

# Ampli 13 cm Fujitsu M380-1017-T312/02-L2

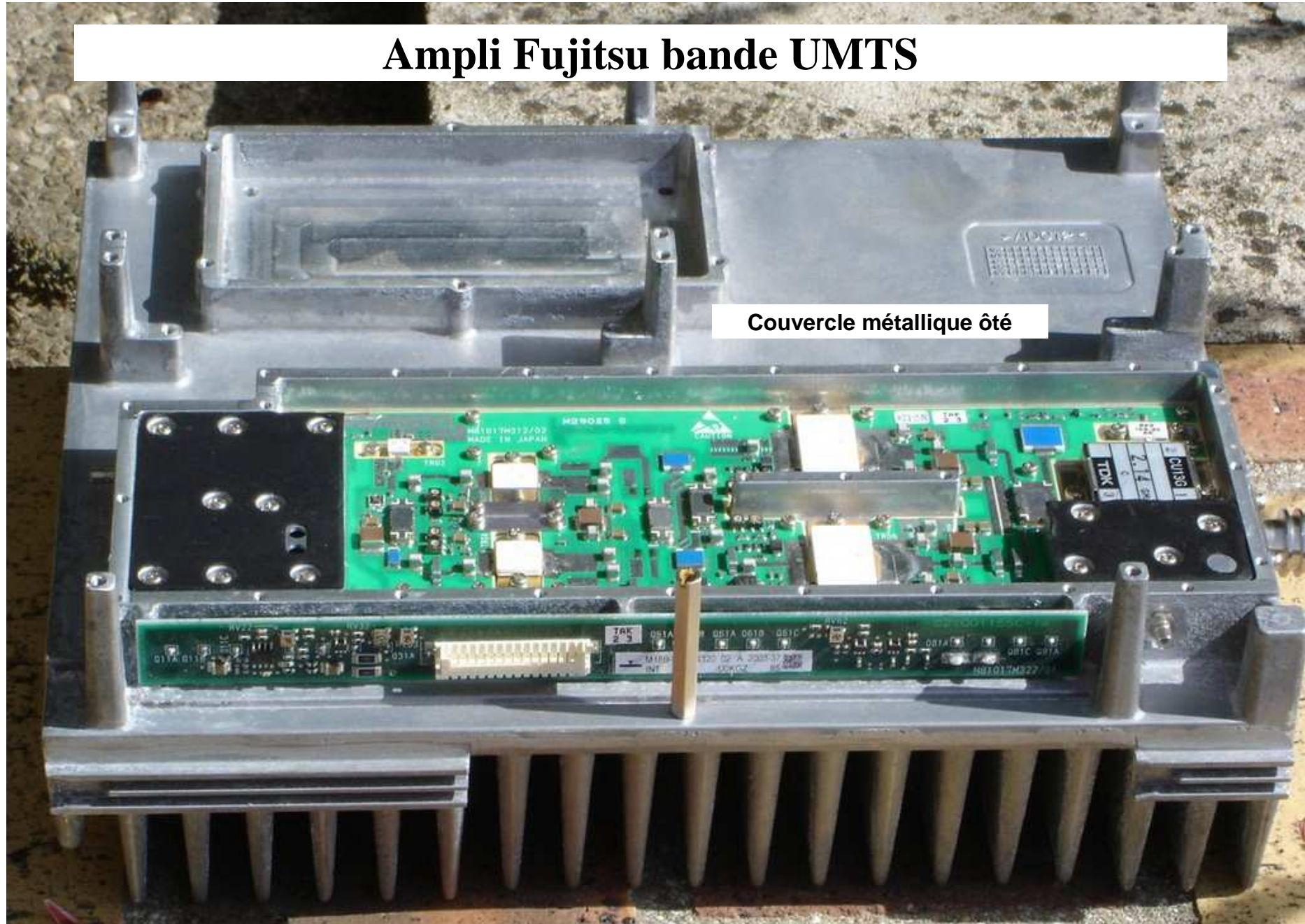


**Release 3**  
**The last but not the least !**



# Ampli Fujitsu bande UMTS

Couvercle métallique ôté



# Plan

## ***Etude reverse engineering et essais RF actuellement limités à 2.14 GHz (bande UMTS d'origine)***

- 1- Vue complète de l'ampli
- 2- Description platine d'interface DC
- 3- Synoptique RF
- 4- Ensemble amont à grand gain
- 5- Ensemble aval de puissance
- 6- Isolateur et stub de sortie
- 7- Essais RF uniquement sur ensemble aval : entrée au niveau du 1er coupleur 90°  
scalaire large bande  
puissance en compression à 2.14 GHz – 1ère courbe à 2.32 GHz
- 8- Conclusion provisoire à 2.14 GHz



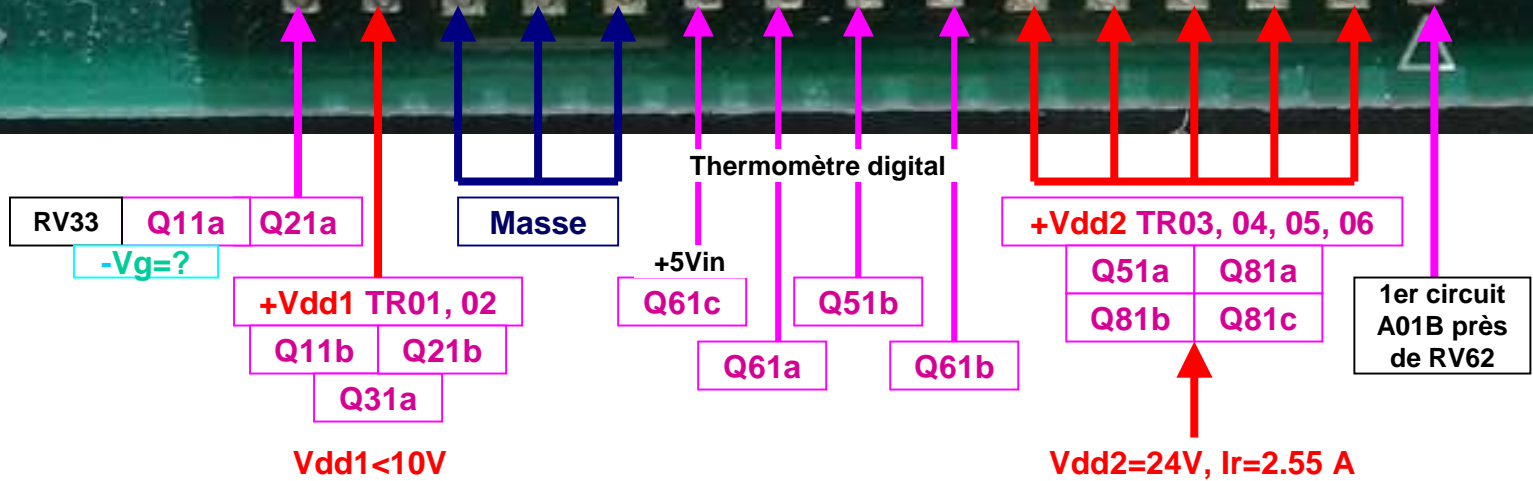
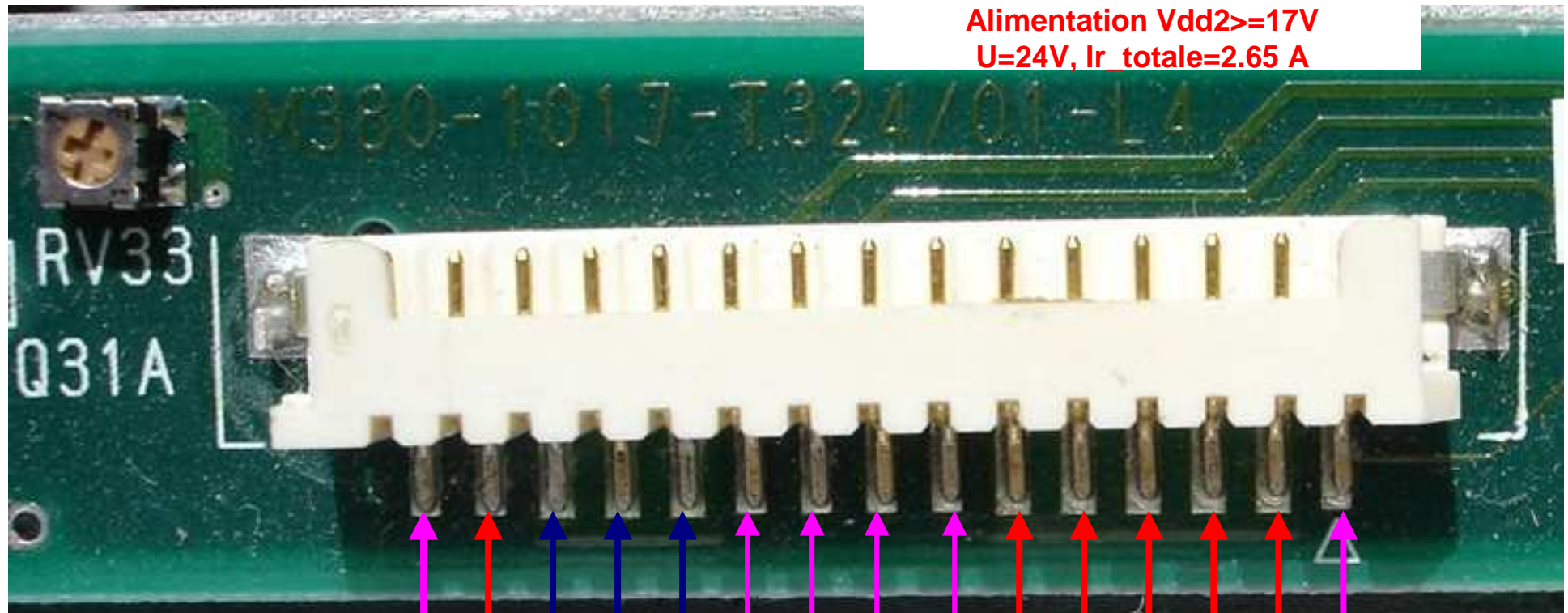


## 2- Platine verticale d'interface DC C2Y001155C-14



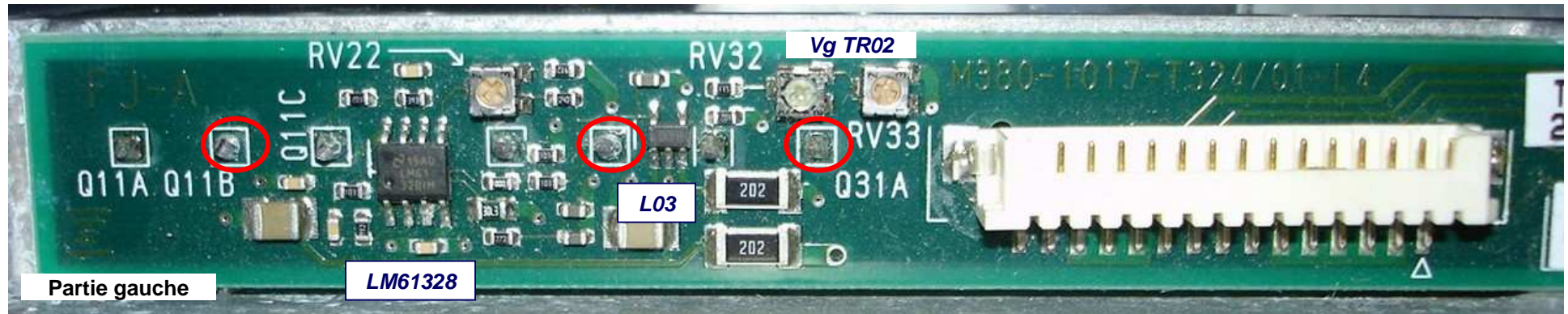
**Circuit en technologie multicouche  
Face arrière = masse**

# Fiche interface DC



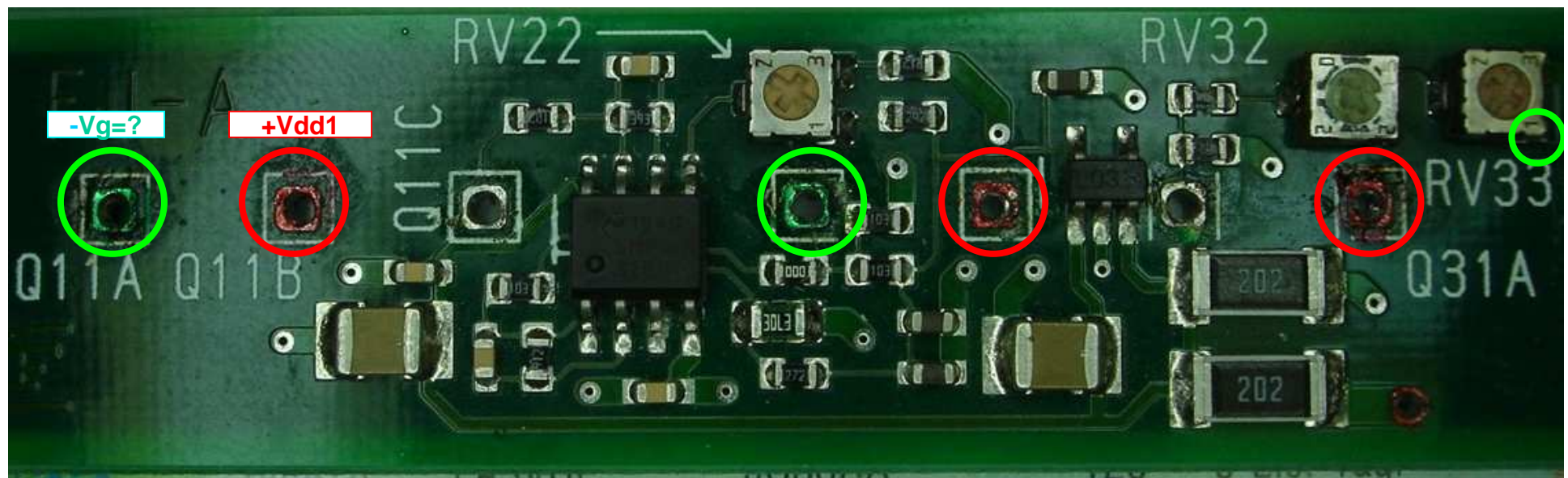


## Platine de commandes DC : demie-partie gauche

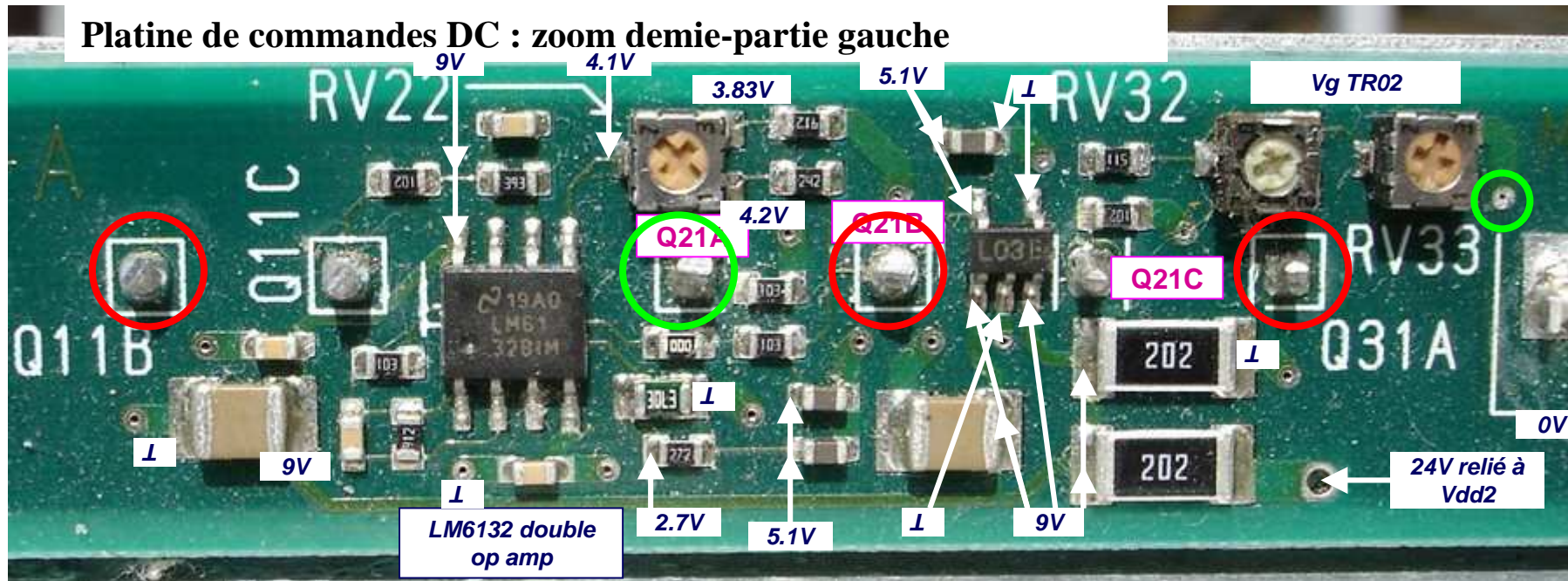


 = alimentation Vdd1

Connecteur alimentation DC et interface



## Platine de commandes DC : zoom demie-partie gauche



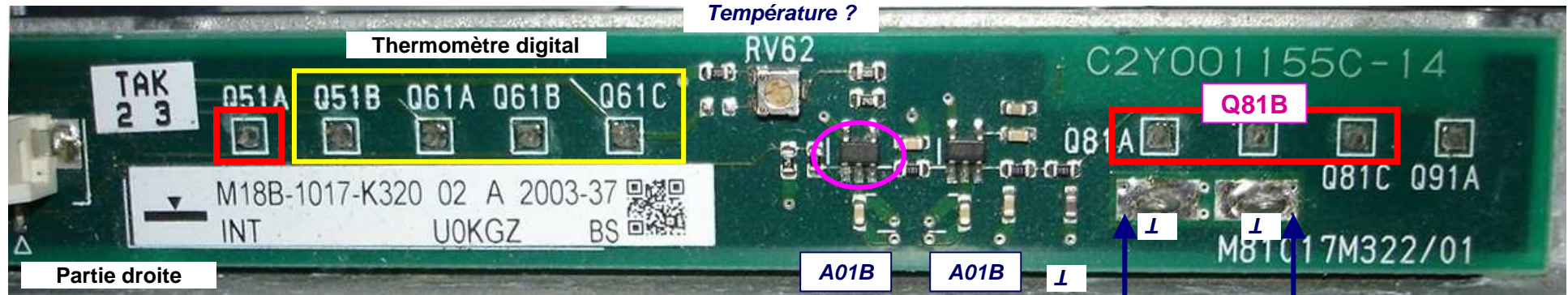
Bypass	Indication	Utilité
1	Q11A	-Vg Liaison à Q21A Alimentation circuit Y2S20 côté entrée RF
2	<b>Q11B</b>	<b>Vdd1</b> circuit 8A23 ?
3	Q11C	Alimentation circuit BS-GA033 = 8.55V
4	Q21A ?	-Vg relié à Q11a Vg circuit TMD2121-3A
5	<b>Q21B ?</b>	<b>Vdd1</b> circuit TMD2121-3A
6	Q21C ?	-Vg TR02
7	<b>Q31A</b>	<b>Vdd1</b> TR02

Trimmpot	Utilité
RV22	Tension sur Q11a, Q21a
RV32	Vg TR02
RV33	Vg TR02
RV62	Circuit température ?

 = alimentation Vdd1



## Platine de commandes DC : demie-partie droite

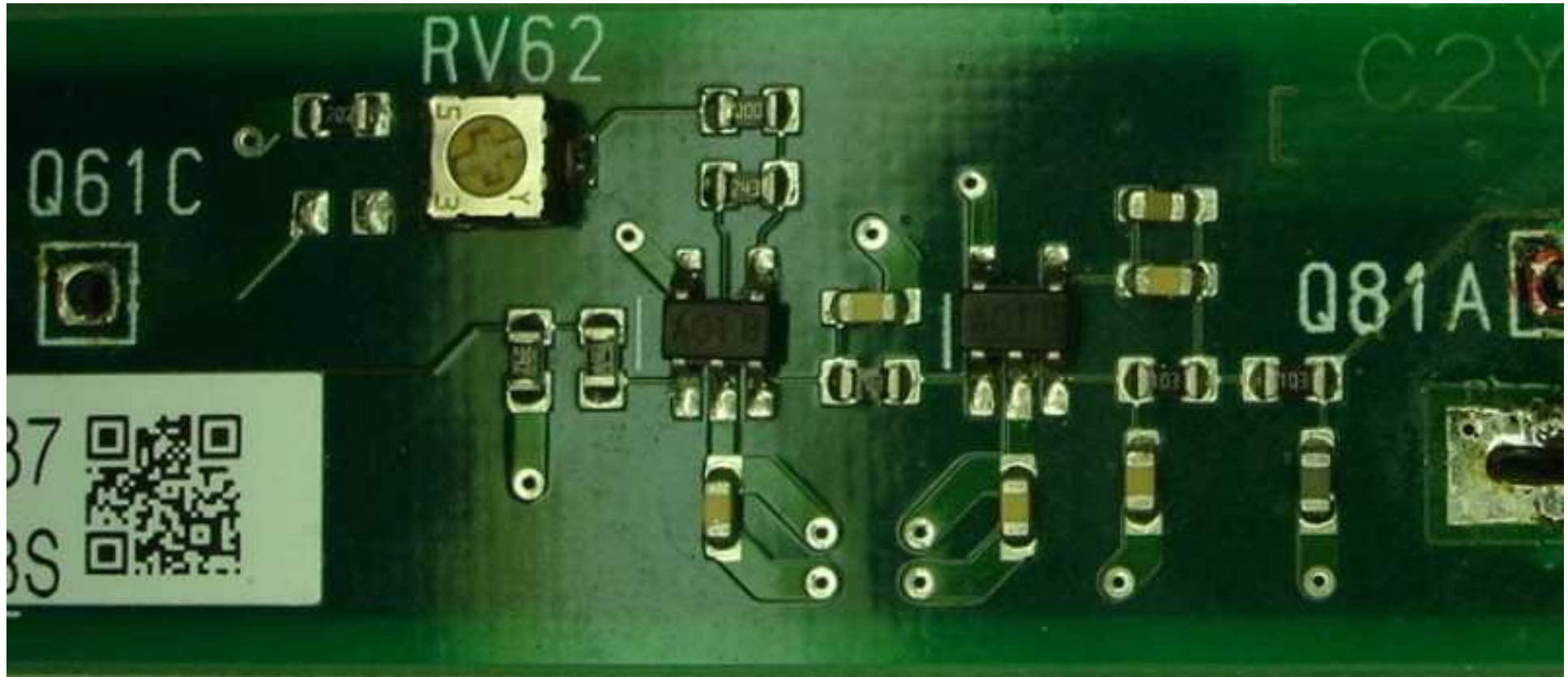


= alimentation Vdd2  
U=24V, I<sub>r</sub>=2.55 A

Liaisons masse platine vers ampli

Bypass	Indication	Utilité
8	Q51A	Vdd2 TR03 / TR04 et Vg TR05 / TR06
9	Q51B	« Commande » DS1720 thermomètre digital
10	Q61A	« Commande » DS1720 thermomètre digital
11	Q61B	« Commande » DS1720 thermomètre digital
12	Q61C	Alime +3 à +5V
13	Q81A	Vdd2 TR05 / TR06
14	Q81B	Vdd2 TR05 / TR06
15	Q81C	Vdd2 TR05 / TR06
16	Q91A	RF après isolateur et atténuateur 30 dB → Préfléchie

