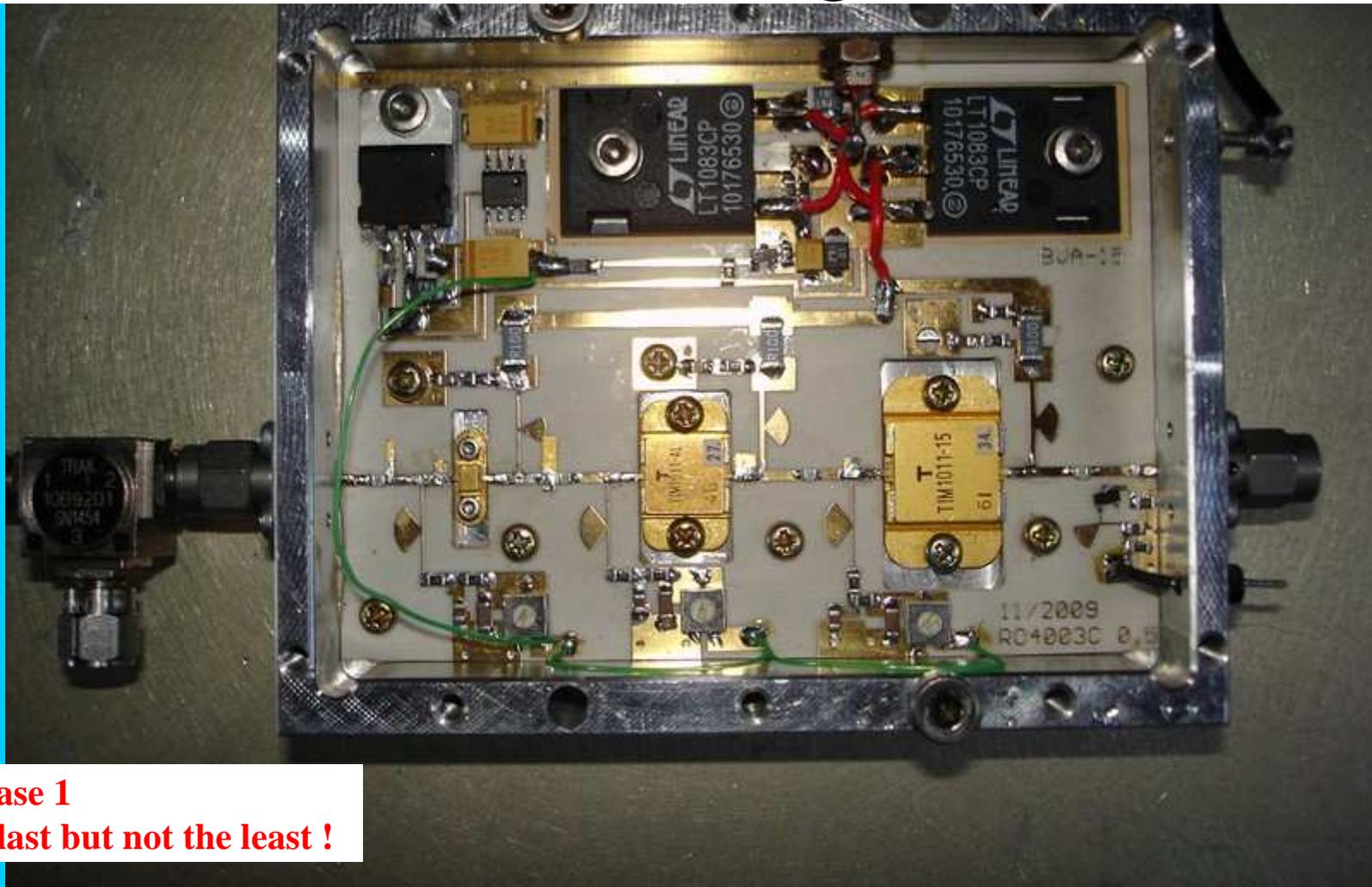


Ampli 10 GHz 15W type F6BVA, de F5BQP



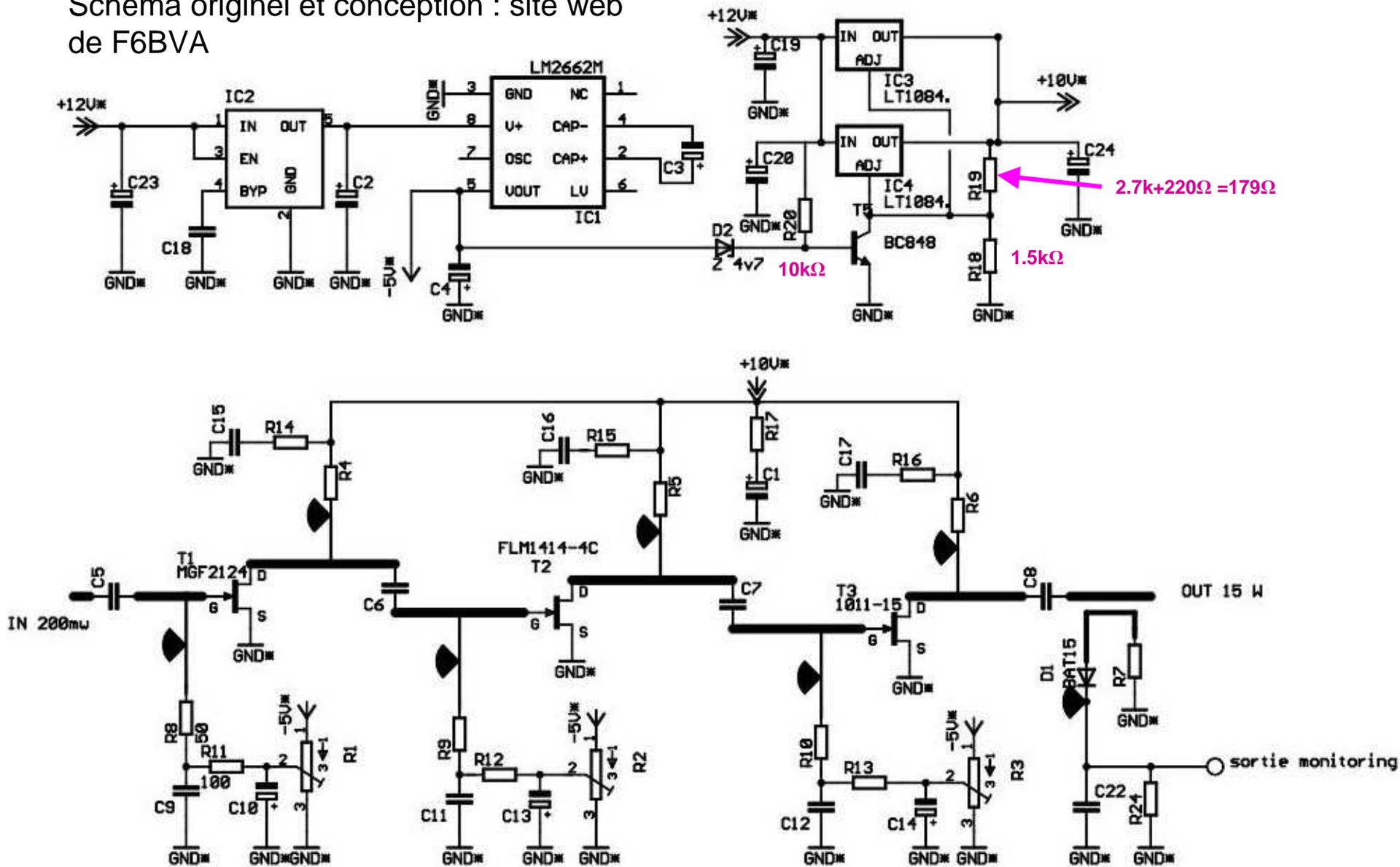
Release 1
The last but not the least !

Plan

- 1- Bibliographie
- 2- Vue intérieure
- 3- Vérifications DC
- 4- Mesures au scalaire
- 5- Mesures en compression à 10.37 GHz
- 6- Influence du courant de repos sur la linéarité → nouvelle mesure du meilleur compromis
- 7- Conclusion

