

Synthèse sur convertisseur 24 GHz Alcatel « boîte blanche »



Release 1g
The last but not the least !

Préface

Les descriptions à ce sujet sont déjà fort nombreuses sur le net, mais chacune d'elles n'évoque que la fonction particulière d'une seule de ses «briques».

Par cette démarche j'ai donc voulu :

- réaliser une synthèse de toutes les parutions actuelles : certaines vues sont des reprises*
- rajouter quelques mesures complémentaires*

Sans synthèse préalable il m'a été difficile de m'y retrouver, et c'est cette raison spécifique qui m'a poussée à l'établir !

Plan

Modules « boîte blanche » (*provenance F6AJW*)

- 1- Synoptique
- 2- Partie Rx : down-converter
- 3- Partie Tx : up-converter
- 4- Partie Tx : détecteur/multiplicateur/mélangeur
- 5- Partie Tx : ampli 30dB, 1W
- 6- Oscillateur local 5.904 GHz
- 7- Filtre passe-bande OE9PMJ 1 et 2 étages
- 8- Coupleur WR42 en croix
- 9- ensemble 24 GHz «maison», en cours de montage
- 10- Remerciements

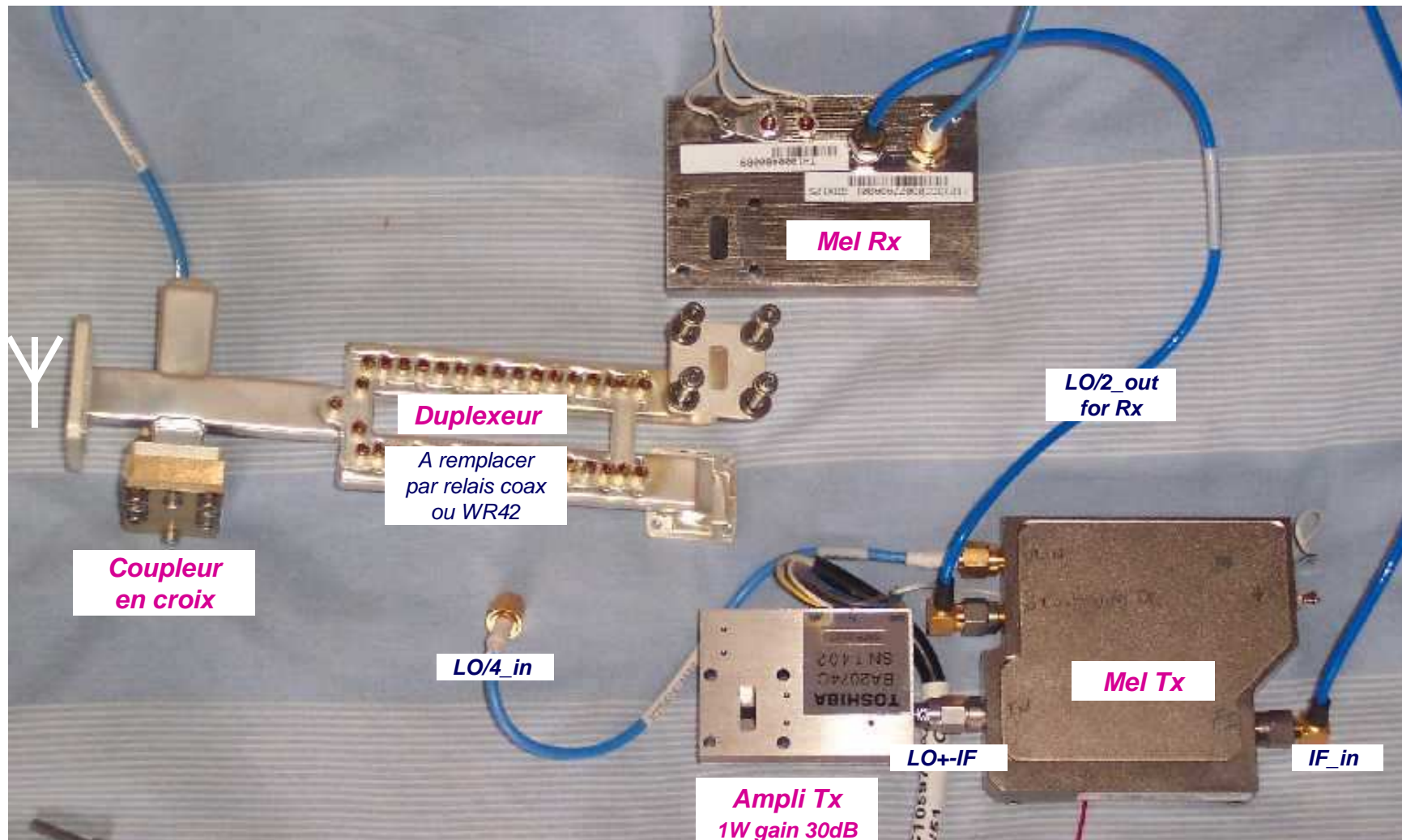
Attention : précautions ESD indispensables à prendre

Outre le fait d'opérer sous binoculaire (thermos en or de 22 Microns invisibles à l'œil nu) tous les composants évoqués étant conçus à base de composant GaAs, un minimum de précautions ESD est impératif comme par exemple :

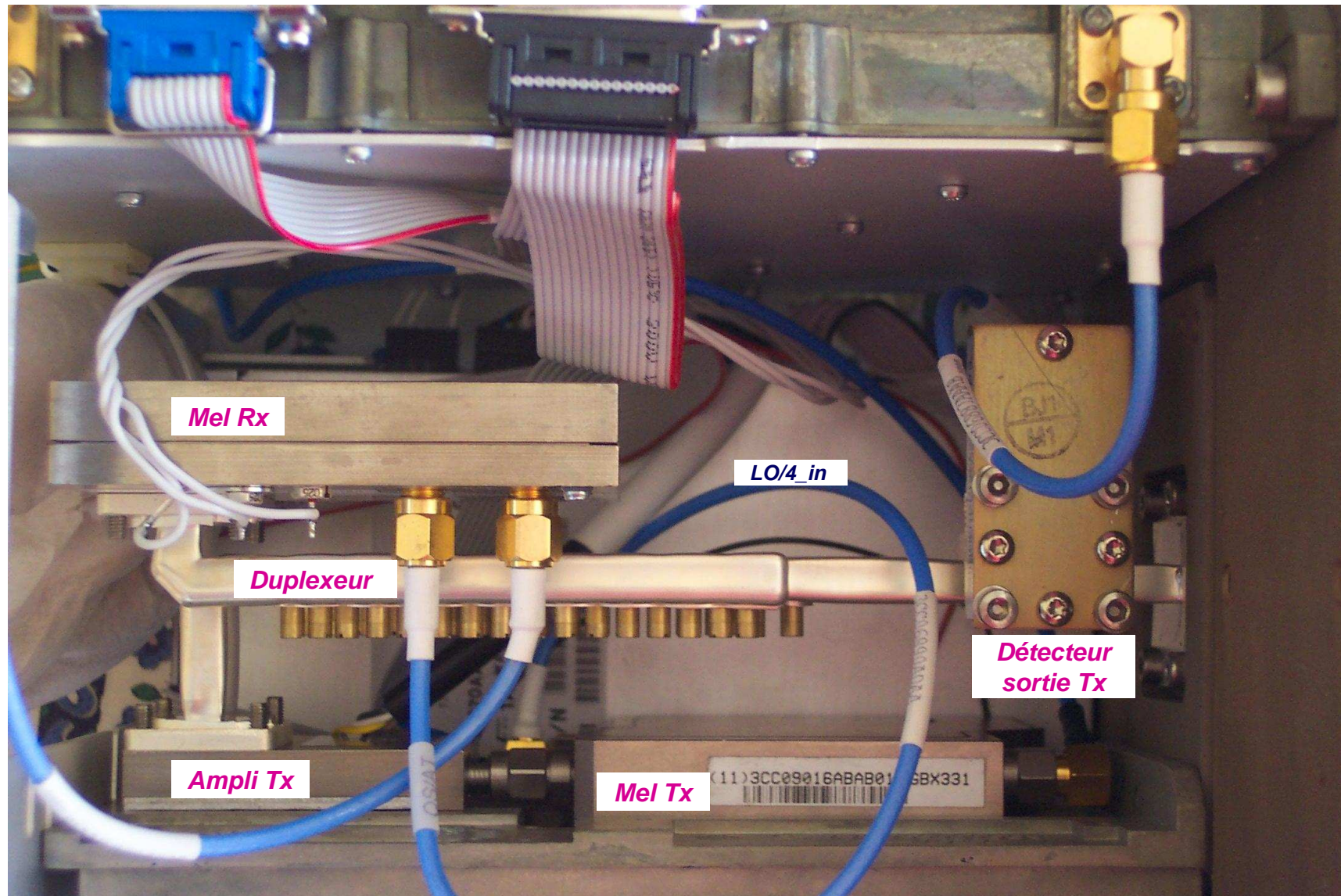
- Bracelet relié à la même bonne terre que tout le matériel de mesure ainsi que la station de soudage
- Et même dans ce cas, ôter son pull en hiver, dit « polaire » !!
- Proscrire le déplacement sur toute moquette !!

1- Synoptique

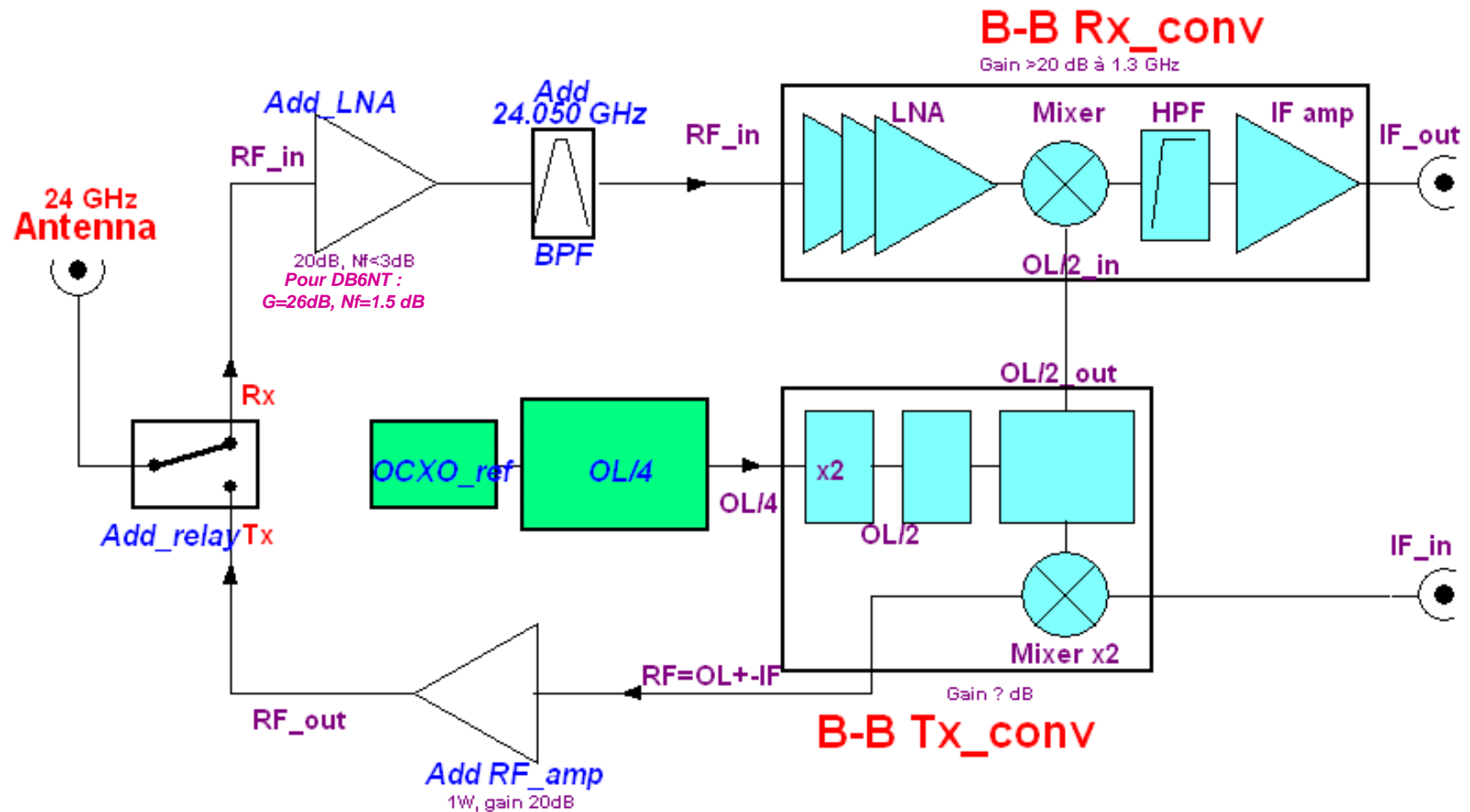
Montage d'origine : synoptique constructeur simplifié



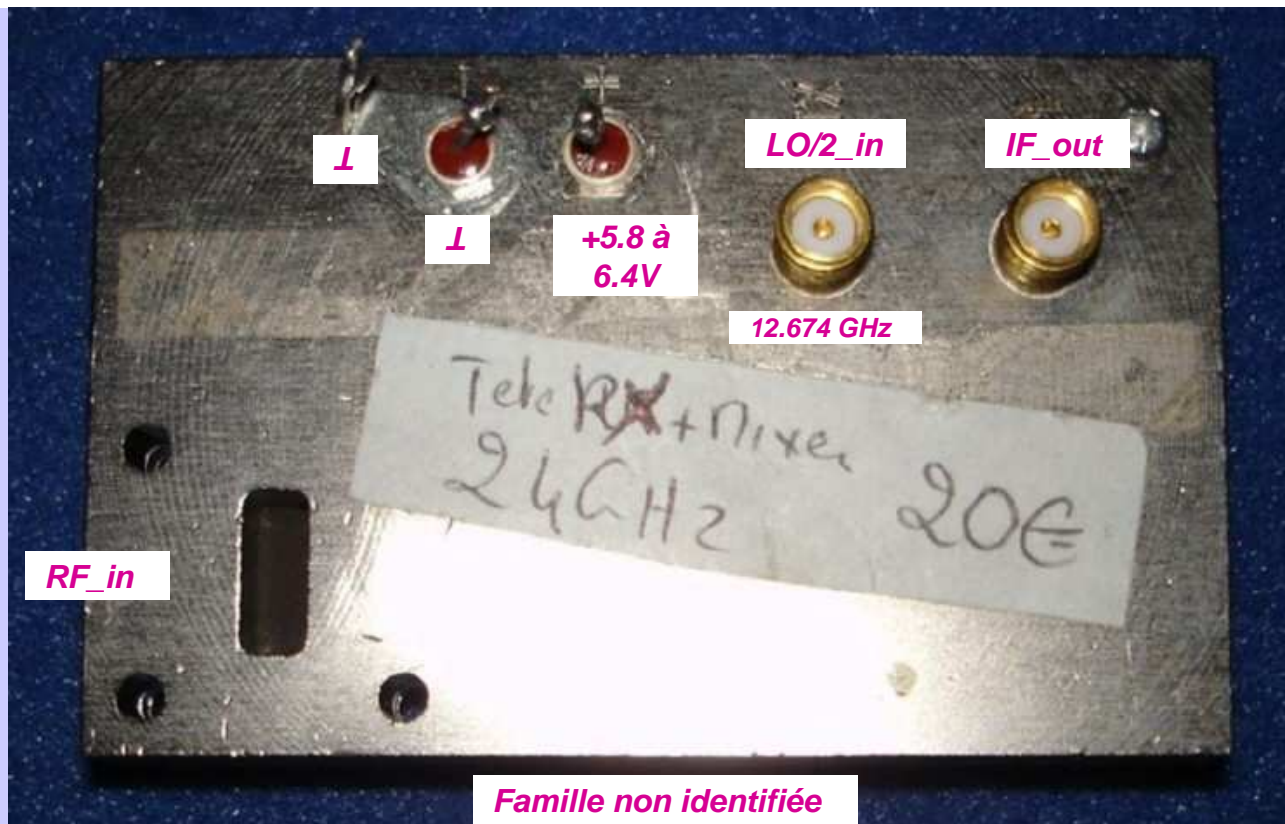
Boîte blanche : montage constructeur d'origine



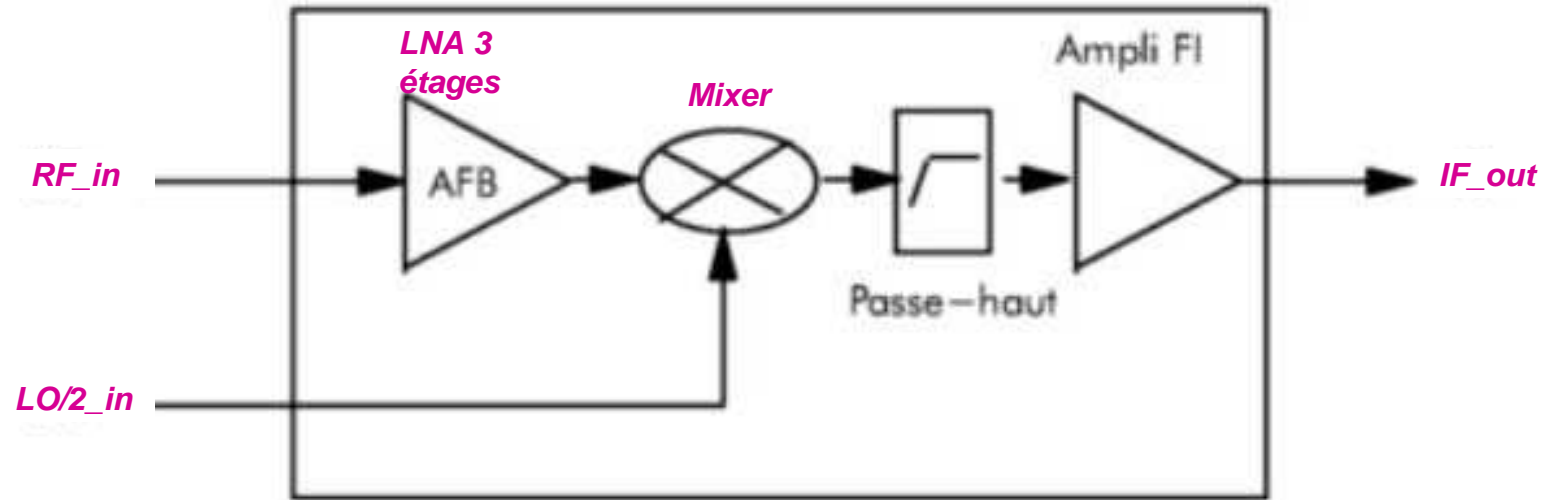
Synoptique visé pour notre transverter 24 GHz final



2- Partie Rx down-converter

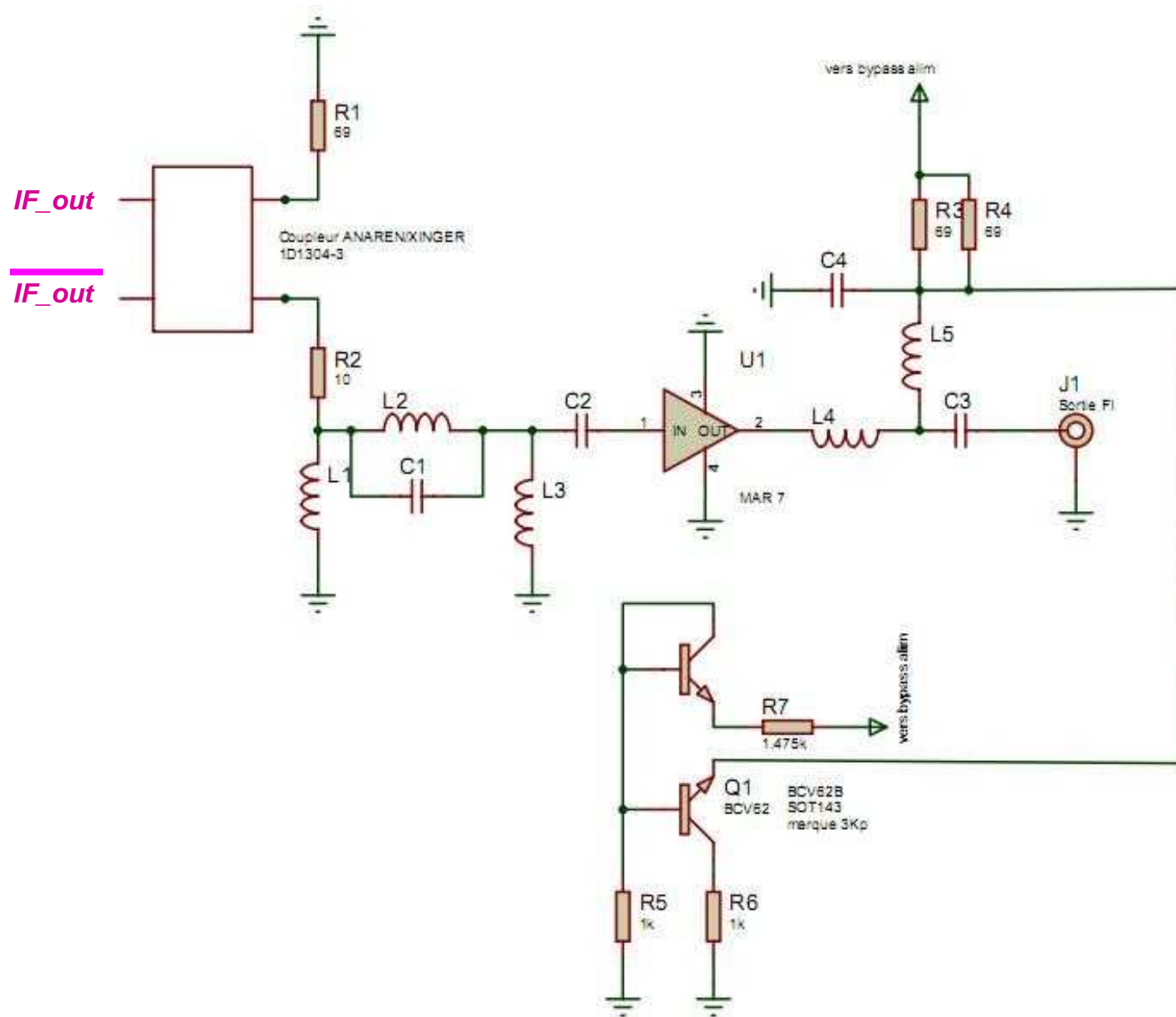


Down-converter : synoptique



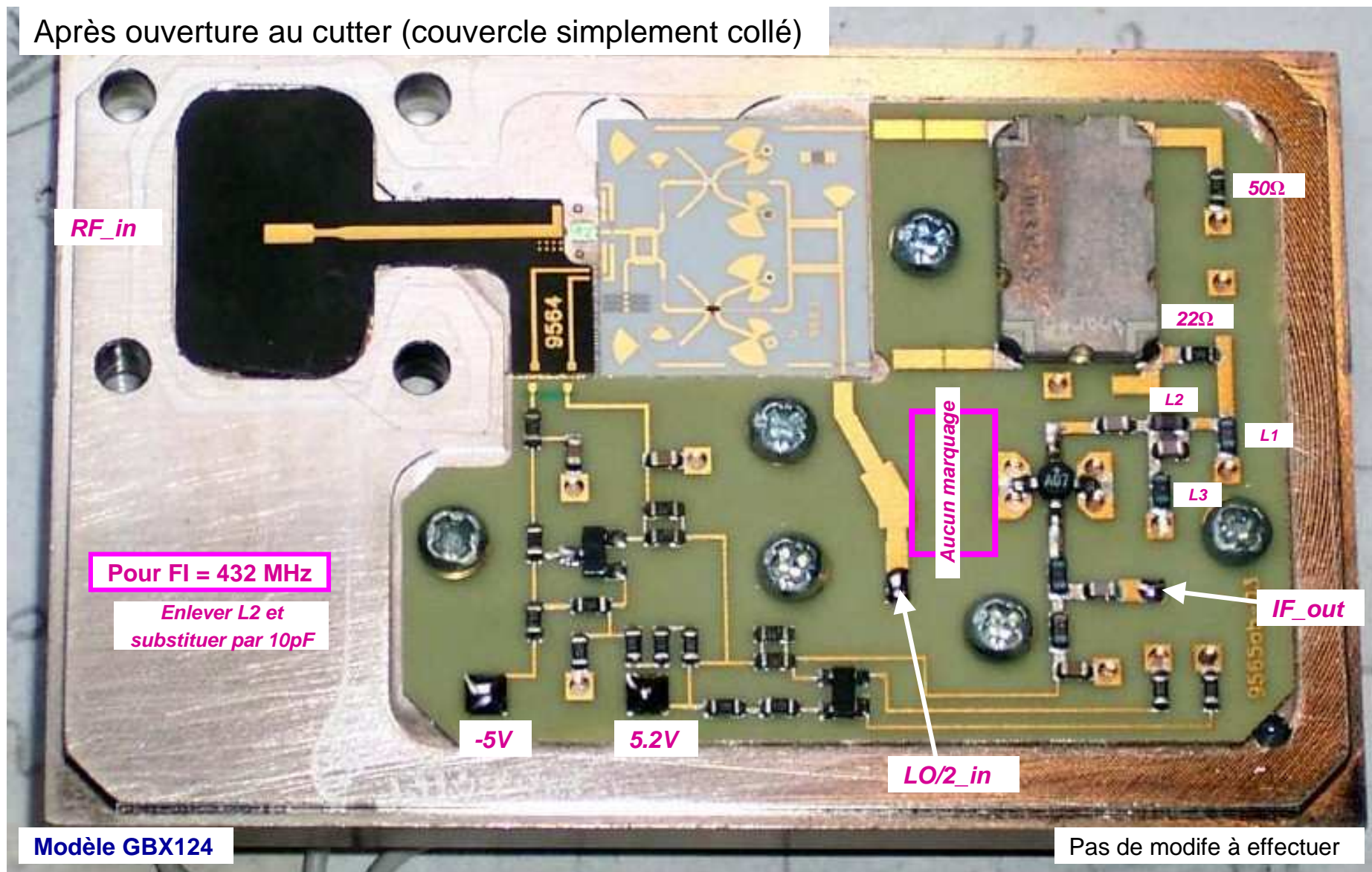
Un amplificateur faible bruit travaillant dans la bande 20 – 30 GHz.
Un mélangeur avec réjection image et multiplication par 2 de l'OL.
Un amplificateur FI

Down-converter : schéma après mélangeur

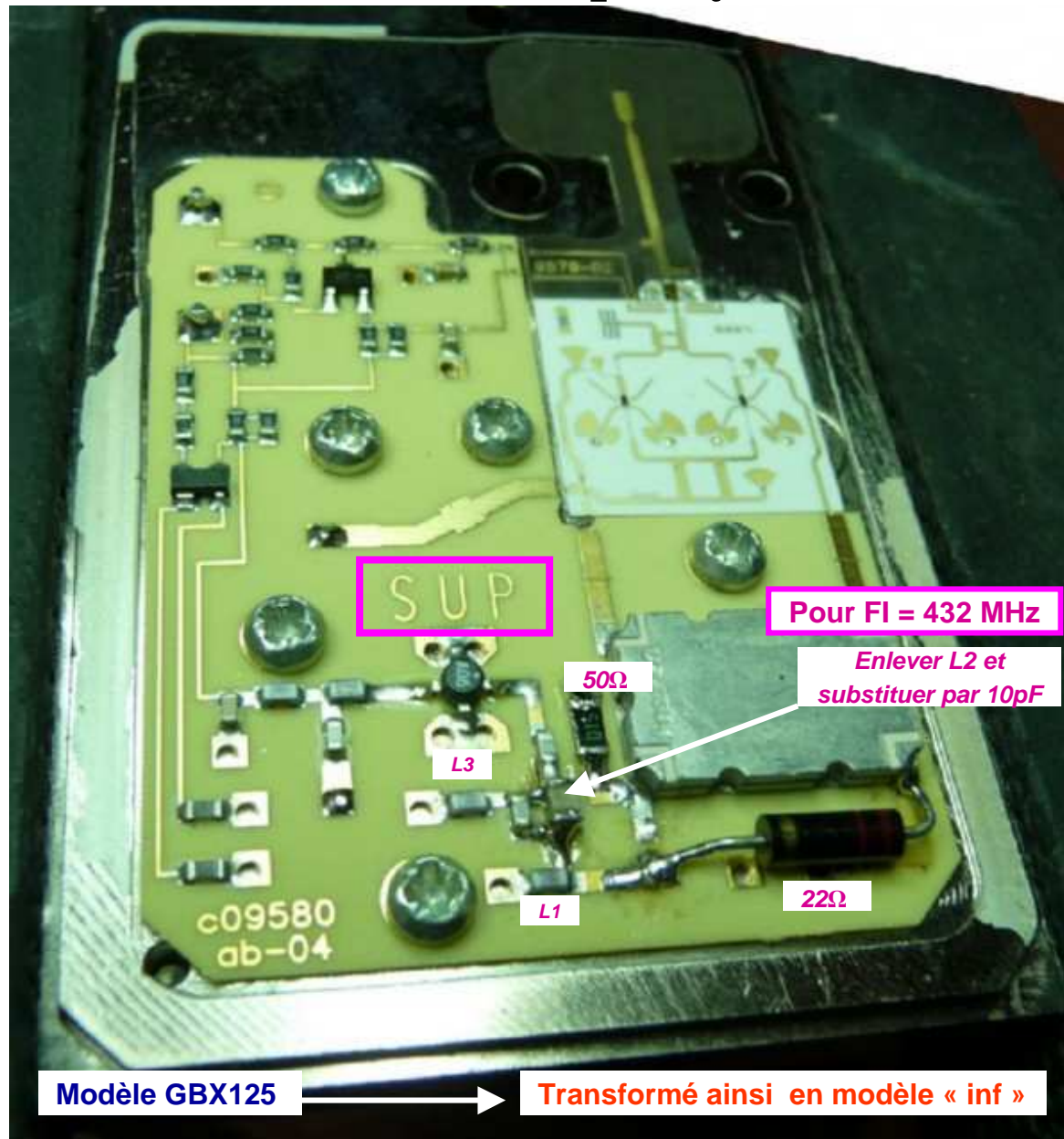


Down-converter version infradyne : vue intérieure

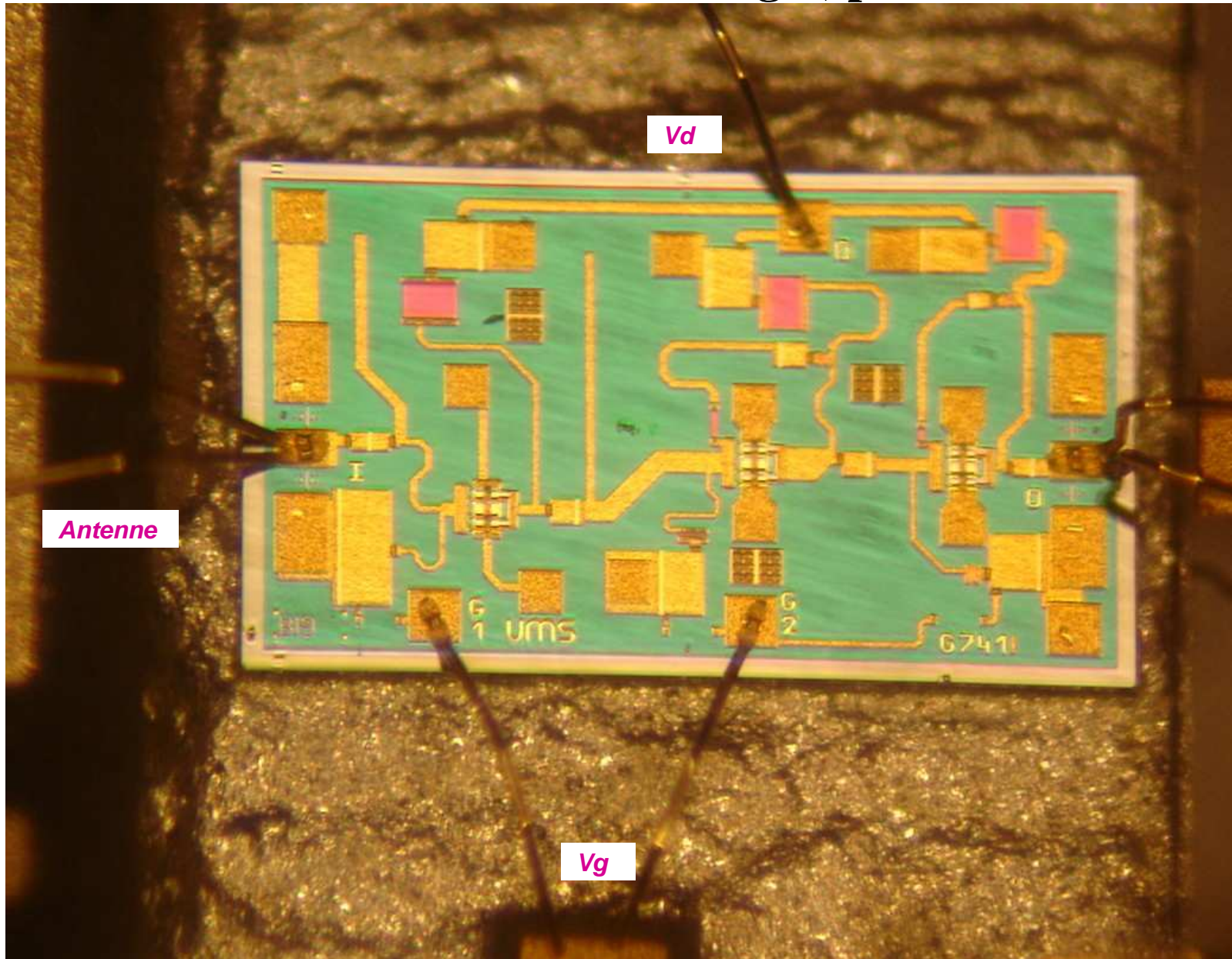
Après ouverture au cutter (couverture simplement collé)