**Zoom sur les 2 circuits A01B (interface pour le thermomètre digital DS1720)**

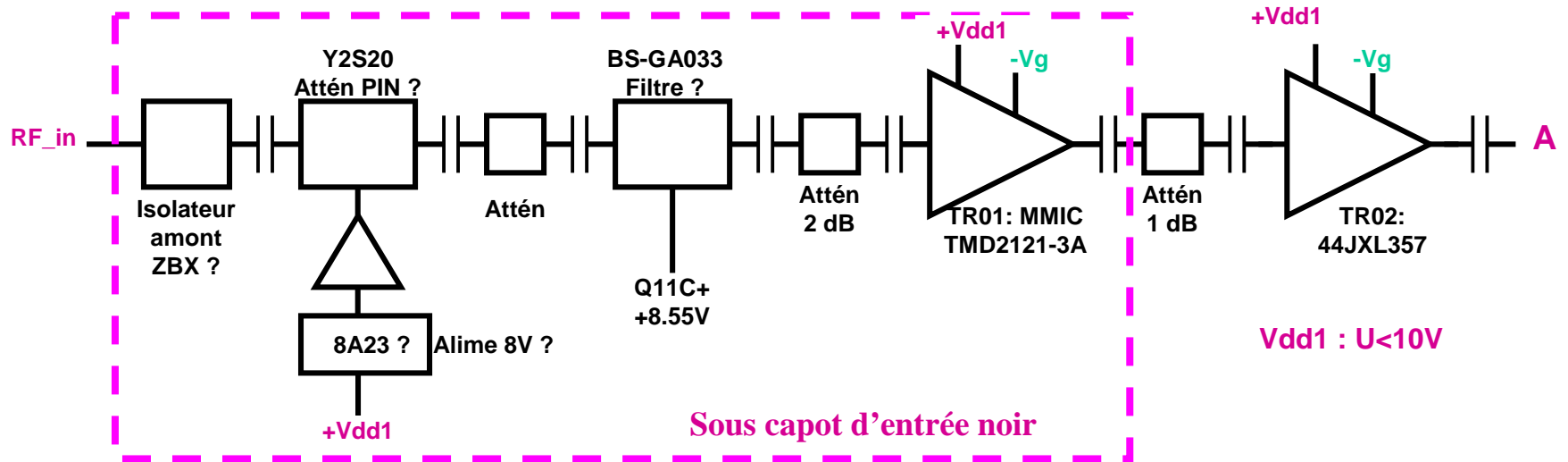




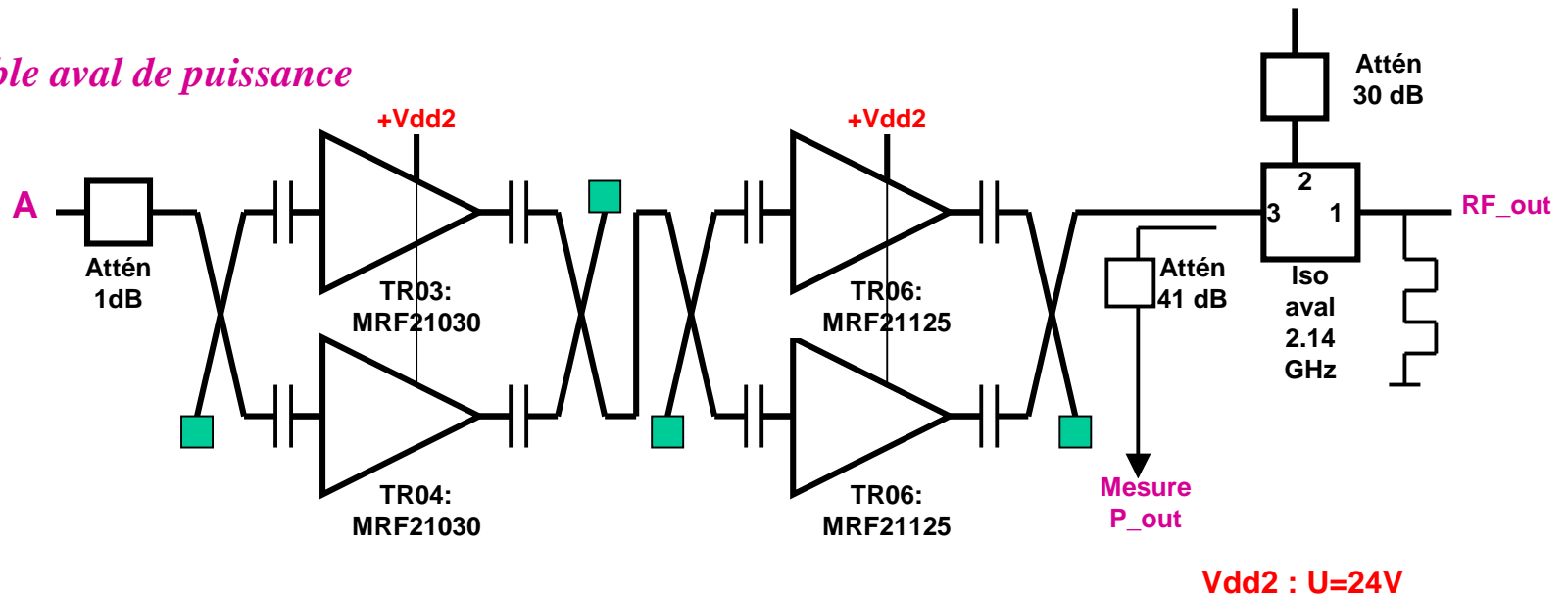
# **3- Synoptique RF**

# Synoptique RF - principe

## Ensemble amont à grand gain



## Ensemble aval de puissance





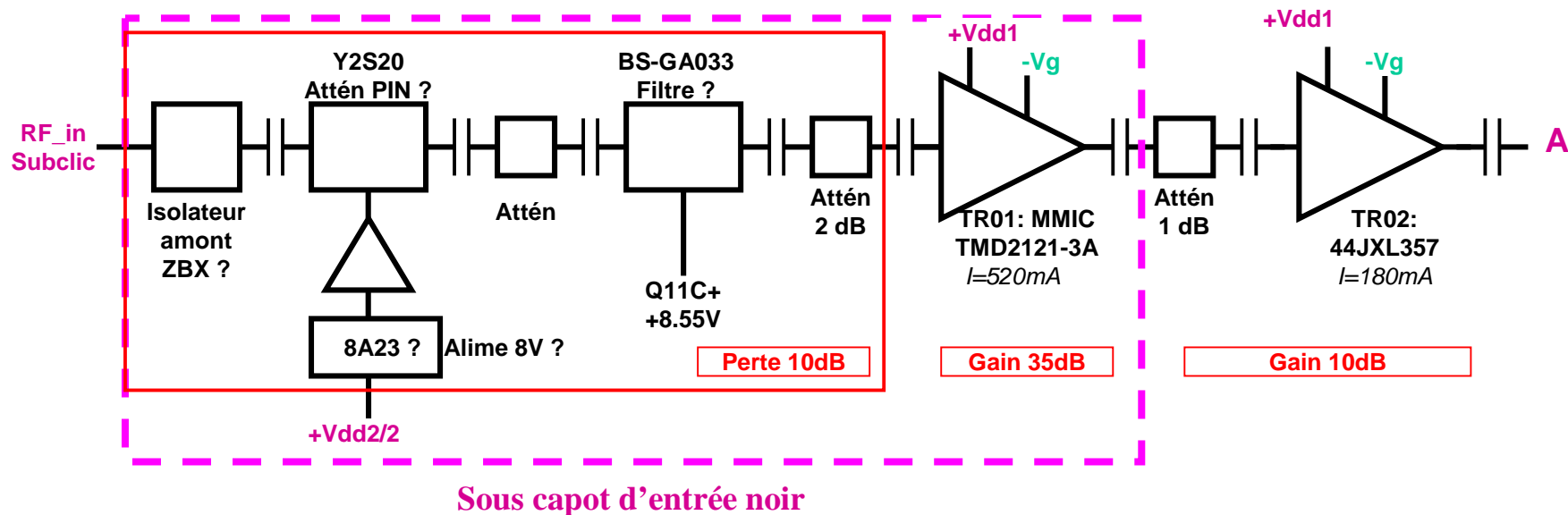
## **4- Ensemble grand gain en amont du 1er coupleur 90°**

# Circuiterie entre Subclac et 1er coupleur 90°

## Ensemble amont à grand gain

Vdd1=8V

Vg=-5V stable venant de l'extérieur



- En raison de son énorme gain amont superflu par rapport à la puissance de sortie d'un transverter 2.3 GHz usuel, cet ensemble amont ne sera pas utilisé dans l'application de puissance 2.32 GHz
- On pourra éventuellement rajouter le gain de TR02 à l'ensemble de puissance, mais il nécessite d'amener une tension extérieure de -5V
- **Etude uniquement réalisée pour la compréhension totale de la chaîne amplificatrice**



**Circuit TR01**  
**Gain >28 dB**

**TOSHIBA**

MICROWAVE SEMICONDUCTOR  
 TECHNICAL DATA

MICROWAVE POWER MMIC AMPLIFIER

**TMD2121-3A**

**FEATURES**

- Suitable for W-CDMA
- High Power P1dB=34dBm(min)
- High Gain G1dB=27dB(min)
- Low Intermodulation Distortion

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Ta= 25°C)**

CHARACTERISTICS	SYMBOL	UNIT	RATINGS
DRAIN SUPPLY VOLTAGE	VDD	V	15
GATE SUPPLY VOLTAGE	VGG	V	-4
INPUT POWER	Pin	dB	13
STORAGE TEMPERATURE	Tstg	°C	-65 ~ +175

**RF PERFORMANCE SPECIFICATIONS (Ta= 25°C)**

CHARACTERISTICS	SYMBOL	CONDITION	UNIT	MIN.	TYP.	MAX.
Operating Frequency	f		GHz	2.05	—	2.23
Output Power at 1dB Gain Compression Point	P1dB	VDD=10V IDDset=1.2A	dBm	34.0	35.0	—
Power Gain at 1dB Gain Compression Point	G1dB		dB	27.0	29.0	—
Gain Flatness	ΔGL		dB	—	0.2	—
Drain Current	IDD	@ P1dB	A	—	1.6	1.9
Input Return Loss	—	Small Signal Level	dB	10	—	—
Output Return Loss	—		dB	—	10	—
3rd Order Intermodulation Distortion	IM3	NOTE	dBc	—	-52	—

NOTE: Two Tone Test, Po=17dBm(Single Carrier Level)

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta= 25°C)**

CHARACTERISTICS	SYMBOL	CONDITION	UNIT	MIN.	TYP.	MAX.
Thermal Resistance	Rth (c-c)	Channel to Case	°C/W	—	6	6.5

- ◆ The information contained herein is presented only as a guide for the applications of our products. No responsibility is assumed by TOSHIBA for any infringements of patents or other rights of the third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of TOSHIBA or others.
- ◆ The information contained herein may be changed without prior notice. It is therefore advisable to contact TOSHIBA before proceeding with design of equipment incorporating this product.

TOSHIBA CORPORATION

Jan.2001

# FLL357ME

L-Band Medium & High Power GaAs FET

## FEATURES

- High Output Power:  $P_{1dB} = 35.5 \text{ dBm}$  (Typ.)
- High Gain:  $G_{1dB} = 11.5 \text{ dB}$  (Typ.)
- High PAE:  $\eta_{add} = 46\%$  (Typ.)
- Proven Reliability
- Hermetically Sealed Package



## DESCRIPTION

The FLL357ME is a Power GaAs FET that is specifically designed to provide high power at L-Band frequencies with gain, linearity and efficiency superior to that of silicon devices. The performance in multitone environments for Class AB operation make them ideally suited for base station applications. This device is assembled in hermetic metal/ceramic package.

Fujitsu's stringent Quality Assurance Program assures the highest reliability and consistent performance.

### ABSOLUTE MAXIMUM RATING (Ambient Temperature $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Item	Symbol	Condition	Rating	Unit
Drain-Source Voltage	$V_{DS}$		15	V
Gate-Source Voltage	$V_{GS}$		-5	V
Total Power Dissipation	$P_{tot}$	$T_c = 25^\circ\text{C}$	15	W
Storage Temperature	$T_{stg}$		-65 to +175	$^\circ\text{C}$
Channel Temperature	$T_{ch}$		175	$^\circ\text{C}$

Fujitsu recommends the following conditions for the reliable operation of GaAs FETs:

1. The drain-source operating voltage ( $V_{DS}$ ) should not exceed 10 volts.
2. The forward and reverse gate currents should not exceed 19.4 and -2.0 mA respectively with gate resistance of 100Ω.
3. The operating channel temperature ( $T_{ch}$ ) should not exceed 145 $^\circ\text{C}$ .

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ambient Temperature $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Item	Symbol	Test Conditions	Limit			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Saturated Drain Current	$I_{DSS}$	$V_{DS} = 5\text{V}, V_{GS} = 0\text{V}$	-	1200	1800	mA
Transconductance	$g_m$	$V_{DS} = 5\text{V}, I_{DS} = 800\text{mA}$	-	600	-	mS
Pinch-off Voltage	$V_p$	$V_{DS} = 5\text{V}, I_{DS} = 60\text{mA}$	-1.0	-2.0	-3.5	V
Gate Source Breakdown Voltage	$V_{GS0}$	$I_{GS} = -80\mu\text{A}$	-5	-	-	V
Output Power at 1dB G.C.P.	$P_{1dB}$	$V_{DS} = 10\text{V}$ $I_{DS} = 0.6I_{DSS}$ (Typ.), $f = 2.3\text{GHz}$	34.5	35.5	-	dBm
Power Gain at 1dB G.C.P.	$G_{1dB}$		10.5	11.5	-	dB
Power-added Efficiency	$\eta_{add}$		-	46	-	%
Thermal Resistance	$R_{th}$	Channel to Case	-	7.5	10	$^\circ\text{C/W}$