1- Bibliographie

Schéma original et conception : site web de F6BVA

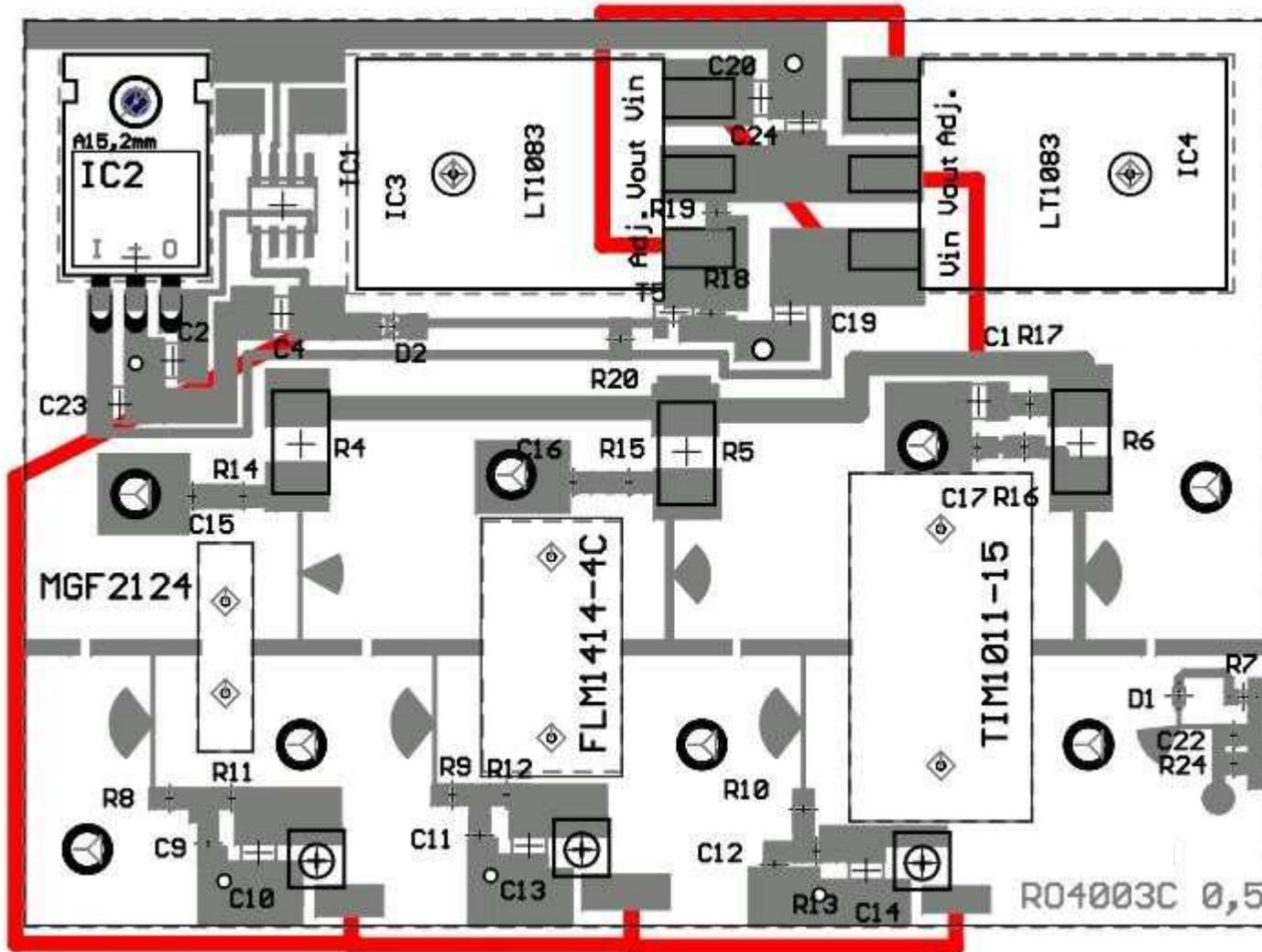


2.7k+220Ω = 179Ω

1.5kΩ

10kΩ

Implantation suggérée



Nomenclature

Position	Valeur	Comment	Référence
T1	MGF2124		
T2	FLM1011-4	Ou équivalent	
T3	TIM1011-15		
IC1	LM2662/3	SOIC8	349 2648
IC2	7805		
IC3,IC4	LT1083		
R1, R2,R3	220 ohms	Aj.	100 1111
R4	1 ohm	MSP1S	393 4833
R5,R6	0,1 ohm	MSP1S	393 4776
R7	47 ohms	0805	
R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13	47 ohms	0805	
R14, R15, R16, R17	47 ohms	0805	
R18*	1k5	0805	
R19*	220 r + 2k7 en//	0805	
R20	10 K	0805	
R24	10 K	0805	
D1	BAT15		
D2	Bzx284-4v7	SOD110	216 9640
T5	BC848		
C3, C4	47 μ f	Tantale	
C5, C6, C7, C8	1pf	ATC 100a	
C9, C11, C12, C15, C16, C17, C22	1nf	0805	
C10, C13, C14	100nf		
C1, C2, C19, C20, C24	4,7 μ	Tantale	

- A ajuster pour VDS 9,5v à 10v.
- En plus des 8 vis de 2,5mm prévus, il serait bien de coller le print dans le boîtier fraisé.
- Ne pas oublier l'isolant sous IC3/IC4
- Ne pas oublier le rivet sur l'émetteur de T5.
- Ne pas oublier le clinquant sur les parties hachurées de l'implantation.
- Ne pas oublier les fils « en l'air » représenté en rouge sur l'implantation.

10 GHz 15W F6BVA 3 stages amp

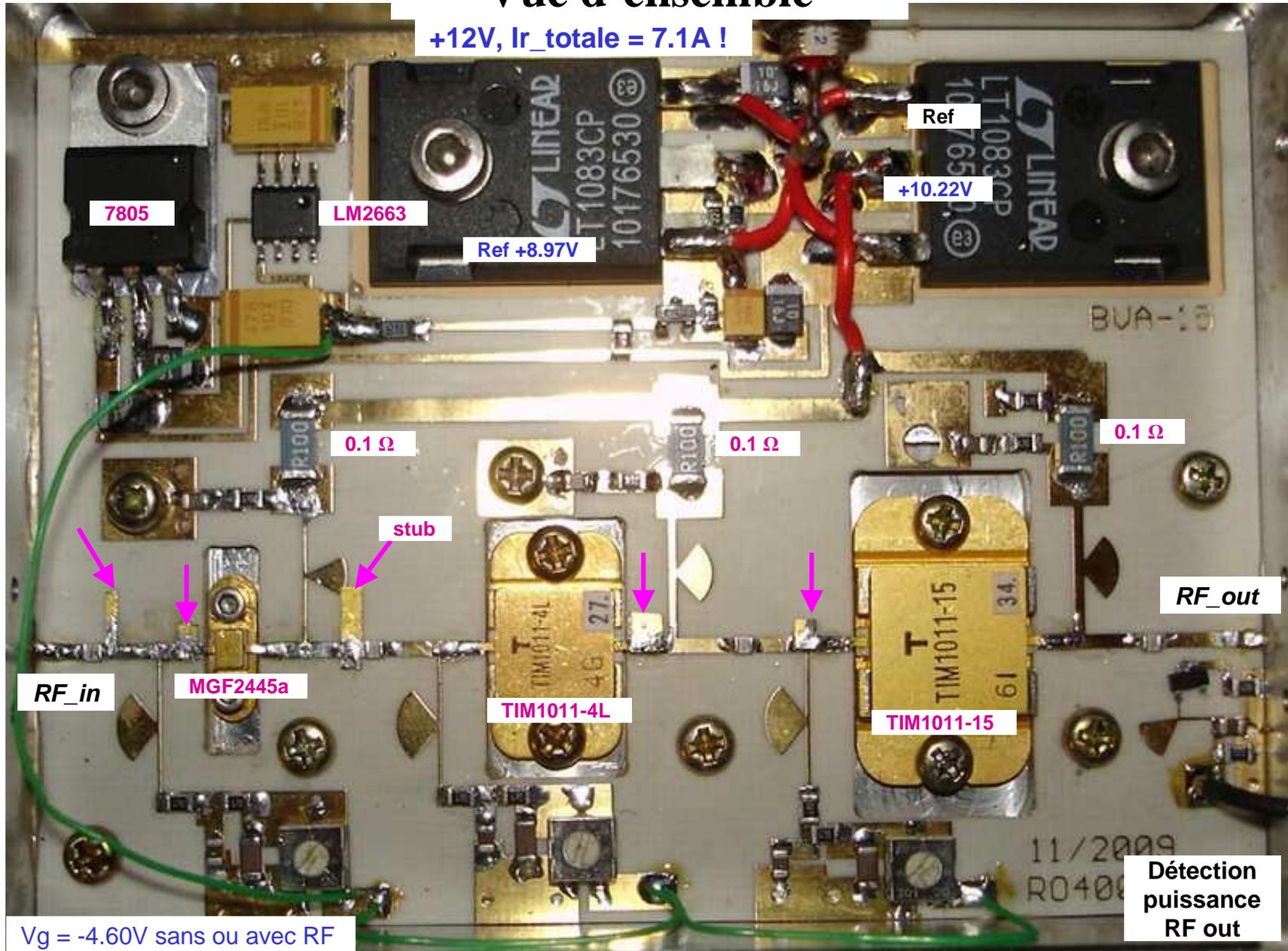
Composants à commander chez :

	Prix	Qui ?	eMail
Circuit imprimé 3 étages doré + vias	18.70€	F5BQP	pfmonet@wanadoo.fr
Boîtier fraisé 3 étages + couvercle	50€	F5FMW Arthur PAIS - LOUMET- 81350 SAINT GREGOIRE	hansdb@hotmail.com
MGF 2124 ou 2445a	39.95£	Grande-Bretagne	
TIM1011-4L	99.95\$	USA	
TIM1011-15	>250€	?	hansdb@hotmail.com
2 x LT1083 + isolant	?	?	?
Absorbant sur couvercle	?	?	?
CMS, R, C, NPN, régulateur low-drop, etc ...	?	SMG Diffusion Electronique Diffusion	f1ge@orange.fr

