

# Mesures sur transverters 13cm "no tune" type F6BVA

F8CED/44



Rel 4c – nov 2014  
Rel 4e – mai 2018  
The last but not the least !

F5DQK – mai 2018

*Mesures sur transverter 13cm F6BVA version 4e*

## Exemple recto/verso (belle réalisation F8CED/44)





# Préface

- Grâce à sa conception no tune, cet excellent design low-cost de **Michel F6BVA** a été d'abord conçu pour permettre à une majorité d'OM's d'être actif sur la bande 13cm dans un temps minimal (*qu'il en soit déjà très sincèrement remercié*)
- Si aucune erreur de câblage n'est commise (attention néanmoins au sens des selfs planaires), le démarrage Rx ou Tx avec un synthé PLL DF9NP en temps que LO est immédiat et la mise au point, quasiment nulle
- La FI sera au choix 144, 432 ou même 1296 MHz
- Par contre en vue d'obtenir une réception parfaite, un LNA 13cm sera impérativement placé au plus près du système de réception
- Ses 15mW émission ont initialement été prévus pour attaquer un ampli type CJ2013 de grand gain >40dB, et permettant ainsi plus de 200W de sortie
- Pour tout autre ampli final à gain moins important, il faudra obligatoirement lui adjoindre un driver intermédiaire permettant de monter sa puissance de sortie jusqu'à 1W (également prévu par Michel).
- Ainsi la complémentarité avec un transverter DB6NT sera alors totalement atteinte et ce, pour un prix largement plus compétitif

**Le chapitre 1** traite de mesures systématiques effectuées sur différents exemplaires terminés, mis gracieusement à disposition par la communauté OM (encore un grand merci à eux)

**Le chapitre 2** (et suivants, annexes comprises) sont plus spécialement consacrées aux puristes :

- Lors des mesures traitées en 1ère partie, certaines constatations ont alors conduit à des analyses plus fines effectuées séparément sur chaque bloc constitutif du transverter seul, et systématiquement en large bande
- Les constatations effectuées pourront alors amener à quelques possibles suggestions d'amélioration à prendre en compte en cas d'éventuel nouveau design

Ceci n'empêche en aucune façon le fonctionnement quasi-correct dans sa version actuelle (avec LNA front-end obligatoire), mais permettrait en cas de lancement de tout nouveau design, une bien meilleure optimisation du transverter seul

## Plan / chapitres

- 1/ Mesures concrètes sur divers exemplaires (F1PYR, F4GRX, F6AJW, F1ISM, etc . . .)
- 2/ Reverse engineering en large bande sur transverter seul
- 3/ Résumé des plus concis
- 4/ Modification EME du filtre 3 étages par F6CIS
- 5/ Printbaord argenté au lieu de doré – nouvelle simu filtres interdigités
- 6/ Remerciements
  
- 7/ Annexe 1: mesures sur transverter haut niveau F4GRX
- 8/ Annexe 2: analyse des mélangeurs SYM-4350 et SYM-36H
- 9/ Annexe 3: étude du mélangeur haut niveau MXJ-2501-17
  
- 10/ Conclusion in fine

# 1/ Mesures concrètes sur divers exemplaires

Un grand merci à André F1PYR, Jacques F6AJW, Sébastien F4GRX, Guillaume F1ISM, Marc F8DLS, Philippe F6DQZ, Gérard F5ELY, Sylvain F6CIS, etc... pour le prêt de leur transverter monté et ainsi, de leur confiance accordée

# Introduction

Suite à une commande groupée de circuits imprimés effectuée par F5BQP et de nombreux radioamateurs français ayant ensuite monté avec succès cette merveille concoctée par F6BVA, sa mesure fut des plus tentantes

Exemplaire mesuré :

- FI 432 MHz et 144 MHz
- LO = PLL DF9NP fréquence 1888 MHz, Pout = +10dBm

Pour de plus amples infos (description du kit, nomenclature, etc, consulter directement le site de F6BVA ainsi que les PDF's suivants :

- *Montage du transverter 13cm type BVA vu par F1CHF*
- *Quelques mesures par F1LVO et F6CSX*
- *LNA 13cm ATF 55143 seul*

Pour mémoire : en vue de l'utilisation «live», chaque kit devra obligatoirement se composer :

- du transverter seul "no-tune" (FI au choix 144 ou 432 MHz)
- d'un préampli additionnel placé en tête de mât, et autoalimenté par l'entrée Rx du transverter

# Exemplaires mesurés

## 1/ Mesures concrètes sur différents exemplaires

**A: Transverter complet n°1 de F1PYR** : tropo FI 432 MHz

- 1- Mesures du LNA front-end seul
- 2- Mesures Rx sur transverter seul
- 3- Mesures Rx sur Transverter + LNA front-end
- 4- Transverter seul, mesures Tx
- 5- Conclusion

**B: Transverter n°2 de F1PYR** : tropo FI 144 MHz

**C: Transverter n°3 de F1PYR** : *version EME FI 432 MHz*

**D: LNA DB6NT**

**E: Deux amplis associés type CJ2013 EME de F1PYR**

**F: Deux transverters dépourvus d'OL interne** (ex. à F4GRX et F6AJW)

**G: Deux transverters complets avec PLL 1888 MHz DF9NP** (ex. à F8DLS et F1ISM)

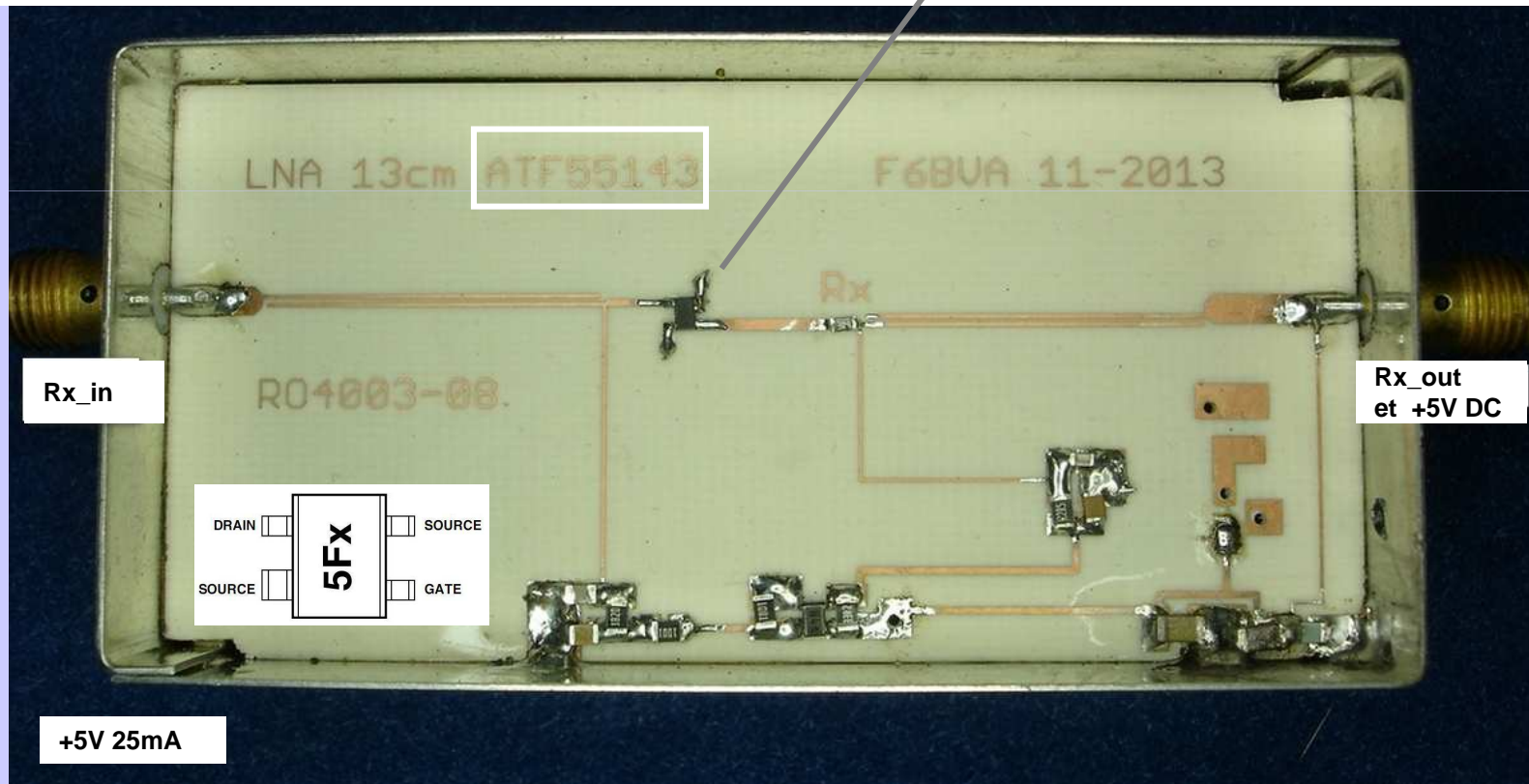
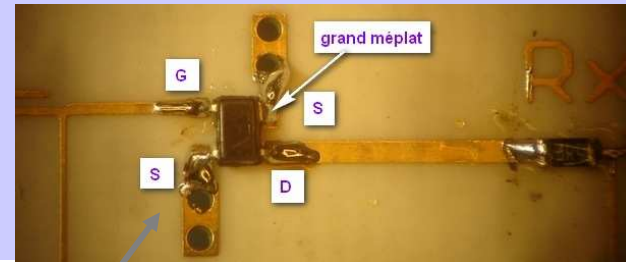
# *A- Transverter F1PYR n°1*

*version mélangeur  
bas-niveau  
FI = 432 MHz*

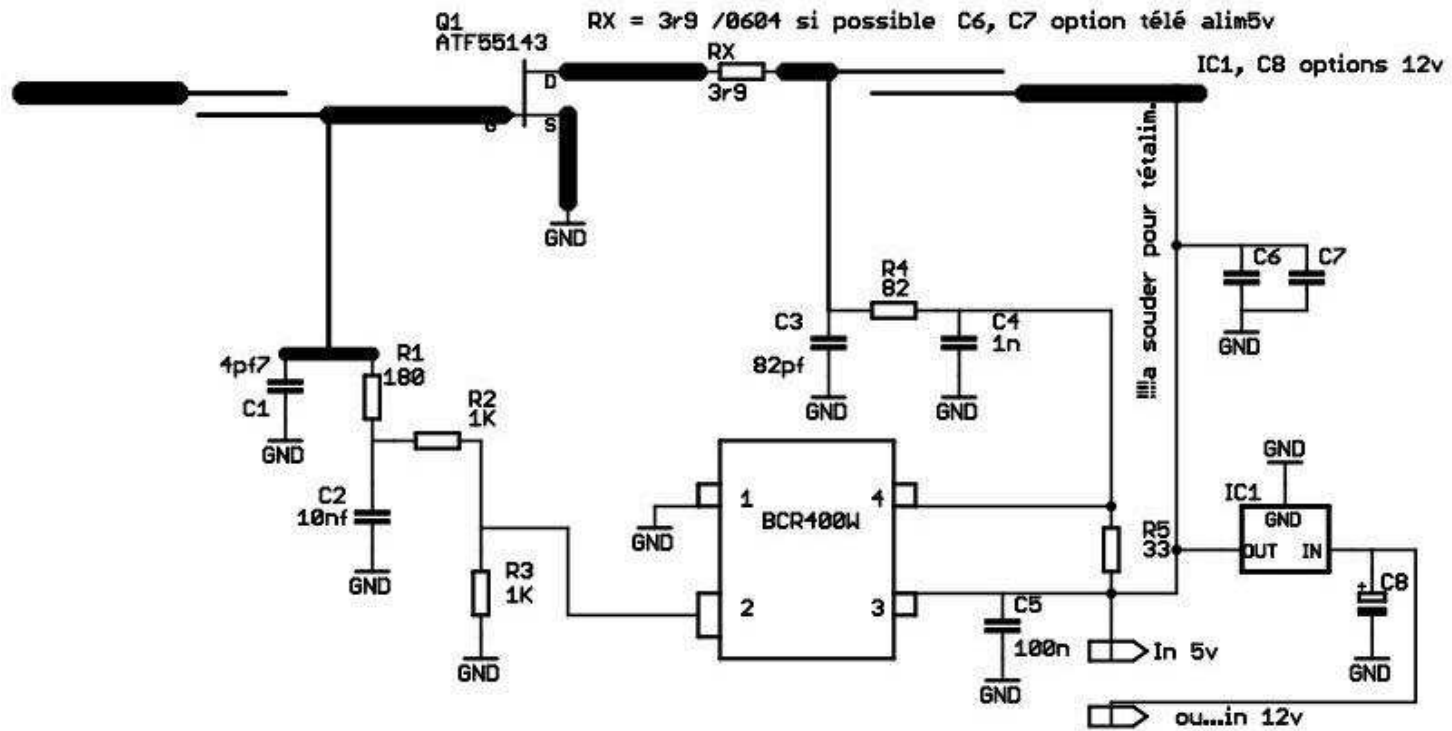
*Circuit imprimé doré provenance F5BQP à vrais via-holes  
OL PLL DF9NP malheureusement monté côté circuit imprimé → complètement décommandé par F6BVA, mais  
néanmoins sauvable avec de l'absorbant collé sur l'arrière du PLL (face directement en regard)*