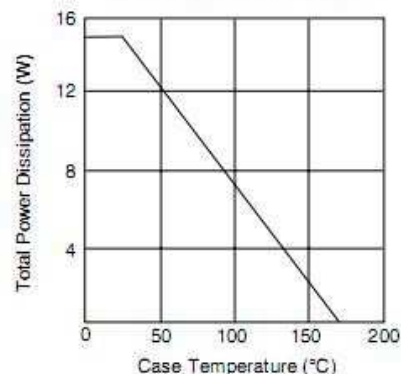
CASE STYLE: ME

FUJITSU

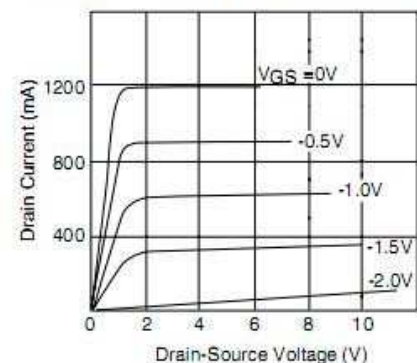
# FLL357ME

L-Band Medium & High Power GaAs FET

POWER DERATING CURVE

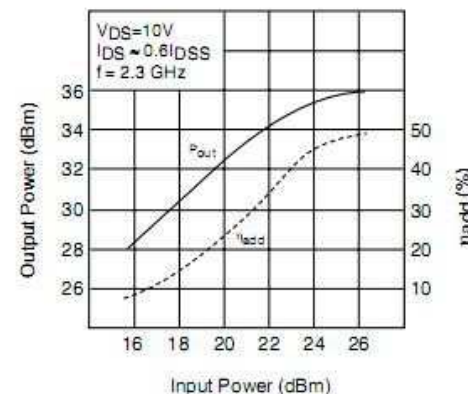


DRAIN CURRENT vs. DRAIN-SOURCE VOLTAGE



## Circuit TR02 Gain 10dB

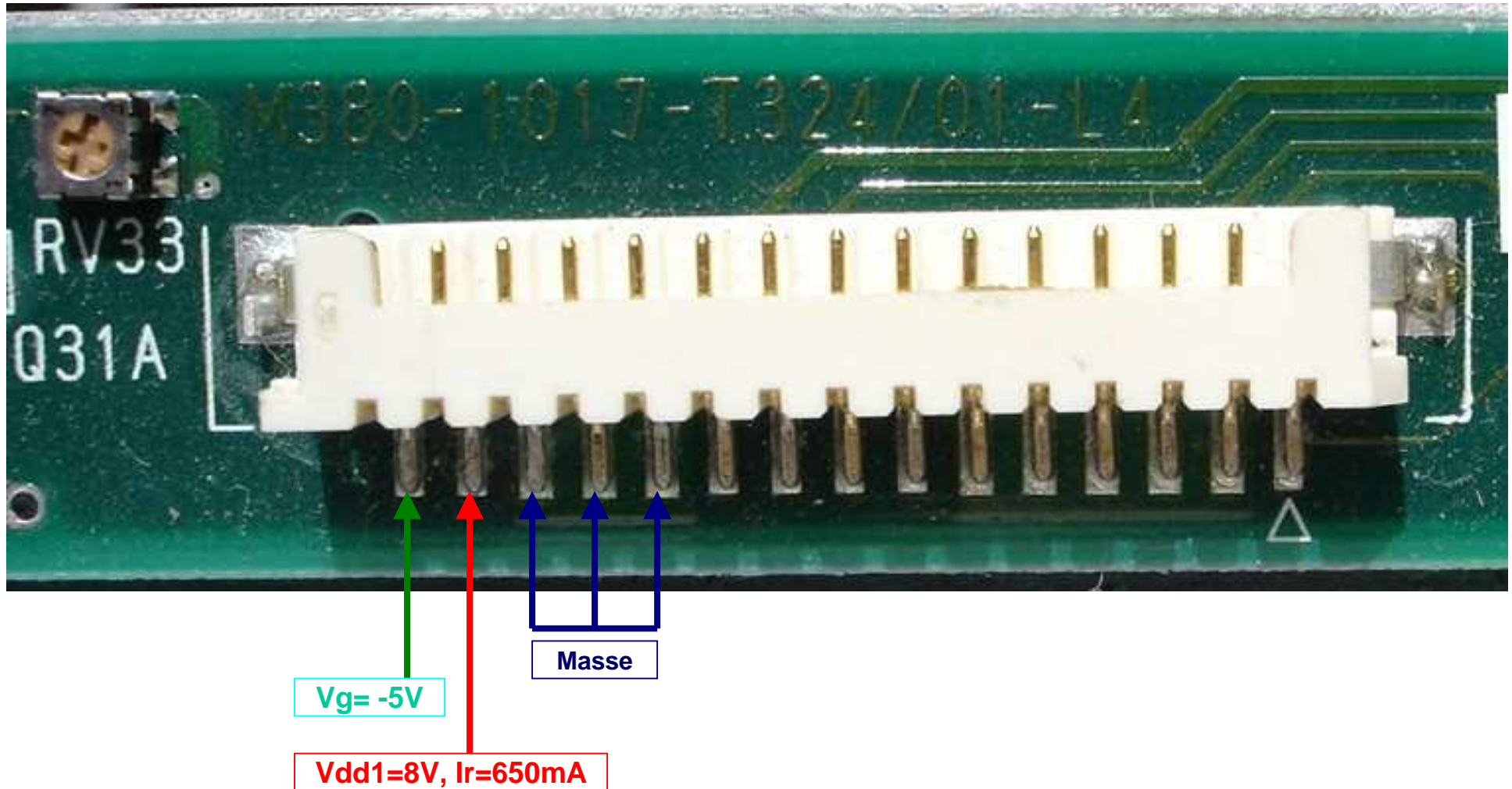
OUTPUT POWER vs. INPUT POWER



FUJITSU

# Circuiterie entre Subclit et 1er coupleur 90°

Brochage fiche alime DC : tensions concernées





Pré-driver et 1er étage parallèle

M29025 S  
M380-1017-T312/02-L2

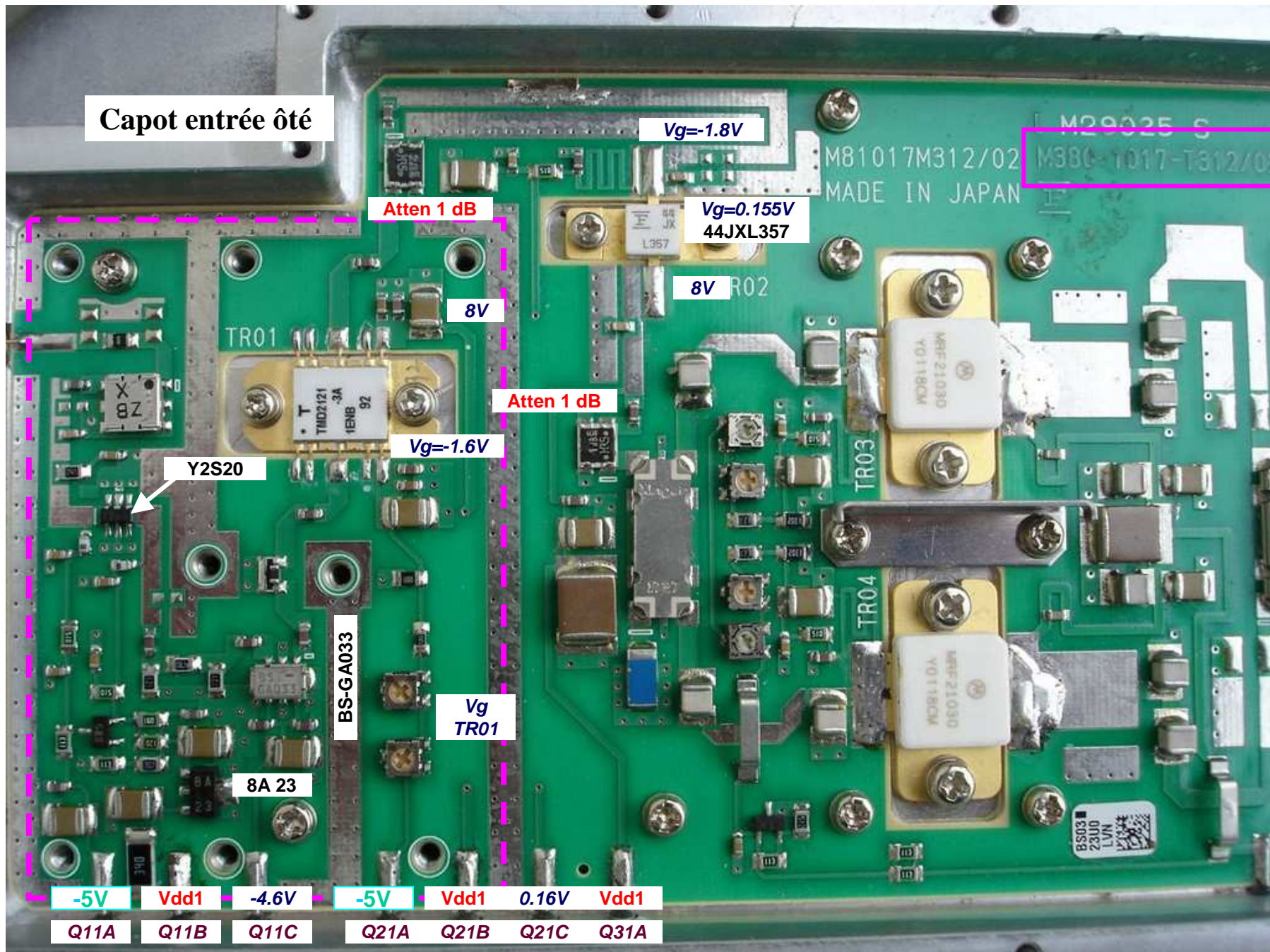
RFin

Prédriver +  
asservissement de  
puissance sous capot

Vg TR01

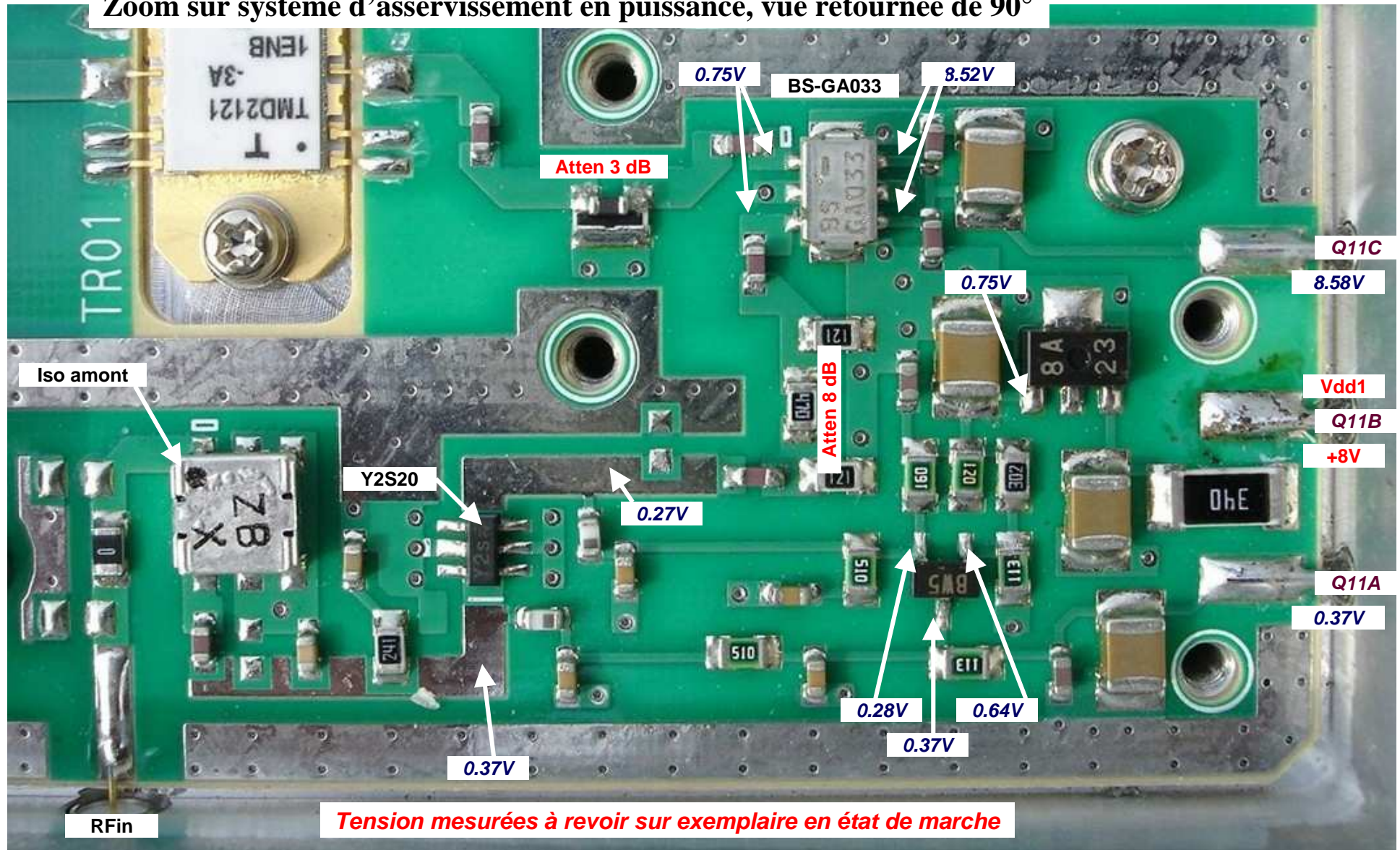
Vg TR02





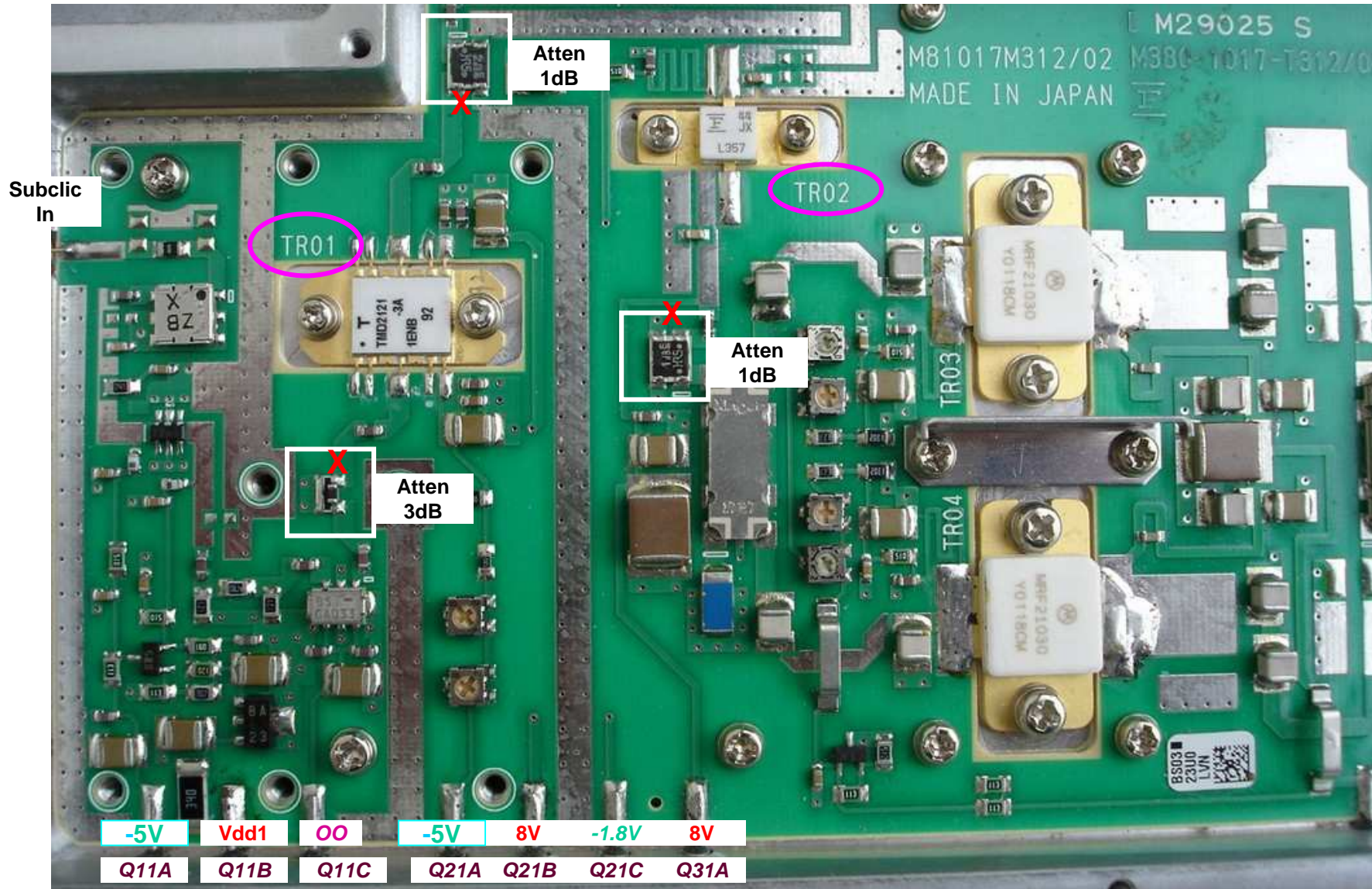


**Zoom sur système d'asservissement en puissance, vue retournée de 90°**

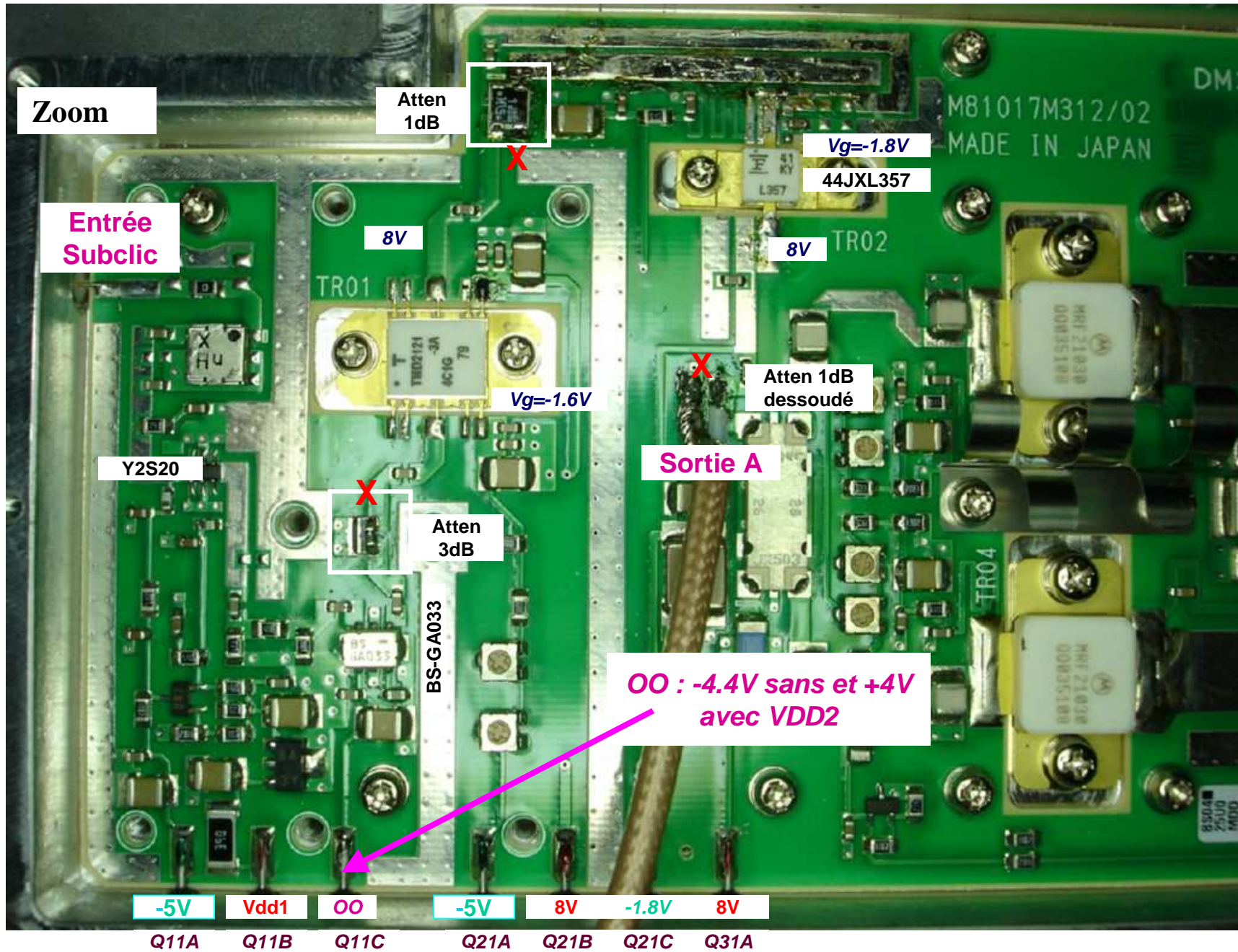




Chaîne d'amplification en amont du 1er coupleur 90° : points de repiquage RF d'entrée ou sortie







# Circuiterie entre Subclac et 1er coupleur 90°

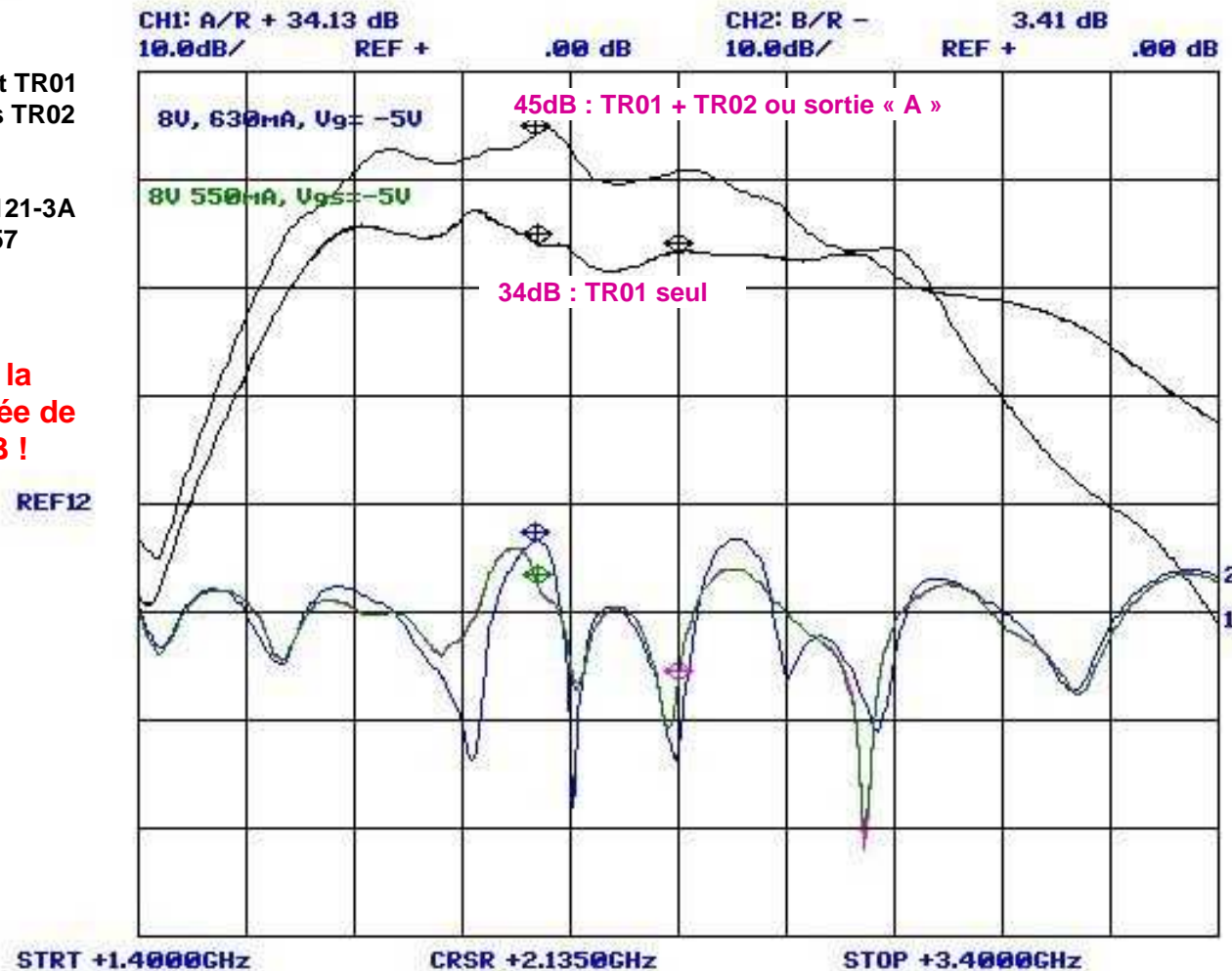
Entrée sur TR01 seul, puis sur l'ensemble (TR01 + TR02) sous 8V,  $I_g$  stabilisée = -5V

Ampli 13 cm Fujitsu : TR01 et TR02 seuls

- Entrée coax avant TR01
- Sortie coax après TR02

TR01: MMIC TMD2121-3A  
TR02: FET 44JXL357

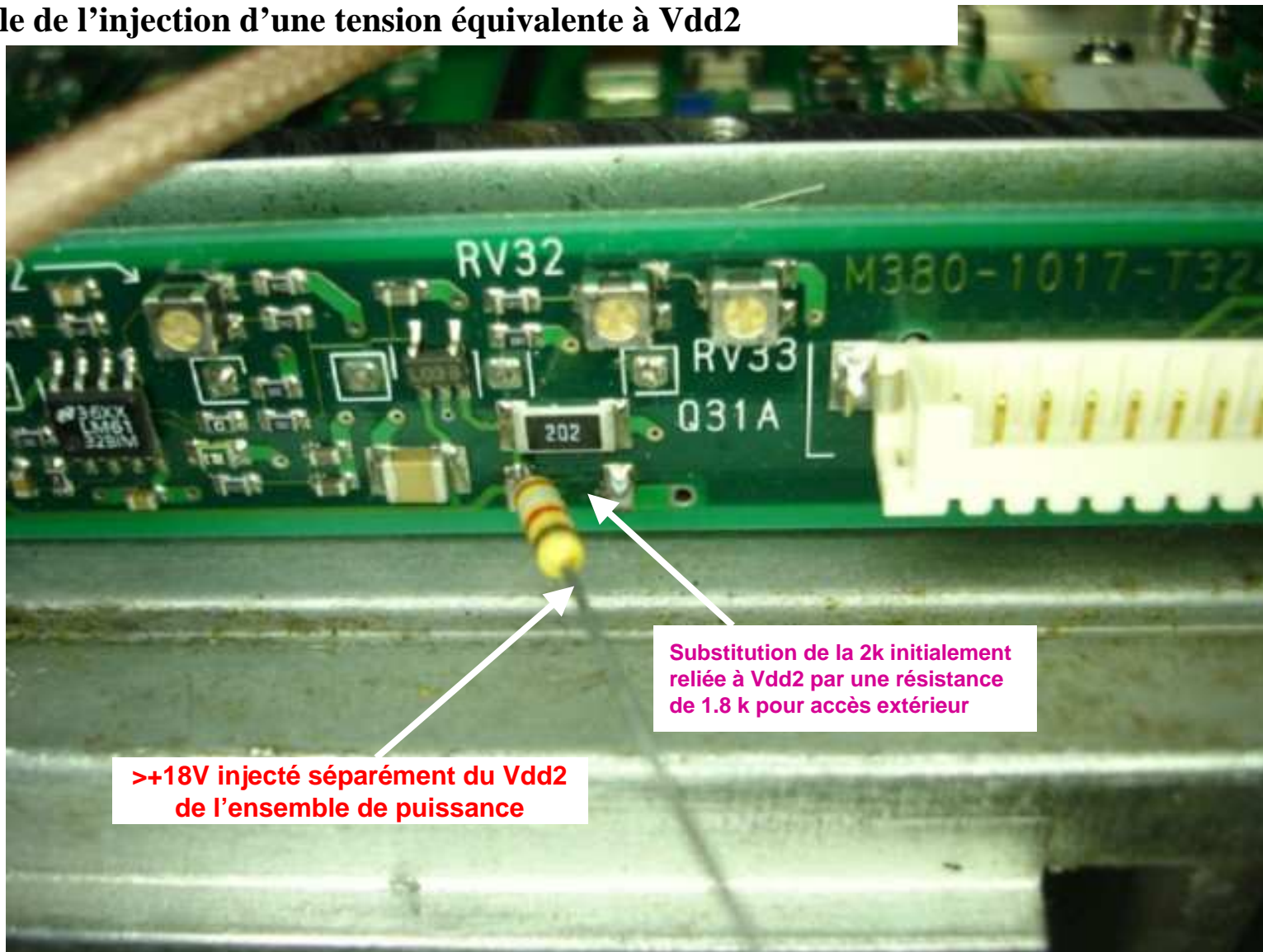
Donc toute la circuiterie entre la Subclac et l'entrée de TR01 perd 10 dB !





# Circuiterie entre Subclac et 1er coupleur 90°

Rôle de l'injection d'une tension équivalente à Vdd2



# Circuiterie entre Subclic et 1er coupleur 90°

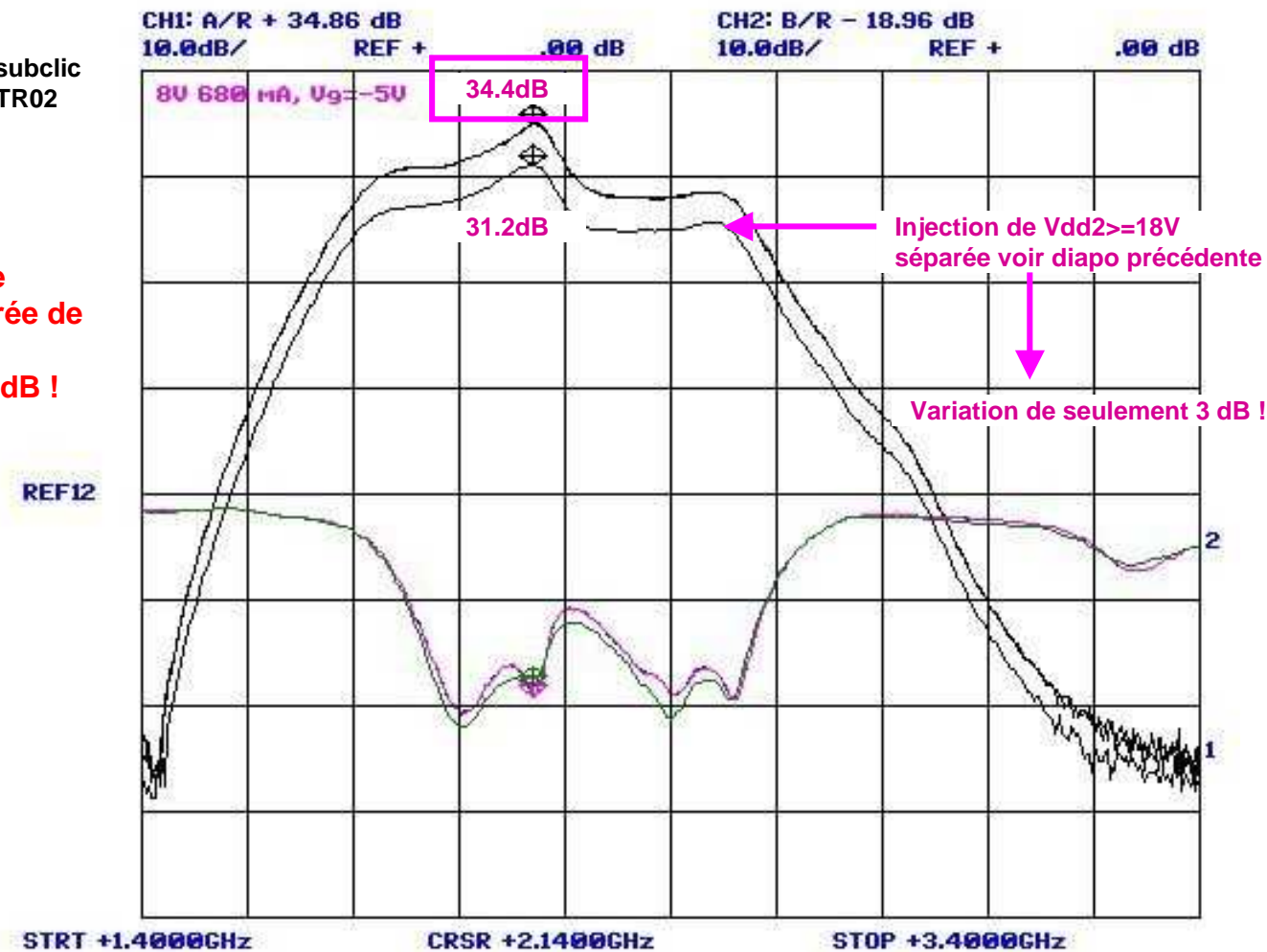
Entrée subclic : TR01 puis ensemble (TR01 + TR02) sous 8V,  $I_g$  stabilisée = -5V

Sortie « A »

Subclic input to TR02 output  
Subclic input to TR02 output + 18V on R2000 0hms

- Entrée coax fiche subclic
- Sortie coax après TR02

Donc toute la circuiterie entre Subclic et l'entrée de TR01 perd  $45 - 34.4 = 10.5 \text{ dB}$  !