Ce tableau sera complété dans le futur

2- Vue intérieure

Vue d'ensemble



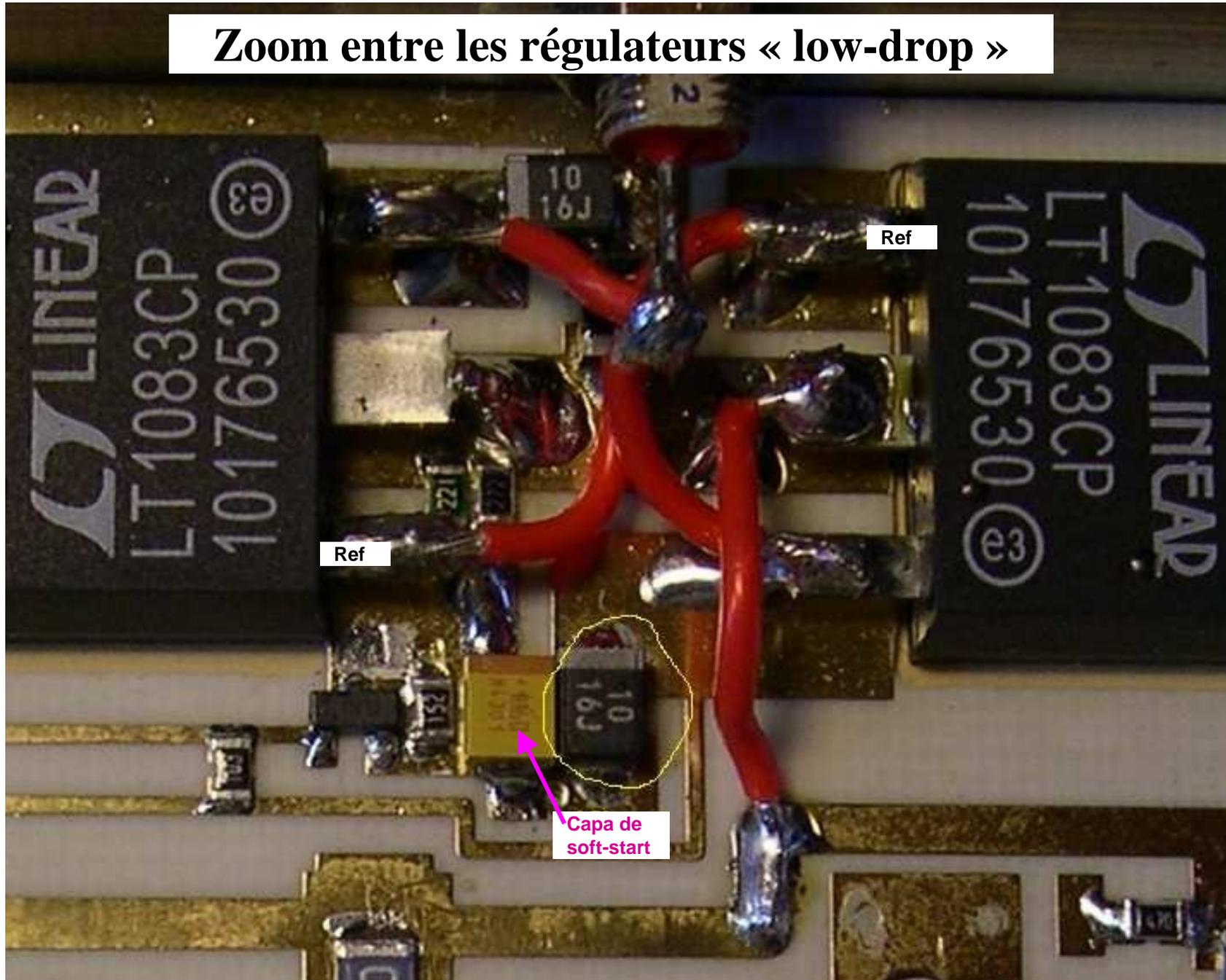
Notes sur le circuit imprimé

- Circuit Rogers RO4003C $e=0.5\text{mm}$ conçu par F6BVA, doré, équipé de via-holes sous l'idée de F5BQP car systématiquement utilisée dans l'industrie à ces fréquences)
- Via-holes = trous métallisés reliés électriquement à la face arrière métallisée du circuit imprimé et permettant grâce à leur longueur minimale, de minimiser les selfs de masse série tout en diminuant la résistance Ohmique série compatibles avec les règles RF.
- Le collage du circuit imprimé permet un contact électrique masse face arrière / intérieur boîtier métallique optimal. Les colles utilisées sont à base d'Epoxy chargée à l'argent et en général à 2 composantes, à mélanger juste avant utilisation. Mais le contact électrique ne sera toujours effectif qu'après polymérisation. Les plus célèbres sont :
 - L'Epotek H20e polymérisée à au moins à 80° au bout d'une heure (130°C après 20 minutes)
 - La Chemtronics CW2400 polymérisée après mélange à la température ambiante au bout de 2 heures et disponible chez Farnell (utilisée ici)
- La colle pallie au serrage aléatoire des vis de fixation du circuit imprimé en fond de boîtier tout en assurant un contact arrière reproductible et fiable dans le temps (surtout près du FET final)
- La dorure donne un aspect fini irréprochable tout en assurant une protection optimale contre l'oxydation de la couche cuivrée

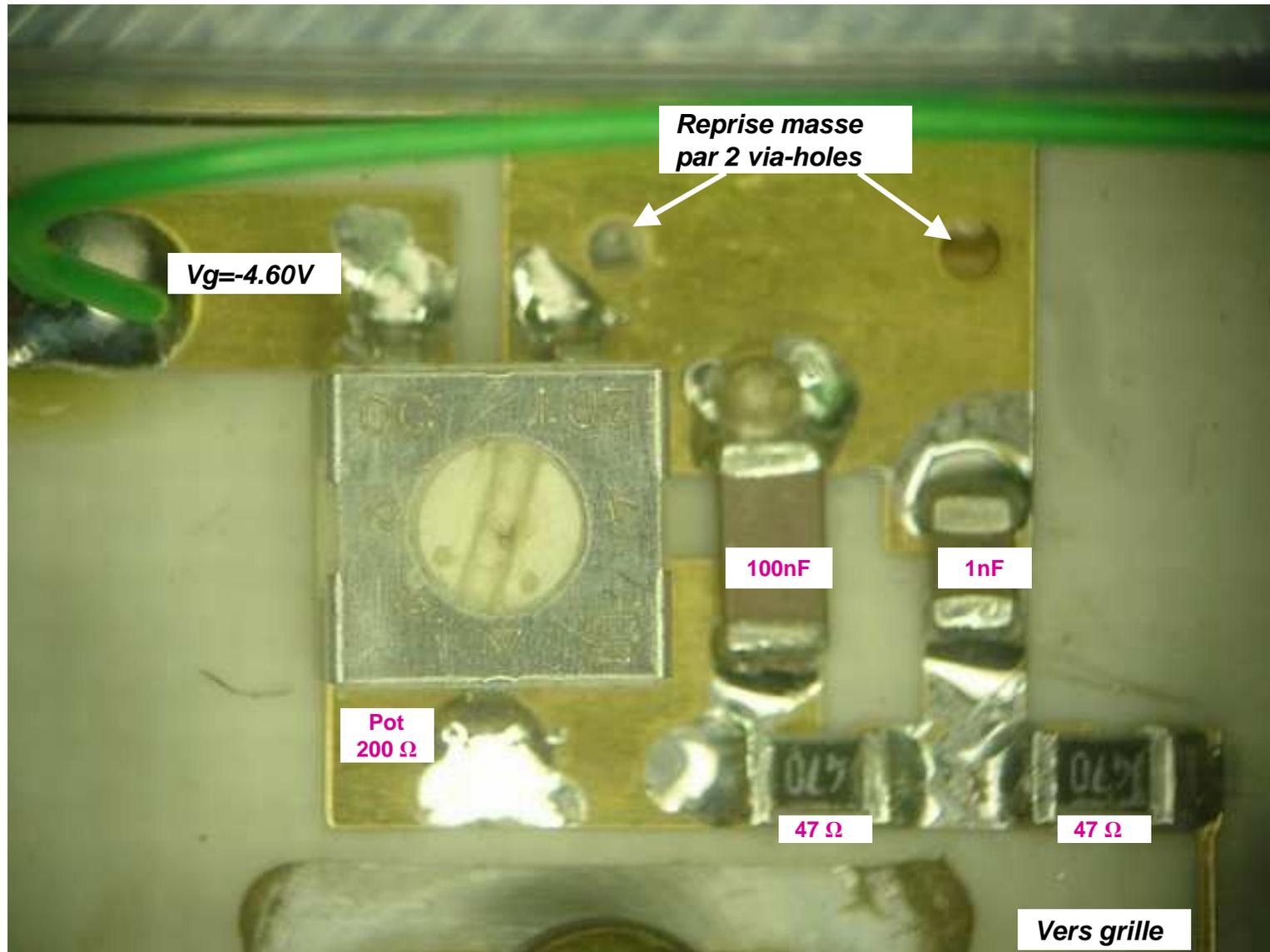
NB sur la résistance drain de T1 :

Contrairement au design originel utilisant un MGF2124 ou une 1Ω suffit, le MGF2445a nécessite impérativement une 0.1Ω pour fonctionner !!

Zoom entre les régulateurs « low-drop »

