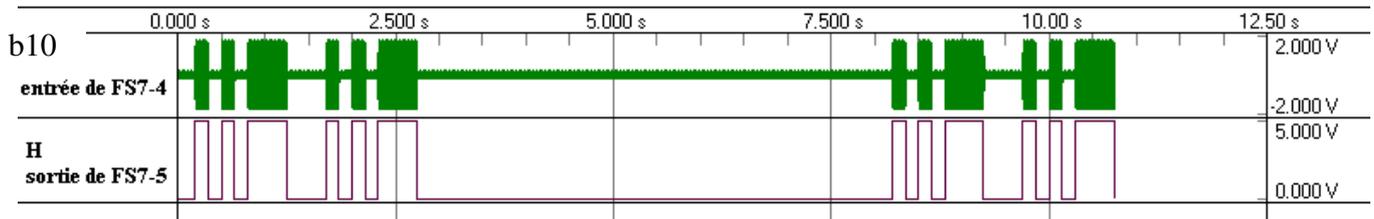
Lors des opérations de maintenance, le récepteur ILS est placé sur un banc de test. Un générateur fourni les signaux analogiques modulé en entrée du récepteur. On fournit un extrait de la notice de maintenance page DT35.

	1 ^{ère} Lettre émise	2 ^{ème} Lettre émise	
Alphabet			
Code ASCII en décimal			

.....

B.7.2 On se propose d'identifier le mode de fonctionnement de FS7-4 et FS7-5 à partir du relevé ci-dessous des chronogrammes des signaux b10 et H.

Relevé des signaux aux points b10 et H page DT45 :



- IDENTIFIER le code reçu sous les différents formats suivant:
 codage MORSE :
 codage lettre d'ALPHABET :.....
- En DEDUIRE le mode de fonctionnement du récepteur (maintenance ou approche piste aéroport ?) :

- Le cas échéant, à l'aide du tableau page DT33, IDENTIFIER le **nom de la piste** de l'aéroport et le **numéro du CANAL**.

nom de la piste :

numéro du CANAL:

B.7.3 Etude de la transmission sur bus ARINC, fonction FS9-8:

*Le micro-contrôleur BITE de la fonction FP8, communique avec les systèmes de l'avion via un Bus ARINC 429 à travers les fonctions FS9-7 et FS9-8 :
 On se propose d'étudier l'interface avec ce BUS de façon à vérifier la cohérence avec les spécifications techniques du codage des informations et les niveaux électriques associés.*

Le codage se fait sur un mot de 32 bits dont l'entête correspond au **LABEL 236 en octal**.

B.7.3.a INDIQUER le code binaire (du MSB au LSB) de ce LABEL

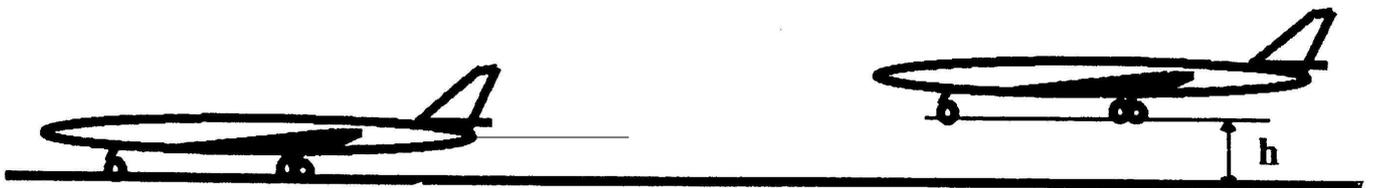
B.7.4 ainsi que le numéro du bit du mot 32 bits : (voir page DT29)

	MSB	Label						LSB
Numéro du bit du mot 32 bits transmis								
valeur binaire du LABEL								

B.7.4.d Le système transmet la fréquence du canal sélectionné sur le bus. Un relevé indique la trame suivante sur le bus ARINC pour les bits de 9 à 32 :