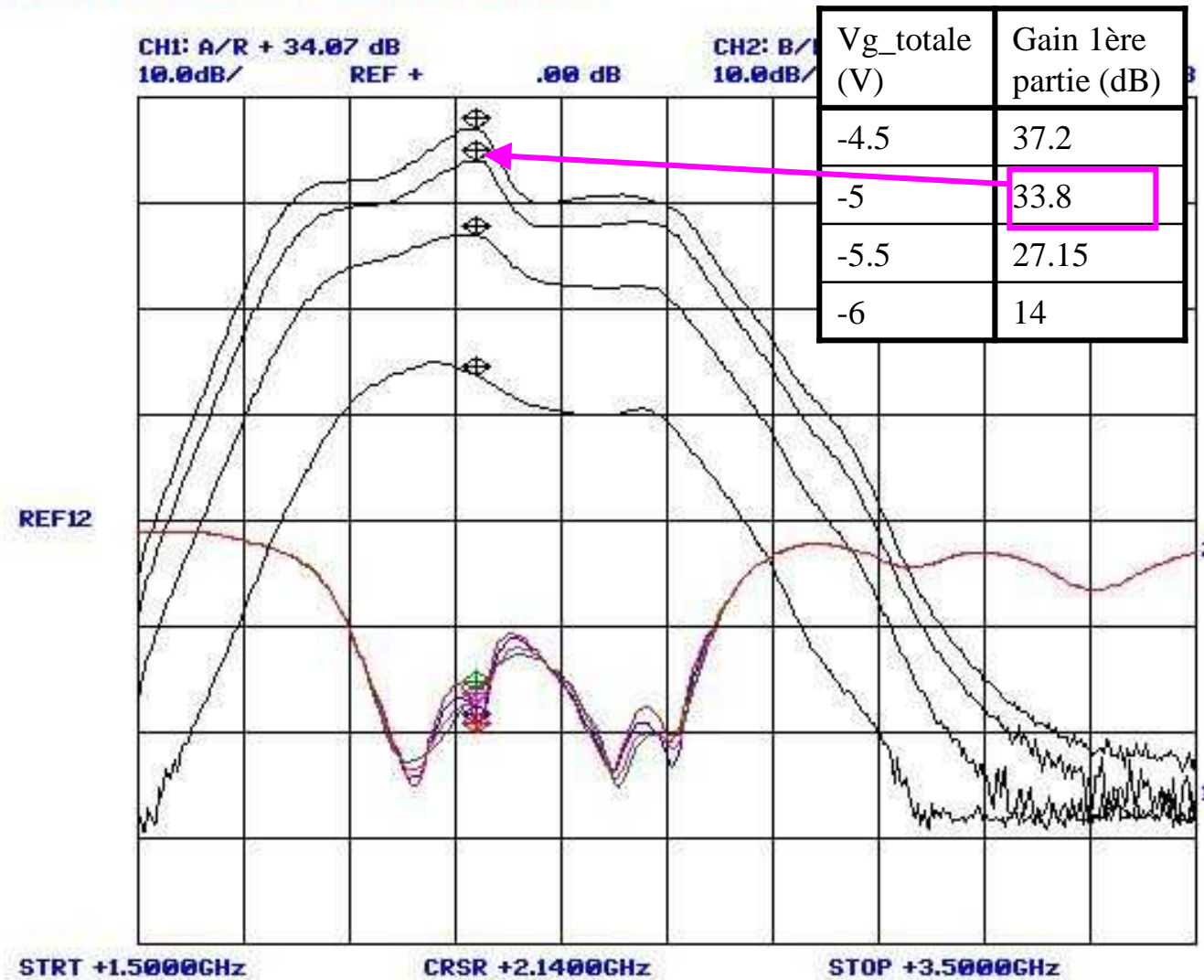


# Circuiterie entre Subclac et 1er coupleur 90°

Entrée sur subclac : TR01 puis ensemble (TR01 + TR02) sous 8V,  $I_{g\_stabilisée} = -5V$

Sortie « A »

1ere partie ampli Fujitsu  $V_g$  de -4.5 a -6V

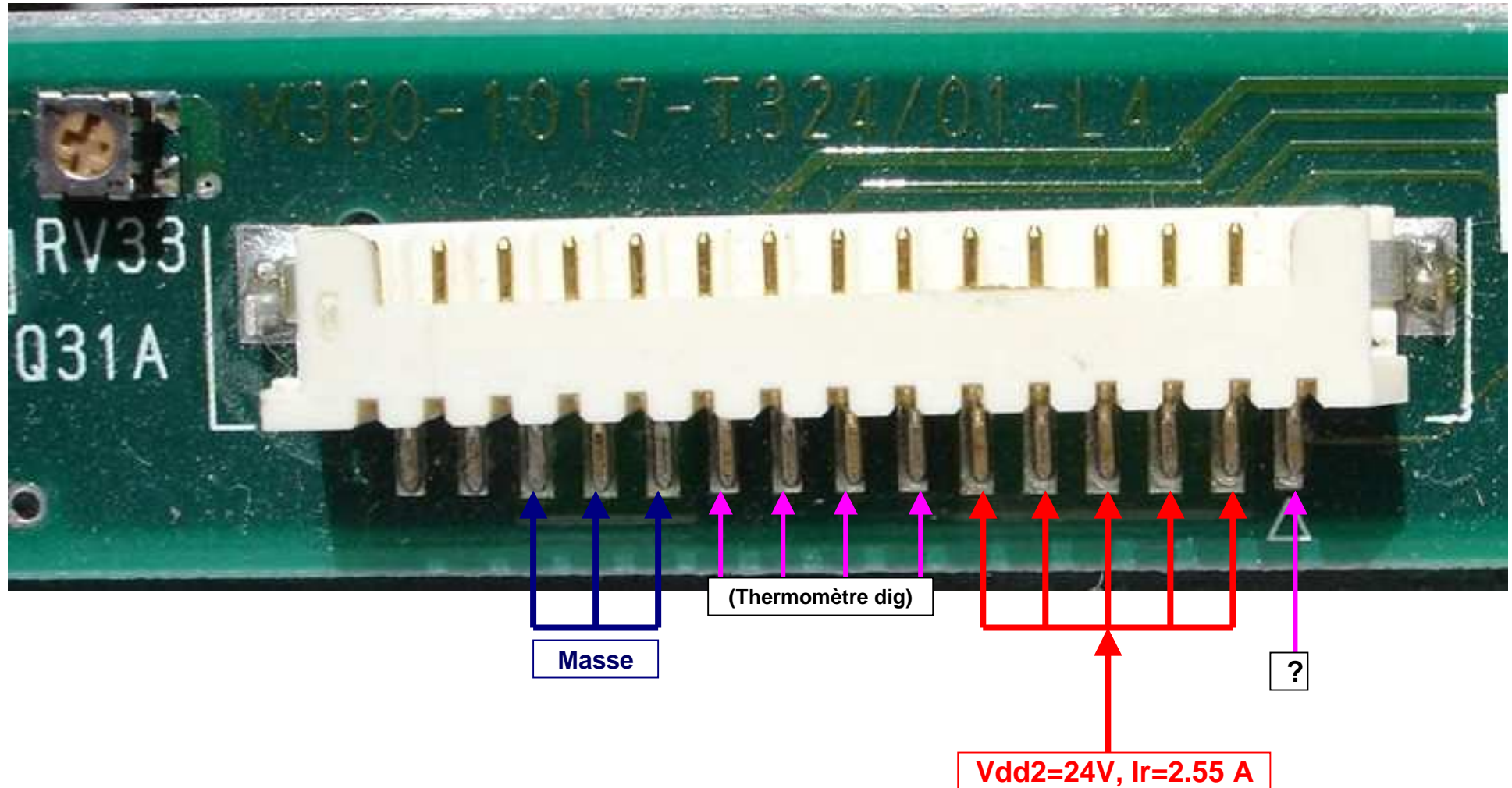




## **5- Ensemble puissance en aval du 1er coupleur 90°**

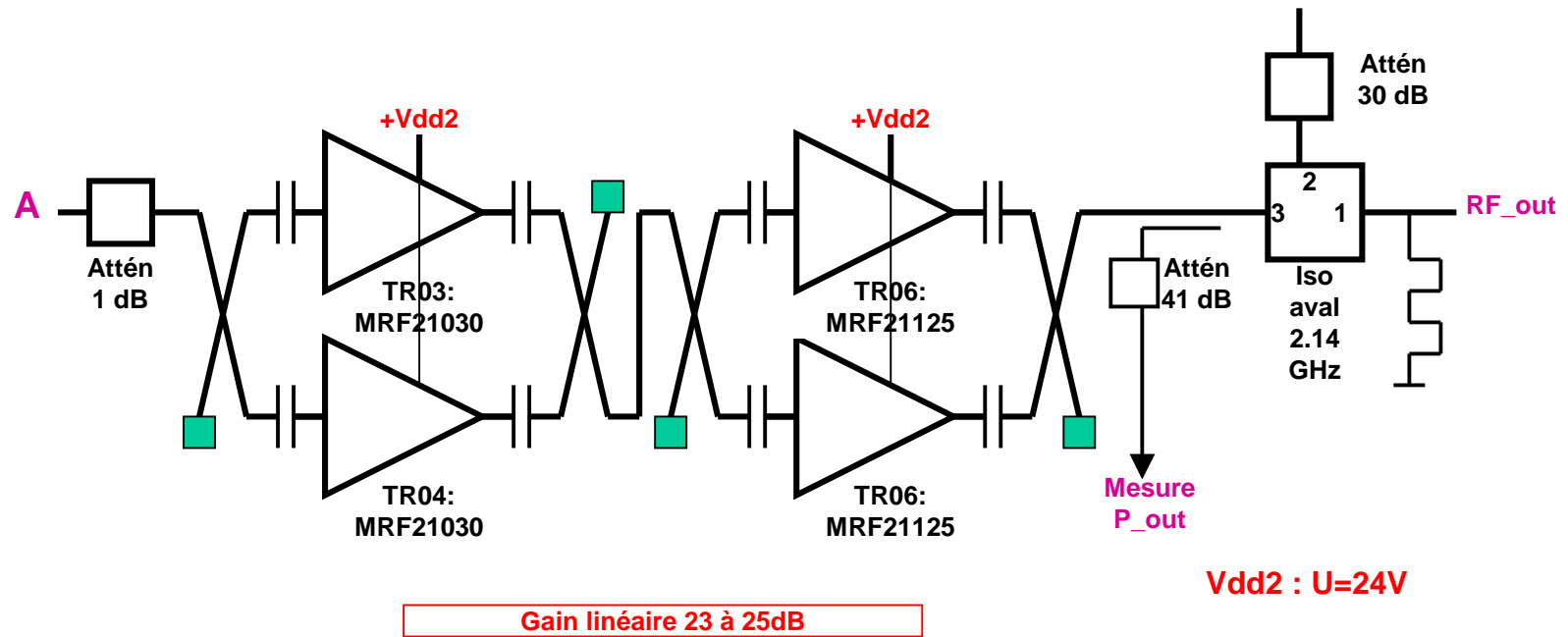
# Ensemble aval de puissance : connecteur DC