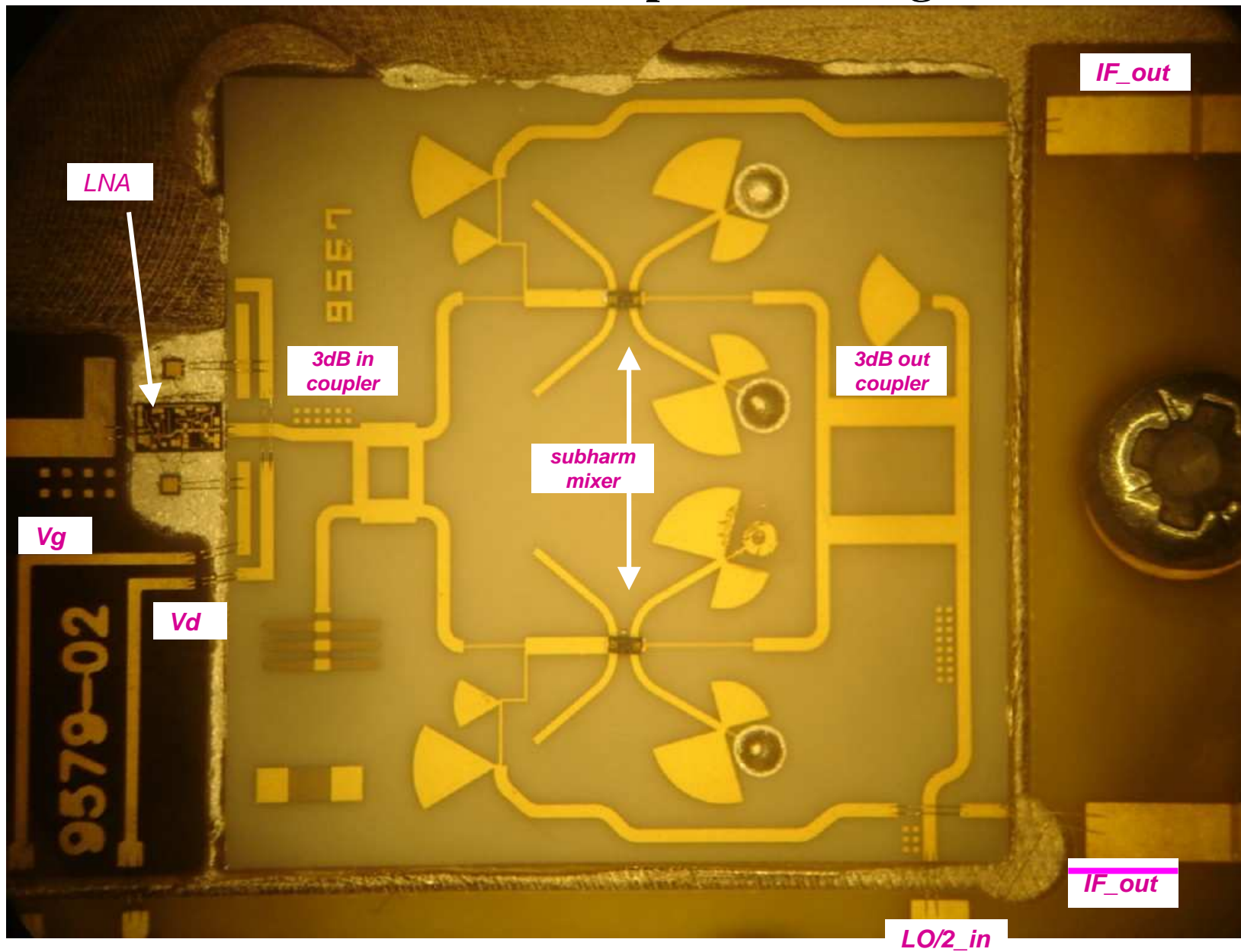
Down-converter version supradynne : vue intérieure



Down-converter : LNA 3 étages, puce GaAs

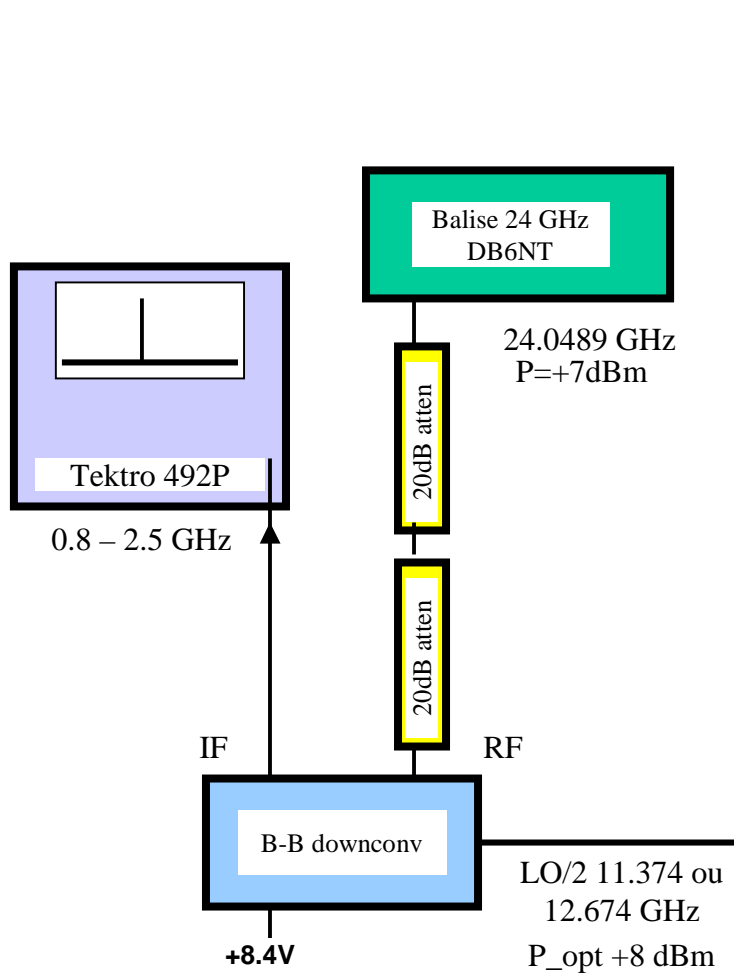


Down-converter : partie mélangeur

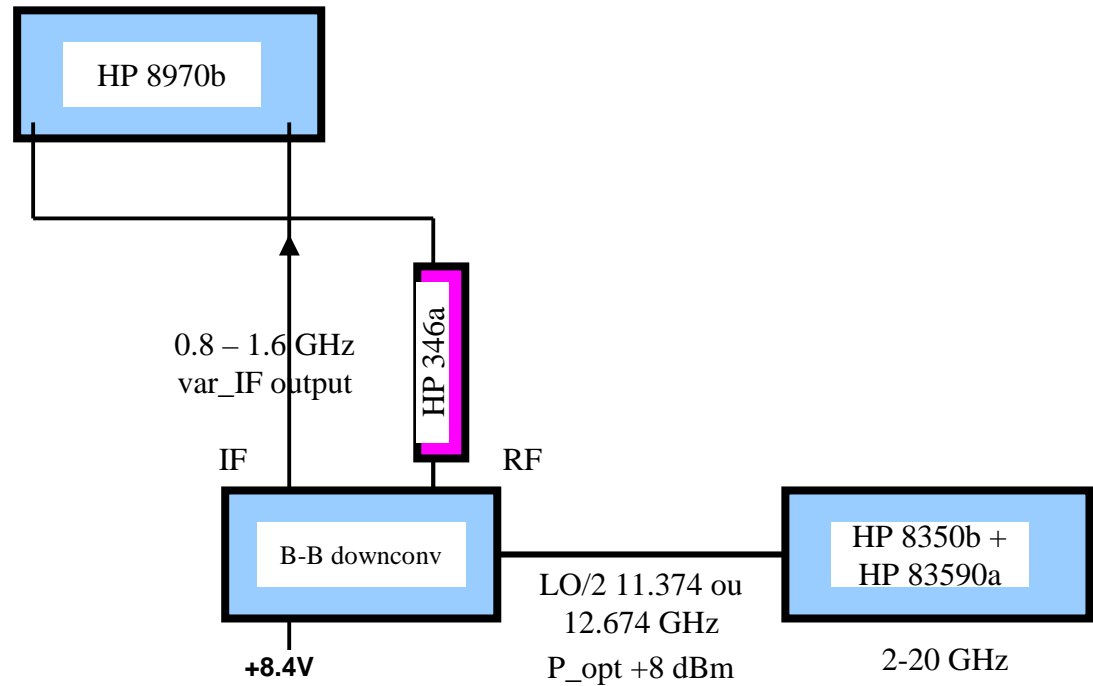


Dégrossissage des mesures

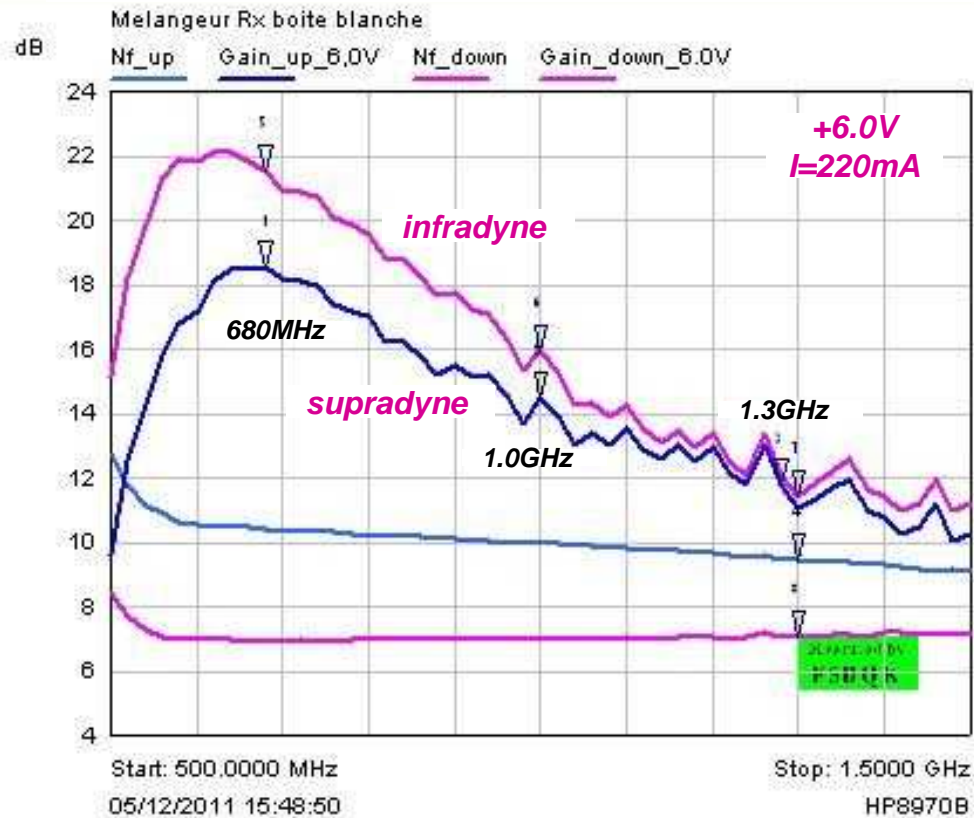
Analyseur de spectre



Analyseur gain/bruit



Module B-B infradyne n°1 : 1ères mesures de conversion

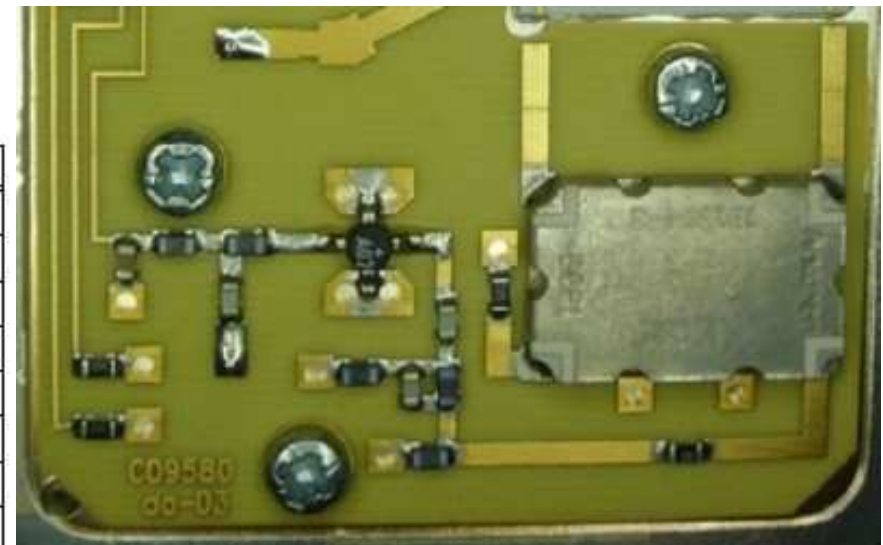


Gains de conversion en analyse gain/bruit

Mesures effectuées «en relatif» avec source de bruit HP 346b

Meilleur gain de conversion vers 650 à 680 MHz

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Gain_up_6.0V	680.0000 MHz	18.53 dB	LO_up=12.674 GHz
2	Gain_up_6.0V	1.0000 GHz	14.51 dB	LO_up=12.674 GHz
3	Gain_up_6.0V	1.2800 GHz	11.77 dB	LO_up=12.674 GHz
4	Nf_up	1.3000 GHz	9.48 dB	LO_up=12.674 GHz
5	Gain_down_6.0V	680.0000 MHz	21.57 dB	LO_down=11.374 GHz
6	Gain_down_6.0V	1.0000 GHz	15.95 dB	LO_down=11.374 GHz
7	Gain_down_6.0V	1.3000 GHz	11.48 dB	LO_down=11.374 GHz
8	Nf_down	1.3000 GHz	7.08 dB	LO_down=11.374 GHz



Modife F6CIS sur Rx B-B n°1 infra pour FI 432 MHz

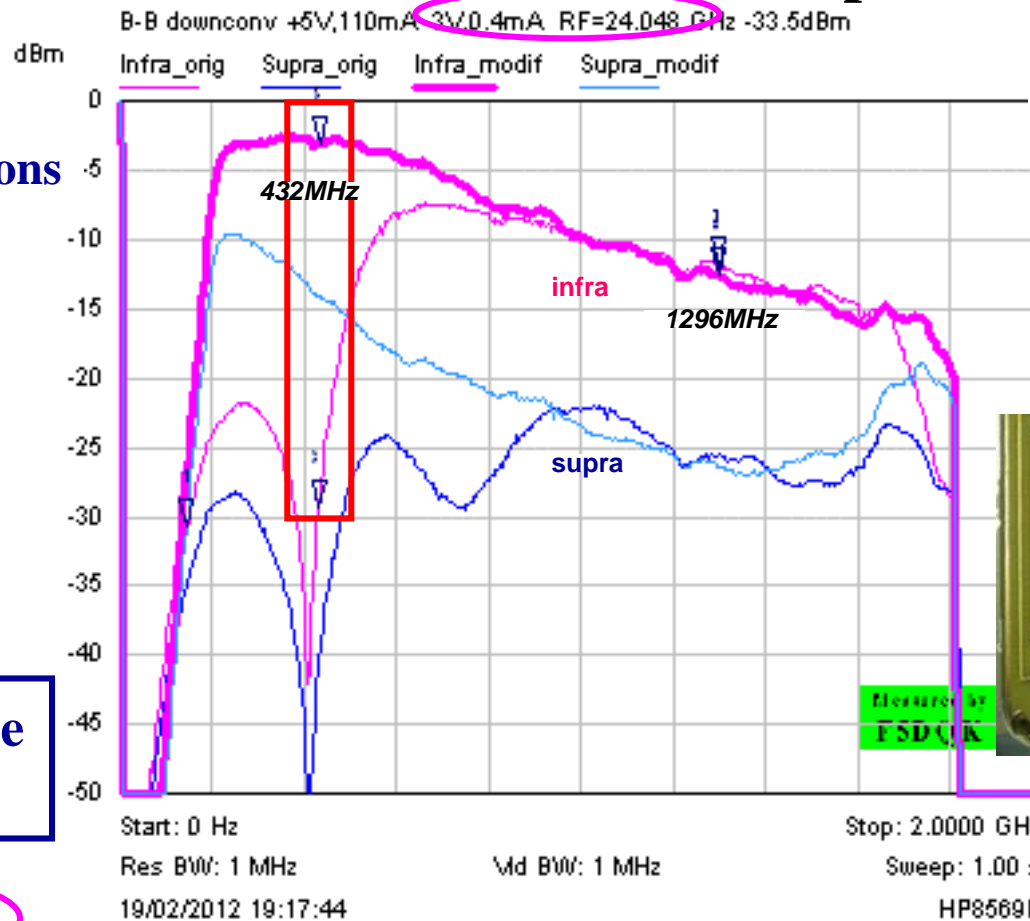
Avec modifications

RF=24.048 GHz
 P_RF=-33.5 dBm
 OL variable
 P_OL=+9dBm

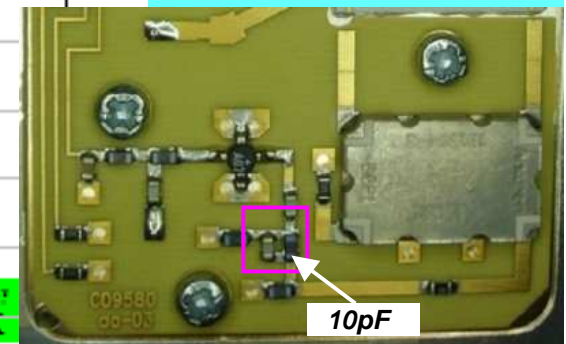
Upos = 5V, I=115mA
 Unég<=-1V, I=0.4mA

Substitution de
 L2 par 10pF

Compresse légèrement



Mesures à l'A-S
 HP 8569B



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Infra_orig	144.9333 MHz	-30.70 dBm	
2	Infra_orig	432.4333 MHz	-29.30 dBm	LO=11.807 GHz
3	Infra_modif	433.8333 MHz	-3.00 dBm	LO=11.807 GHz
1	Infra_orig	1.2991 GHz	-11.80 dBm	LO=11.374 GHz
2	Infra_modif	1.3005 GHz	-12.50 dBm	LO=12.671 GHz

Conv gain (dB)	Rej image (dB)
30.5	11.2
21.7	13.7

Rx B-B n°1 infra modifié pour FI 432 MHz : mesure sur table

2 modules Tx et Rx alimentés par PLL 5,904 GHz de DF9NP

HP8970b, FI=435 MHz

BB_Tx

BB_Rx

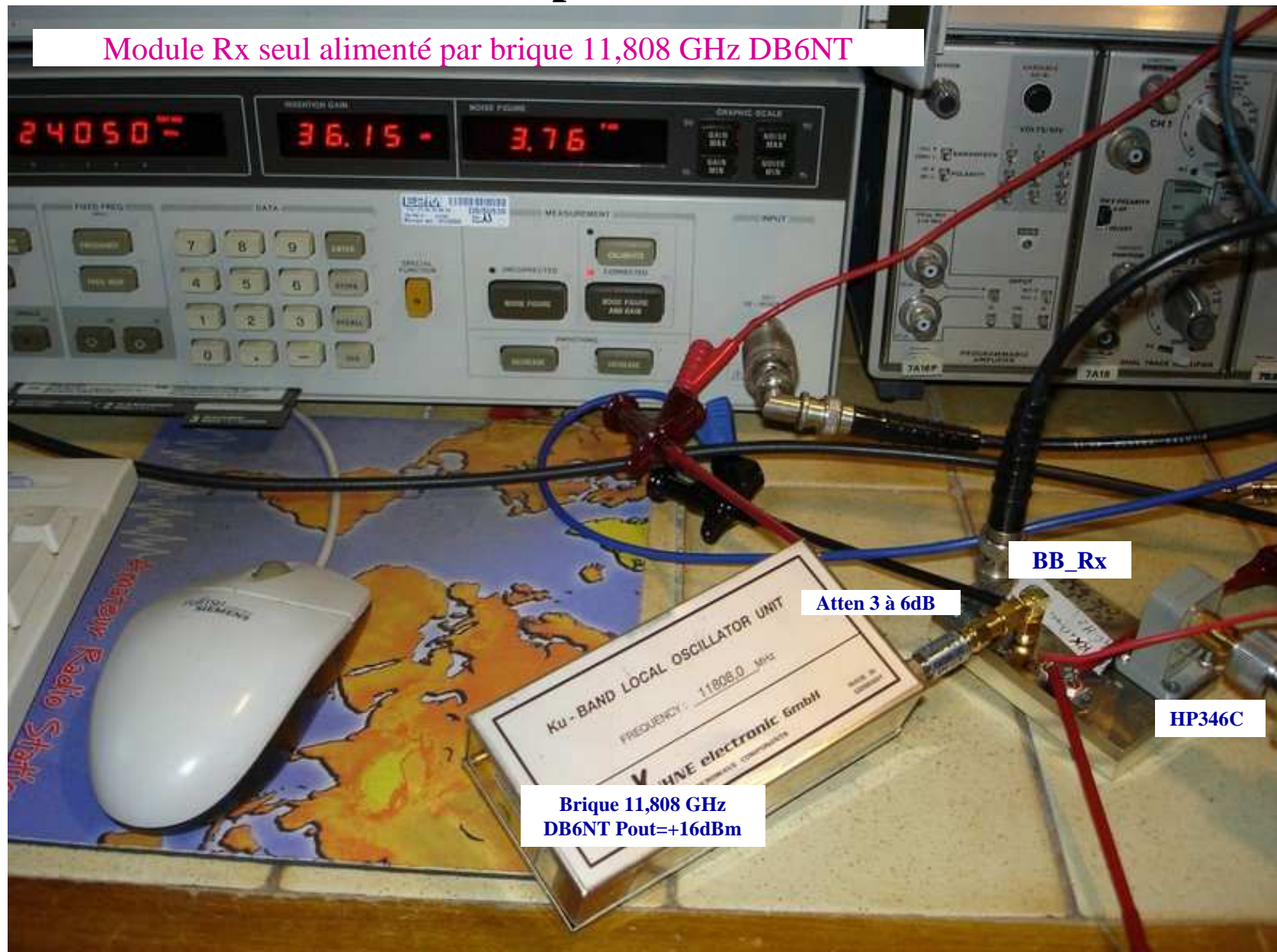
PLL 5904 MHz
DF9NP Pout= +13dBm

HP346C

OCXO 10 MHz

Rx B-B n°1 infra modifié pour FI 432 MHz : mesure sur table

Module Rx seul alimenté par brique 11,808 GHz DB6NT



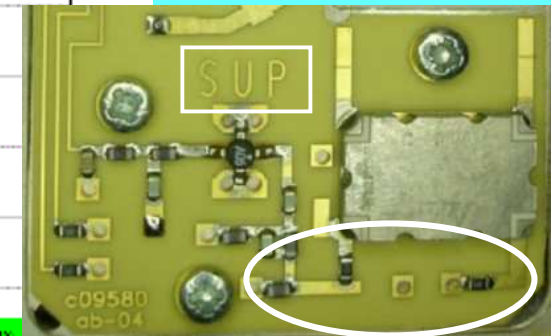
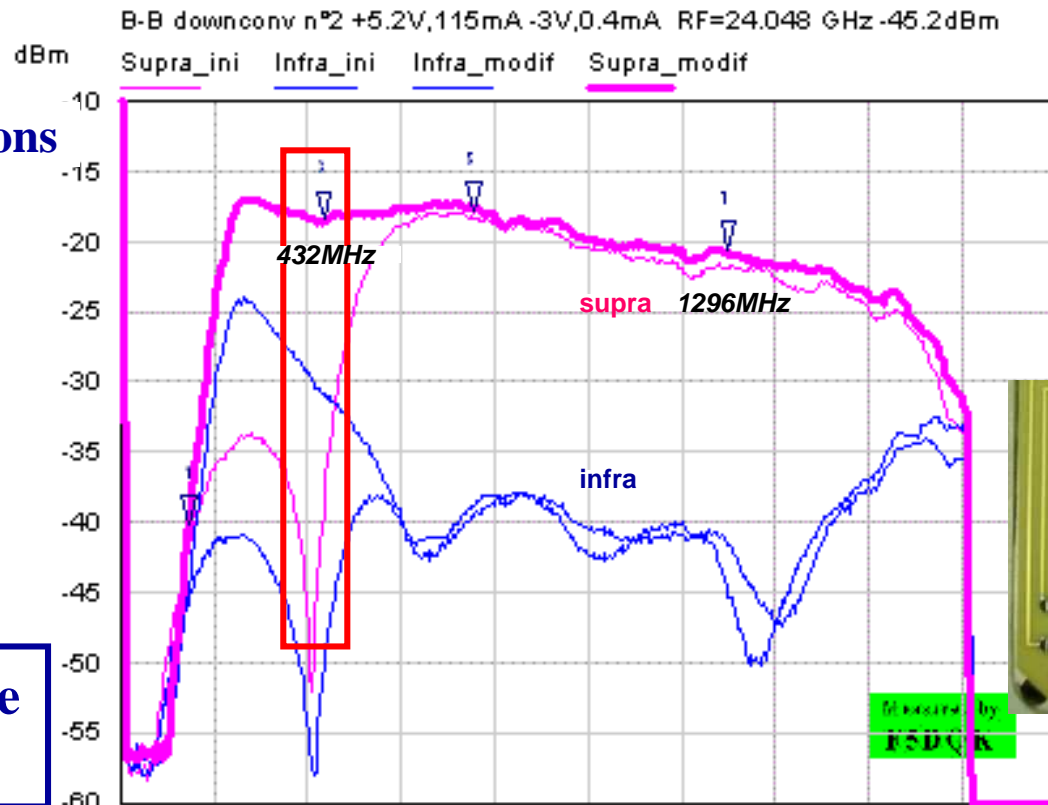
Modife F6CIS sur Rx B-B n°2 supra pour FI 432 MHz

Avec modifications

RF=24.048 GHz
 P_RF=-33.5 dBm
 OL variable
 P_OL=+9dBm

Upos = 5V, I=115mA
 Unég<=-1V, I=0.4mA

Substitution de L2 par 10pF



Start: 0 Hz Stop: 2.0000 GHz
 Res BW: 1 MHz Vid BW: 1 MHz Sweep: 1.00 s
 20/02/2012 11:32:59 HP8569B

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Conv gain (dB)	Rej image (dB)
1	Supra_modif	146.4333 MHz	-40.20 dBm		
3	Supra_modif	433.9333 MHz	-18.40 dBm	26.8	11.2
5	Supra_modif	754.7667 MHz	-17.80 dBm		
1	Supra_modif	1.3006 GHz	-20.60 dBm	24.6	20