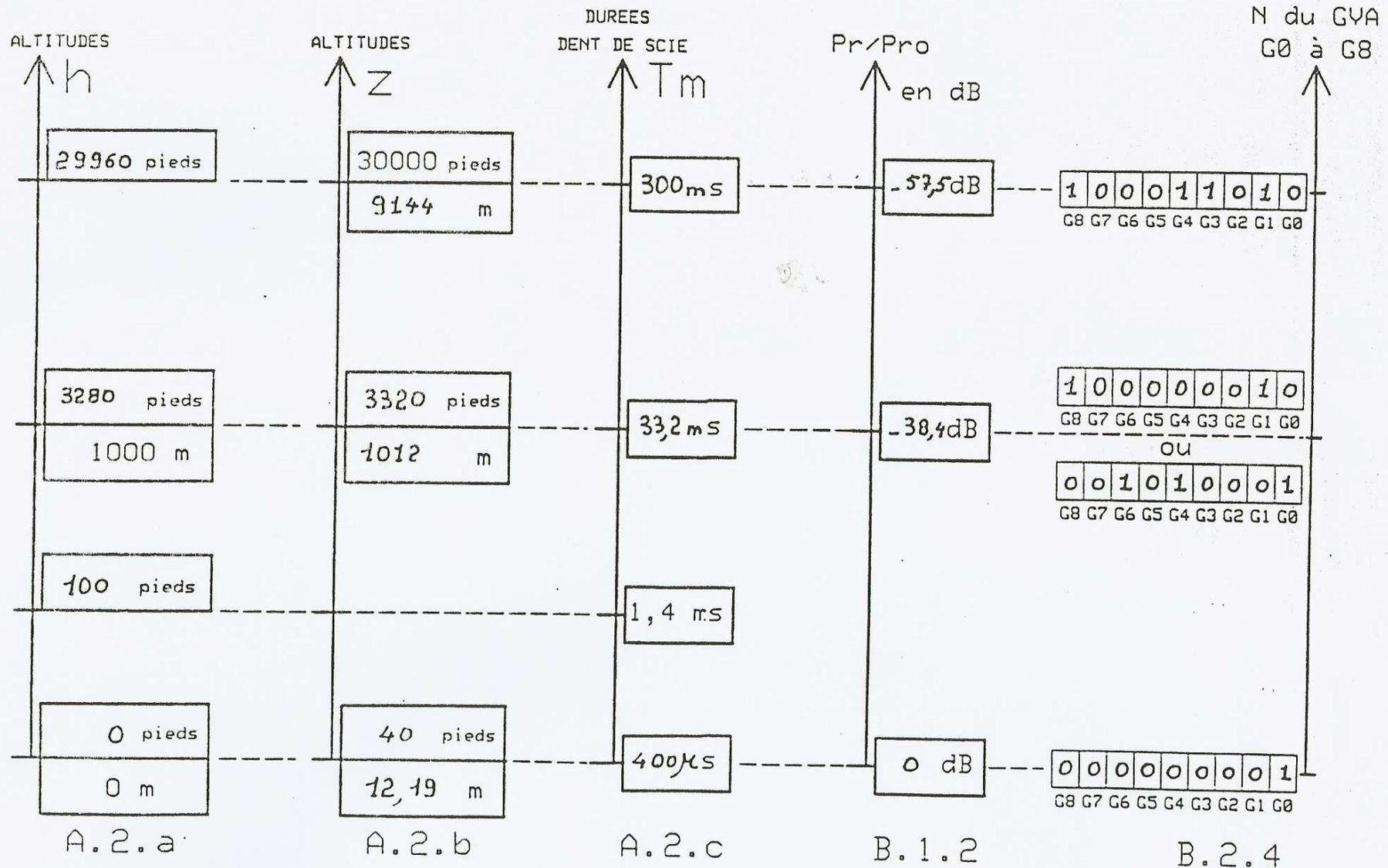
bit 9	Bit 10	bit 11	bit 12	bit 13	bit 14	bit 15	bit 16	bit 17	bit 18	Bit 19	bit 20	bit 21	bit 22	bit 23	bit 24	bit 25	bit 26	bit 27	bit 28	bit 29	bit 30	bit 31	bit 32
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

- REPERER dans la trame ci-dessus la fréquence codée en BCD (Binaire codé Décimal) :
- INDIQUER la valeur de cette fréquence en MHz:
- En déduire le numéro du canal:
- INDIQUER la valeur du bit de parité **P** =
- INDIQUER la valeur du code **SDI** en binaire puis en décimal :
en binaire (préciser poids fort et poids faible) $SDI_{BIN} =$
en décimal $SDI_{DEC} =$



B.8 Radioaltimètre :

DOCUMENT REPONSE DR1



C Les Décibels

Atténuation – Amplification – Gain – dB – dBm – dBW – dBV...

C.1 Dynamique de Gain

N bits	combinaisons	20*LOG(ratio)			par OCTAVE 6 dB			Sensibilité, LSB, quantum	Pleine Echelle			dynamique dB	bits nécessaires	
		ratio base 2	dynamique dB	Nb bits										
1	bits	2	6 dB	1 *	6 dB =	6 dB	RTC	5 à	500	mV	40	dB	7	bits nécessaires
2	bits	4	12 dB	2 *	6 dB =	12 dB	VIDEO	0,1 à	1000	mV	80	dB	13	bits nécessaires
3	bits	8	18 dB	3 *	6 dB =	18 dB	CAN 8 Bits	19,5 à	5000	mV	48	dB	8	bits nécessaires
4	bits	16	24 dB	4 *	6 dB =	24 dB	CAN 13 bits	0,61 à	5000	mV	78	dB	13	bits nécessaires
5	bits	32	30 dB	5 *	6 dB =	30 dB	Localizer ILS	0,0001 à	0,4	DDM	72	dB	12	bits nécessaires
6	bits	64	36 dB	6 *	6 dB =	36 dB	Glide ILS	0,0002 à	0,8	DDM	72	dB	12	bits nécessaires
7	bits	128	42 dB	7 *	6 dB =	42 dB	VOR 12 bits	0,044 à	180	degrés	72	dB	12	bits nécessaires
8	bits	256	48 dB	8 *	6 dB =	48 dB	CAN 23 Bits ΣΔ	0,038 à	5000	mV	102	dB	17	bits nécessaires
9	bits	512	54 dB	9 *	6 dB =	54 dB	Radio altimètre 16 bits	0,5 à	30000	Pieds	96	dB	16	bits nécessaires
10	bits	1024	60 dB	10 *	6 dB =	60 dB	CAN 6 Bits Meteosat	78,1 à	5000	mV	36	dB	6	bits nécessaires
11	bits	2048	66 dB	11 *	6 dB =	66 dB	10μV à 100V	0,00001 à	100	v	140	dB	23	bits nécessaires
12	bits	4096	72 dB	12 *	6 dB =	72 dB	Pince Ampéremétrique	0,1 à	200	A	66	dB	11	bits nécessaires
13	bits	8192	78 dB	13 *	6 dB =	78 dB	GPS	0,01 à	2000	km	106	dB	18	bits nécessaires
14	bits	16384	84 dB	14 *	6 dB =	84 dB	Laser	0,001 à	100	m	100	dB	17	bits nécessaires

