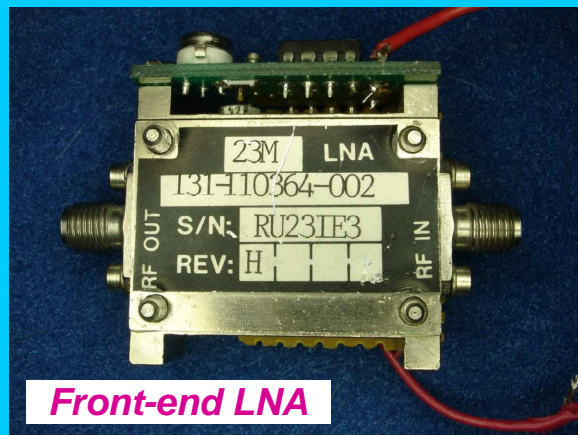
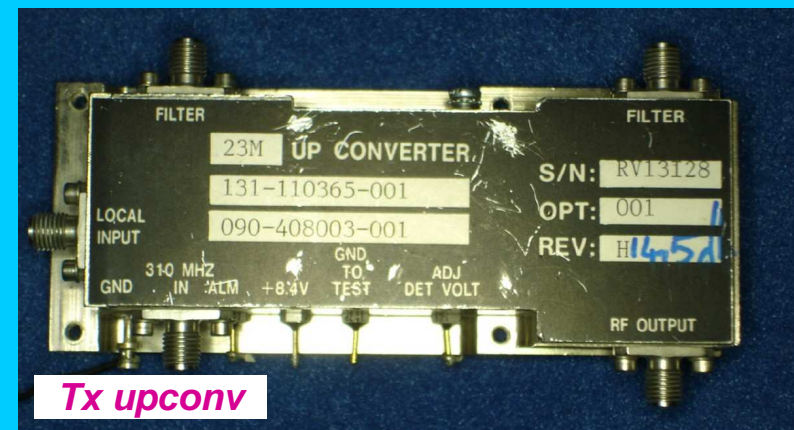


# Modules DMC séparés 24 GHz

ou «Boîtes Noires 24 GHz» : *le point actuel*



*Front-end LNA*



*Tx upconv*



*Rx downconv*



*Add amp*

## Avant-propos

*Petit rappel de comparaison au sujet du choix de l'oscillateur local PLL, fonction de la marque de transverter visée - - exemple pour FI = 432 MHz:*

- Alcatel Boîte-Blanche → LO/4 = 5904 MHz
- DB6NT → LO/2 = 11808 MHz
- DMC → LO direct = 22752 MHz

*Une utilisation en CW ou USB impose d'office un PLL verrouillé sur une source 10 MHz extrêmement stable (OCXO ou GPSDO)*

Ce Powerpoint constitue une synthèse de l'étude effectuée sur la famille DMC de modules 23 GHz, à éléments totalement séparés

This actual Powerpoint (unfinished) gives an actual synthesis of what some european hams did achieve on 23 GHz with total separated DMC Tx and Rx modules

Only a few french hams do have this DMC modules in the shack

# Plan

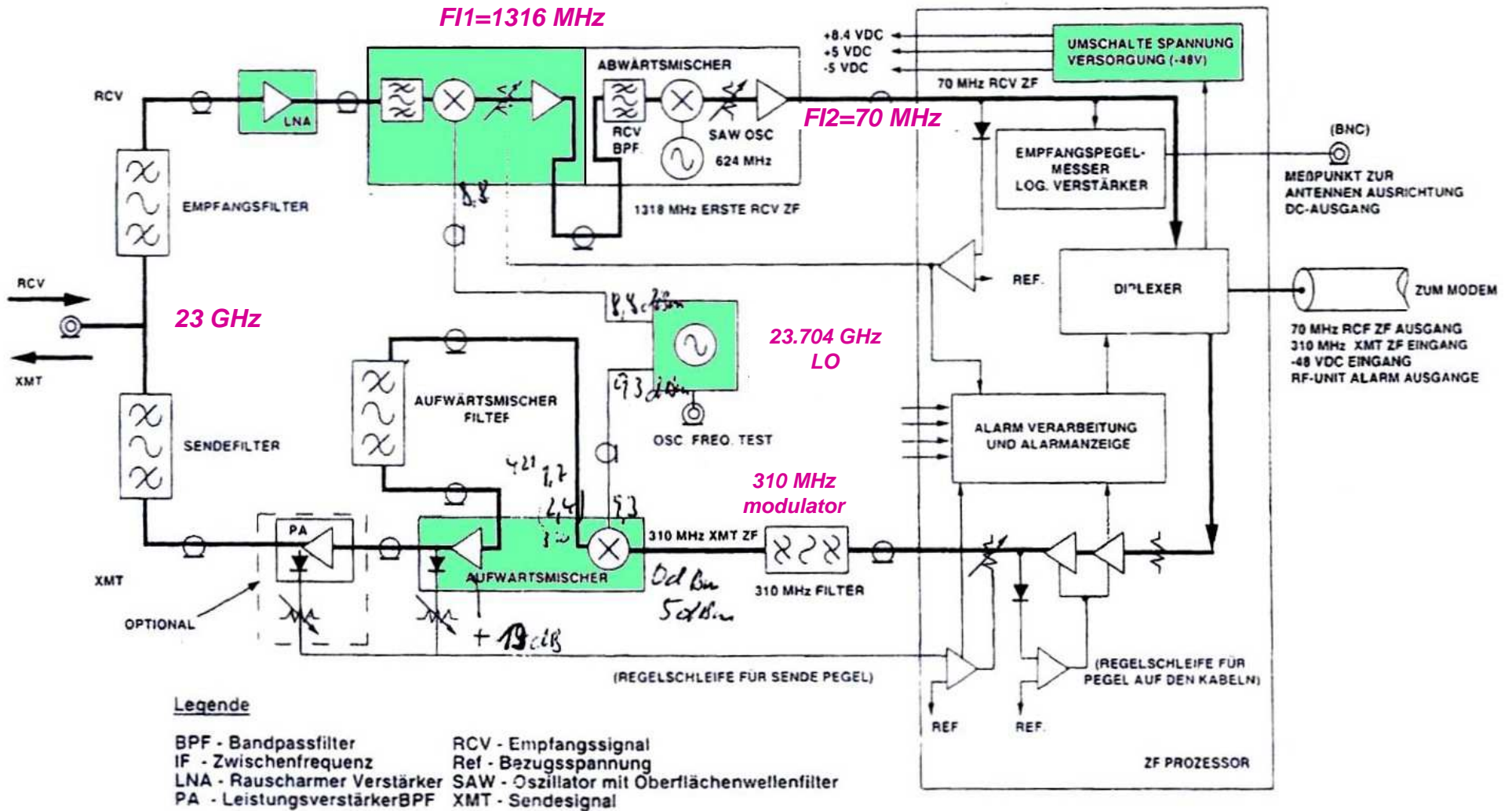
Etude sur modules «DMC 23M» Tx et Rx de 1987, (*provenance F6CXO*)

- 1- Synoptique
- 2- Partie Rx : LNA et down-converter 24 GHz
- 3- Partie Tx : up-converter
- 4- Partie Tx : post-ampli additionnel
- 5- Oscillateur local 110366 à switch DIL
- 6- Conclusion, bibliographie