# 1- Mesures sur LNA front-end seul (normalement autoalimenté)

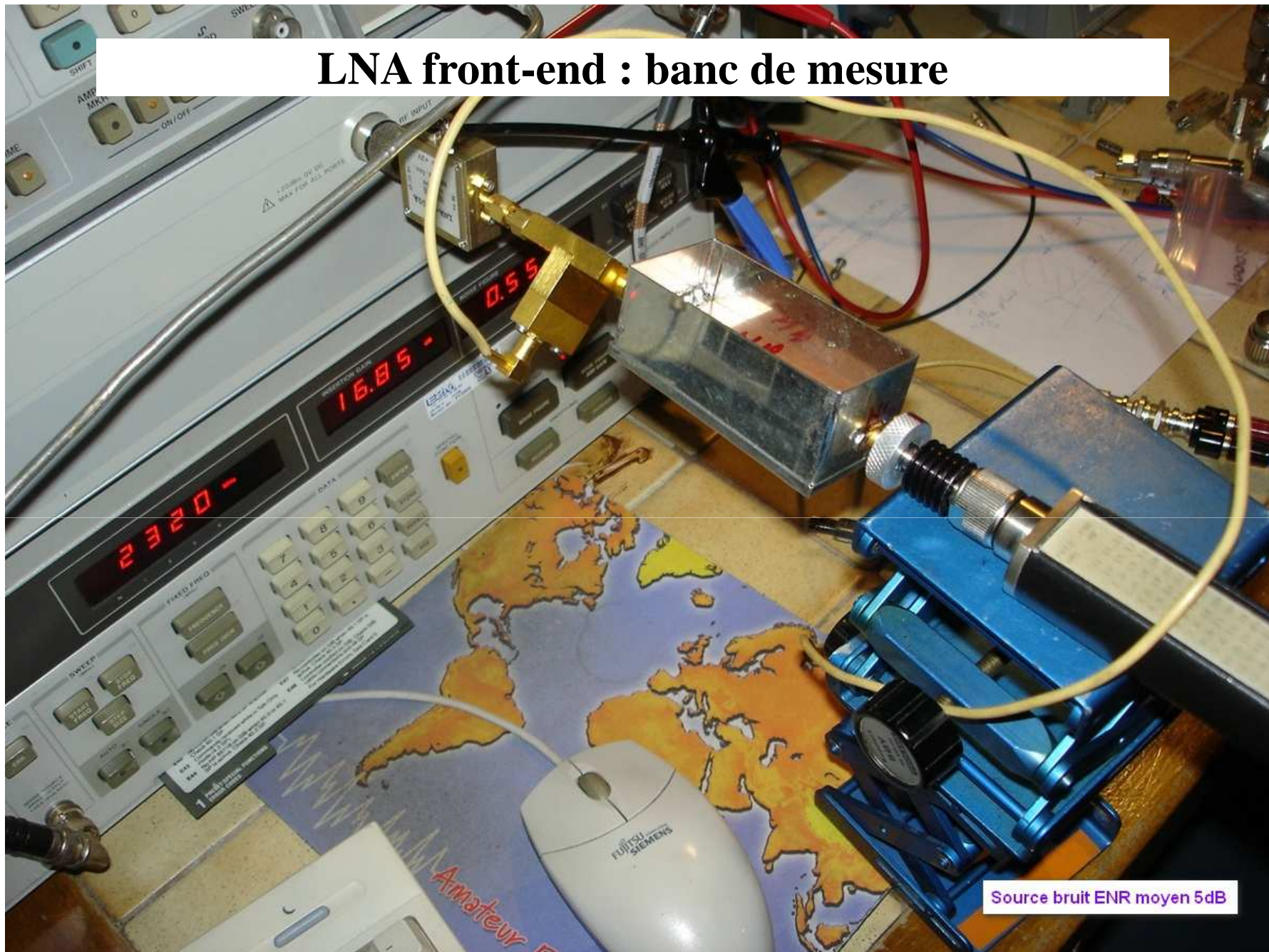


# LNA schéma (F6BVA)





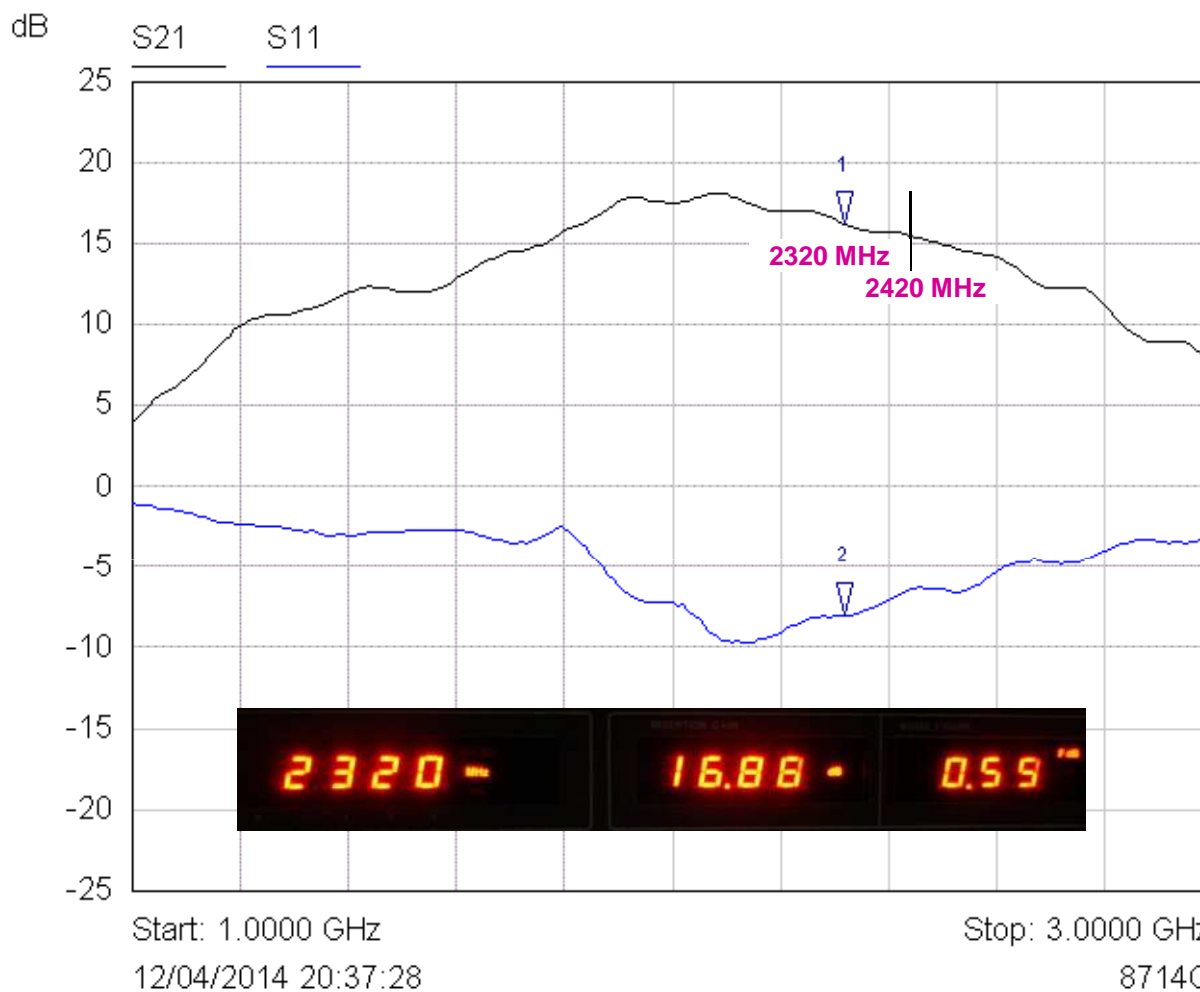
## LNA front-end : banc de mesure



Source bruit ENR moyen 5dB

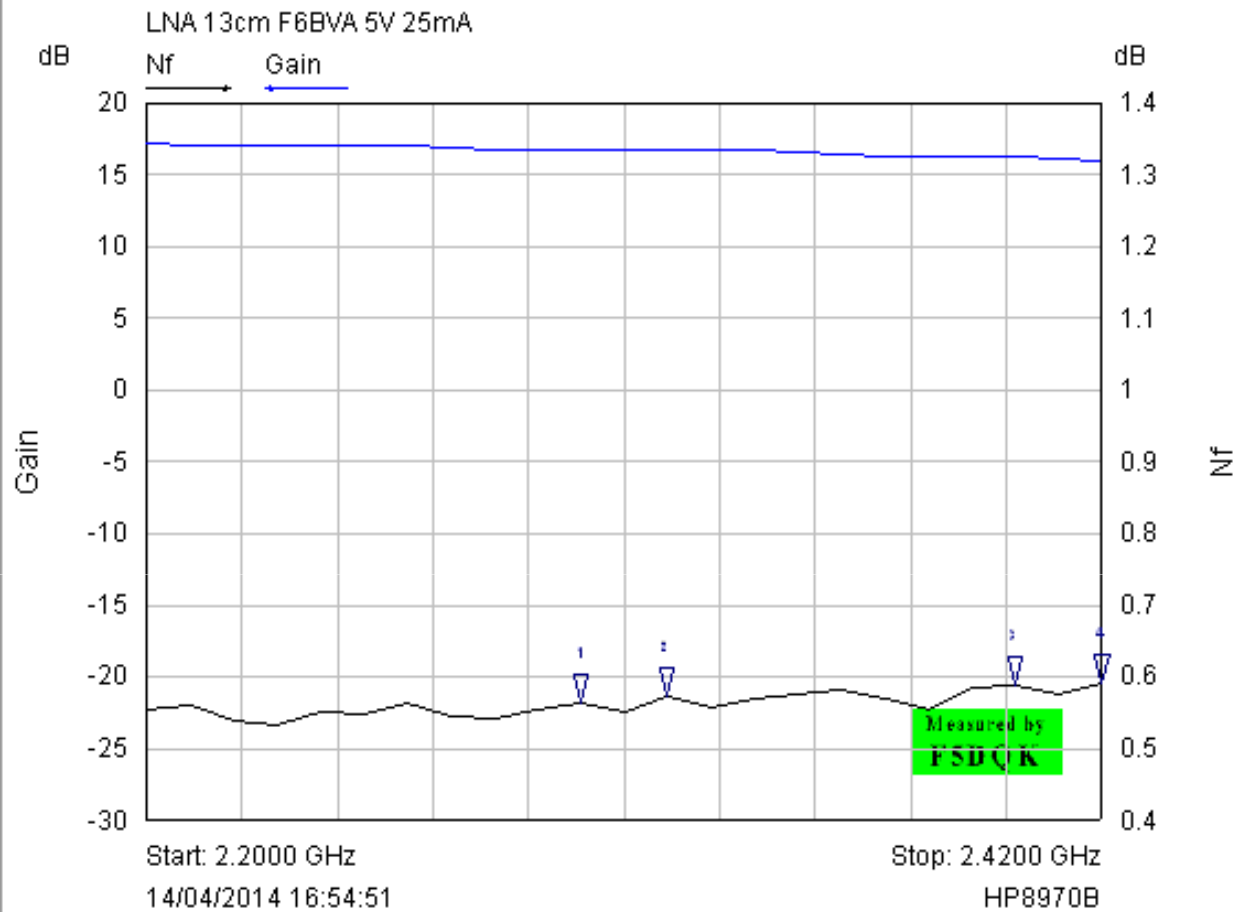
# LNA front-end : mesure scalaire

LNA13cm BVA seul via bias-Tee 5V 25mA F1PYR



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	S21	2.3200 GHz	16.17 dB	P1dBcin= -7dBm
2 ▾	S11	2.3200 GHz	-8.01 dB	

# LNA front-end : gain / Nf en large bande



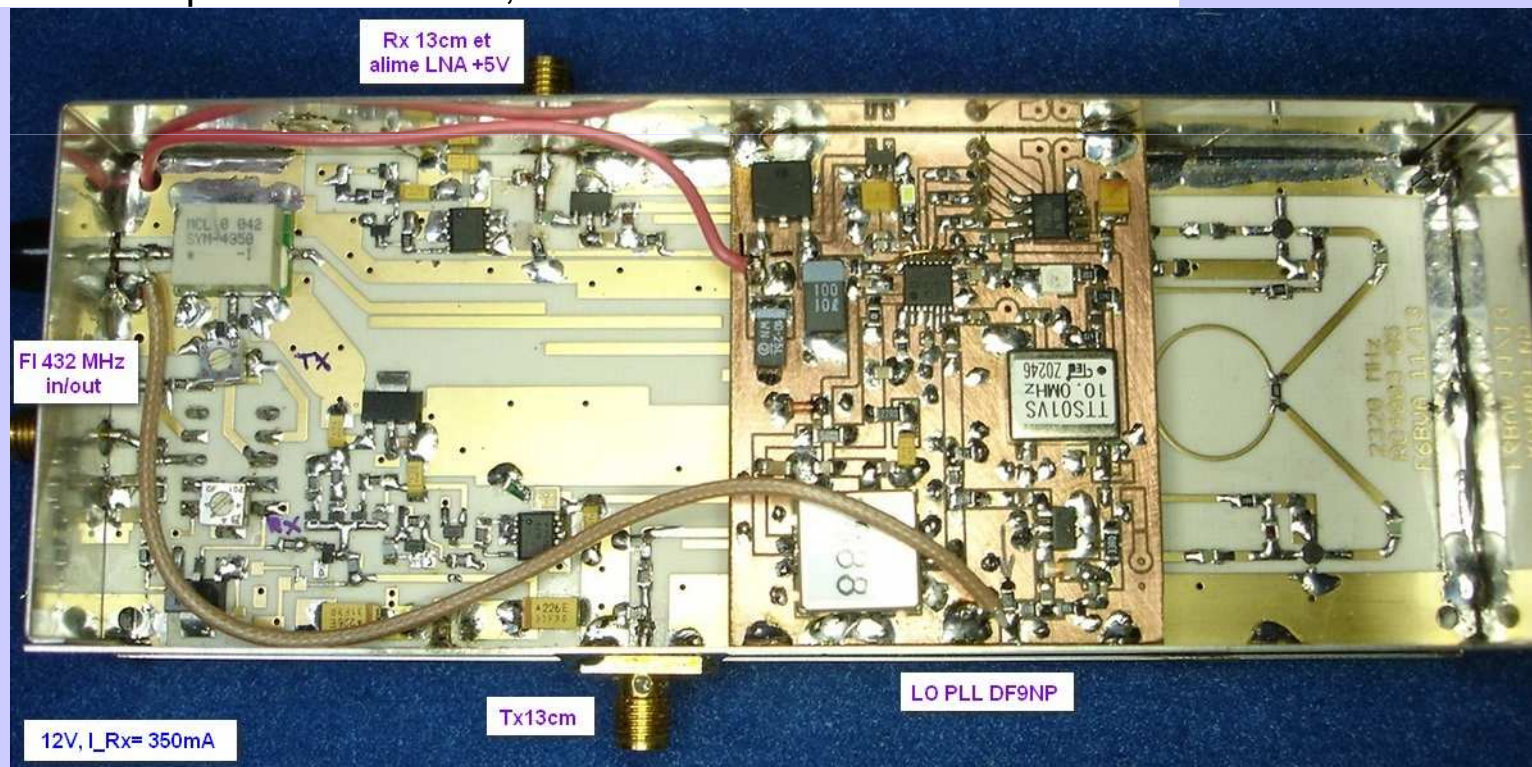
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	Nf	2.3000 GHz	0.56 dB	<b>2305 MHz USA</b>
2 ▾	Nf	2.3200 GHz	0.57 dB	<b>2320 MHz EUR</b>
3 ▾	Nf	2.4000 GHz	0.59 dB	<b>2405 MHz JAP</b>
4 ▾	Nf	2.4200 GHz	0.59 dB	<b>2424 MHz AUS</b>



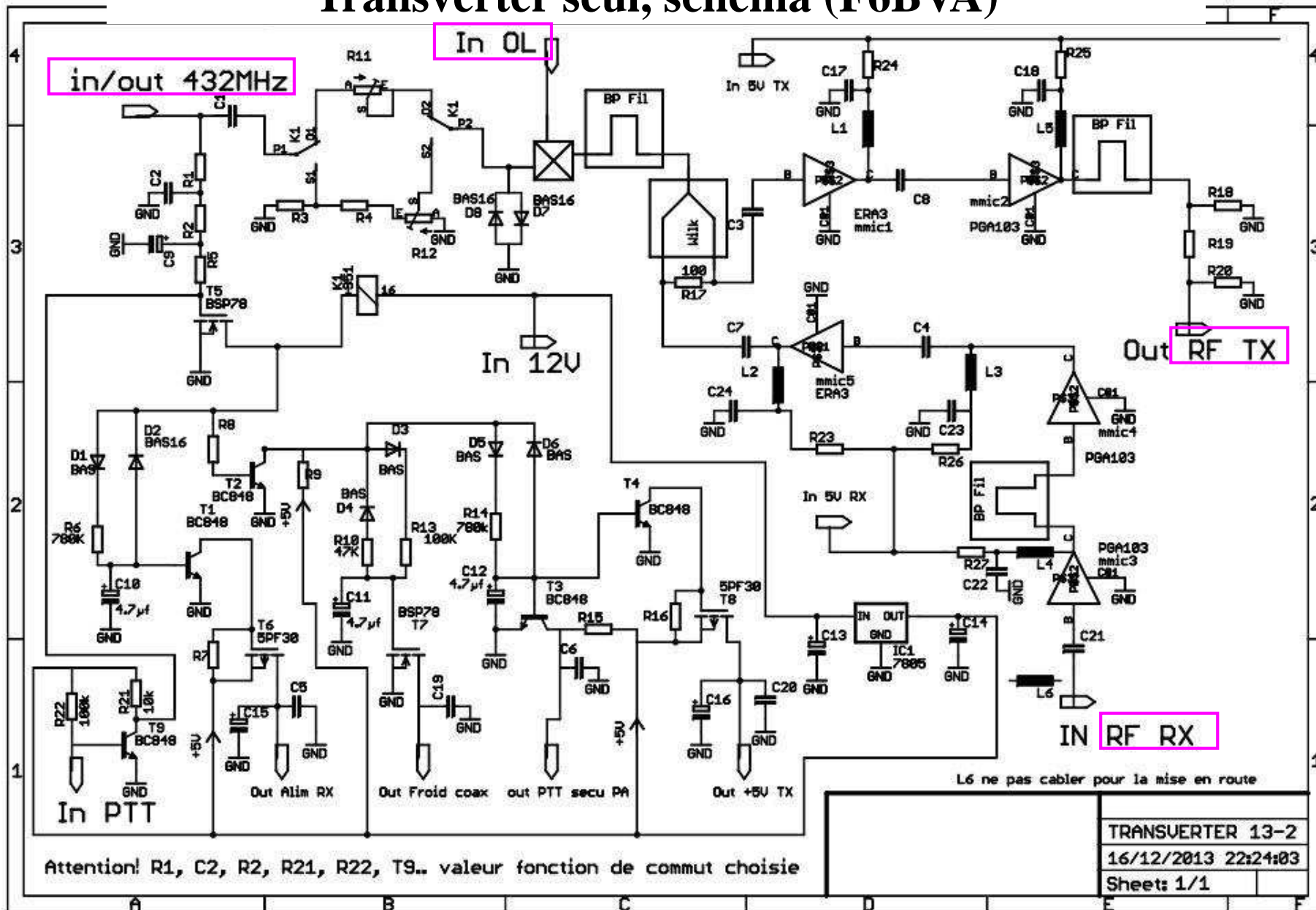
## 2- Transverter seul partie Rx

version mélangeur  
bas-niveau  
FI = 432 MHz

PLL DF9NP placé côté circuit, à 9mm au-dessus du circuit actif



# Transverter seul, schéma (F6BVA)

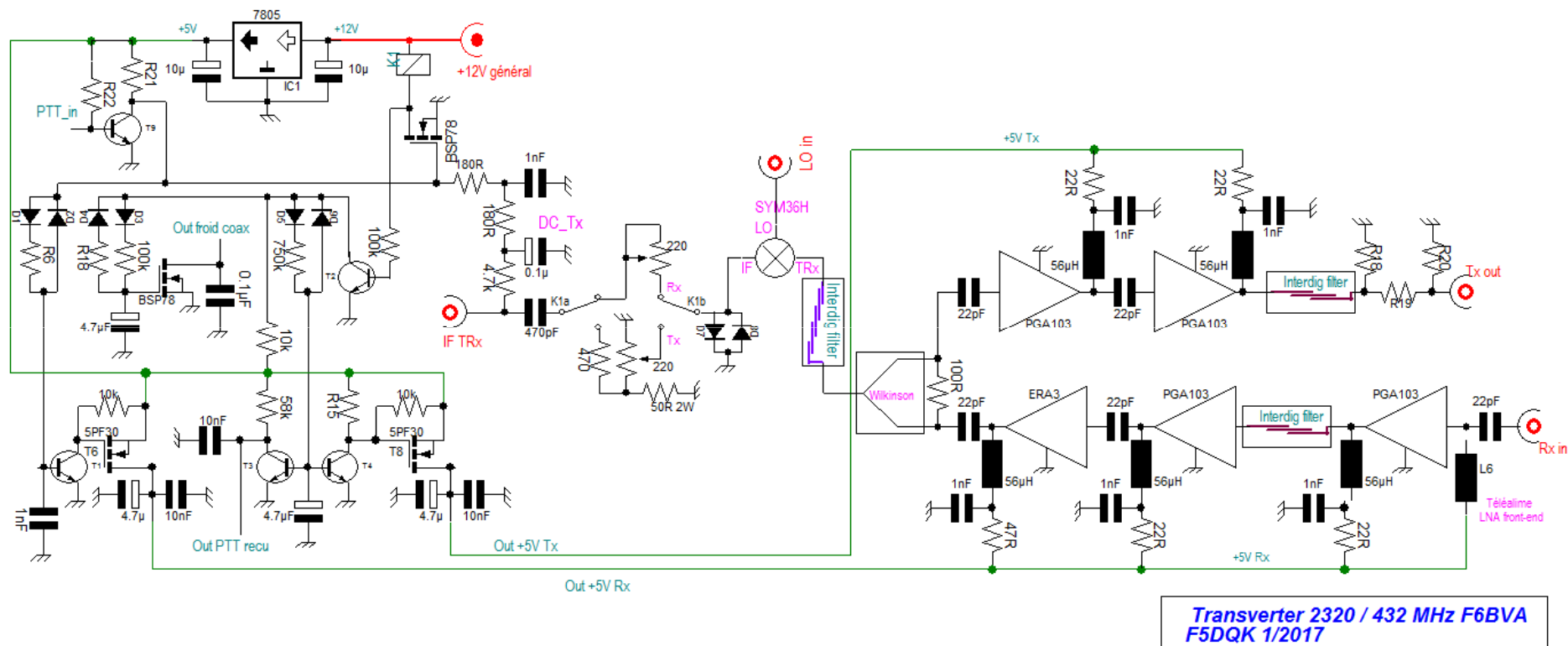


# Schéma redessiné sous S-Plan

Théoriquement plus explicite

Afin de faciliter une compréhension plus aisée, à part les liaisons masse (et éventuellement les alimentations en +12V) **absolument TOUTES les autres liaisons doivent être clairement reliées entre elles**