C.2 Amplification et atténuation : dB et dBm

$$\underbrace{20.\text{Log}\left(\frac{V_0}{0.775}\right)}_{\text{dBm}} - \underbrace{20.\text{Log}\left(\frac{V_0}{V_1}\right)}_{\text{dB}} = 20.\text{Log}\left(\frac{V_0.V_1}{0.775.V_0}\right) = \underbrace{20.\text{Log}\left(\frac{V_1}{0.775}\right)}_{\text{dBm}}$$

$$\underbrace{20.\text{Log}\left(\frac{V}{0.775}\right)}_{\text{dBm}} - \underbrace{20.\text{Log}\left(\frac{V}{1}\right)}_{\text{dBv}} = 20.\text{Log}\left(\frac{1}{0.775}\right) = 2.2\text{dB}$$

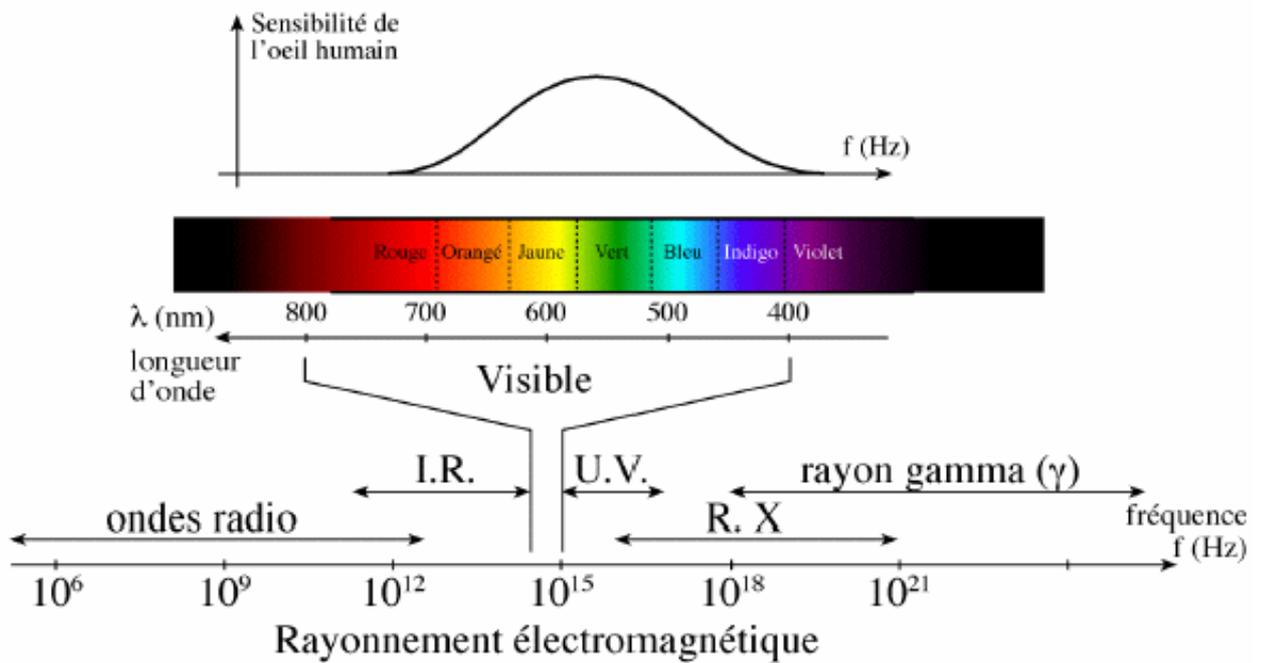
D **Tableau 1 : Canaux d'accord du récepteur ILS :**
(extrait de la notice de maintenance)

Numéro N du Canal ILS	Selected localizer frequency FL (MHz)	Paired glide slope frequency FG (MHz)
0 Self Test	107.95	335.15
1	108.10	334.70
2	108.15	334.55
3	108.30	334.10
4	108.35	333.95
5	108.50	329.90
6	108.55	329.75
7	108.70	330.50
8	108.75	330.35
9	108.90	329.30
10	108.95	329.15
11	109.10	331.40
12	109.15	331.25
13	109.30	332.00
14	109.35	331.85
15	109.50	332.60
16	109.55	332.45
17	109.70	333.20
18	109.75	333.05
19	109.90	333.80
20	109.95	333.65
21	110.10	334.40
22	110.15	334.25
23	110.30	335.00
24	110.35	334.85
25	110.50	329.60
26	110.55	329.45
27	110.70	330.20
28	110.75	330.05
29	110.90	330.80
30	110.95	330.65
31	111.10	331.70
32	111.15	331.55
33	111.30	332.30
34	111.35	332.15
35	111.50	332.90
36	111.55	332.75
37	111.70	333.50
38	111.75	333.35
39	111.90	331.10
40	111.95	330.95

N, numéro du canal, $N \in [0 : 40]$
et N=0 pour la fréquence de Self TEST (Loc 107,95 MHz et Glide 335,15 MHz).