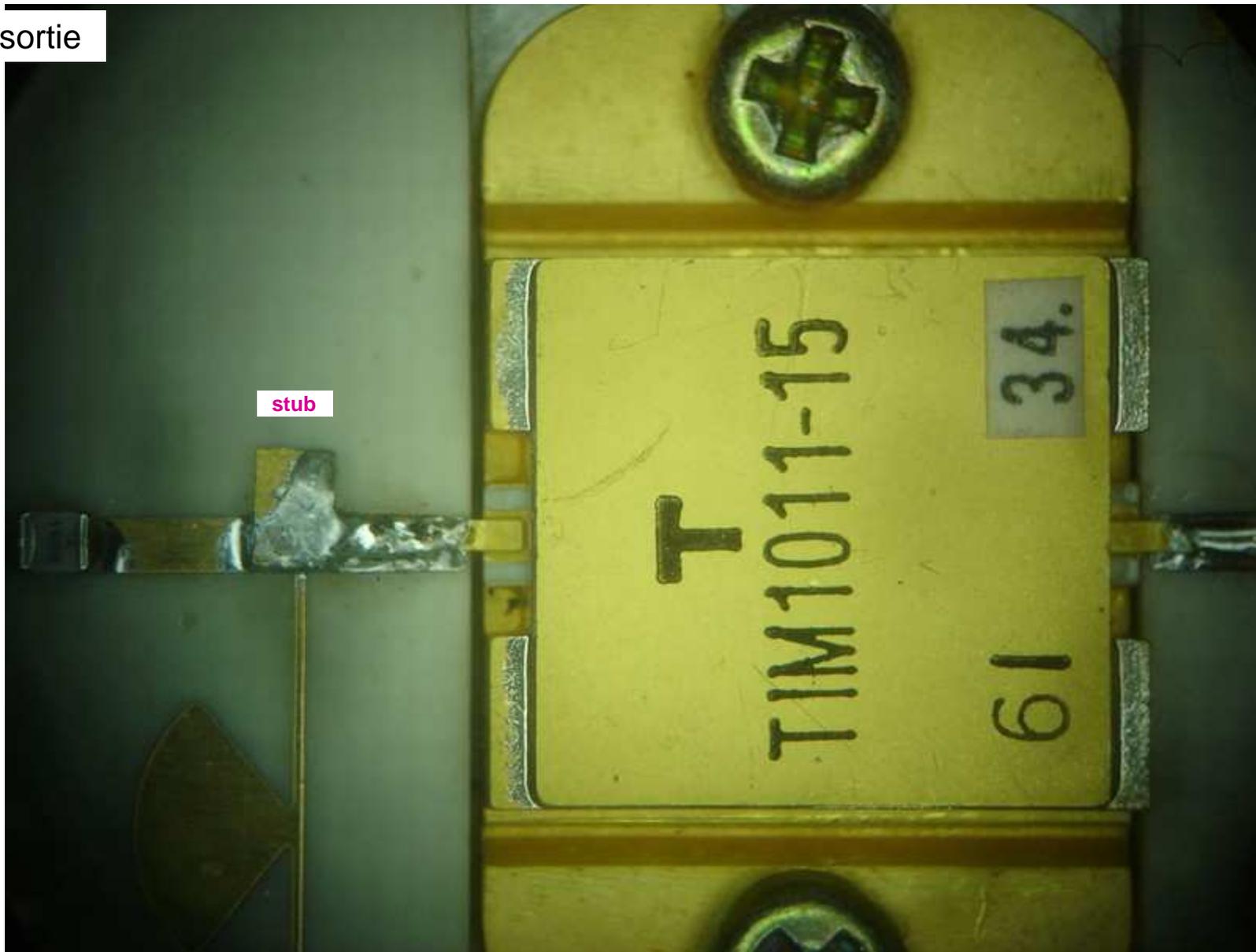


Découplage d'une alime grille



Zooms

Fet de sortie



3- Vérifications DC

Vérification des courants de repos

Dixit F5BQP

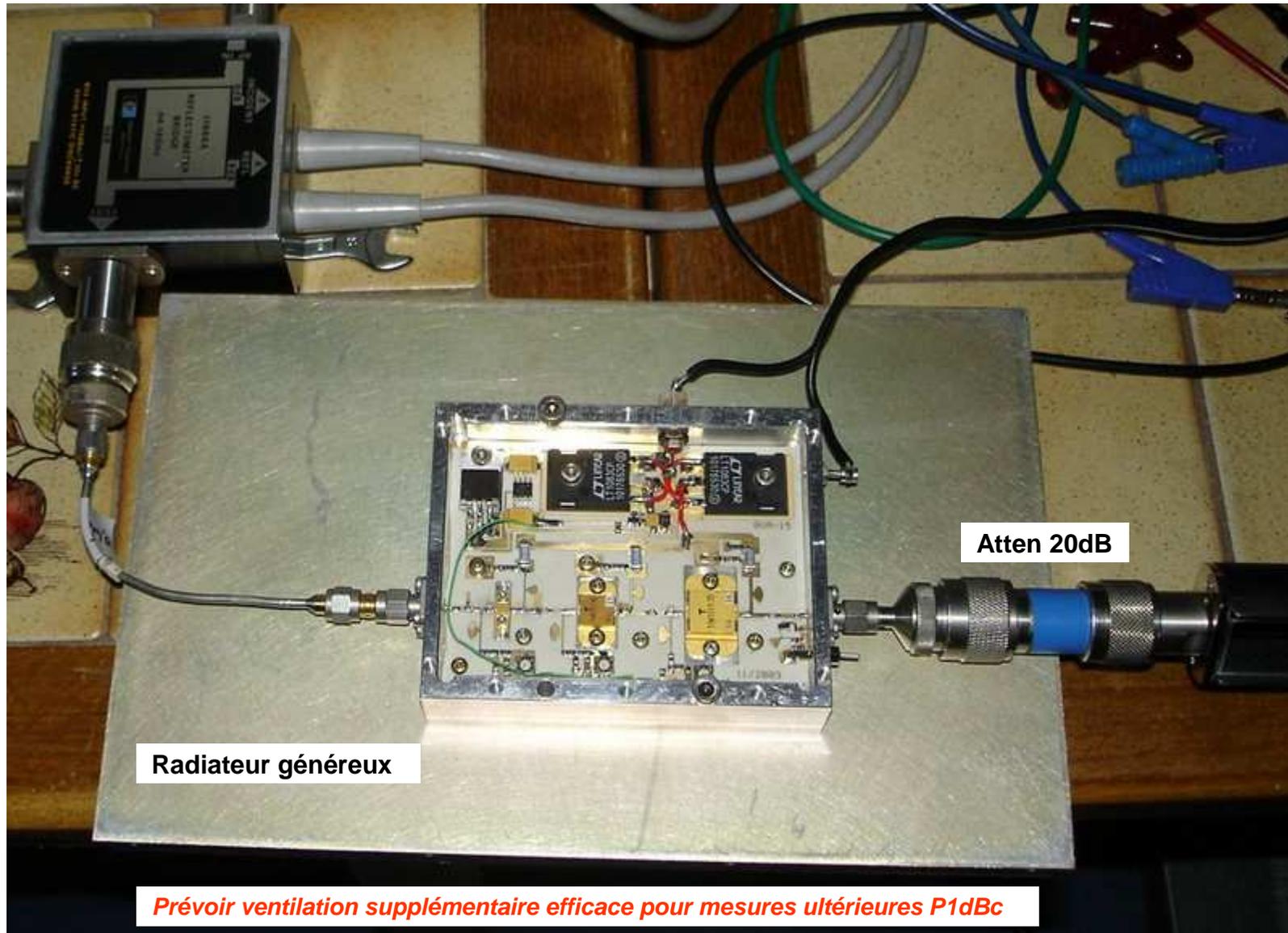
Mesures à 12V	CI_seul	Fet 1	Fet 2	Fet3	TOTAL (A)
Ir_drain (mA)		0.5	1.4	4.35	6.25
Vg (V)		-1.49	-1.99	-1.36	

Courant total relevé ici = 7.2A à froid et sans couvercle descendant progressivement à 6.3A au bout de 2 à 3 minutes