Enfin quand les valeurs composants sont toutes clairement indiquées, compréhension et câblage sont alors grandement facilités



## Remarque AVANT montage définitif

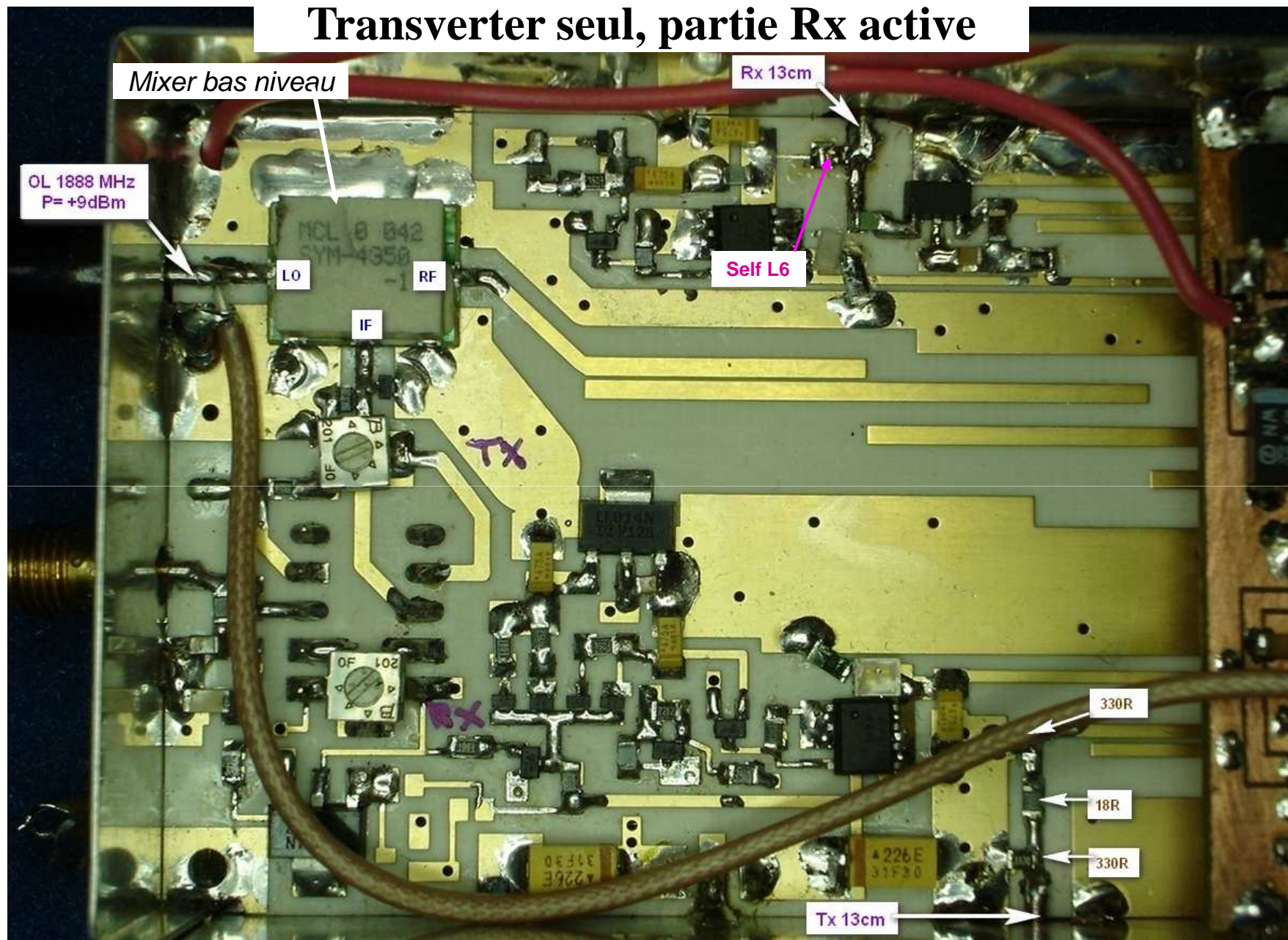
*ATTENTION, trèèèès important :*

*Au moment du positionnement du circuit imprimé dans le boîtier Schubert, si vous optez pour un OL-PLL en interne, F6BVA recommande impérativement le montage du PLL en FACE ARRIERE*

*Malgré tout s'il était déjà « trop tard », voici la façon de vous en sortir*



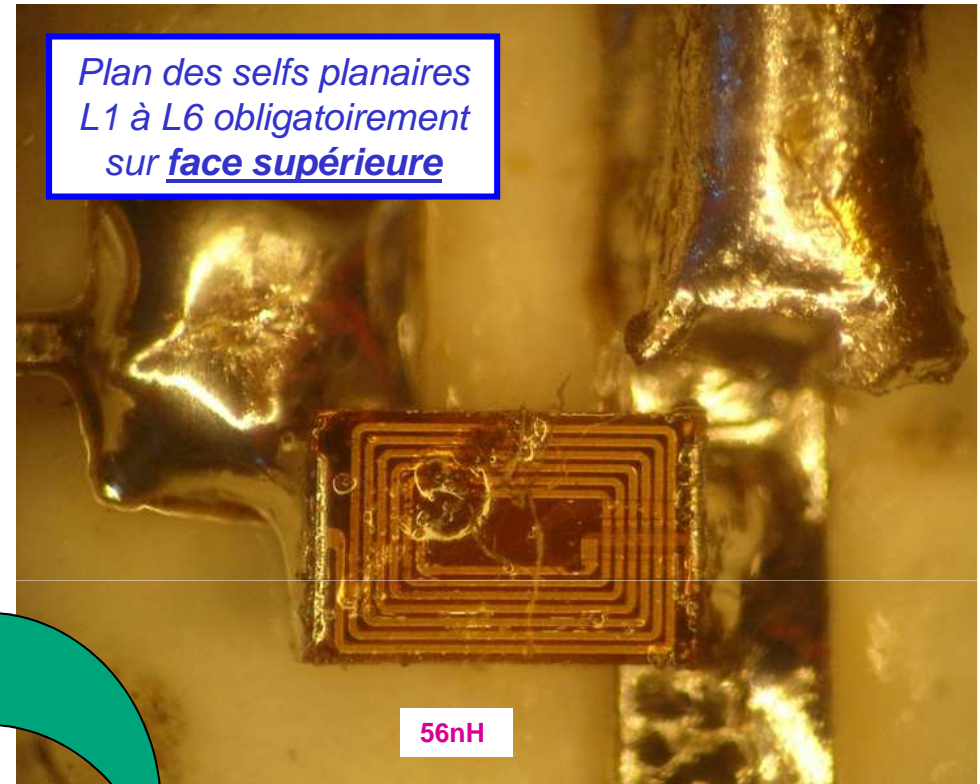
# Transverter seul, partie Rx active





# Transverter seul, PLL sans absorbant, mesures Rx

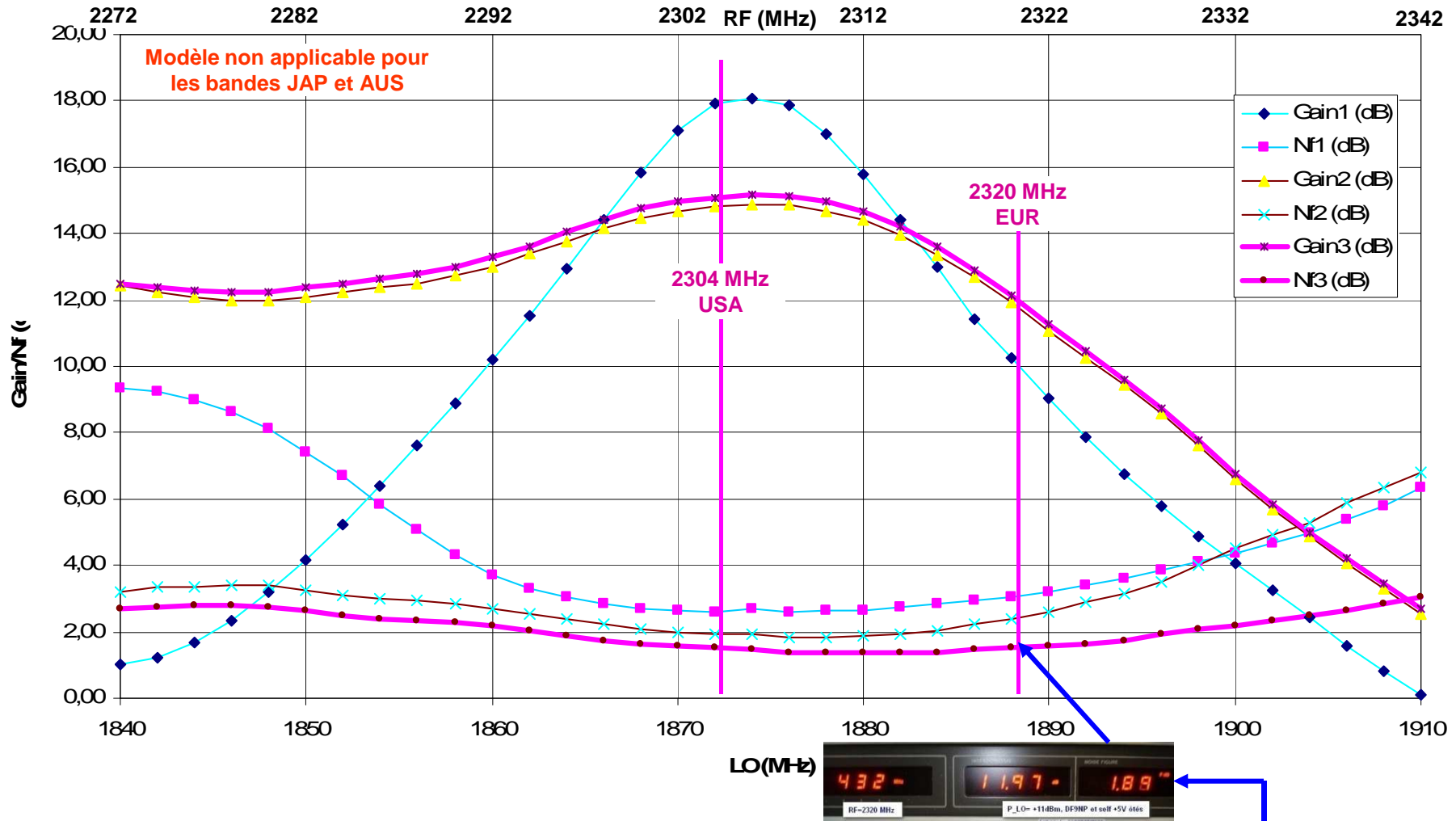
Rx transverter SEUL avec DC-block en entrée



Un petit problème subsiste :  
- Nf stable, seulement après 5 minutes de chauffe  
- la self apporte une perte supplémentaire de 0.8dB sur le Nf

Bruit encore élevé !

# Txvter 13cm BVA FI 432 MHz à fréquence LO variable



**Courbes 1 :** PLL DF9NP d'origine à 9 mm du CI → gain plus pointu mais moins de bande passante  
**Courbes 2 :** DF9NP ôté + sans couvercle + self 5V Rx dessoudée → gain plus plat et meilleur Nf  
**Courbes 3 :** = conditions 2 (DF9NP ôté) + couvercles fermés → Nf encore amélioré de 0.5dB

Rx transverter seul, pot Rx au gain max  
 Température ambiante  
 LO = synthé Marconi 2031, P= +11dBm



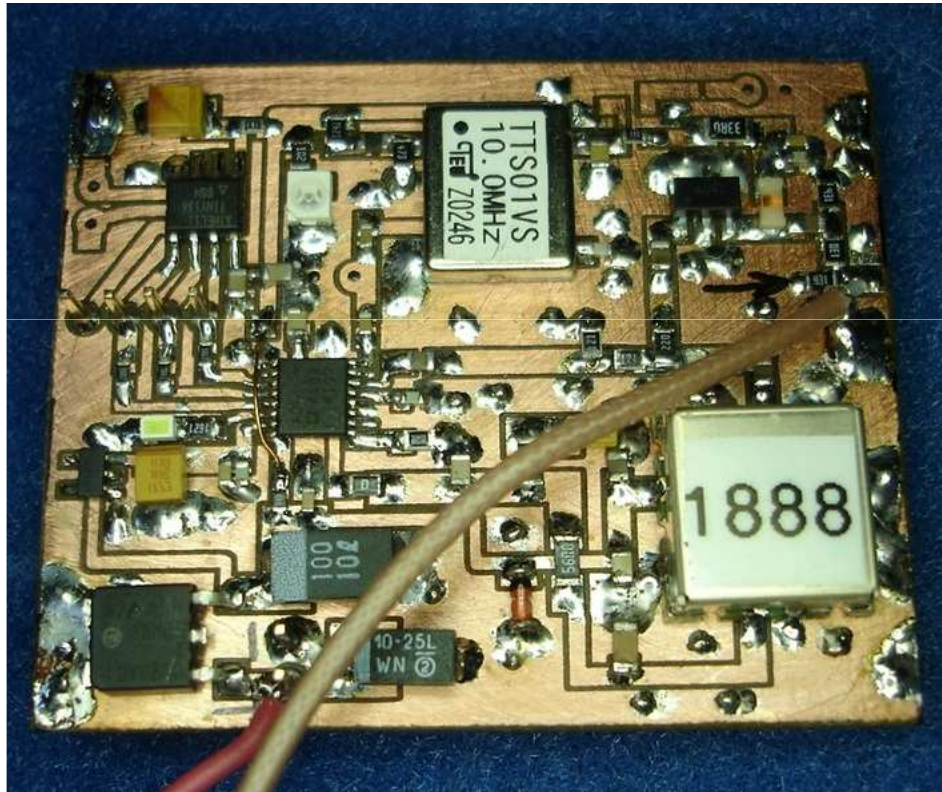
## Tvter seul, PLL avec absorbant, remis en place dans le tvter

Après dessoudage et extraction, placement d'absorbant autocollant Eccosorb LS-26 sur toute sa face arrière

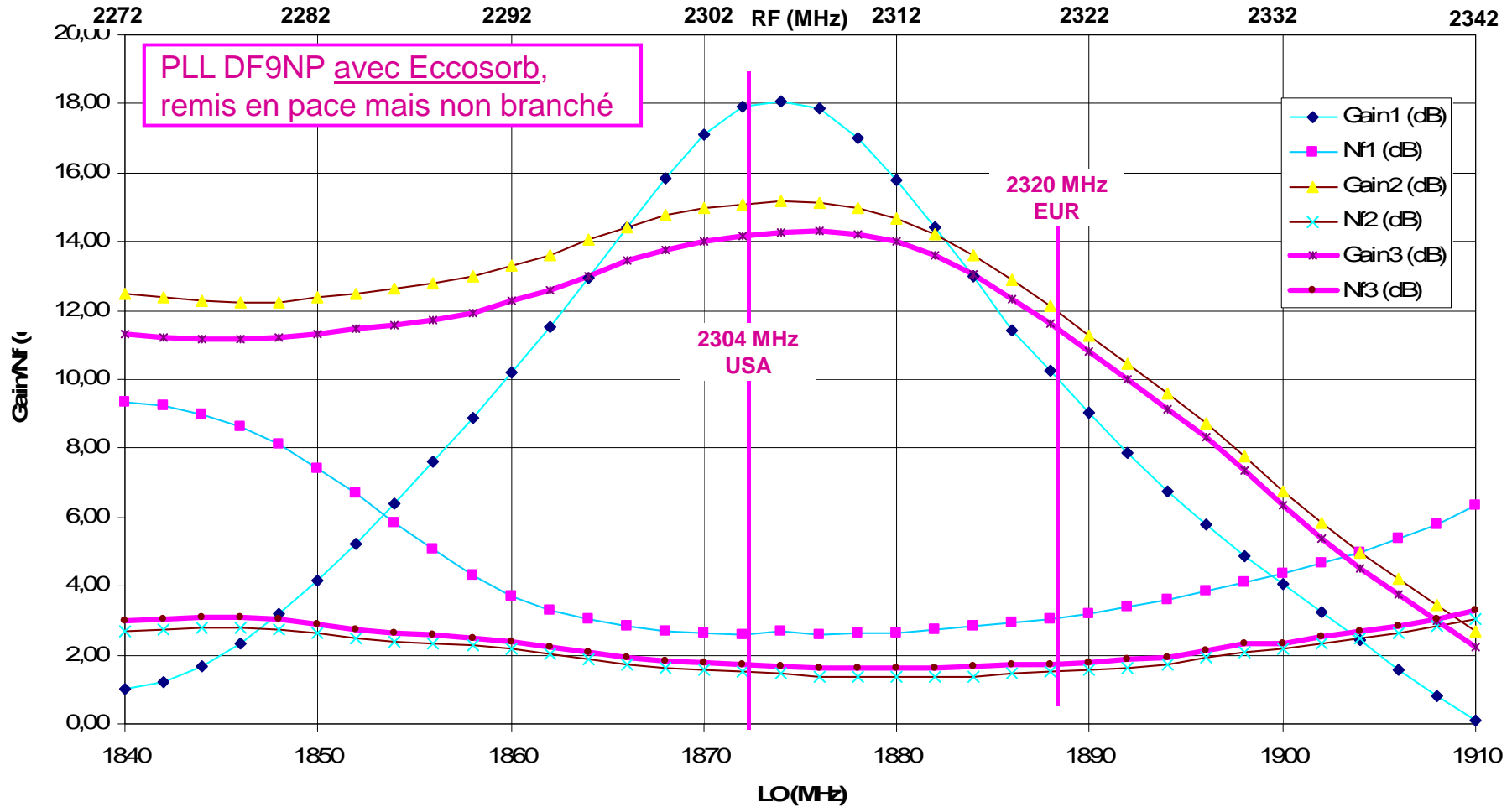
Remise en place par soudure

Aucun branchement DC et RF pour le moment (uniquement en vue d'étudier le rôle de l'absorbant)

Puis nouvelles mesures comparatives



# Txter 13cm BVA FI 432 MHz à fréquence LO variable



Courbes 1 : PLL DF9NP d'origine à 9 mm du CI : état initial

Courbes 2 : DF9NP enlevé mais couvercles fermés (=courbes 3 page 15)  
self 5V Rx dessoudée -> gain plus plat et meilleur Nf

Courbes 3 : = DF9NP de nouveau en place + Eccosorb ressoudé mais OFF + couvercles fermés

Rx transverter seul, pot Rx au gain max  
Température ambiante  
LO = synthé Marconi 2031, P= +11dBm



# Tvter seul, PLL DF9NP avec absorbant sur face arrière

LO PLL DF9NP à 1888 MHz  
L6 côté SMA Rx supprimée

Même sans LNA extérieur, le signal d'un synthé 2320.0 MHz branché à l'entrée RF reste encore audible avec Pin= -135 dBm

Superbe !