E Spectre

Spectre électromagnétique et décomposition de la lumière blanche



Relation fondamentale :

$$\lambda = cT = \frac{c}{f}$$

c : célérité de la lumière dans le vide

$$c = 300\,000 \text{ km.s}^{-1} = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

λ : longueur d'onde (m)

T : période (s)

f : fréquence (Hz)

F Code MORSE

TABLE 1.1 MORSE CODE

A	. _ _	N	_ _ .		
B	_ _ . . .	O	_ _ _ _ _		
C	_ . . _ .	P	_		
D	_ . . .	Q	_ . . . _	1	. _ _ _ _ _
E	. _	R	_ . . .	2	. . _ _ _ _
F	. . . . .	S	. . .	3	. . . _ _
G	_ _ _ .	T	_ _	4 _
H	. . . .	U	. . _ _	5	. . . . .
I	. .	V	. . . _	6	_
J	. _ _ _ _	W	. _ _ _	7	_ _ _ . .
K	_ . . .	X	_ . . . _	8	_ _ _ . . .
L	. _ . . .	Y	_ . _ _ _	9	_ _ _
M	_ _ _	Z	_ _ . . .	0	_ _ _

(a) Letters

(b) Numbers

Period (.)	. _ . _ . _	Wait sign (AS)	. _ . . .
Comma (,)	_ _ . . . _ _	Double dash (break)	_ _ . . . _
Interrogation (?)	. . _	Error sign	. . . . . . .
Quotation Mark (")	. _ . . . _ .	Fraction bar (/)	_
Colon (:)	_ _	End of message (AR)	. _
Semicolon (;)	_	End of transmission (SK) _ .
Parenthesis ()	. _		

(c) Punctuation and Special Characters

Produit de Fonctions Trigonométriques.

$$\sin a \cdot \sin b = 1/2 \cdot \cos (a-b) - 1/2 \cdot \cos (a+b)$$

$$\cos a \cdot \cos b = 1/2 \cdot \cos (a-b) + 1/2 \cdot \cos (a+b)$$

$$\sin a \cdot \cos b = 1/2 \cdot \sin (a+b) + 1/2 \cdot \sin (a-b)$$

Somme et Différence de Fonctions Trigonométriques.

$$\sin a + \sin b = 2 \cdot \sin [(a+b)/2] \cdot \cos [(a-b)/2]$$

$$\cos a + \cos b = 2 \cdot \cos [(a+b)/2] \cdot \cos [(a-b)/2]$$

$$\cos a - \cos b = -2 \cdot \sin [(a+b)/2] \cdot \sin [(a-b)/2]$$

Arcs Associés.

$$\sin (-a) = -\sin a$$

$$\cos (-a) = \cos a$$

$$\sin (\pi - a) = \sin a$$

$$\cos (\pi - a) = -\cos a$$

$$\sin (\pi/2 - a) = \cos a$$

$$\cos (\pi/2 - a) = \sin a$$

$$\sin (\pi + a) = -\sin a$$

$$\cos (\pi + a) = -\cos a$$

$$\sin (\pi/2 + a) = \cos a$$

$$\cos (\pi/2 + a) = -\sin a$$

Somme et Différence d'Angles.

$$\sin (a+b) = \sin a \cdot \cos b + \cos a \cdot \sin b$$

$$\sin (a-b) = \sin a \cdot \cos b - \cos a \cdot \sin b$$

$$\cos (a+b) = \cos a \cdot \cos b - \sin a \cdot \sin b$$

$$\cos (a-b) = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b$$

Élévation au Carré.