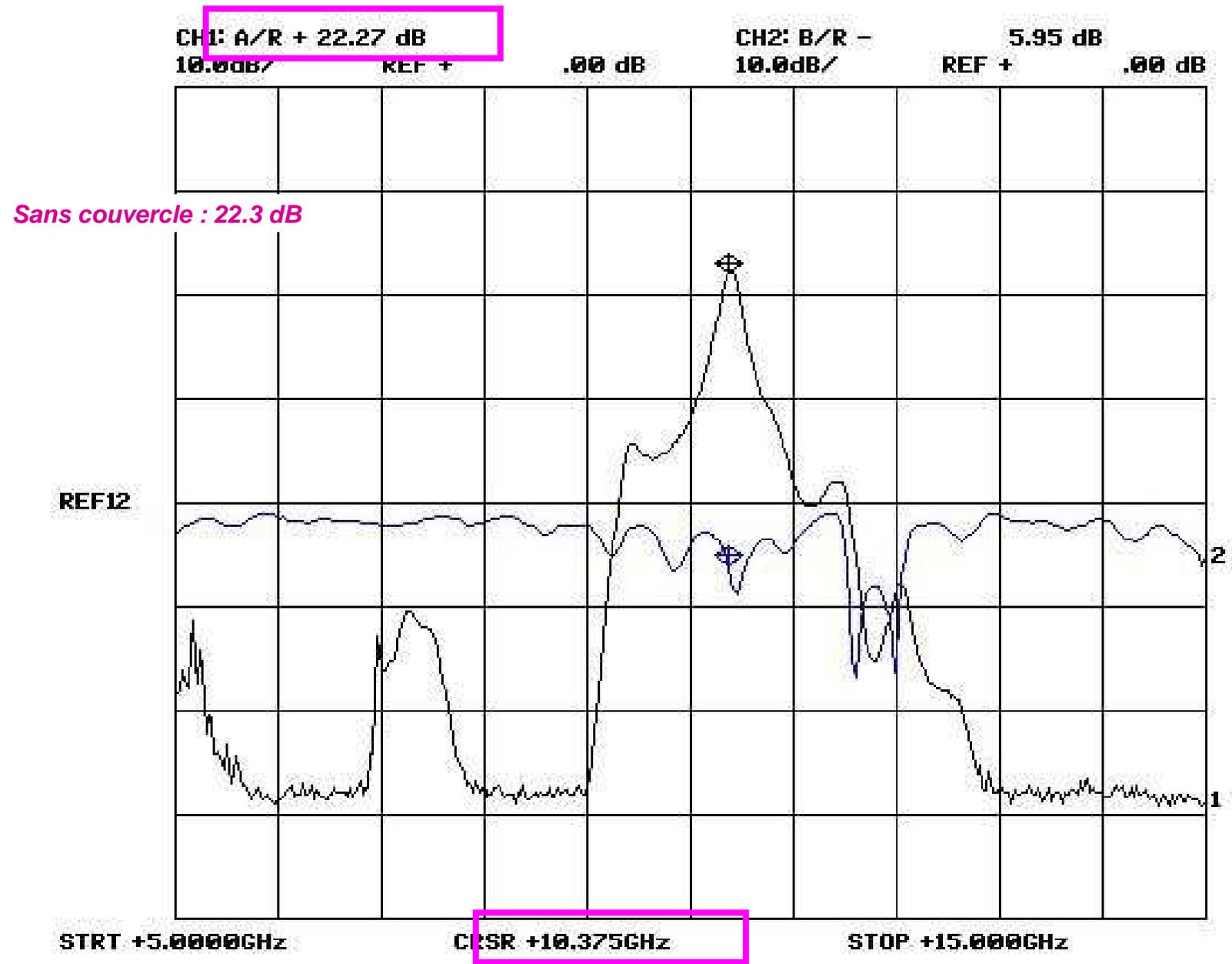
Vg commune = -4.60V SANS ou AVEC RF

4- Mesures au scalaire

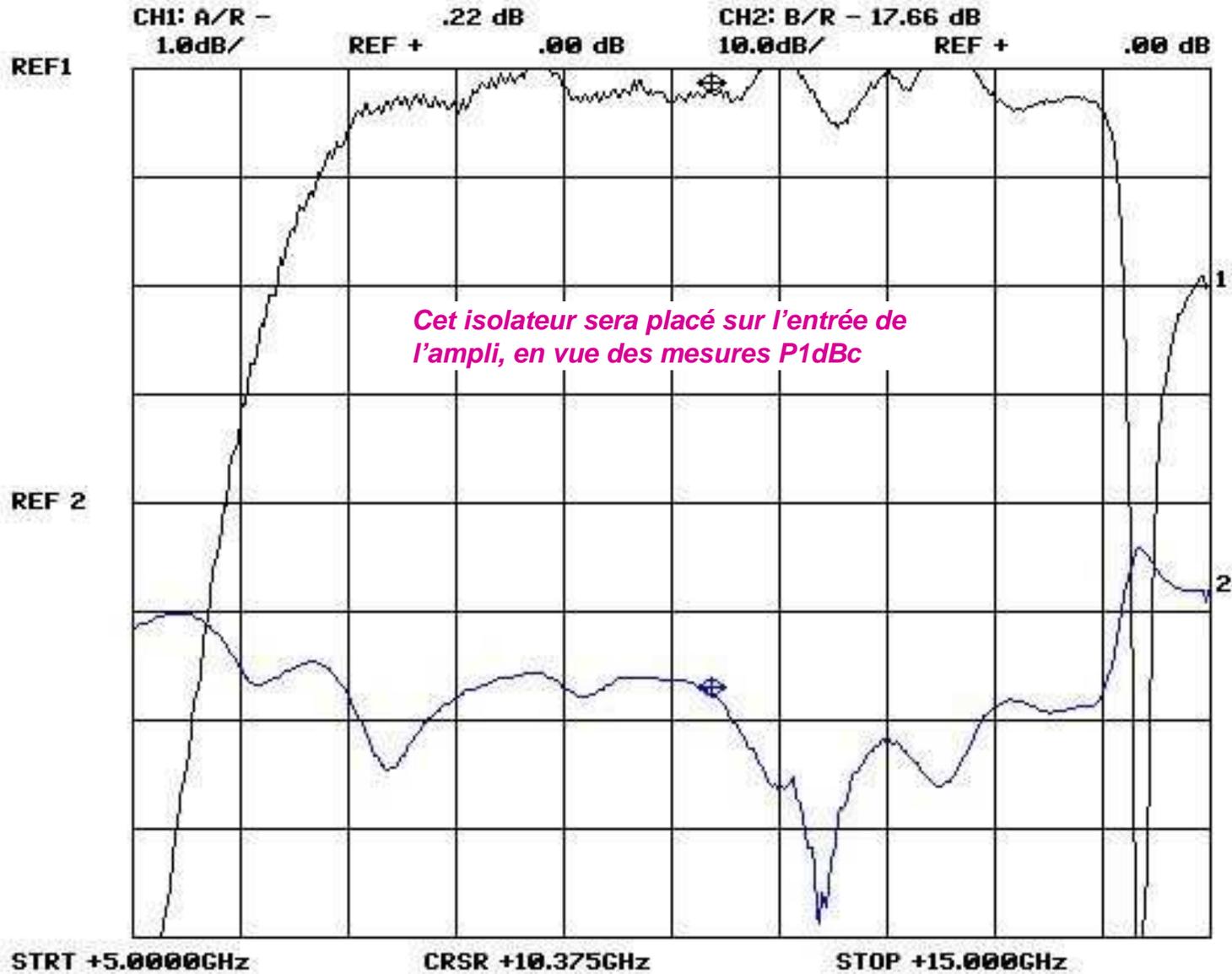
Banc de mesure scalaire



Ampli 10 GHz 3 etages F5BQP 12V Ir=7.4A



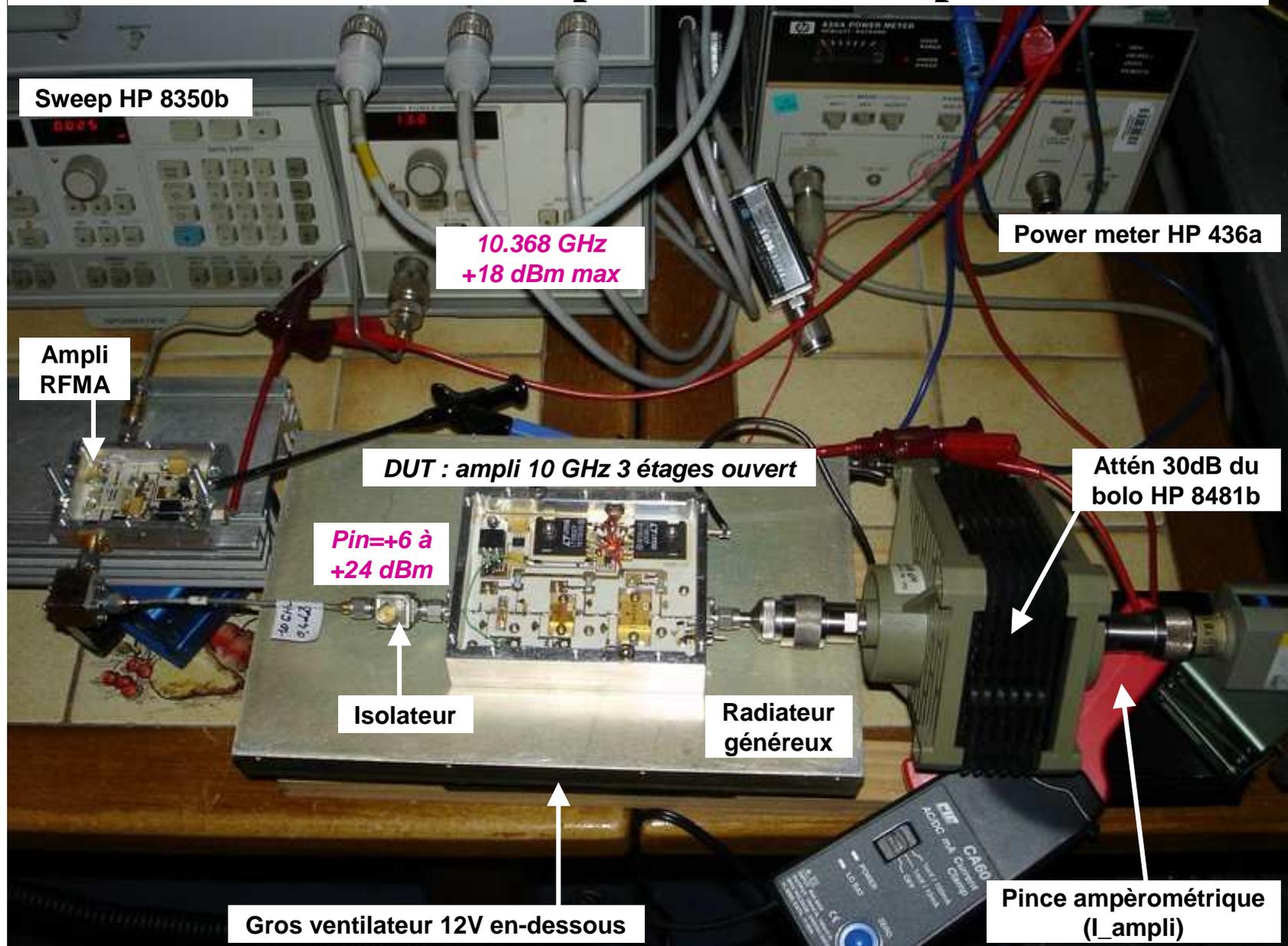
Isolateur TRAK 10B9201 F5BQP



5- Mesures en compression à 10.37 GHz

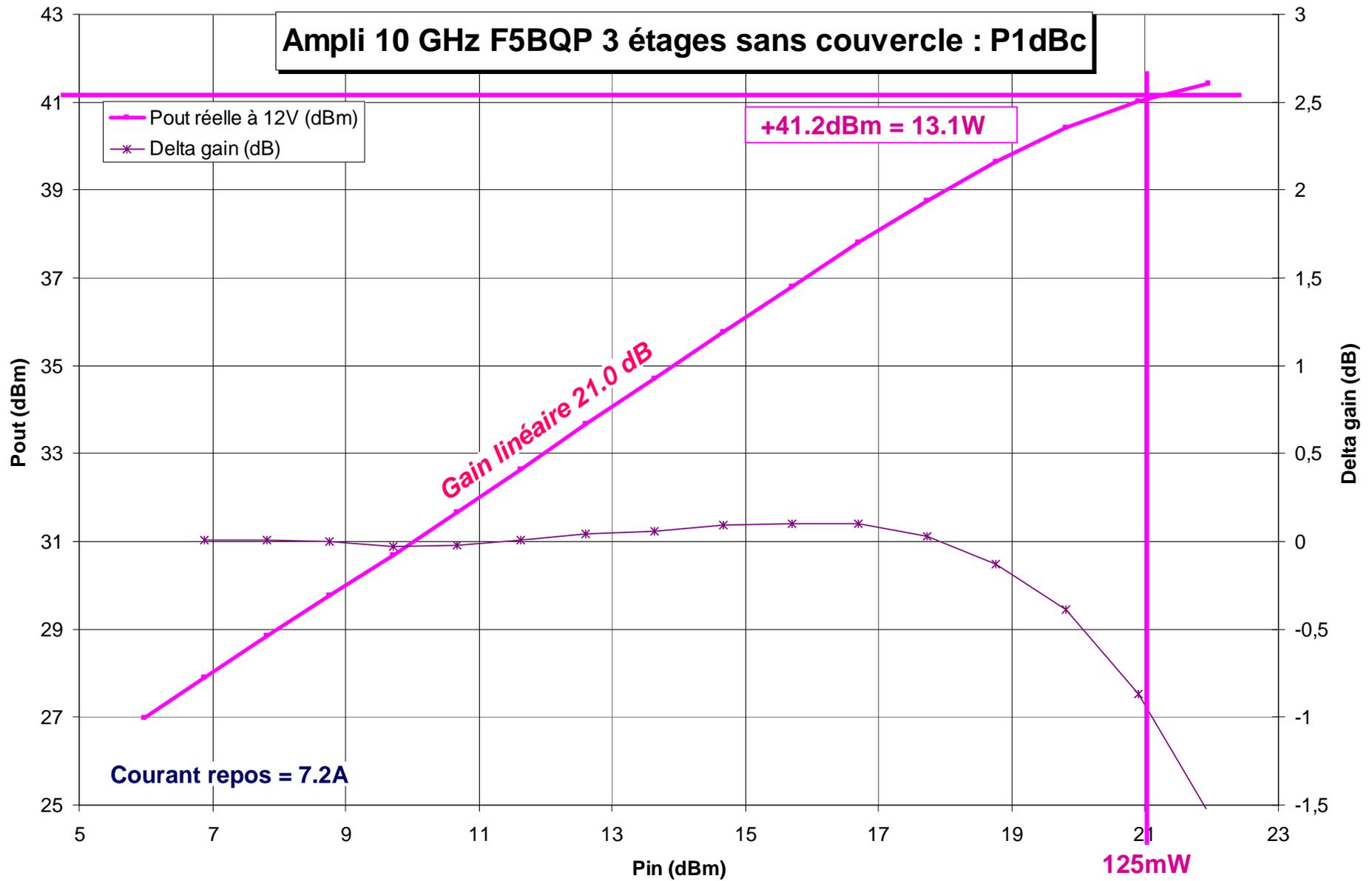
Courant repos total = 7.2 A

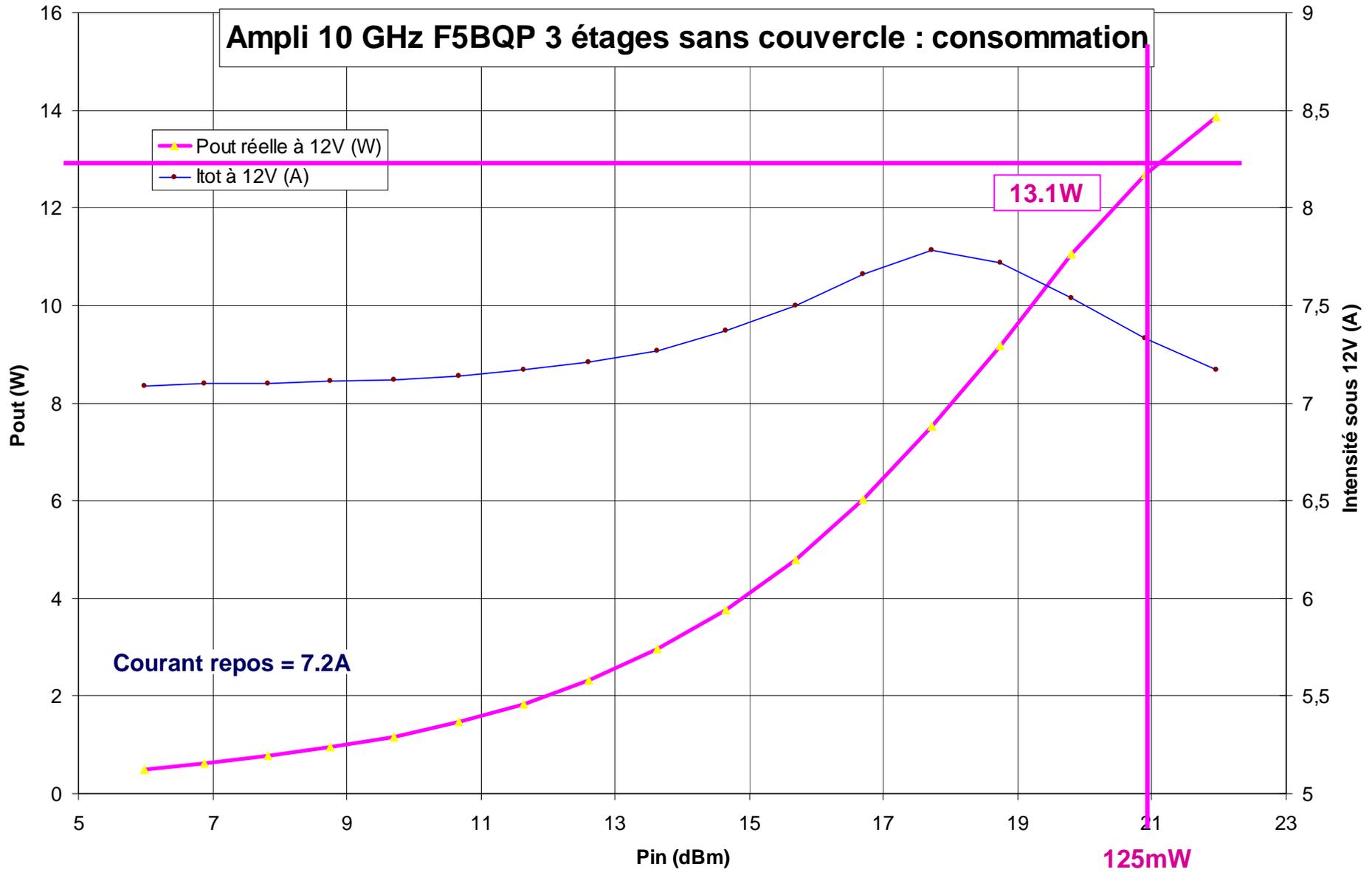
Banc de mesure de puissance en compression



Mesures Excel sans couvercle

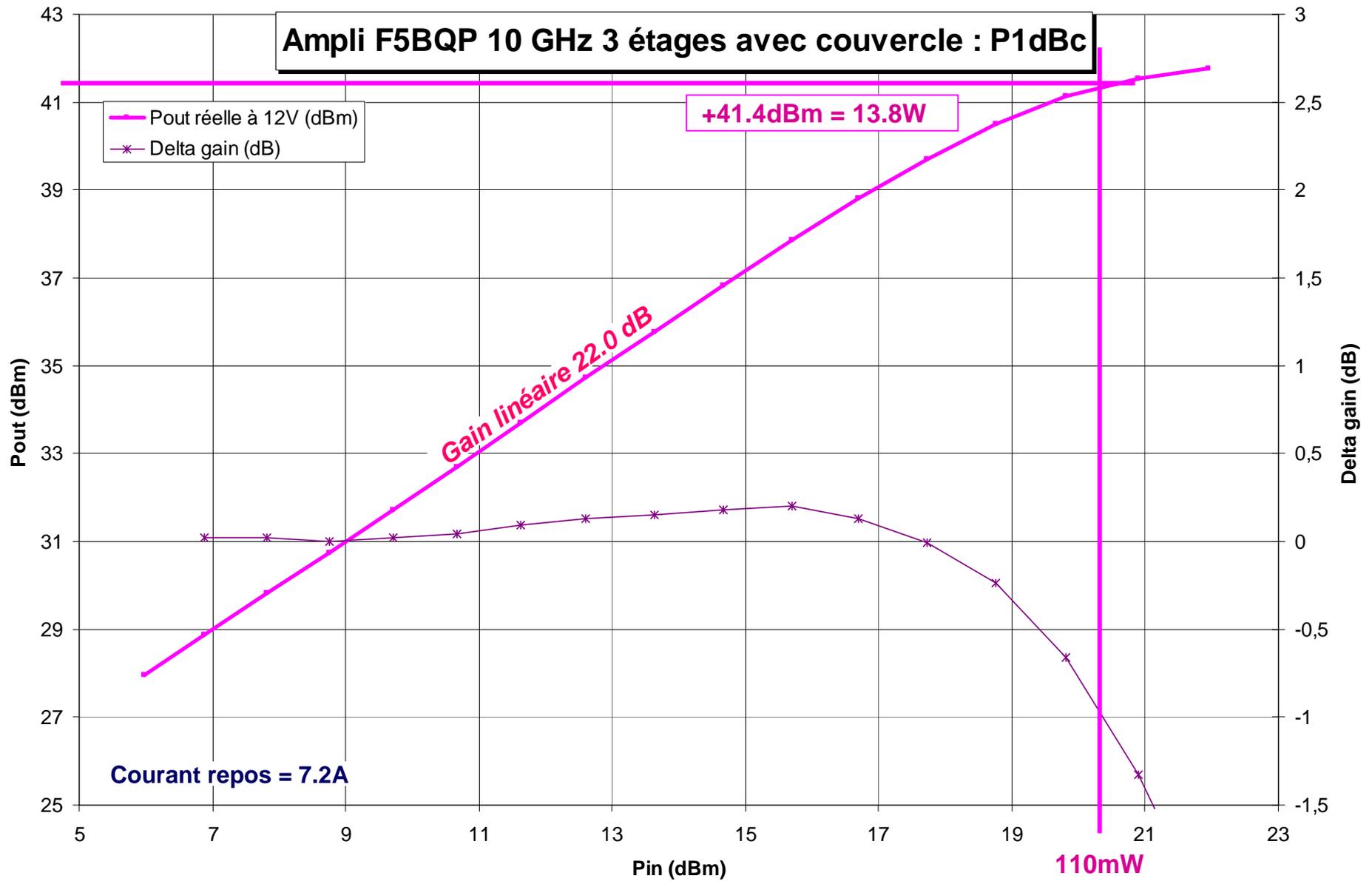
Pin (dBm)	Pout lue à 12V (dBm)	Pout réelle à 12V (dBm)	Pout réelle à 12V (W)	Gain lin à 12V (dB)	Delta gain (dB)	Itot à 12V (A)
						7,14
5,98	-2,51	26,99	0,5	21,01		7,09
6,88	-1,6	27,9	0,6	21,02	0,01	7,1
7,82	-0,66	28,84	0,8	21,02	0,01	7,1
8,76	0,27	29,77	0,9	21,01	0,00	7,11
9,71	1,19	30,69	1,2	20,98	-0,03	7,12
10,67	2,16	31,66	1,5	20,99	-0,02	7,14
11,63	3,15	32,65	1,8	21,02	0,01	7,17
12,61	4,16	33,66	2,3	21,05	0,04	7,21
13,63	5,2	34,7	3,0	21,07	0,06	7,27
14,66	6,26	35,76	3,8	21,10	0,09	7,37
15,69	7,3	36,8	4,8	21,11	0,10	7,5
16,7	8,31	37,81	6,0	21,11	0,10	7,66
17,72	9,26	38,76	7,5	21,04	0,03	7,78
18,75	10,13	39,63	9,2	20,88	-0,13	7,72
19,81	10,93	40,43	11,0	20,62	-0,39	7,54
20,89	11,53	41,03	12,7	20,14	-0,87	7,33
21,95	11,92	41,42	13,9	19,47	-1,54	7,17
23,08	12,13	41,63	14,6	18,55	-2,46	7,14
24,2	12,23	41,73	14,9	17,53	-3,48	7,14





Mesures Excel avec couvercle