A cause de la référence 10 MHz TTL du PLL DF9NP, sa stabilisation en fréquence (écoute sur un FT-817nd) s'effectue seulement après 5 bonnes minutes de chauffe  
Ensuite, décalage en fréquence < 100 Hz et note parfaitement pure

Conditions largement suffisantes en trafic tropo

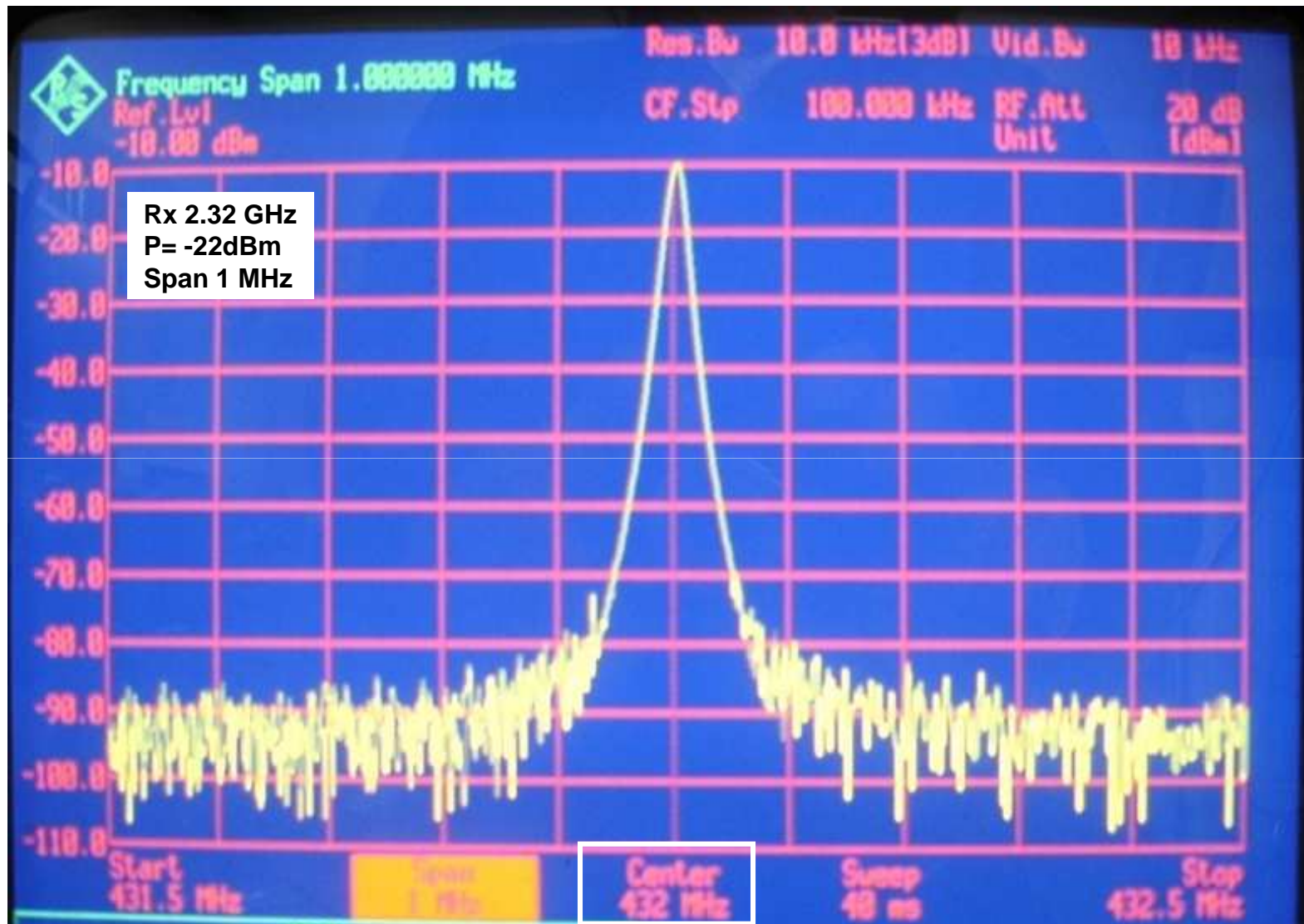


## Conclusion :

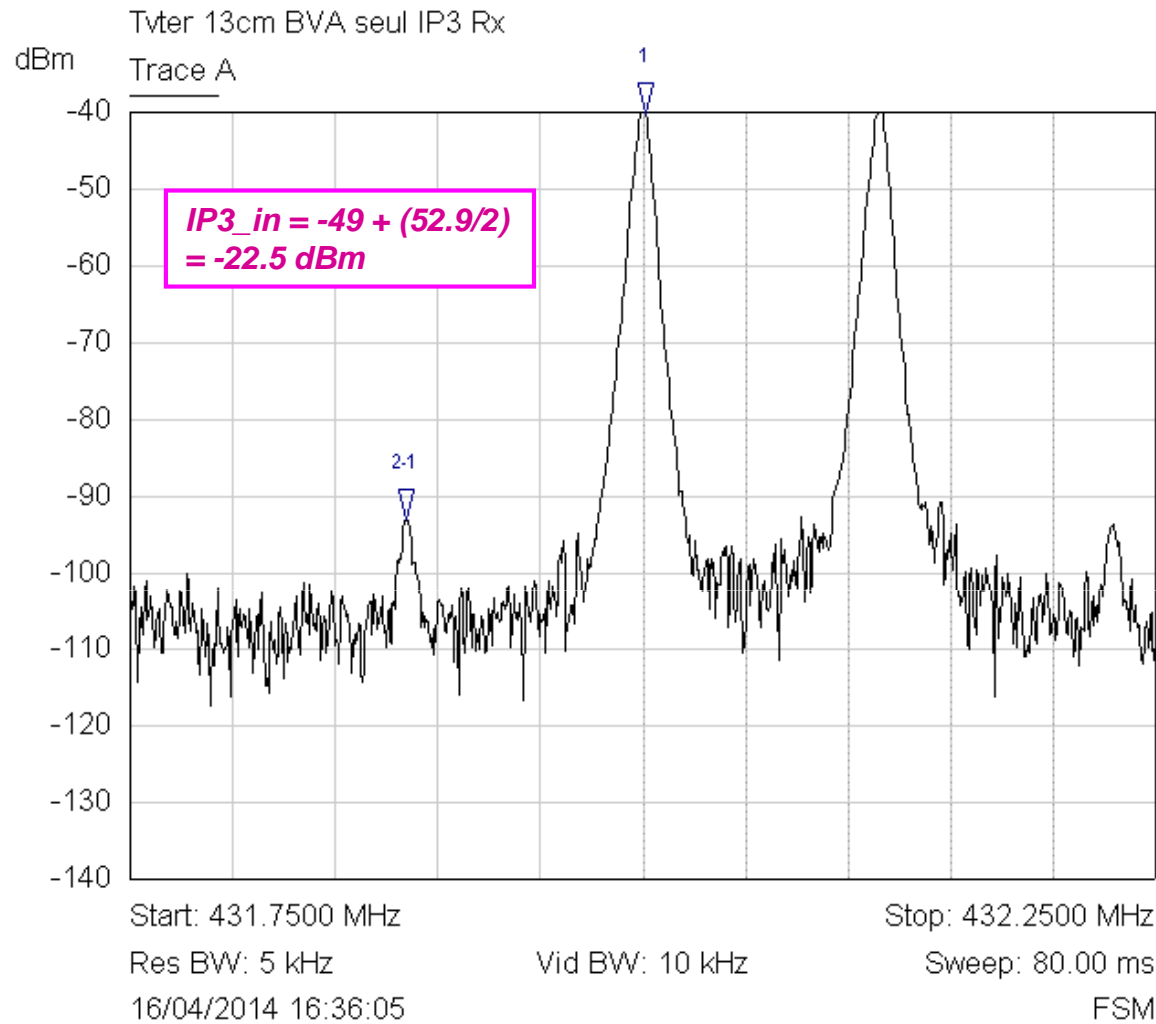
Le PLL 1888 MHz DF9NP peut maintenant parfaitement rester du côté actif du circuit (écartement 9mm), à condition de recouvrir impérativement sa face arrière d'absorbant RF  
Si utilisé sans LNA, prévoir 5 bonnes minutes de stabilisation, en vue d'obtenir le Nf de 1.8dB



# Transverter seul, Rx à l'A-S

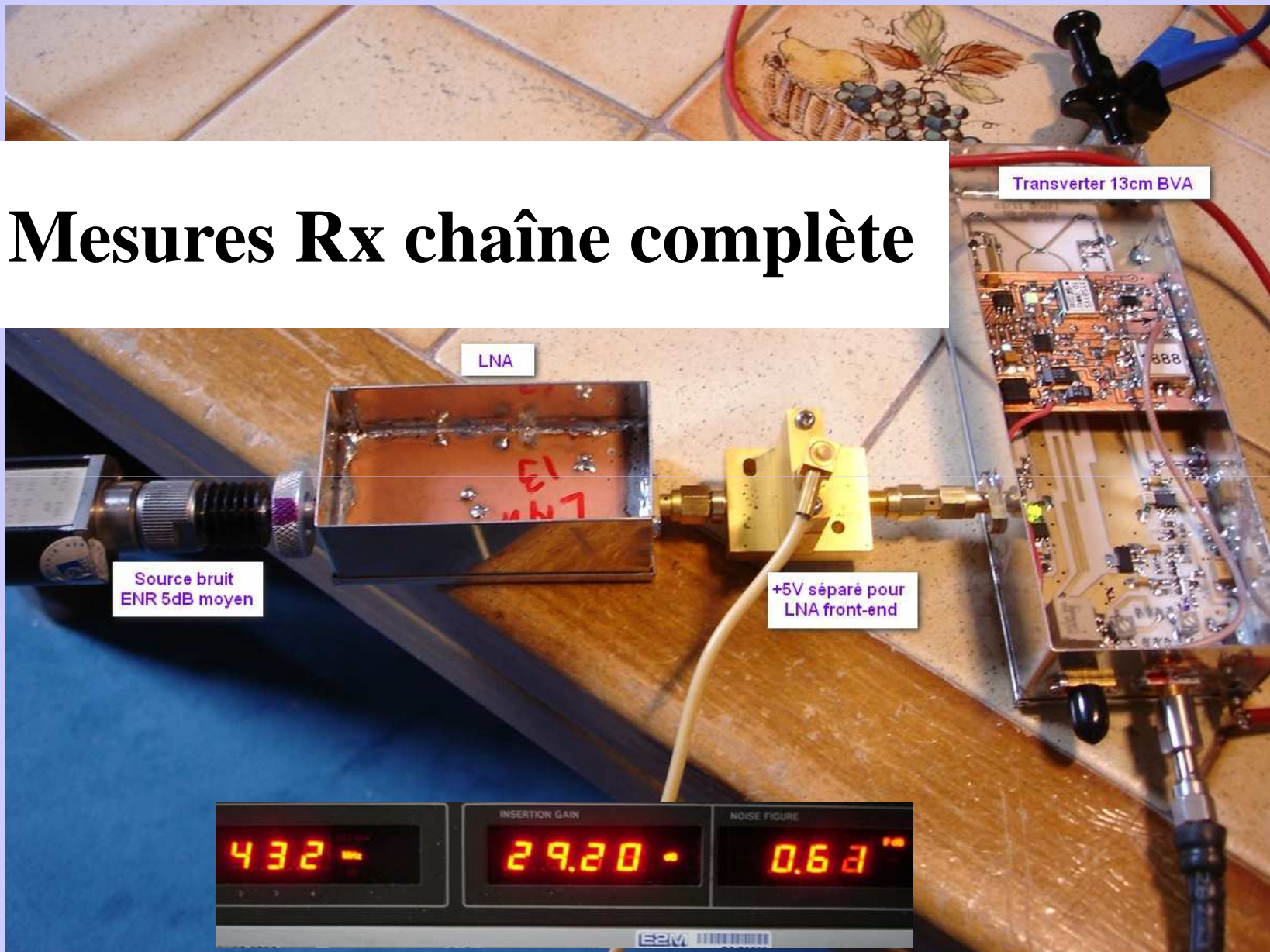


# Transverter seul, mesure d'IP3

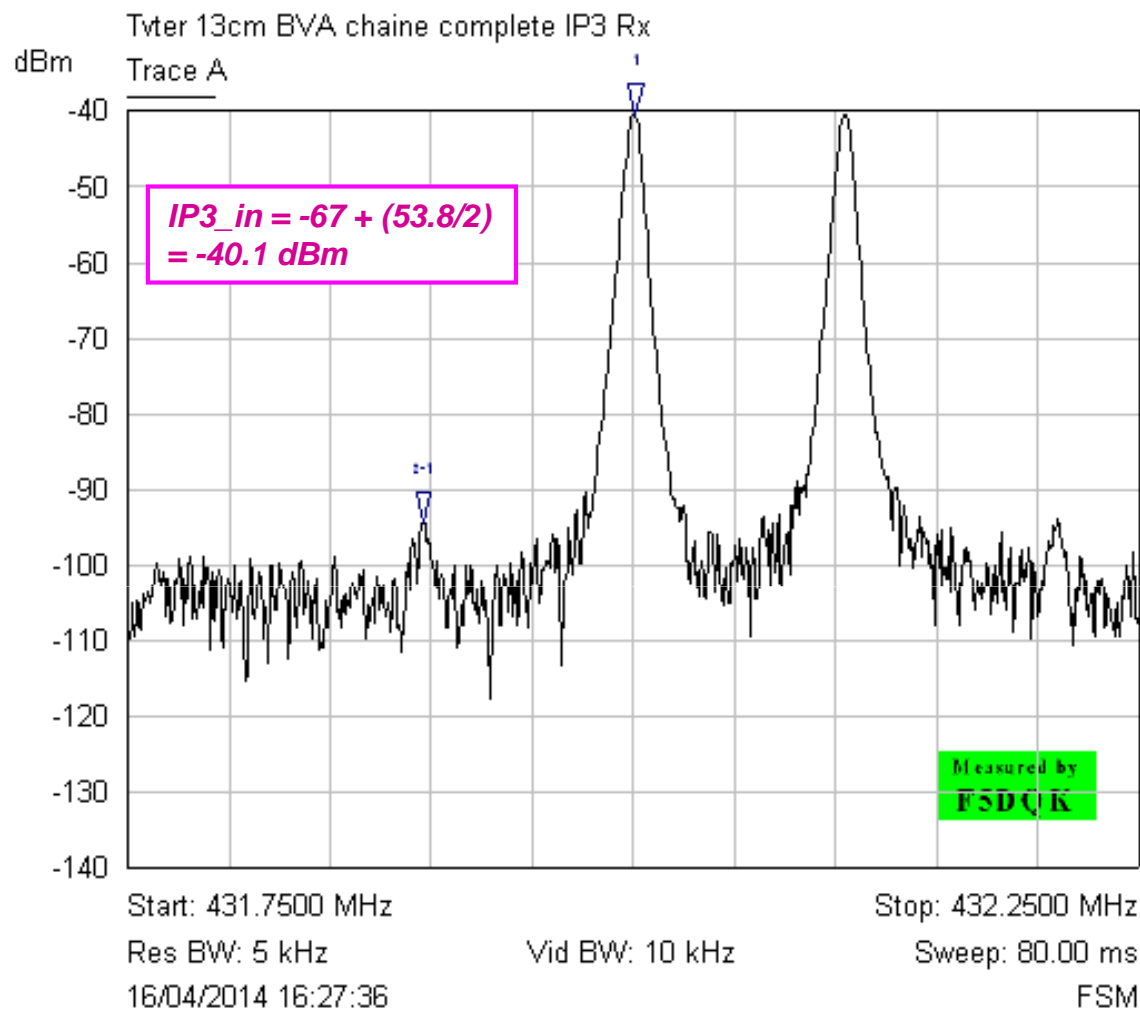


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	Trace A	432.0011 MHz	-40.10 dBm	Pin = -49dBm
2-1 ▾	Trace A	-116.6667 kHz	-52.88 dB	

### 3- Mesures Rx chaîne complète



# Rx chaîne complète : mesure d'IP3



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	Trace A	432.0011 MHz	-40.52 dBm	Pin= -67dBm
-1 ▾	Trace A	-105.0000 kHz	-53.79 dB	

# Rx chaîne complète : comportement aux températures extrêmes

En conditions réelles d'utilisation, le LNA forcément placé « outdoor » sera confronté aux températures :

- hivernales proche de 0°C ou en-dessous
- estivales, souvent à plus de 55°C

L'effet sera d'autant plus palpable en opération portable (surtout en point haut)

- à défaut d'une étuve sérieuse avec régulation et affichage réel de température, ces 2 rapides essais qualitatifs permettent de juger dans quel sens s'effectuent les variations (surtout de bruit)