DMC = [Digital Microwave Corporation](#), aujourd'hui DMC Stratex Network

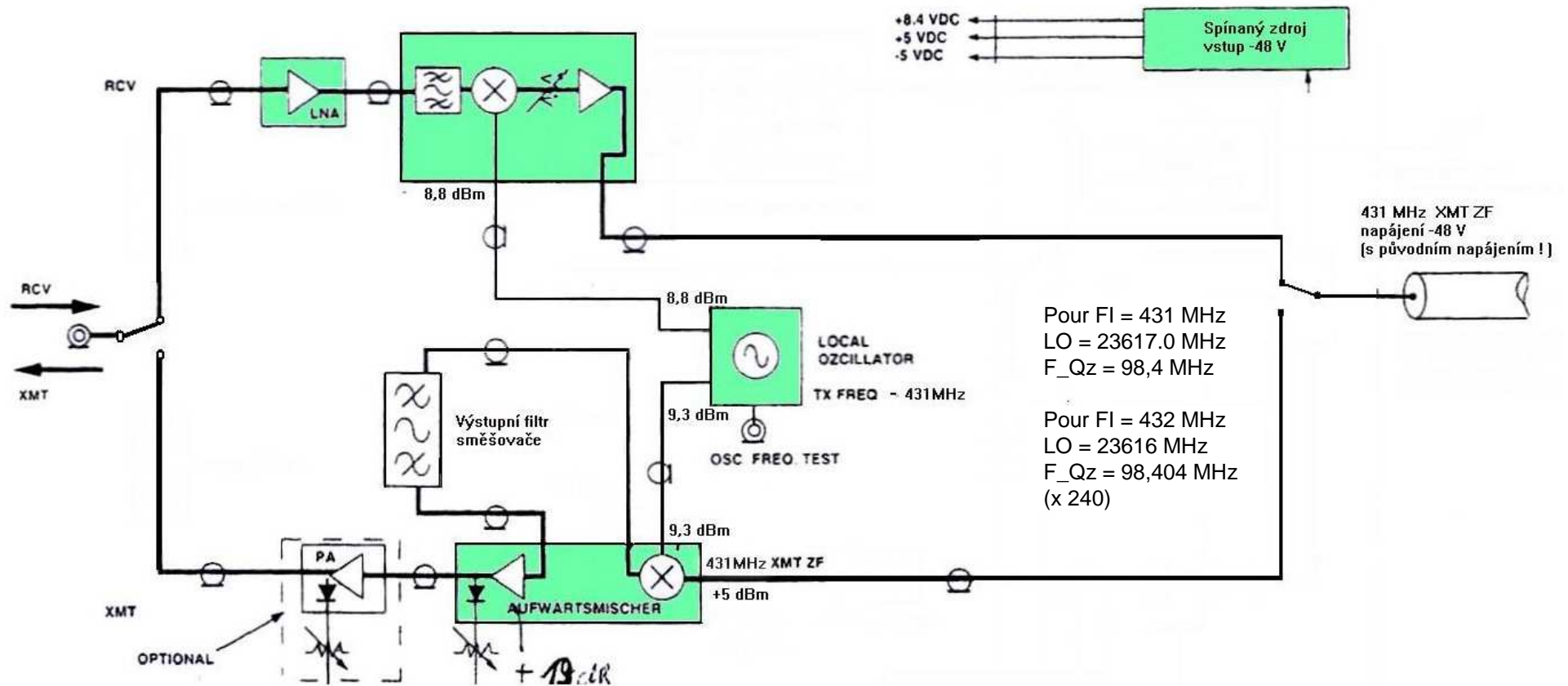
# 1- Synoptique

# Modules DMC 23M : synoptique constructeur d'origine

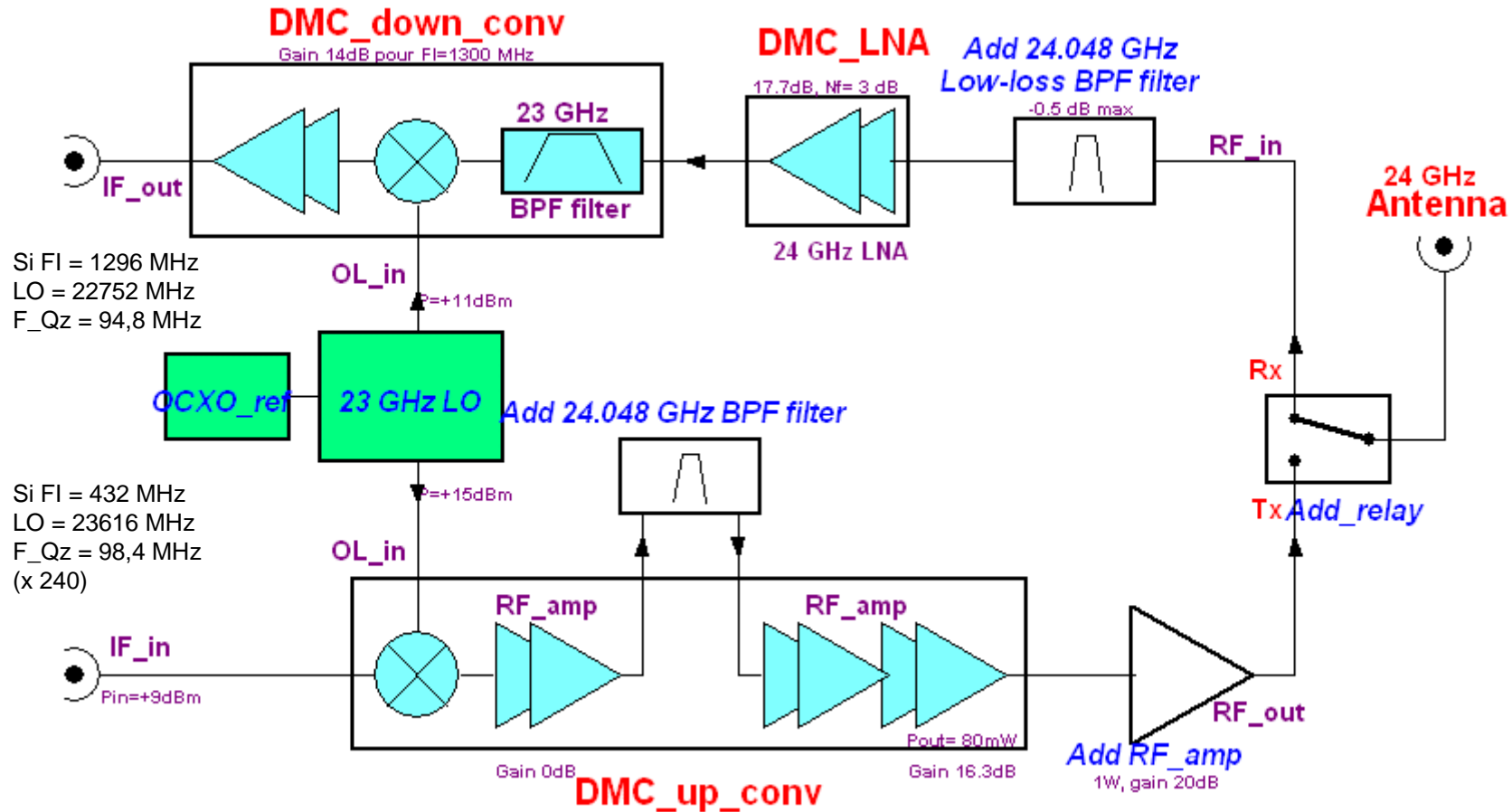


# Modules DMC 23M : solution DL4DTU

Site <http://www.qsl.net/ok1vvm/projekty/24g.htm>

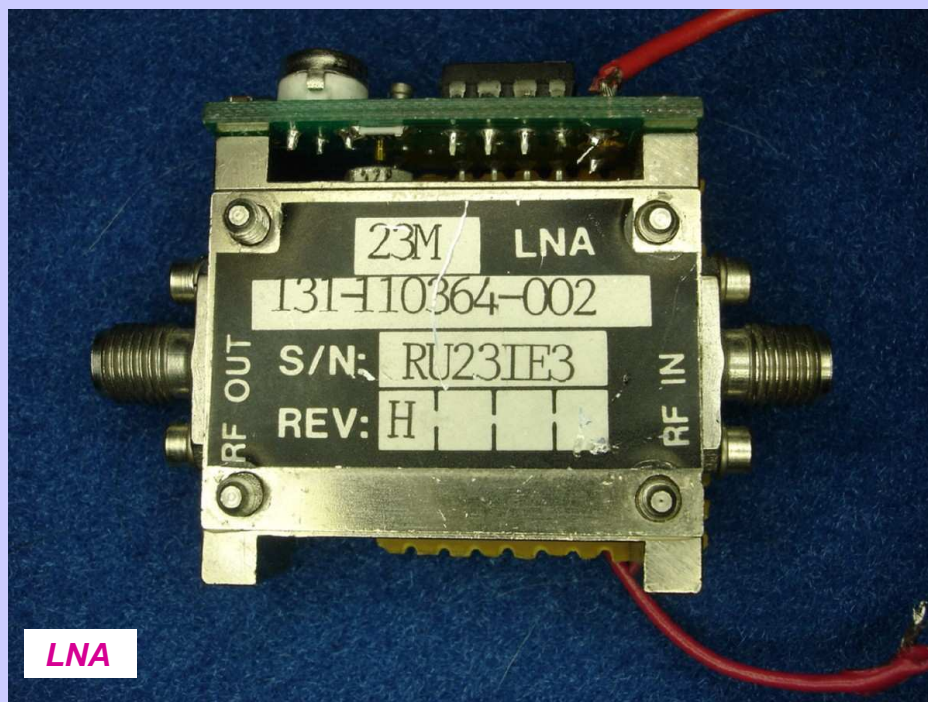


# Synoptique visé pour le transverter 24 GHz final



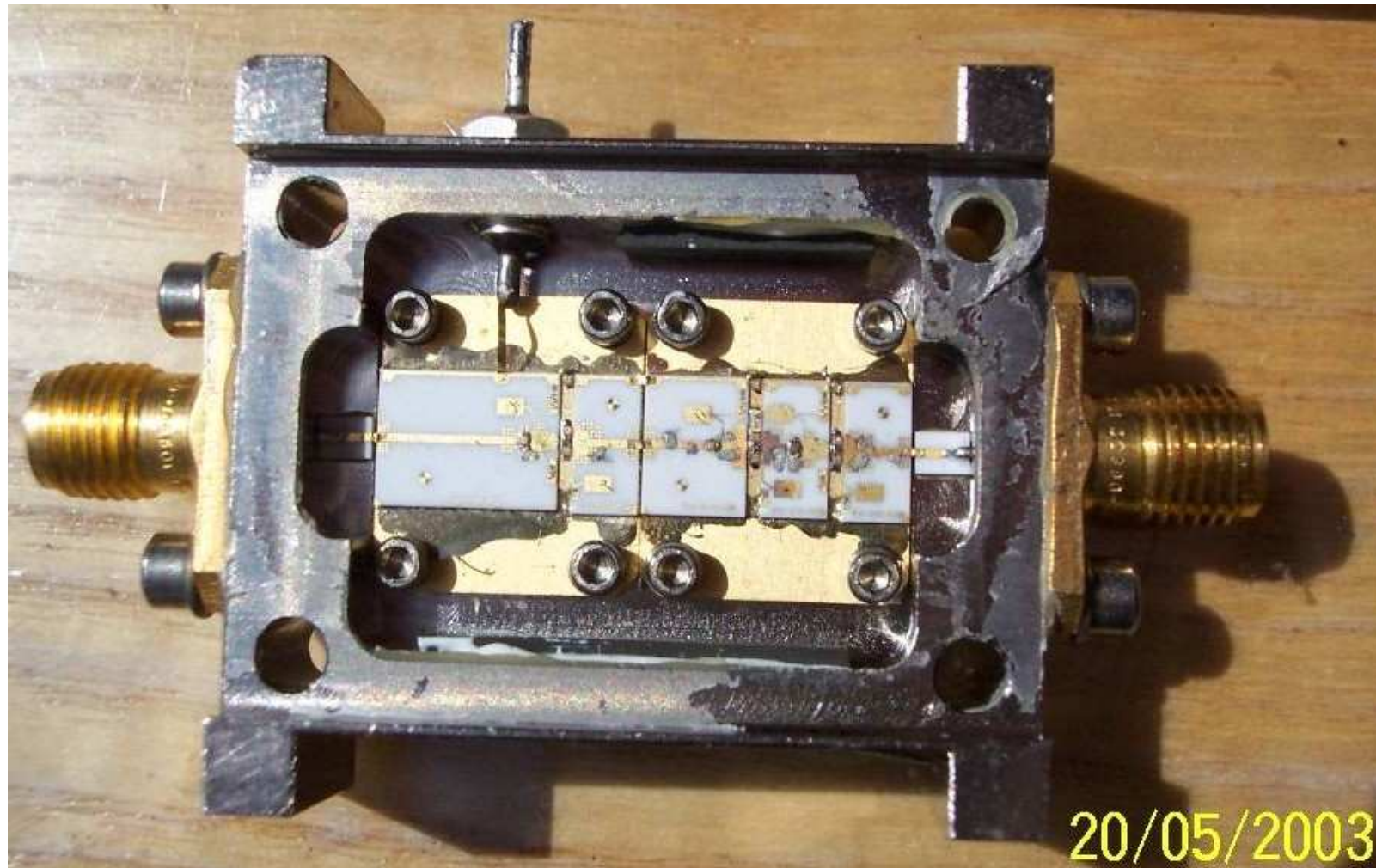
## 2- Partie Rx : LNA et down-converter

FI constructeur 1542 MHz



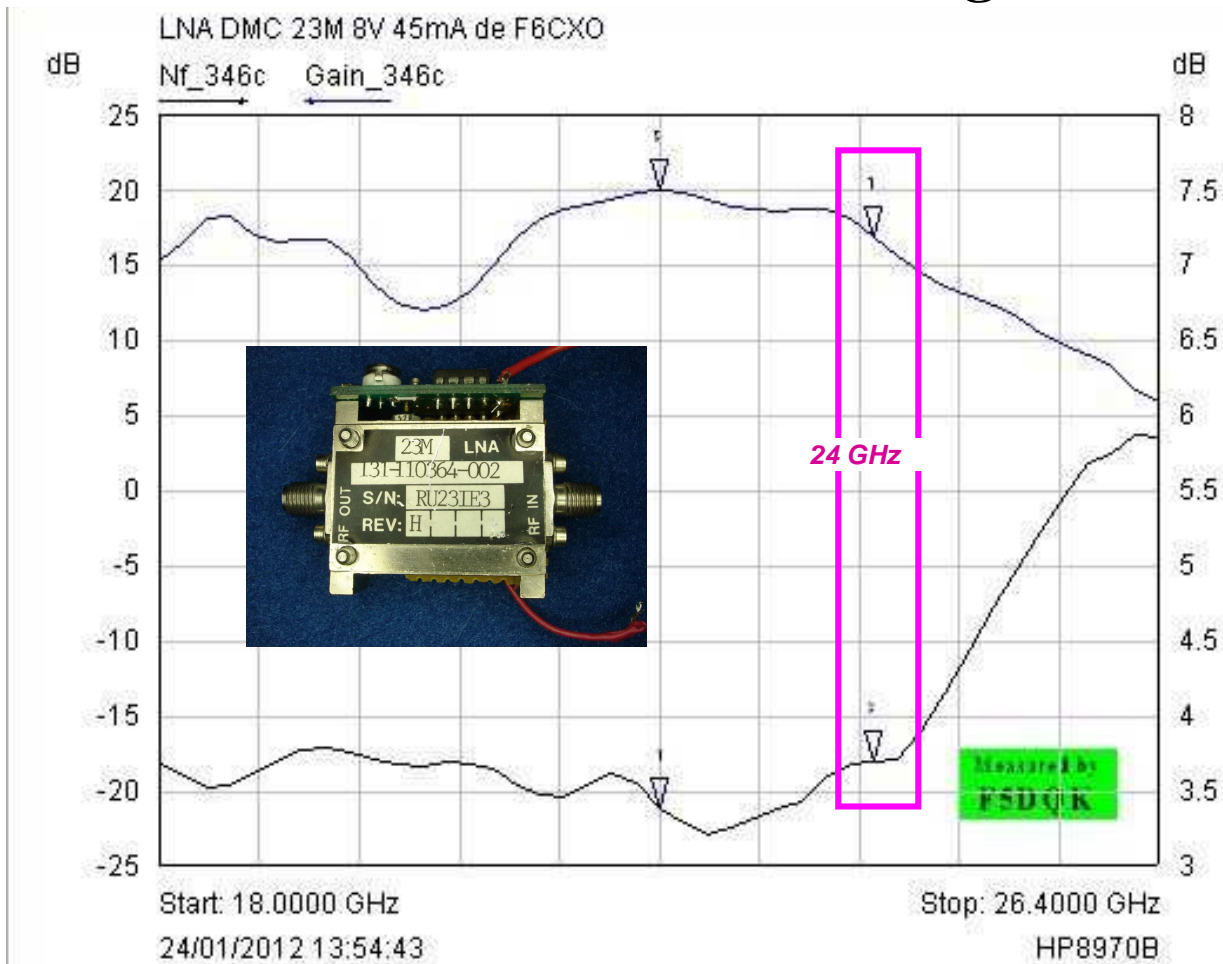


## DMC 23M module LNA : vue intérieure





# DMC 23M module LNA : mesures gain/bruit



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Nf_346c	22.2000 GHz	3.38 dB	
2	Nf_346c	24.0000 GHz	3.70 dB	
3	Gain_346c	22.2000 GHz	19.96 dB	
4	Gain_346c	24.0000 GHz	16.84 dB	

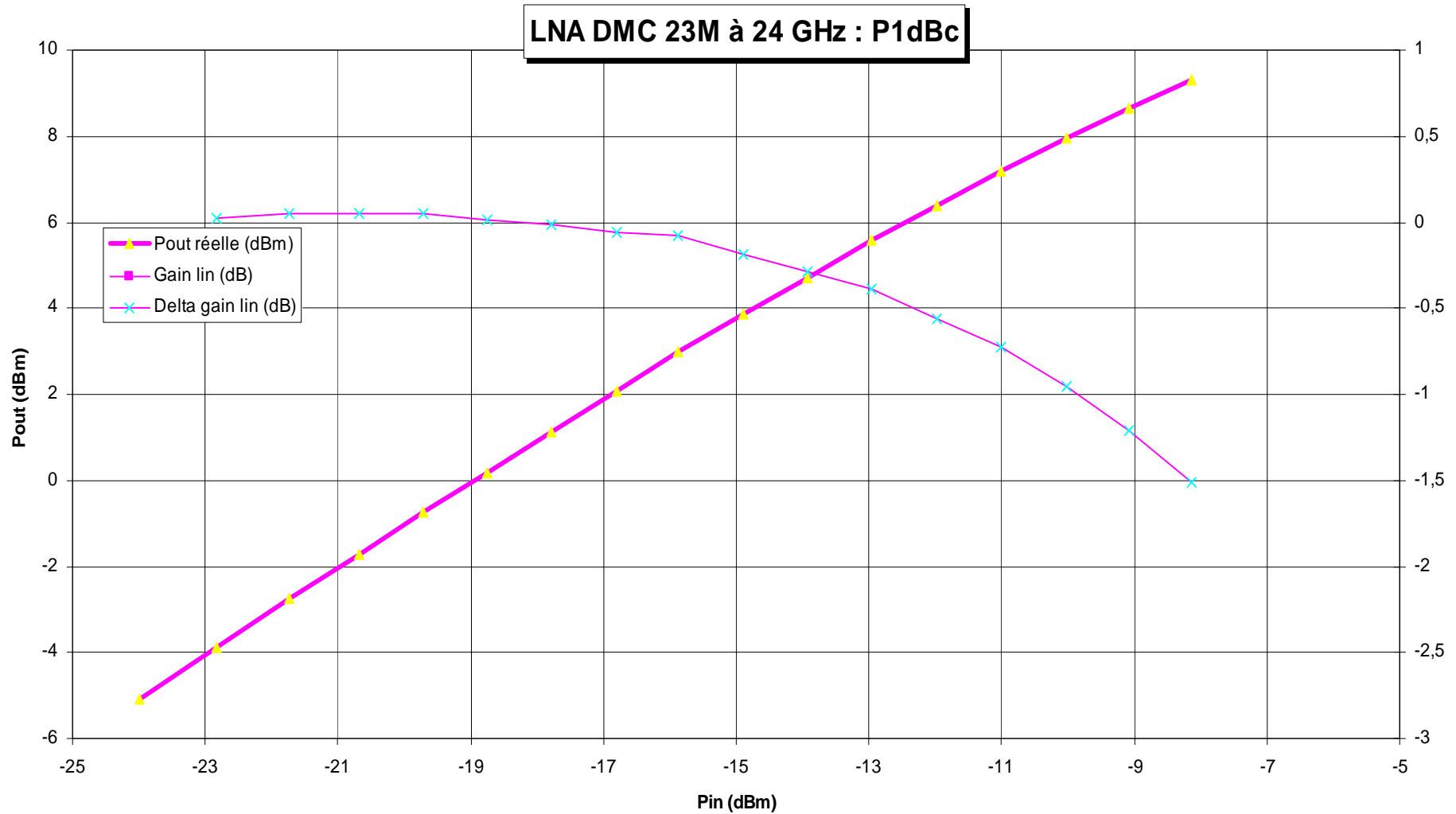
## DMC 23M module LNA : P1dBc

LNA DMC F1HNF					
	Amont	Amont	Aval	Aval	Aval
Pin sweep (dBm)	Pin lue (dBm)	Pin réelle (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Delta gain lin (dB)
-1	-56,23	-24,00	-5,07	18,93	
0	-55,06	-22,83	-3,88	18,95	0,02
1	-53,97	-21,74	-2,76	18,98	0,05
2	-52,92	-20,69	-1,71	18,98	0,05
3	-51,95	-19,72	-0,74	18,98	0,05
4	-50,98	-18,75	0,19	18,94	0,01
5	-50,01	-17,78	1,14	18,92	-0,01
6	-49,03	-16,80	2,07	18,87	-0,06
7	-48,1	-15,87	2,98	18,85	-0,08
8	-47,12	-14,89	3,85	18,74	-0,19
9	-46,15	-13,92	4,72	18,64	-0,29
10	-45,19	-12,96	5,58	18,54	-0,39
11	-44,2	-11,97	6,4	18,37	-0,56
12	-43,23	-11,00	7,2	18,2	-0,73
13	-42,26	-10,03	7,95	17,98	-0,95
14	-41,3	-9,07	8,65	17,72	-1,21
15	-40,36	-8,13	9,29	17,42	-1,51
16	-39,42	-7,19	9,85	17,04	-1,89

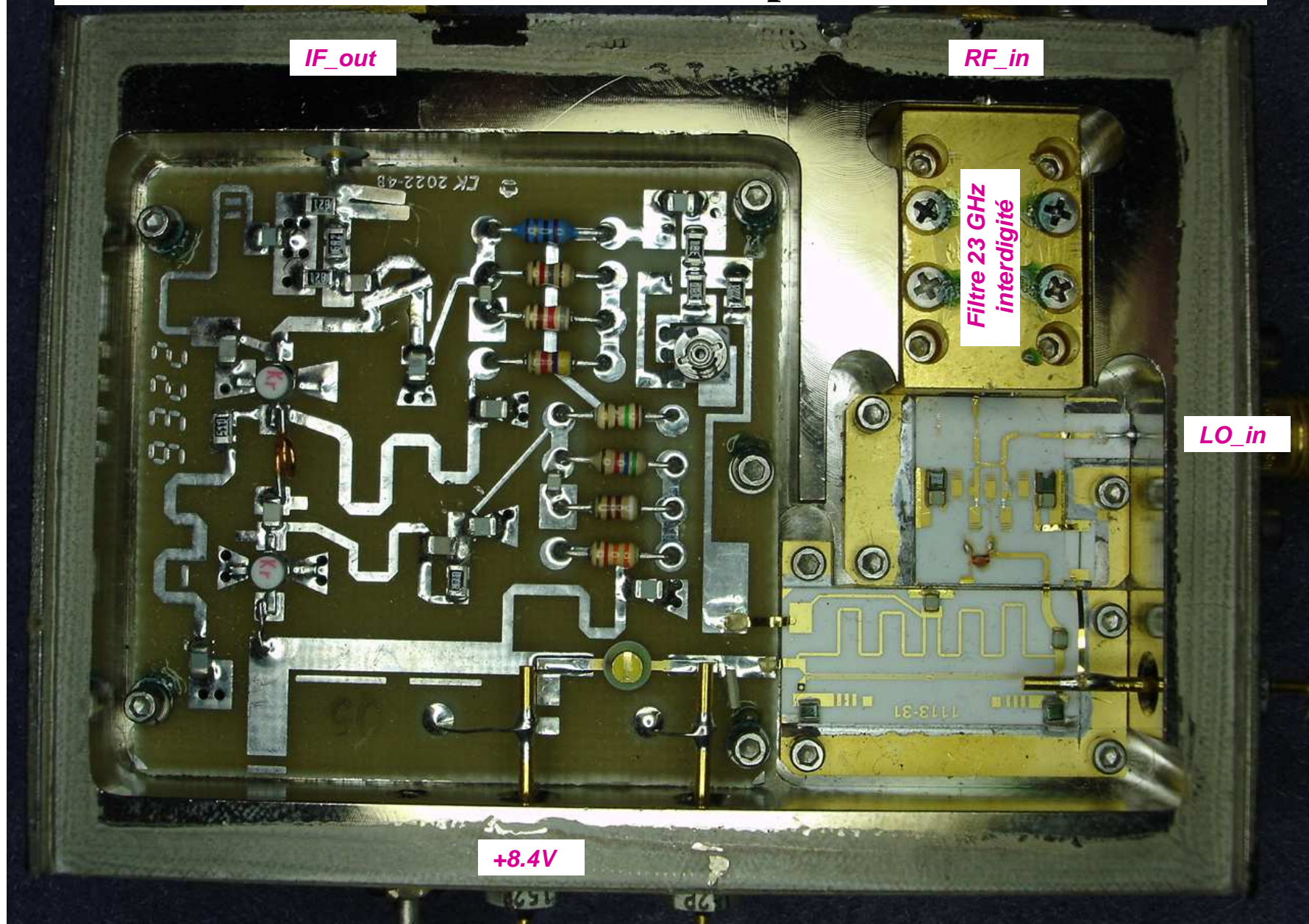
U(V)	P1dBc	P2dBc	Gain_lin(dB)
8.4	8dBm/158mW	9.9dBm/182mW	18.9

Peut éventuellement servir en « reverse » comme petit booster

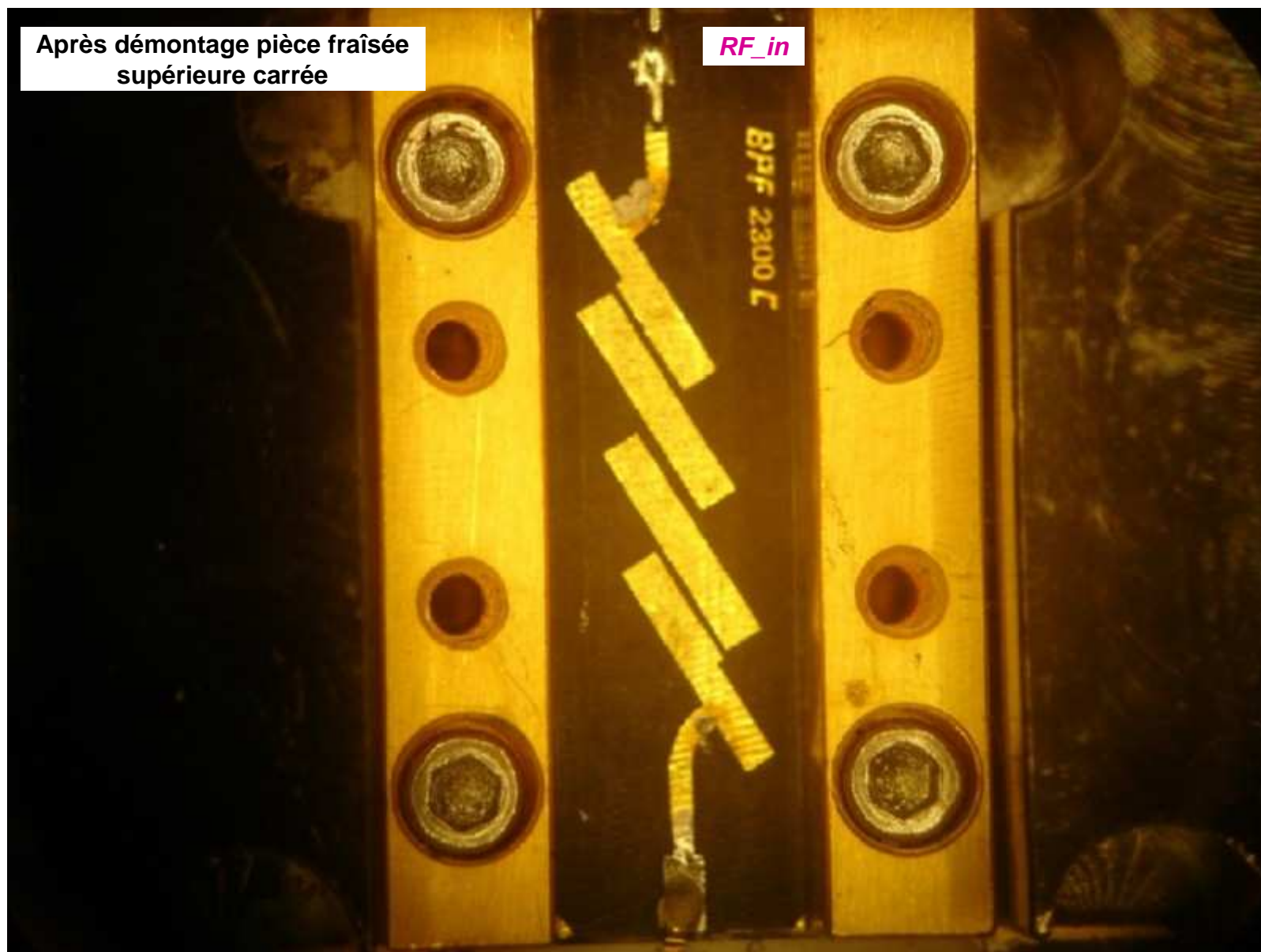
# DMC 23M module LNA : P1dBc



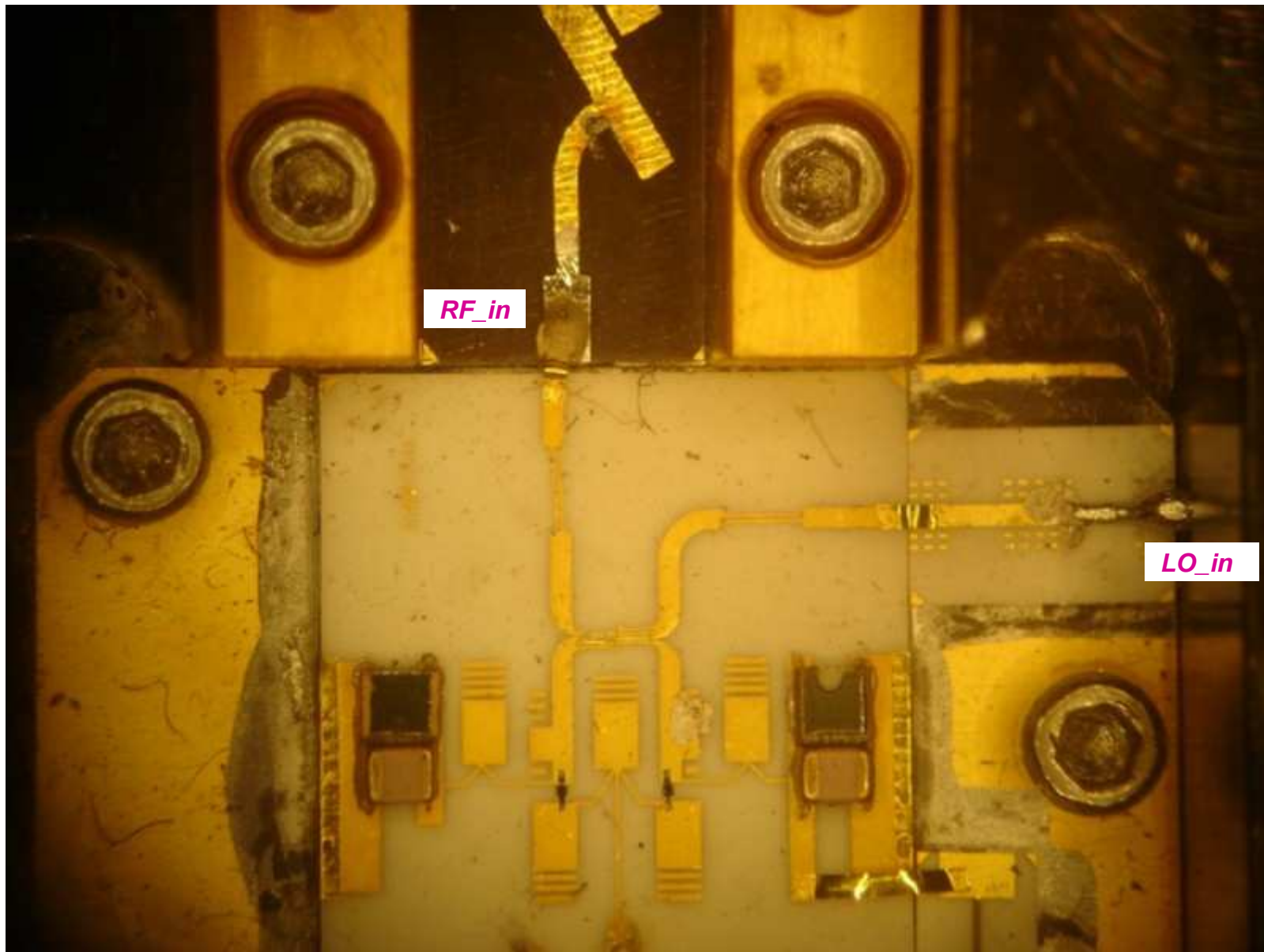
# Module DMC 23M Rx : implantation totale