Pin (dBm)	Pout lue à 12V (dBm)	Pout réelle à 12V (dBm)	Pout réelle à 12V (W)	Gain lin à 12V (dB)	Delta gain (dB)
5,98	-1,55	27,95	0,6	21,97	
6,88	-0,62	28,88	0,8	22,00	0,0
7,82	0,32	29,82	1,0	22,00	0,0
8,76	1,24	30,74	1,2	21,98	0,0
9,71	2,21	31,71	1,5	22,00	0,0
10,67	3,19	32,69	1,9	22,02	0,0
11,63	4,2	33,7	2,3	22,07	0,1
12,61	5,22	34,72	3,0	22,11	0,1
13,63	6,26	35,76	3,8	22,13	0,1
14,66	7,32	36,82	4,8	22,16	0,2
15,69	8,37	37,87	6,1	22,18	0,2
16,7	9,31	38,81	7,6	22,11	0,1
17,72	10,19	39,69	9,3	21,97	0,0
18,75	10,99	40,49	11,2	21,74	-0,2
19,81	11,63	41,13	13,0	21,32	-0,7
20,89	12,04	41,54	14,3	20,65	-1,3
21,95	12,27	41,77	15,0	19,82	-2,2
23,08	12,4	41,9	15,5	18,82	-3,2
24,2	12,45	41,95	15,7	17,75	-4,2



6- Influence du courant de repos sur la linéarité

Influence du courant de repos sur la linéarité

-7.2A de courant de repos total (FET final à 4.35A) conduit à un ripple positif de seulement 0.1 dB, mais cette valeur est vraiment très grande et le radiateur doit être dimensionné en conséquence

-La mesure d'une autre version de ce même ampli est affecté d'un ripple positif de 2.3 dB - - mais son courant de repos total n'est que de 2.1A (FET final à 1.3A)

-D'où l'idée de trouver le meilleur compromis entre courant de repos minimal et linéarité avec une courbe de gain linéaire avec une bosse positive ne dépassant pas +0.3 dB, visant plus spécifiquement une utilisation en portable.