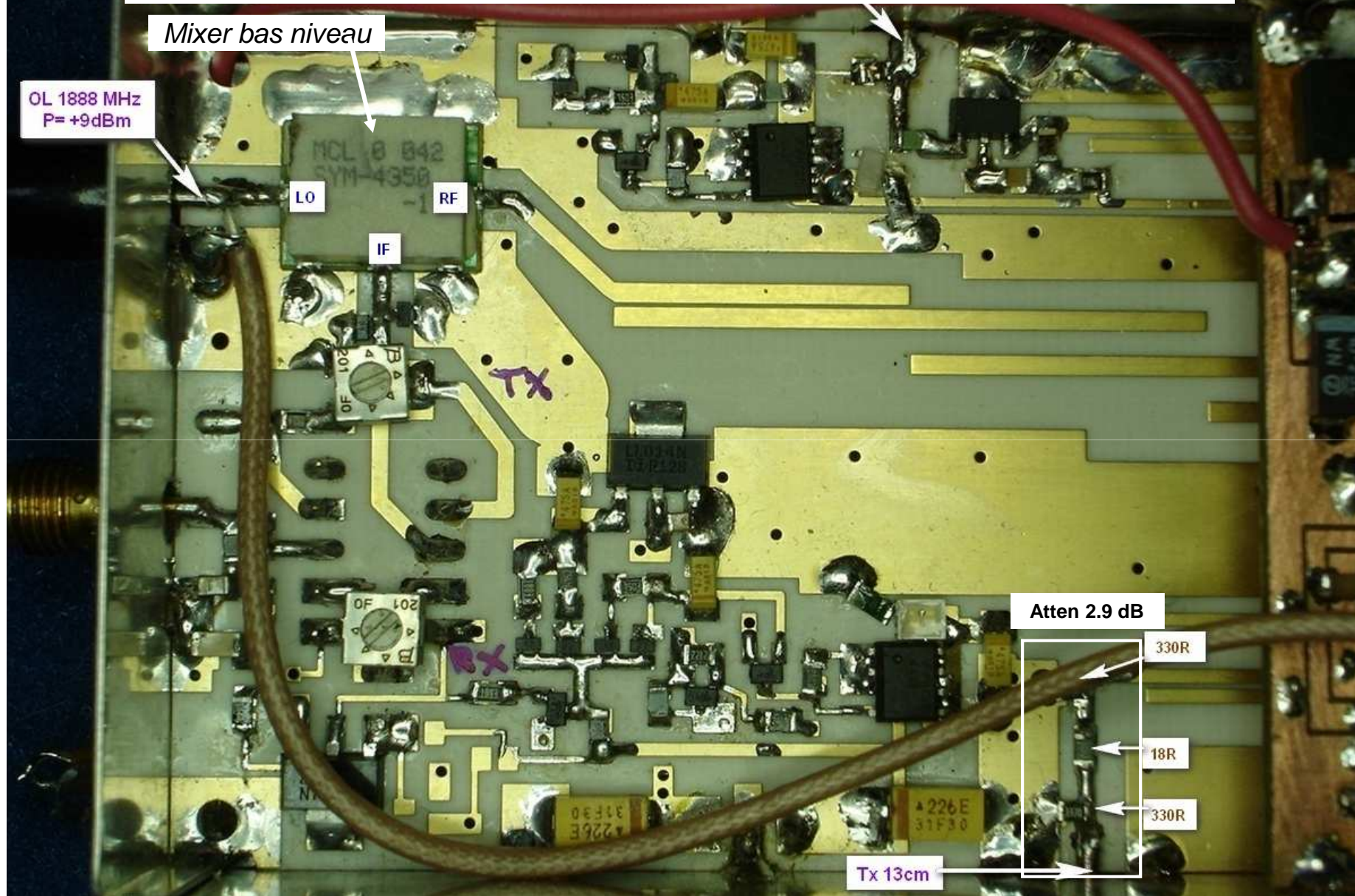
Température	Gain (dB)	Nf (dB)
Bombe à froid	27.8	0.56
Ambiante	27.55	0.64
Air chaud	26.4	1.1

*Dixit F6CIS, les écarts de mesures relevés sont bien plus importants avec des éléments discrets (Fets GaAs)*



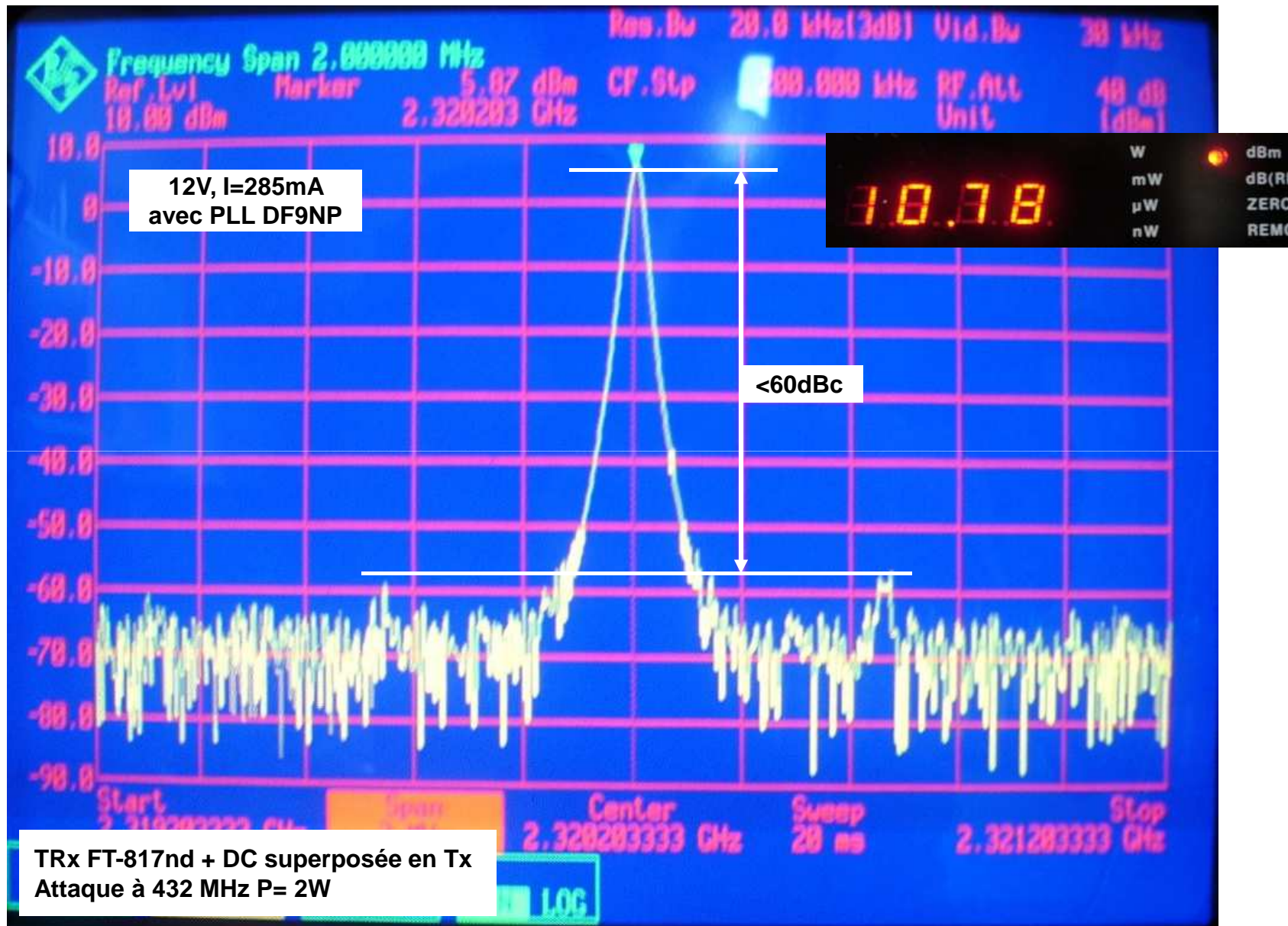
## **4- Transverter seul partie Tx**

# Transverter seul, atténuateur en sortie Tx

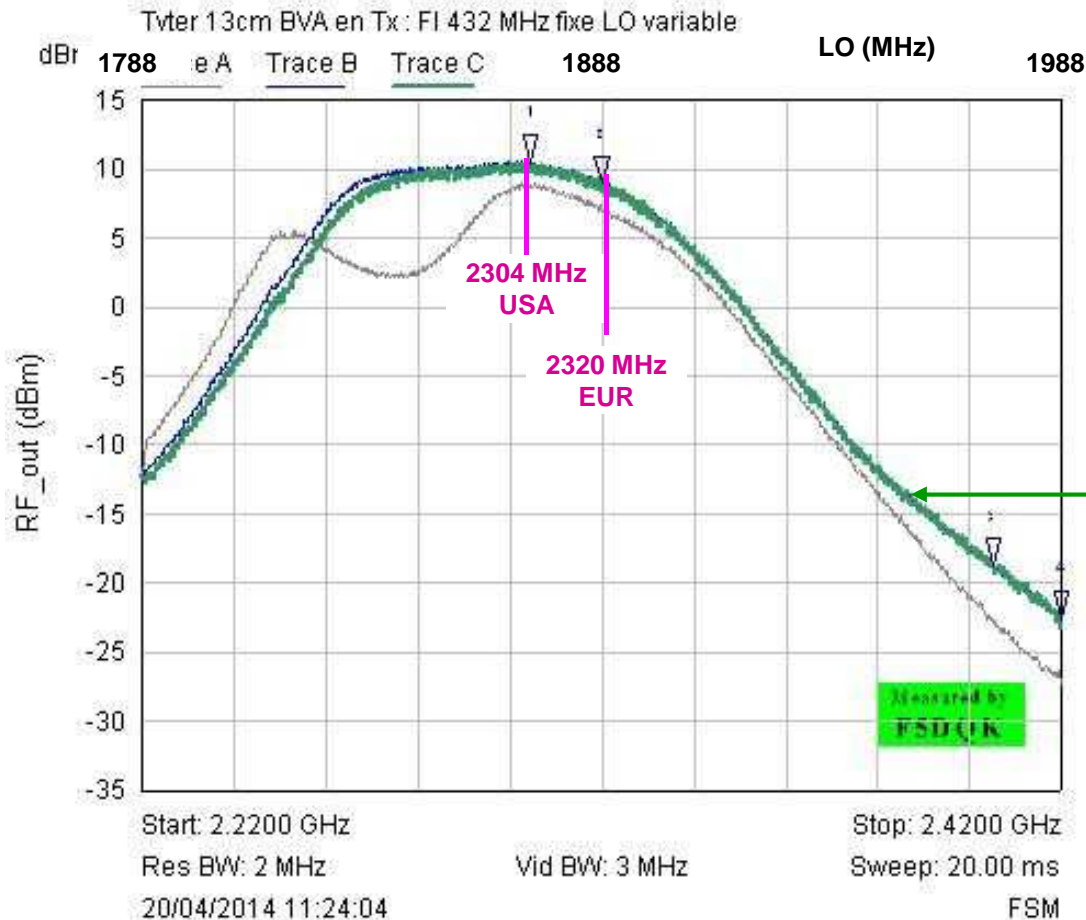




# Transverter seul, Pout partie Tx



# Tvter, bande passante Tx : FI constante, LO variable



Température ambiante  
 Tx 432 = FT817nd, 0.5W AM  
 LO = synthé Marconi 2031, P= +11dBm

- Trace A : PLL DF9NP initial + self 5V
- Trace B :  
 -plus de PLL DF9NP à l'intérieur  
 -Plus de self +5V LNA front-end  
 -tous les plans de selfs placés en supérieur  
 -couvercle fermé
- Trace C :  
 -PLL DF9NP + Eccosorb ressoudé en place  
 -couvercle fermé

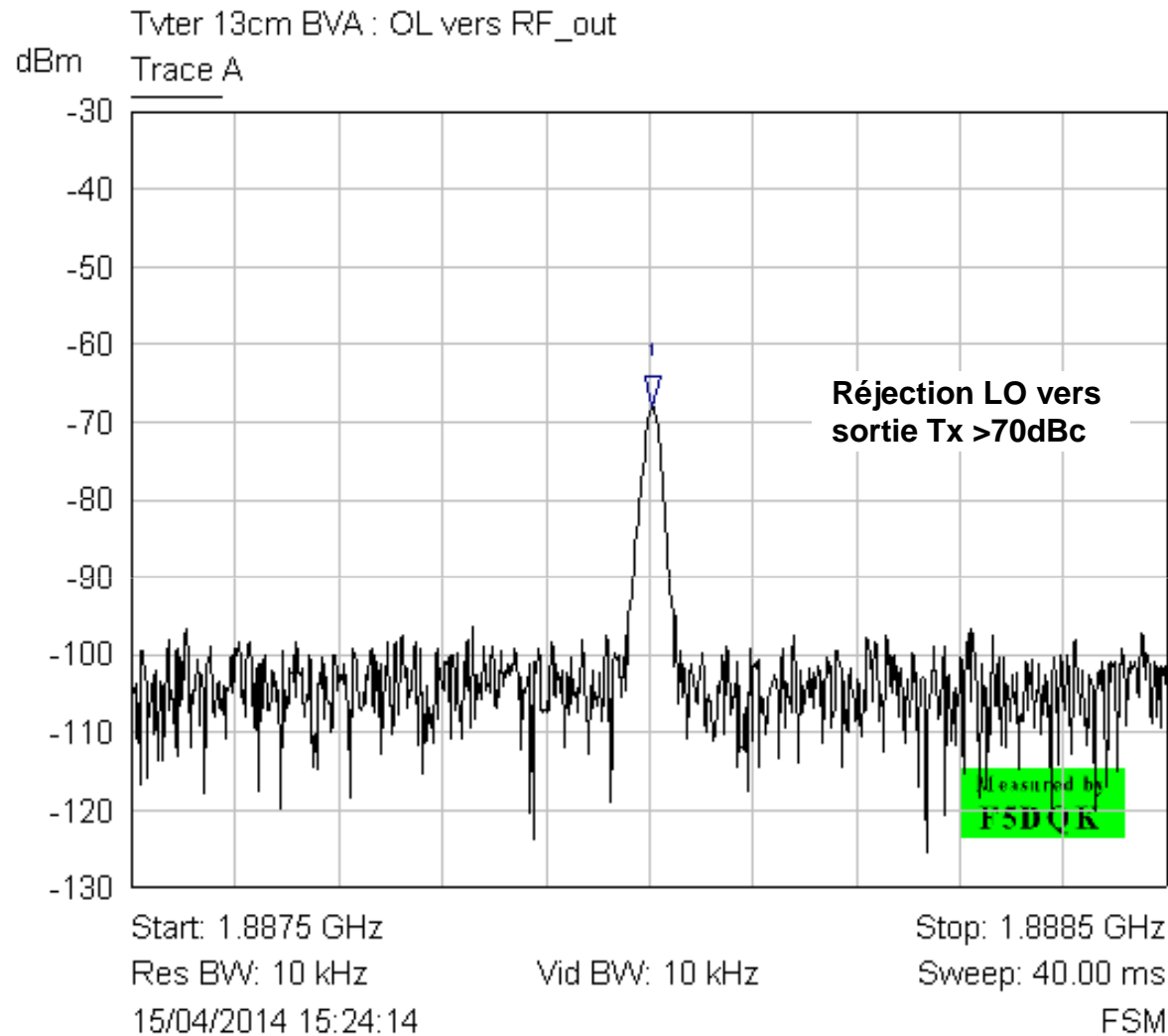
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Trace B	2.3044 GHz	10.48 dBm	bande USA
2	Trace B	2.3200 GHz	8.96 dBm	bande EUR
3	Trace B	2.4051 GHz	-18.83 dBm	bande JAP
4	Trace B	2.4200 GHz	-22.60 dBm	bande AUS

Gain +2 dB par rapport à l'EUR

Modèle non applicable sur les bandes JAP et AUS

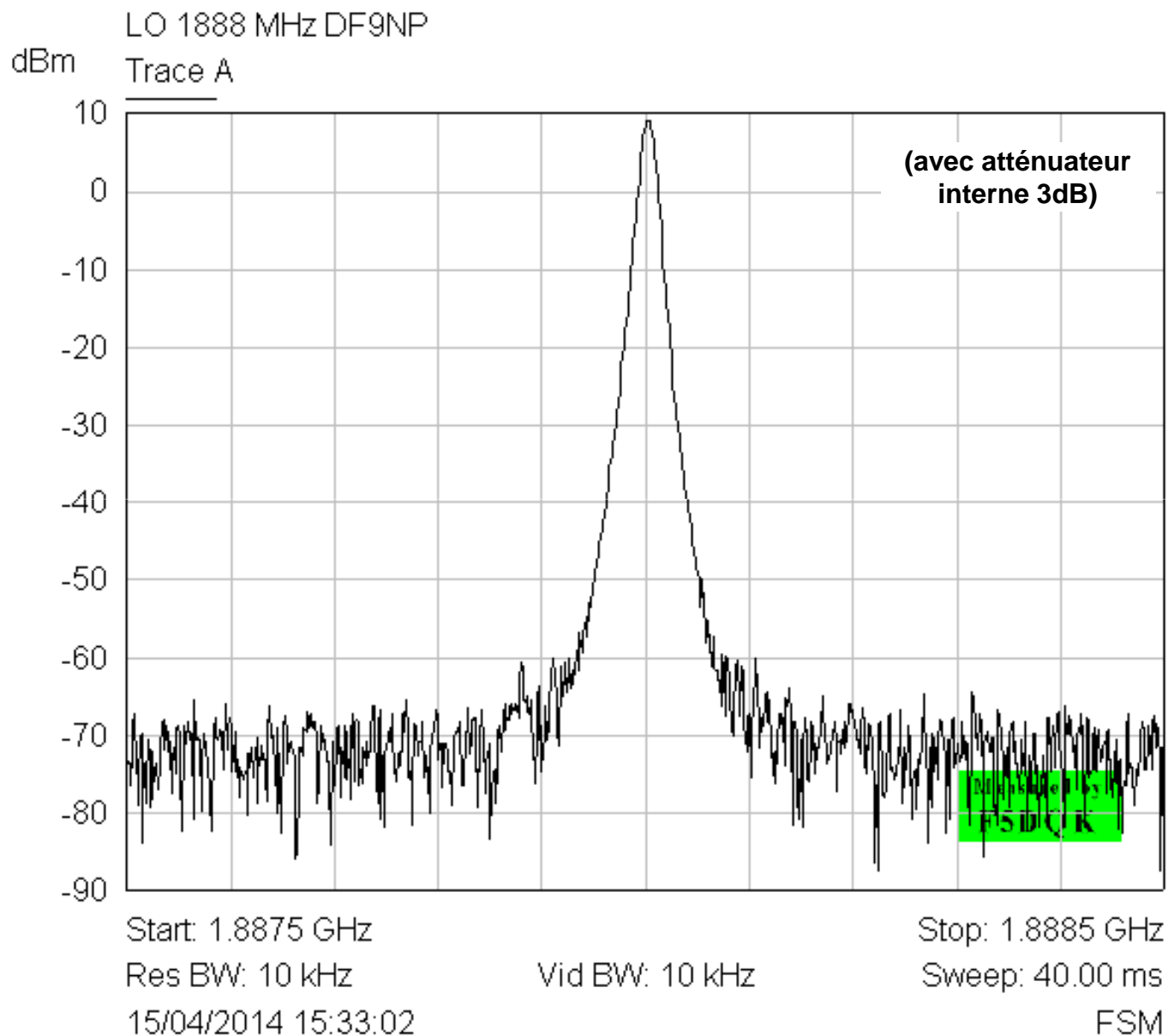


# Transverter seul, résiduelle LO vers fiche SMA RF\_Tx



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	Trace A	1.8880 GHz	-67.95 dBm	LO résiduel