Brochage fiche alime DC : tensions concernées



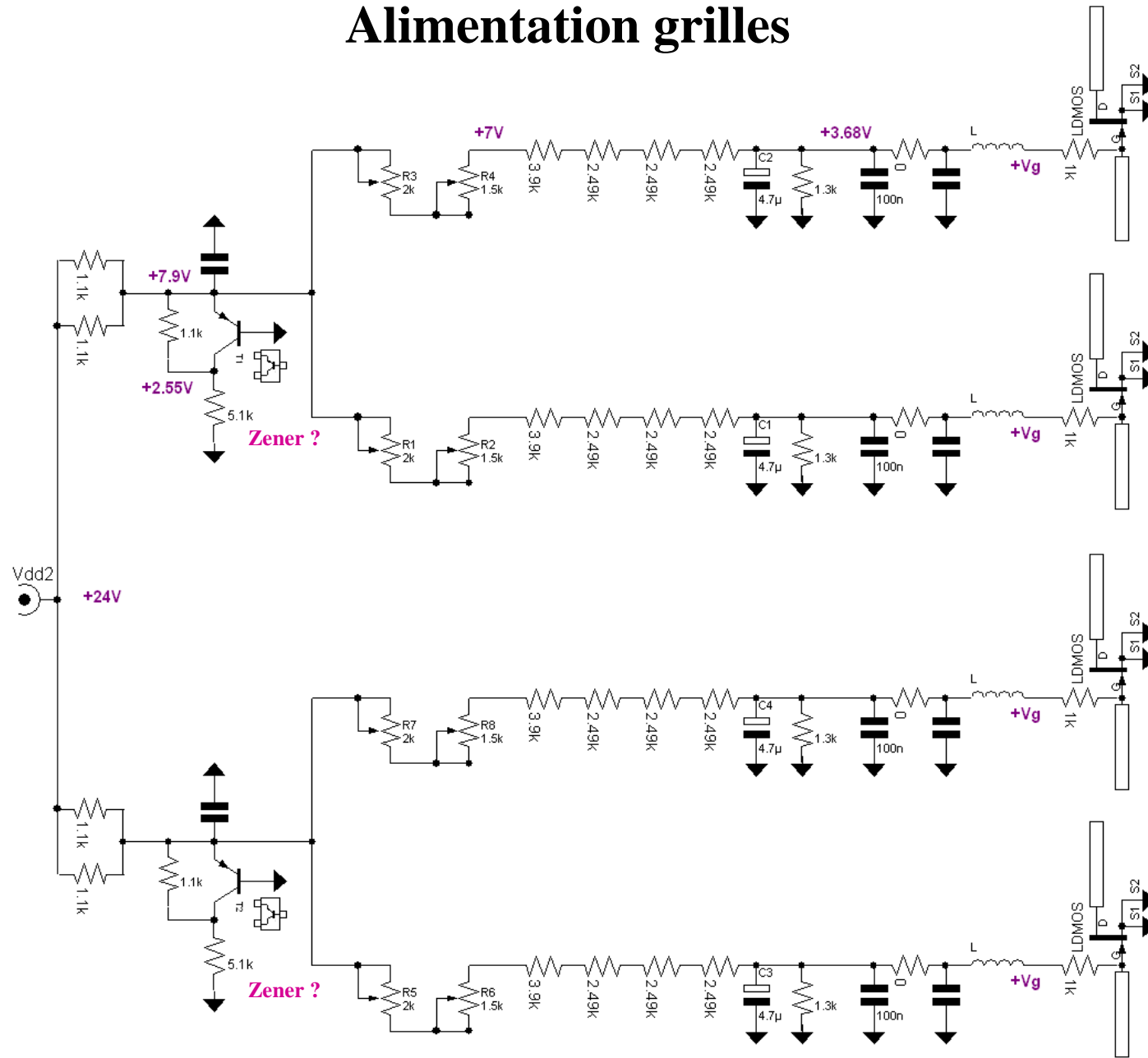
# Ensemble aval de puissance

## Ensemble aval de puissance

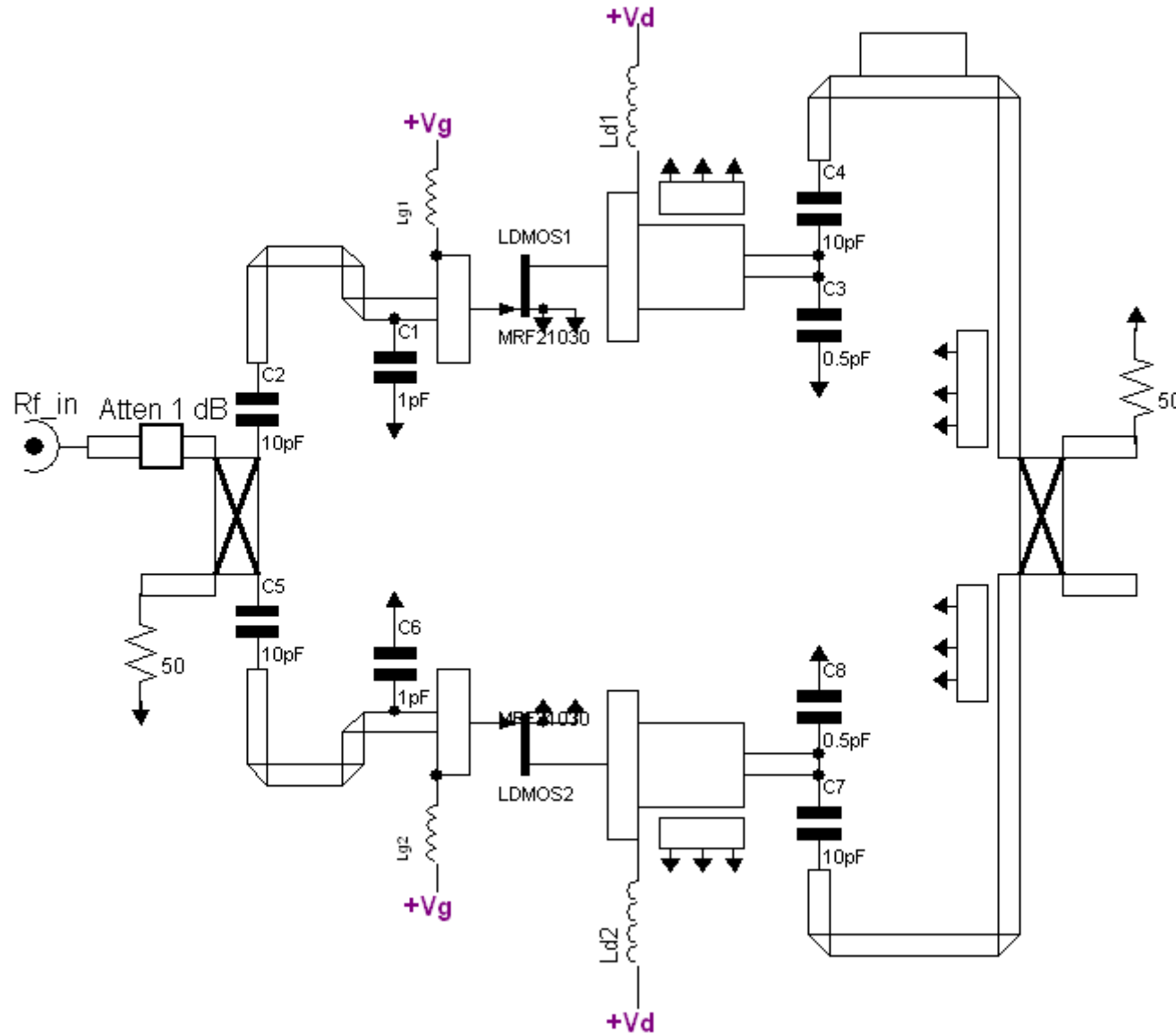




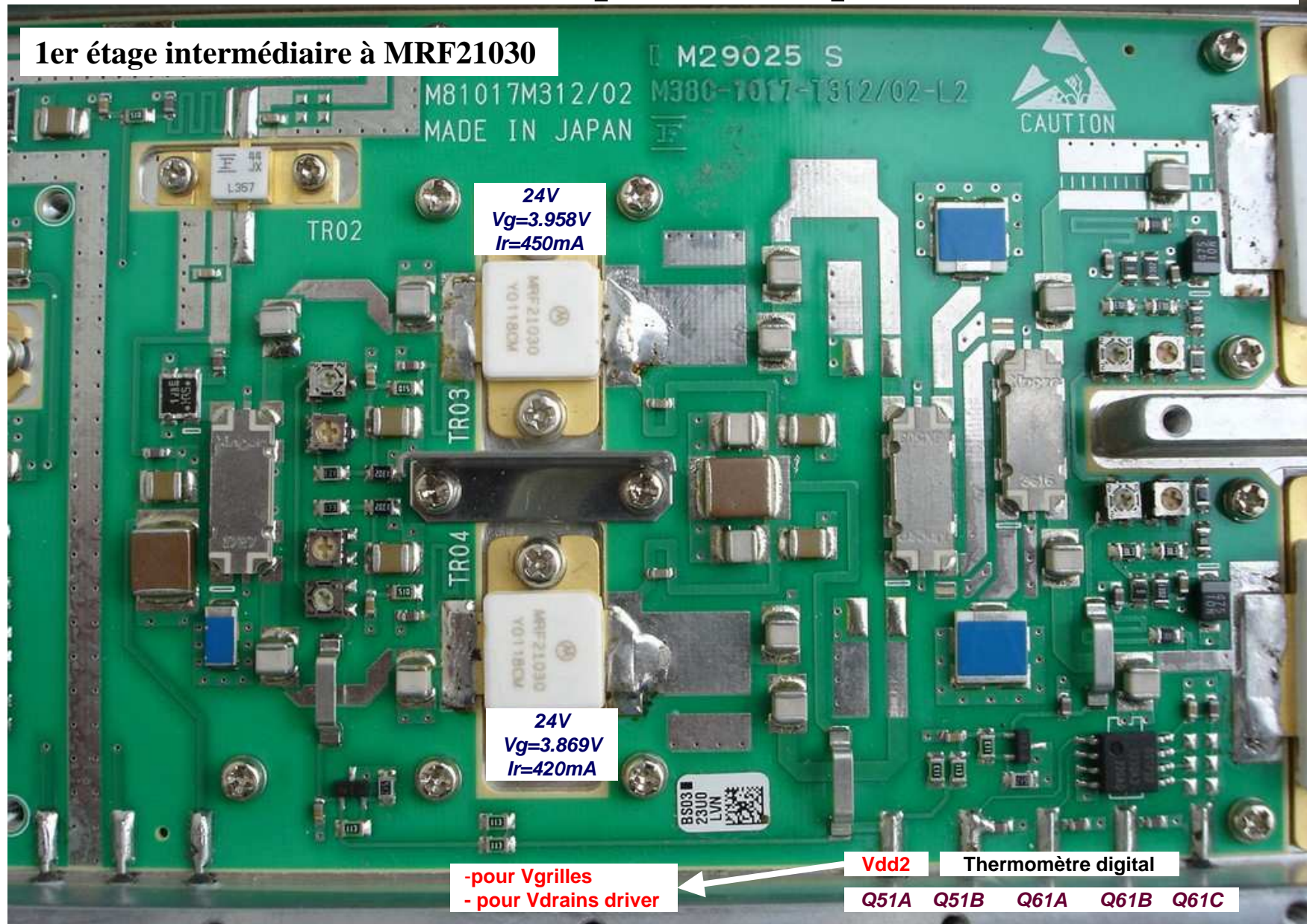
# Alimentation grilles



# Ensemble aval de puissance : schéma push driver



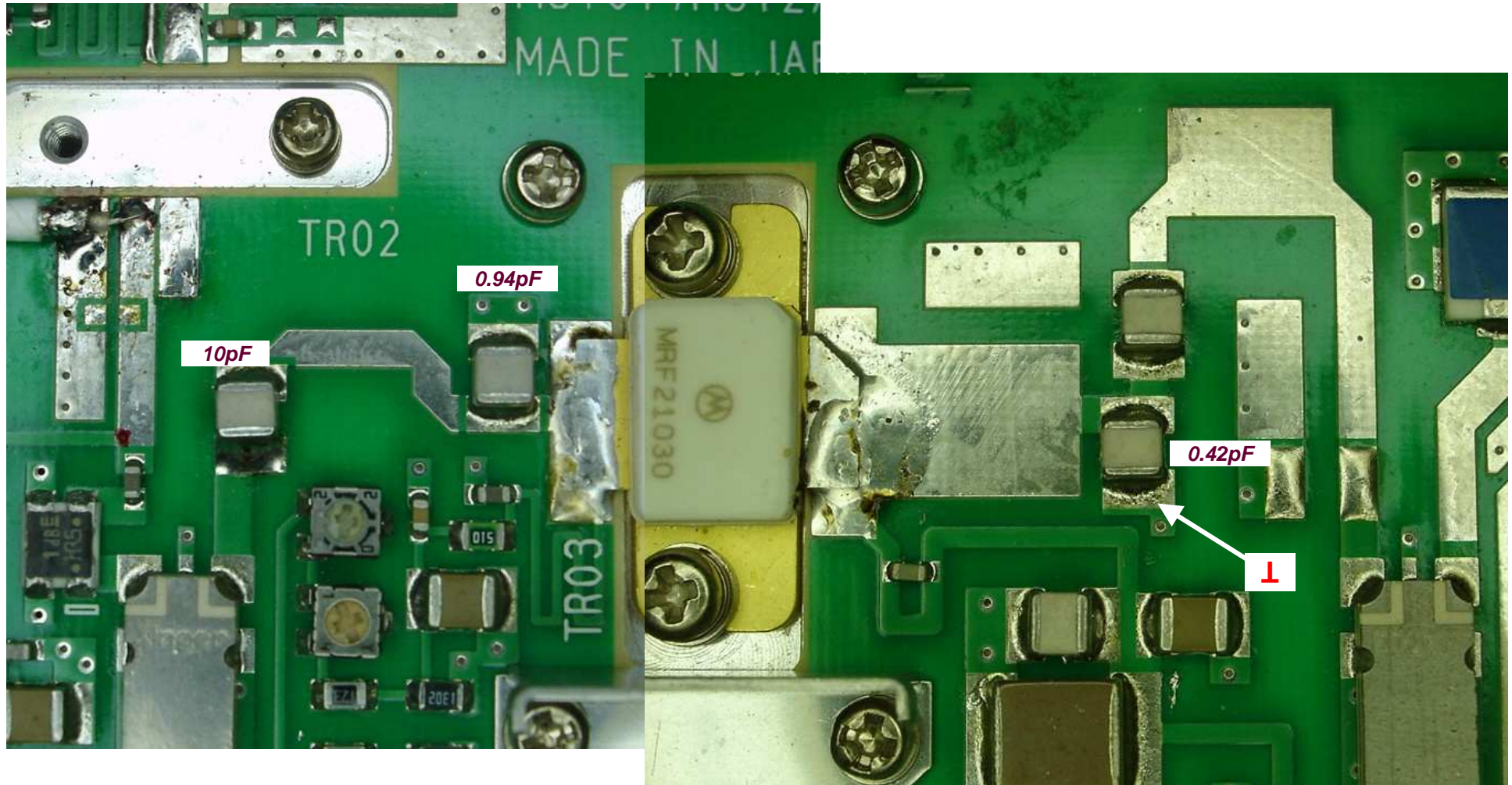
# Ensemble aval de puissance : push driver



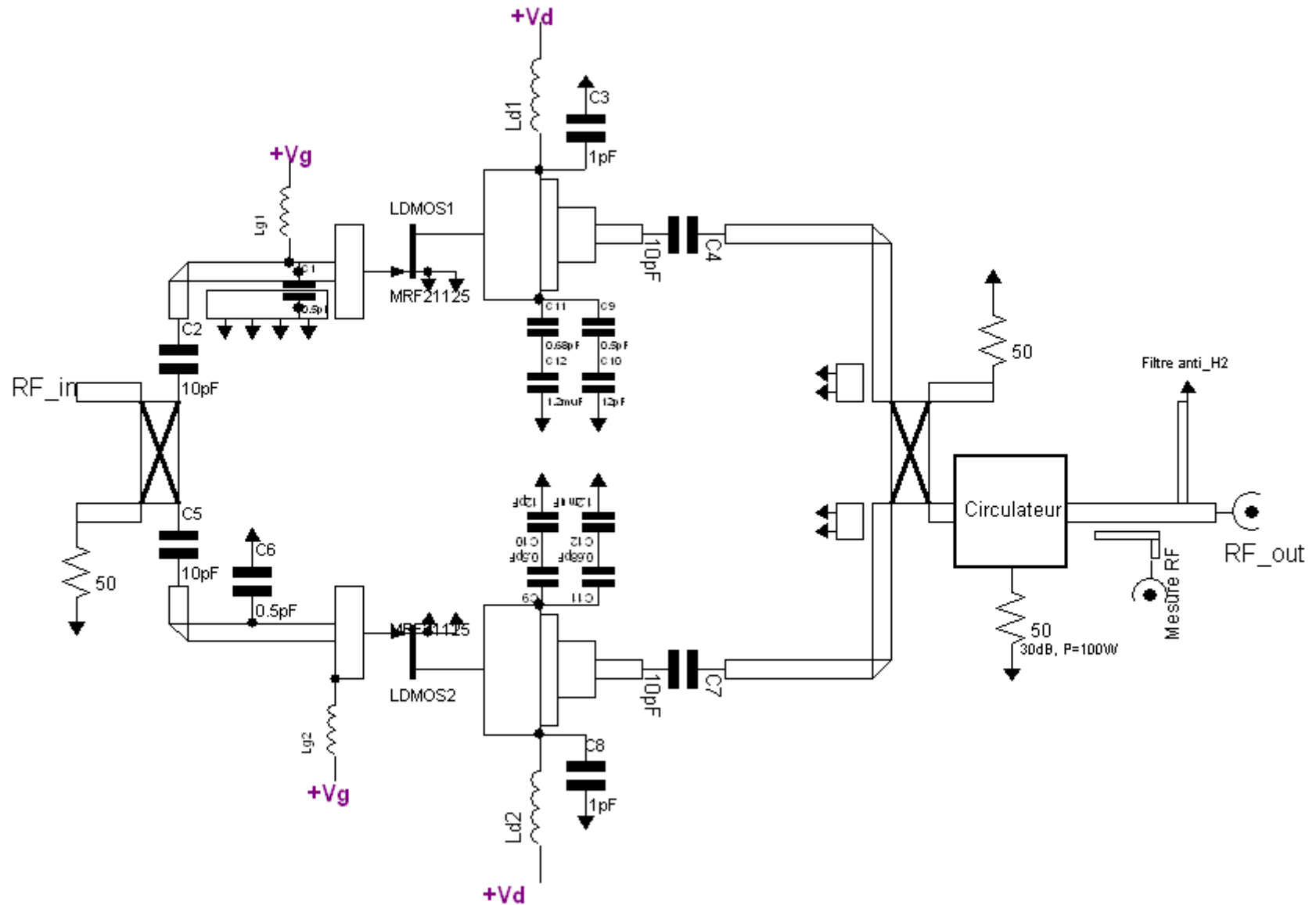


# Ensemble aval de puissance : zoom push driver

Environnement d'un seul LDMOS : driver MRF21030



# Ensemble aval de puissance : schéma push de dortie





# Ensemble aval de puissance : push de sortie

Dernier étage parallèle à MRF21125

Atténuateur  
100W, 30 dB

24V  
 $V_g=3.668V$   
 $I_r=820mA$

24V  
 $V_g=3.733V$   
 $I_r=850mA$

Iso aval



RFout

Thermomètre digital

MRF21125 x 2

Q81A Q81B Q81C Q91A

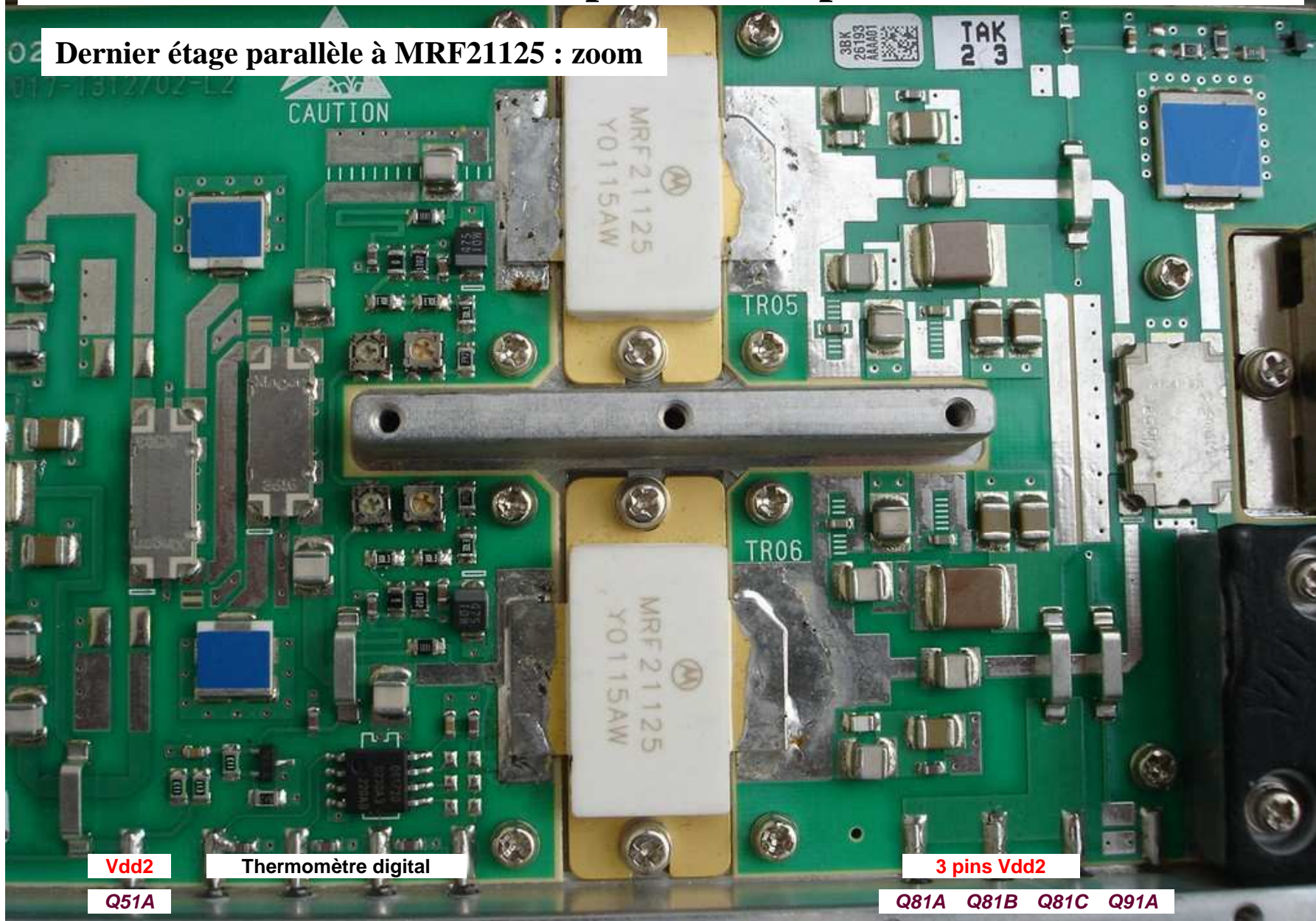
3 pins VDD2 pour  
Vdrains final

Mesure Rfout -41 dB



# Ensemble aval de puissance : push de sortie

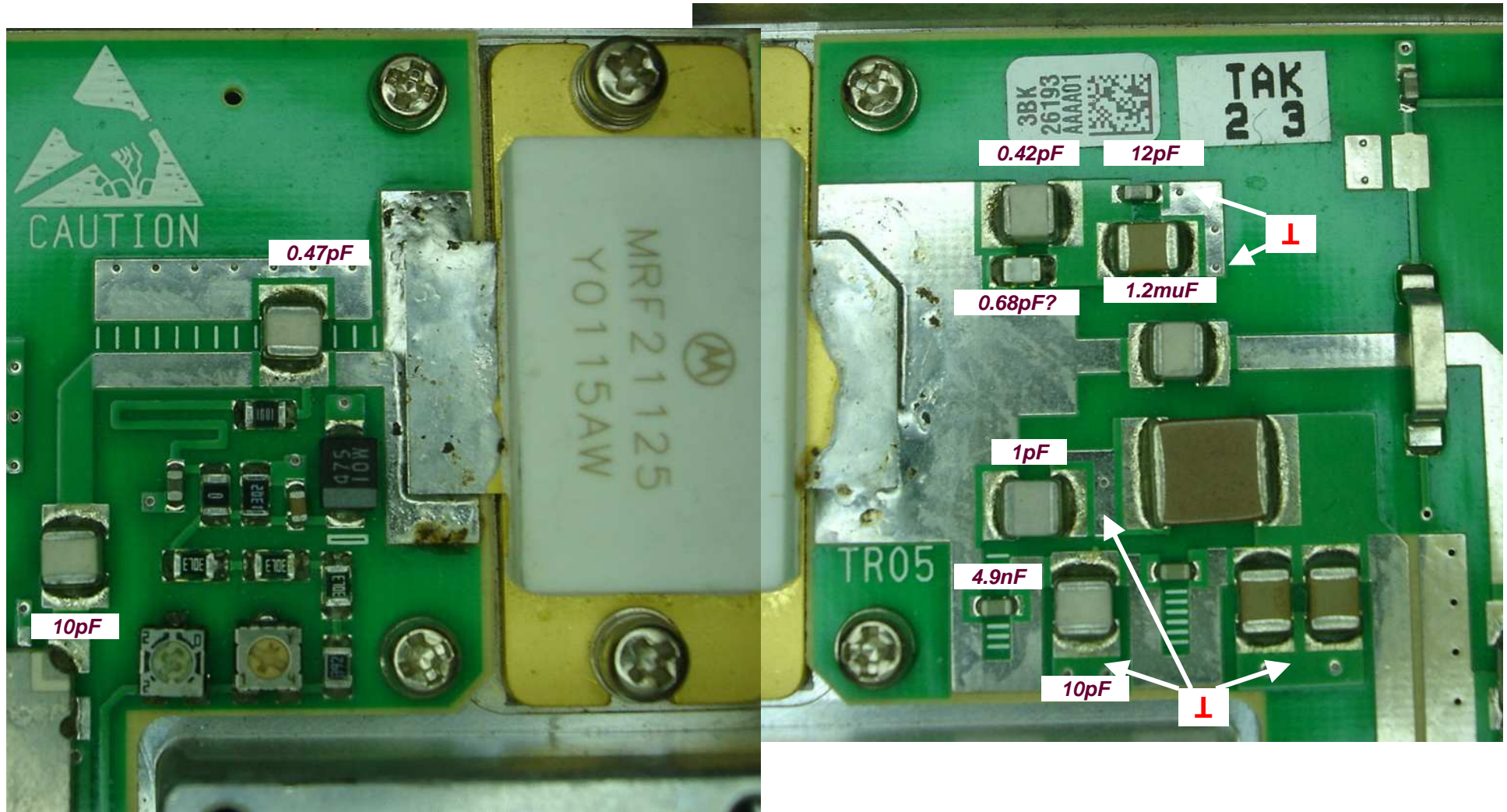
Dernier étage parallèle à MRF21125 : zoom





# Ensemble aval de puissance : push de sortie

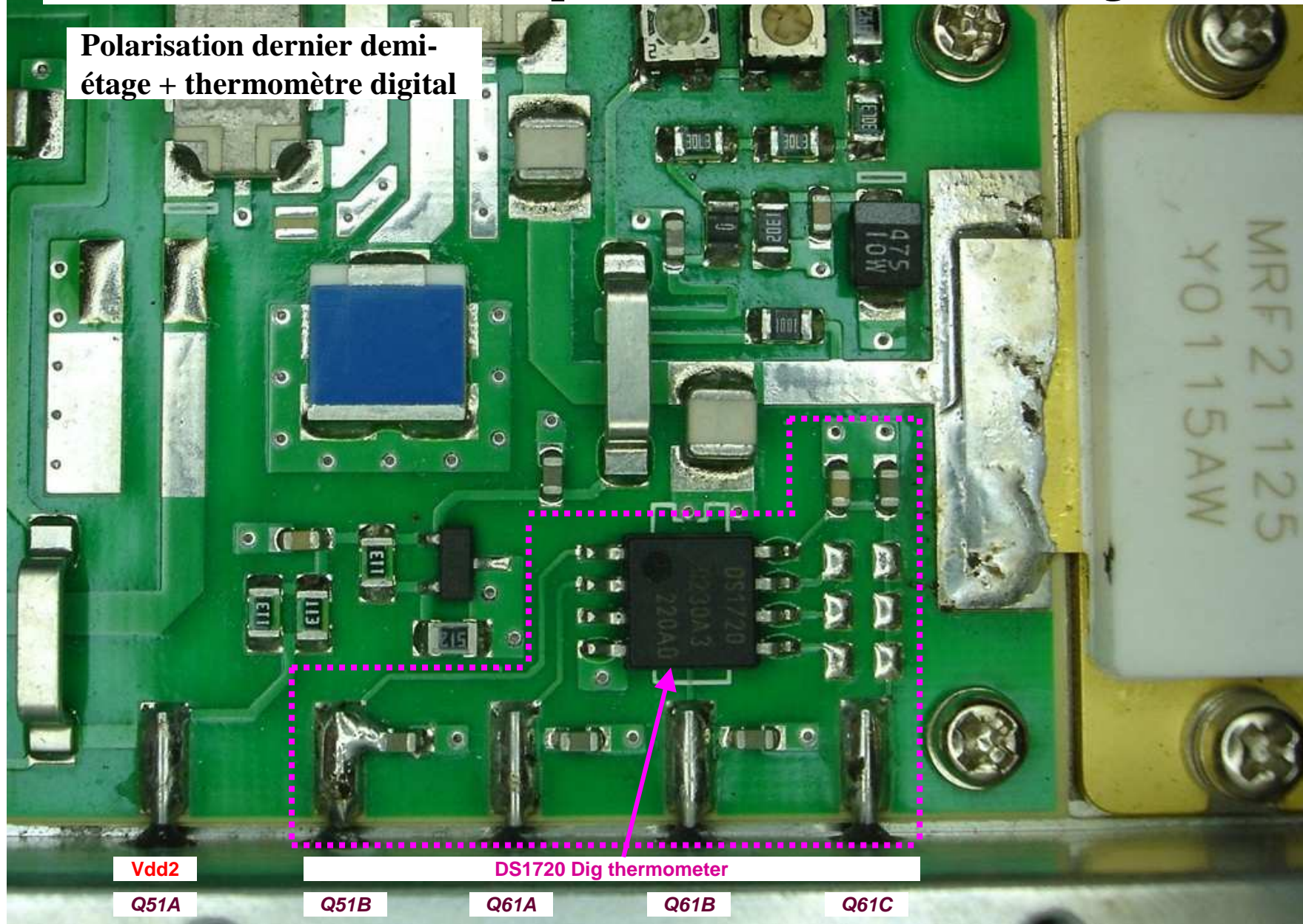
Environnement d'un seul LDMOS : final MRF21125





# Ensemble aval de puissance : thermomètre digital

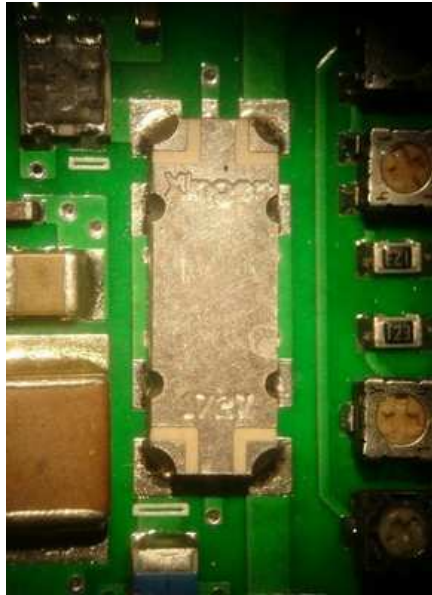
Polarisation dernier demi-étage + thermomètre digital





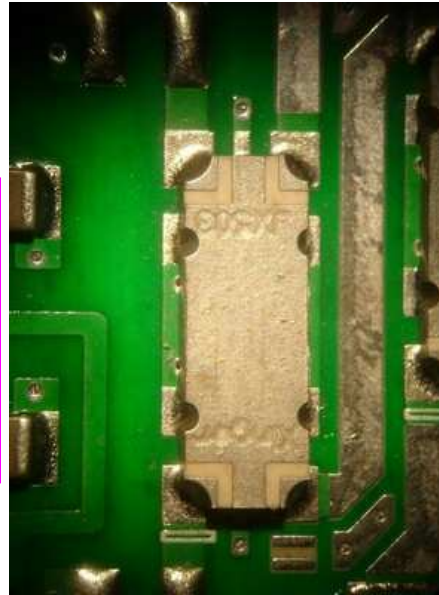
# Ensemble aval de puissance : coupleur 90° usine