## Module DMC 23M Rx : front-end !!

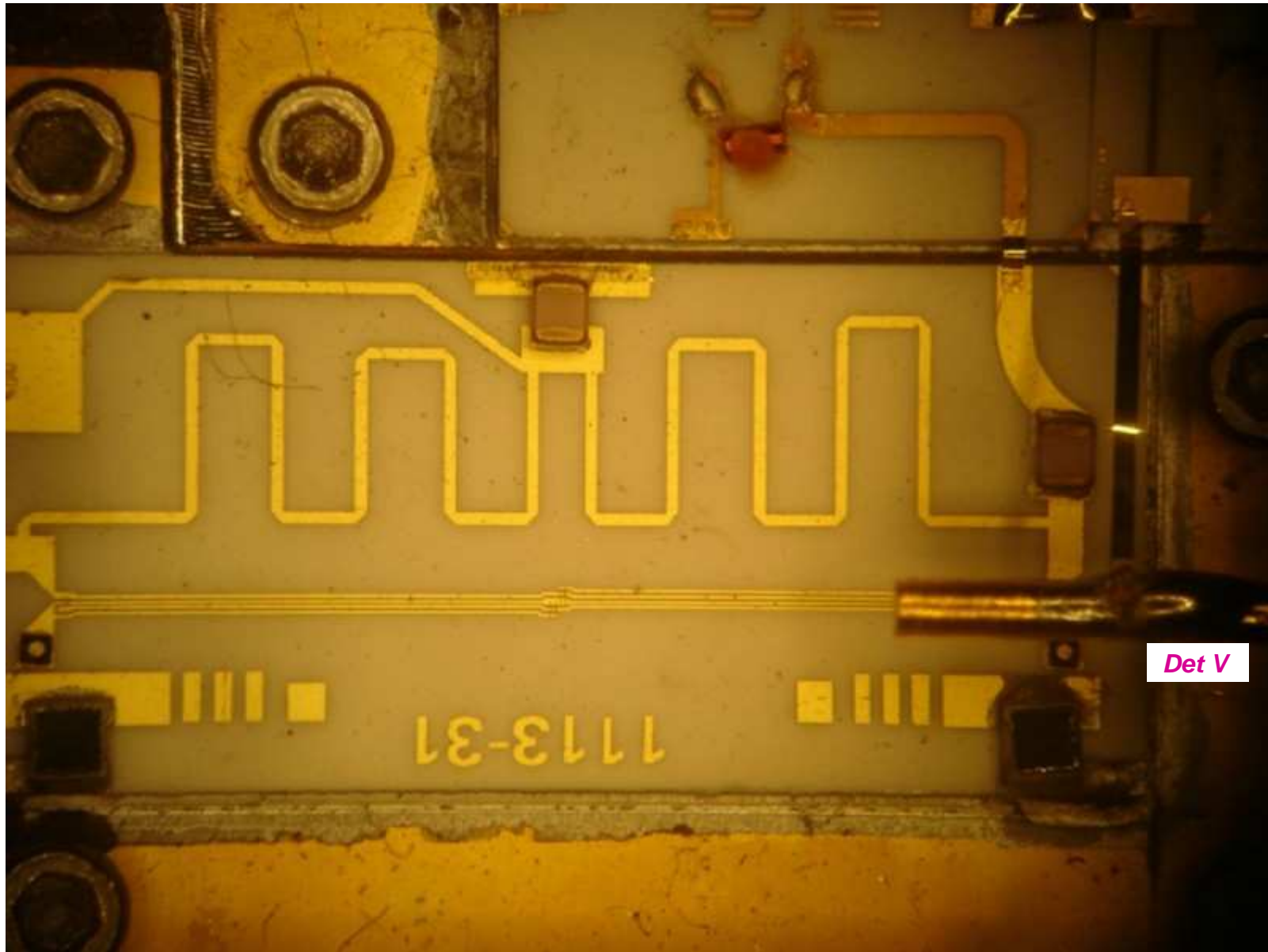


## Module DMC 23M Rx : mélangeur passif avec LO

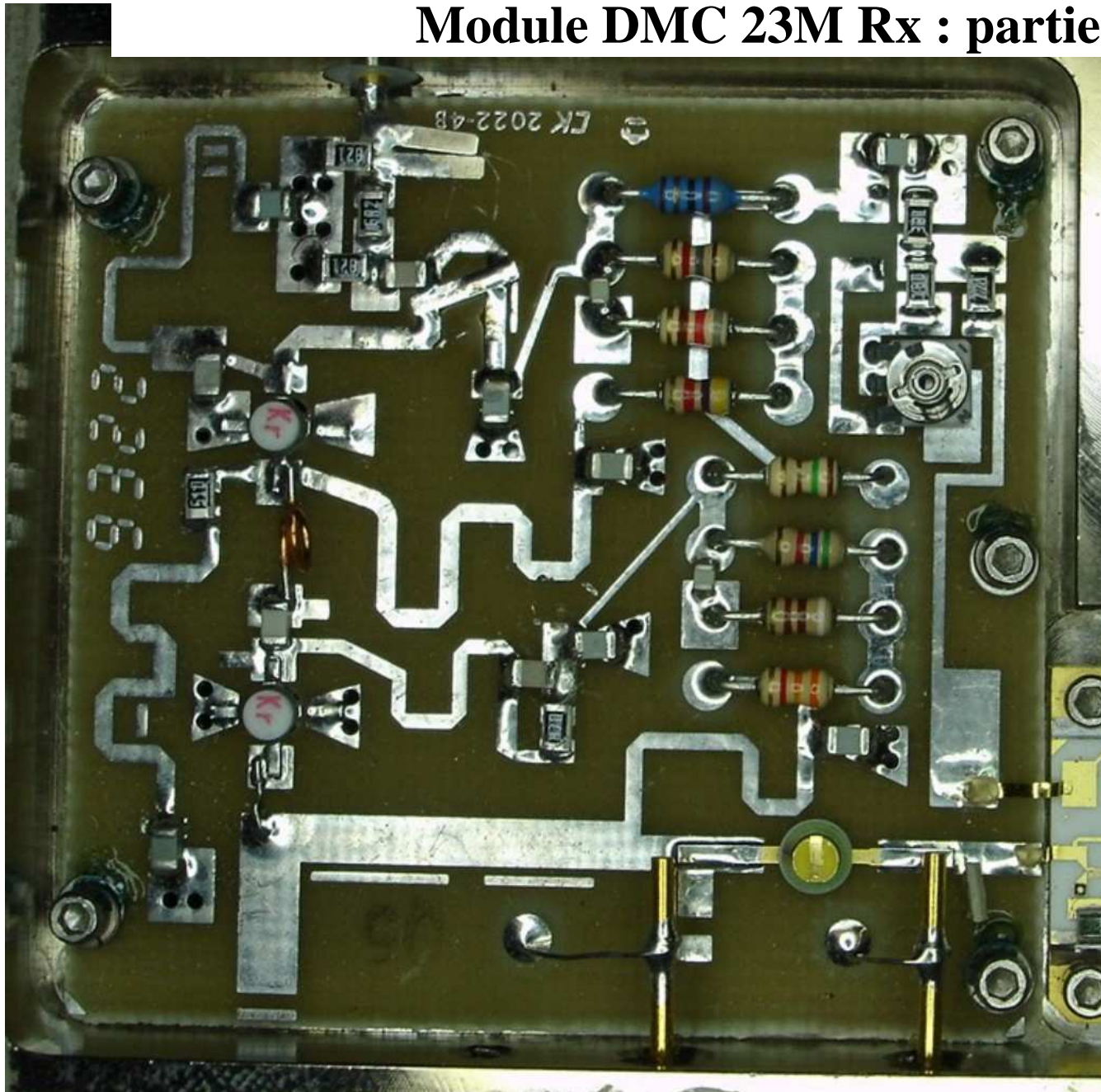




## Module DMC 23M Rx : mélangeur passif avec LO



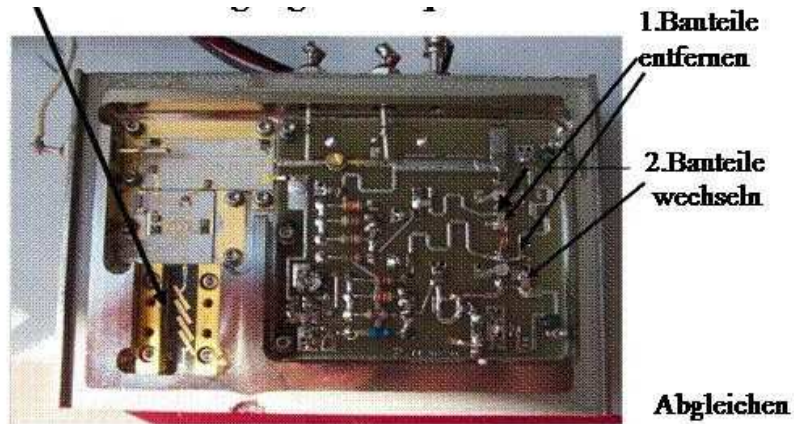
## Module DMC 23M Rx : partie FI



F5DQK – janvier 2013

Modules DMC émission/réception séparés

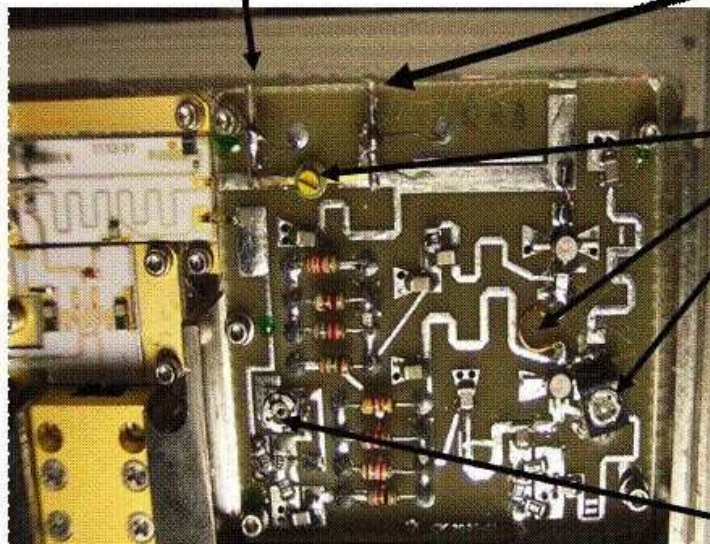
# Module DMC 23M Rx : modifes de DL4DTU



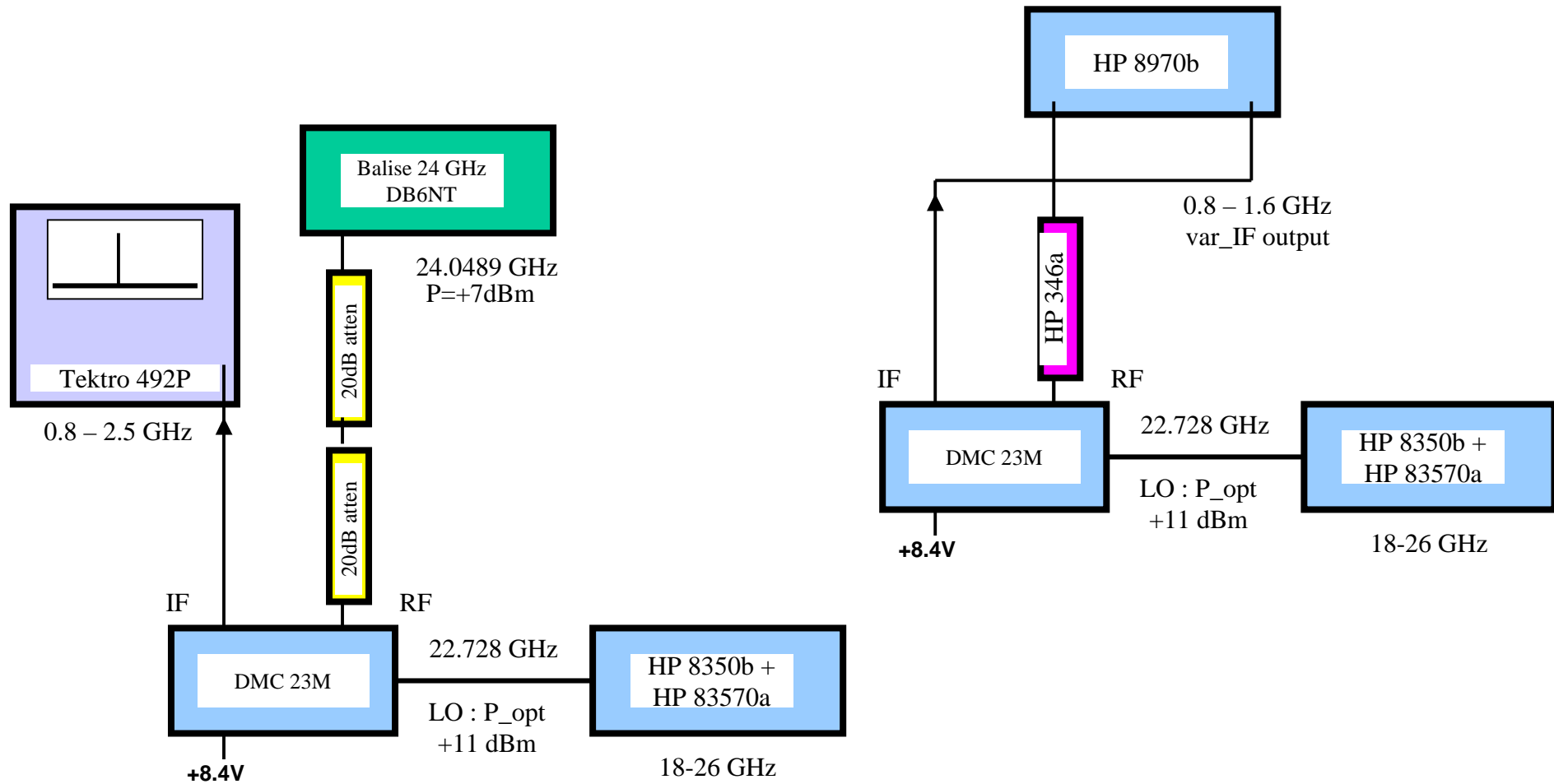
DL4DTU/Robert Rüdiger

Durchgangsverstärkung  
0V = +20dB    +6V = -20dB

Versorgungsspannung 8,4V



# Dégrossissage à l'analyseur de spectre et gain/bruit

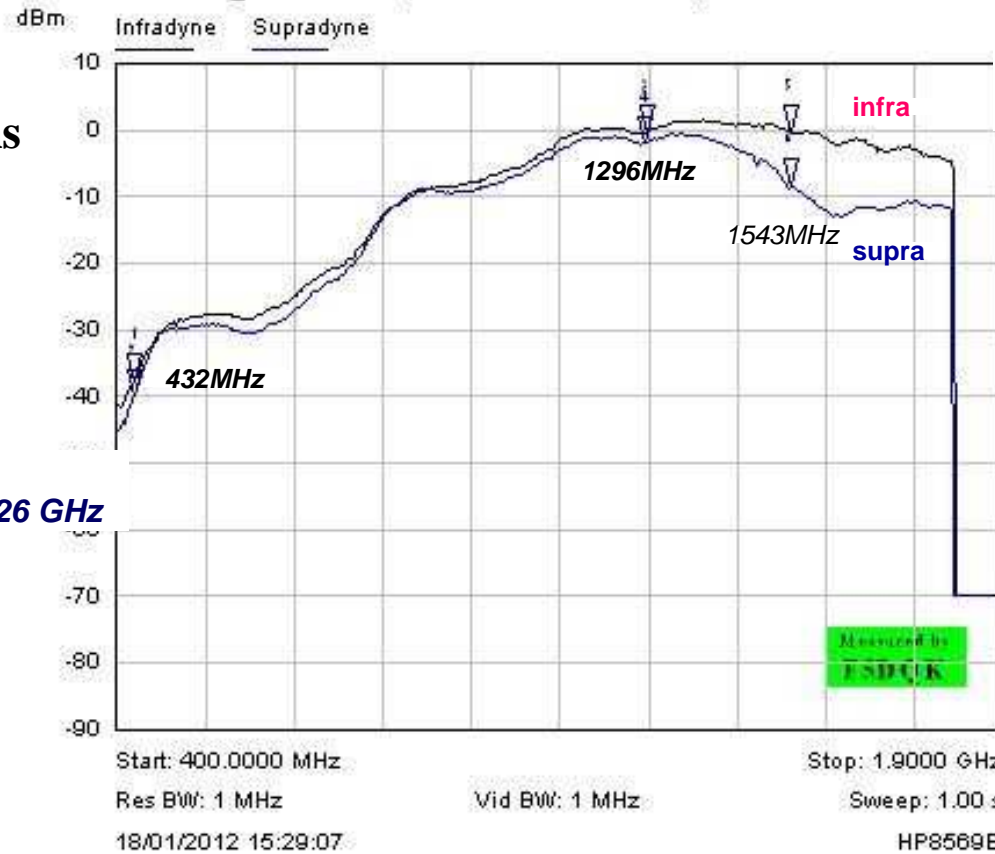


# Module DMC 23M Rx : LO en infra et supradyné

23M Down\_Converter 8.4V, I=26mA RF=24.048 GHz, P= -13.5 dBm **LO variable**

Sans modifications

Mesures à l'A-S  
HP 8569B



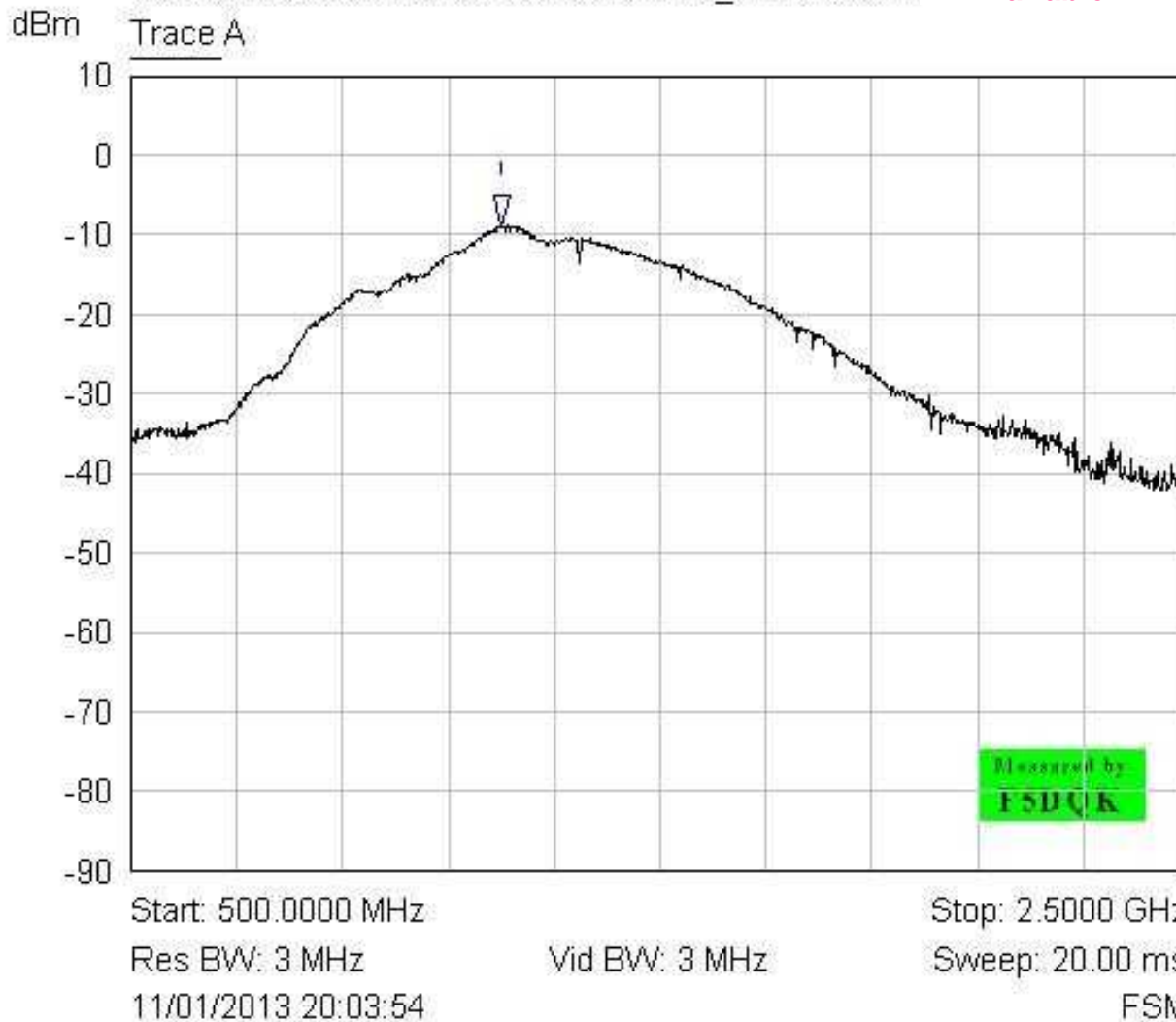
A-S HP 8569b  
Mél harm HP 11971k 18-26 GHz  
U = 8.4V, I=26mA

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes	Conv gain (dB)	Rej image (dB)
1	Infradyne	430.0667 MHz	-37.60 dBm	LO=23.630 GHz	-24	« beurk »
2	Supradyne	430.2667 MHz	-40.00 dBm	LO=24.484 GHz		
3	Infradyne	1.2967 GHz	-0.30 dBm	LO=22.760 GHz	+13.2	« beurk »