Module Rx boîte blanche : conclusion

Version n°1 infradyne de F6AJW

1/ Version non modifiée

L'absence de marquage SUP sur le circuit imprimé FI en est la preuve

Inutilisable en 432 MHz sans modife FI F6CIS, mais seulement à 1.3 GHz

-Gain maximal à FI=640 MHz, de 22 dB en infradyne et de 18.5 dB en supradyne à U=6.0V

-Gain_max entre 22 et 26 dB à FI_idéale=640 MHz

-Nf_min < de 4 dB par rapport au downconverter DMC

2/ Modife FI par substitution de L2 par 10 pF en aval du coupleur 90°

Modife F6CIS → downconv maintenant parfaitement utilisable en FI 432 MHz (et toujours à 1.3 GHz)

A 432 MHz gain de 26 à 30 dB

A 1.3 GHz, gain encore de 22 à 24 dB

Version n°2 supradyne de F6AJW

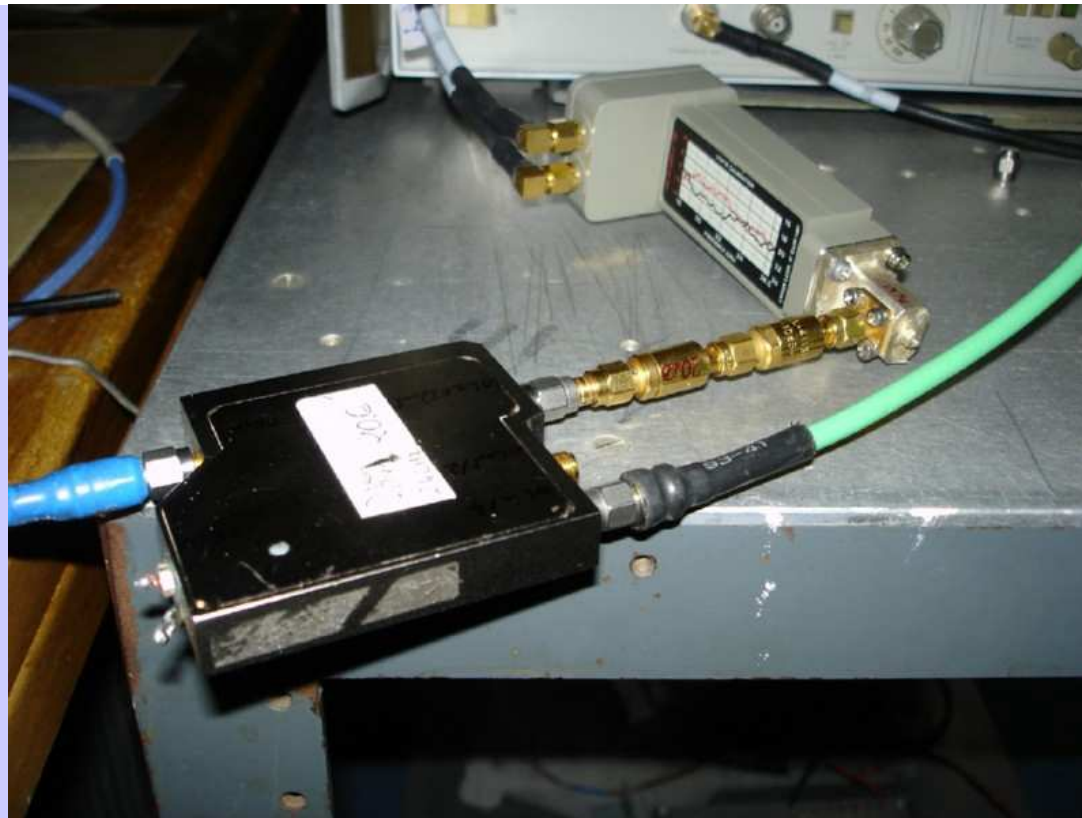
Modife FI par substitution de L2 par 10 pF en aval du coupleur 90°

Modife F6CIS → résultats identiques, mais meilleure réjection fréquence image

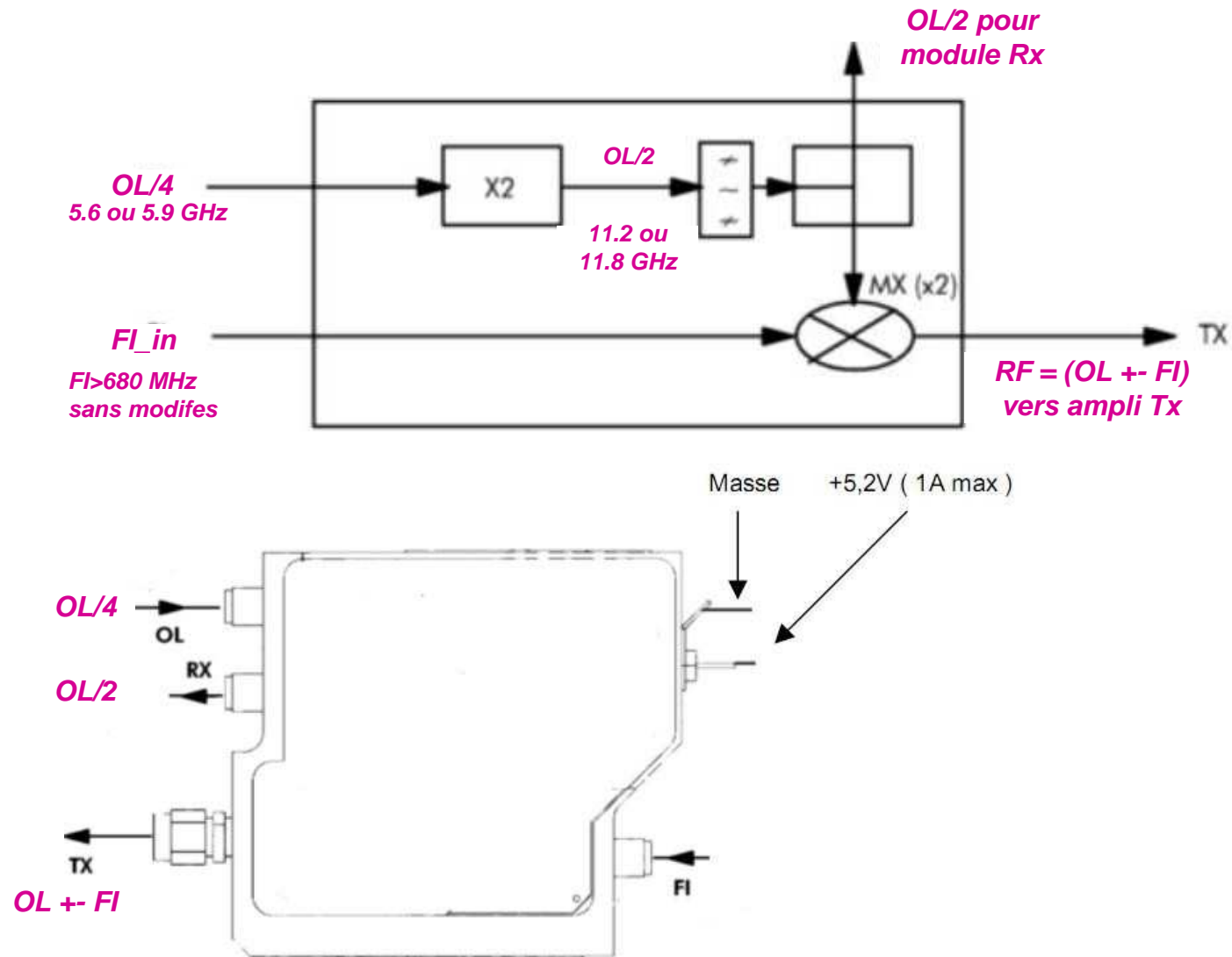
Utilisable tel quel à 432 ou 1300 MHz mais en inversant USB et LSB

Reste à le transformer en modèle infra par échange des sorties aval juste après le coupleur 90°

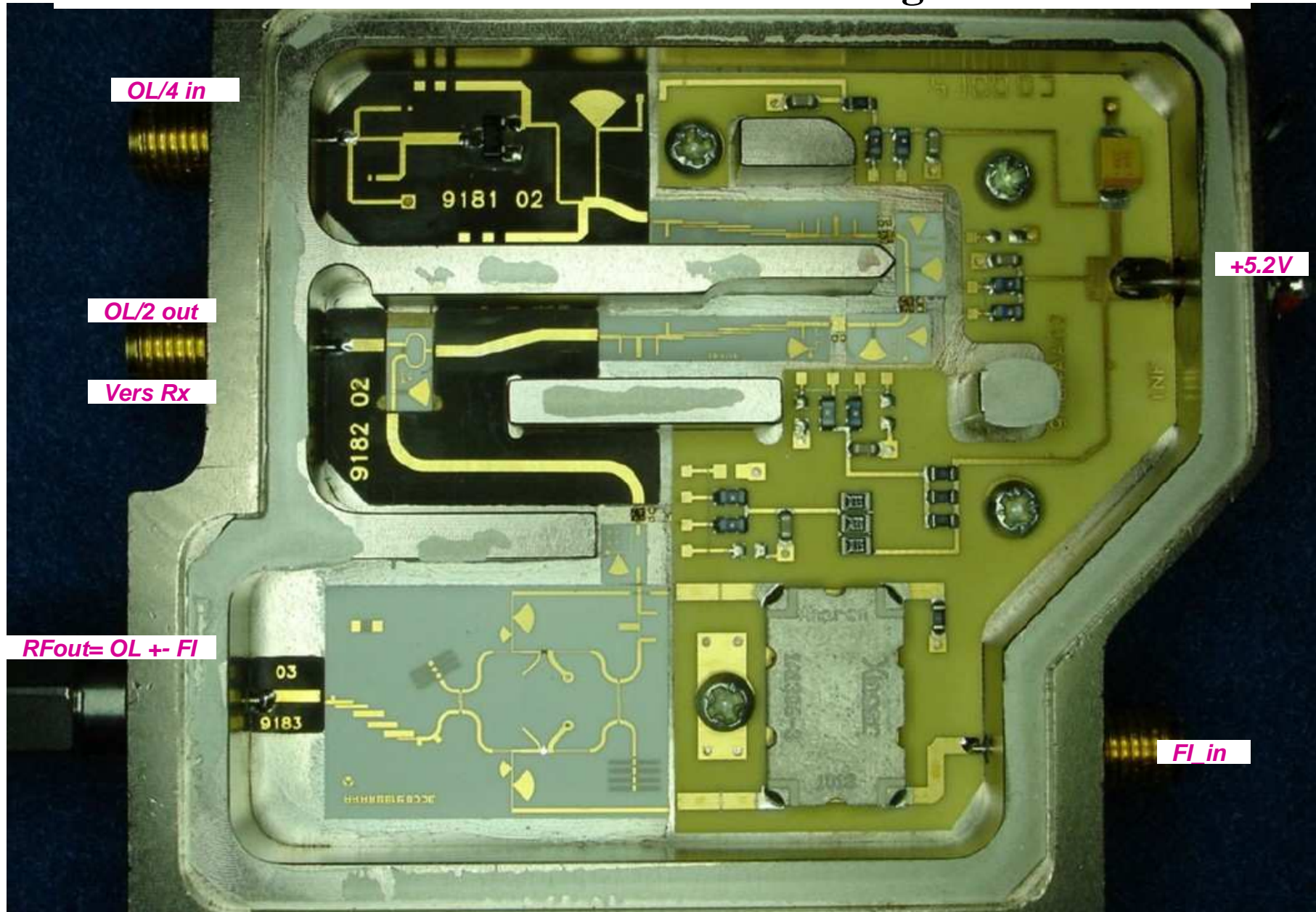
3- Partie Tx up-converter



Module Tx boîte blanche : mélangeur Tx

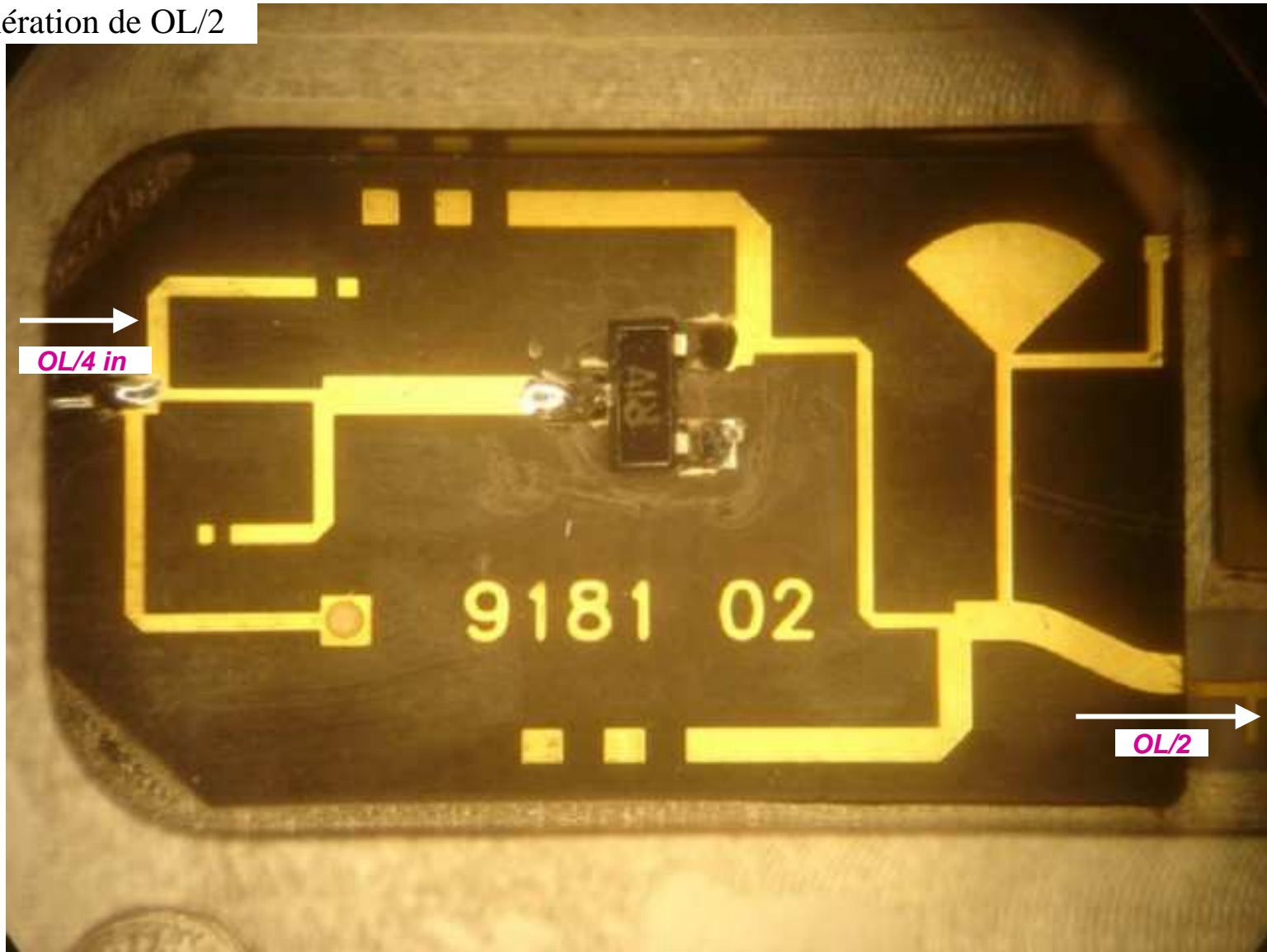


Module Tx boîte blanche : mélangeur Tx



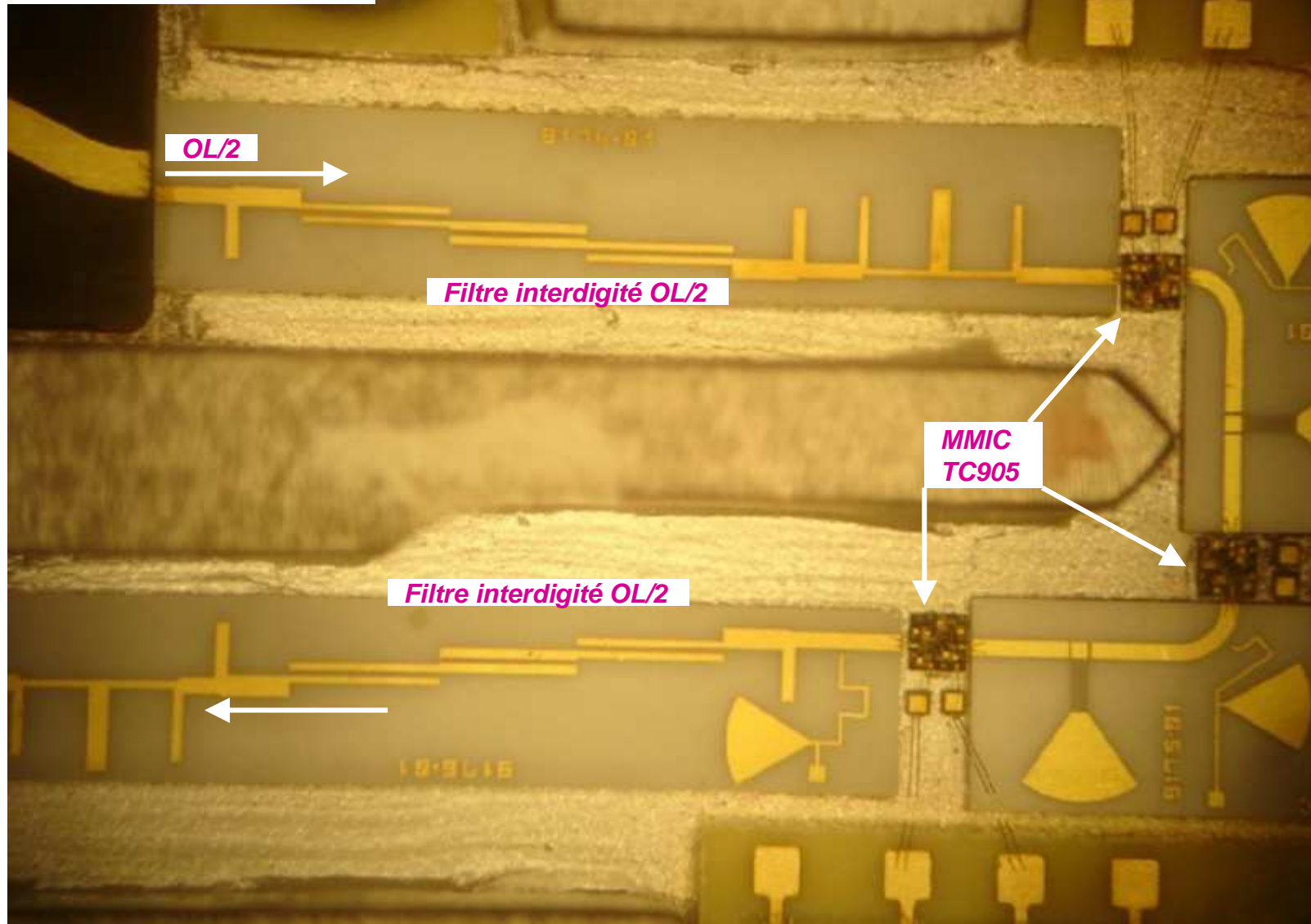
Module Tx boîte blanche : mélangeur Tx

Génération de OL/2



Module Tx boîte blanche : mélangeur Tx

OL/2 : filtres + buffers 1/2



Module Tx boîte blanche : mélangeur Tx

OL/2 : filtres + buffers 2/2

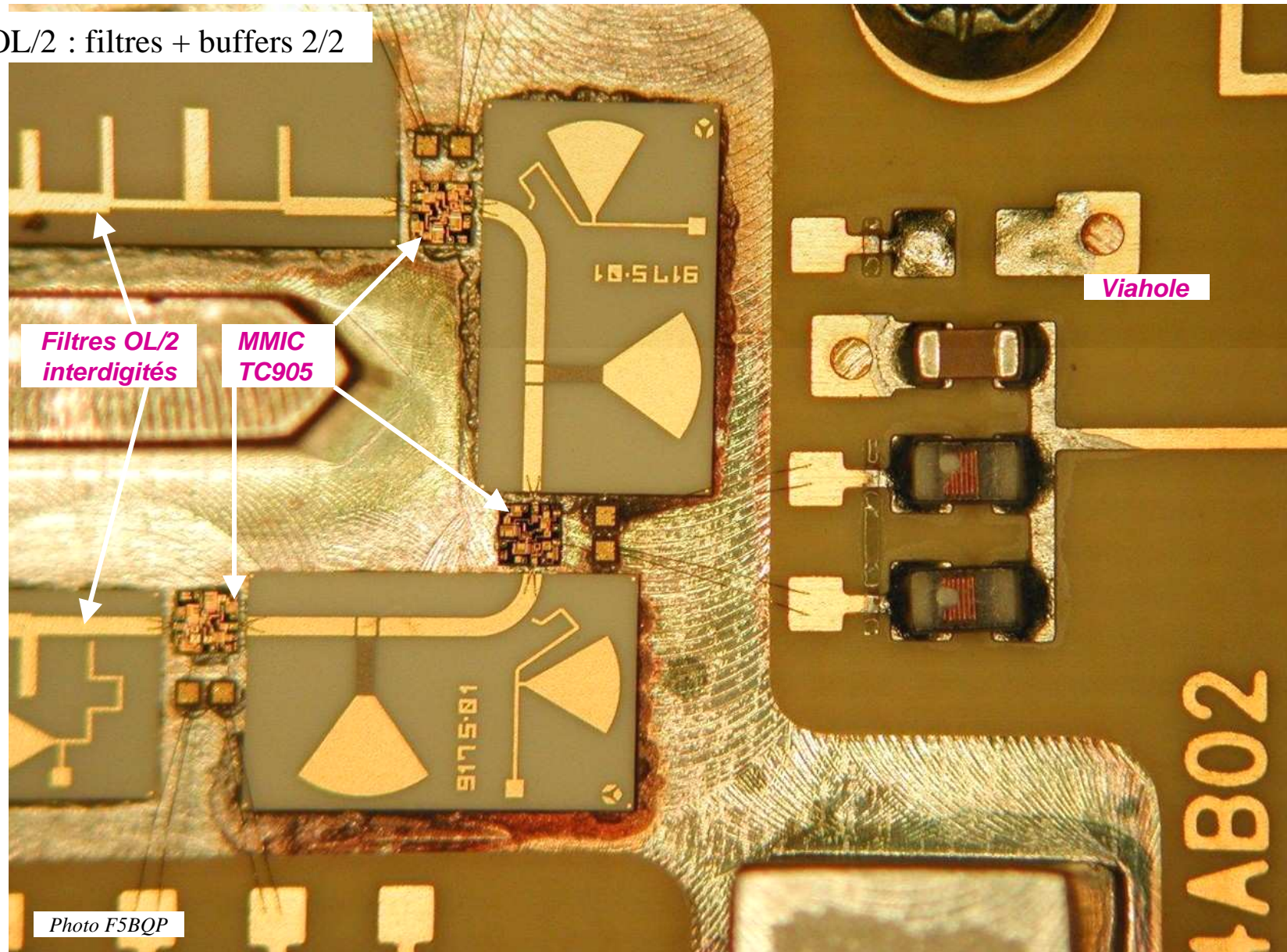
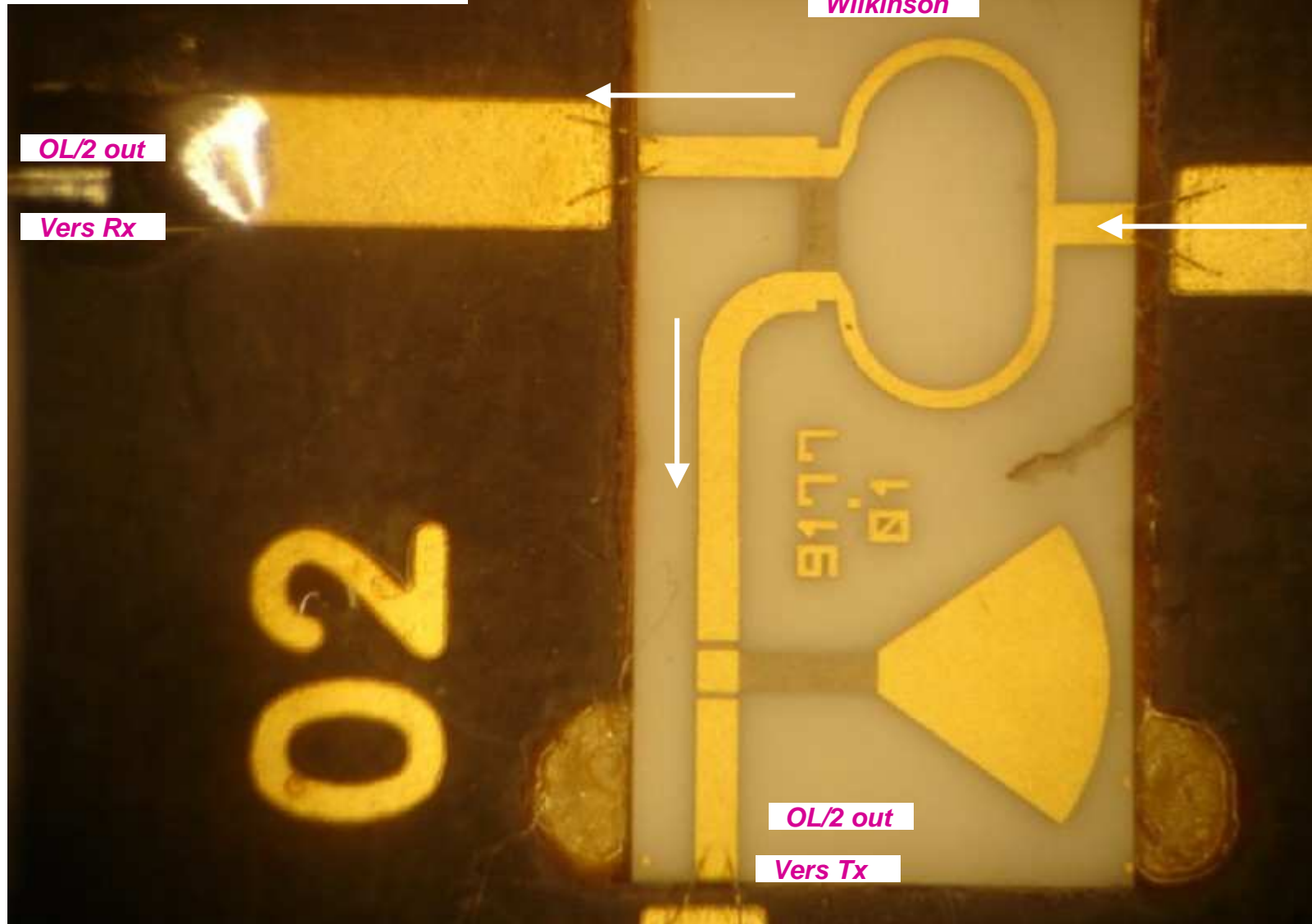