Zoom sur les coupleurs utilisés

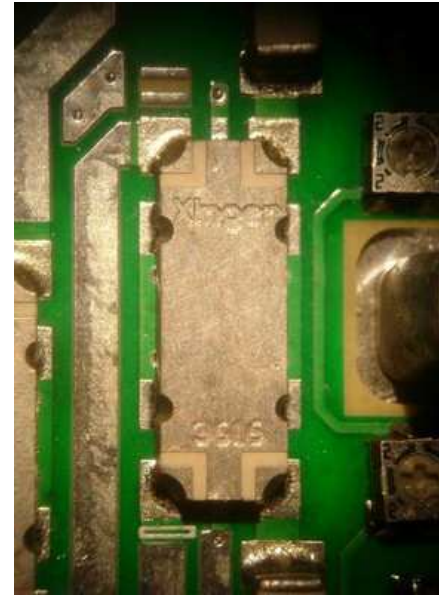


Xinger 1727

2 x MRF21030

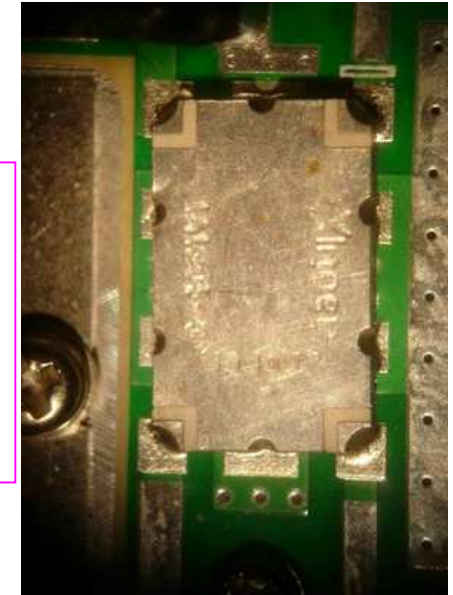


Xinger JX503  
Pmax=60W



Xinger 3516

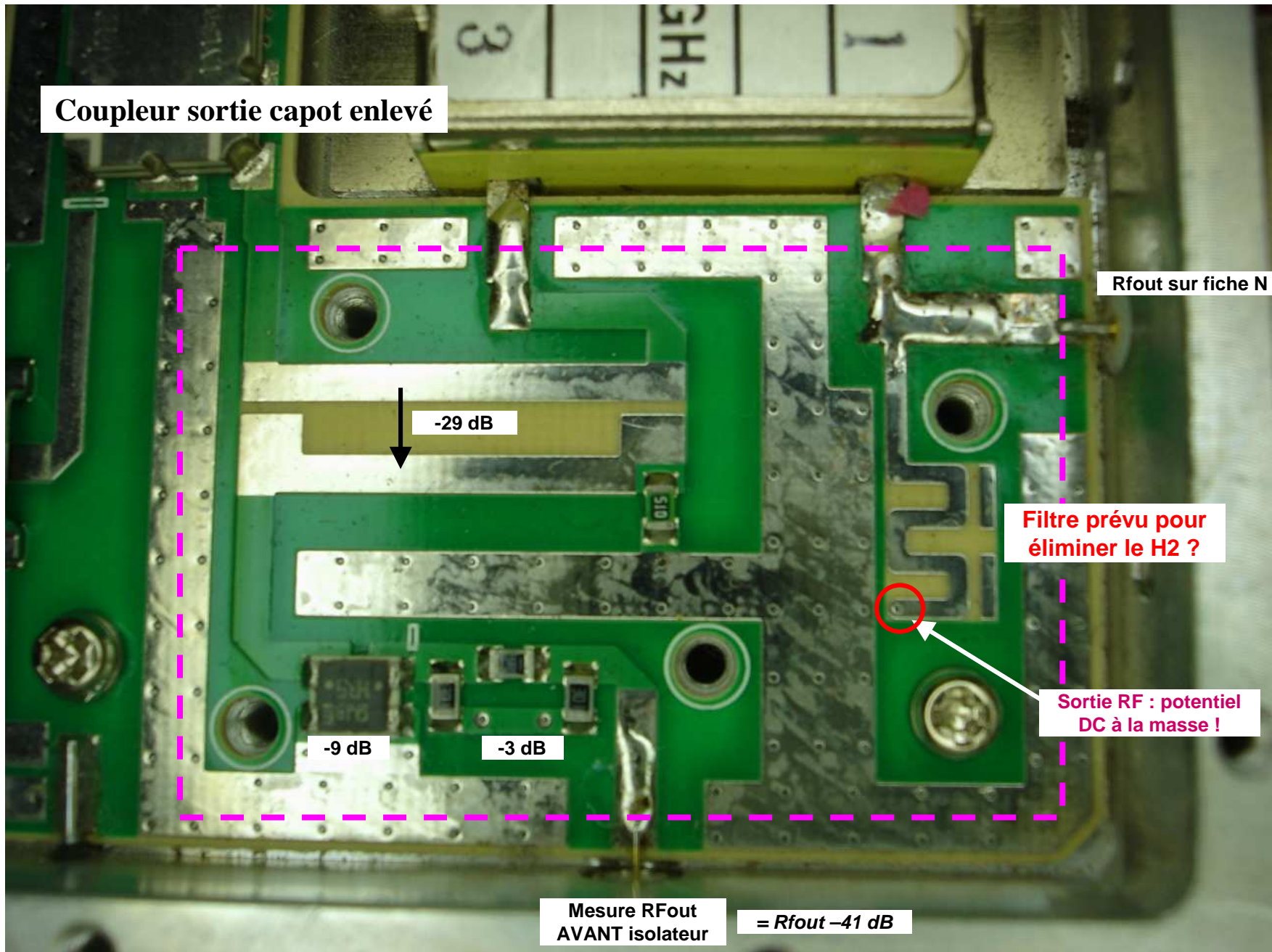
2 x MRF21125



Xinger 1A1305-3

**Seulement 100W  
permanents !**

## **6- Isolateur et stub aval**



Coupleur sortie capot enlevé

Rfout sur fiche N

-29 dB

Filtre prévu pour éliminer le H2 ?

Sortie RF : potentiel DC à la masse !

-9 dB

-3 dB

Mesure Rfout AVANT isolateur = Rfout -41 dB

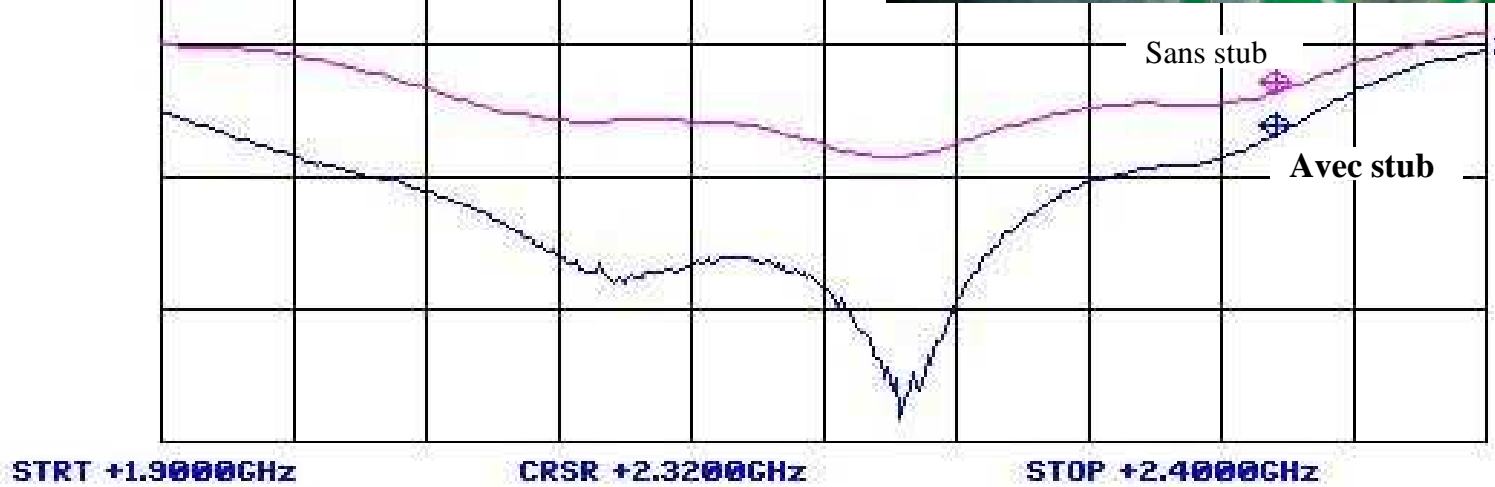
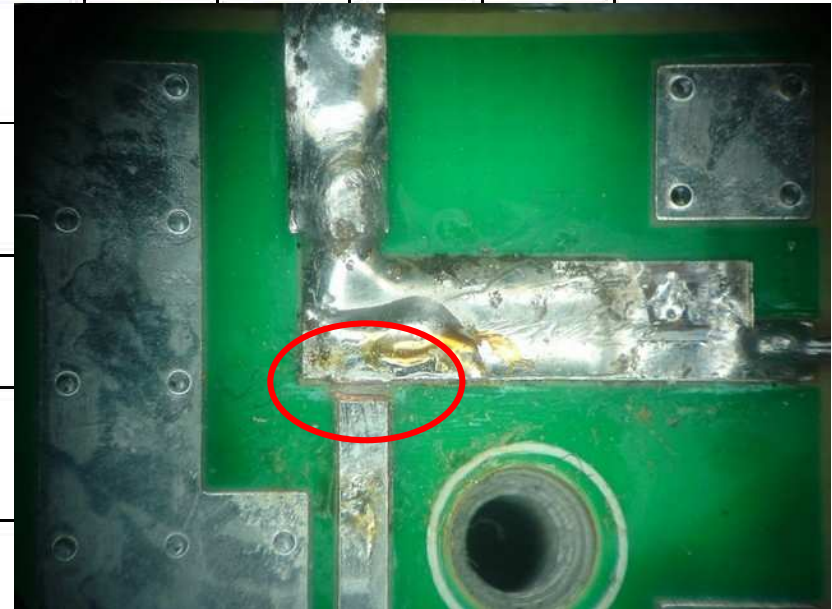


Ampli Fujitsu zoom S22 sans filtre sortie

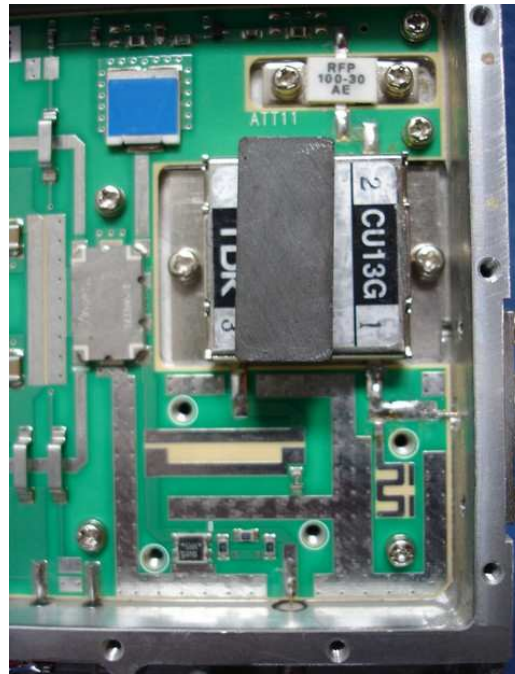
S22 avec et sans stub de sortie (coupé au cutter)

CH2: B/R - 16.77 dB  
10.0dB/ REF + .00 dB

REF 2



**S22 dépourvu du stub de sortie, sans puis AVEC aimant**



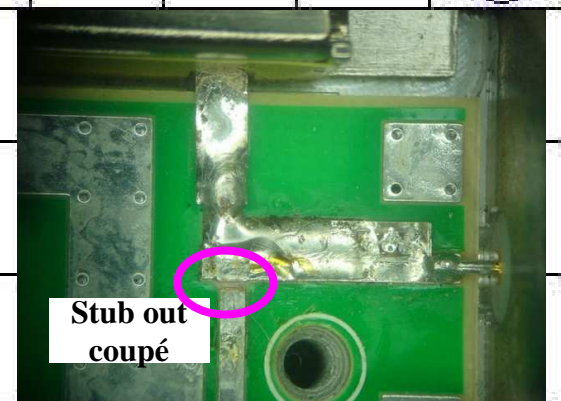
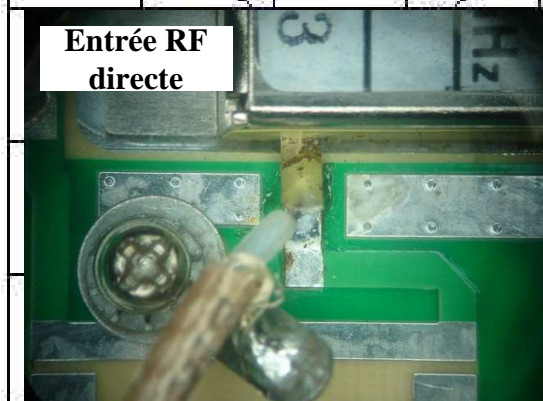
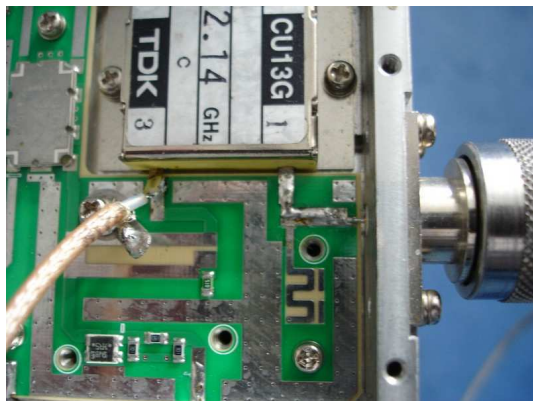
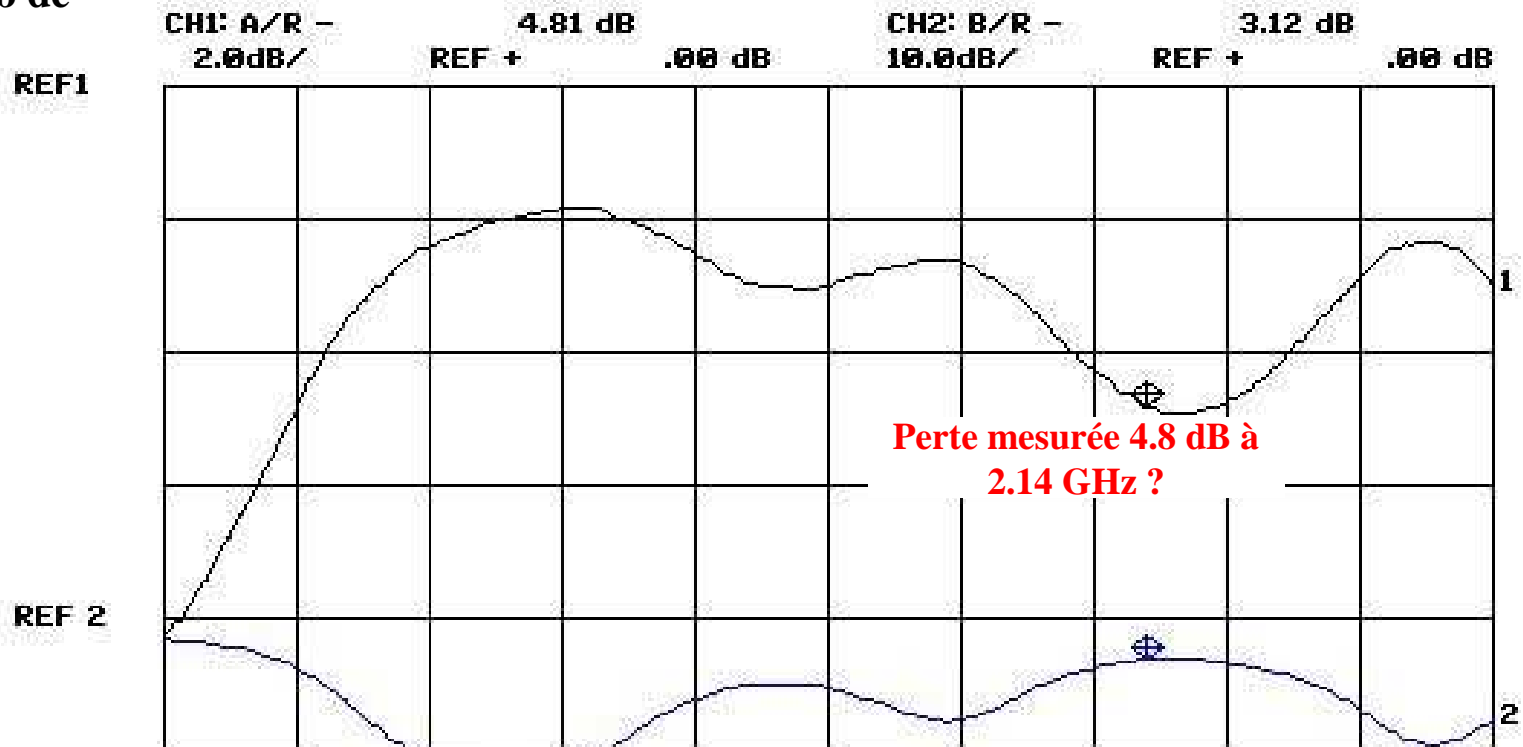
Sans aimant