4	Supradyne	1.2928 GHz	-2.00 dBm	LO=25.356 GHz		
5	Infradyne	1.5426 GHz	-0.30 dBm	LO=22.517 GHz	+13.2	8.2
6	Supradyne	1.5428 GHz	-8.50 dBm	LO=25.580 GHz		

Conditions usine !

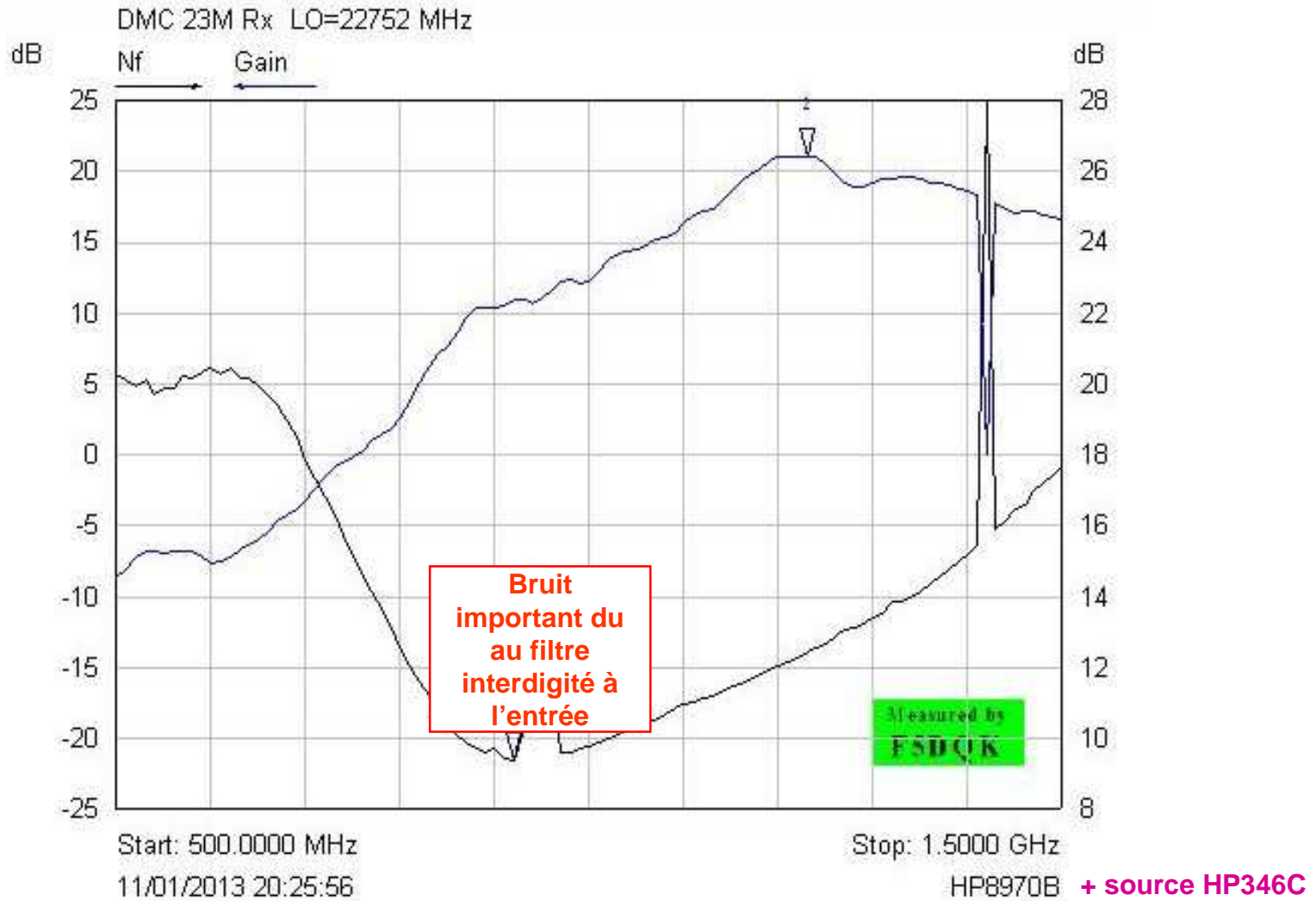
# Module DMC 23M Rx : LO en infradyne

Module DMC 23M Rx LO=22752 MHz Rf\_in = -20dBm **RF variable**



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	Trace A	1.2000 GHz	-9.25 dBm	Gain max environ 20dB

# Module DMC 23M Rx: gain / Nf



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	Nf	920.0000 MHz	9.39 dB	
2 ▽	Gain	1.2300 GHz	21.11 dB	

## Module DMC 23M Rx : conclusion sommaire

**Avec LO fixe = 22752 MHz (choix FI = 1296 MHz) :**

-Gain max environ 20 dB

-Enorme bruit de conversion du au filtre d'entrée : Nf\_min 9.5 dB curieusement centrée vers 950 MHz

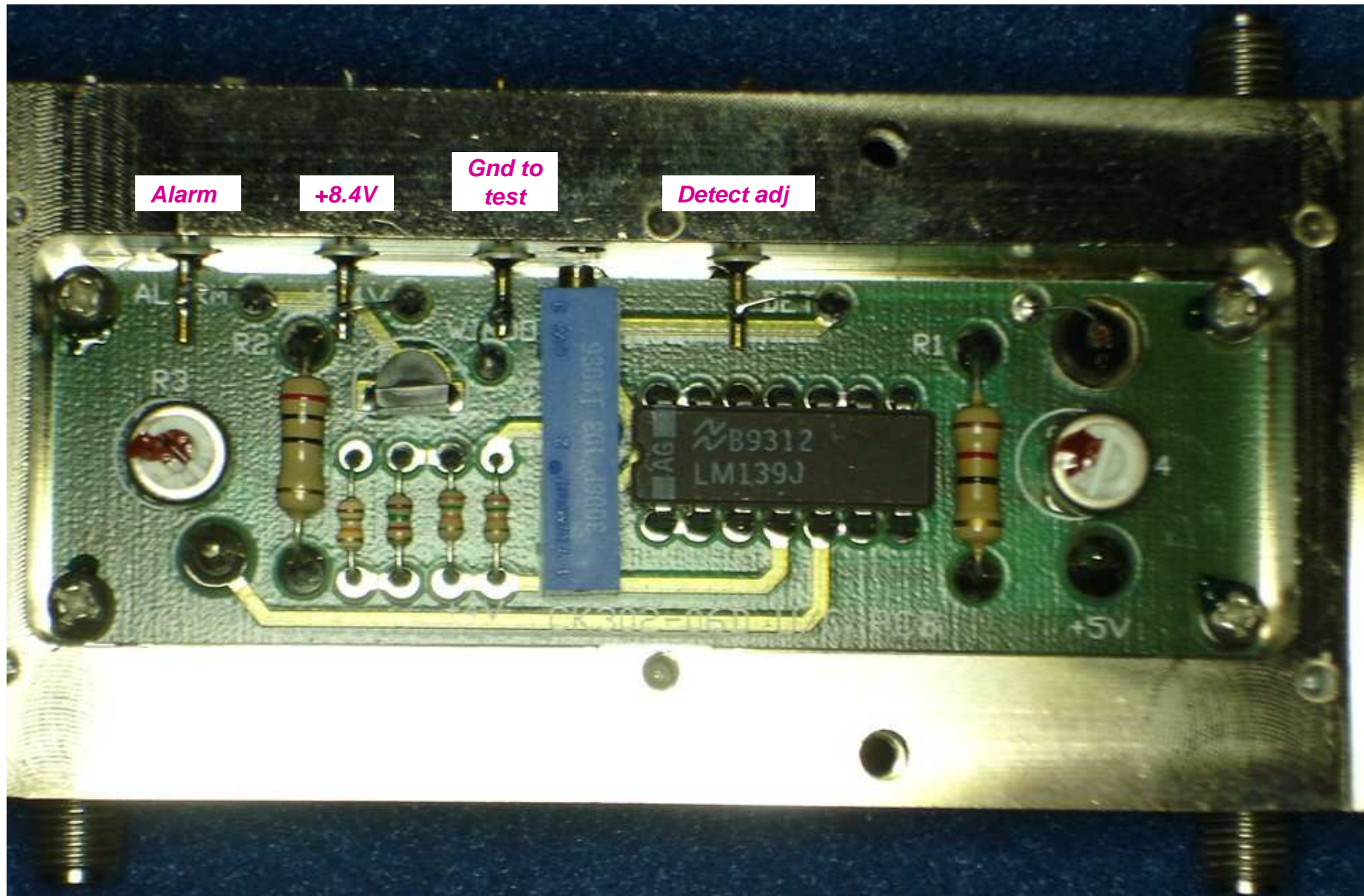
-Inutilisable « tel quel » à 432 ou 144 MHz → seulement à 1300 MHz



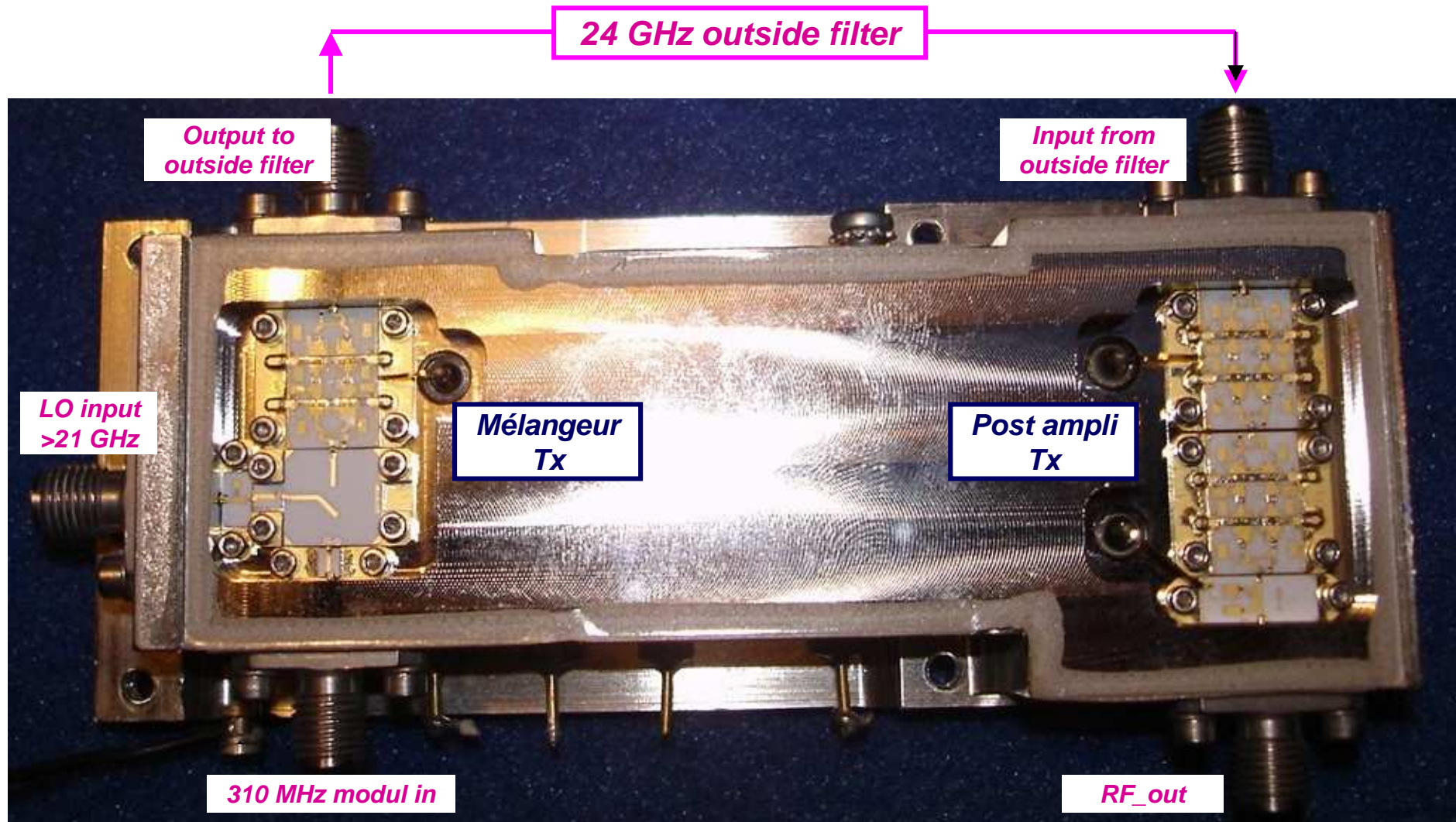
### 3- Partie Tx up-converter



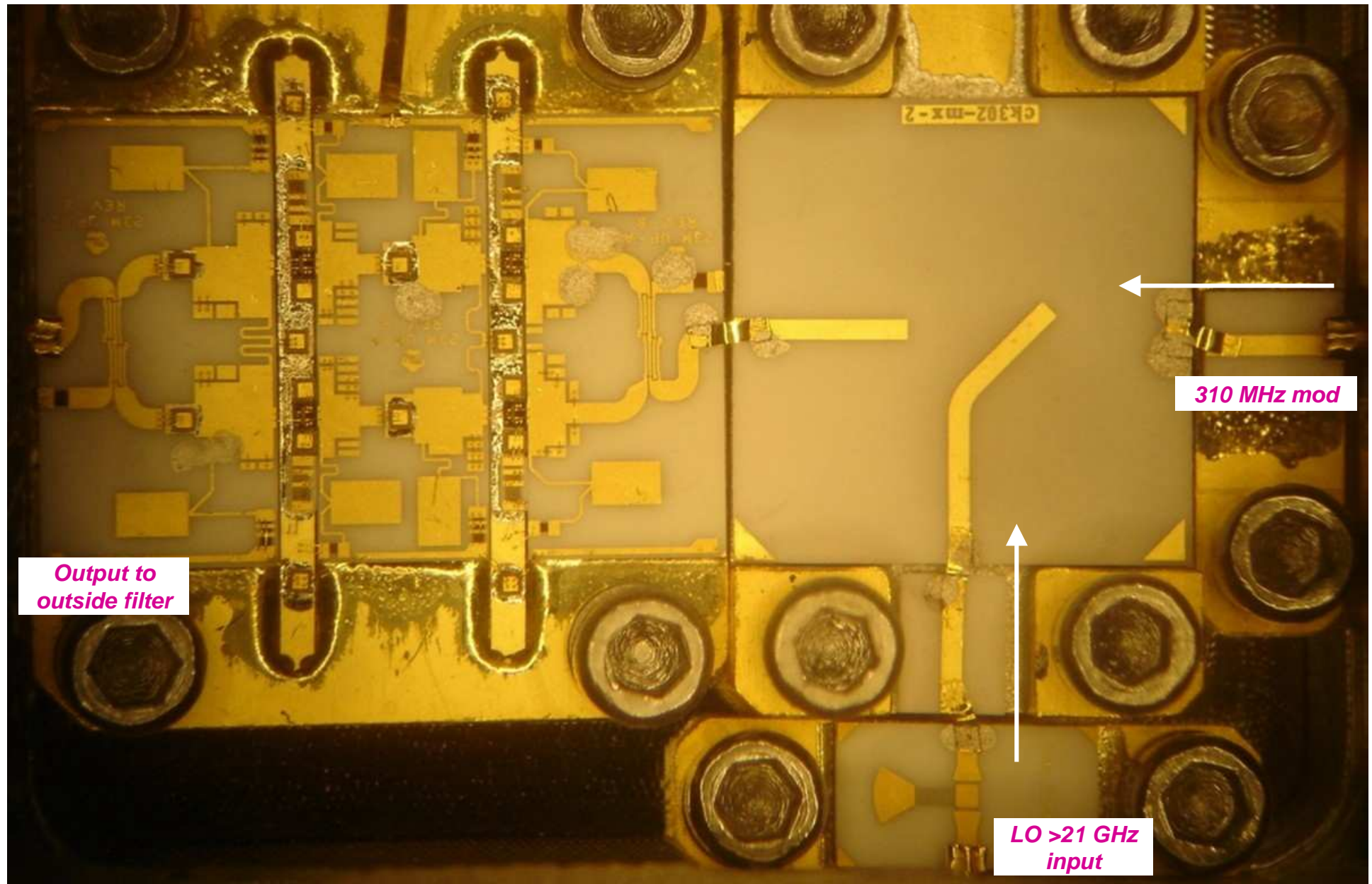
## Module DMC 23M Tx : vue de dessous



# Module DMC 23M Tx d'origine : vue de dessus



## Module DMC 23M Tx : partie mélangeur



# Module DMC 23M Tx : partie mélangeur avec LO=21 GHz

( $F_{max}$  Tektro 492p = 22 GHz)