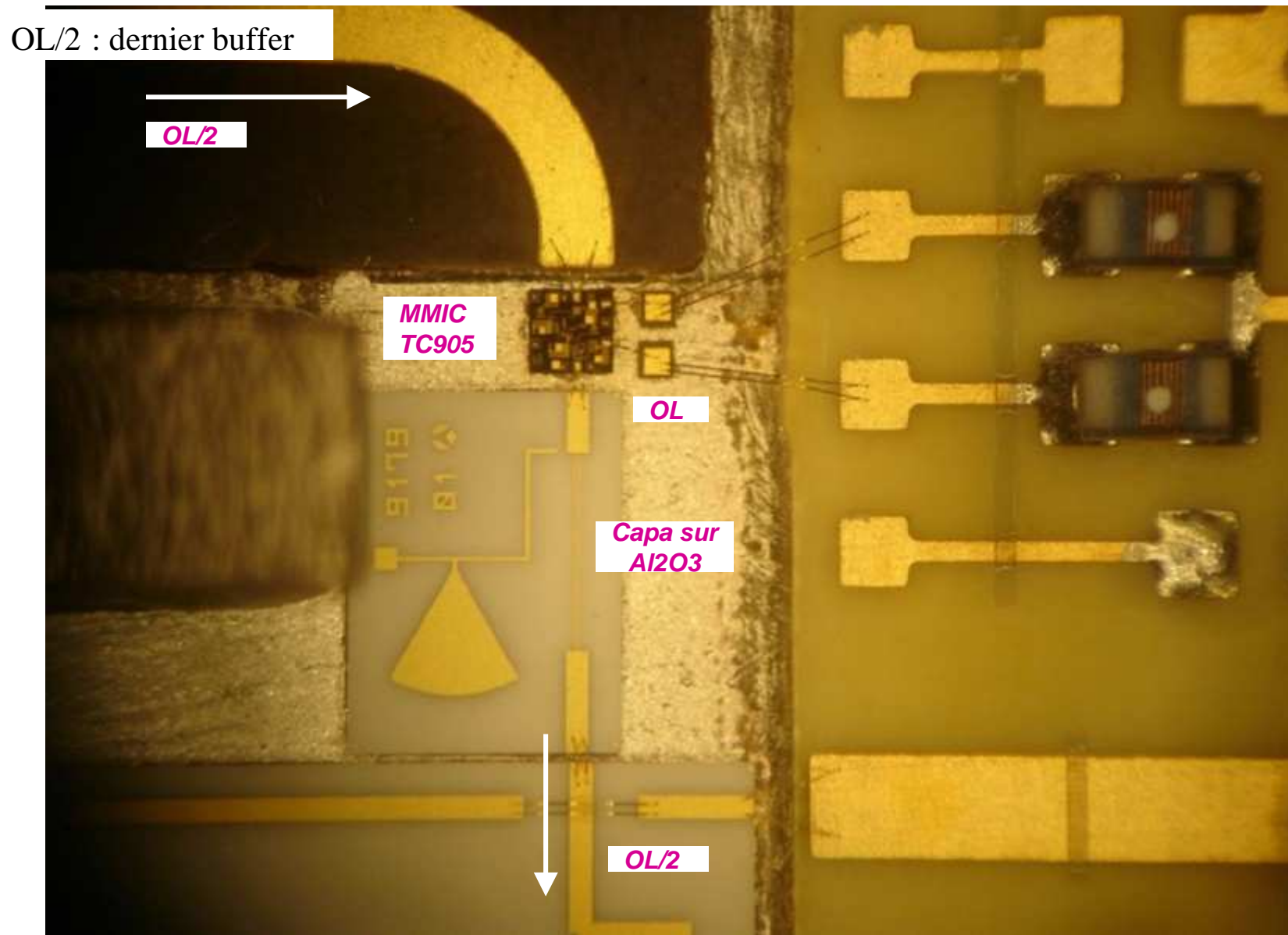
Photo F5BQP

Module Tx boîte blanche : mélangeur Tx

OL/2 : Wilkinson à double sorties



Module Tx boîte blanche : mélangeur Tx



Module Tx boîte blanche : mélangeur Tx

Zoom sur MMIC TC905

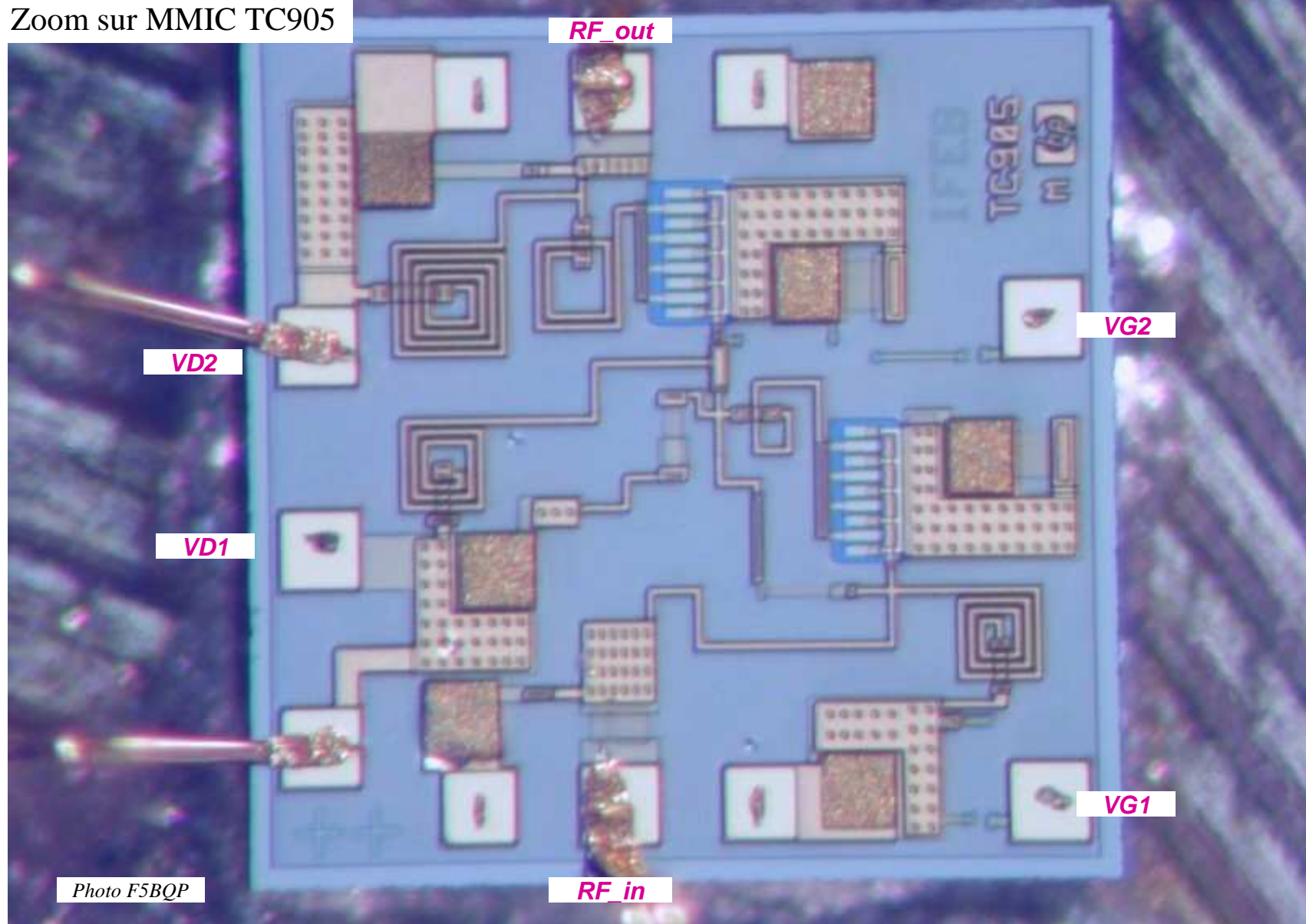
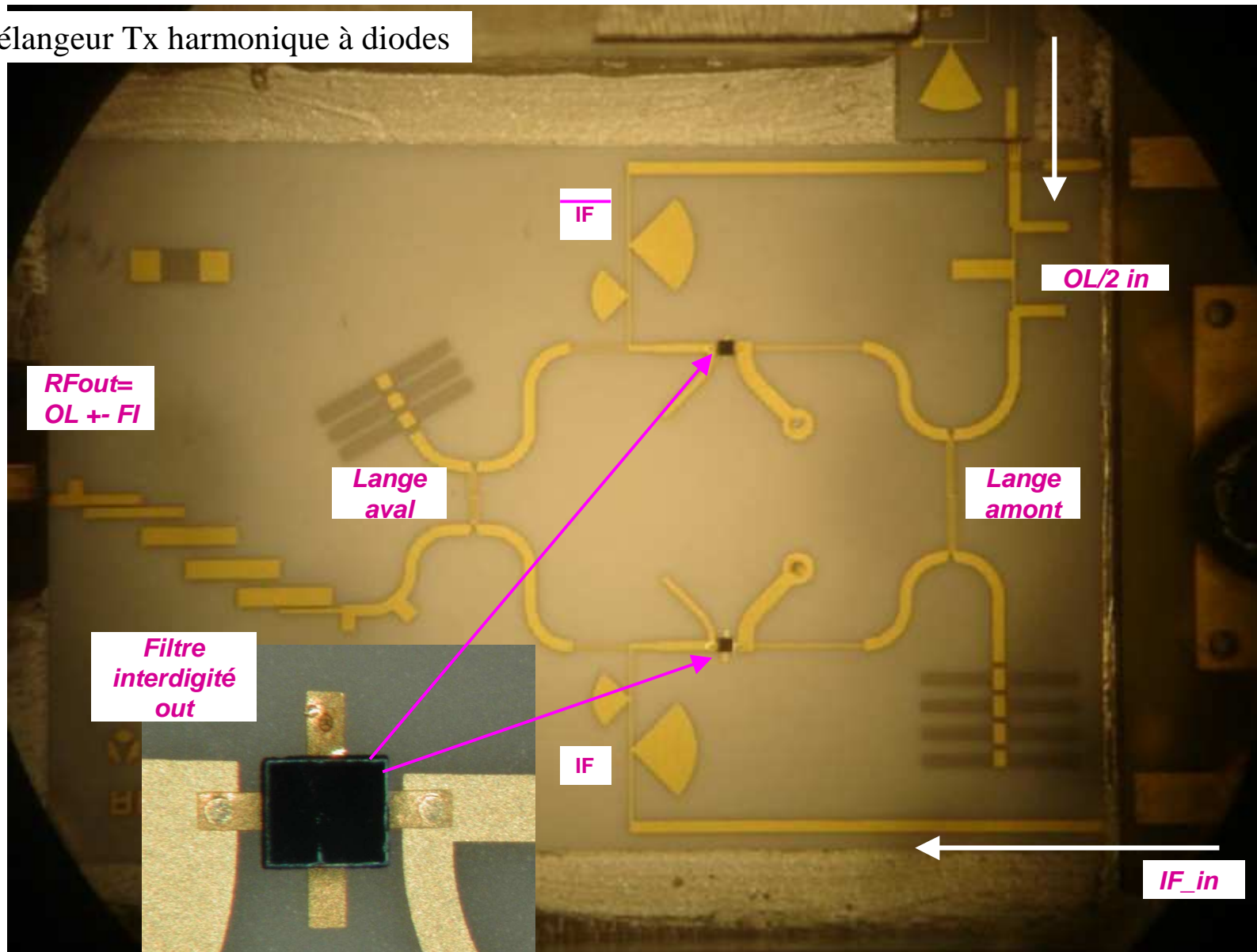


Photo F5BQP

Module Tx boîte blanche : mélangeur Tx

Mélangeur Tx harmonique à diodes



Module Tx boîte blanche : calculs pour mélangeur Tx (F6CXO)

Voilà le résultat de mes mesures sur le mélangeur émission. J'ai fait varier l'OL en fonction de la FI pour maintenir en permanence 24048 MHz en sortie (petit fichier excell pour fainéant). Le constat dans mon cas est que le coupleur 3 dB en entrée n'influence pas le niveau de sortie.

CALCUL OL et FI pour boîte blanche

Meilleur compromis recommandé

		FI		Sortie OL	Quartz * 48	Quartz * 52
24048	est égale à	144	plus 4 fois	5976	124,5	114,9230769
24048	est égale à	432	plus 4 fois	5904	123	113,5384615
24048	est égale à	1296	plus 4 fois	5688	118,5	109,3846154
24048	est égale à	1600	plus 4 fois	5612	116,9166667	107,9230769

Résultats des mesures

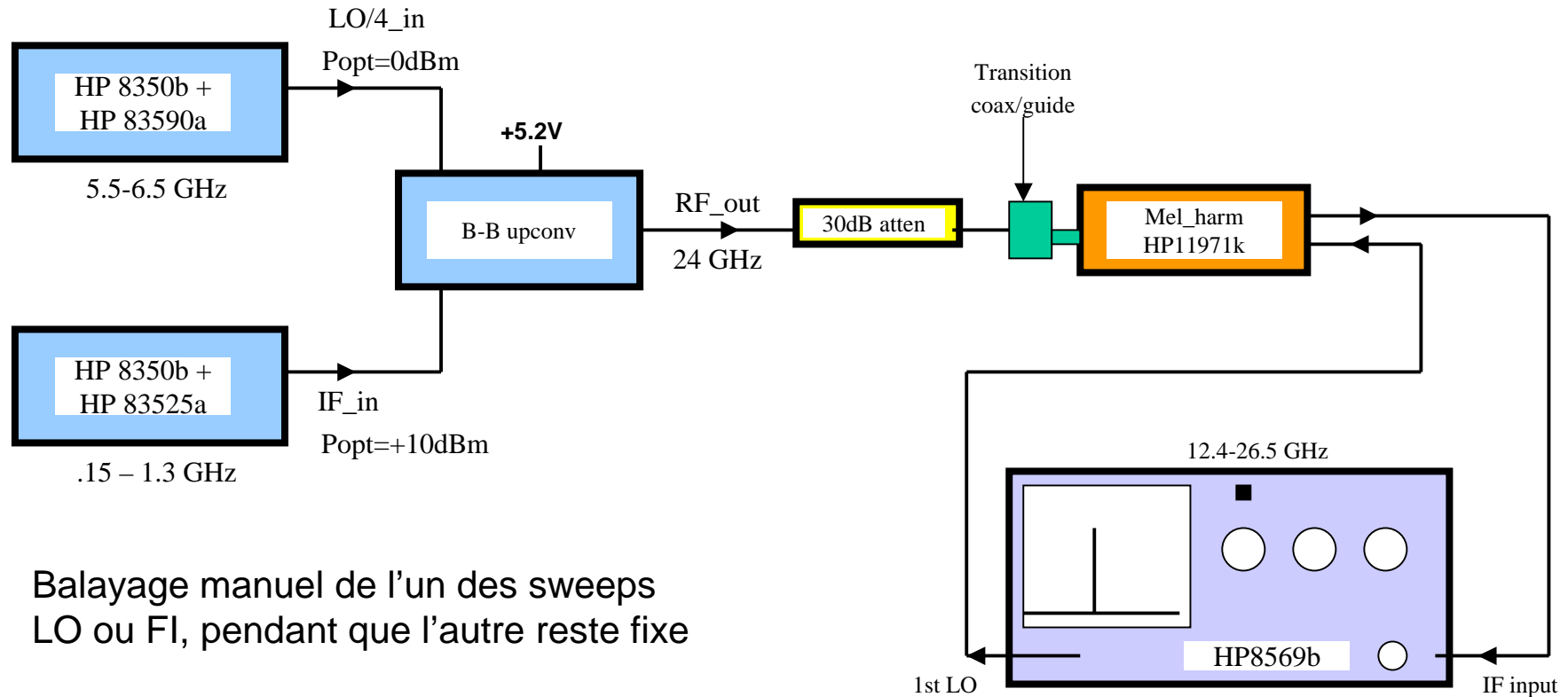
niveau de sortie		7 dBm		10 dBm	Quartz * 48
300µW	24048	est égale à 1907	plus 4 fois	5535,25	115,3177083
290µW	24048	est égale à 1800	plus 4 fois	5562	115,875
300µW	24048	est égale à 1600	plus 4 fois	5612	116,9166667
300µW	24048	est égale à 1400	plus 4 fois	5662	117,9583333
300µW	24048	est égale à 1200	plus 4 fois	5712	119
300µW	24048	est égale à 1000	plus 4 fois	5762	120,0416667
280µW	24048	est égale à 800	plus 4 fois	5812	121,0833333
280µW	24048	est égale à 700	plus 4 fois	5837	121,6041667
280µW	24048	est égale à 650	plus 4 fois	5849,5	121,8645833
300µW	24048	est égale à 600	plus 4 fois	5862	122,125
300µW	24048	est égale à 500	plus 4 fois	5887	122,6458333
300µW	24048	est égale à 432	plus 4 fois	5904	123
340µW	24048	est égale à 400	plus 4 fois	5912	123,1666667
400µW	24048	est égale à 300	plus 4 fois	5937	123,6875
300µW	24048	est égale à 200	plus 4 fois	5962	124,2083333
410µW	24048	est égale à 144	plus 4 fois	5976	124,5

à 144 MHz il faut 12 dBm de FI pour le max à 900 µW
à 432 MHz il faut 14 dBm de FI pour le max à 900 µW

La variation du niveau de l'OL ne modifie pas trop le niveau de sortie

Donc en vue d'obtenir du 24.048 GHz, on mélangera une source 23.616 GHz « béton » avec du 432 MHz modulé

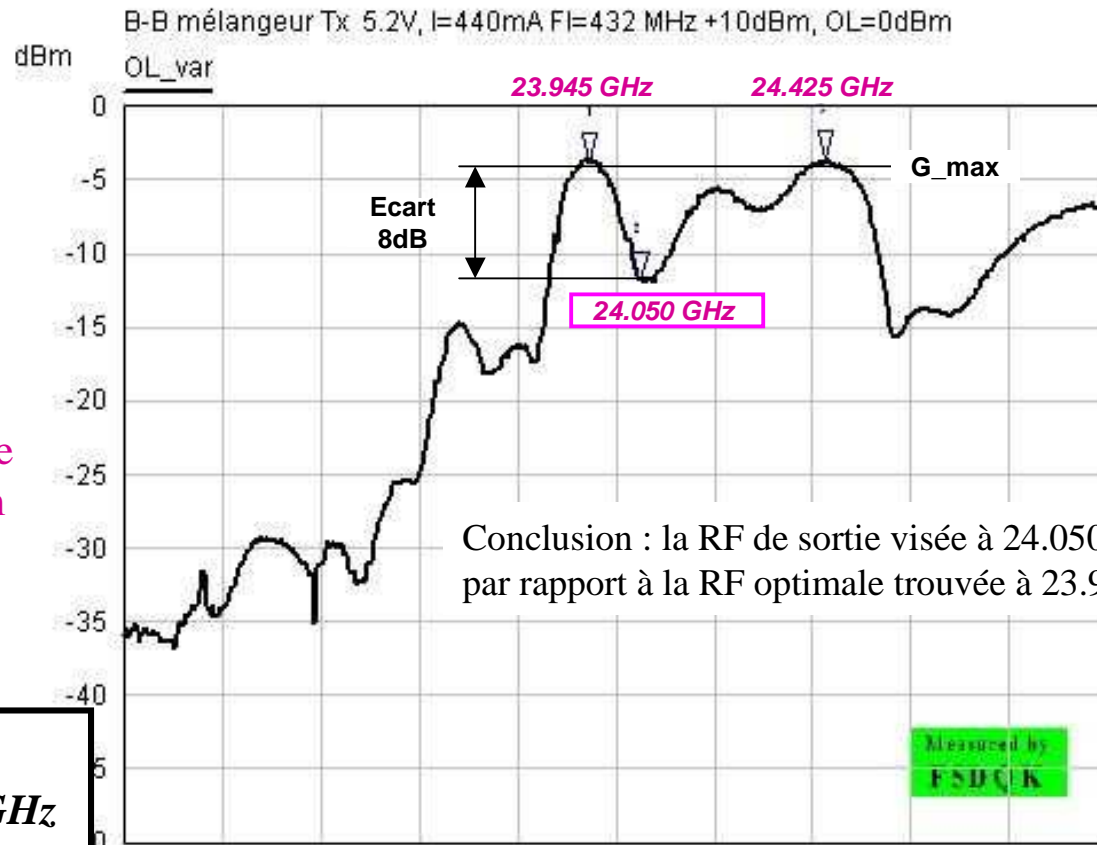
Module Tx boîte blanche : banc de manipe



Balayage manuel de l'un des sweeps
LO ou FI, pendant que l'autre reste fixe

Utilisation de l'A-S en mode mémoire

Module Tx boîte blanche n°1: variation de l'OL



Conclusion : la RF de sortie visée à 24.050 GHz perd 8 dB par rapport à la RF optimale trouvée à 23.945 GHz

Gain stable dès :
 $P_{IF} \leq +10\text{dBm}$
 $P_{LO} = 0\text{dBm}$

Correction :
 rajouter +4.8dB
 sur ces mesures de
 puissance en dBm

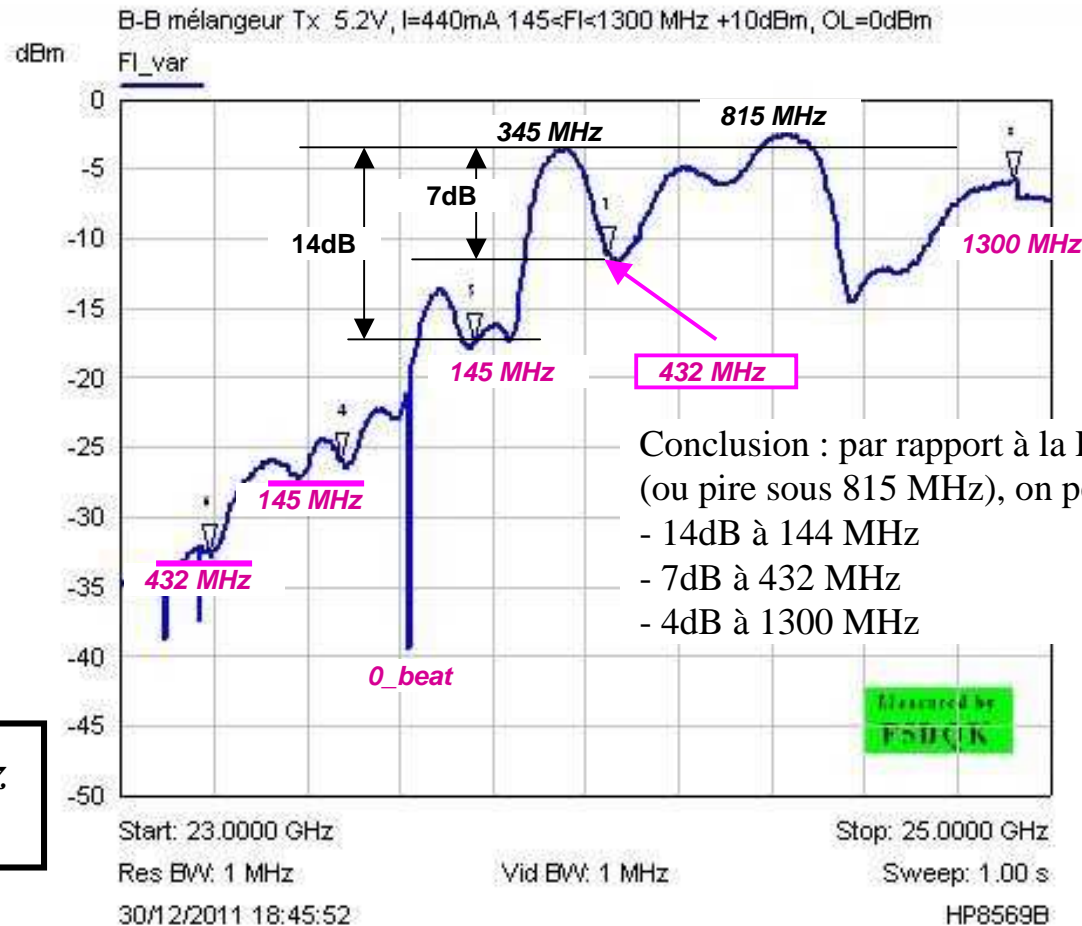
OL/4 variable
RFout fixe =24 GHz

Start: 23.0000 GHz Stop: 25.0000 GHz
 Res BW: 1 MHz Vid BW: 1 MHz Sweep: 1.00 s
 30/12/2011 18:30:01 HP8569B

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	OL_var	23.9458 GHz	-3.80 dBm	OL=5.8785 x 4 =23.514 GHz
2	OL_var	24.0500 GHz	-11.80 dBm	OL=5.9045 x 4 =23.618 GHz
3	OL_var	24.4250 GHz	-3.70 dBm	OL=5.9982 x 4 =23.993 GHz

-11.8+4.8= -7.0 dBm réels

Module Tx boîte blanche n°1: variation de la FI



Gain stable dès :
 P_IF ≤ +10dBm
 P_LO = 0dBm

Correction :
 rajouter +4.8dB
 sur ces mesures de
 puissance en dBm

OL/4 fixe = 5.9 GHz
RF_out variable

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
4	∇ FI_var	23.4750 GHz	-25.90 dBm	OL=5.9045 GHz, Filbar=145 MHz
5	∇ FI_var	23.7625 GHz	-17.30 dBm	OL=5.905 GHz, FI=145MHz
6	∇ FI_var	23.1875 GHz	-32.50 dBm	OL=5.905 GHz, Filbar=432MHz
1	∇ FI_var	24.0500 GHz	-11.20 dBm	OL=5.905 GHz, FI=432 MHz
5	∇ FI_var	24.9208 GHz	-5.80 dBm	OL=5.905 GHz, FI=1.3 GHz

-11.2+4.8= -6.4 dBm réels

-5.4+4.8= -0.6 dBm réels

Module Tx boîte blanche n°2: variation de la FI

B-B mélangeur Tx 2 inf 5.2V, I=390mA, 50MHz<FI<1400 MHz +10dBm OL=0dBm



Etiquette de repèrage sur le couvercle « inf »

OL/4 fixe = 5.9 GHz
RF_out variable

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	∇ FI_var	23.7477 GHz	-14.80 dBm	FI=145 MHz
2	∇ FI_var	24.0352 GHz	-9.90 dBm	FI=435 MHz
3	∇ FI_var	24.9018 GHz	-2.30 dBm	FI=1300 MHz

Module Tx boîte blanche : conclusion sommaire

- Gain maximal, non pas à Rf_out de 24.050, mais à 23.945 ou 24.425 GHz : on se pénalise alors de 8 dB dans notre bande OM !
- Côté FI, les gains maximaux s'effectuent vers 345 et 815 MHz. Du coup on se pénalise alors
 - de 14 dB à 144 MHz
 - de 7 dB à 432 MHz
 - encore de 4 dB à 1300 MHz

NB : les 2 effets ne sont pas cumulables !!

C'est une raison pour laquelle F1JGP a fabriqué un transverter à FI centrée vers 850 MHz !

Réjection des fréquences image

- environ 10 dB à 145 MHz
- environ 24 dB à 345 MHz*
- environ 17 dB à 435 MHz
- non mesurée à 1.3 GHz (au moins 35 dB)

Module Tx boîte blanche : puissance de sortie RF (sans filtre)

P_out 24.048 GHz mesurée au bolo HP 8485d + atténuateur 20 dB HP calibré à 24.050 GHz

FI_in	P-FI_in	LO_in	P-LO_in	RF_out	P-RF_out
1.3 GHz	+1 dBm	5.688 GHz	+11dBm	24.050 GHz	-8.3 dBm
435 MHz	+1 dBm	5.904 GHz	+11 dBm	24.050 GHz	-6.1 dBm

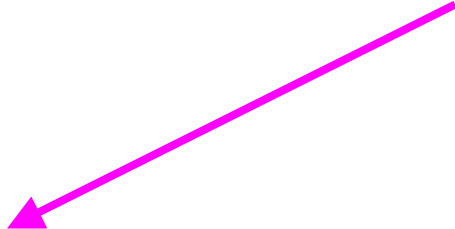
Module Tx boîte blanche : P1dBc avec FI=432 MHz

Boîte blanche Upconv :

25/02/2012		
Sweep FI :	HP8350b	432 MHz
Tiroir :	HP83525a	+ atten 10 dB
P	variable	
Sweep LO :	HP8350b	5,904 GHz
Tiroir :	HP83590a	
P	+10 dBm	fixe

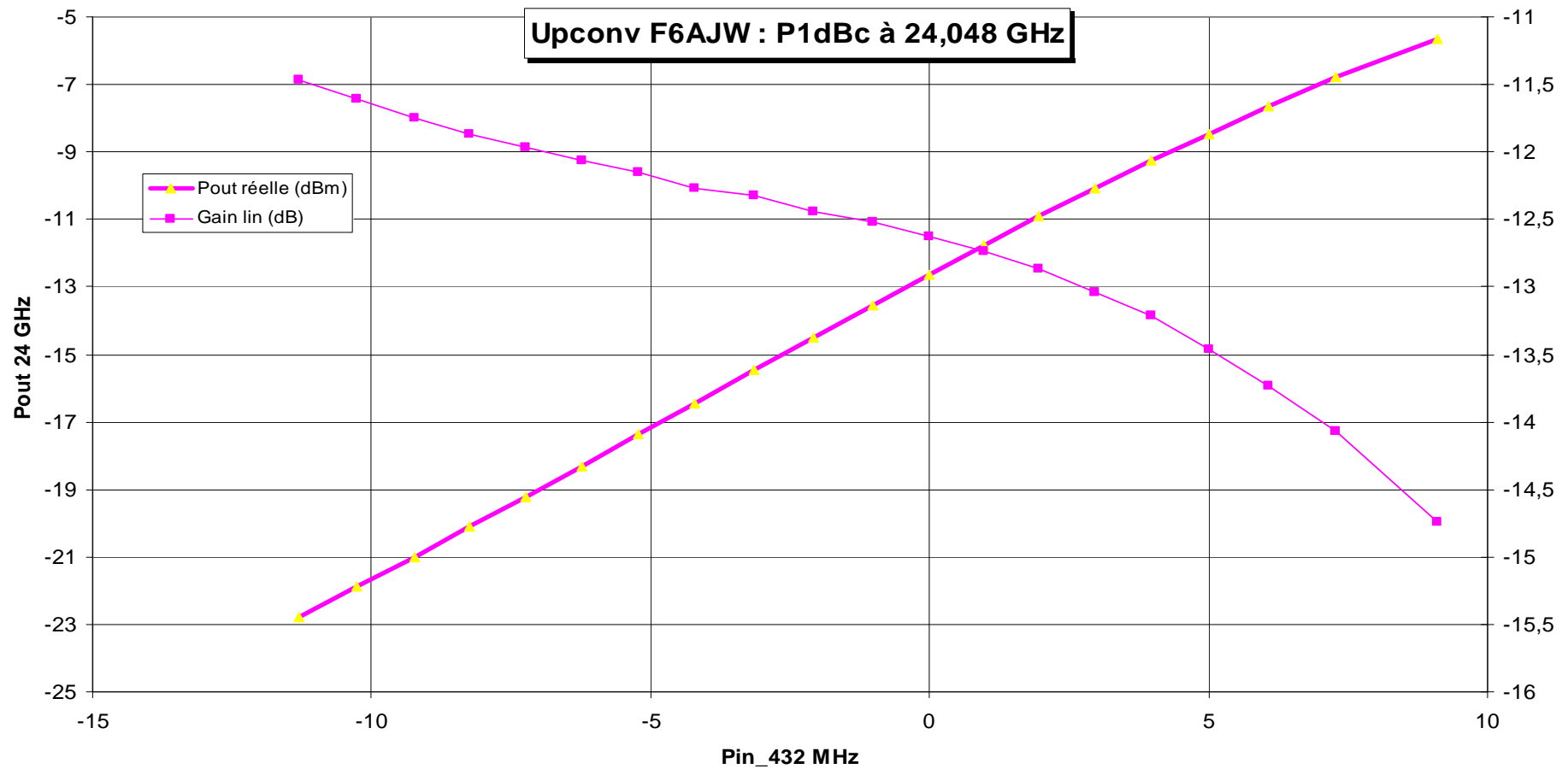
Upconv F6AJW					
	Amont		Aval		
Pin sweep (dBm)	Pin lue (dBm)	Pin réelle (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Delta gain lin (dB)
-2	-11,30	-11,30	-22,77	-11,47	
-1	-10,26	-10,26	-21,87	-11,61	-0,14
0	-9,24	-9,24	-20,99	-11,75	-0,28
1	-8,24	-8,24	-20,11	-11,87	-0,40
2	-7,25	-7,25	-19,22	-11,97	-0,50
3	-6,24	-6,24	-18,30	-12,06	-0,59
4	-5,22	-5,22	-17,37	-12,15	-0,68
5	-4,20	-4,20	-16,47	-12,27	-0,80
6	-3,15	-3,15	-15,47	-12,32	-0,85
7	-2,07	-2,07	-14,51	-12,44	-0,97
8	-1,01	-1,01	-13,53	-12,52	-1,05
9	0,00	0,00	-12,63	-12,63	-1,16
10	0,98	0,98	-11,76	-12,74	-1,27
11	1,97	1,97	-10,90	-12,87	-1,40
12	2,97	2,97	-10,07	-13,04	-1,57
13	3,97	3,97	-9,24	-13,21	-1,74
14	5,00	5,00	-8,46	-13,46	-1,99
15	6,07	6,07	-7,66	-13,73	-2,26
16	7,27	7,27	-6,80	-14,07	-2,60
17	9,10	9,10	-5,64	-14,74	-3,27

Mes F1VL			
Pin réelle (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Delta gain lin (dB)
-5,00	-18,00	-13	
-4,00	-17,00	-13	0,00
-3,00	-16,20	-13,2	-0,20
-2,00	-15,30	-13,3	-0,30
-1,00	-14,40	-13,4	-0,40
0,00	-13,50	-13,5	-0,50
1,00	-12,70	-13,7	-0,70
2,00	-11,90	-13,9	-0,90
3,00	-11,00	-14	-1,00
4,00	-10,34	-14,34	-1,34
5,00	-9,60	-14,6	-1,60
6,00	-8,32	-14,32	-1,32
7,00	-7,80	-14,8	-1,80
8,00	-7,38	-15,38	-2,38
9,00	-7,10	-16,1	-3,10

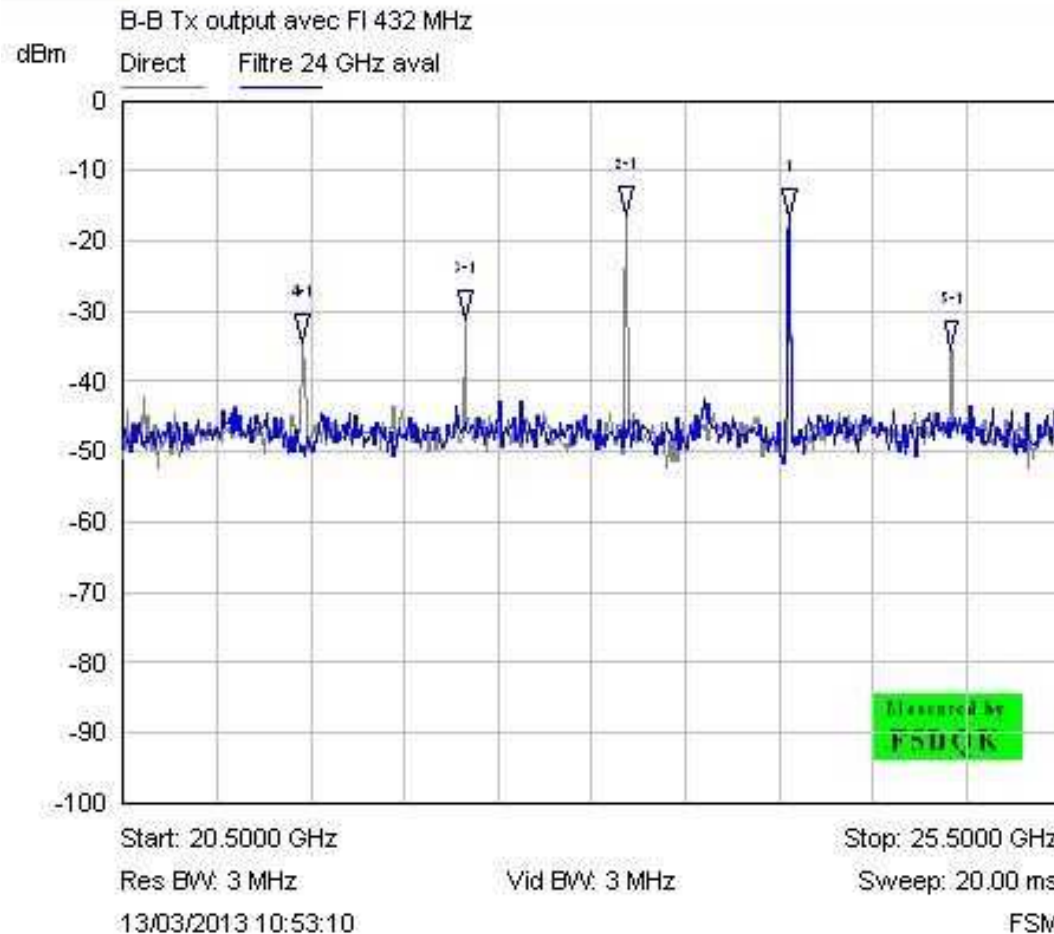


U(V)	P1dBc	P2dBc	P3dBc	Gain_lin(dB)	I_max (mA)
5.2	-13.5/270mW	-8.5dBm	-5.2dBm	-11.5	430

Module Tx boîte blanche : P1dBc avec FI=432 MHz



Module Tx boîte blanche : produits de mélange obtenus



Attention aux produits de mélange FI 432 MHz + OL 5904 MHz, mis ici en évidence sur ce spectre !