**AVEC aimant**

**Impossibilité d'ajustement avec aimant si le stub de sortie reste relié à la ligne de sortie**

Circulateur TDK CU13G 2.14 GHz

Isolateur seul, stub de sortie coupé



STRT +1.4000GHz

CRSR +2.1400GHz

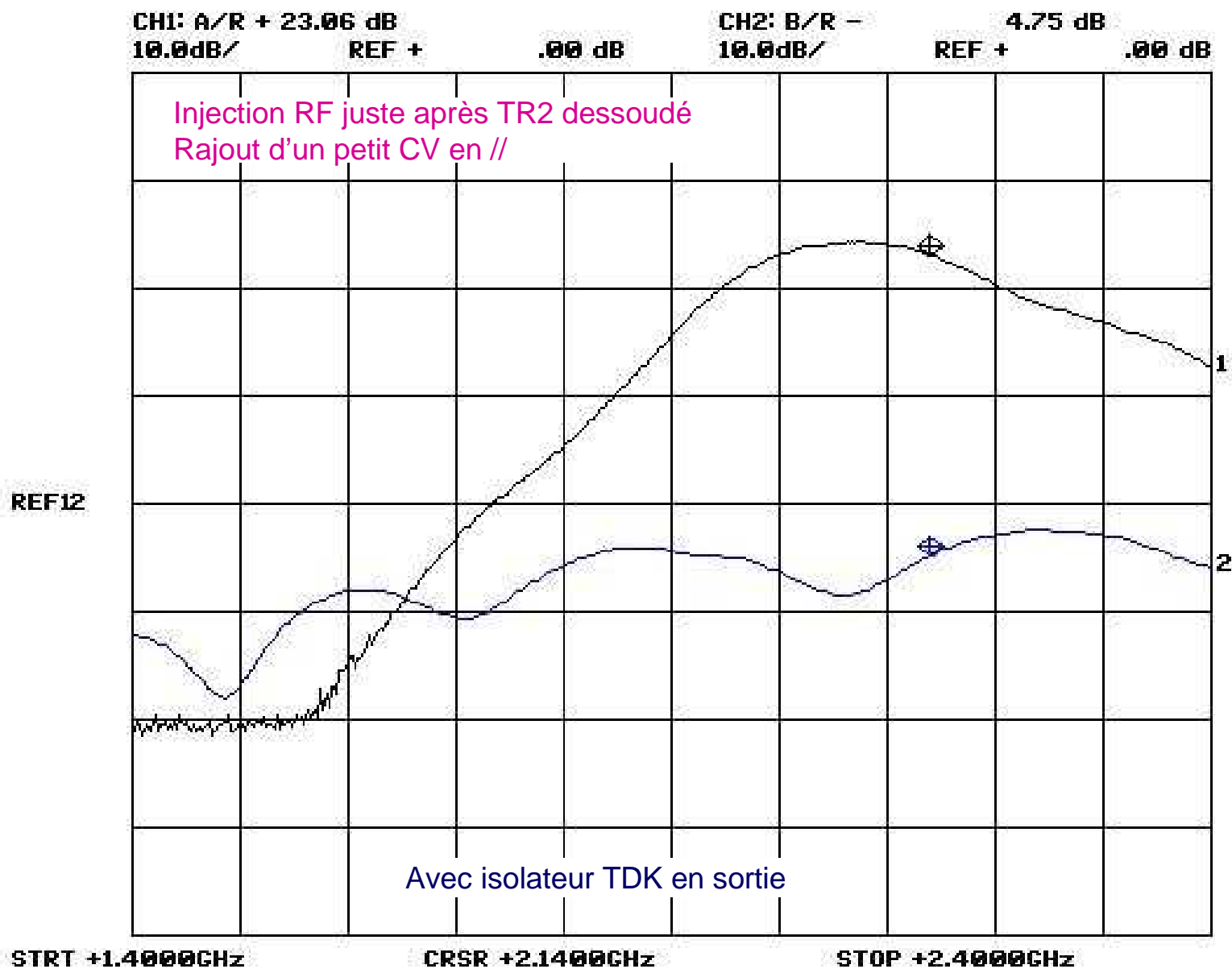
STOP +2.4000GHz

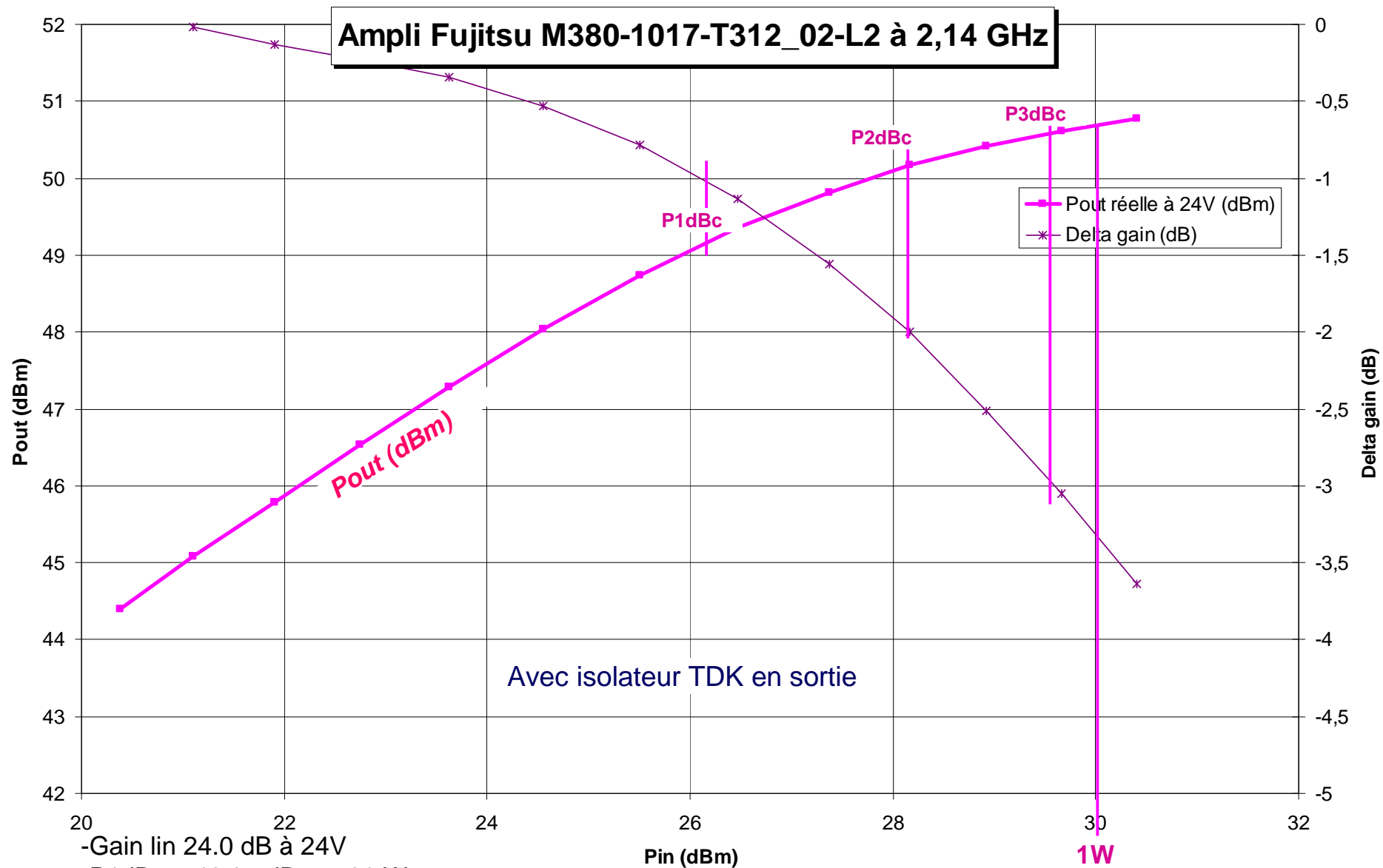


## 7- Mesures scalaire et P1dBc à 2.14 GHz uniquement sur ensemble puissance aval



Ampli Fujitsu RFin avant paire MRF21030 et CV parallele 24U, Ir=3.10A

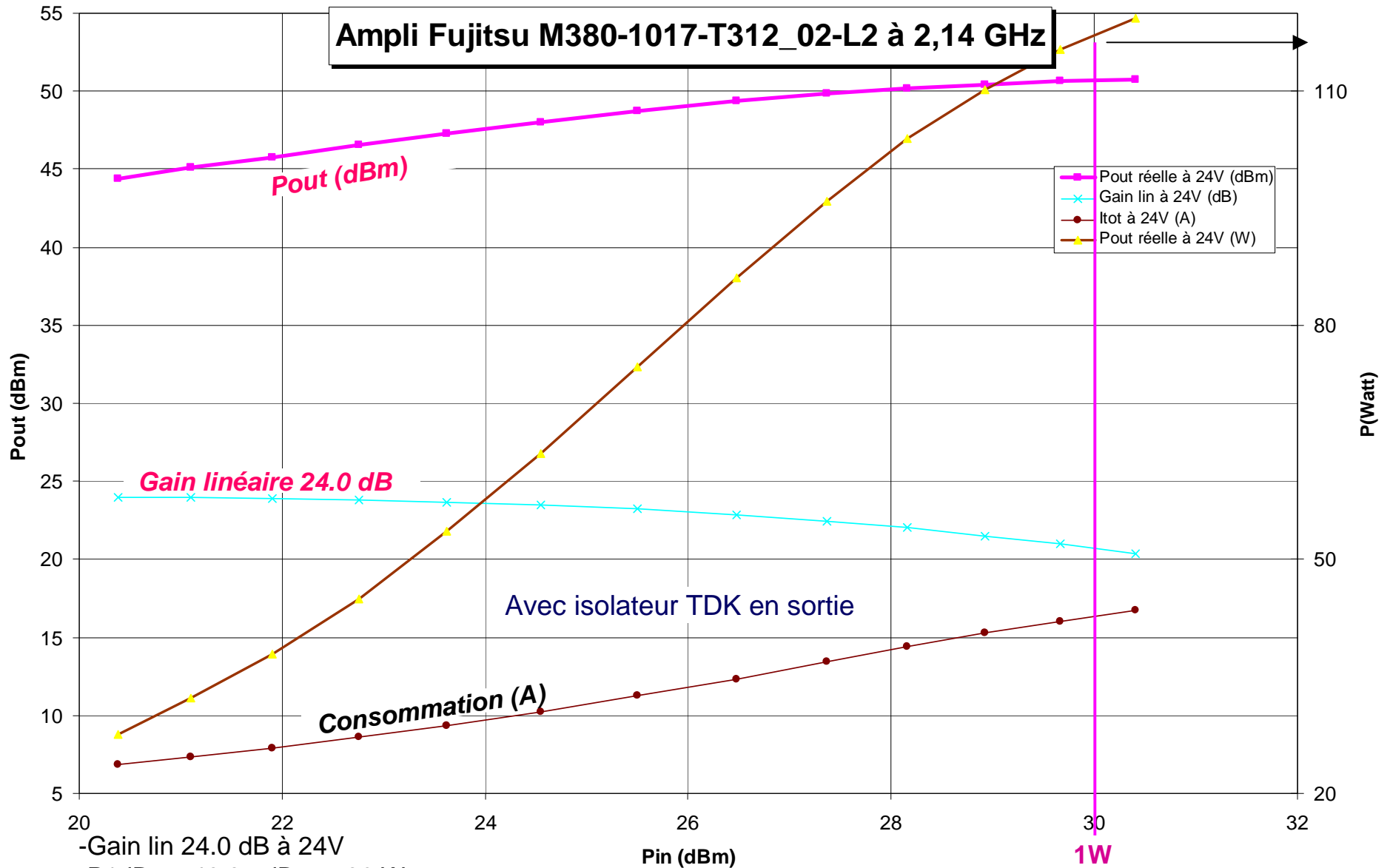




- Gain lin 24.0 dB à 24V
- P1dBc = 49.35 dBm = 86 W
- P2dBc = 50.17 dBm = 104W
- P3dBc = 50.62 dBm = 115.4W
- P3.6dBc = 50.77 dBm = 120W

Alimentation utilisée : découpage 24V, 17A





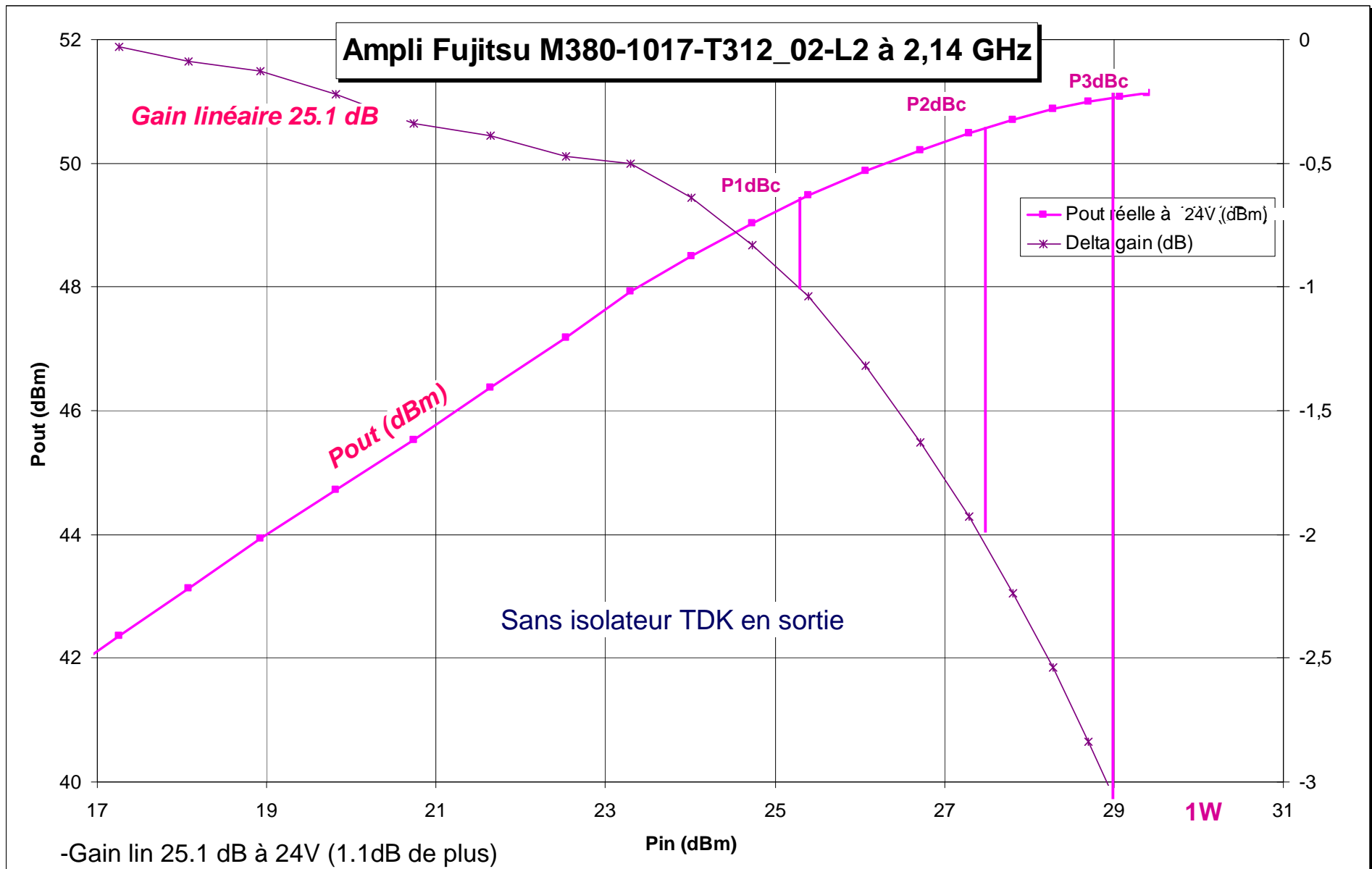
- Gain lin 24.0 dB à 24V
- P1dBc = 49.35 dBm = 86 W
- P2dBc = 50.17 dBm = 104W
- P3dBc = 50.62 dBm = 115.4W
- P3.6dBc = 50.77 dBm = 120W

Alimentation utilisée : découpage 24V, 17A

# Mesures à 2.14 GHz

*Erreur : mesures effectuées sous 24V (impossible sous 14V)*

2,14 GHz avec driver F6AQO							
Pin sweep (dBm)	Pin (dBm)	Pout lue à 14V (dBm)	Pout réelle à 14V (dBm)	Pout réelle à 14V (W)	Gain lin à 14V (dB)	Delta gain (dB)	Itot à 14V (A)
							3,09
-2	16,48	7,41	41,61	14,5	25,1		
-1	17,26	8,16	42,36	17,2	25,1	0,0	
0	18,08	8,92	43,12	20,5	25,0	-0,1	
1	18,93	9,73	43,93	24,7	25,0	-0,1	
2	19,82	10,53	44,73	29,7	24,9	-0,2	
3	20,74	11,33	45,53	35,7	24,8	-0,3	
4	21,64	12,18	46,38	43,5	24,7	-0,4	
5	22,53	12,99	47,19	52,4	24,7	-0,5	
6	23,29	13,72	47,92	61,9	24,6	-0,5	
7	24,01	14,3	48,5	70,8	24,5	-0,6	
8	24,73	14,83	49,03	80,0	24,3	-0,8	
9	25,4	15,29	49,49	88,9	24,1	-1,0	
10	26,07	15,68	49,88	97,3	23,8	-1,3	
11	26,71	16,01	50,21	105,0	23,5	-1,6	
12	27,29	16,29	50,49	111,9	23,2	-1,9	
13	27,81	16,5	50,7	117,5	22,9	-2,2	
14	28,28	16,67	50,87	122,2	22,6	-2,5	
15	28,7	16,79	50,99	125,6	22,3	-2,8	
16	29,07	16,88	51,08	128,2	22,0	-3,1	
17	29,39	16,93	51,13	129,7	21,7	-3,4	



-Gain lin 25.1 dB à 24V (1.1dB de plus)

-P1dBc = 49.5 dBm = 89 W

-P2dBc = 50.5 dBm = 112W

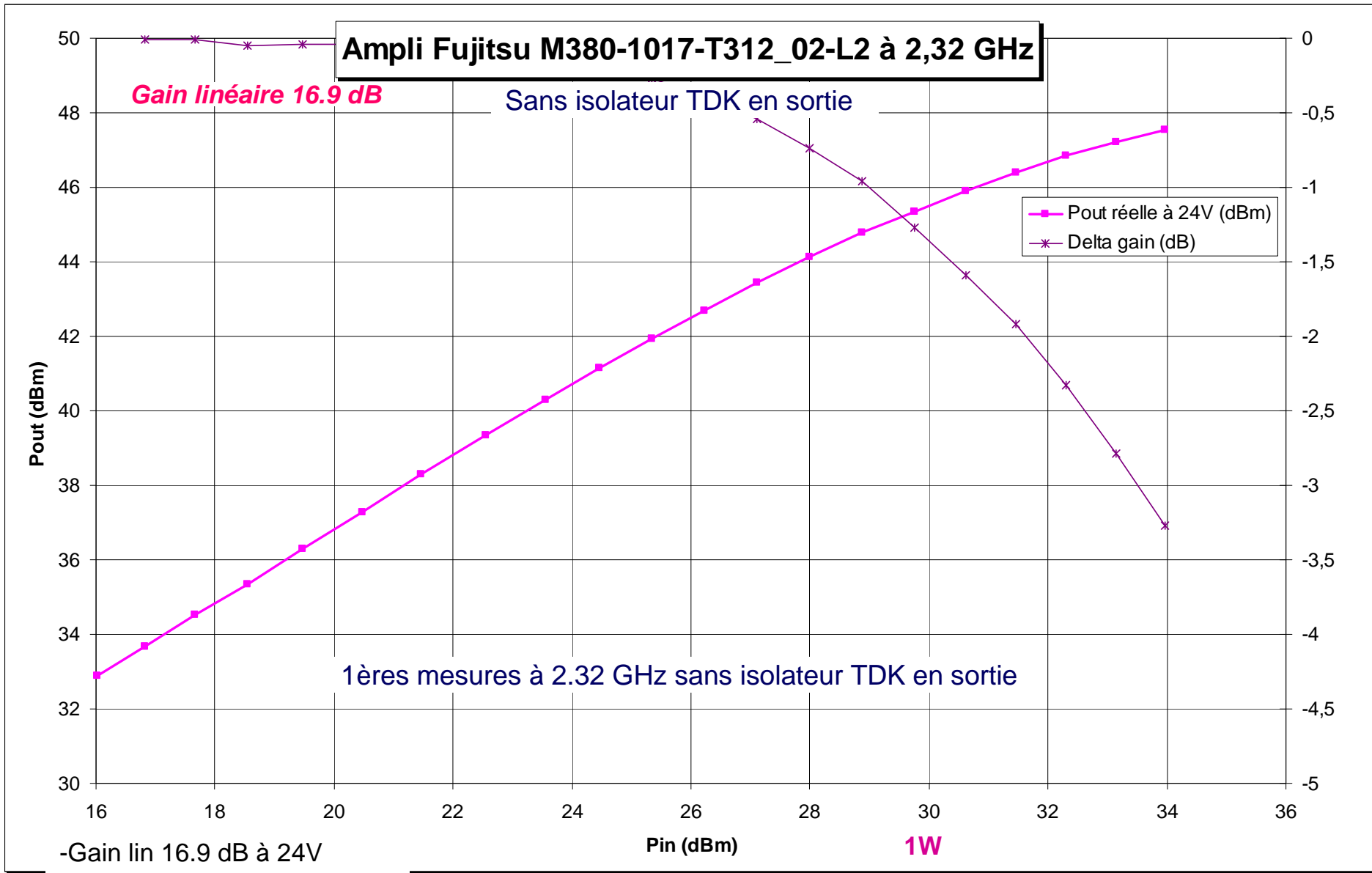
-P3dBc = 51 dBm = 128W

Alimentation utilisée : découpage 24V, 17A



# Mesures à 2.32 GHz

2,32 GHz avec driver F6AQO							
Pin sweep (dBm)	Pin (dBm)	Pout lue à 14V (dBm)	Pout réelle à 24V (dBm)	Pout réelle à 24V (W)	Gain lin à 24V (dB)	Delta gain (dB)	Itot à 14V (A)
							3,09
-2	16,02	-1,32	32,88	1,9	16,9		
-1	16,82	-0,53	33,67	2,3	16,9	0,0	
0	17,66	0,31	34,51	2,8	16,9	0,0	
1	18,55	1,16	35,36	3,4	16,8	-0,1	
2	19,48	2,1	36,3	4,3	16,8	0,0	
3	20,47	3,09	37,29	5,4	16,8	0,0	
4	21,47	4,11	38,31	6,8	16,8	0,0	
5	22,55	5,15	39,35	8,6	16,8	-0,1	
6	23,56	6,11	40,31	10,7	16,8	-0,1	
7	24,47	6,94	41,14	13,0	16,7	-0,2	
8	25,34	7,73	41,93	15,6	16,6	-0,3	
9	26,23	8,5	42,7	18,6	16,5	-0,4	
10	27,11	9,23	43,43	22,0	16,3	-0,5	
11	28	9,92	44,12	25,8	16,1	-0,7	
12	28,88	10,58	44,78	30,1	15,9	-1,0	
13	29,76	11,15	45,35	34,3	15,6	-1,3	
14	30,63	11,7	45,9	38,9	15,3	-1,6	
15	31,46	12,2	46,4	43,7	14,9	-1,9	
16	32,31	12,64	46,84	48,3	14,5	-2,3	
17	33,15	13,02	47,22	52,7	14,1	-2,8	
18	33,96	13,35	47,55	56,9	13,6	-3,3	
19							



-Gain lin 16.9 dB à 24V  
 -P1dBc = 44.8 dBm = 30 W  
 -P2dBc = 46.4 dBm = 43W  
 -P3dBc = 47.3 dBm = 53.7W

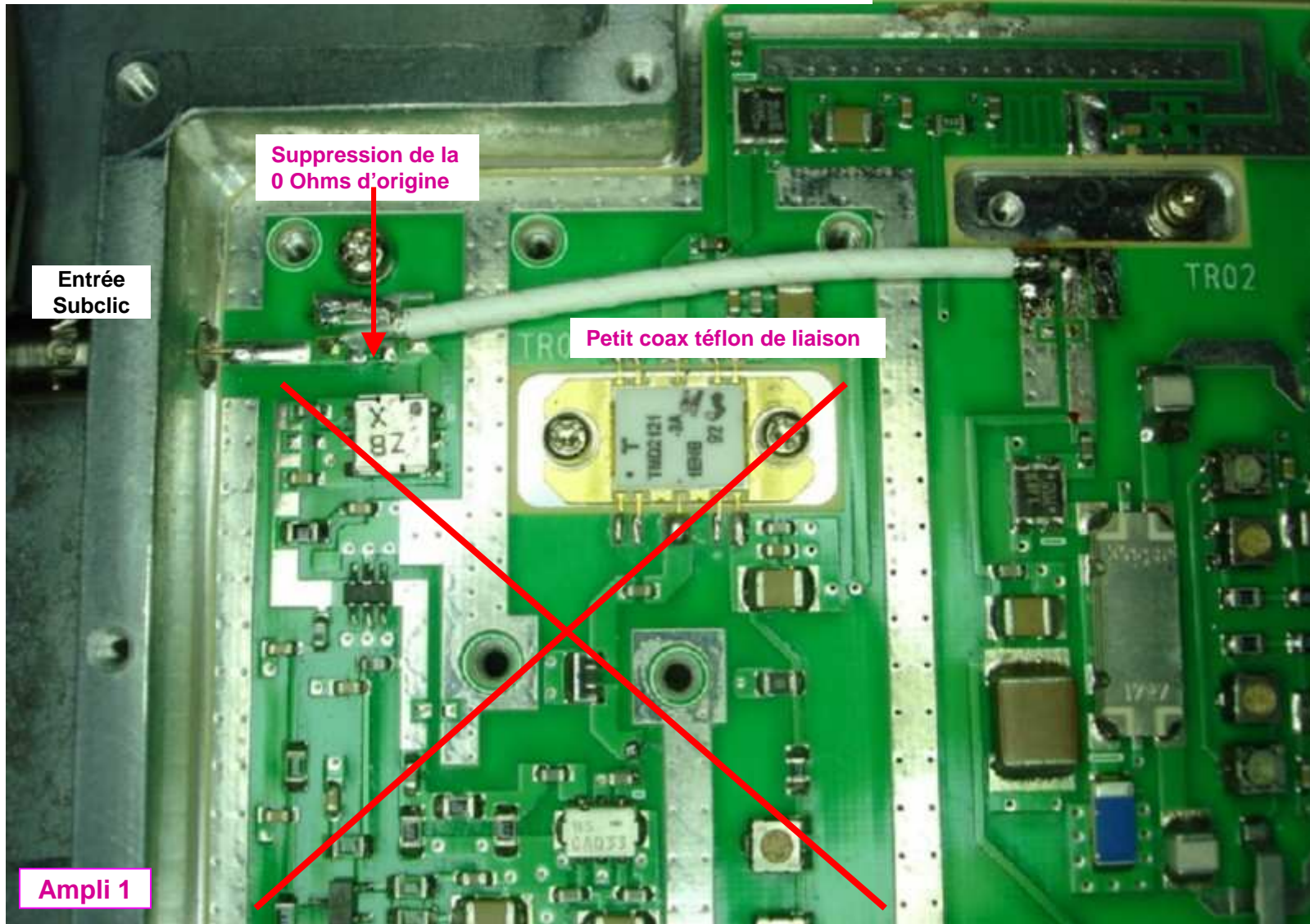
Alimentation utilisée : découpage 24V, 17A