Pin\_IF=+8dBm

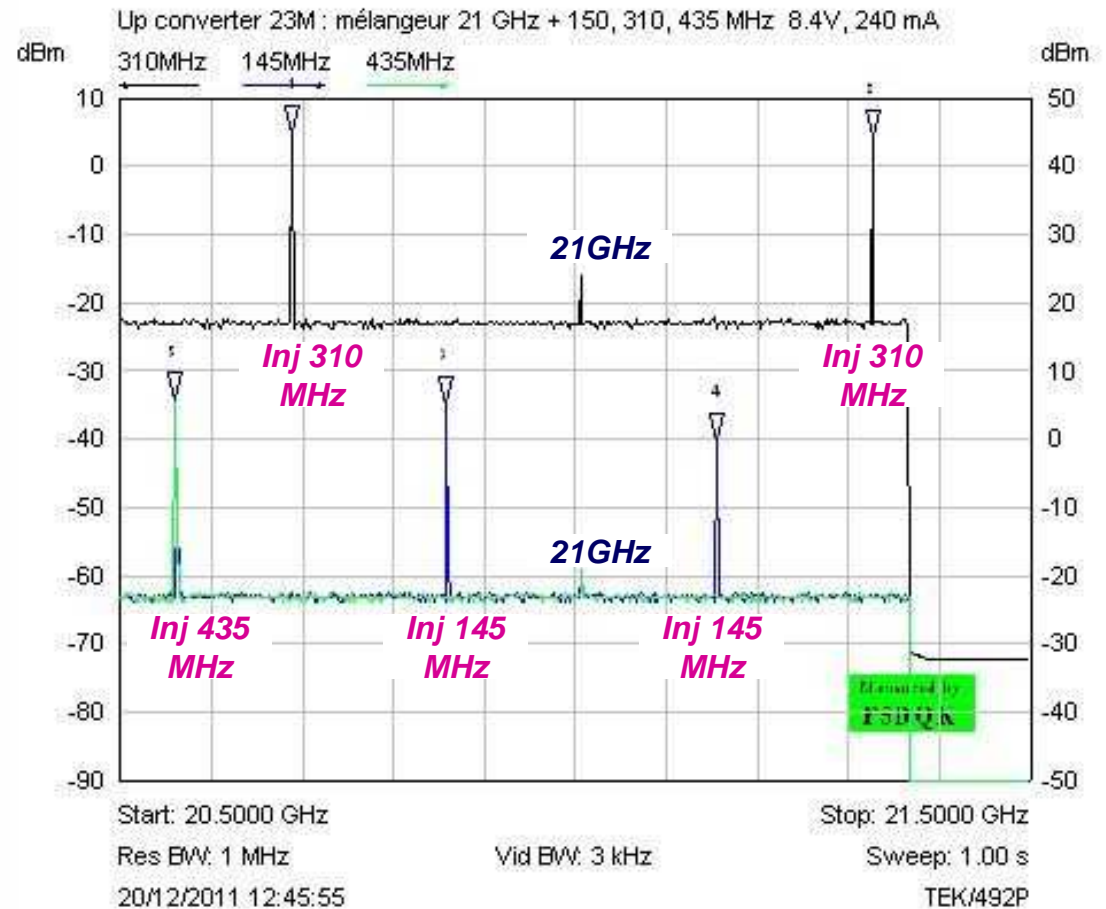
Pin\_LO=+15dBm

Gain après mélange du 21.0 GHz avec :

IF=145 MHz = -3.0 dB !!

IF=310 MHz = -2.8 dB

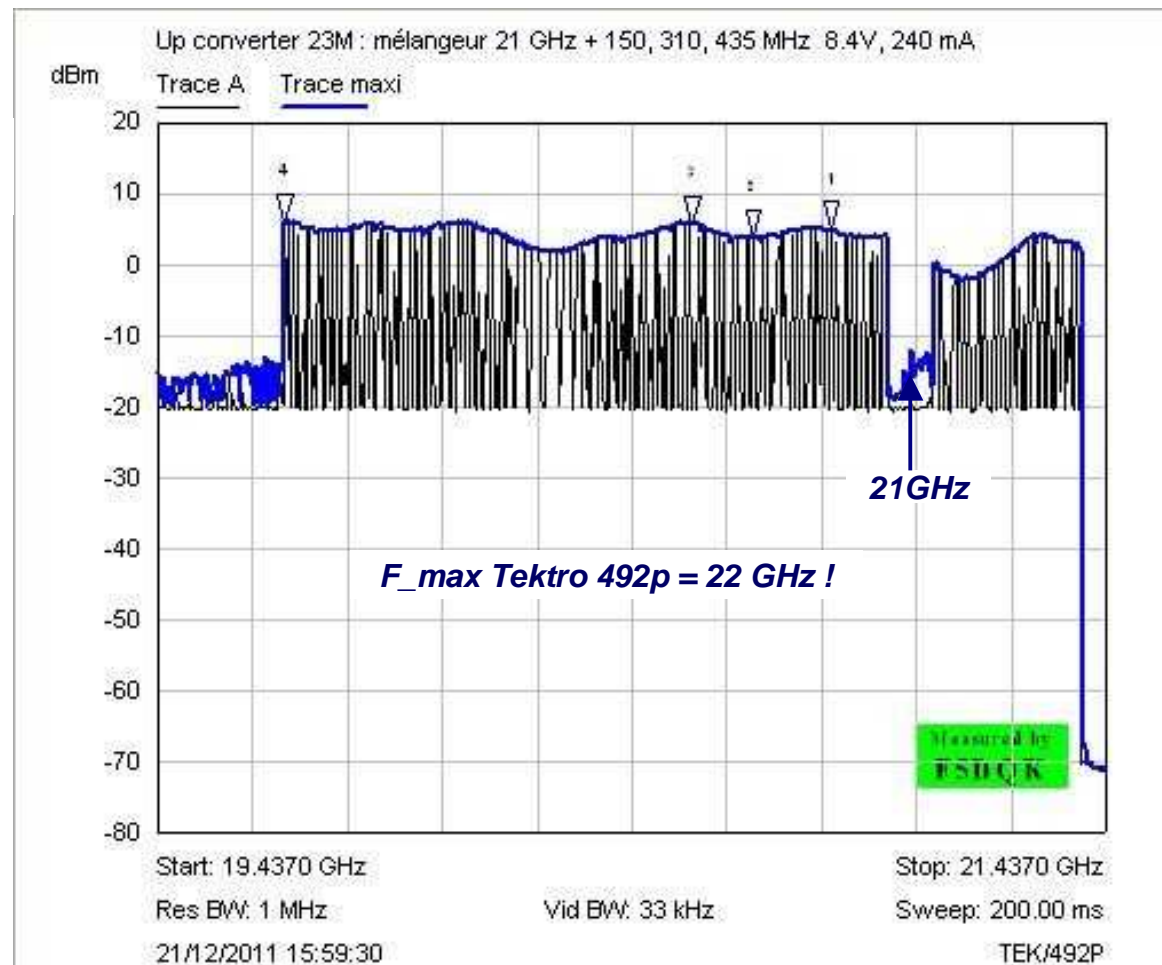
IF=450 MHz = -2.4 dB



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	310MHz	20.6880 GHz	4.80 dBm	
2	310MHz	21.3260 GHz	4.40 dBm	
3	145MHz	20.8580 GHz	5.20 dBm	
4	145MHz	21.1560 GHz	-0.40 dBm	
5	435MHz	20.5600 GHz	5.60 dBm	

# Module DMC 23M Tx : mélangeur seul avec LO=21 GHz

Pin\_IF= +8dBm  
Pin\_LO= +15dBm

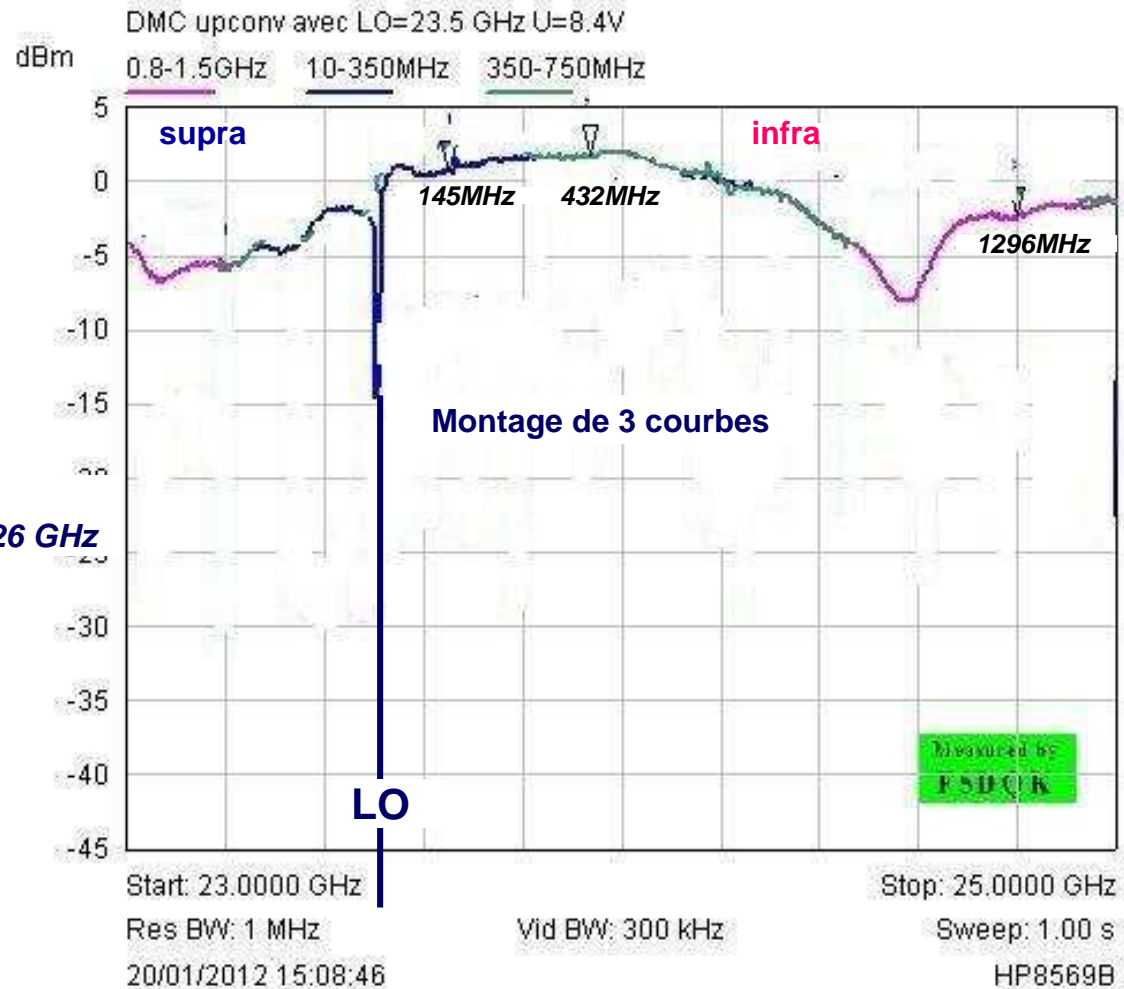


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Trace maxi	20.8570 GHz	4.80 dBm	Inj 145 MHz Gain -3.2dB
2	Trace maxi	20.6930 GHz	3.60 dBm	Inj 310 MHz Gain -4.4dB
3	Trace maxi	20.5650 GHz	5.60 dBm	Inj 435 MHz Gain -2.4dB
4	Trace maxi	19.7050 GHz	6.00 dBm	Inj 1.3 GHz Gain -2.0dB