L'adjonction d'un filtre 24 GHz passe-bande aval se révèle donc indispensable

Pout mesurée sans filtre



Pout mesurée avec filtre !

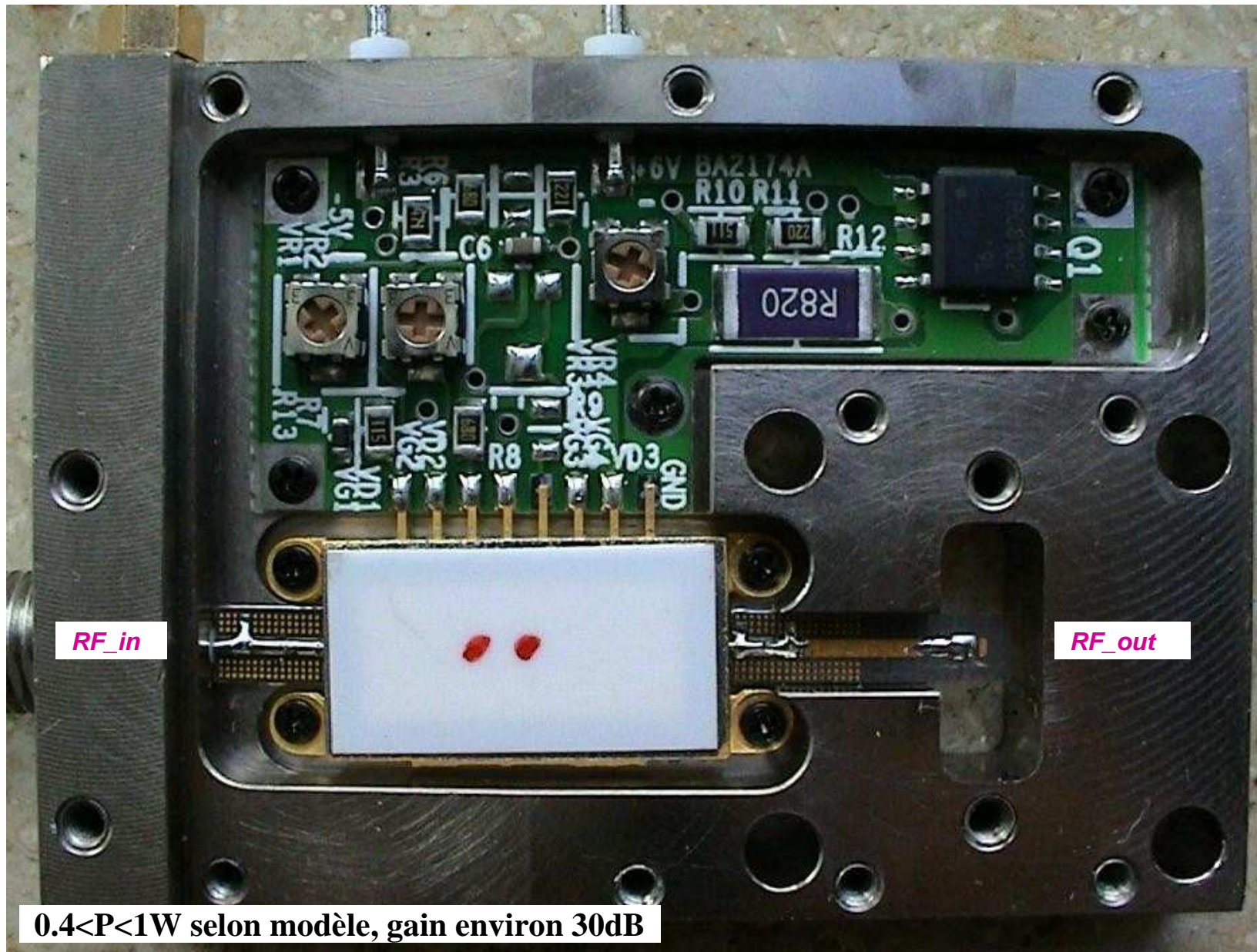


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	Filtre 24 GHz aval	24.0500 GHz	-16.63 dBm	
2-1 ▽	Direct	-866.6667 MHz	0.29 dB	
3-1 ▽	Direct	-1.7278 GHz	-14.39 dB	
4+1 ▽	Direct	-2.5944 GHz	-17.82 dB	
5-1 ▽	Direct	866.6667 MHz	-18.76 dB	

4- Partie ampli 24 GHz



Exemple d'ampli Toshiba 1W gain 30dB

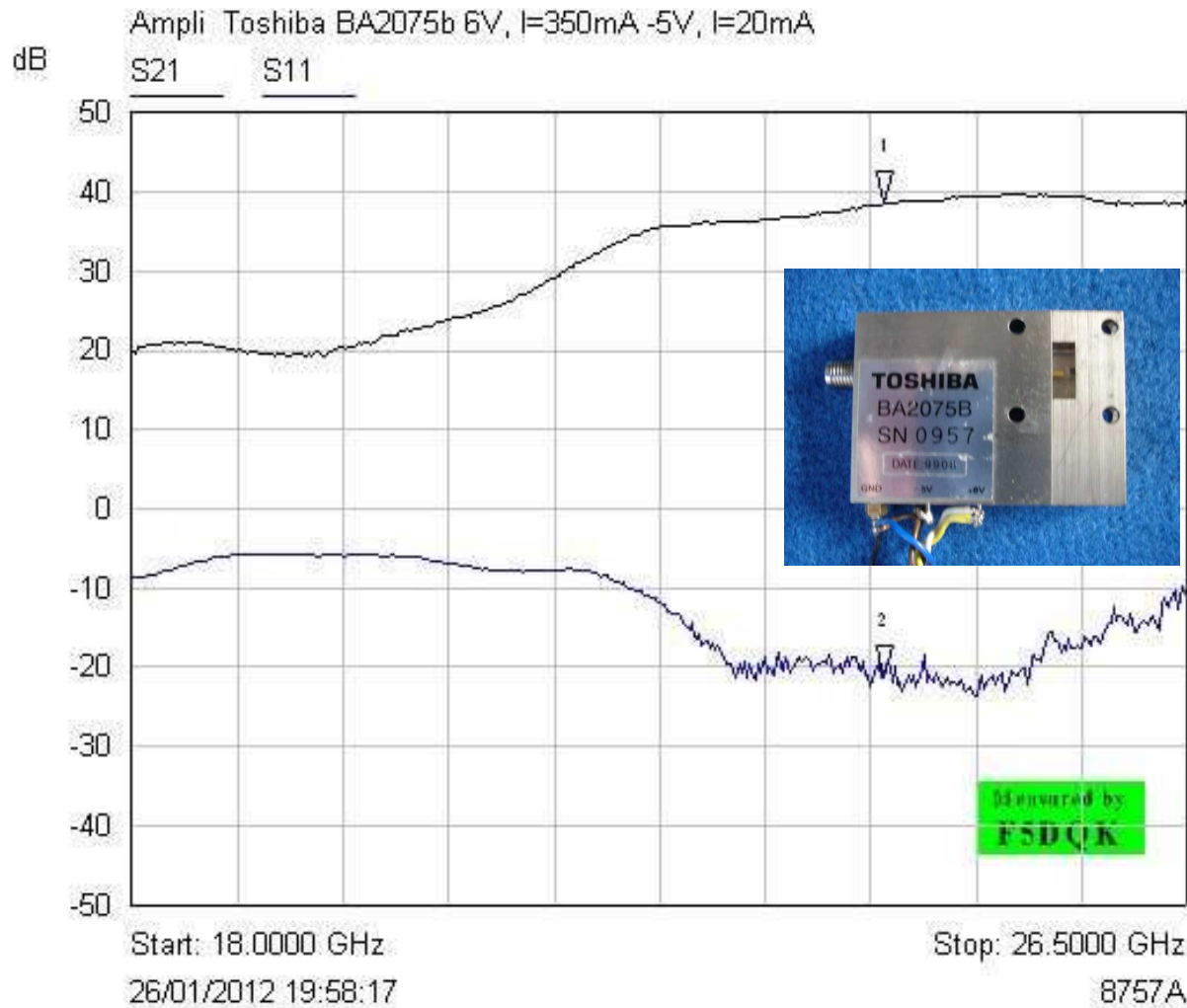


0.4 P P $1W$ selon modèle, gain environ 30dB

Test en compression



Toshiba BA2075b : analyse linéaire au scalaire



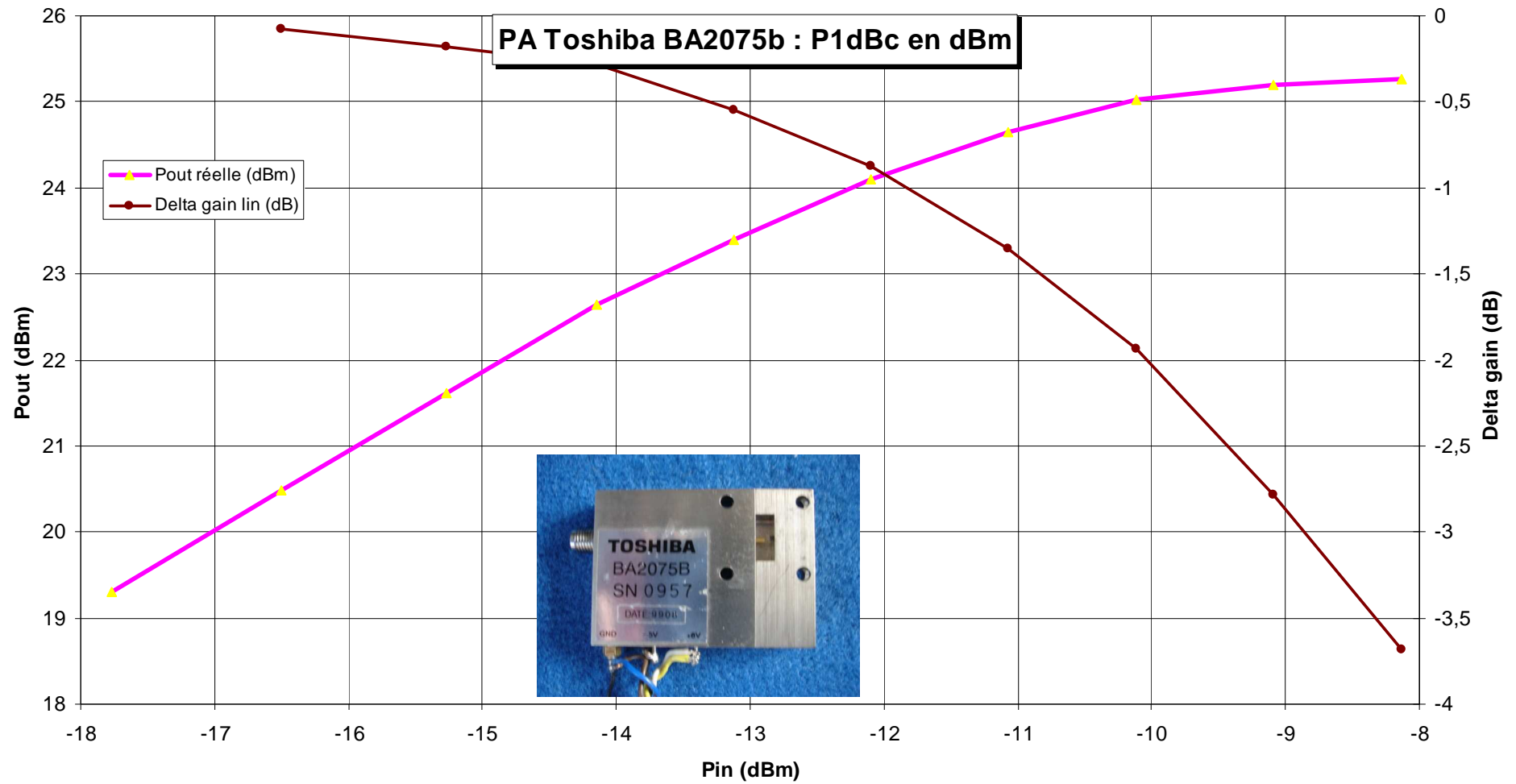
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	S21	24.0563 GHz	38.45 dB	
2 ▽	S11	24.0563 GHz	-21.36 dB	

Toshiba BA2075b à 24 GHz : mesures en compression

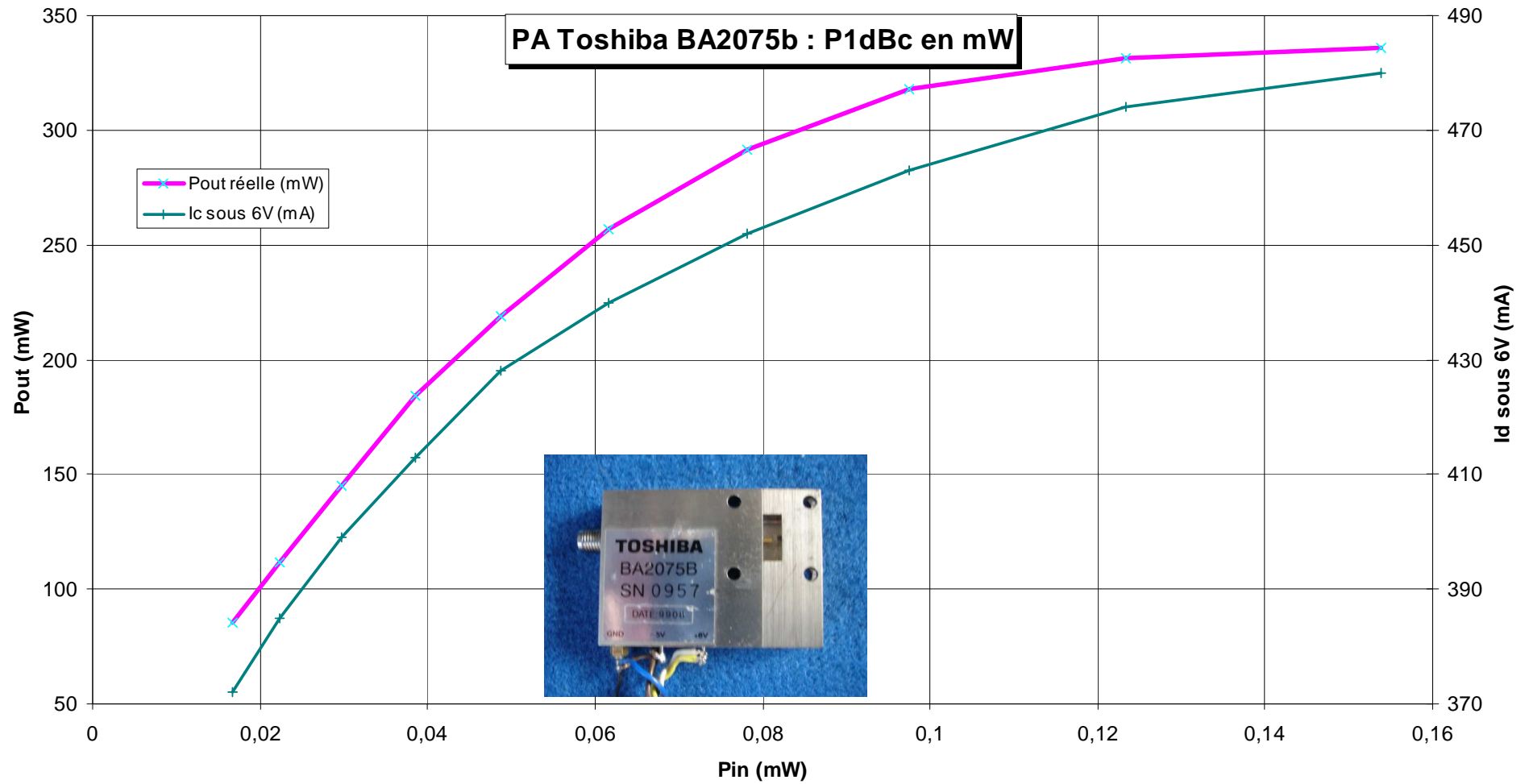
Ampli F6AJW										
	Amont	Amont	Amont	Amont	Aval	Aval	Aval	Aval	Aval	Aval
Pin sweep (dBm)	Pin lue (dBm)	Pin réelle (dBm)	Pin réelle (mW)	Pout lue (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Pout réelle (mW)	Delta gain lin (dB)	Ib sous -5V (mA)	Ic sous 6V (mA)
									17	335
-1	-37,90	-17,77	0,02	8,3	19,3	37,07	85,1		17,00	372,00
0	-36,63	-16,50	0,02	9,49	20,49	36,99	111,9	-0,08	17,00	385,00
1	-35,40	-15,27	0,03	10,62	21,62	36,89	145,2	-0,18	17,00	399,00
2	-34,27	-14,14	0,04	11,65	22,65	36,79	184,1	-0,28	17,00	413,00
3	-33,25	-13,12	0,05	12,4	23,4	36,52	218,8	-0,55	17,00	428,00
4	-32,23	-12,10	0,06	13,1	24,1	36,2	257,0	-0,87	17,00	440,00
5	-31,20	-11,07	0,08	13,65	24,65	35,72	291,7	-1,35	17,00	452,00
6	-30,24	-10,11	0,10	14,02	25,02	35,13	317,7	-1,94	17,00	463,00
7	-29,22	-9,09	0,12	14,2	25,2	34,29	331,1	-2,78	17,00	474,00
8	-28,26	-8,13	0,15	14,26	25,26	33,39	335,7	-3,68	17,00	480,00

U(V)	P1dBc	P2dBc	P3dBc	Gain_lin(dB)	I_max (mA)
6	24.3/270mW	25.02dBm/318mW	25.3dBm/340mW	37.1	500

Toshiba BA2075b à la compression



Toshiba BA2075b à la compression



TEST DIVERS PA DE "BOÎTES BLANCHES"					
P IN dBm	P OUT dBm	Gain dB	P mW	I + 6V ALIM mA	
BA 2075C SN 1225					
-16,30	20,01	36,31	100	810	
-10,80	26,03	36,83	400	810	
-7,00	29	36	800	790	
BA 2153A SN 0392					
-21,68	20,08	41,76	100	520	
-12,67	26,04	38,71	400 max !	560	
BA 2075B SN 2939					
-21,12	20,03	41,15	100	520	
-13,92	26,1	40,02	400	550	
-11,09	26,66	37,75	460	560	
BA 2075B SN 2436					
-18,28	20,06	38,34	101	360	
-14,39	23,06	37,45	202	390	
-11,38	24,77	36,15	300	430	
-8,13	25,63	33,76	366	440	
BA 2075C SN 3097					
-15,52	20,00	35,52	100	820	
-12,83	23,10	35,93	204	820	
-10,25	26,11	36,36	407	820	
-7,23	29,10	36,33	813	820	
-3,80	30,01	33,81	1000	780	
BA 2075C SN 0393					
-17,83	20,09	37,92	102	740	
-15,15	23,01	38,16	200	740	
-12,22	26,03	38,25	400	750	
-7,22	29,46	36,68	882	770	
-5,03	30,01	35,04	1000	790	
BA 2075C SN 3423					
-14,80	20,04	34,84	100	830	
-11,75	23,08	34,83	200	830	
-8,49	26,05	34,54	403	830	
-1,59	30,02	30,61	1000	850	
ARCOM REF. 25 PA 003 SN 0567					
-21,53	20,06	41,59	101	830	
-18,32	23,06	41,38	202	840	
-14,04	26,04	40,08	401	840	
-7,30	27,56	34,86	570	950	
CONDITIONS: F = 24,050 GHz, V+ = 6 V, V- = 5 V					

*0.4 < Pout < 1W selon
modèle, gain environ
20dB*

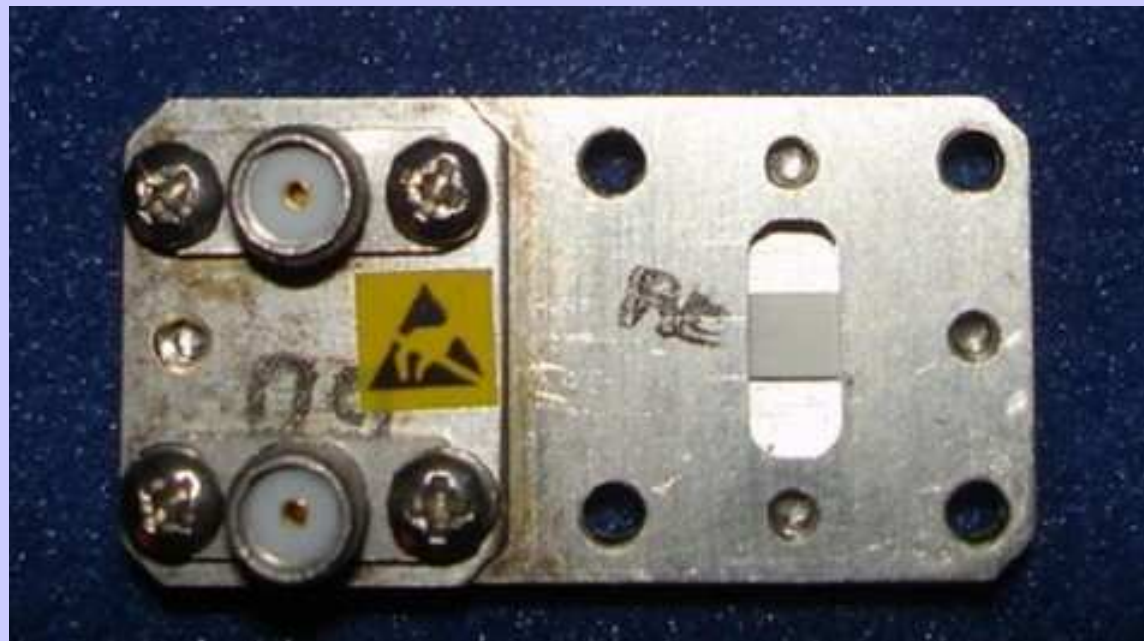
*La famille BA 2075C
est la plus puissante
(Pout=1W)*

Autres mesures effectuées par Sylvain F6CIS

	Pout	
Toshiba 2074C	400mW à +6V	460mW à +6.5V
LNX corp/ Arcom 24PA003	500mW	
Toshiba 2075C	1W avec +6.2V	1.25W avec +7V

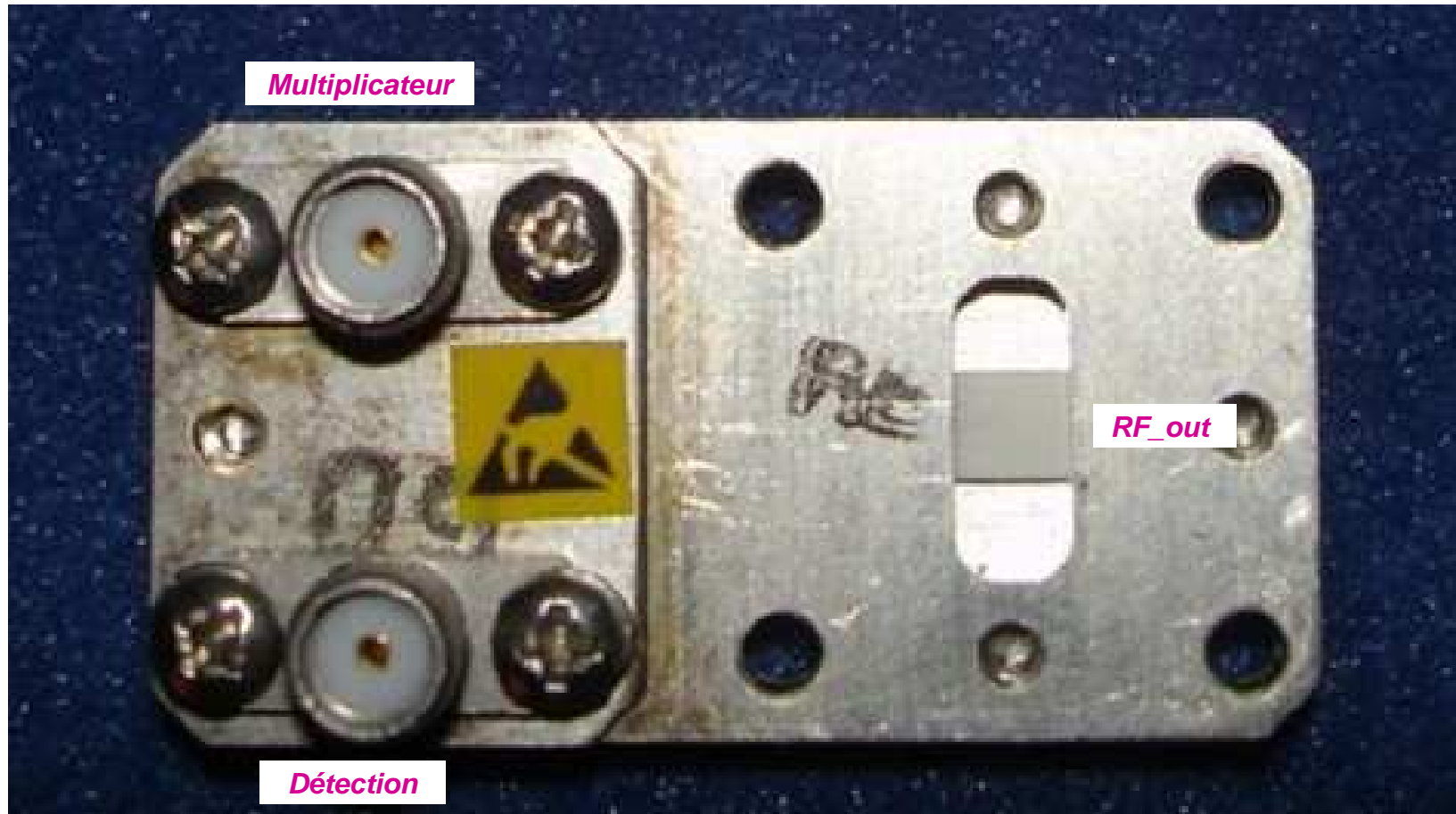
5- Partie détecteur/mélangeur

- Ses 3 fonctions possibles :
- détecteur RF
 - multiplicateur harmonique
 - mixer harmonique