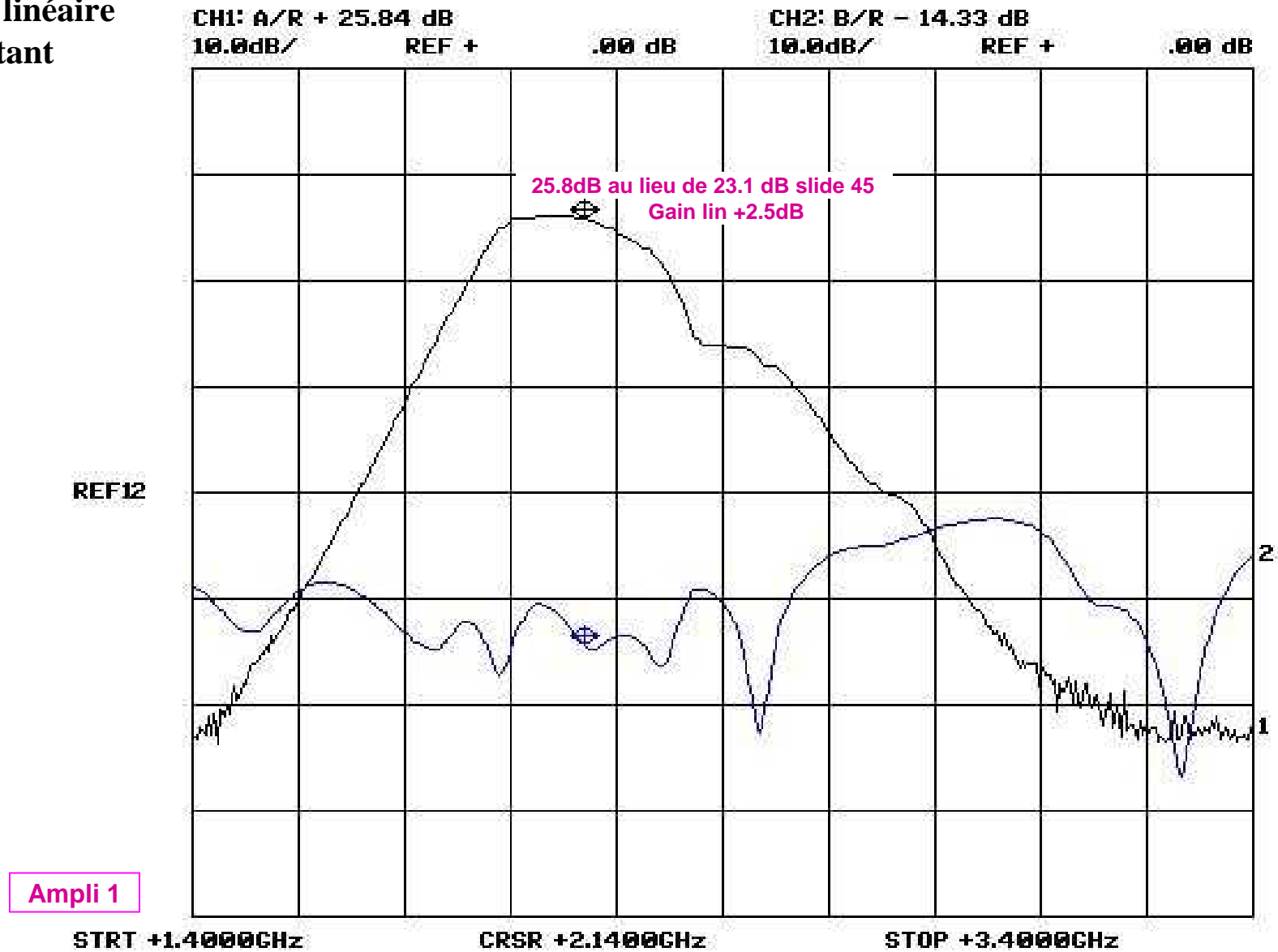


# Entrée RF entre Subclac et 1er coupleur 90°

Amélioration par liaison coaxiale directe au 1er coupleur 90°



### Gain linéaire résultant

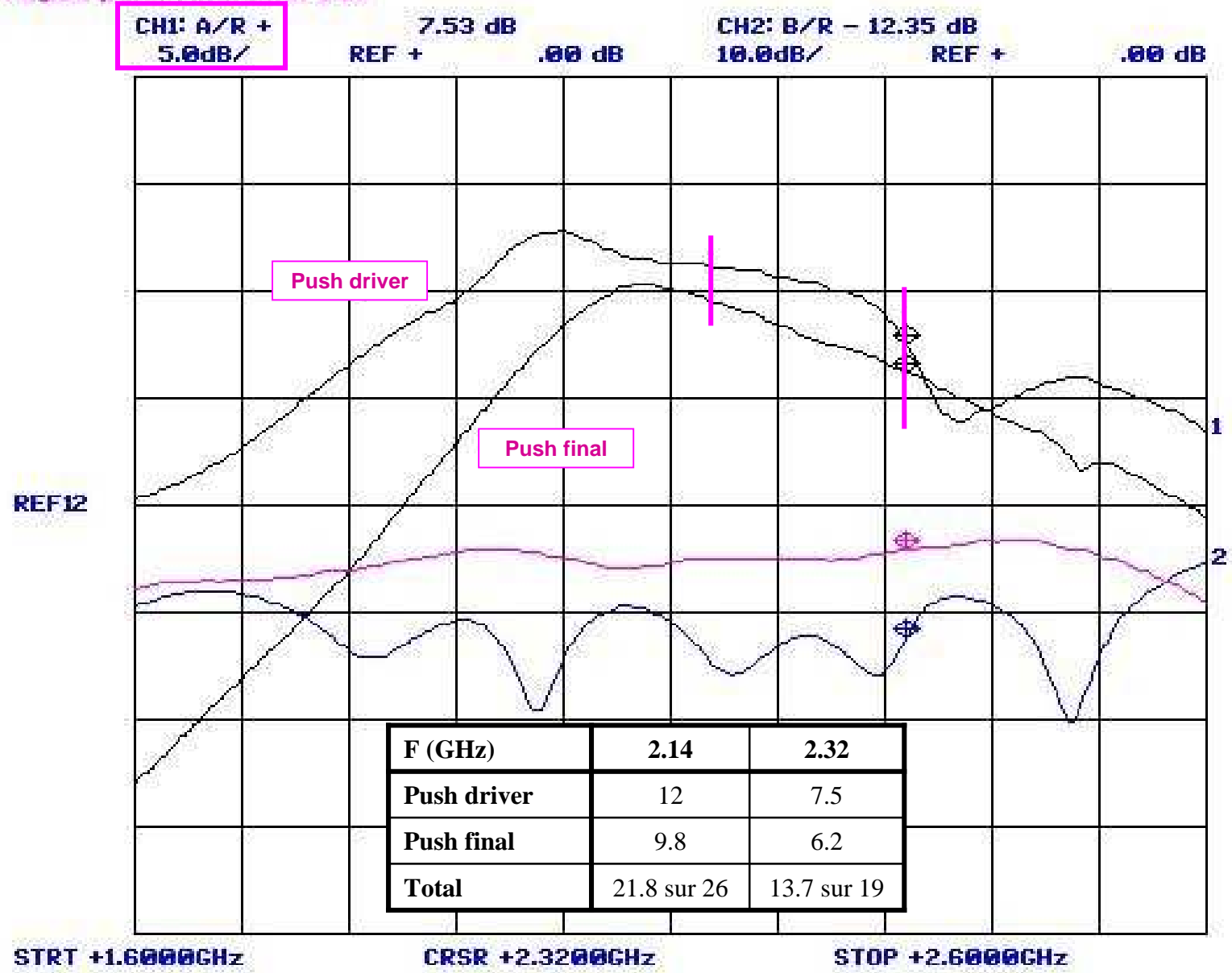




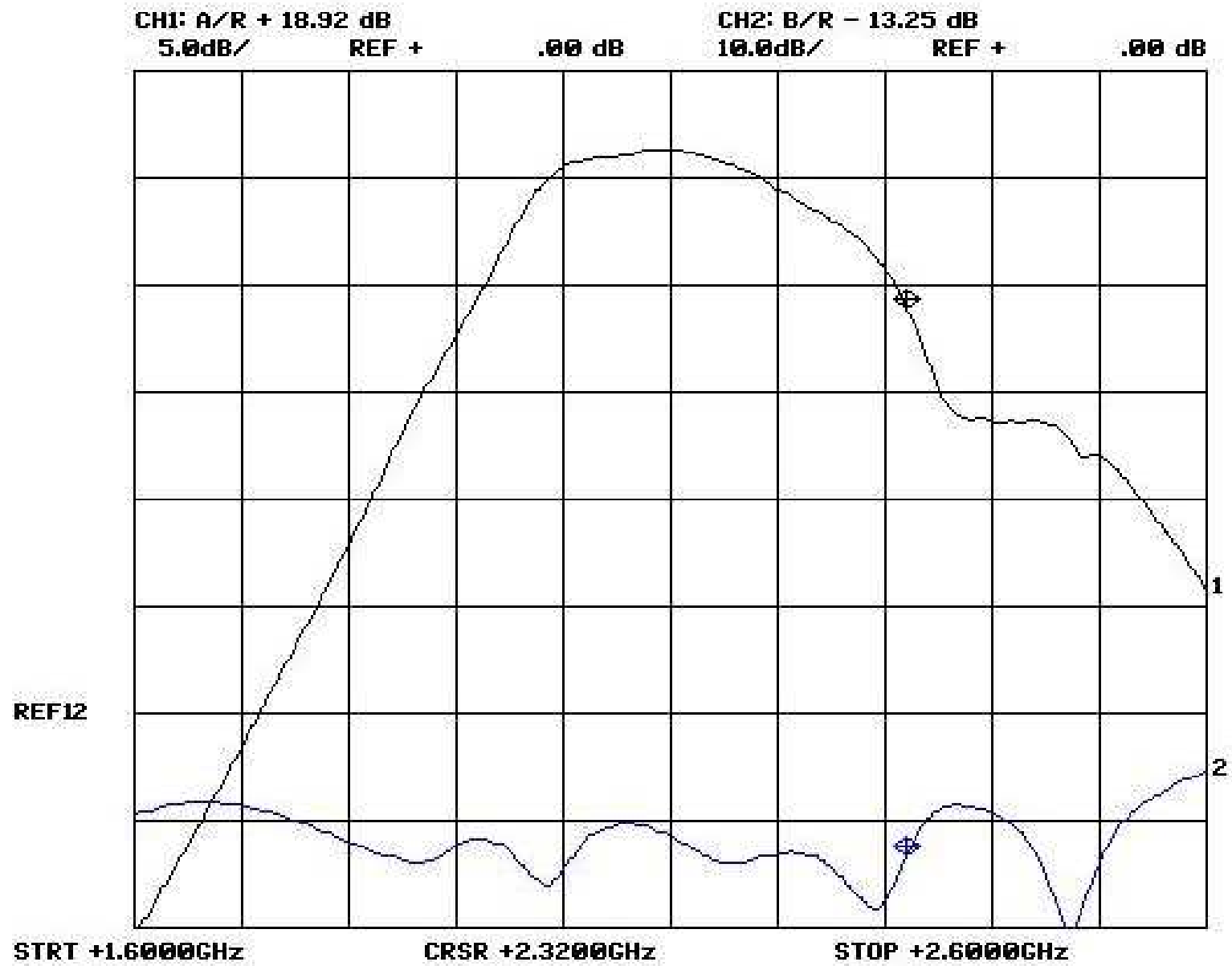


Fujisu push driver seul 24V, Ir=1.15A

Fujisu push final seul 24V



Fujitsu push driver + push final 24V, Ir=3.2A



# **8- Conclusion provisoire**



# CONCLUSION provisoire

- Ampli UMTS Fujitsu : technologie LDMOS série 21xxx préaccordée à 2.1 GHz
- Gain total 45dB + 25dB = 70 dB bein trop grand d'ou :
  - non utilisation de l'ampli amont à grand gain
  - seule la partie de puissance aval de 25dB sera utilisée
  - liaison Subclic d'entrée directe vers 1er coupleur 90°
- Essais linéaires puis de puissance effectués à 2.14 GHz sous 24V après TR02 sans isolateur de sortie
- Contrairement aux familles Powerwave, non utilisable à  $U < 19V$  ( $I_{\text{repos}}$  tombant très vite en-dessous).  
Il faut reconcevoir un circuit de polarisation grilles, non pas à partir de diviseurs résistifs seuls (page 30) mais à partir d'un LM317 ou équivalent pour chaque push

Mesures effectuées sous impérativement 24V et SANS l'isolateur de sortie (perte 1.1 dB)

F (GHz)	Gain lin (dB)	Ic/Itot (A)	P1dBc	P2dBc	P3dBc
2.14	25.1	3.2 / 17.0	49.5 dBm / 89W	50.5 / 112W	51 / 128W
2.32	16.9	3.1 / non mes	44.8 / 30W	46.8 / 43W	47.4 / 54W

**Attention à la puissance maximale du coupleur 90° final actuel !!**

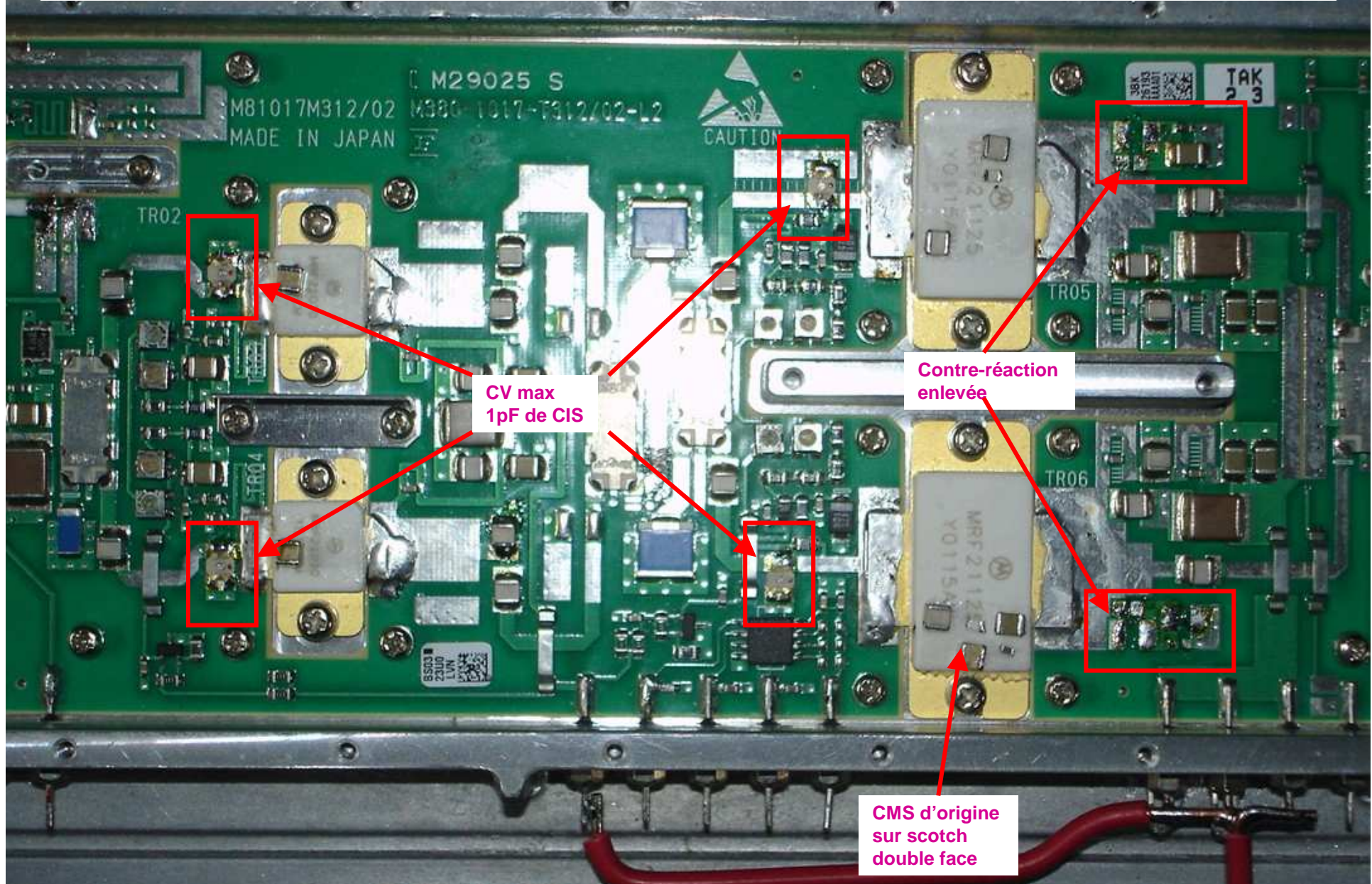
Prochaine étape : adaptation de la chaîne amplificatrice aval à la bande 2.32 GHz (pas évident) !!

NB : Recherche isolateur de puissance de format et type TDK CU13G, mais à 2.32 GHz

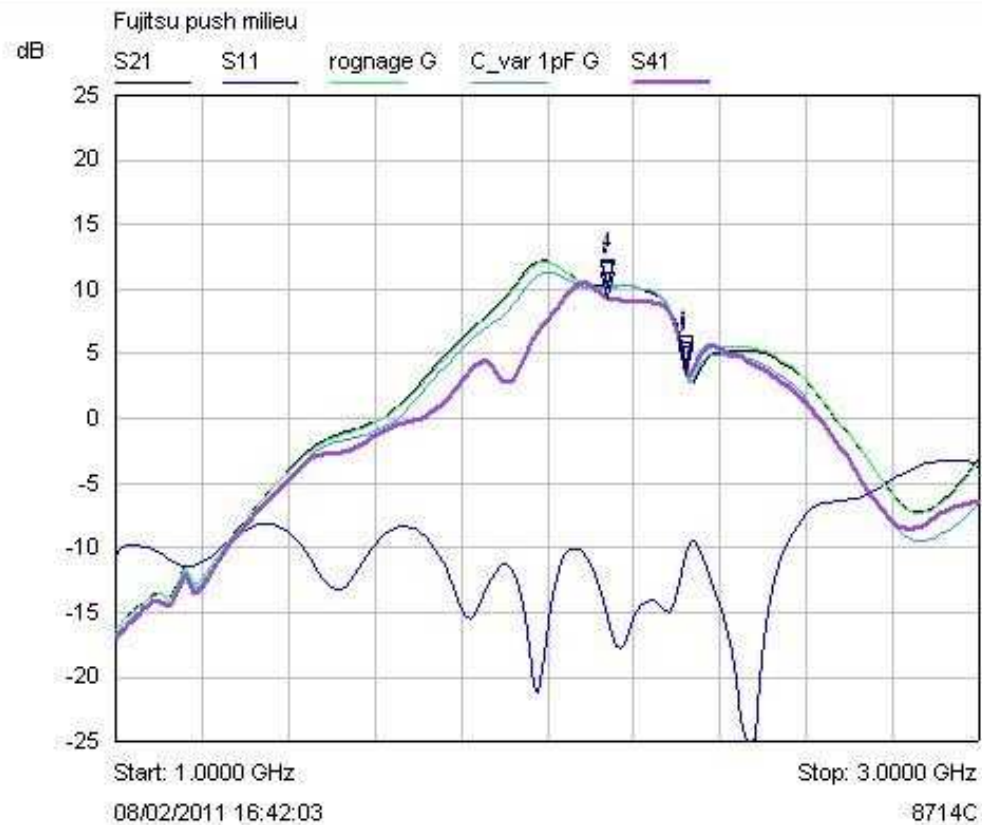
## 9- Addendum

Essai d'adaptation à 2.32 GHz indépendamment sur chaque push, mais pour le moment non résolu  
Il faudra « recouper » les stubs d'adaptation en série dans les lignes grille et drain

# Substitution des capas CMS amont grille par des CV's max 1pF



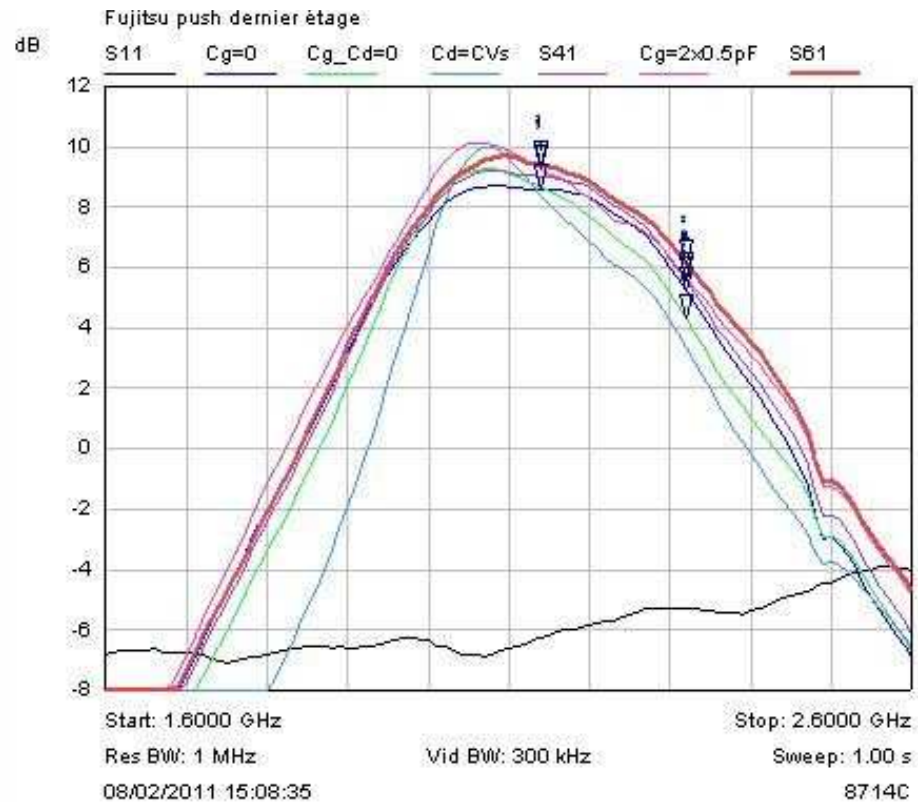
# Modifes et mesures au VNA



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	2.1400 GHz	10.34 dB	Cg=1pF
2	S21	2.3200 GHz	4.33 dB	Cg=1pF
3	rognage G	2.3200 GHz	3.46 dB	1pF + rognage piste
4	C_var 1pF G	2.1400 GHz	10.10 dB	CV G
5	C_var 1pF G	2.3200 GHz	3.48 dB	CV G
6	S41	2.1400 GHz	9.36 dB	rognage 1 ligne drain
7	S41	2.3200 GHz	3.81 dB	rognage 1 ligne drain

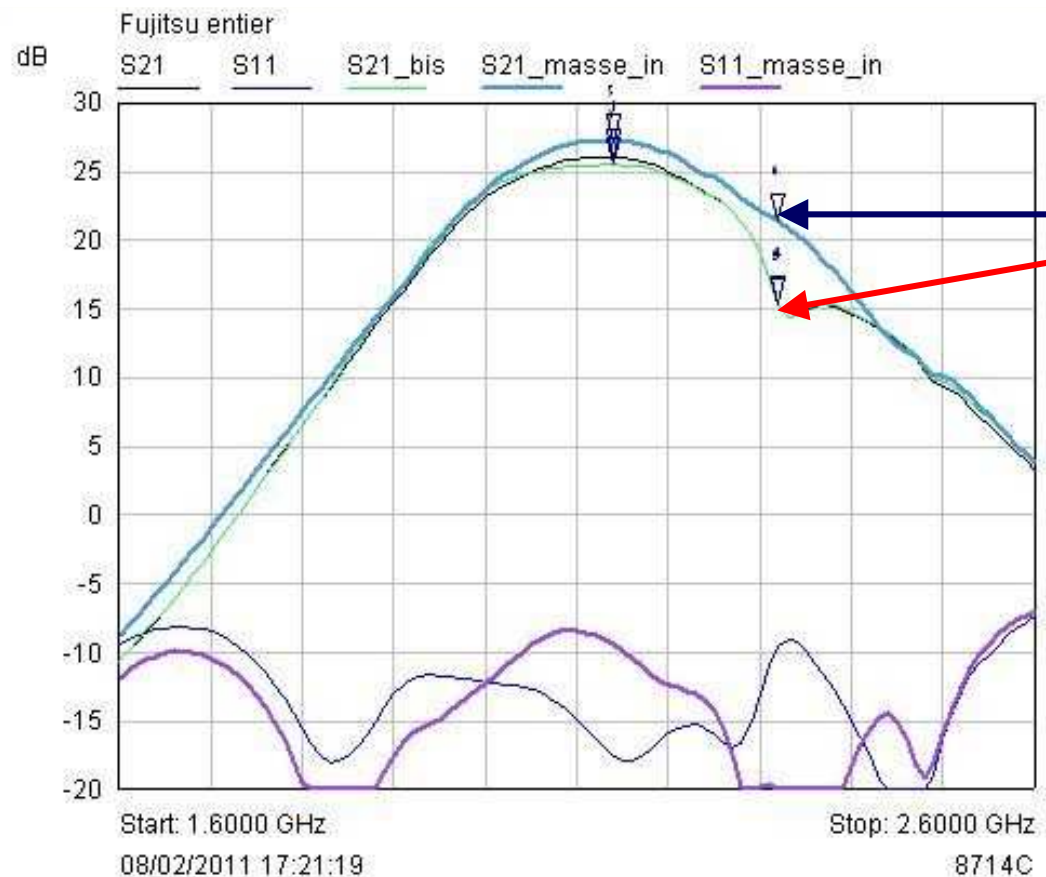


# Modifes et mesures au VNA



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Cg=0	2.1400 GHz	8.59 dB	Cd=1pF Cg=0
2	Cg=0	2.3200 GHz	5.23 dB	Cd=1pF Cg=0
3	Cg_Cd=0	2.3200 GHz	4.31 dB	OpF G et D
4	S41	2.3200 GHz	5.56 dB	Cd=1pF Cg=0
5	Cg=2x0.5pF	2.1400 GHz	9.27 dB	Cd=1pF, Cg=0.5pF
6	Cg=2x0.5pF	2.3200 GHz	5.67 dB	Cd=1pF, Cg=0.5pF
1	S61	2.1400 GHz	9.41 dB	+ rognage pads grilles
2	S61	2.3200 GHz	6.13 dB	+ rognage pads grilles

# Modifes et mesures au VNA



Correction de la résonance (mauvais point masse RF entrée côté Subcllic)

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	2.1400 GHz	26.06 dB	driver : CVs 1pF grilles
2	S21	2.3200 GHz	15.25 dB	driver : CVs 1pF grilles
3	S21_bis	2.1400 GHz	25.48 dB	rerèglage CV grilles
4	S21_bis	2.3200 GHz	15.33 dB	rerèglage CV grilles
5	S21_masse_in	2.1400 GHz	27.20 dB	résonance in supprimée
6	S21_masse_in	2.3200 GHz	21.39 dB	résonance in supprimée