# Module DMC 23M Tx : mélangeur seul avec LO=23.5 GHz

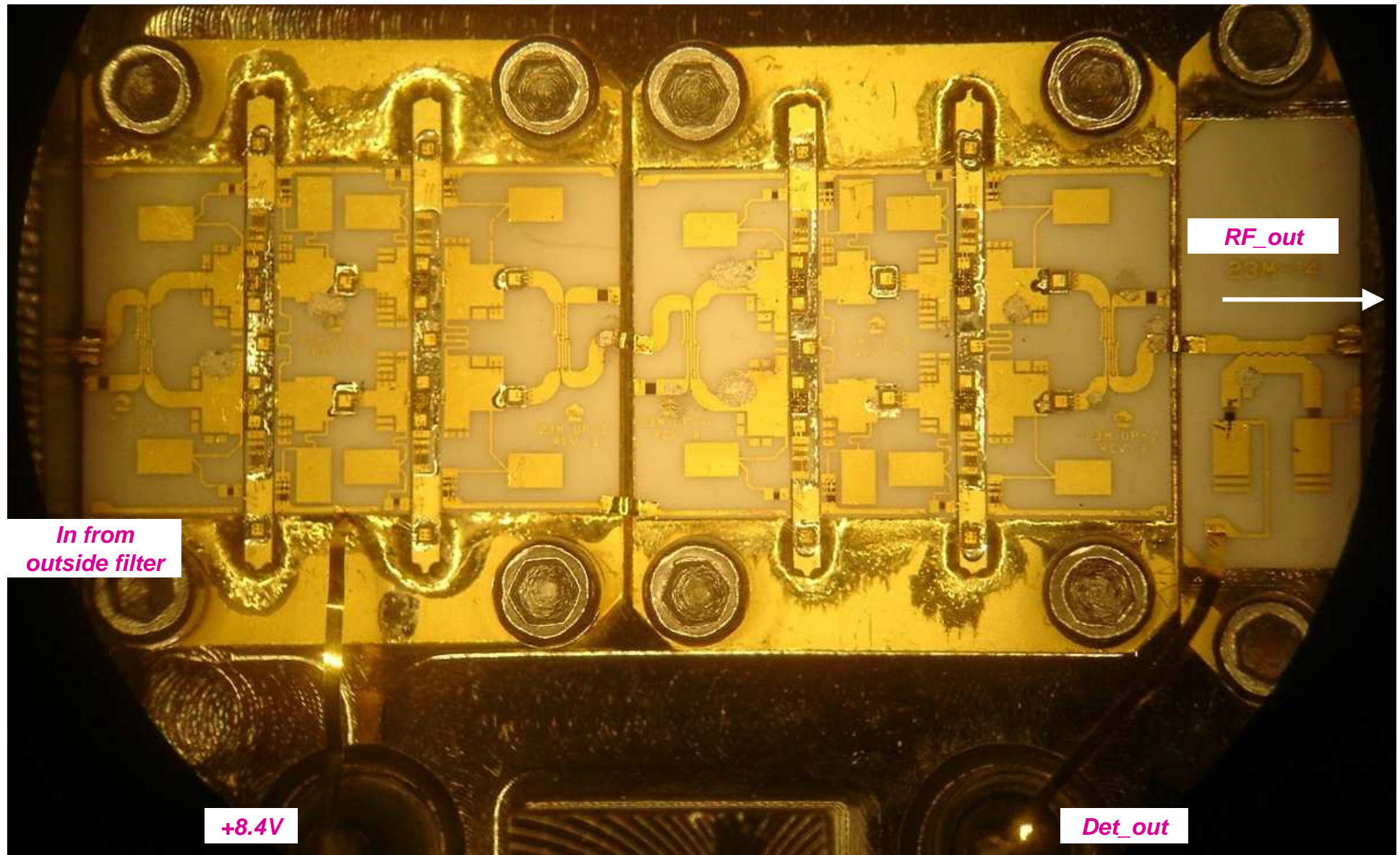
Pin\_IF= +8dBm  
Pin\_LO= +10dBm

A-S HP 8569b  
Mél harm HP 11971k 18-26 GHz



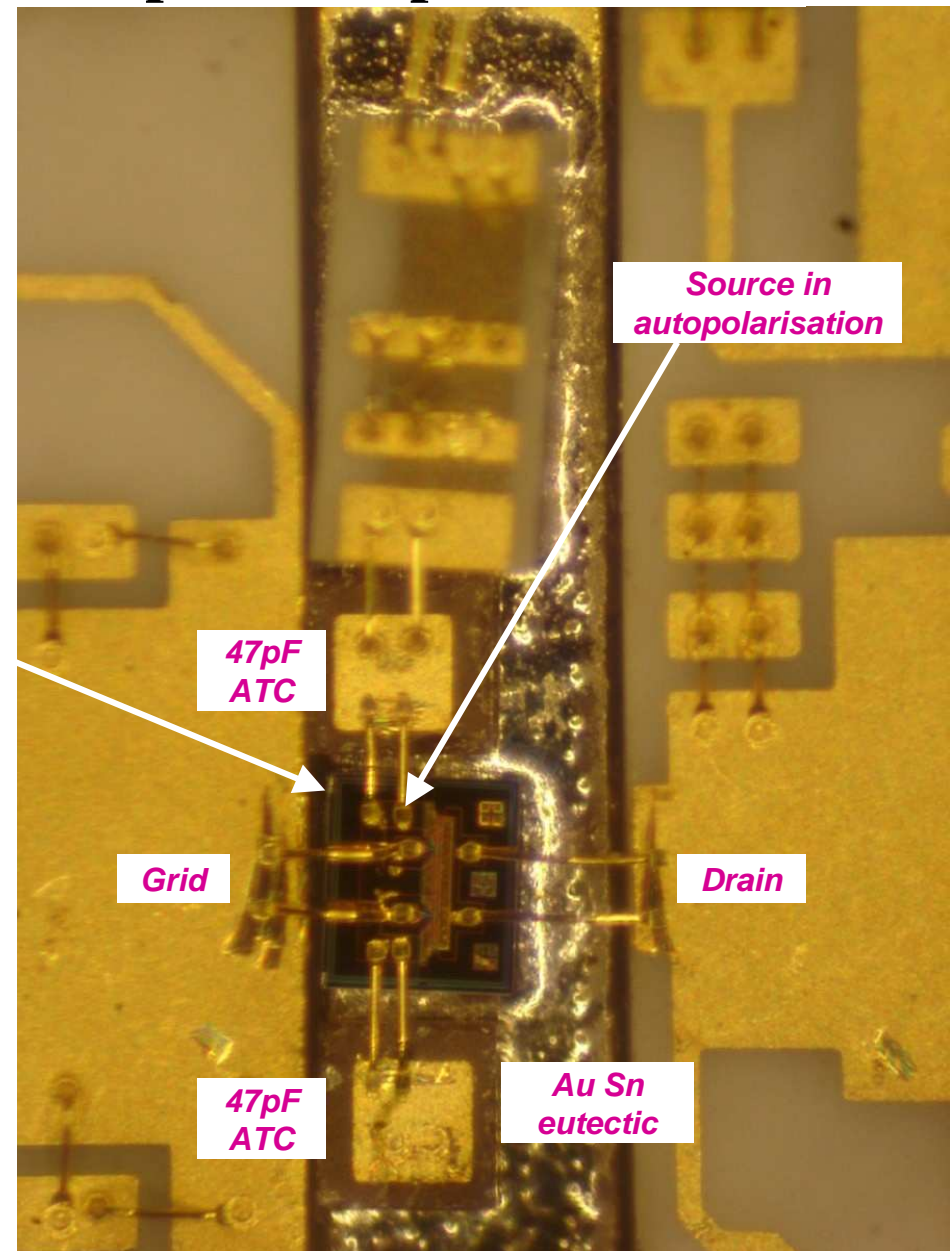
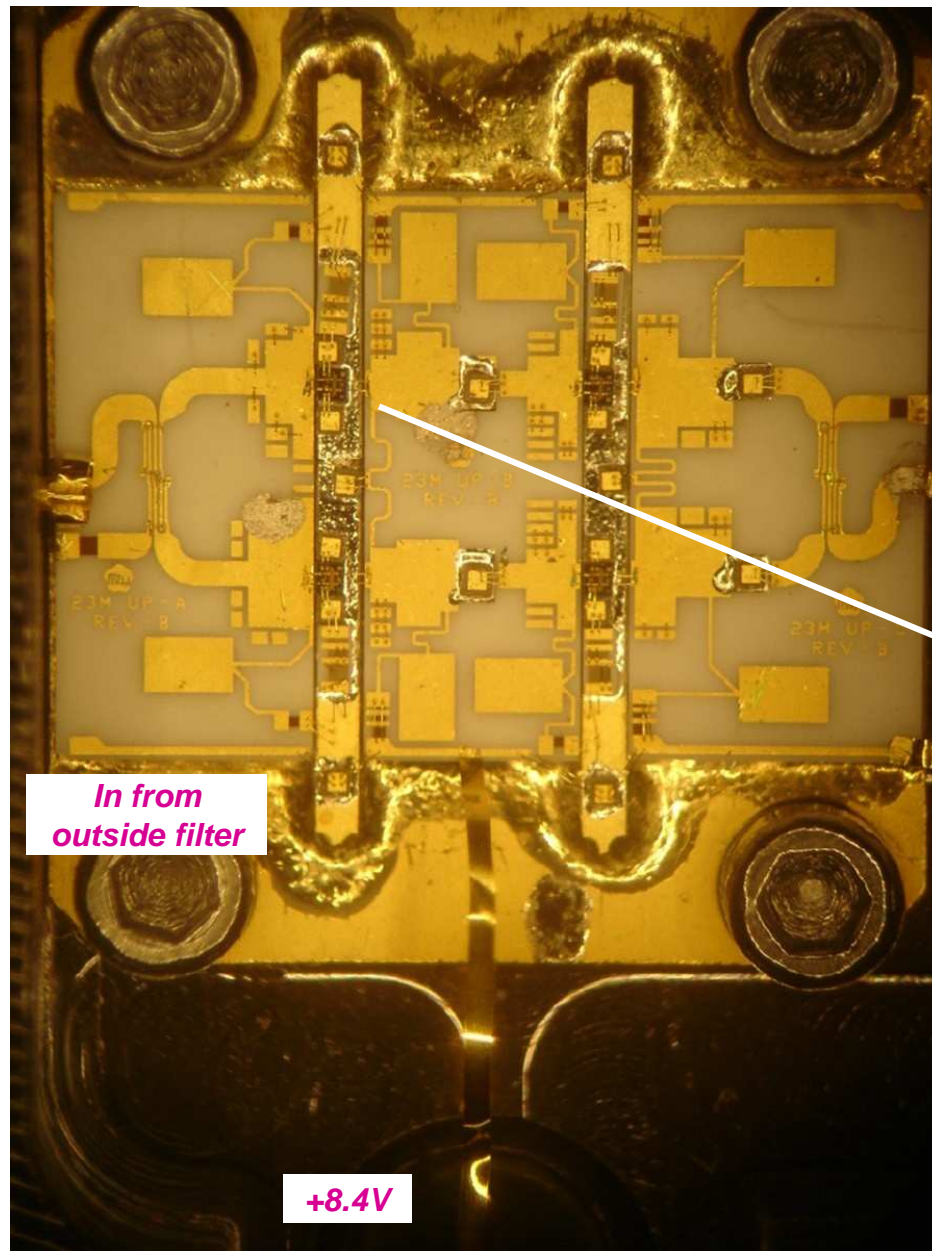
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	10-350MHz	23.6507 GHz	0.70 dBm	Avec 145 MHz Gain -9.3dB
2	350-750MHz	23.9350 GHz	1.80 dBm	Avec 435 MHz Gain -6.2dB
3	0.8-1.5GHz	24.8007 GHz	-2.30 dBm	Avec 1.3 GHz Gain -5.7dB

# Module DMC 23M Tx : partie ampli



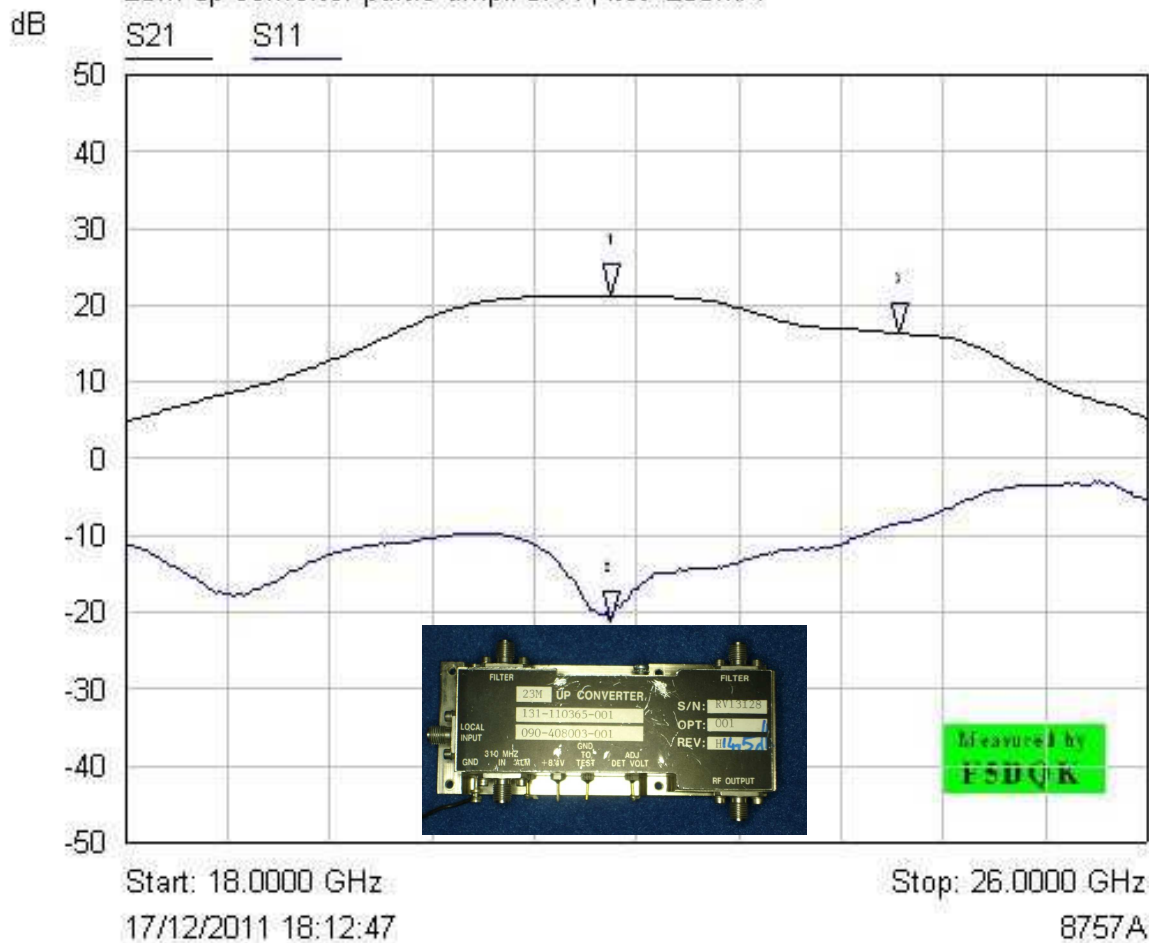


# Module DMC 23M Tx : partie ampli



# Module DMC 23M Tx : partie ampli

23M up-converter partie ampli 8.4V, Itot=250mA



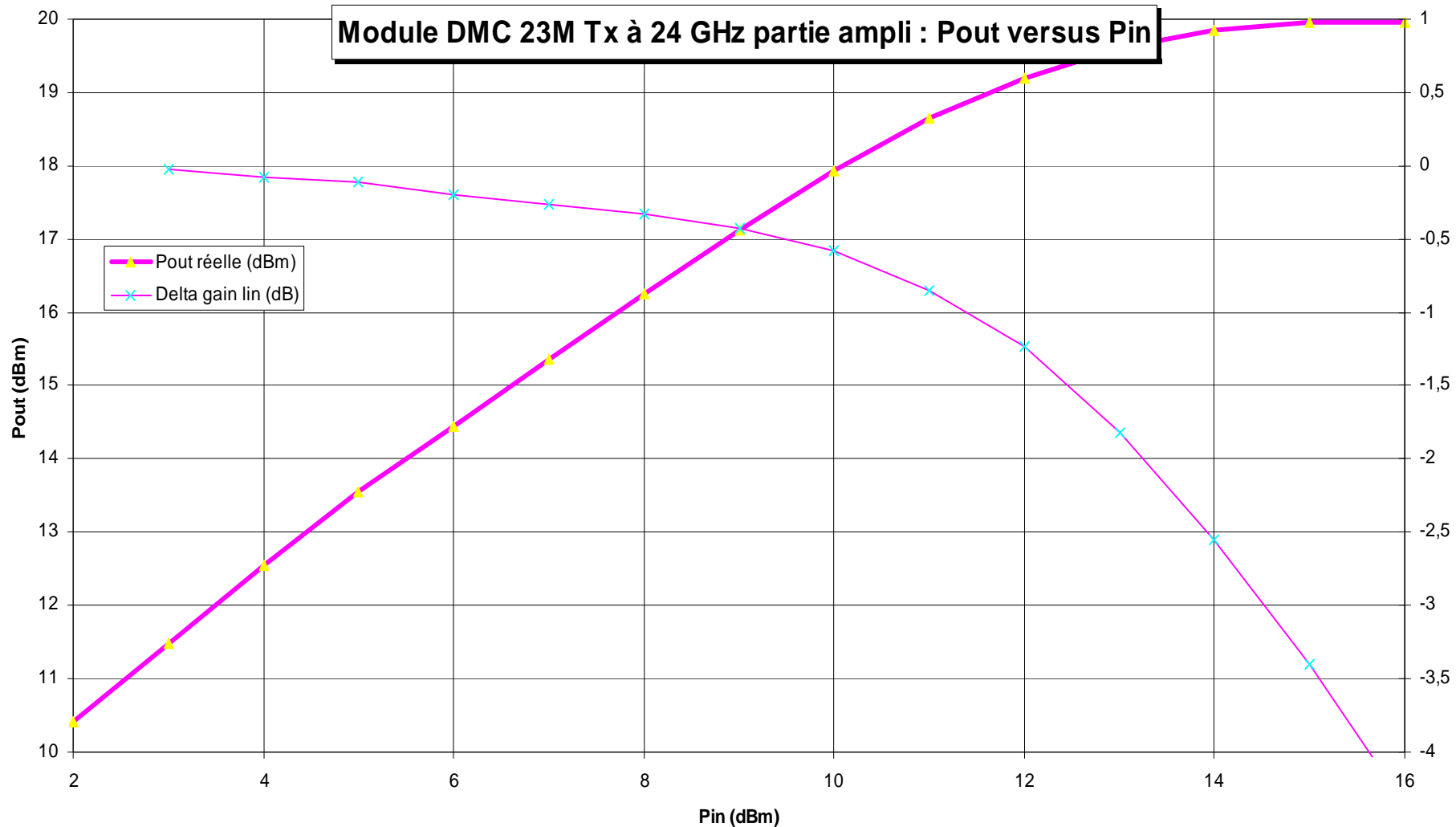
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	21.8000 GHz	21.28 dB	
2	S11	21.8000 GHz	-21.41 dB	
3	S21	24.0600 GHz	16.36 dB	

## Module DMC 23M Tx : P1dBc partie ampli

Ampli Upconv								
	Amont	Amont	Amont	Amont	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)
-1	-38,55	-6,32	0,23	-0,66	10,41	16,73	11,0	
0	-37,45	-5,22	0,30	0,42	11,49	16,71	14,1	-0,02
1	-36,34	-4,11	0,39	1,47	12,54	16,65	17,9	-0,08
2	-35,3	-3,07	0,49	2,48	13,55	16,62	22,6	-0,11
3	-34,31	-2,08	0,62	3,38	14,45	16,53	27,9	-0,20
4	-33,34	-1,11	0,77	4,29	15,36	16,47	34,4	-0,26
5	-32,38	-0,15	0,97	5,18	16,25	16,4	42,2	-0,33
6	-31,41	0,82	1,21	6,05	17,12	16,3	51,5	-0,43
7	-30,44	1,79	1,51	6,87	17,94	16,15	62,2	-0,58
8	-29,45	2,78	1,90	7,59	18,66	15,88	73,5	-0,85
9	-28,53	3,70	2,34	8,13	19,2	15,5	83,2	-1,23
10	-27,54	4,69	2,94	8,53	19,6	14,91	91,2	-1,82
11	-26,57	5,66	3,68	8,77	19,84	14,18	96,4	-2,55
12	-25,61	6,62	4,59	8,88	19,95	13,33	98,9	-3,40
13	-24,64	7,59	5,74	8,89	19,96	12,37	99,1	-4,36

U(V)	P1dBc	P2dBc	P3dBc	Gain_lin(dB)
8.4	19dBm/79mW	19.5dBm/89mW	19.8dBm/95mW	16.7

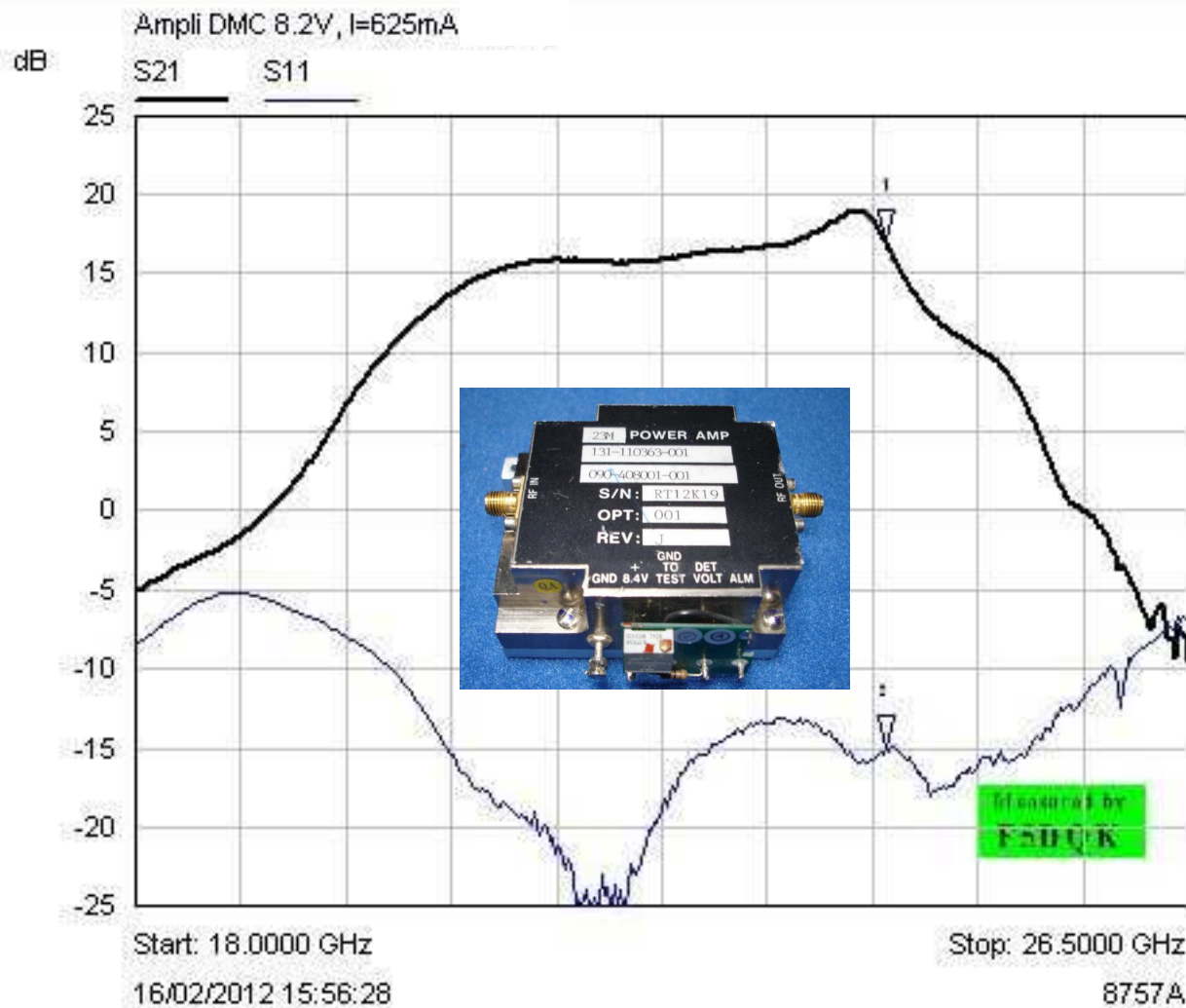
# Module DMC 23M Tx : P1dBc partie ampli