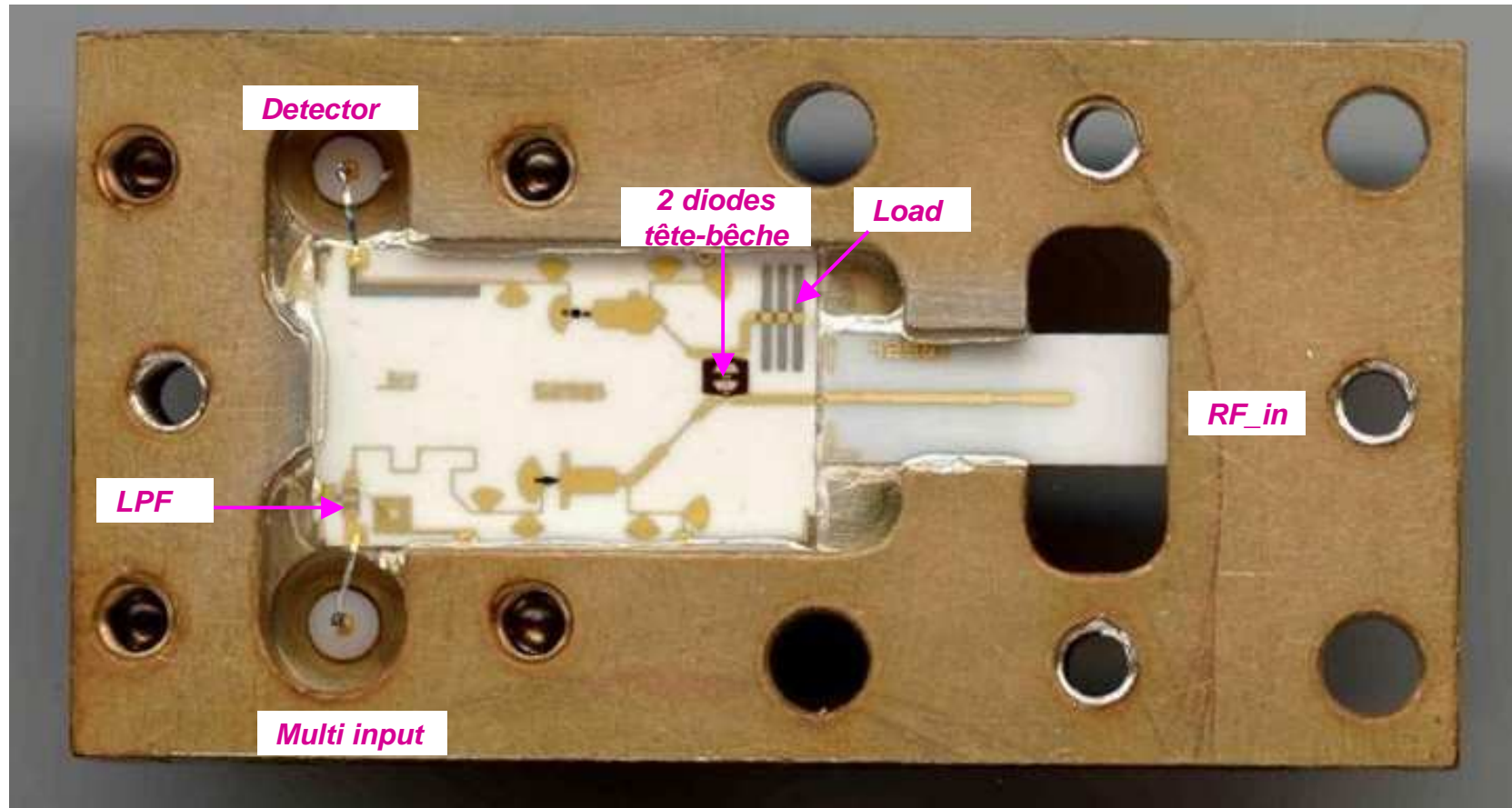
Détecteur Tx : vue extérieure

Voir article de Roger Ray G8CUB (Alcatel detector multiplier), ainsi que G4JNT



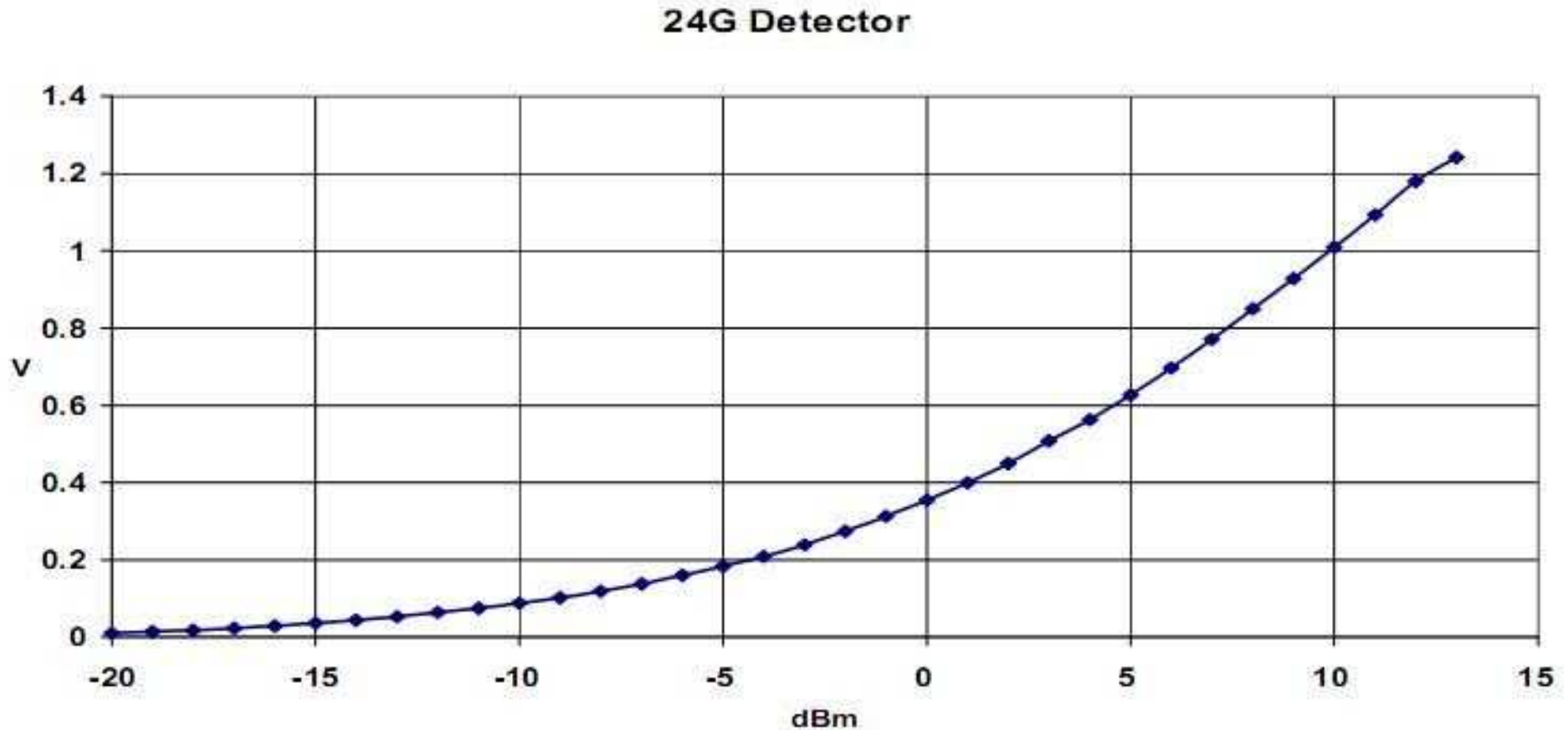
Détecteur Tx : vue intérieure

Voir article de Roger Ray G8CUB (Alcatel detector multiplier), ainsi que G4JNT



Détecteur harmonique 24 GHz dixit G8CUB

RF sur entrée guide via transition coax, sortie SMA détecteur
Utilisable également à 47 GHz : $-10\text{dBm}_{\text{in}} \rightarrow 0.15\text{V}$ détectés



Multiplicateur harmonique 24 GHz dixit G8CUB

1/ via l'entrée « multi » :

2.1 GHz (x11) avec $+10 < P_{in} < +17$ dBm (comportement non linéaire)

5 GHz (x9) avec $+8 < P_{in} < +17$ dBm

2/ via la SMA « detector » utilisée comme entrée

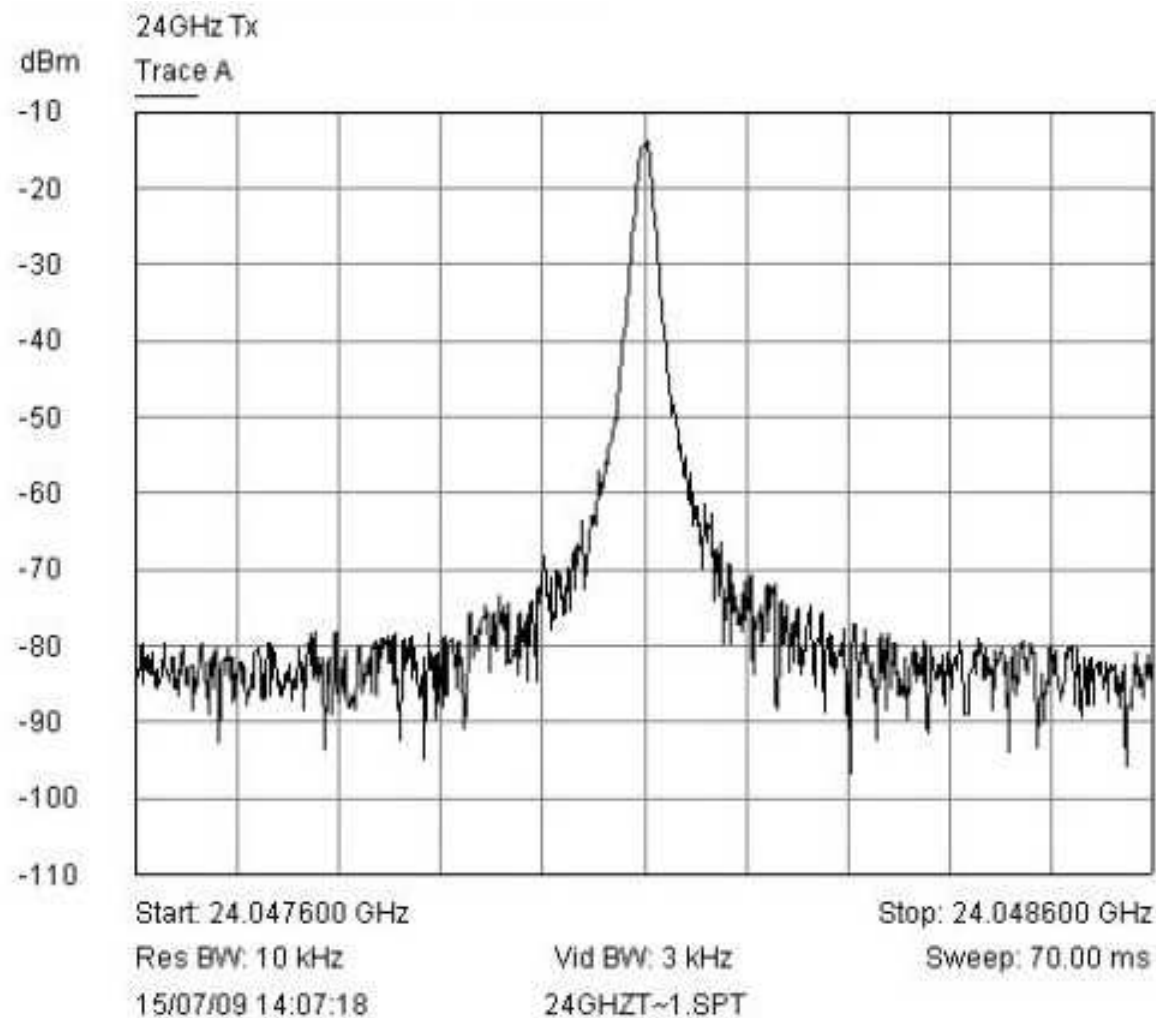
47 GHz détectable à 5 mètres !!

également du 76 GHz (x23) !!!



Mélangeur harmonique 24 GHz dixit G8CUB

- Utilisé par G8VUB sur analyseur de spectre Advantest R3271 en mode mixer externe, donc surement utilisable avec le Tektronix 492 et son diplexer !
- Utilisable à 47 et 75 GHz avec LPF vers 450 MHz



6- Oscillateur local 5.904 GHz hyper-stable

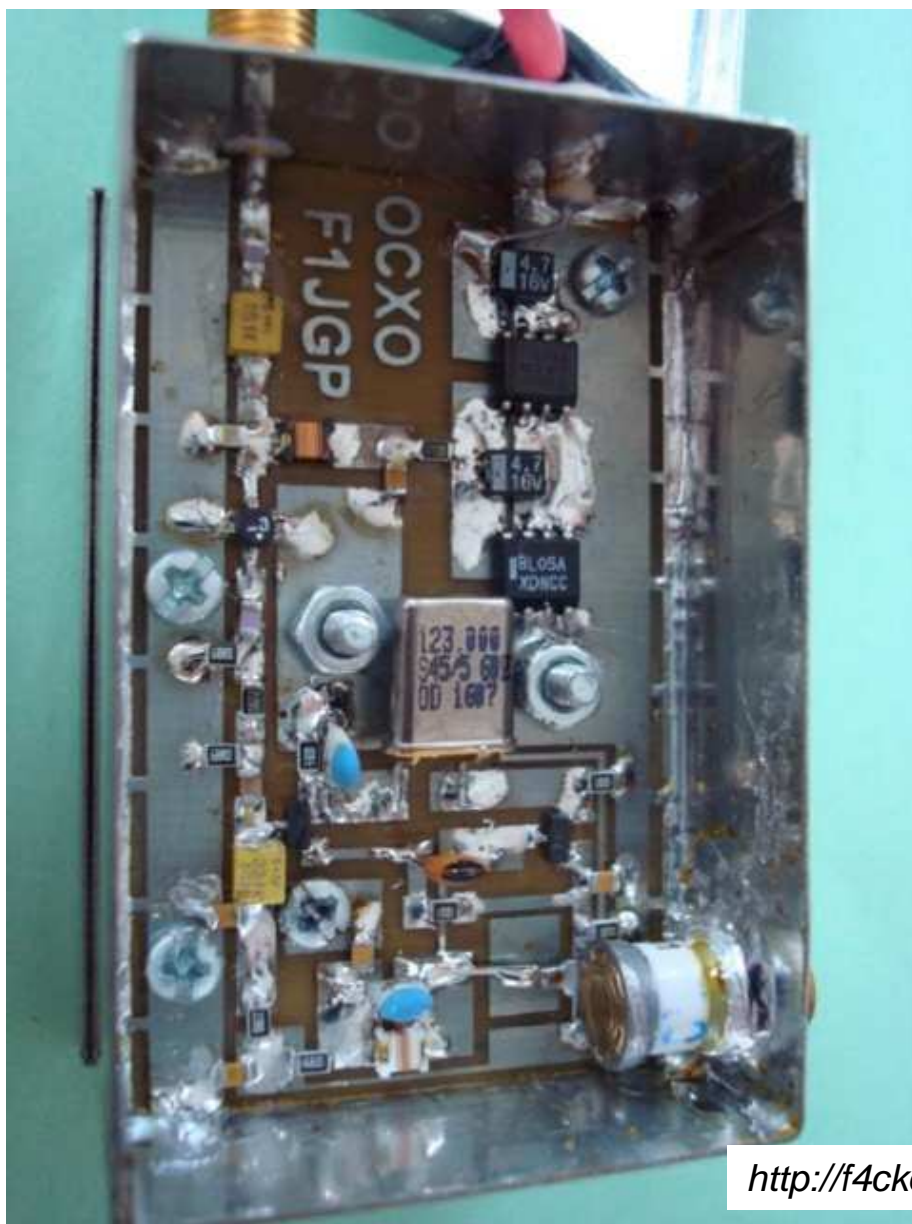
Rappel de la fréquence LO/4 à choisir (exemple TRx à 432 MHz)

		FI			Sortie OI
24048	est égale à	144	plus	4 fois	5976
24048	est égale à	432	plus	4 fois	5904
24048	est égale à	1296	plus	4 fois	5688
24048	est égale à	1600	plus	4 fois	5612

Absolument incontournable, voici quelques solutions

	Méthode utilisée	Constructeur	Utilisé/étudié par
A	OCXO 123 MHz + multiplicateur 48	F1JGP	F4CKC
B	Synthé 5.904 GHz piloté OCXO	HS microwave	F6CIS / F5BQP
C	Synthé 5.904 GHz piloté OCXO	DF9NP	
D	Synthé initial B-B	Alcatel	F1CHF
E	<i>La vôtre ?</i>	?	?

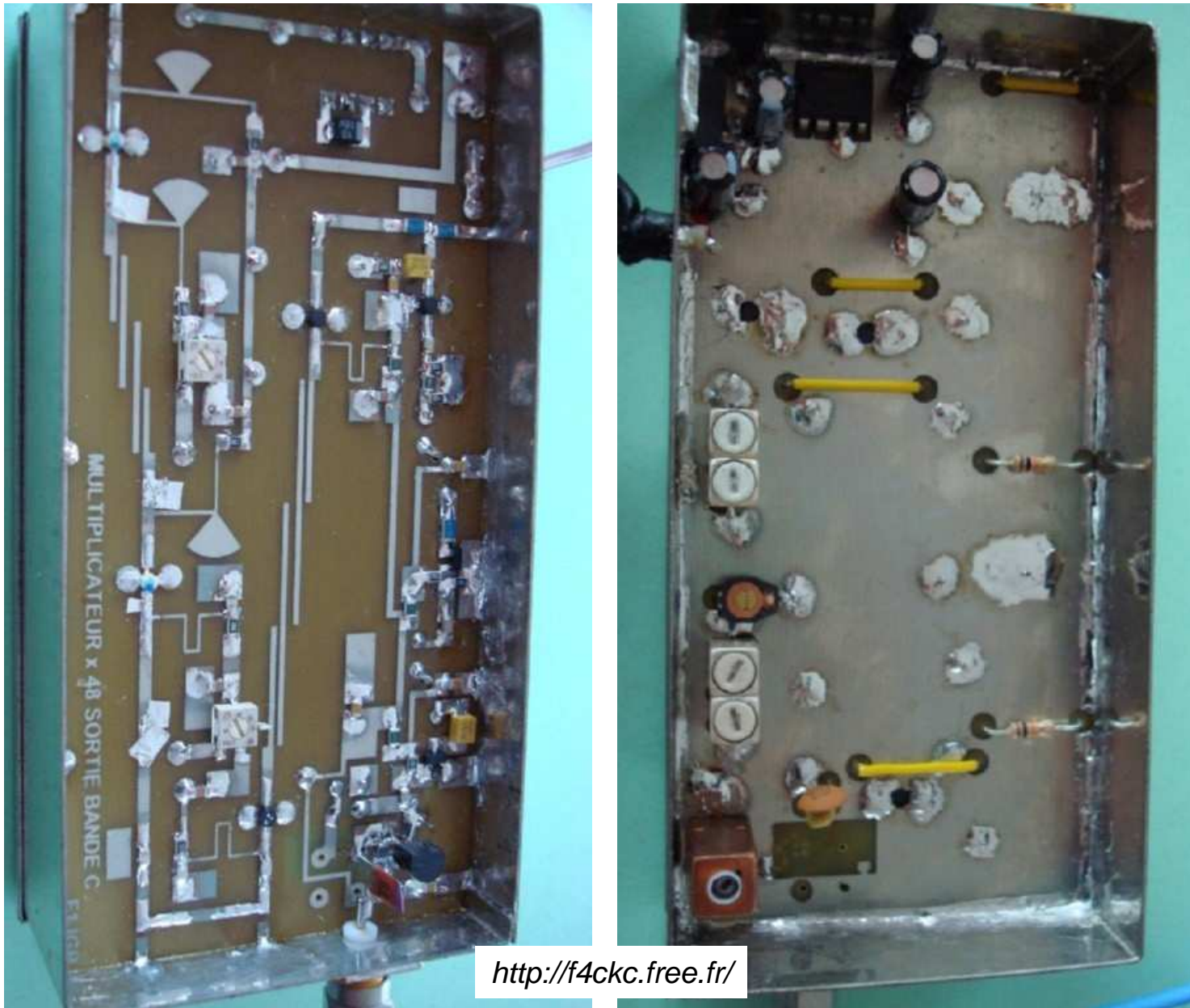
A/ OCXO 123 MHz de F1JGP



<http://f4ckc.free.fr/>



A/ Multiplicateur x48 de F1JGP



B/ Synthé 5.904 GHz HSM avec PLL sur OCXO ext 10 MHz

Attention : alimenter l'OCXO 10 MHz extérieur
avant le synthé !



High Sierra
MICROWAVE

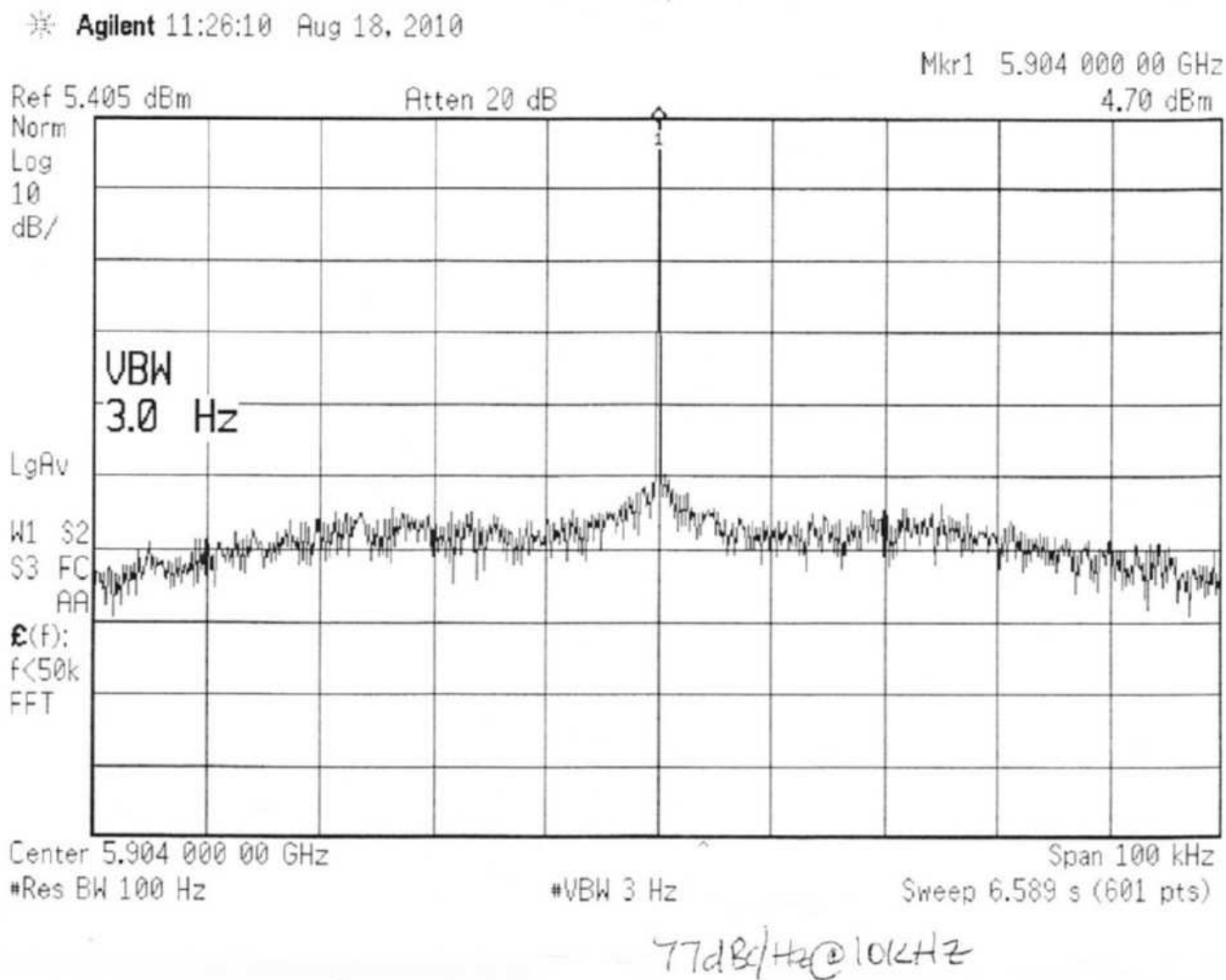
TEST DATA SHEET

DATE:	18 August 2010
MODEL:	5338-PLO-EXT-SFSF
SERIAL NUMBER:	331001
FREQUENCY:	5904.000 MHz
FREQUENCY STABILITY:	Function of External 10 MHz reference
EXTERNAL REFERENCE	10 MHz @ 0 to +7 dBm
PHASE NOISE:	Less than -75 dBc/Hz at 10KHz
POWER OUTPUT:	+7 dBm
LOAD VSWR:	<1.5:1
SPURIOUS	Greater than -70 dBc
HARMONICS	20 dB below the output
VOLTAGE:	9 Vdc typical
CURRENT:	148 mA
OPERATING TEMPERATURE:	-10 to +50 C

NOTE: With an external reference, the PLL output spectral characteristics are a function of the phase noise and spurious of the 10 MHz reference signal. The phase noise and the spurious of the 10 MHz reference will be enhanced by 20 log 5904/10 or 56 dB. It is recommended that a very low phase noise 10 MHz sinewave signal be used.

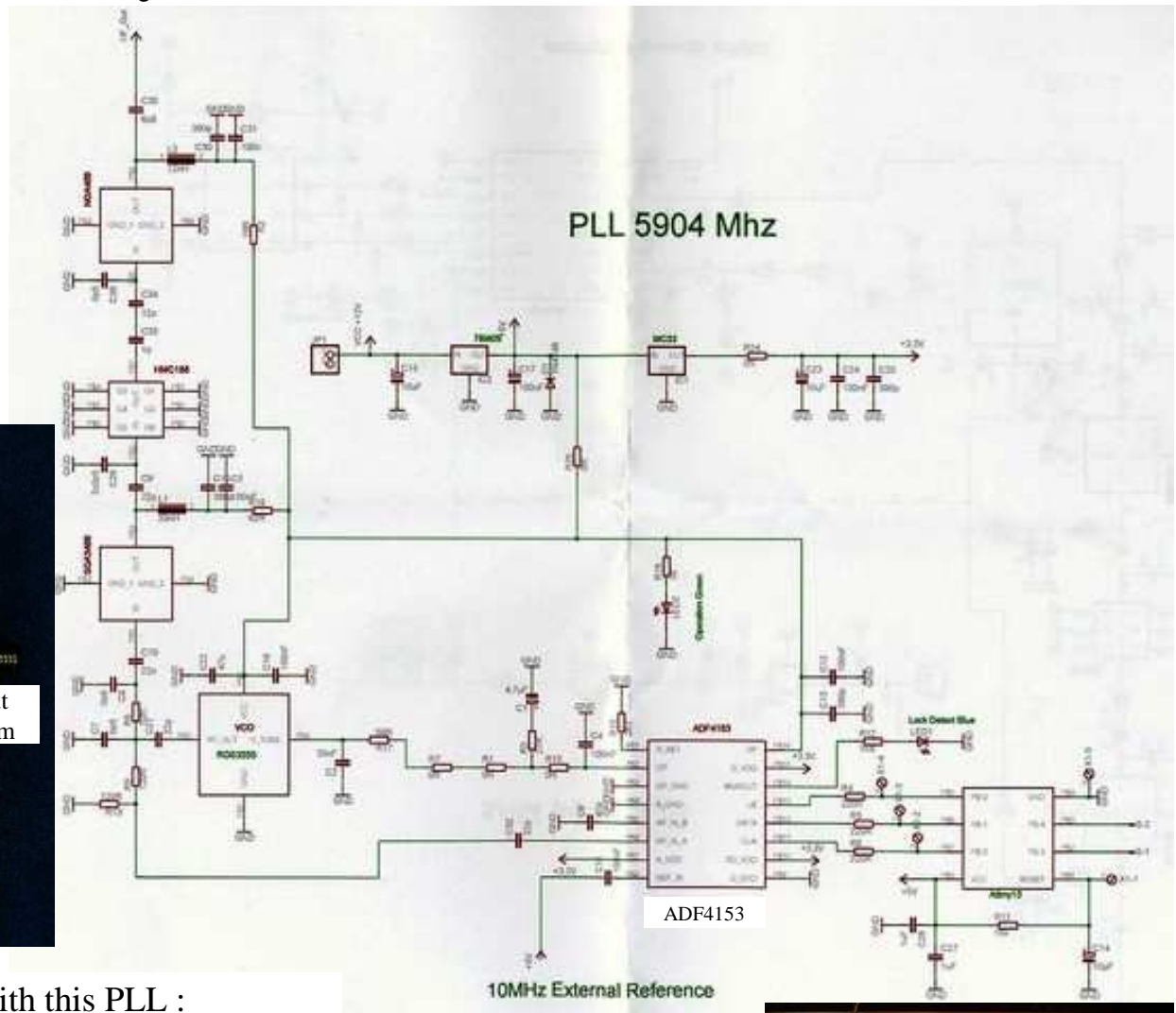
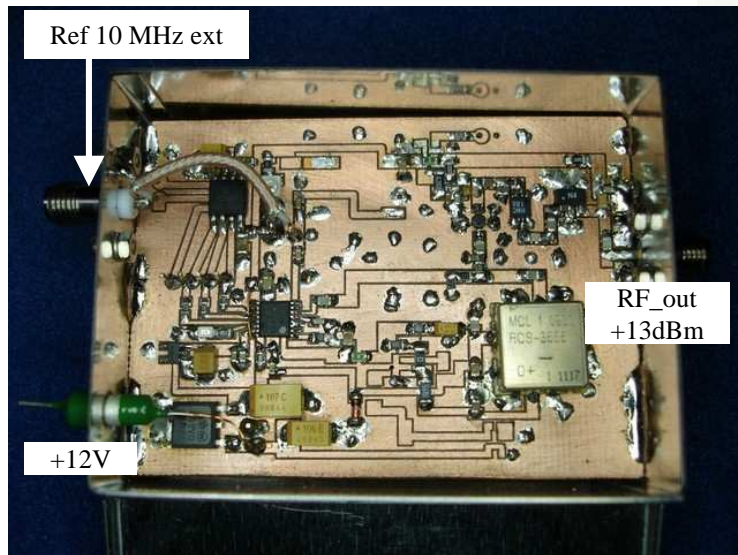
86 Rancho del Sol - Camino, CA 97509 - (530) 644-3393 - www.hsmicrowave.com

B/ Synthé HSM : pureté spectrale



C/ Synthé DF9NP

Autre méthode low-cost, générée à partir d'un synthé de 2952 MHz + doubleur en fréquence, avec référence 10 MHz extérieure