$$\cos^2 a + \sin^2 a = 1$$

$$\sin^2 a = (1 - \cos 2a)/2$$

$$\cos^2 a = (1 + \cos 2a)/2$$

ILS + DME 26 R

Final Approach

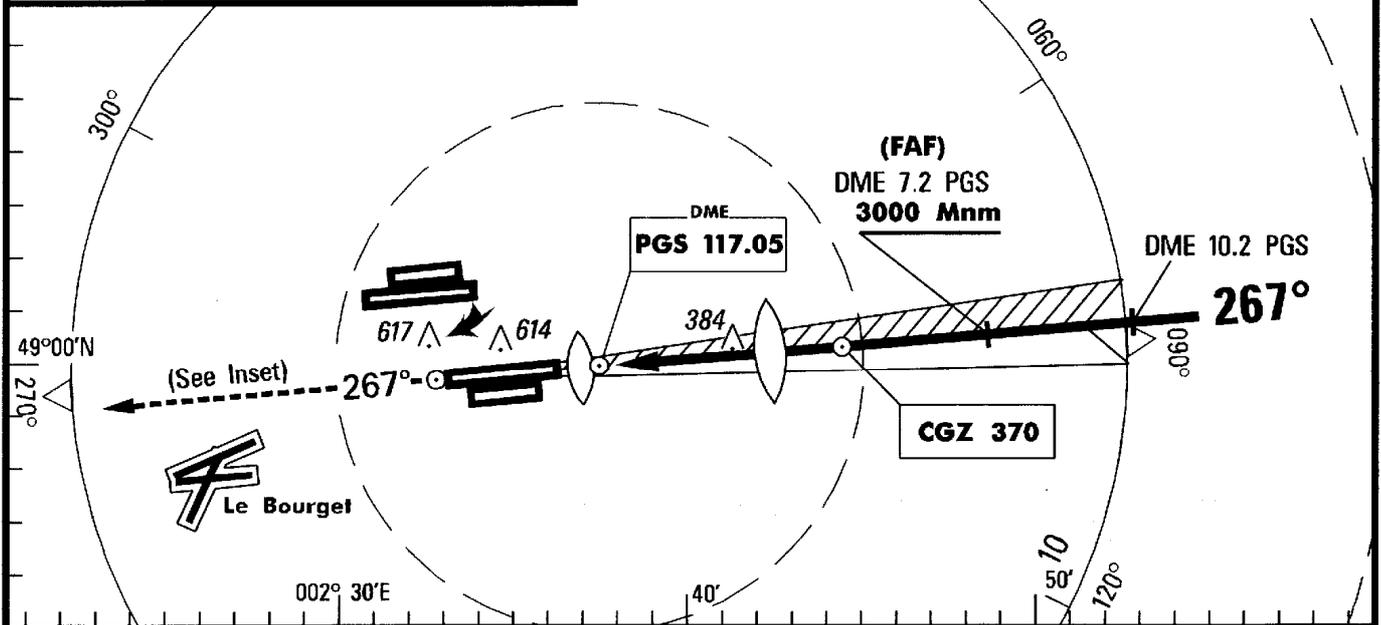
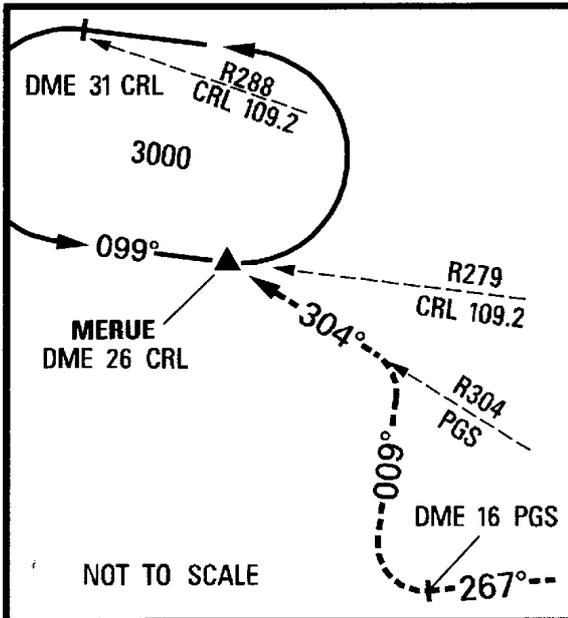
GAU 109.1

PGS 117.05

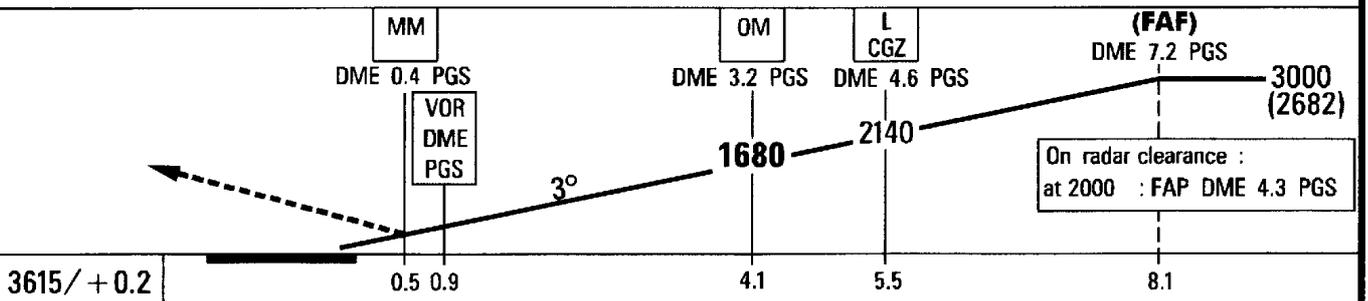
318 ft/12 hPa

DME PGS	DESC	INFO
7.2	3000	3 °
5	2270	
3	1620	
1	970	

SIMULTANEOUS APPROACH
WITH RWY 27L/R CDG
AND RWY 27 LE BOURGET



Climb to 4000. On 267° to DME 16 PGS, RT on 009° to intercept and follow R304 PGS to MERUE

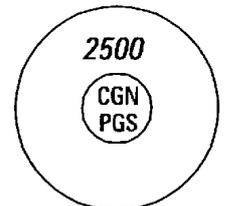


Paris Ch. de Gaulle

Document réservé au pilote.