## 4- Module DMC 23M Post-ampli



# Module DMC 23M postamp au scalaire



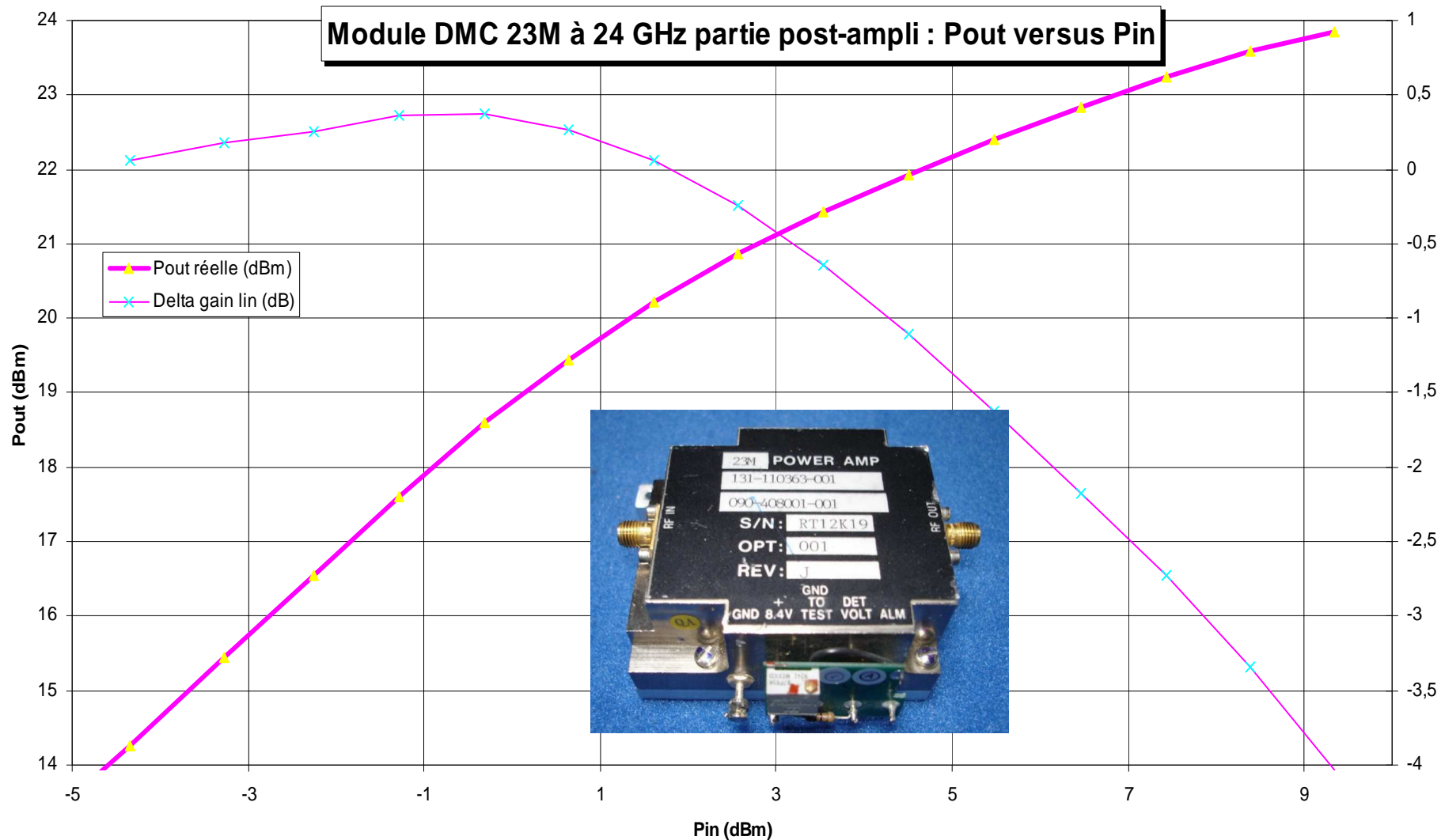
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	24.0563 GHz	17.01 dB	
2	S11	24.0563 GHz	-14.99 dB	

## Module DMC 23M postamp : P1dBc en dBm

Post ampli F1NYN									
	Amont	Amont	Amont	Amont	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)	Ic sous 8,4V (mA)
									250
-1	-37,7	-5,47	0,28	2	13,07	18,54	20,3		669,00
0	-36,58	-4,35	0,37	3,18	14,25	18,6	26,6	0,06	668,00
1	-35,5	-3,27	0,47	4,38	15,45	18,72	35,1	0,18	667,00
2	-34,48	-2,25	0,60	5,48	16,55	18,8	45,2	0,26	667,00
3	-33,52	-1,29	0,74	6,54	17,61	18,9	57,7	0,36	666,00
4	-32,55	-0,32	0,93	7,52	18,59	18,91	72,3	0,37	666,00
5	-31,59	0,64	1,16	8,38	19,45	18,81	88,1	0,27	665,00
6	-30,62	1,61	1,45	9,14	20,21	18,6	105,0	0,06	665,00
7	-29,66	2,57	1,81	9,8	20,87	18,3	122,2	-0,24	665,00
8	-28,7	3,53	2,25	10,36	21,43	17,9	139,0	-0,64	665,00
9	-27,73	4,50	2,82	10,86	21,93	17,43	156,0	-1,11	665,00
10	-26,75	5,48	3,53	11,33	22,4	16,92	173,8	-1,62	665,00
11	-25,77	6,46	4,43	11,76	22,83	16,37	191,9	-2,17	665,00
12	-24,8	7,43	5,53	12,17	23,24	15,81	210,9	-2,73	665,00
13	-23,84	8,39	6,90	12,52	23,59	15,2	228,6	-3,34	665,00
14	-22,89	9,34	8,59	12,78	23,85	14,51	242,7	-4,03	665,00

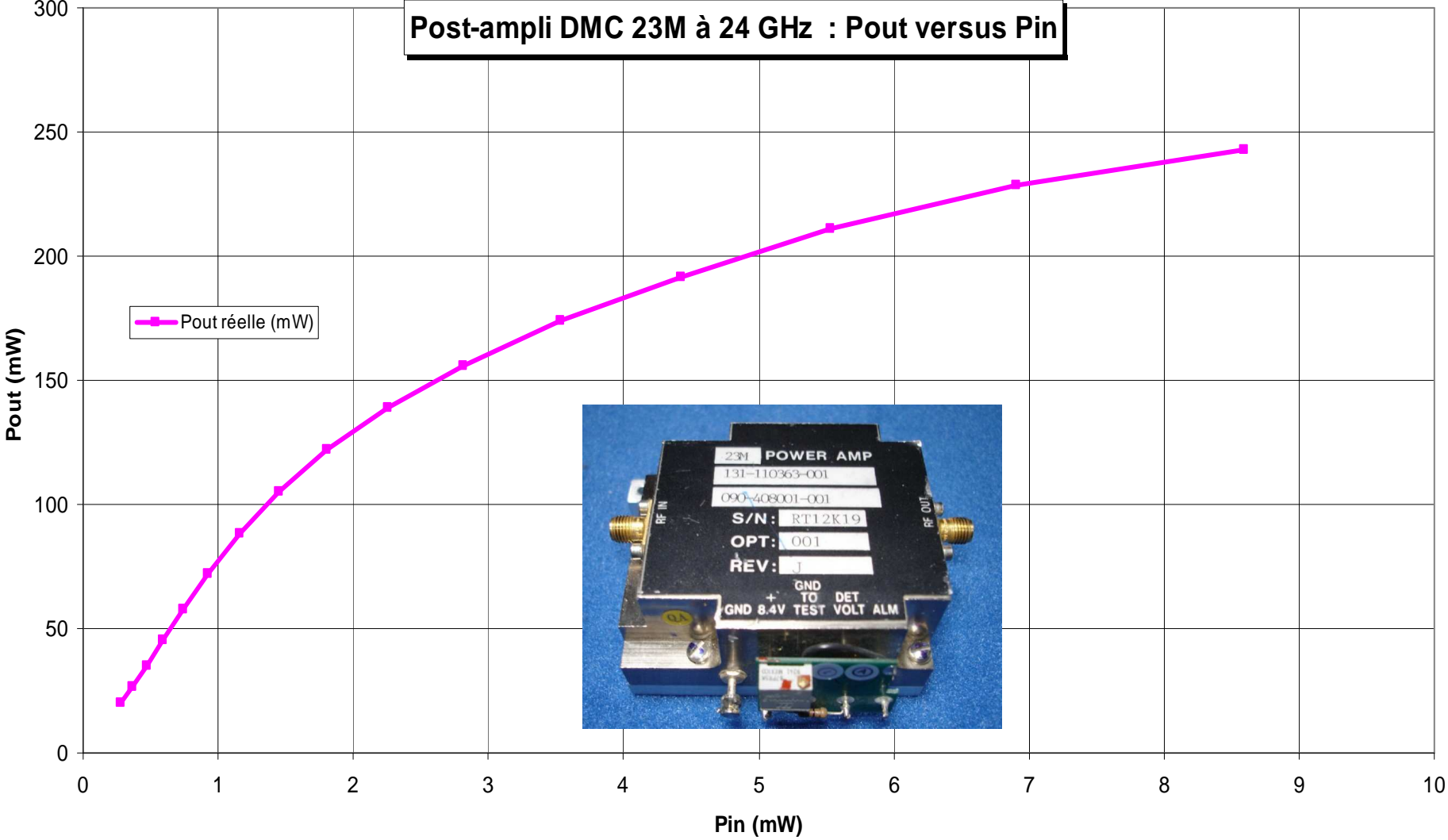
U(V)	P1dBc	P2dBc	P3dBc	Gain_lin(dB)
8.4	22dBm/158mW	22.6dBm/182mW	23.4dBm/220mW	18.6

# Module DMC 23M postamp : P1dBc en dBm





# Module DMC 23M postamp : P1dBc en mW

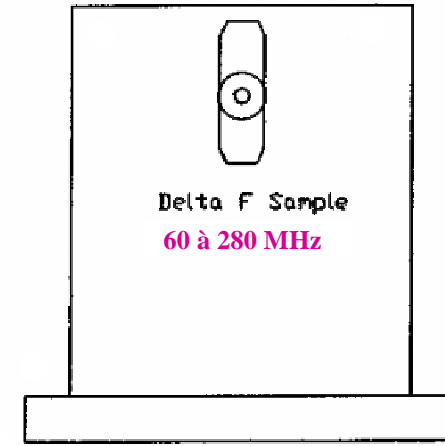
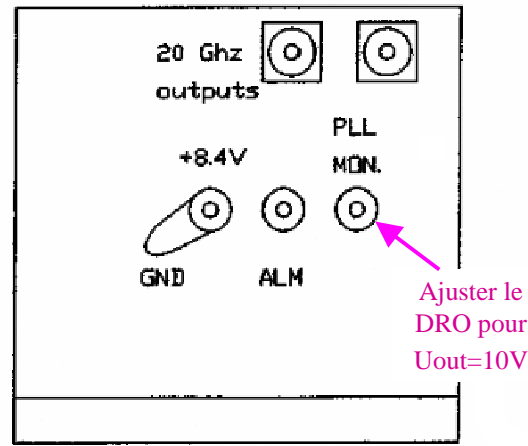
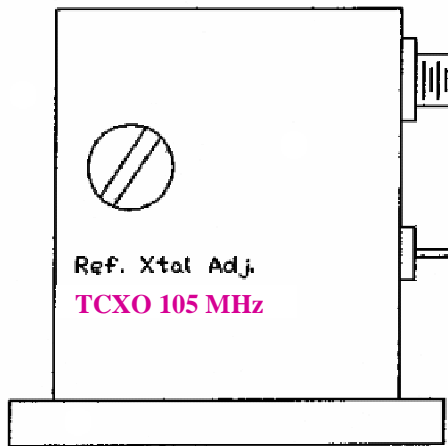
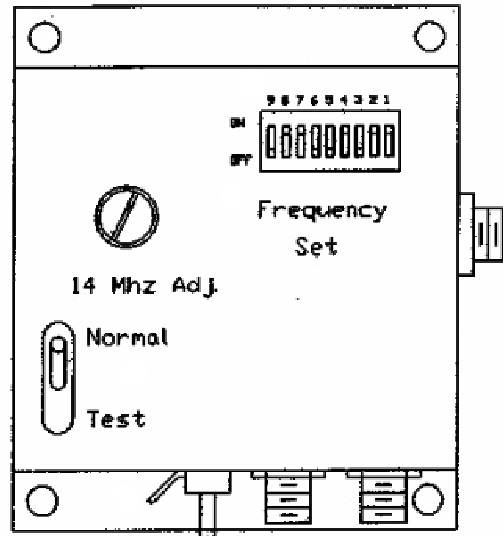
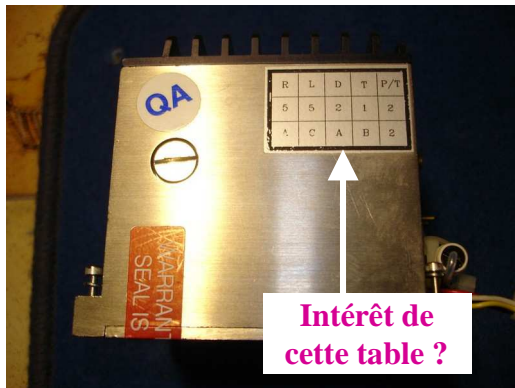