Both disciplining possibilities were tried with this PLL :

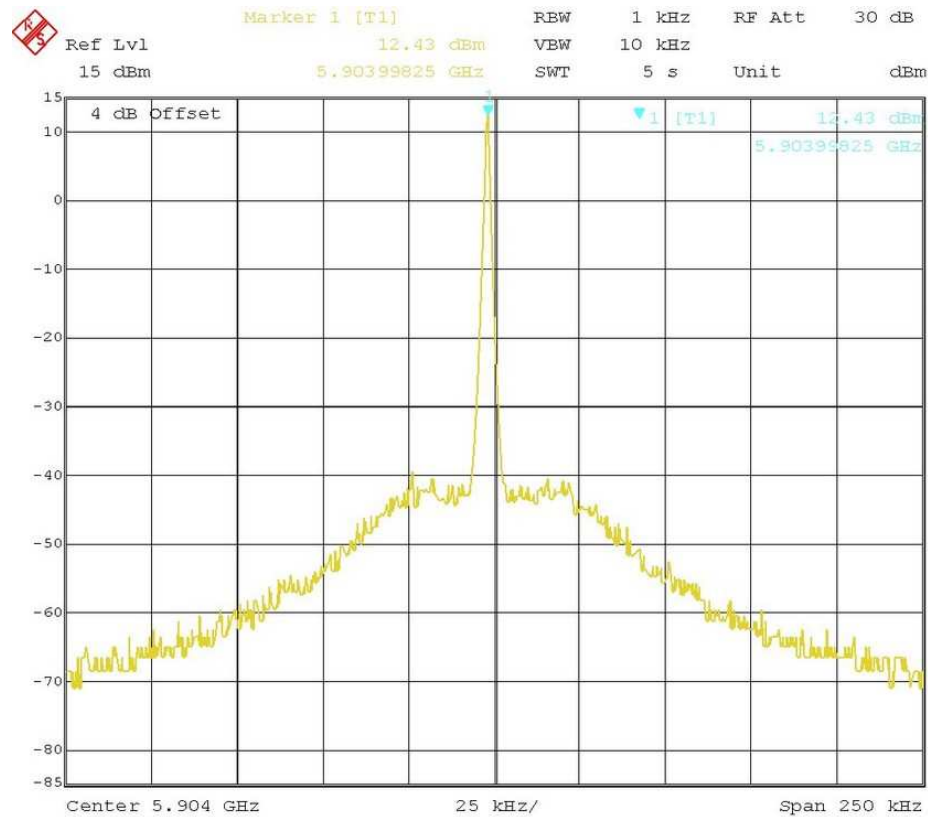
- internal TXCO : perfect for portable operation
- external OXCO or GPSDO : perfect for beacon monitoring

More infos ? Dleupold at t-online.de

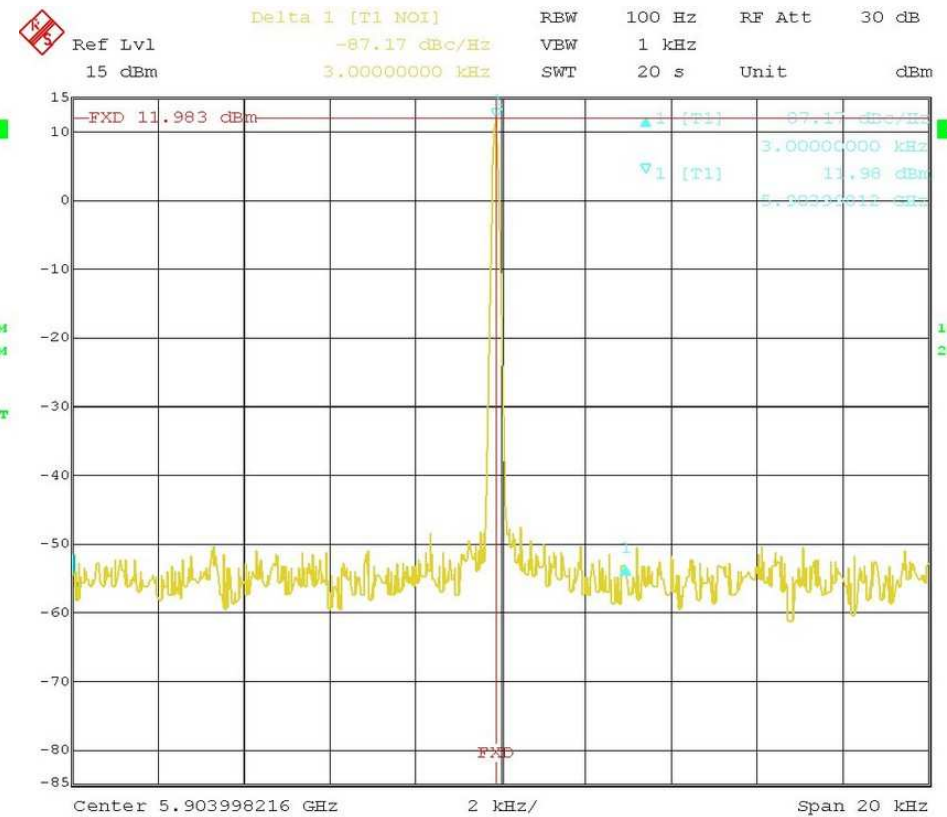


C/ Synthé DF9NP : pureté spectrale

Mesures constructeur



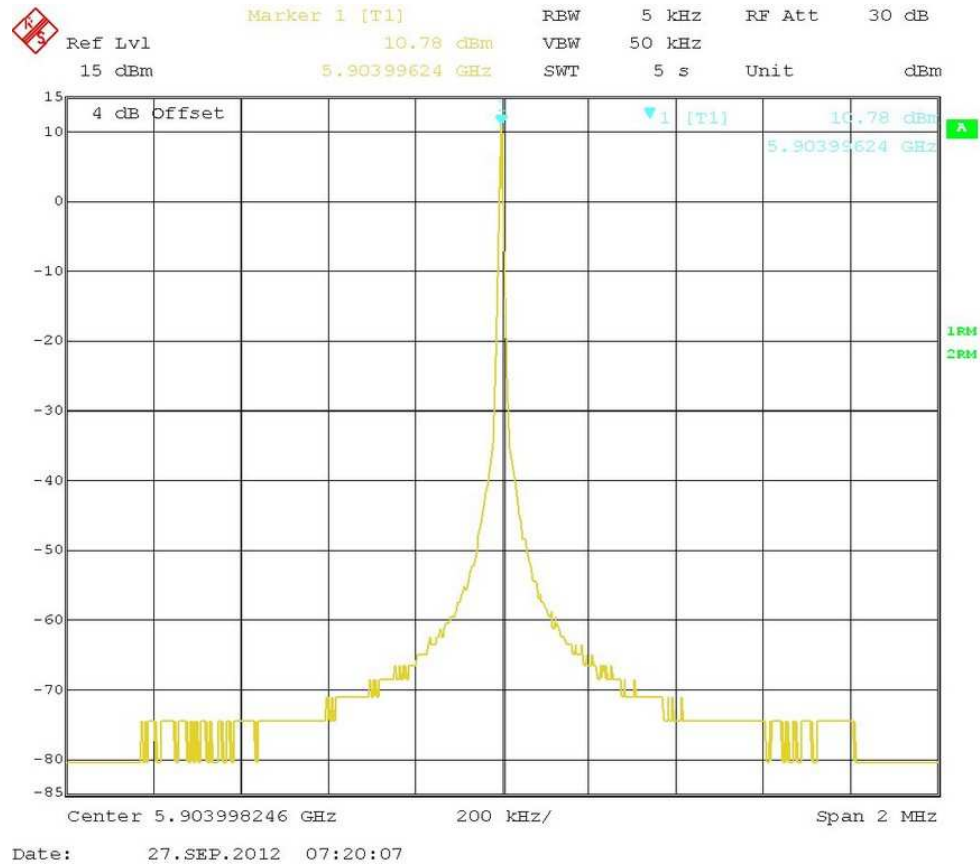
Date: 27.SEP.2012 07:16:51



Date: 27.SEP.2012 13:48:34

C/ Synthé DF9NP : pureté spectrale

Mesures constructeur



D/ Synthé Alcatel d'origine

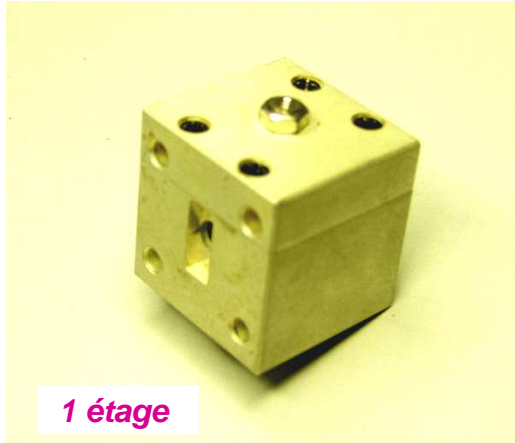
Toujours actuellement en cours d'étude par F1CHF, voir Proceedings C-J 2011 page 161 et PDF sur son site



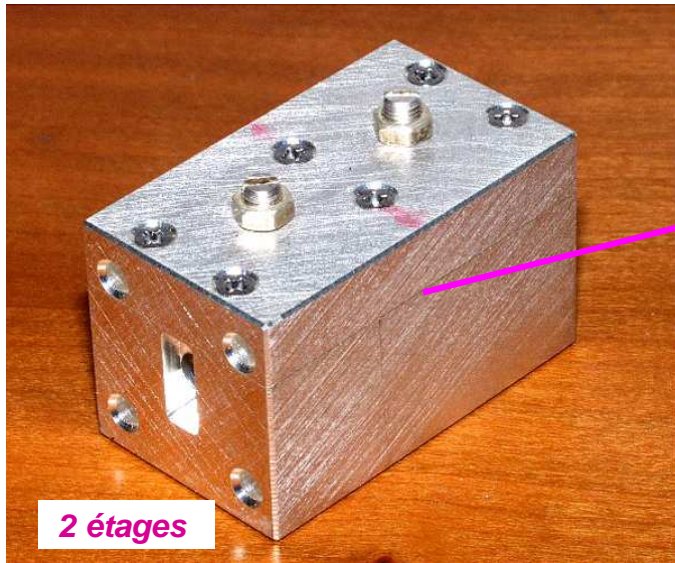
7- Filtre RF passe-bande 24 GHz OE9PMJ à 2 (et 1) étages



Specs dixit OE9PMJ

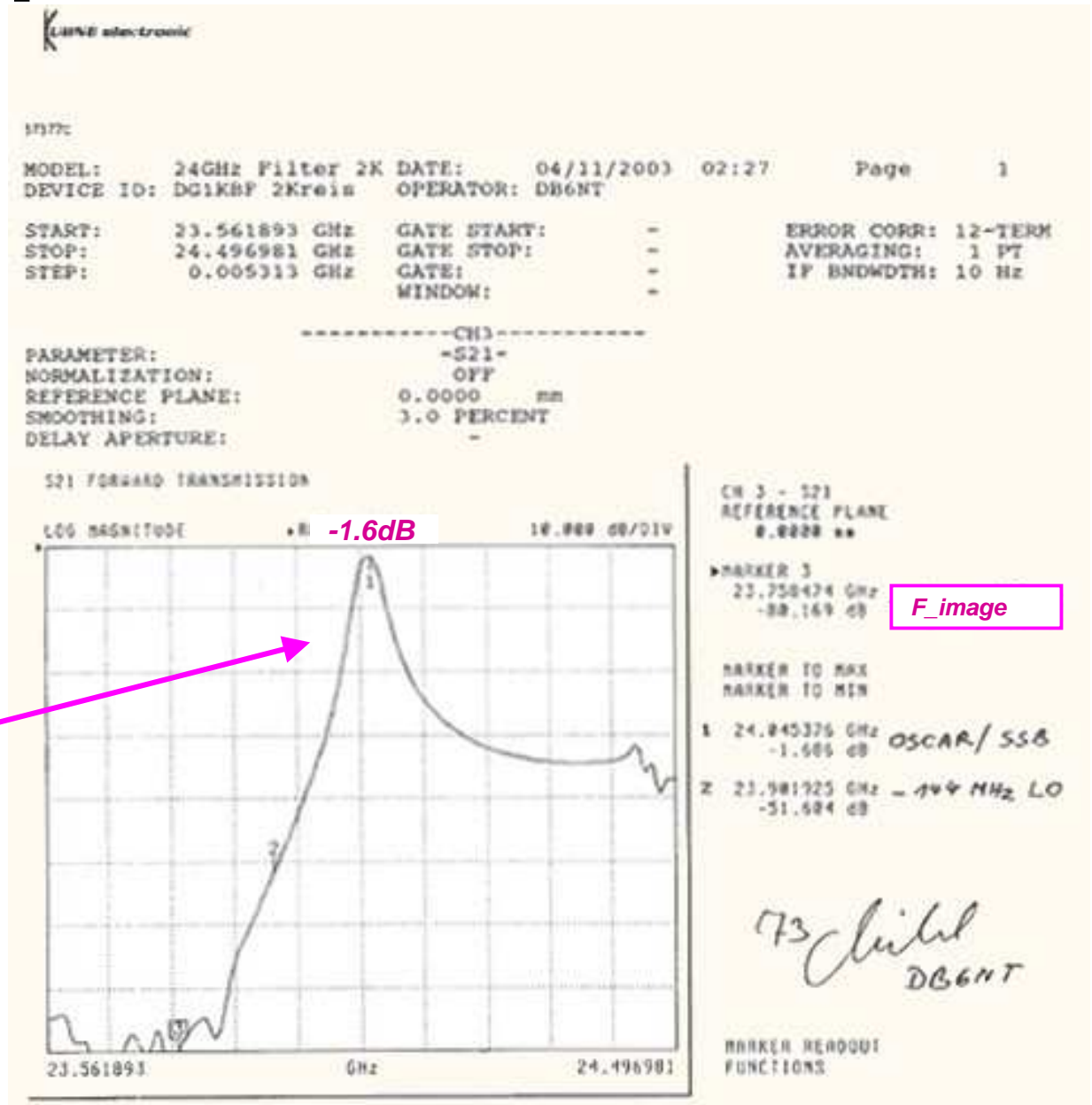


1 étage

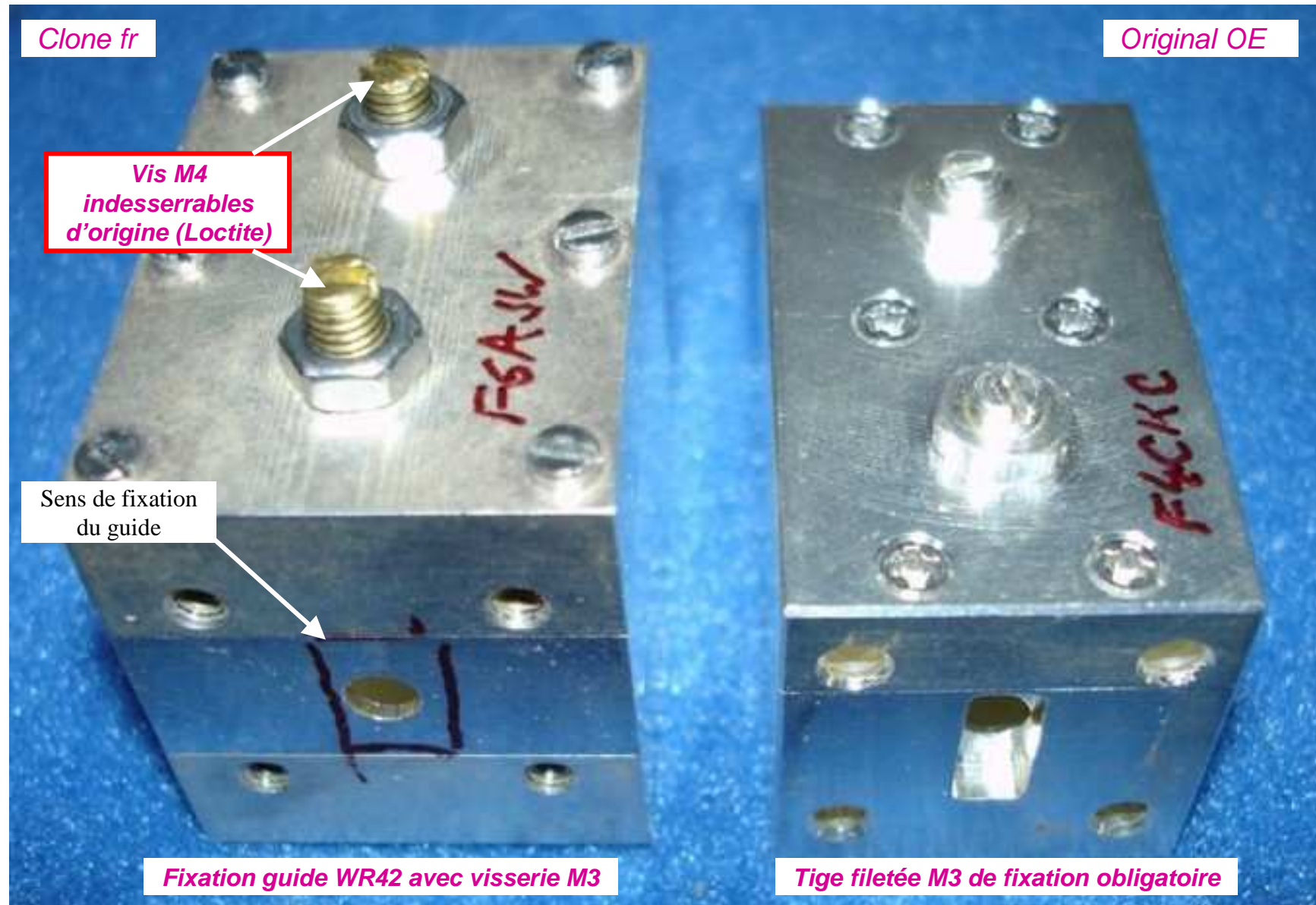


2 étages

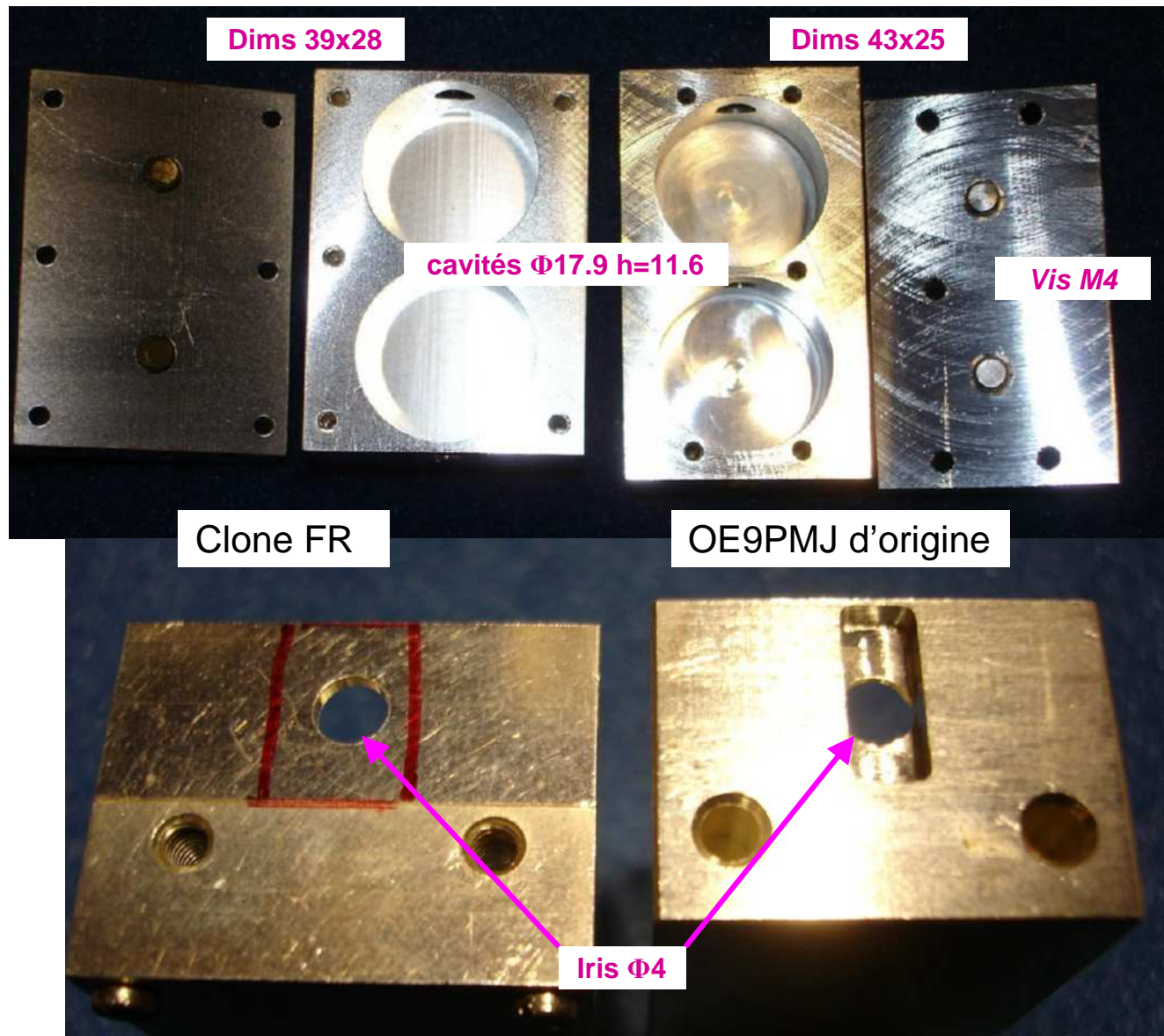
77€ chez Hubert Krause Micro-Mechanik



Realisations OE9PMJ 2 étages : copie et original



Realisations OE9PMJ 2 étages : copie et original



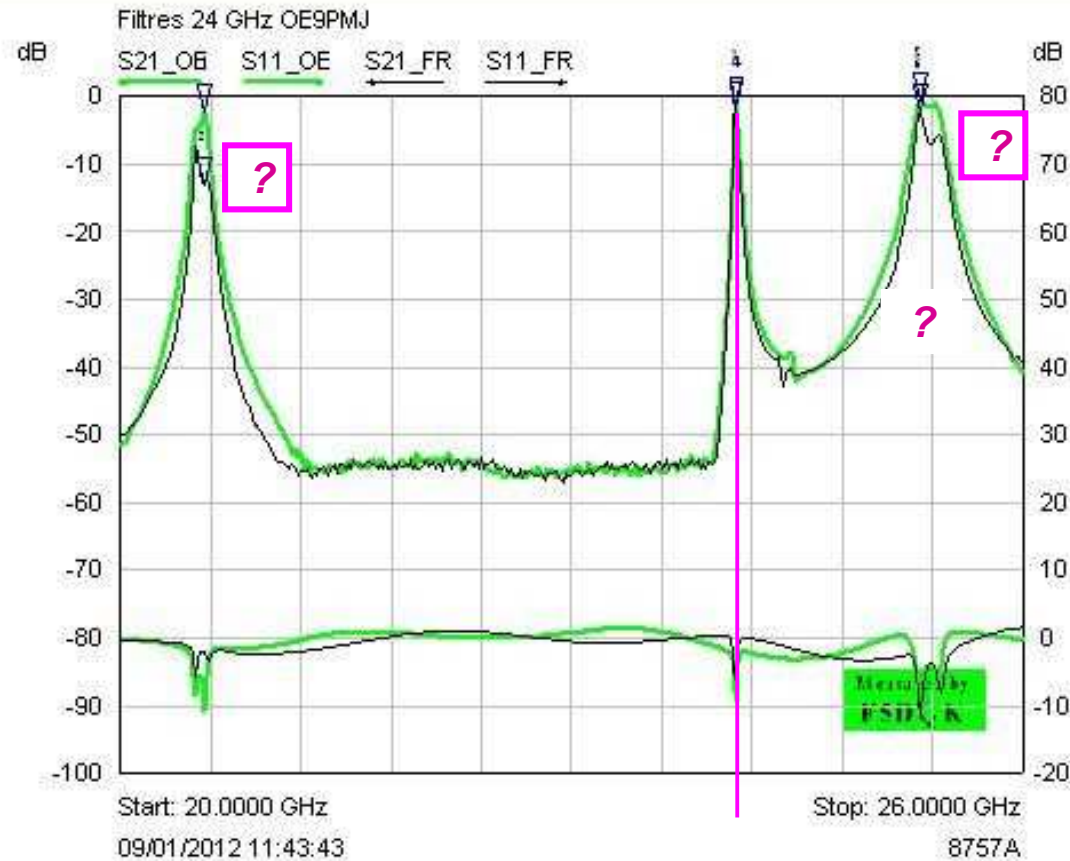
Filtres OE9PMJ 2 étages : mesures comparées au scalaire

Vert = original OE

Noir = clone FR

Attention : décalage
sweep d'environ 17 MHz

24.067 GHz lus → 24.050
GHz réels



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21_OE	20.5550 GHz	-2.21 dB	
2	S21_FR	20.5550 GHz	-13.05 dB	
3	S21_OE	24.0950 GHz	-1.25 dB	
4	S21_FR	24.0950 GHz	-2.05 dB	
5	S21_OE	25.3250 GHz	-0.60 dB	
6	S21_FR	25.3250 GHz	-2.38 dB	

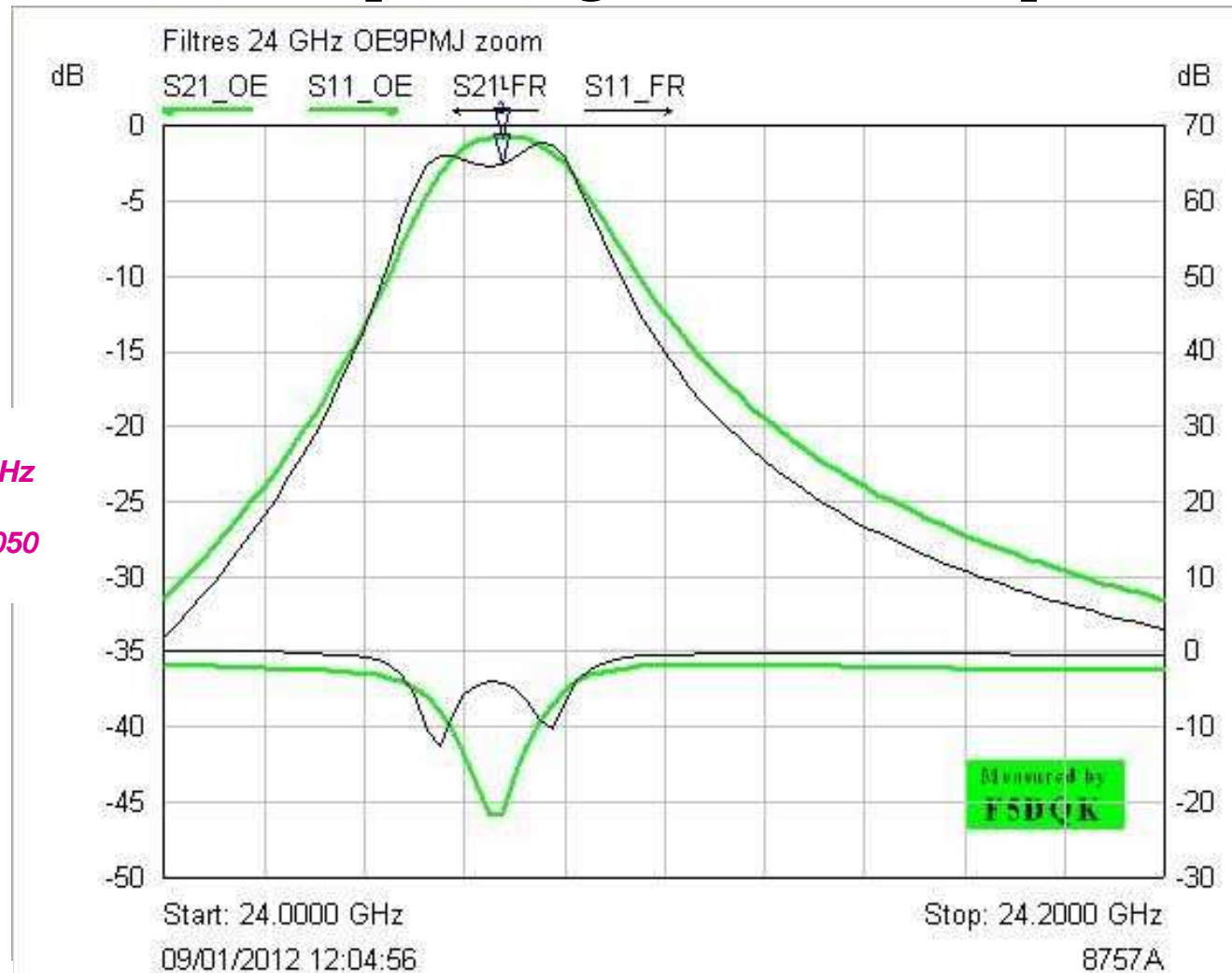
Filtres OE9PMJ copie 2 étages : zoom en fréquence

Vert = original OE
 Noir = clone FR

Attention : décalage
 sweep d'environ 17 MHz

24.067 GHz lus → 24.050
 GHz réels

Sur la version OE plus
 longue, la transition
 guide/iris semble
 contribuer à obtenir
 moins de pertes