APP(R):	121.150	125.825
	119.850	136.275
	126.425	118.150
TWR:	119.250	123.600
	120.900	118.650
GND:	121.600	121.800
	121.975	121.775

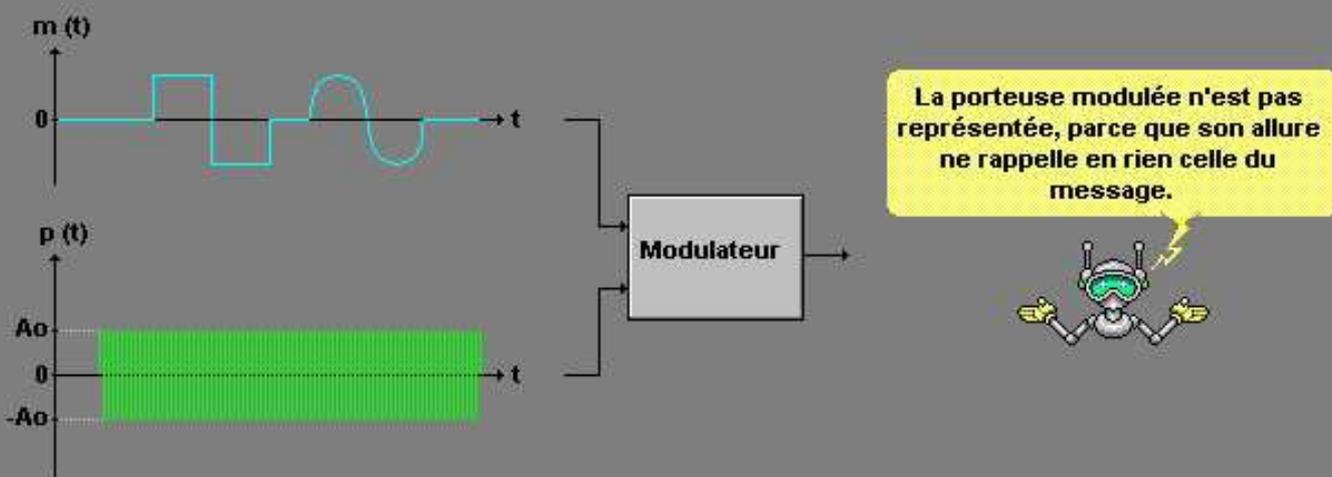
TR LEVEL ATC
TR ALT 4000
MSA 25 NM



OM-MAPt	GS	120	140	160
GP U/S	Time	1'48	1'33	1'21
3.0° 5.2%	FPM	650	750	850

MODULATION DE PHASE .

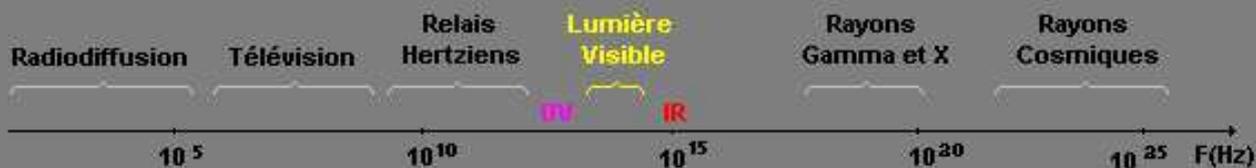
- message, ou signal modulant : $m(t)$
- expression de la porteuse : $p(t) = A_0 \cdot \cos(\omega_p \cdot t + P_0)$
- paramètre modulé : phase de $p(t)$
- expression de la porteuse modulée : $A_0 \cdot \cos[\omega_p \cdot t + P_0 + \Delta P \cdot m(t)]$



LA LUMIERE.

La **lumière** véhicule les informations visuelles.

Elle est transmise sous la forme d'un rayonnement électromagnétique, phénomène dont elle ne représente qu'une infime partie du spectre :



En pratique, on utilise les longueurs d'onde plutôt que les fréquences :