# Transverter seul, LO PLL DF9NP sur la SMA LO



## **5- Conclusion sur ensemble n°1**

## Conclusion 1/2

### 1- LNA front-end large bande seul : utilisable sur les 4 bandes 13cm

- gain moyen 16 à 17dB
- Nf moyen= 0.55dB
- très bon S11 de 8dB à 2.32 GHz, assurant une bonne stabilité à toute condition de température et d'impédance antenne
- P1dBc\_in seul avec atténuateur monté de 3dB = -7dBm

### 2- Transverter seul partie Rx :

- si le PLL DF9NP (CI à 9mm du CI BVA) est soudé côté circuit actif, il influence sacrément le couple gain / bruit : la bande passante est alors rendue plus pointue et le Nf est également affecté
- une couche d'absorbant auto-collant Eccosorb LS-26 sur sa face arrière résout le problème (au prix d'une dégradation vraiment mineure) et permet alors de le laisser actif en place
- alors cet absorbant est absolument impératif
- l'idéal est de prévoir ce PLL tout de suite côté face arrière
  
- à 2320 MHz gain final 12dB et Nf=1.9dB sans self DC L6 (elle engendre 0.8dB de perte supplémentaire)
- Nf optimal obtenu après environ 5 minutes de stabilisation thermique du PLL (*phénomène non visible avec injection LO extérieure*)
  
- avec le synthé DF9NP, les specs optimales en Nf ne sont obtenues qu'au bout d'environ 5 minutes de fonctionnement (*temps de stabilisation*)
  
- Gain de 3dB de mieux à 2304 MHz (bande USA)
- Incompatible sur les bandes EME JAP et AUS (*une version large bande sera mesurée ASAP*)



## Conclusion 2/2

### 3- Chaîne Rx transverter + LNA :

- gain 27 à 29 dB à 2320 MHz, Nf = 0.6dB, montant à 32dB à 2304 MHz
- seulement utilisable sur les bandes USA et EUR

### 4- Partie Tx avec 2W de 432 MHz :

- Pout sans atténuateur de sortie 3dB = environ +13dBm
- +30 à +32dBm lui aurait permis une utilisation plus universelle (amplis Spectrian ou Powerwave)
- avec le LO PLL DF9NP placé du même côté que le circuit, specs large bande maintenant correctes avec absorbant sur sa face arrière
- uniquement utilisable sur les bandes USA et EUR

### 5- Remarques complémentaires :

- si l'on prévoit un PLL intégré type DF9NP, prévoir dès le départ son montage sur la face arrière du CI
- si les selfs planaires L1 à L6 (56nH) sont en version planaire (colimaçon), les souder impérativement avec plan de self sur le plan supérieur
- self d'injection L6 spécifique d'injection DC pour le LNA front-end : pour la mise au point du tvter seul, **ne pas brancher l'entrée RF SMA sans bias-tee** (sinon la dessouder carrément) !

# ***B- Transverter PYR n°2***

*version mélangeur  
bas-niveau  
FI = 144 MHz*

*Circuit imprimé doré provenance F5BQP à vrais via-holes, et avec PLL DF9NP monté cette fois-ci du «bon» côté*

# Transverter seul, aspect général

Application tropo, tout comme le 1er transverter

Circuit imprimé doré F5BQP à via-holes

Le PLL DF9NP a été placé à l'arrière du circuit imprimé

Mélangeur monté : bas niveau SYM4350-1

Ce 2ème transverter mais à FI 144 MHz, a été monté dans la place libre d'un ampli QRO type CJ 2013 EME (voir proceedings C-J 2013)

# Transverter seul, mesures Rx

Consommation Rx seul 12V 280mA

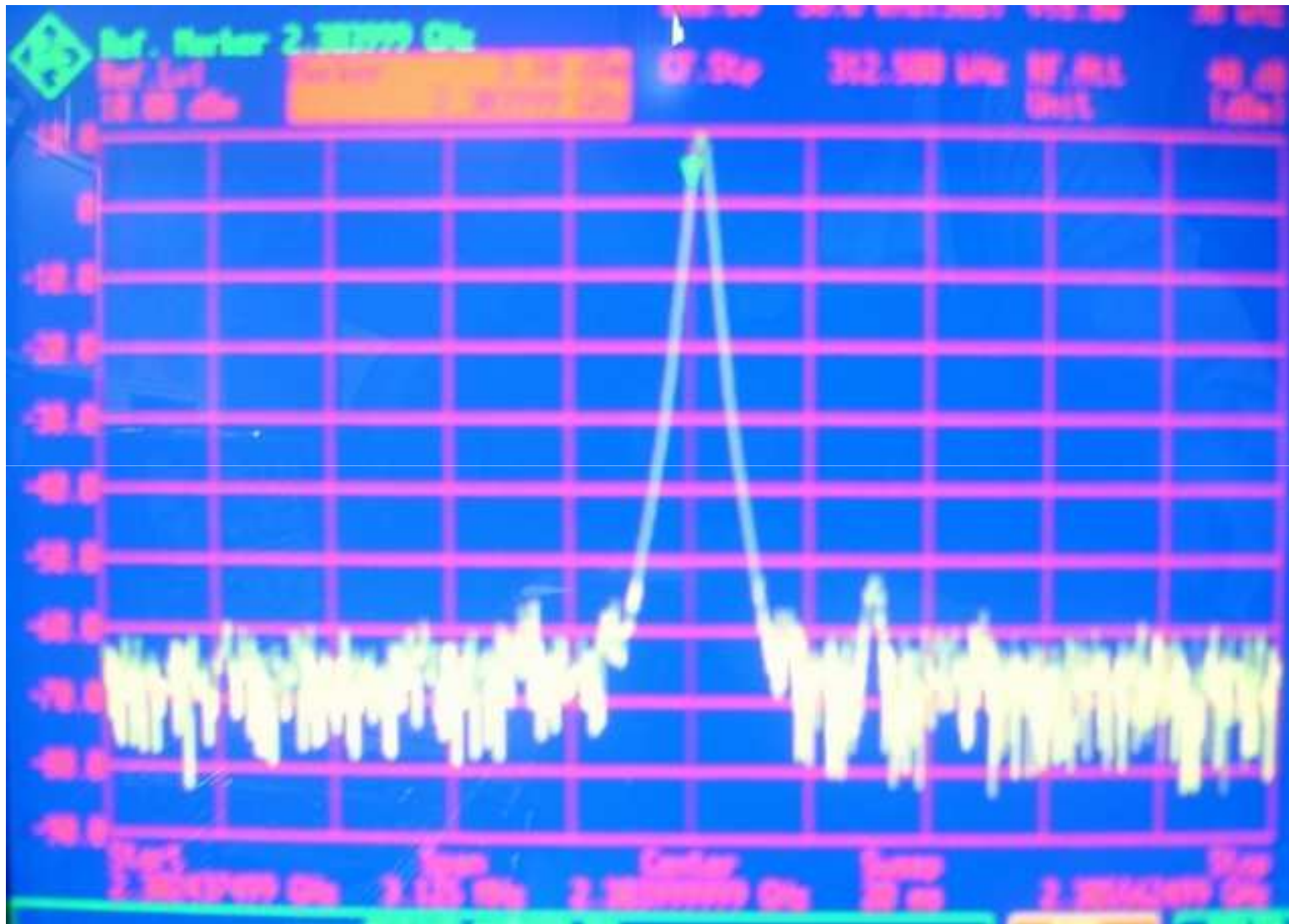


Contrairement aux mesures en détails effectuées sur le 1er transverter :

- on se contentera de rapides mesures Rx
- le couple gain/bruit est stable en moins de 5 secondes ??

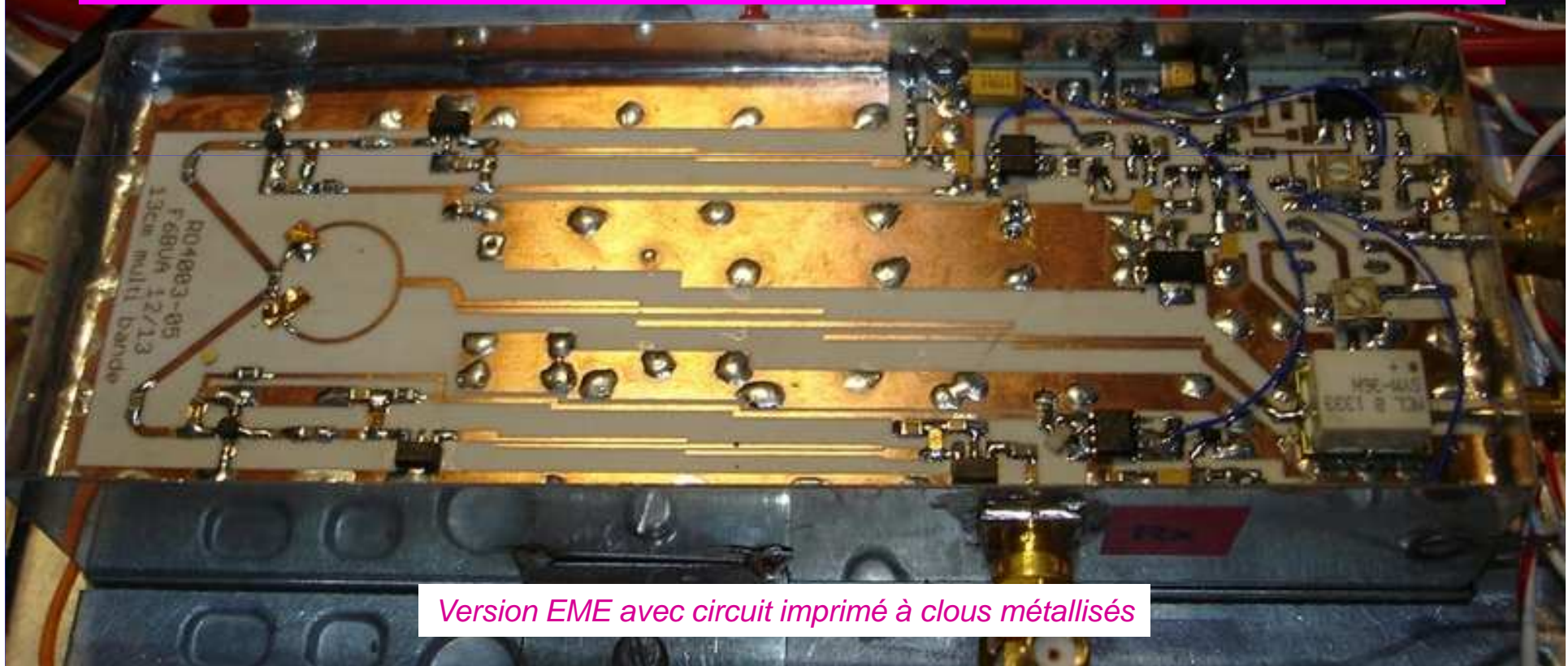


# Mesures Tx



# *C- Transverter n°3 EME*

*version mélangeur  
haut-niveau  
FI = 432 MHz*



*Version EME avec circuit imprimé à clous métallisés*

# Remarques générales

Ce 3ème transverter à FI 432 MHz , version large bande EME a également été monté dans la place libre d'un ampli QRO type CJ 2013 EME (voir proceedings C-J 2013)

Circuit imprimé utilisé : large bande type F6BVA à clous de masse

Application EME visant cette fois-ci les 4 bandes suivantes :

- 2304 MHz USA
- 2320 MHz EUR
- 2302 MHz AUS
- 2424 MHz JAP

Mélangeur monté : SYM36H à haut niveau

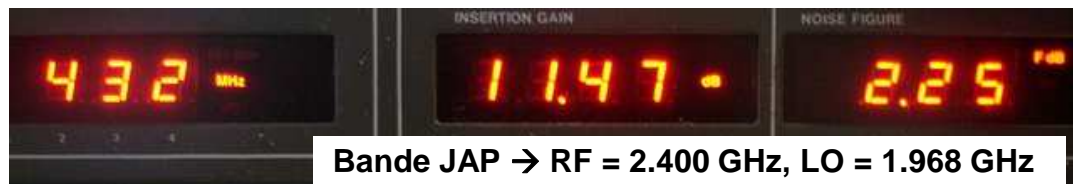
Local oscillator extérieur, puissance injectée +12dBm

Non essayé avec LO interne

## Transverter seul, rapides mesures Rx avec LO intérieur



Bande EUR → RF = 2.320 GHz, LO = 1.888 GHz



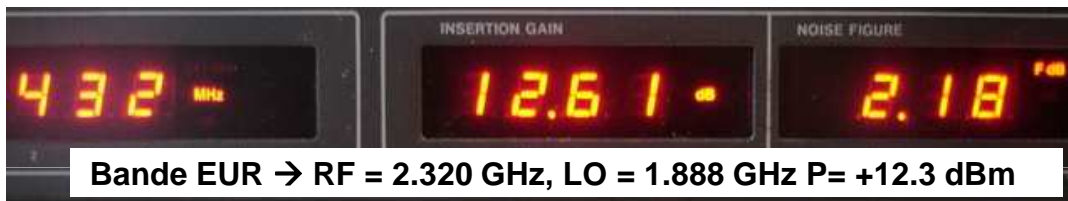
Bande JAP → RF = 2.400 GHz, LO = 1.968 GHz

Bande AUS RF = 2.424 GHz, LO = 1.992 GHz → ne fonctionne pas !



# Transverter seul, mesures Rx approfondies avec LO extérieur

Suite aux problèmes de fonctionnement sur LO interne (Pout pourtant initialement vérifiée aux 4 combinaisons), il a été décidé de travailler sur OL externe, à l'aide d'un synthétiseur Marconi 2031

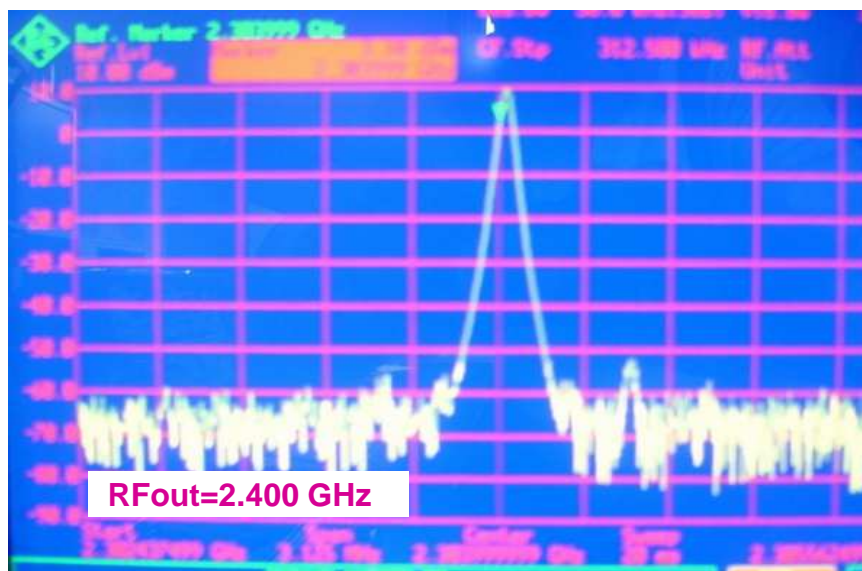


**Bande AUS RF = 2.424 GHz, LO = 1.992 GHz P= +13dBm → ne fonctionne pas !**

En montant doucement la fréquence du synthé, le couple gain/ Nf reste stable jusqu'à une fréquence LO de 1981 MHz

Puis le gain chute brutalement pour 3 à 5 MHz supplémentaires → **filtre Rx trop juste ? ?**