-Certes la valeur de gain linéaire tombe de 21.0 (I_r=7.2A) à 18.2 dB (I_r=2.95A), mais ne joue pas sur la puissance de sortie en compression

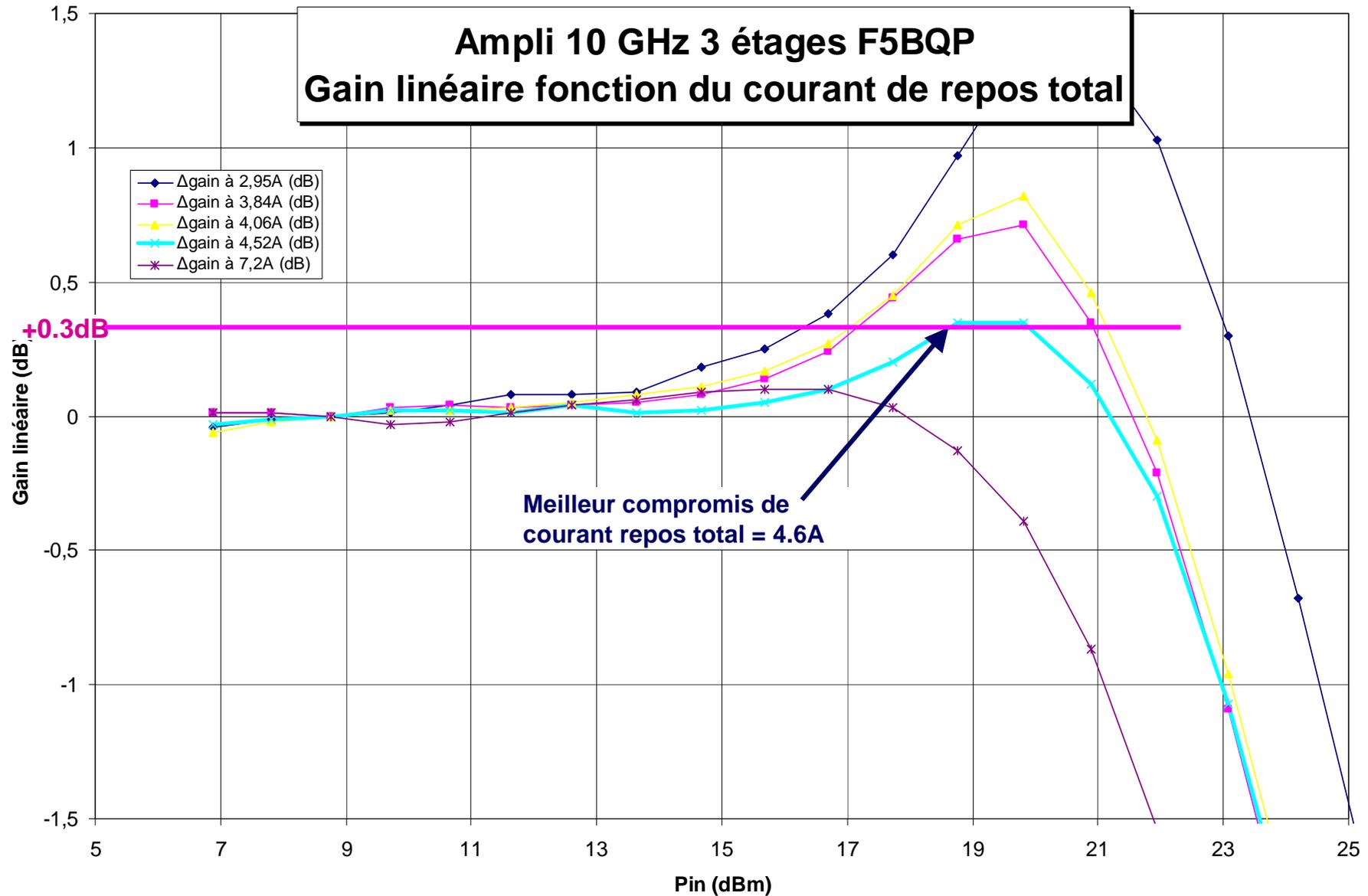
Courants repos réglés sur chaque étage et ripple positif obtenu

Règlage	F5DQK_min		F5DQK_2		F5DQK_3		F5DQK_4		F5BQP	
Fet GaAs	U sur 0,1 Ohm	I (A)								
Fet1	33	330	33	330	32	320	32	320	55	550
Fet2	69	690	98	980	122	1220	106	1060	141	1410
Fet3	193	1930	253	2530	252	2520	314	3140	513	5130
I _r totale		2950		3840		4060		4520		7090
Compr positive (dB)		1,4		0,7		0,8		0,3		0,1

NB:

-à I_d repos = 7,2A, le courant descend progressivement à 7.09A et reste en « régime de croisière » au bout de 2 à 3 minutes environ (avec refroidissement efficace)

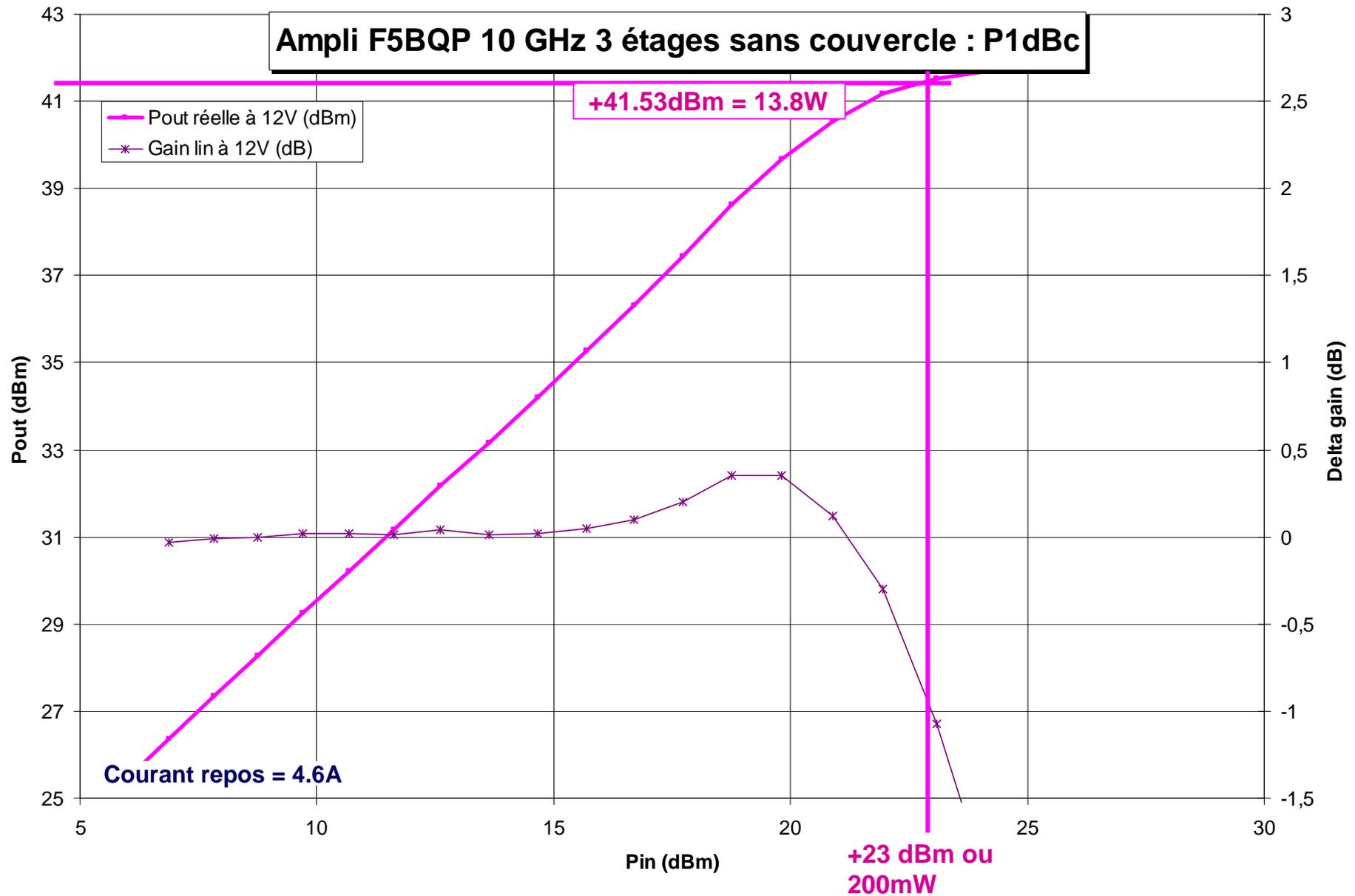
Pour un fonctionnement linéaire correct (ripple positif muselé à 0.3 dB), le dernier FET 15W de puissance exige un courant repos d'au moins 3 Ampères