# 5- Oscillateur local 110366, F=21 GHz

DRO à PLL



# Module OL synthétisé 21 GHz DMC-110366

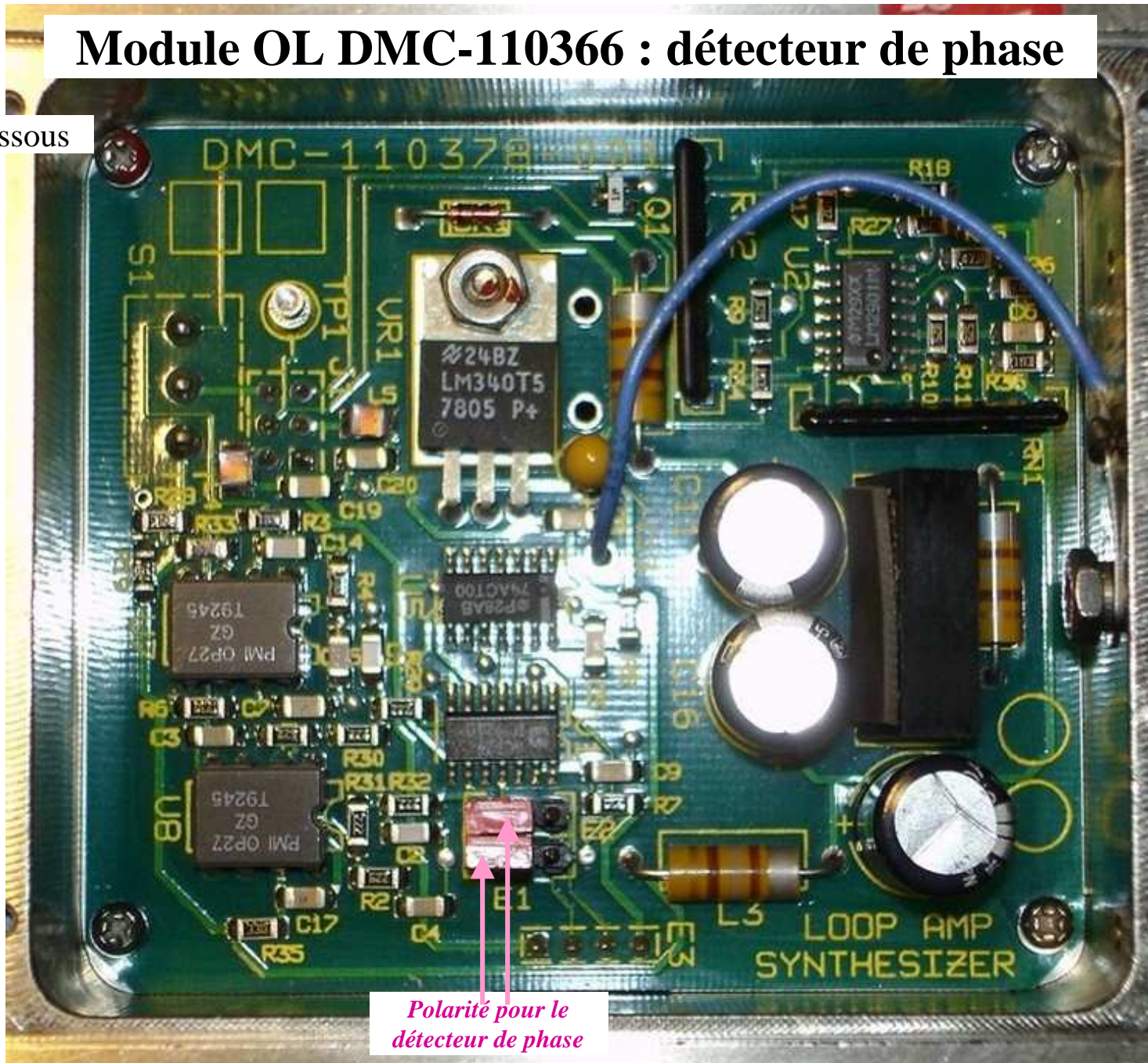






# Module OL DMC-110366 : détecteur de phase

Dessous

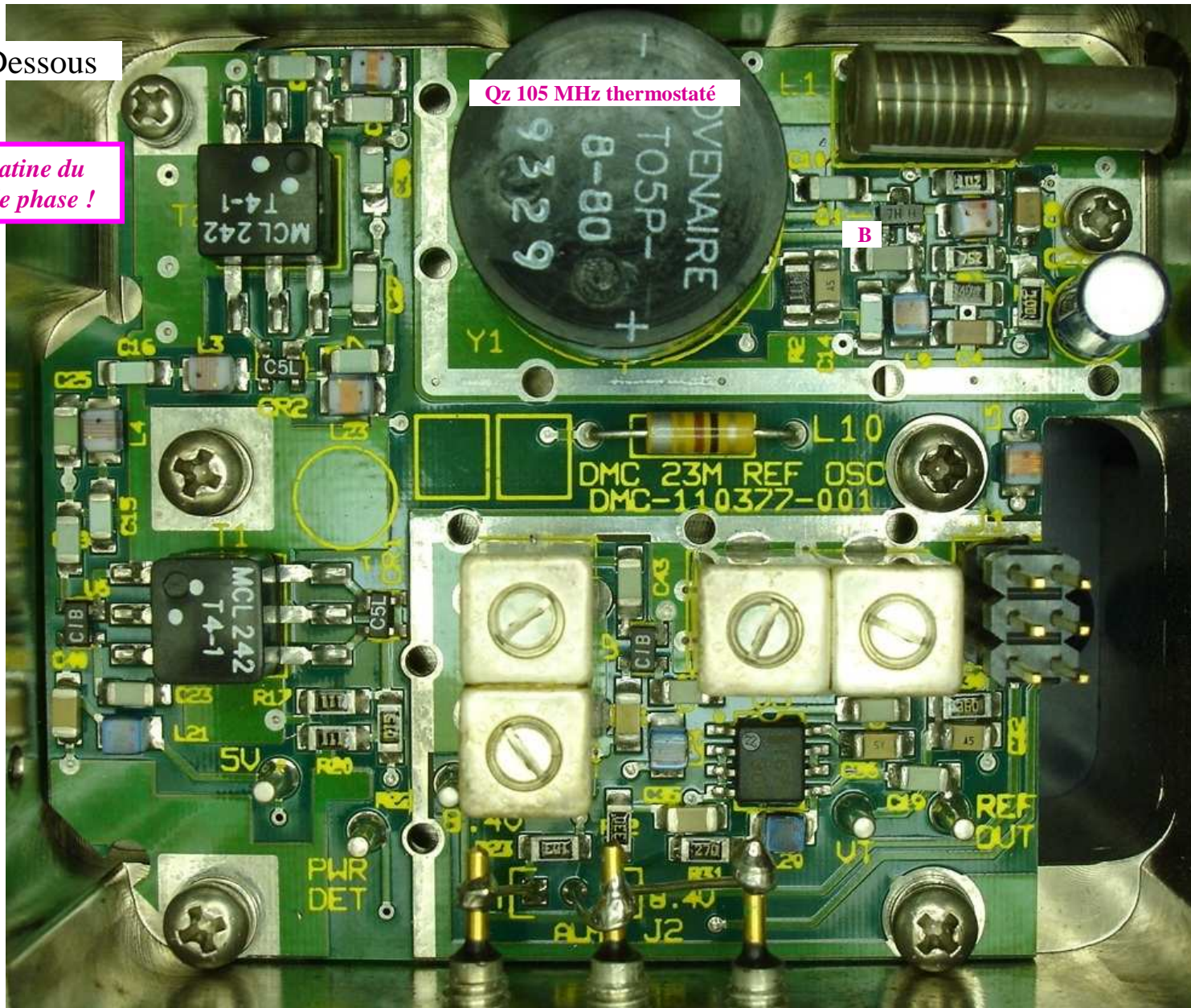


Polarité pour le  
détecteur de phase

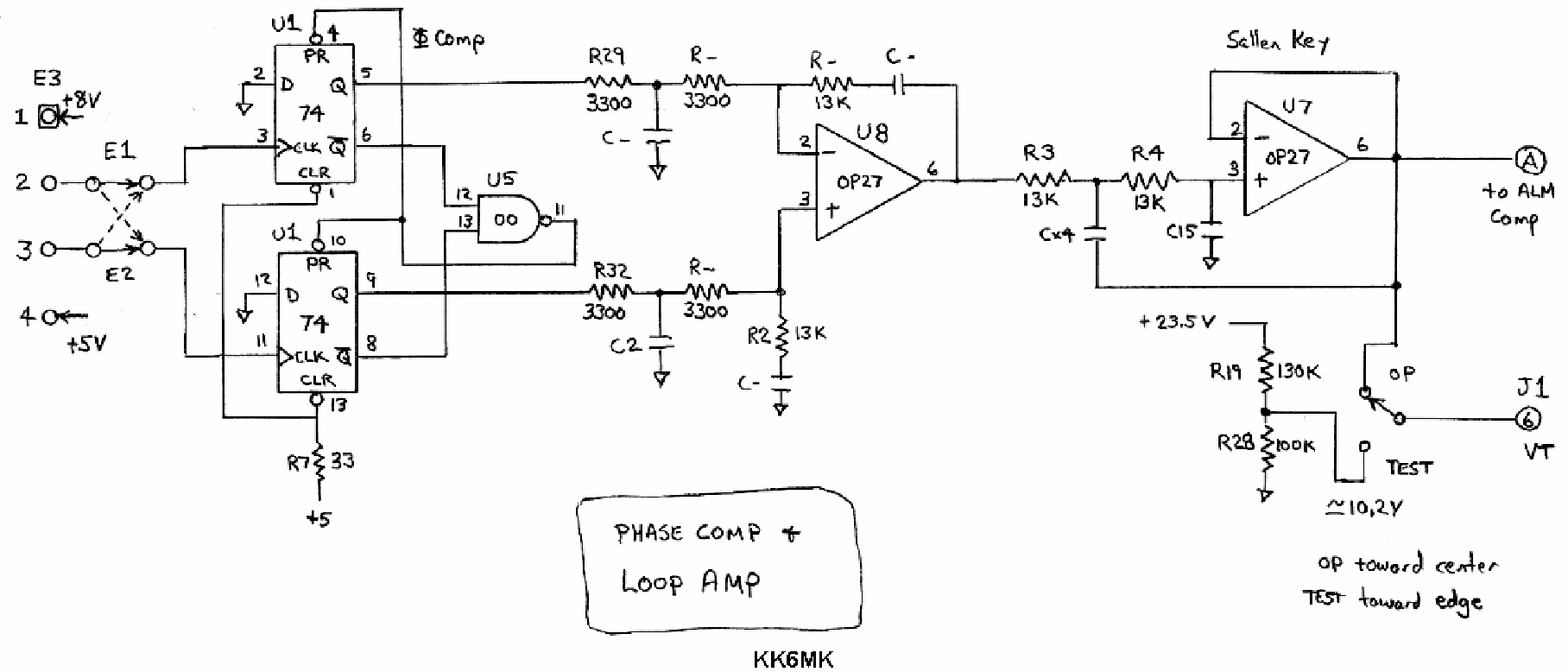
# Module OL DMC-110366 : osc 105 MHz + multis

Dessous

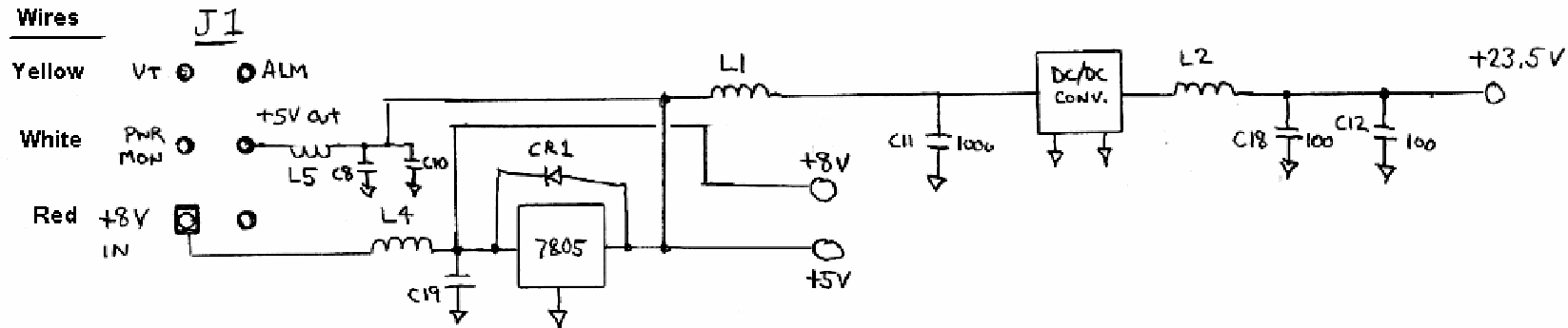
*Derrière platine du  
détecteur de phase !*



DMC LOOP AMP SYNTHESIZER 10M  
110844-001



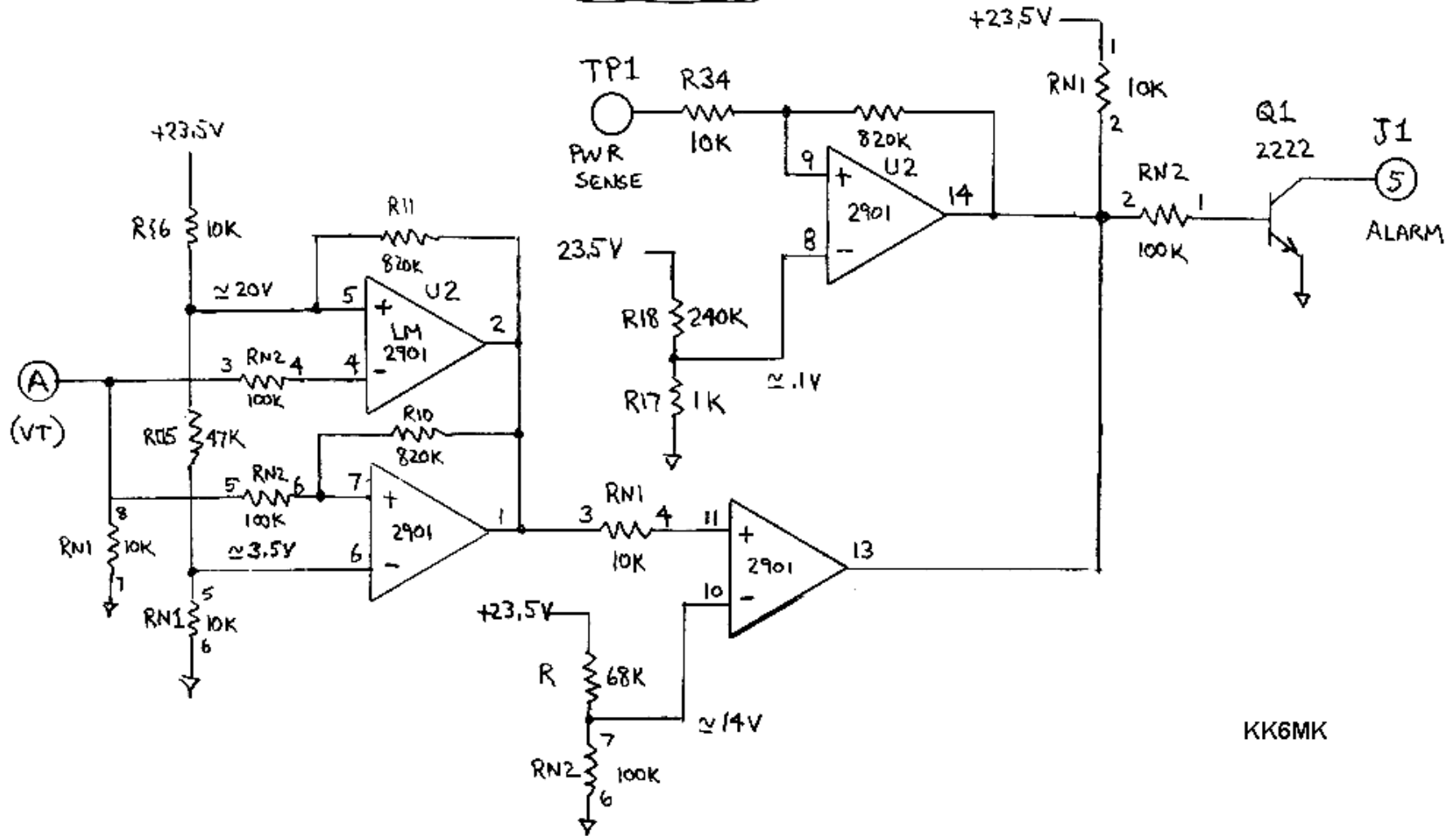
External Wires





DMC LOOP AMP SYNTHESIZER IOM  
110844-001

ALARM  
COMPARITOR



KK6MK

# Module OL synthétisé DMC-110366 : F\_OL out verrouillée

Switches E1 et E2 éloignés des chimiques

$$F_{out} = (F_{ref} - F_{mon}) \times 2$$

Ajuster le DRO pour obtenir U\_PLL monitor vers 10.0 V

Opérer avec **8.4V parfaitement stabilisés**

- 1A → I → 600mA sous 8.4V après 10 minutes
- Couvercle/radiateur noir ôté
- Position de l'inverseur « normal/test » sur normal
- Inters 1 à 4 sur « on »
- Inter 9 sur 0 pour débiter

20.99 < LO < 22.33 GHz en  
oscillation libre

20.971 < F < 21.409 GHz  
avec PLL

Dérive 5 à 10Hz / sec

Si 14 MHz remplacée par ref 10 MHz :

- Ref PLL = 625 kHz au lieu de 875 kHz
- Pas alors obtenu 12.5 MHz

Switch 5	Switch 6	Switch 7	Switch 8	Switch 9	F (MHz) verrouillée	ΔF sample (MHz)
0	0	0	0	0	Impossible	
1				0	Impossible	
	1			0	Impossible	
		1		0	Impossible	
			1	0	21374.200050	78.749580
1	1			0	Impossible	
	1	1		0	21409.199553	61.249668
		1	1	0	21304.200230	113.749390
1	1	1		0	21391.699727	69.999621
	1	1	1	0	21269.200462	131.249297
1	1	1	1	0	21251.700558	139.999246
0	0	0	0	1	21234.200439	148.749184
1				1	21216.700745	157.499103
	1			1	21199.200904	166.249048
		1		1	21164.201127	183.748943
			1	1	21094.201528	218.748735
1	1			1	21181.700672	174.998952
	1	1		1	21129.201045	201.248796
		1	1	1	21024.201634	253.748483
1	1	1		1	21111.701211	209.998743
	1	1	1	1	20989.201943	271.248375
1	1	1	1	1	20971.702075	279.998311

*F\_OL : ne pas tenir compte des 2 dernières décimales !*

# Module OL synthétisé DMC-110366 : F\_OL out verrouillée

## Switches E1 et E2 vers les chimiques

$$F_{out} = (F_{ref} + F_{mon}) \times 2$$

Ajuster le DRO pour obtenir  $U_{PLL}$  monitor vers 10.0 V

Opérer avec **8.4V parfaitement stabilisés**

- 1A → I → 600mA sous 8.4V après 10 minutes
- Couvercle/radiateur noir ôté
- Position de l'inverseur « normal/test » sur normal
- Inters 1 à 4 sur « on »
- Inter 9 sur 0 pour débiter

20.99 < LO < 22.33 GHz en oscillation libre

21.689 < F < 22.091 GHz  
avec PLL

Dérive 5 à 10Hz / sec

Si 14 MHz remplacée par ref 10 MHz :

- Ref PLL = 625 kHz au lieu de 875 kHz
- Pas alors obtenu 12.5 MHz

Switch 5	Switch 6	Switch 7	Switch 8	Switch 9	F (MHz) verrouillée	ΔF sample (MHz)
0	0	0	0	0	Impossible	
1				0	Impossible	
	1			0	Impossible	
		1		0	Impossible	
			1	0	21689.206670	78.749140
1	1			0	Impossible	
	1	1		0	21654.205600	61.249307
		1	1	0	21759.204202	113.748700
1	1	1		0	21671.704618	69.999188
	1	1	1	0	21794.202541	131.248457
1	1	1	1	0	21811.702168	139.998343
0	0	0	0	1	21829.201961	148.748230
1				1	21846.701308	157.498116
	1			1	21864.200559	166.247988
		1		1	21899.196876	183.747502
			1	1	21969.195927	218.747019
1	1			1	21881.697193	174.997619
	1	1		1	21934.196569	201.247259
		1	1	1	22039.195138	253.7465546
1	1	1		1	21951.6964472	209.997146
	1	1	1	1	22074.194798	271.246316
1	1	1	1	1	22091.694620	279.996195

*F\_OL : ne pas tenir compte des 2 dernières décimales !*

# Module OL synthétisé DMC-110366 : F\_OL out verrouillée

TCXO 105 MHz : influence du noyau sur OL\_out : négligeable !!

DeltaF\_max = 333 MHz

Switch 5	Switch 6	Switch 7	Switch 8	Switch 9	F (MHz)	$\Delta F$ sample (MHz)
1	1	1	1	1	22091.392119	279.996209
1	1	1	1	1	22091.694620	279.996195
1	1	1	1	1	22091.725227	279.996220

## Conclusion

Target :

LO = 23617 MHz si FI = 431 MHz

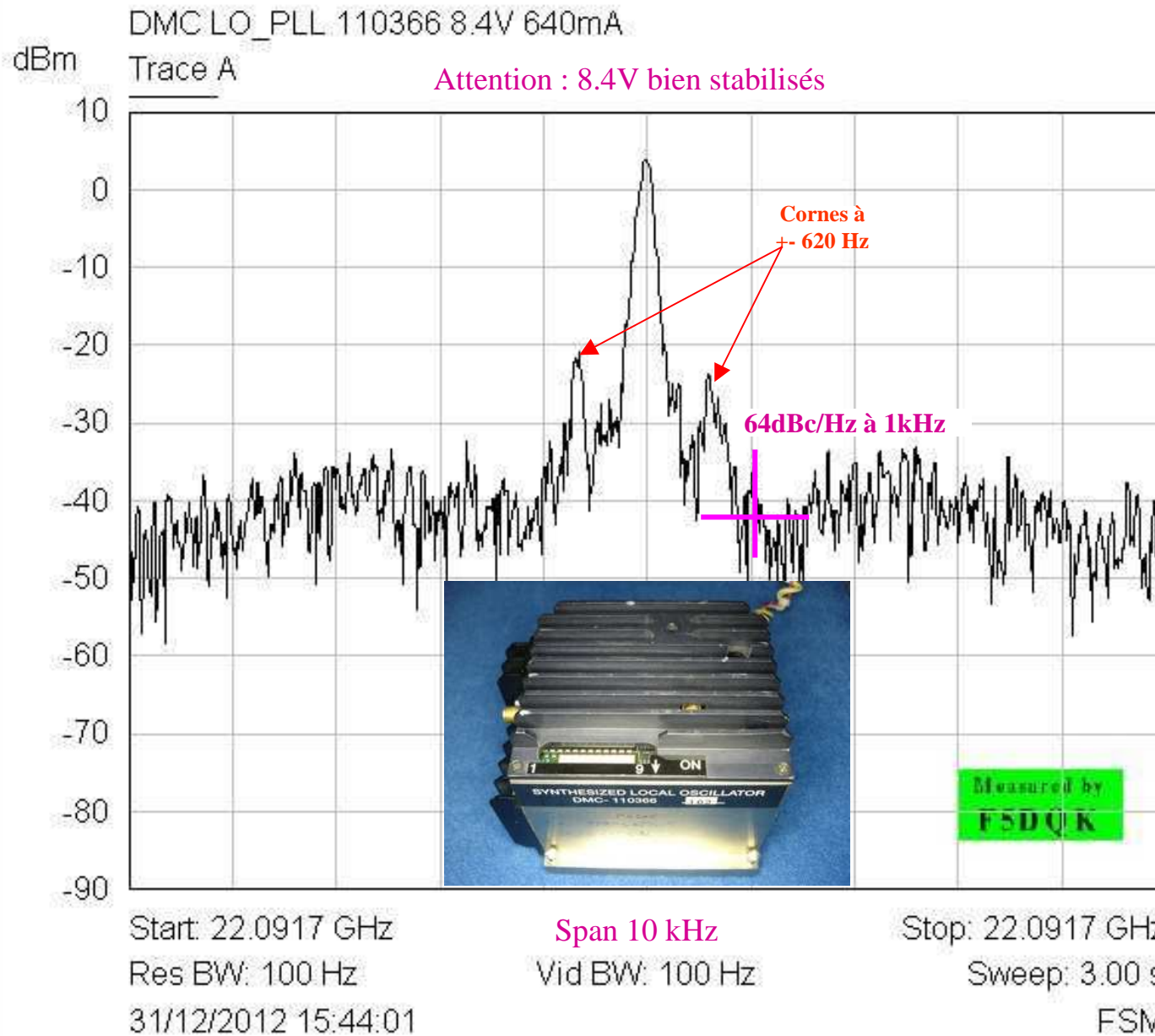
LO = 23616 MHz si FI = 432 MHz

LO = 22752 MHz si FI = 1296 MHz

**20.971 < LO verrouillé < 22.309 GHz**  
**→ donc fréquences LO inutilisables pour notre bande OM !**

**20.99 < LO < 22.33 GHz en oscillation libre, donc à retenir pour FI=2320 MHz (LO=21728 MHz)**

# Module OL synthétisé DMC-110366 : pureté spectrale



# **6- Conclusion, remerciements**

## Conclusion

La construction d'un transverter 24 GHz sera immédiatement réalisable pour une FI de 1296 MHz. Il faudra le compléter avec :

-L'oscillateur local à DRO-PLL à 22752 MHz sera, soit une brique DLL réadaptée, soit un autre oscillateur/multiplicateur avec base OCXO. Sa stabilité conditionnera alors une bonne réception en mode BLU/CW

Le bruit de 10 dB généré par le filtre en tête du bloc réception rend obligatoire l'addition en tête d'un LNA de qualité

Pour une FI de 432 MHz, le choix de la nouvelle fréquence de LO de 23616 MHz s'accompagnera obligatoirement de la transformation de la partie FI du bloc de réception après mélange.

## Remerciements

L'auteur remercie tout particulièrement l'aide apportée par Gégé F6CXO, Jacques F6AJW, Jean-Louis F1HNF, sans lesquels cette synthèse aurait été totalement impossible

## Bibliographie, complément d'infos

- On se reportera avec grand intérêt vers les pages Web suivantes :  
<http://www.qsl.net/ok1vvm/projekty/24g.htm> malheureusement uniquement en langue tchèque
- [http://www.xertech.net/Tech/DMC/DMC\\_main.html](http://www.xertech.net/Tech/DMC/DMC_main.html)
- DL4DTU (mais sujet sur DMC enlevé du site, dommage) !!