# Transverter seul, mesures Tx



# Conclusion

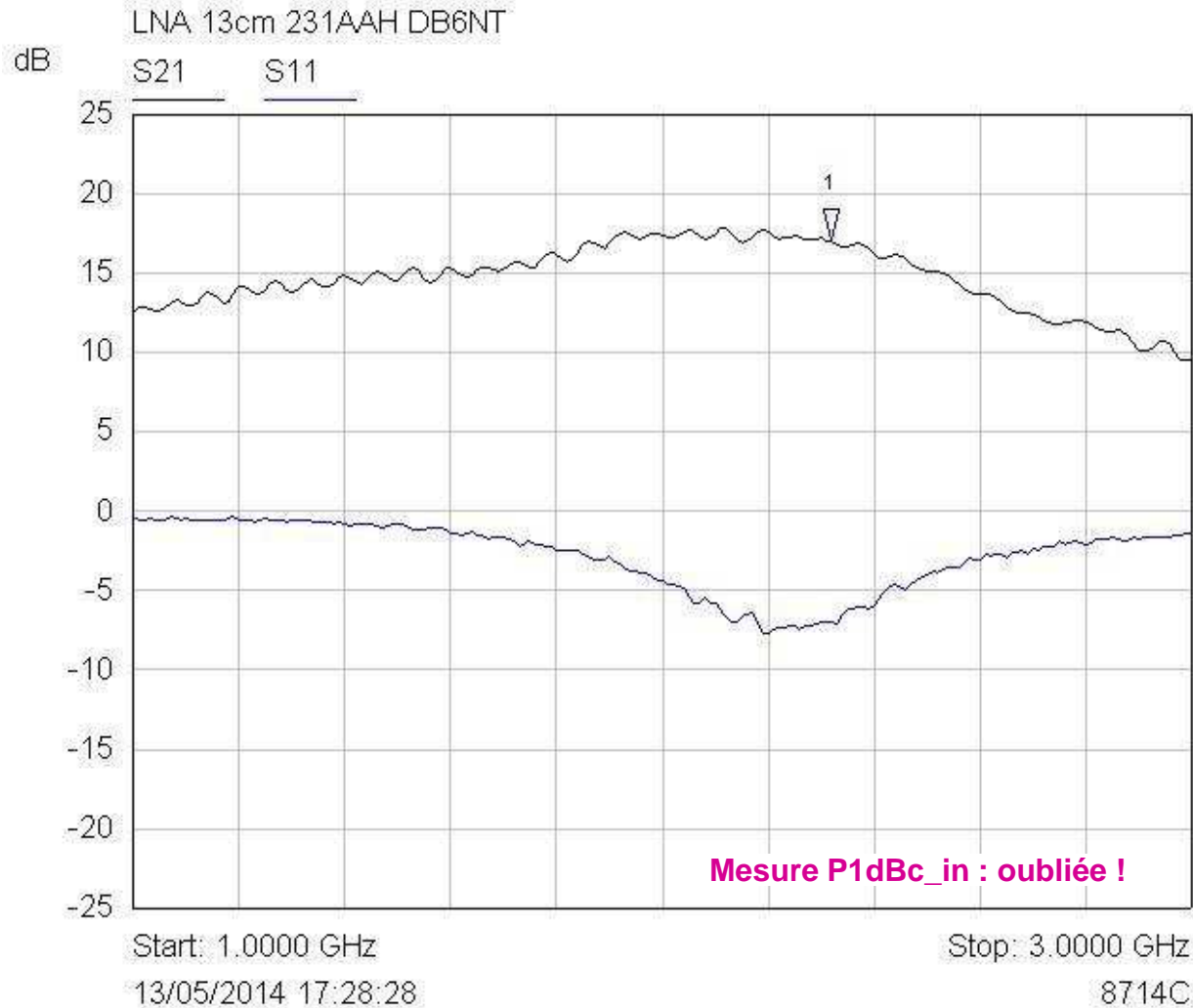
- Fonctionnement Tx totalement correct de 2304 à 2420 MHz inclus sur les 4 bandes visées
- Comme la réception ne fonctionne pas sur la bande 2420 MHz il semble que le filtre interdigité passe-bande Rx soit dimensionné trop juste en fréquence RF haute

# *D- Préampli LNA DB6NT*





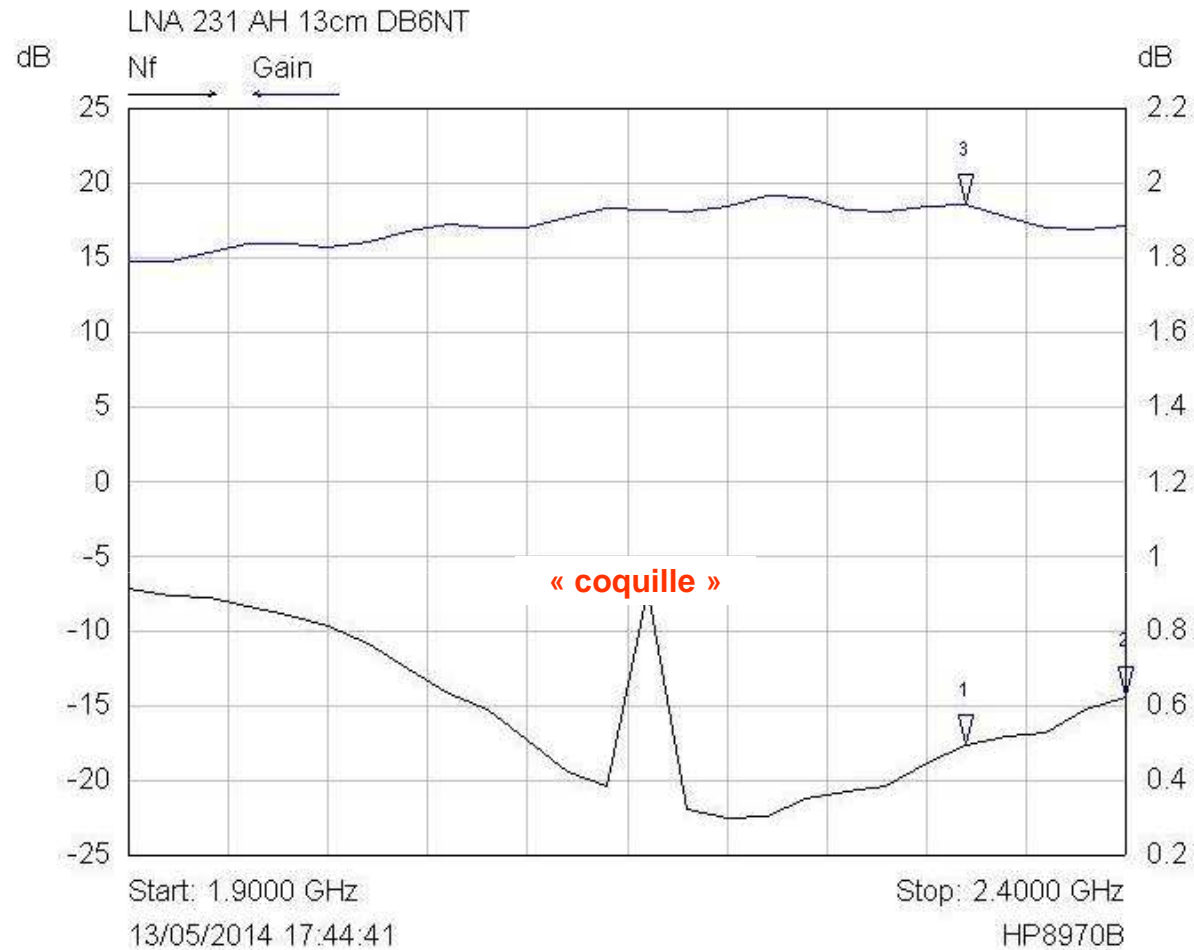
# Mesure au scalaire



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	S21	2.3200 GHz	17.03 dB	12V 15mA



# Mesure Gain / Nf



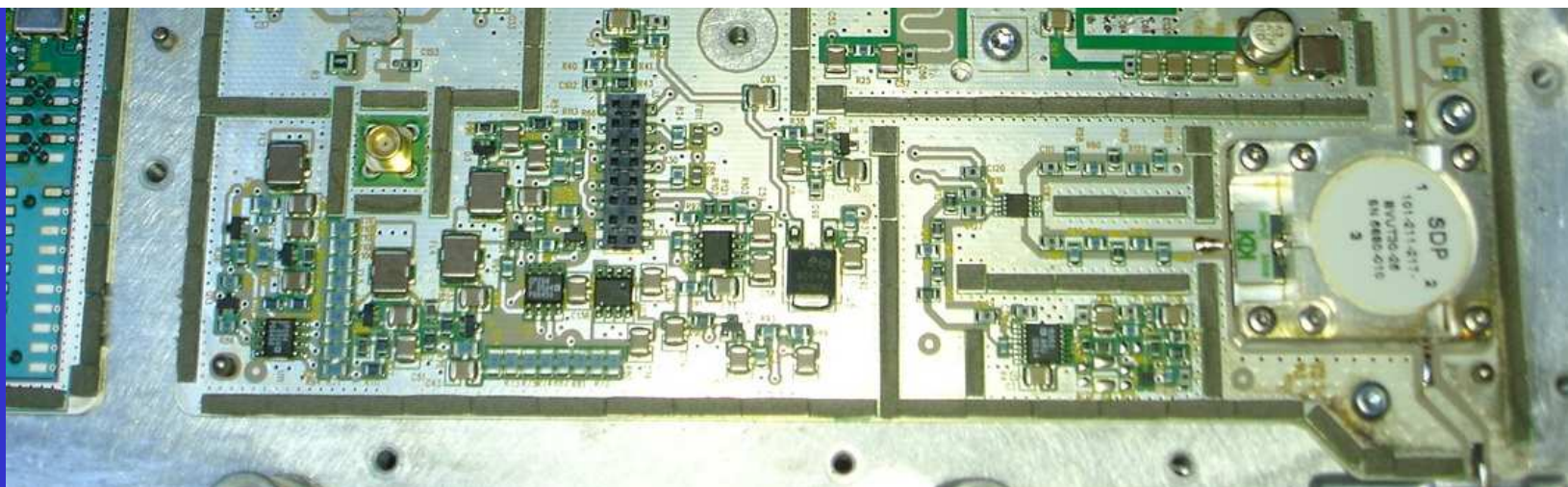
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	Nf	2.3200 GHz	0.49 dB	12V 15mA
2 ▽	Nf	2.4000 GHz	0.62 dB	
3 ▽	Gain	2.3200 GHz	18.58 dB	



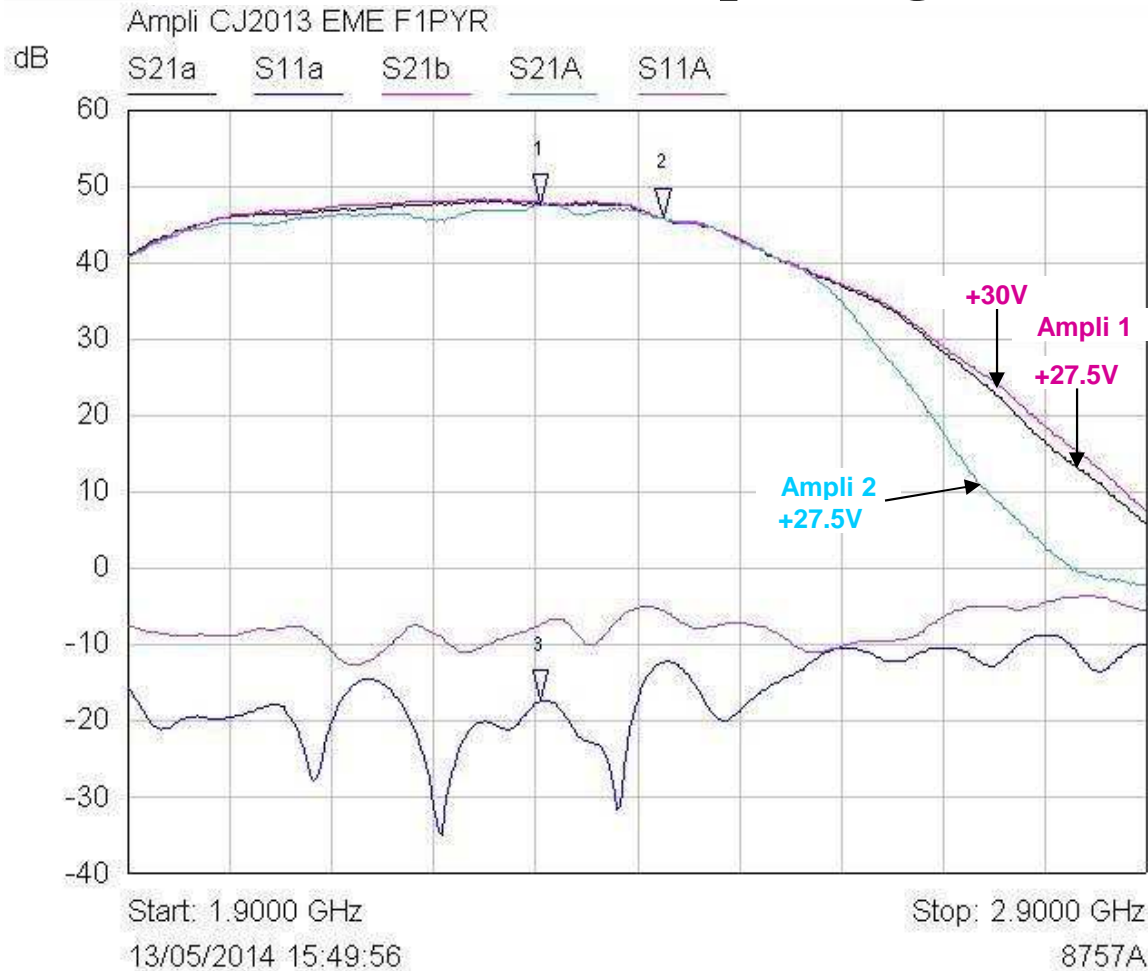
## *E- Amplis type CJ-2013 EME*

On lira d'abord avec grand intérêt l'ensemble des modifications de cet ampli effectuées par F1TE, et réunies dans ces 2 articles :

- *Modifications des amplificateurs UMTS 2.1 GHz pour adaptation à la bande 2.3 GHz*
- *Circuit de polarisation et de protection*



# Mesures petit signal au scalaire



Chacun des amplis est respectivement destiné aux transverters n° 2 et n°3

Gain énorme à petit signal nécessitant de prendre un minimum de précautions !

# Ampli n°1 : mesures à la compression 1/3

Ampli 1 tropo de F1PYR : Pout à 2304 MHz versus Pin							Bande USA	
Amort	Amort	Amort	Aval	Aval	Aval	Aval	Aval	
Pin lue (dBm)	Pin réelle (dBm)	Pin réelle (W)	Pout lue (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Pout réelle (W)	Delta gain lin (dB)	
-15,00	24,55	0,29	-7,14	33,36	8,81	2,2		
-14,00	25,55	0,36	-6,07	34,43	8,88	2,8	0,07	
-13,00	26,55	0,45	-5,02	35,48	8,93	3,5	0,12	
-12,00	27,55	0,57	-3,99	36,51	8,96	4,5	0,15	
-11,00	28,55	0,72	-2,95	37,55	9	5,7	0,19	
-10,00	29,55	0,90	-1,9	38,60	9,05	7,2	0,24	
-9,00	30,55	1,14	-0,8	39,70	9,15	9,3	0,34	
-8,00	31,55	1,43	0,29	40,79	9,24	12,0	0,43	
-7,00	32,55	1,80	1,34	41,84	9,29	15,3	0,48	
-6,00	33,55	2,26	2,44	42,94	9,39	19,7	0,58	
-5,00	34,55	2,85	3,54	44,04	9,49	25,4	0,68	
-4,00	35,55	3,59	4,53	45,03	9,48	31,8	0,67	
-3,00	36,55	4,52	5,63	46,13	9,58	41,0	0,77	
-2,00	37,55	5,69	6,74	47,24	9,69	53,0	0,88	
-1,00	38,55	7,16	7,82	48,32	9,77	67,9	0,96	
0,00	39,55	9,02	8,87	49,37	9,82	86,5	1,01	
1,00	40,55	11,35	9,87	50,37	9,82	108,9	1,01	
2,00	41,55	14,29	10,8	51,30	9,75	134,9	0,94	
3,00	42,55	17,99	11,6	52,10	9,55	162,2	0,74	
4,00	43,55	22,65	12,29	52,79	9,24	190,1	0,43	
5,00	44,55	28,51	12,82	53,32	8,77	214,8	-0,04	
6,00	45,55	35,89	13,47	53,97	8,42	249,5	-0,39	
7,00	46,55	45,19	13,44	53,94	7,39	247,7	-1,42	
8,00	47,55	56,89	13,64	54,14	6,59	259,4	-2,22	
9,00	48,55	71,61	13,75	54,25	5,7	266,1	-3,11	
10,00	49,55	90,16	13,87	54,37	4,82	273,5	-3,99	

P1dBc

P2dBc

P3dBc



# Ampli n°1 : mesures à la compression 2/3

Ampli 1 tropo de F1PYR : Pout à 2320 MHz versus Pin							Bande EUR	
Amont	Amont	Amont	Aval	Aval	Aval	Aval	Aval	
Pin lue (dBm)	Pin réelle (dBm)	Pin réelle (W)	Pout lue (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Pout réelle (W)	Delta gain lin (dB)	Ic sous 27,4V (A)
								4,10
-15,00	24,55	0,29	-7,12	33,38	8,83	2,2		4,70
-14,00	25,55	0,36	-6,01	34,49	8,94	2,8	0,11	4,90
-13,00	26,55	0,45	-4,94	35,56	9,01	3,6	0,18	5,10
-12,00	27,55	0,57	-3,87	36,63	9,08	4,6	0,25	5,30
-11,00	28,55	0,72	-2,8	37,70	9,15	5,9	0,32	5,60
-10,00	29,55	0,90	-1,73	38,77	9,22	7,5	0,39	6,00
-9,00	30,55	1,14	-0,6	39,90	9,35	9,8	0,52	6,40
-8,00	31,55	1,43	0,49	40,99	9,44	12,6	0,61	6,90
-7,00	32,55	1,80	1,56	42,06	9,51	16,1	0,68	7,50
-6,00	33,55	2,26	2,68	43,18	9,63	20,8	0,80	8,20
-5,00	34,55	2,85	3,8	44,30	9,75	26,9	0,92	9,00
-4,00	35,55	3,59	4,83	45,33	9,78	34,1	0,95	9,80
-3,00	36,55	4,52	5,96	46,46	9,91	44,3	1,08	10,90
-2,00	37,55	5,69	7,05	47,55	10	56,9	1,17	12,10
-1,00	38,55	7,16	8,13	48,63	10,08	72,9	1,25	13,50
0,00	39,55	9,02	9,19	49,69	10,14	93,1	1,31	15,00
1,00	40,55	11,35	10,19	50,69	10,14	117,2	1,31	16,80
2,00	41,55	14,29	11,14	51,64	10,09	145,9	1,26	18,70
3,00	42,55	17,99	11,96	52,46	9,91	176,2	1,08	20,20
4,00	43,55	22,65	12,61	53,11	9,56	204,6	0,73	24,20
5,00	44,55	28,51	13,09	53,59	9,04	228,6	0,21	25,70
6,00	45,55	35,89	13,39	53,89	8,34	244,9	-0,49	27,10
7,00	46,55	45,19	13,62	54,12	7,57	258,2	-1,26	28,40
8,00	47,55	56,89	13,77	54,27	6,72	267,3	-2,11	29,50
9,00	48,55	71,61	13,87	54,37	5,82	273,5	-3,01	30,40
10,00	49,55	90,16	13,91	54,41	4,86	276,1	-3,97	31,00