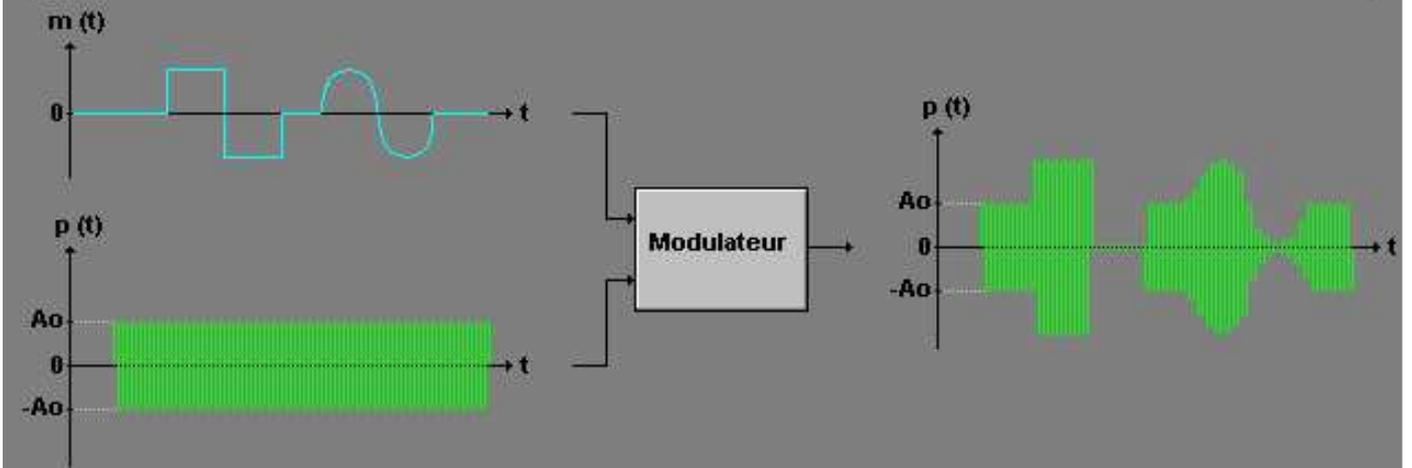
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

l'unité de longueur d'onde est le mètre (m).

Le **spectre visible** s'étend de 380 à 780 nanomètres mais, on retiendra en pratique un spectre utile de **400 à 700 nm**.

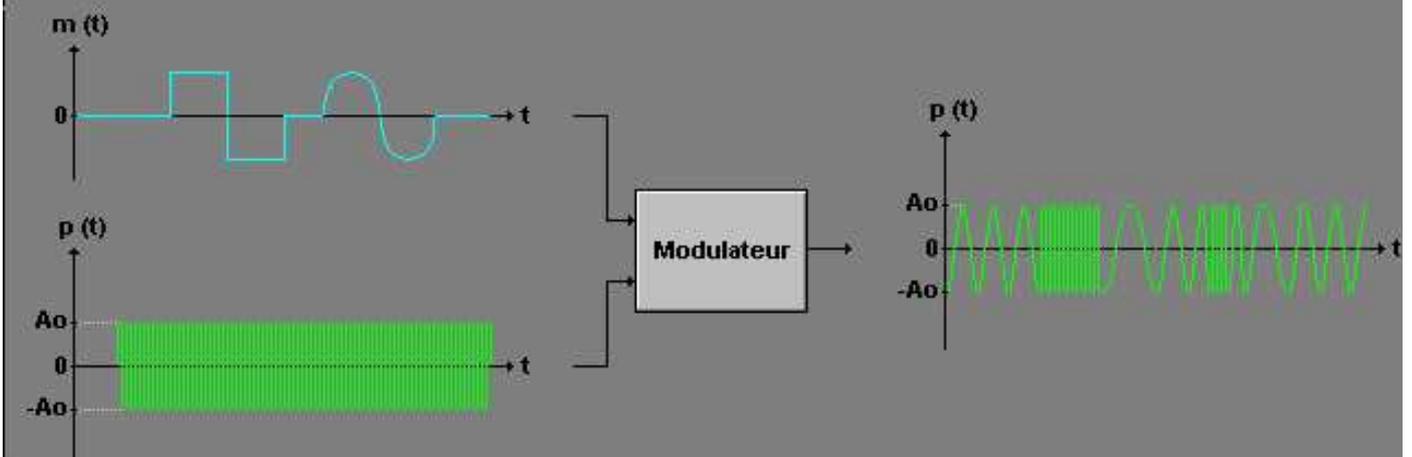
MODULATION D'AMPLITUDE.

- message, ou signal modulant : $m(t)$
- expression de la porteuse : $p(t) = A_0 \cdot \cos(\omega_p \cdot t + P_0)$
- paramètre modulé : amplitude de $p(t)$
- expression de la porteuse modulée : $A_0 \cdot [1 + m \cdot m(t)] \cdot \cos(\omega_p \cdot t + P_0)$
(m : coefficient modulation)



MODULATION DE FREQUENCE.

- message, ou signal modulant : $m(t)$
- expression de la porteuse : $p(t) = A_0 \cdot \cos(\omega_p \cdot t + P_0)$
- paramètre modulé : fréquence de $p(t)$
- expression de la porteuse modulée : $A_0 \cdot \cos[\omega_p \cdot t + \Delta\omega_p \cdot \int m(u) \cdot du]$



INNER Marker



MIDDLE Marker



OUTER Marker



5 . SYMBOLOGIE DES COULEURS POUR LES ECAM :

ROUGE:	configuration ou panne nécessitant une action immédiate
AMBRE:	configuration ou panne nécessitant une attention
VERT:	configuration normale
BLANC:	désignation d'un paramètre et remarques à suivre
BLEU:	actions à effectuer
MAGENTA:	messages particuliers

2.1 PFD (Primary Flight Display) : écran principal

L'écran PFD affiche tous les paramètres de pilotage (tenue machine). Sa configuration est verrouillée à 80 %.