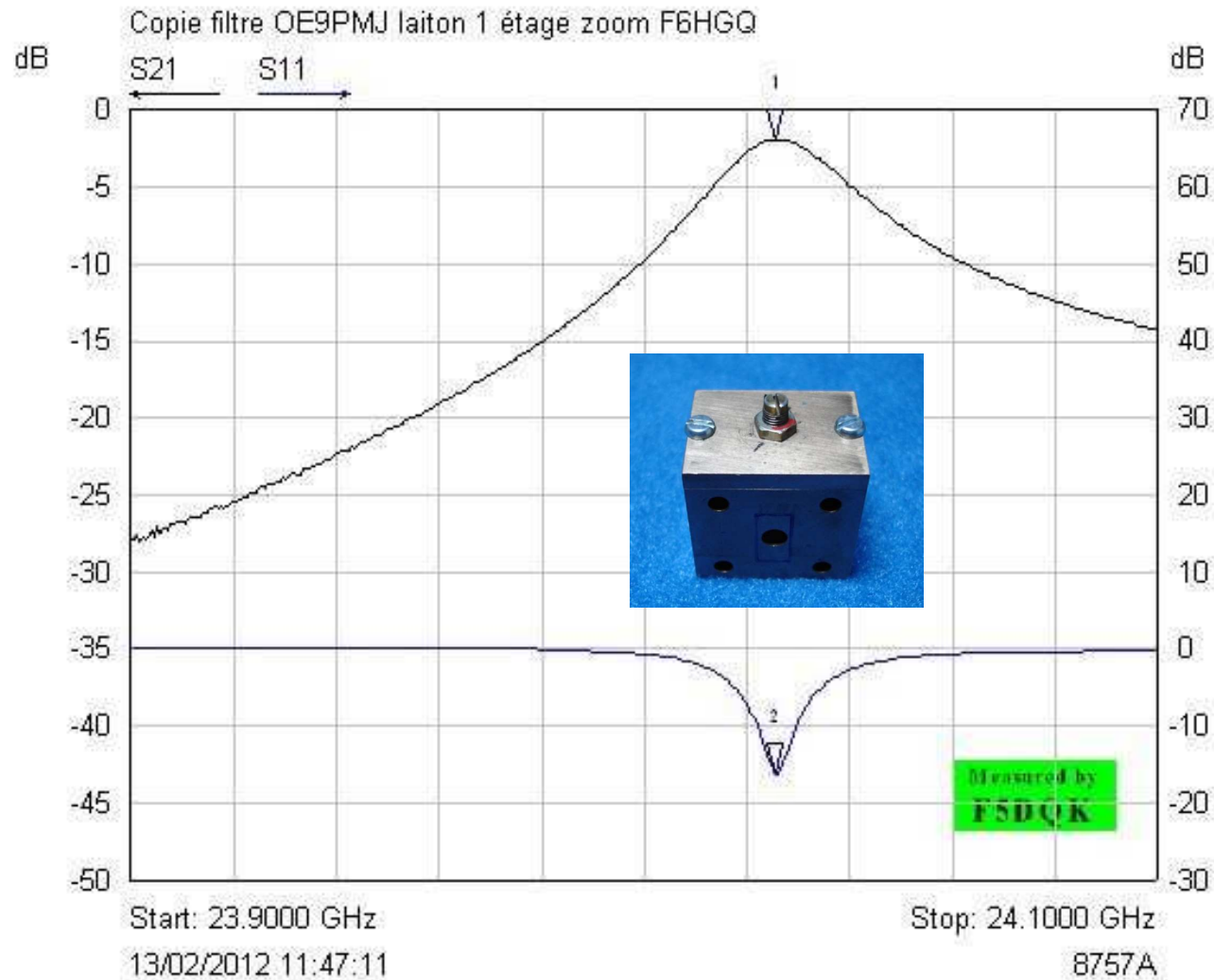


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21_OE	24.0675 GHz	-0.76 dB	
2	S21-FR	24.0675 GHz	-2.49 dB	

Filtre OE9PMJ copie 1 étage

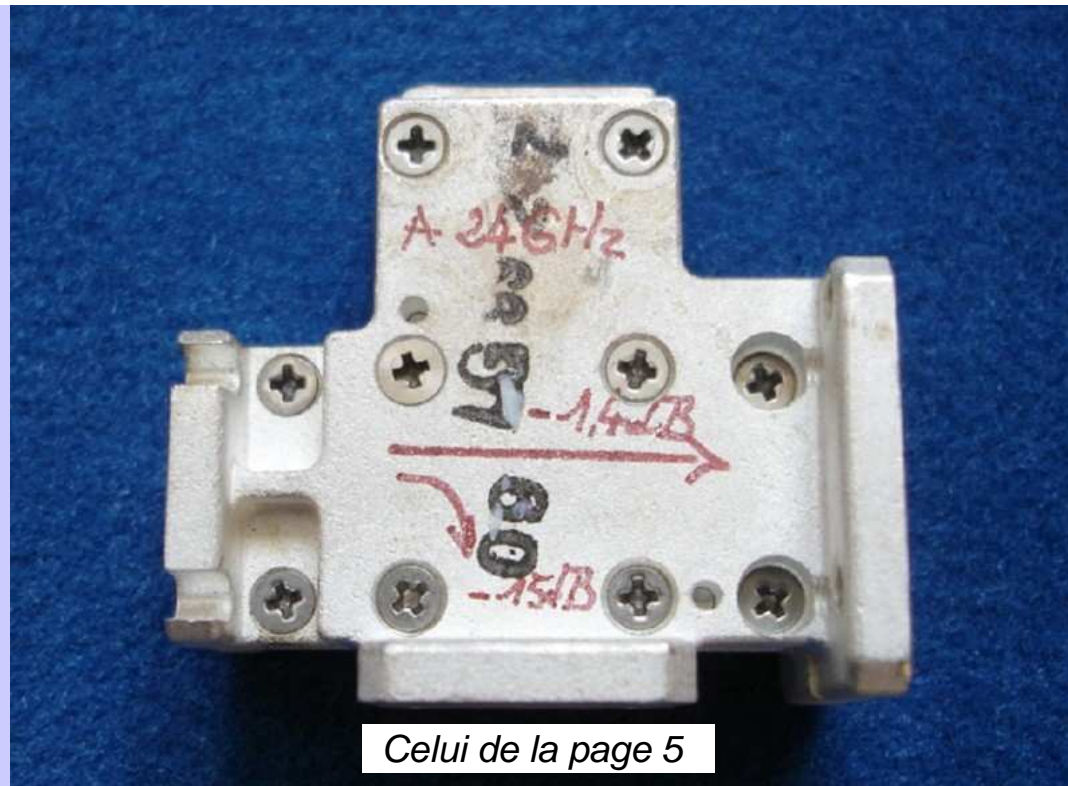


Filtre OE9PMJ copie 1 étage : zoom en fréquence



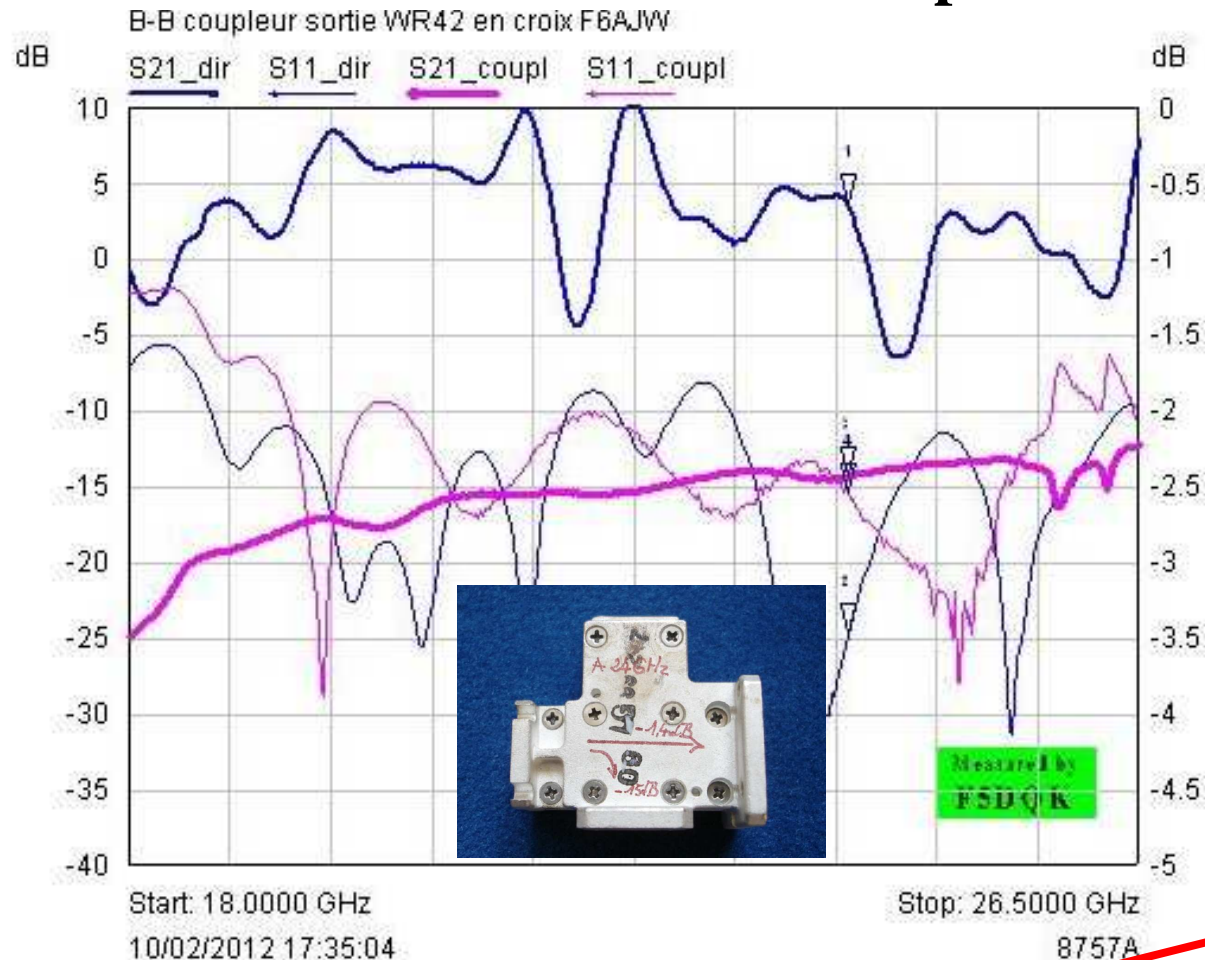
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	S21	24.0255 GHz	-1.88 dB	
2 ▾	S11	24.0255 GHz	-16.12 dB	

8- Coupleur en croix



Celui de la page 5

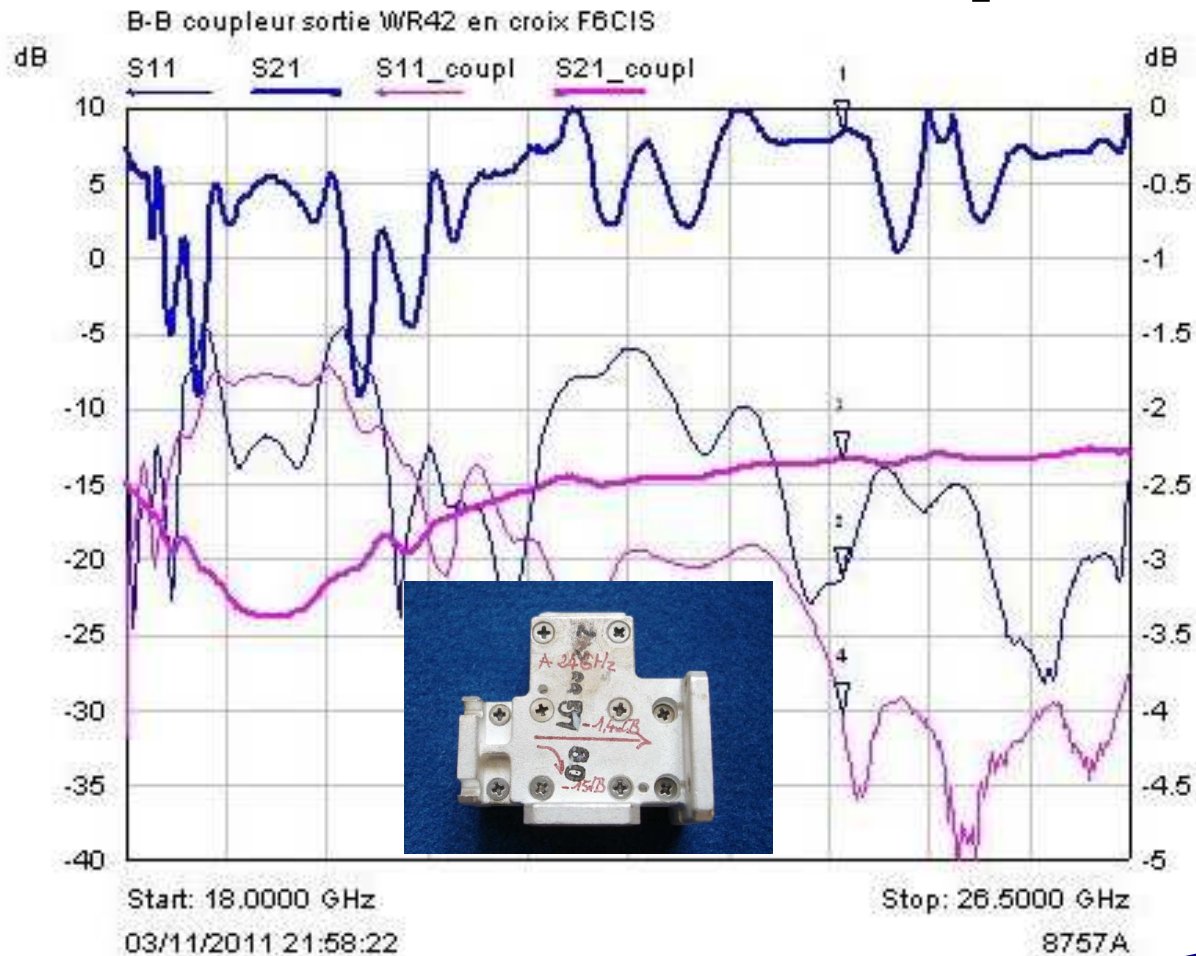
Mesures au scalaire : 1er exemplaire



Exemplaire litigieux

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21_dir	24.0563 GHz	-0.64 dB	<i>en transmission</i>
2	S11_dir	24.0563 GHz	-24.67 dB	En direct
3	S21_coupl	24.0563 GHz	-14.31 dB	<i>voie couplée</i>
4	S11_coupl	24.0563 GHz	-15.41 dB	Voie couplée

Mesures au scalaire : 2ème exemplaire



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	24.0563 GHz	-0.15 dB	<i>en transmission</i>
2	S11	24.0563 GHz	-21.13 dB	
3	S21_coupl	24.0563 GHz	-13.41 dB	<i>voie couplée</i>
4	S11_coupl	24.0563 GHz	-30.19 dB	

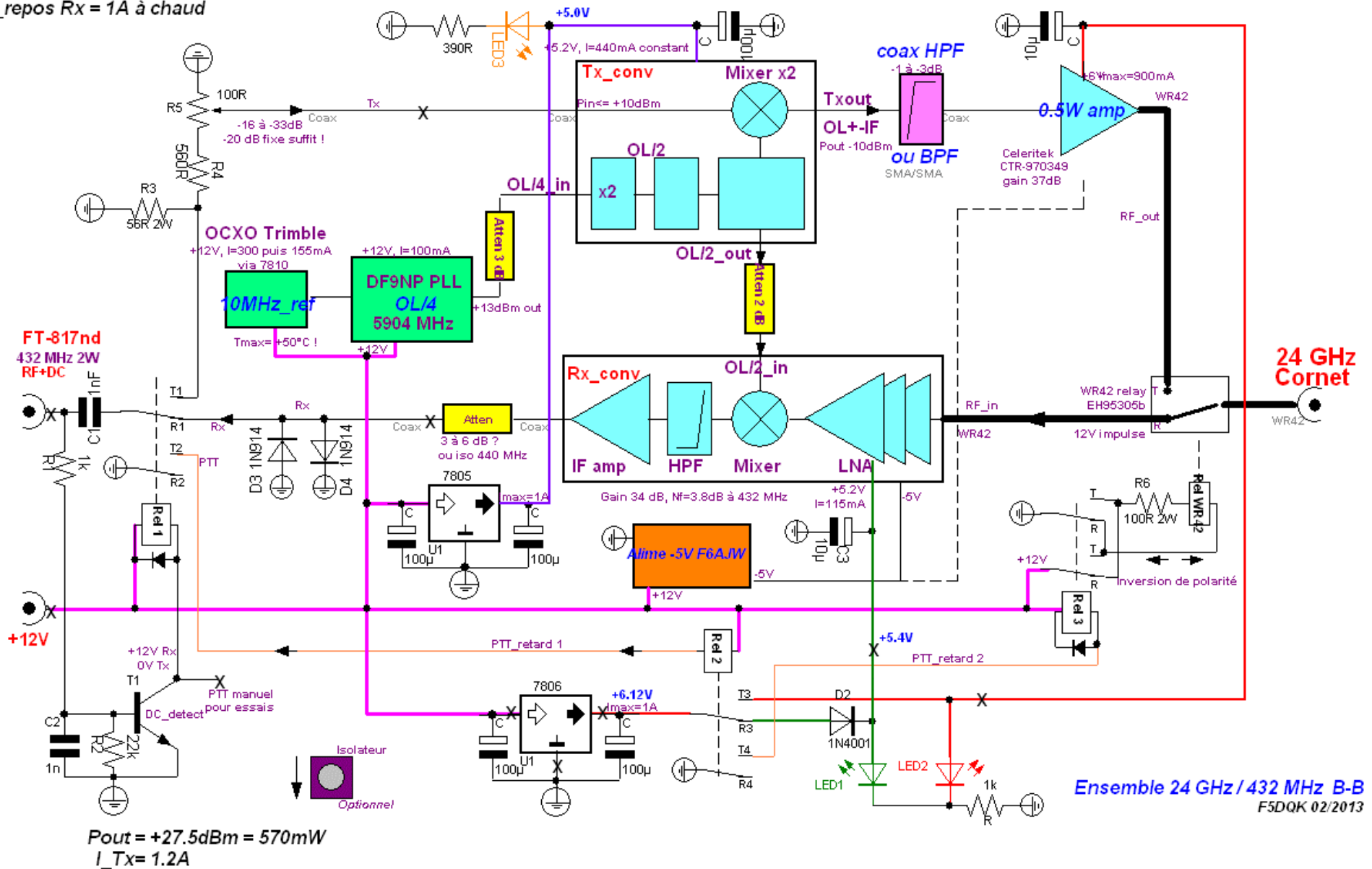
Exemplaire correct

9- Ensemble 24 GHz «maison»

(En cours d'assemblage)

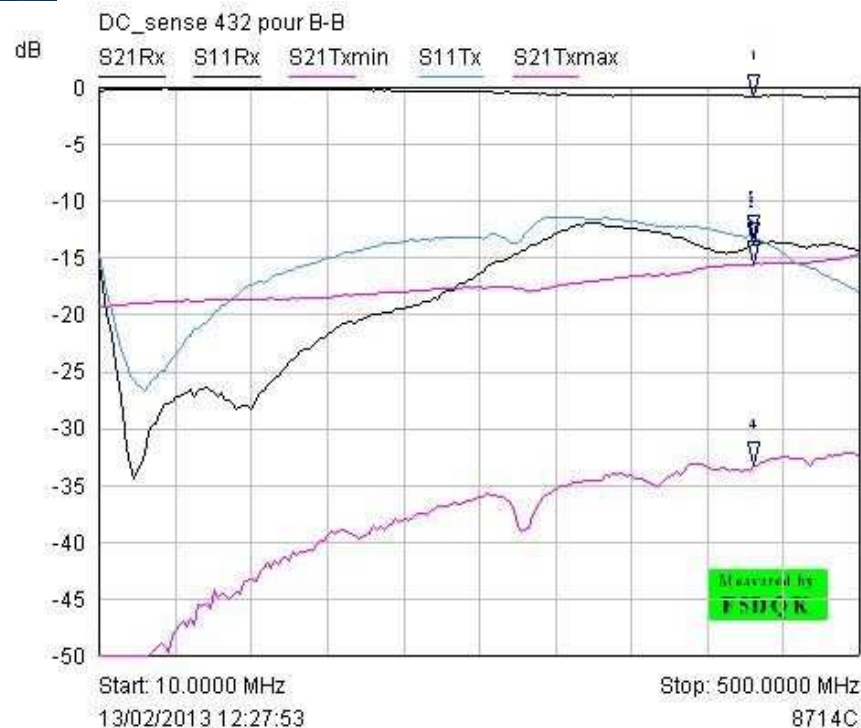
Ensemble 24 GHz : synoptique

Rx chaîne totale : FI 432 MHz G=30.9dB, Nf=3.72dB
 I_repos Rx = 1A à chaud



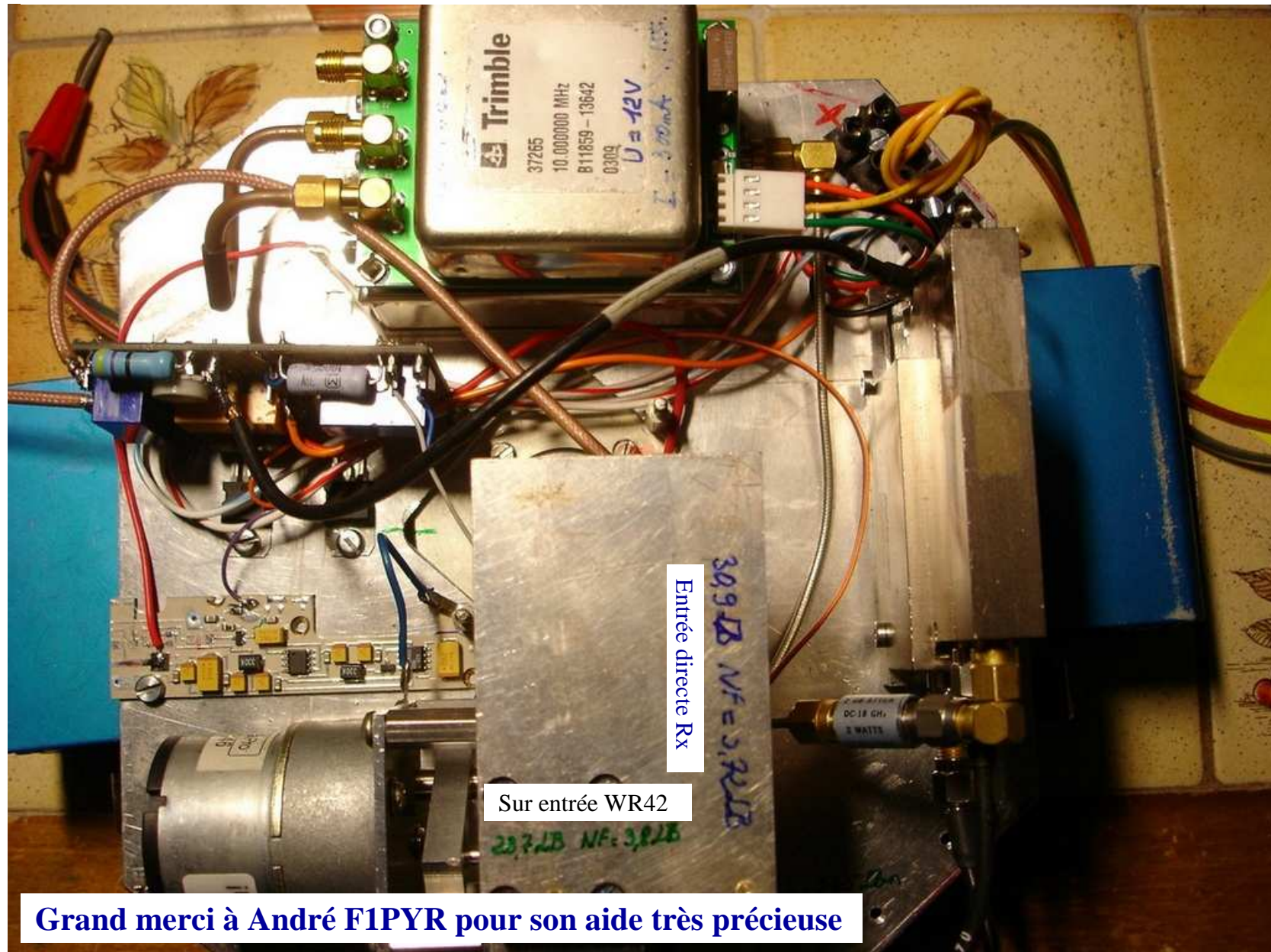
Ensemble 24 GHz / 432 MHz B-B
 F5DQK 02/2013

Ensemble 24 GHz maison : platine DC-sense



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21Rx	431.4000 MHz	-0.81 dB	
2	S11Rx	431.4000 MHz	-13.91 dB	
3	S21Txmin	431.4000 MHz	-15.62 dB	
4	S21Txmax	431.4000 MHz	-33.22 dB	
5	S11Tx	431.4000 MHz	-13.23 dB	

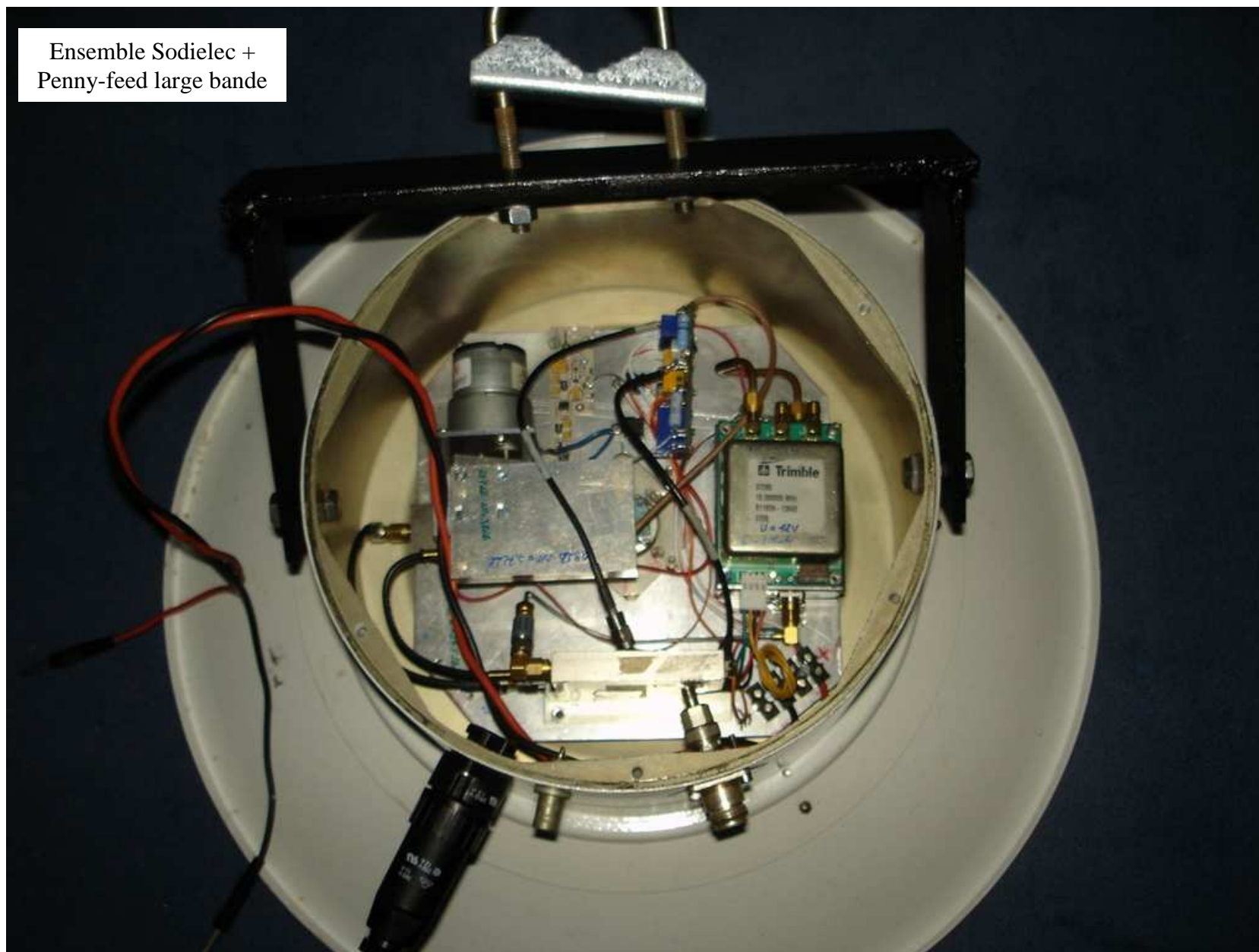
Ensemble 24 GHz maison



Grand merci à André F1PYR pour son aide très précieuse

Ensemble 24 GHz maison

Ensemble Sodielec +
Penny-feed large bande



F5DQK – mars 2013

Convertisseur 24 GHz Alcatel « boîte blanche » rel 1g

81

10- Remerciements

Remerciements

Aknowledgements :

Le but n'étant que d'effectuer une synthèse, beaucoup de choses n'ont été que survolées

Mais l'auteur remercie très sincèrement :

- la bibliographie
- l'aide précieuse
- les conseils avisés
- le prêt de certaines briques de la boîte blanche
- le prêt complémentaire de matériel de mesure

apportés par François F1CHF, Jacques F6AJW, Pierre-François F5BQP, Sylvain F6CIS, Patrice F4CKC, Olivier F6HGQ, Chistian F1VL, Gégé F6CXO et André F1PYR, sans lesquels cette synthèse aurait été totalement impossible

Bibliographie

On lira également avec grand intérêt les pages suivantes :

Une reprise en vrac sur le site de François F1CHF

<http://f1chf.free.fr/hyper.htm>

<http://f1chf.free.fr/boite%20blanche/BBHYPER.pdf>

F4CKC : <http://f4ckc.free.fr/>

F1LVO : <http://f1lvo.free.fr/PA%2024%20GHz%20Boite%20Blanche/>

F1JGP : http://f1bzbz.pagesperso-orange.fr/transverters_f1jgp.htm

Table des bulletins hyper : <http://dpmc.unige.ch/hyper/table.pdf>

Archives hyper <http://dpmc.unige.ch/hyper/>

Revue hyper (voir numéros spécifiques page suivante)

Revue Scatterpoint avril 2007 pages 3 à 5

www.24GHz.de

G8CUB : Alcatel detector multiplier <http://www.rfdesign.co.uk/microwave/>

G4JNT : <http://www.g4jnt.com/WhiteBoxMods.pdf>

S50LEA home page : <http://lea.hamradio.si/~s53mv/zifssb/kband.html>

Liste des articles (français) déjà parus dans la revue Hyper

N° revue	Titre article	Auteur
108	Test du convertisseur RX	F6DRO
112	Faciliter la mise en service	F5JGY
118	Transverter 24 GHz (boîtes blanches)	F1JGP/F6FAX
128	Autre version testée	F5JGY
142	Détecteur et multi sur boite blanche (compil)	
155	Boite blanche story..test sur les PA	F1LVO
169	Module détecteur et multiplicateur	F6HGQ
172	Boite blanche et FI 144Mhz	F1LVO/F5DKK