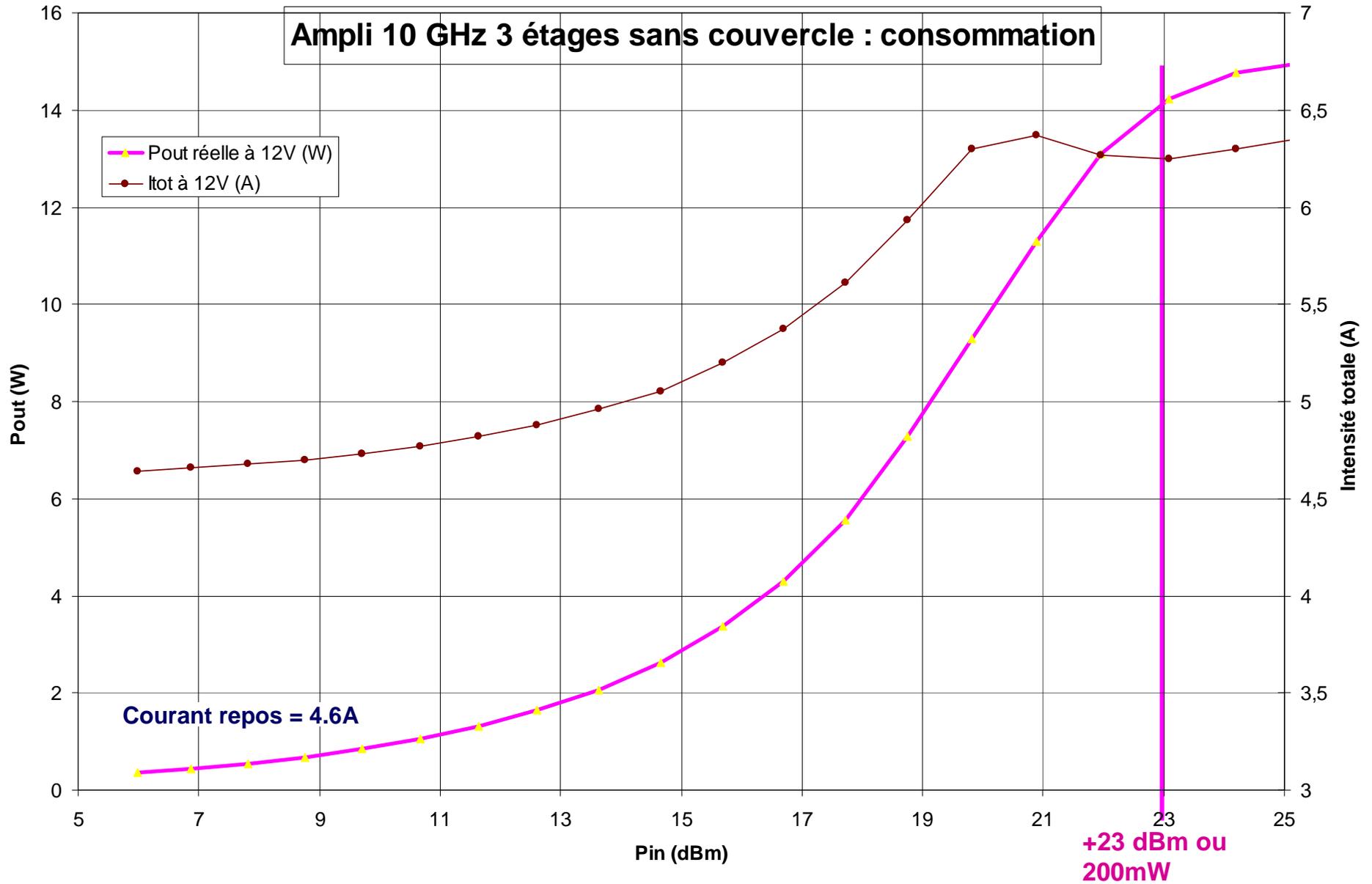


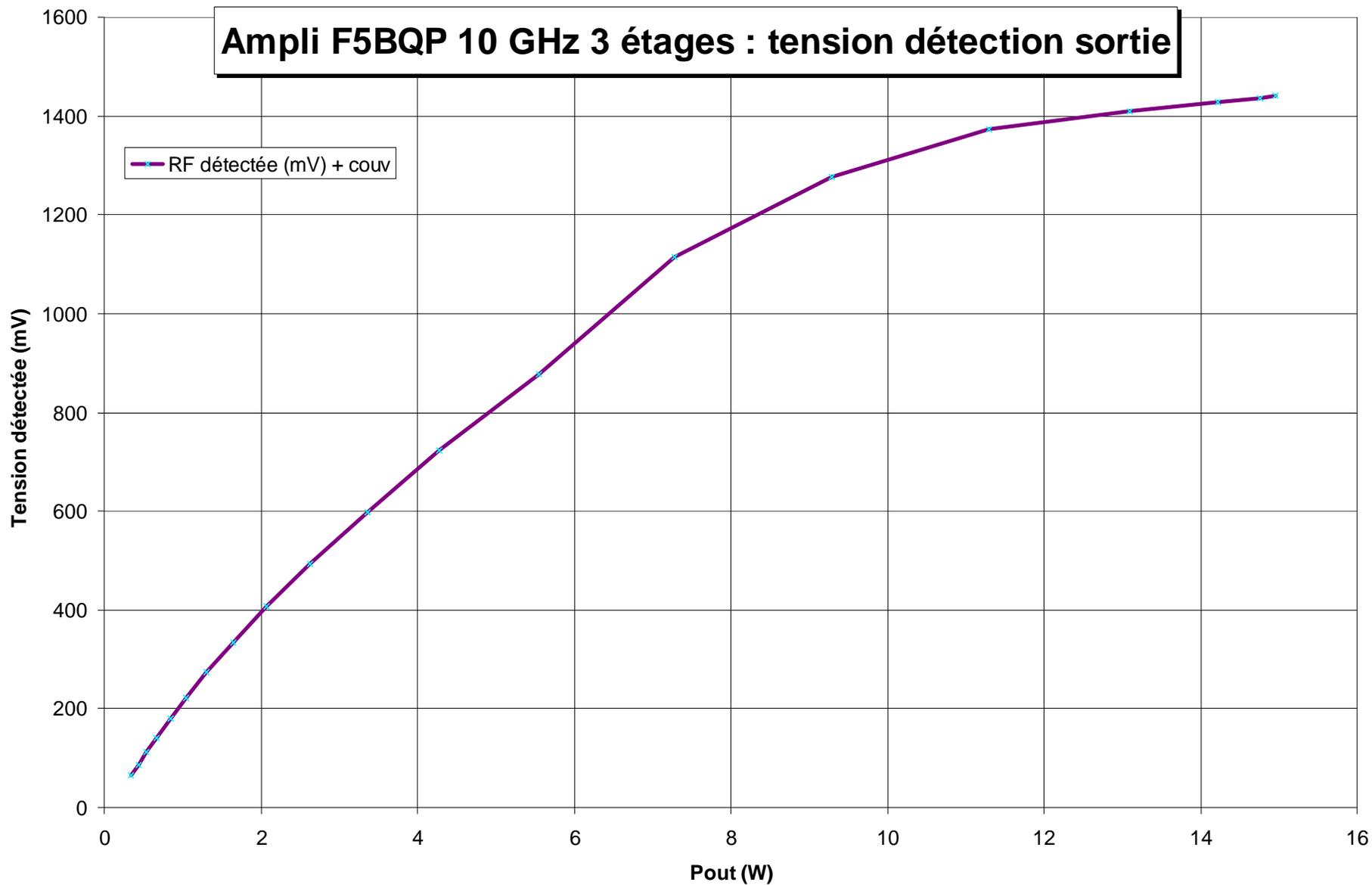
Recherche du meilleur compromis entre courant de repos et puissance de compression inchangée

Nouvelles mesures Excel sans couvercle

Pin (dBm)	Pout lue à 12V (dBm)	Pout réelle à 12V (dBm)	Pout réelle à 12V (W)	Gain lin à 12V (dB)	Delta gain (dB)	Itot à 12V (A)
						4,62
5,98	-4,07	25,43	0,3	19,45		4,64
6,88	-3,13	26,37	0,4	19,49	0,0	4,66
7,82	-2,17	27,33	0,5	19,51	0,0	4,68
8,76	-1,22	28,28	0,7	19,52	0,0	4,7
9,71	-0,25	29,25	0,8	19,54	0,0	4,73
10,67	0,71	30,21	1,0	19,54	0,0	4,77
11,63	1,66	31,16	1,3	19,53	0,0	4,82
12,61	2,67	32,17	1,6	19,56	0,0	4,88
13,63	3,66	33,16	2,1	19,53	0,0	4,96
14,66	4,7	34,2	2,6	19,54	0,0	5,05
15,69	5,76	35,26	3,4	19,57	0,0	5,2
16,7	6,82	36,32	4,3	19,62	0,1	5,37
17,72	7,94	37,44	5,5	19,72	0,2	5,61
18,75	9,12	38,62	7,3	19,87	0,3	5,93
19,81	10,18	39,68	9,3	19,87	0,3	6,3
20,89	11,03	40,53	11,3	19,64	0,1	6,37
21,95	11,67	41,17	13,1	19,22	-0,3	6,27
23,08	12,03	41,53	14,2	18,45	-1,1	6,25
24,2	12,19	41,69	14,8	17,49	-2,0	6,3
25,32	12,25	41,75	15,0	16,43	-3,1	6,36







7- Conclusion

Conclusion

Règlé sous 12V à $I_{\text{repos}} = 7.2 \text{ A}$, $I_{\text{max}} = 7.8 \text{ A}$

Sans couvercle :

- Gain linéaire 21.0 dB
- P1dBc= +41.2 dBm ou 13.1W pour +21 dBm ou 125 mW in
- P2dBc= +41.5 dBm ou 14.2W pour +22.5 dBm ou 180 mW in
- P3dBc= +41.65 dBm ou 14.7W pour +22.8 dBm ou 191 mW in

Avec couvercle :

- Gain linéaire 22.0 dB
- P1dBc= +41.4 dBm ou 13.8W pour +20.4 dBm ou 110 mW in
- P2dBc= +41.65 dBm ou 14.6W pour +21.6 dBm ou 145 mW in
- P3dBc= +41.8 dBm ou 15.1W pour +22 dBm ou 158 mW in

Meilleur compromis entre consommation et linéarité sous 12V, $I_{\text{repos}} = 4.6 \text{ A}$, $I_{\text{max}} = 6.3 \text{ A}$

Sans couvercle :

- Gain linéaire 19.5 dB
- P1dBc= +41.5 dBm ou 13.8W pour +23 dBm ou 200 mW in
- P2dBc= +41.7 dBm ou 14.8W pour +24.2 dBm ou 263 mW in
- P3dBc= +41.75 dBm ou 15.0W pour +25.3 dBm ou 339 mW in

Avec couvercle :

donne 1 dB supplémentaire sur le gain linéaire, mais puissance de sortie inchangée

Conclusion

- Conception du circuit imprimé doré version 2 design F6BVA, avec masses reliées vers la face arrière par des via-holes
- Collage du circuit au fond du boîtier avec une colle Epoxy chargée à l'Argent puis polymérisée
- Soin apporté au découplage des alimes négatives
- Très grand courant total de repos de 7.2A pouvant être bridé à 4.1 A en respectant un bon compromis de comportement en linéaire

Cette mesure à la compression permet de :

- mieux appréhender les aspects de non-linéarité dans de domaine de la puissance
- limiter les effets indésirables en BLU (même à 10 GHz) !!

A l'inverse des amplis à Fet GaAs de puissance classiques où le P1dBc est très proche de la puissance saturée, le fait de pouvoir mesurer des puissances jusqu'à 2 ou 3 dB de compression indique une différence de technologie à creuser – comme si l'on s'approchait du comportement d'un LDMOS de puissance !

Espérons que ce design 15 W assez facilement reproductible, permettra dans un avenir proche d'améliorer nos DX en 10 GHz !

J'adresse mes sincères remerciements à :

- Pierre-François F5BQP heureux propriétaire et réalisateur de cet ampli, et pour avoir assuré la fabrication reproductible de circuits imprimés optimisés de qualité industrielle et professionnelle
- Arthur F5FMW pour la réalisation des boîtiers fraisés
- Sylvain F6CIS, Jacques F6AJW, Jeff F1PDX ainsi qu'à Yoann F4DRU pour leurs conseils avisés
- Arthur F5FMW pour la réalisation des boîtiers fraisés et Michel F6BVA pour le design