- Informations permanentes :
 - attitude : roulis et tangage.
 - altitude : altitude, la référence barométrique, altitude sélectionnée.
 - vitesse indiquée et sélection de la vitesse
 - vitesse verticale.
 - cap magnétique.
- Informations choisies par le pilote ou liées à la configuration du vol :
 - nombre de mach (si $M > 0,5$)
 - le directeur de vol
 - rappel des modes du système de vol automatique engagés
 - paramètres d'approche :
 - fréquence et identification ILS
 - écarts loc et glide
 - distance ILS / DME
 - marker
 - LS course
 - hauteur de décision (DH)
 - radio altitude

3.4 FLIGHT WARNING COMPUTER (FWC) :

Les deux FWC réalisent l'acquisition des données nécessaires à la gestion des alarmes provenant :

- directement des systèmes pour les alarmes rouges (warning)
- des SDAC pour les alarmes ambres (caution)

Ils génèrent :

- les messages d'alarme
- les procédures correctives nécessaires
- les signaux d'alarme sonore

Chaque FWC reçoit les informations des deux SDAC et de l'autre FWC.

3.5 SYSTEM DATA ACQUISITION CONCENTRATOR (SDAC) :

Les deux SDAC assurent l'acquisition des signaux des systèmes avion nécessaires à l'affichage sur les écrans ECAM via les DMC.

Ils assurent aussi l'acquisition des alarmes non critiques et ambres et les transmettent aux FWC.

4 . RECONFIGURATION DES EIS :

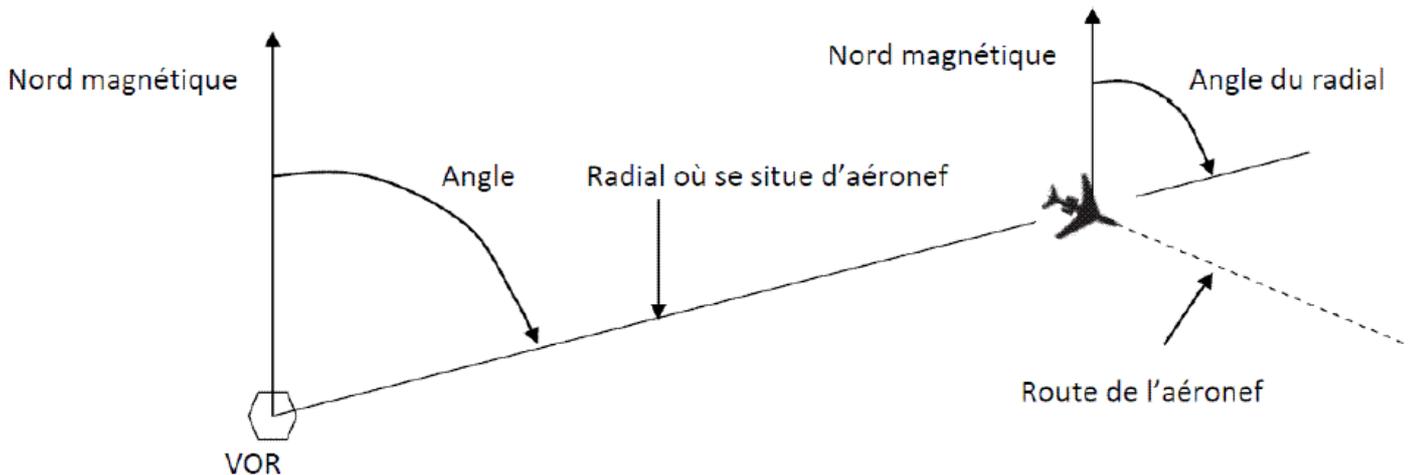
Les reconfigurations ou transferts d'images entre les écrans sont :

- automatiques en cas de pannes ou d'arrêt écran
- sélectionnées manuellement

Paramètres de modulation du VOR

Standard^[4] modulation modes, indices, and frequencies

Description	Formula	Notes	Min	Nom	Max	Units
ident	$i(t)$	on		1		
		off		0		
	M_i	A3 modulation index		0.07		
	F_i	A1 subcarrier frequency		1020		Hz
voice	$a(t)$		-1		+1	
	M_a	A3 modulation index		0.30		
navigation	F_n	A0 tone frequency		30		Hz
variable	M_n	A3 modulation index		0.30		
reference	M_d	A3 modulation index		0.30		
	F_s	F3 subcarrier frequency		9960		Hz
	F_d	F3 subcarrier deviation		480		Hz
channel	F_c	A3 carrier frequency	108.00		117.95	MHz
		carrier spacing	50		50	kHz
speed of light	C			299.79		Mm/s
radial azimuth	A	relative to magnetic north	0		359	deg



Exercice :

Toutes les millisecondes, les satellites GPS émettent des signaux codés sous forme d'ondes radio émises sur deux fréquences différentes (1575.42 et 1227.60 MHz).

1. Calculer les longueurs d'ondes dans le vide des ondes émises par les satellites.
2. A quel domaine des ondes électromagnétiques appartiennent-elles ?
3. Quelle est la durée Δt mise par le signal pour aller du satellite S au récepteur R si le satellite est situé à la verticale de R à l'altitude de 20200 km ?