P1dBc

P2dBc

P3dBc



# Ampli n°1 : mesures à la compression 3/3

Ampli 1 tropo de F1PYR : Pout à 2424 MHz versus Pin							Bande JAP	
Amont	Amont	Amont	Aval	Aval	Aval	Aval	Aval	
Pin lue (dBm)	Pin réelle (dBm)	Pin réelle (W)	Pout lue (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Pout réelle (W)	Delta gain lin (dB)	
-15,00	24,55	0,29	-9,12	31,38	6,83	1,4		
-14,00	25,55	0,36	-8,03	32,47	6,92	1,8	-1,89	
-13,00	26,55	0,45	-6,99	33,51	6,96	2,2	-1,85	
-12,00	27,55	0,57	5,94	46,44	18,89	44,1	10,08	
-11,00	28,55	0,72	4,91	45,41	16,86	34,8	8,05	
-10,00	29,55	0,90	-3,82	36,68	7,13	4,7	-1,68	
-9,00	30,55	1,14	-2,73	37,77	7,22	6,0	-1,59	
-8,00	31,55	1,43	-1,67	38,83	7,28	7,6	-1,53	
-7,00	32,55	1,80	-0,6	39,90	7,35	9,8	-1,46	
-6,00	33,55	2,26	0,48	40,98	7,43	12,5	-1,38	
-5,00	34,55	2,85	1,55	42,05	7,5	16,0	-1,31	
-4,00	35,55	3,59	2,66	43,16	7,61	20,7	-1,20	
-3,00	36,55	4,52	3,67	44,17	7,62	26,1	-1,19	
-2,00	37,55	5,69	4,88	45,38	7,83	34,5	-0,98	
-1,00	38,55	7,16	6	46,50	7,95	44,7	-0,86	
0,00	39,55	9,02	7,1	47,60	8,05	57,5	-0,76	
1,00	40,55	11,35	8,18	48,68	8,13	73,8	-0,68	
2,00	41,55	14,29	9,31	49,81	8,26	95,7	-0,55	
3,00	42,55	17,99	10,22	50,72	8,17	118,0	-0,64	
4,00	43,55	22,65	10,96	51,46	7,91	140,0	-0,90	
5,00	44,55	28,51	11,66	52,16	7,61	164,4	-1,20	
6,00	45,55	35,89	12,19	52,69	7,14	185,8	-1,67	
7,00	46,55	45,19	12,52	53,02	6,47	200,4	-2,34	
8,00	47,55	56,89	12,74	53,24	5,69	210,9	-3,12	
9,00	48,55	71,61	12,9	53,40	4,85	218,8	-3,96	
10,00	49,55	90,16	13	53,50	3,95	223,9	-4,86	

P1dBc

P2dBc

P3dBc

## Ampli n°2 : mesures à la compression

Ampli 2 EME de F1PYR : Pout à 2320 MHz versus Pin							Bande EUR	
Amont	Amont	Amont	Aval	Aval	Aval	Aval	Aval	
Pin lue (dBm)	Pin réelle (dBm)	Pin réelle (W)	Pout lue (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Pout réelle (W)	Delta gain lin (dB)	Ic sous 27,4V (A)
								4,10
-15,00	24,55	0,29	-7,73	32,77	8,22	1,9		5,00
-14,00	25,55	0,36	-6,74	33,76	8,21	2,4	-0,01	5,10
-13,00	26,55	0,45	-5,74	34,76	8,21	3,0	-0,01	5,20
-12,00	27,55	0,57	-4,76	35,74	8,19	3,7	-0,03	5,40
-11,00	28,55	0,72	-3,79	36,71	8,16	4,7	-0,06	5,50
-10,00	29,55	0,90	-2,79	37,71	8,16	5,9	-0,06	5,70
-9,00	30,55	1,14	-1,8	38,70	8,15	7,4	-0,07	6,00
-8,00	31,55	1,43	-0,82	39,68	8,13	9,3	-0,09	6,30
-7,00	32,55	1,80	0,17	40,67	8,12	11,7	-0,10	6,70
-6,00	33,55	2,26	1,14	41,64	8,09	14,6	-0,13	7,10
-5,00	34,55	2,85	2,13	42,63	8,08	18,3	-0,14	7,60
-4,00	35,55	3,59	3,09	43,59	8,04	22,9	-0,18	8,20
-3,00	36,55	4,52	4,07	44,57	8,02	28,6	-0,20	8,80
-2,00	37,55	5,69	5,06	45,56	8,01	36,0	-0,21	9,60
-1,00	38,55	7,16	6,07	46,57	8,02	45,4	-0,20	10,50
0,00	39,55	9,02	7,07	47,57	8,02	57,1	-0,20	11,40
1,00	40,55	11,35	8,05	48,55	8	71,6	-0,22	12,60
2,00	41,55	14,29	9,06	49,56	8,01	90,4	-0,21	13,90
3,00	42,55	17,99	9,93	50,43	7,88	110,4	-0,34	15,30
4,00	43,55	22,65	10,7	51,20	7,65	131,8	-0,57	16,80
5,00	44,55	28,51	11,4	51,90	7,35	154,9	-0,87	18,40
6,00	45,55	35,89	11,95	52,45	6,9	175,8	-1,32	19,90
7,00	46,55	45,19	12,33	52,83	6,28	191,9	-1,94	21,30
8,00	47,55	56,89	12,61	53,11	5,56	204,6	-2,66	22,60
9,00	48,55	71,61	12,79	53,29	4,74	213,3	-3,48	23,80

P1dBc

P2dBc

## Remerciements

L'auteur remercie tout spécialement à remercier :

- Michel F6BVA, auteur de ce design no-tune
- André F1PYR pour le prêt de ses 3 transverters montés avec amour
- sans oublier les précieux conseils prodigués par Sylvain F6CIS et Jacques F6AJW



***F- Deux transverters seuls sans OL, à F4GRX et F6AJW***

*version mélangeur  
bas-niveau  
FI = 432 MHz*

- Montage particulièrement soigné par Sébastien F4GRX  
-LO extérieur utilisé : synthé Marconi 2031 à 1888 MHz  
Destinés à recevoir ultérieurement un PLL interne 1888 MHz type DF9NP en face arrière



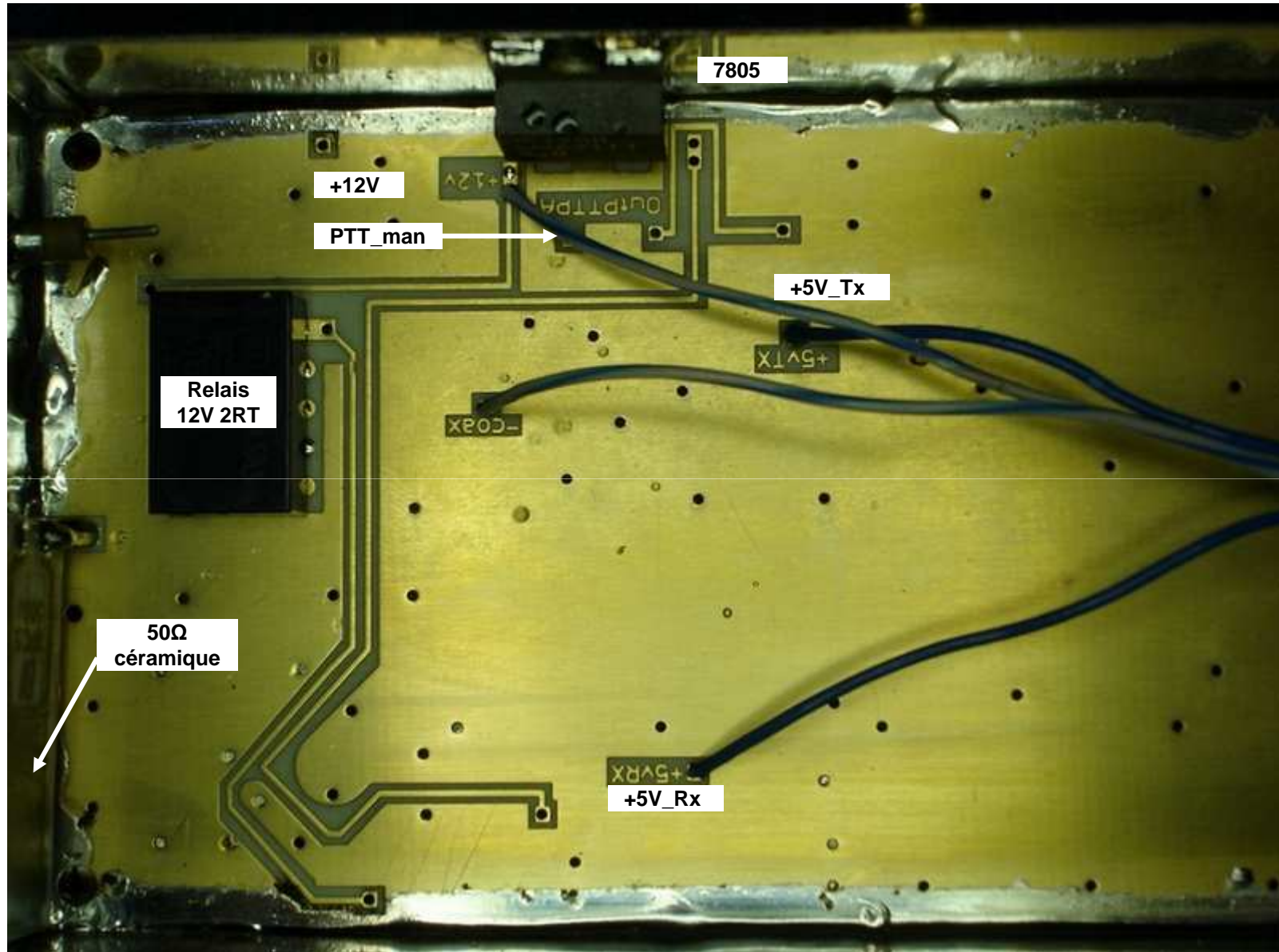


F4GRX

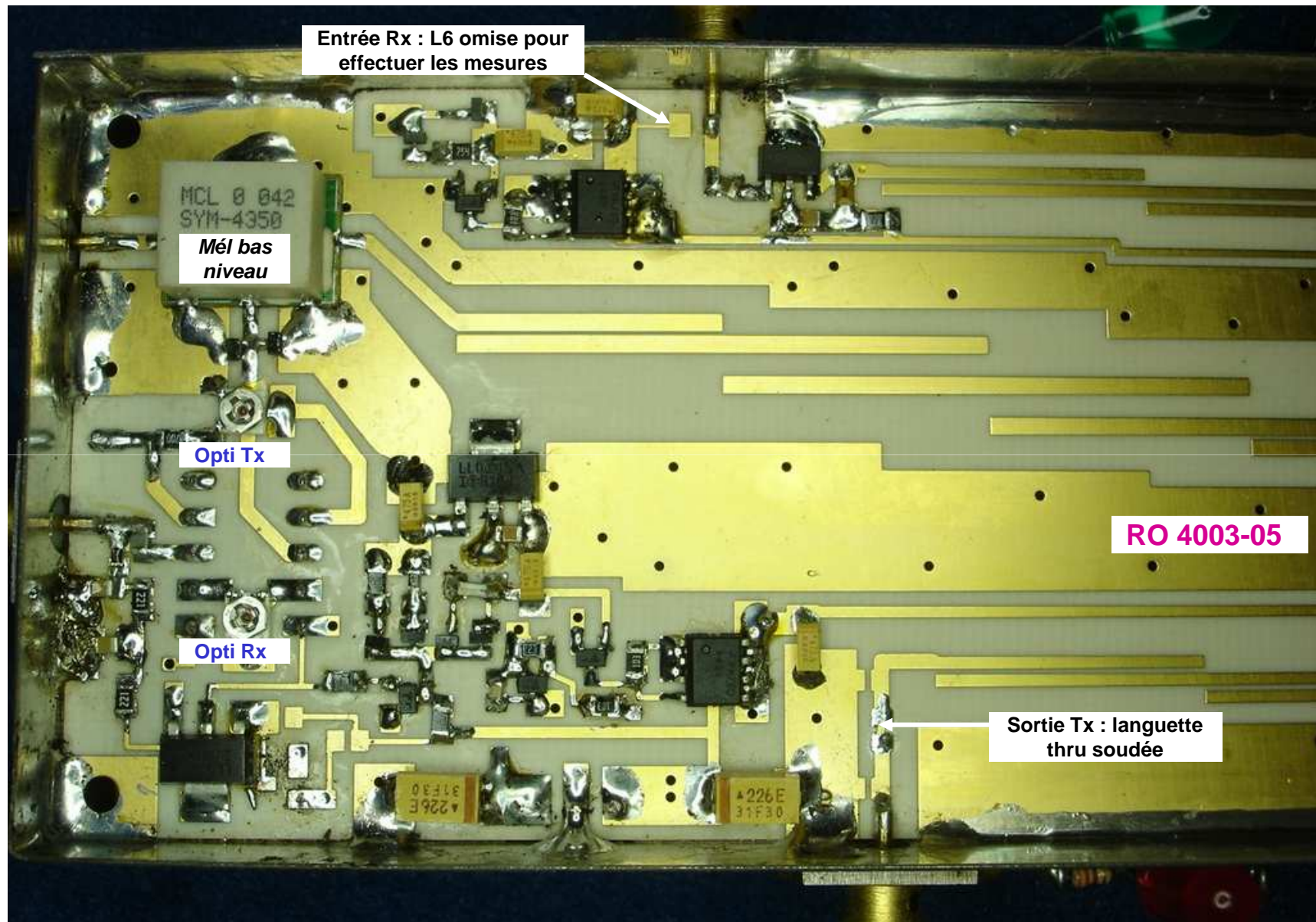
F6AJW



## Transverter seul face arrière : zoom

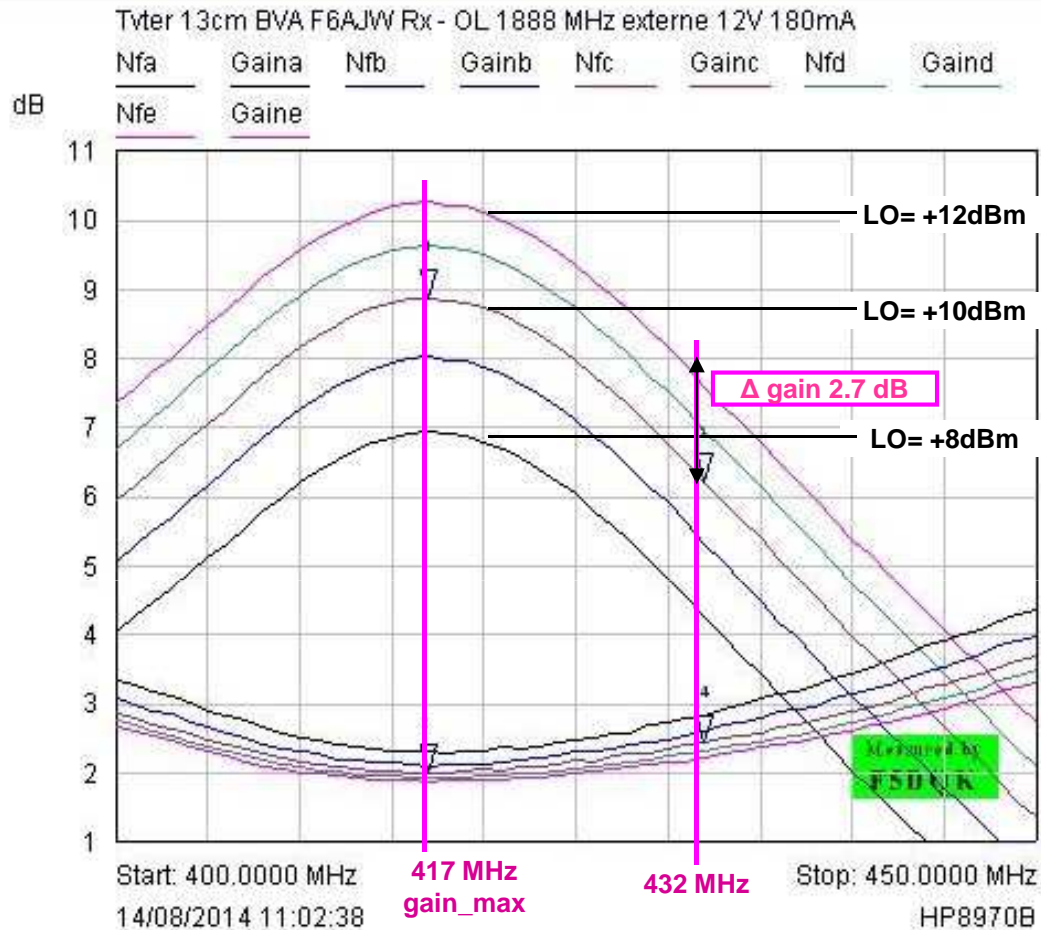


## Transverter seul F6AJW ou F4GRX : zoom





# Transverter seul F6AJW partie Rx, FI variable



OL = 1888 MHz

Variation puissance : +8dBm < P\_OL < +12dBm

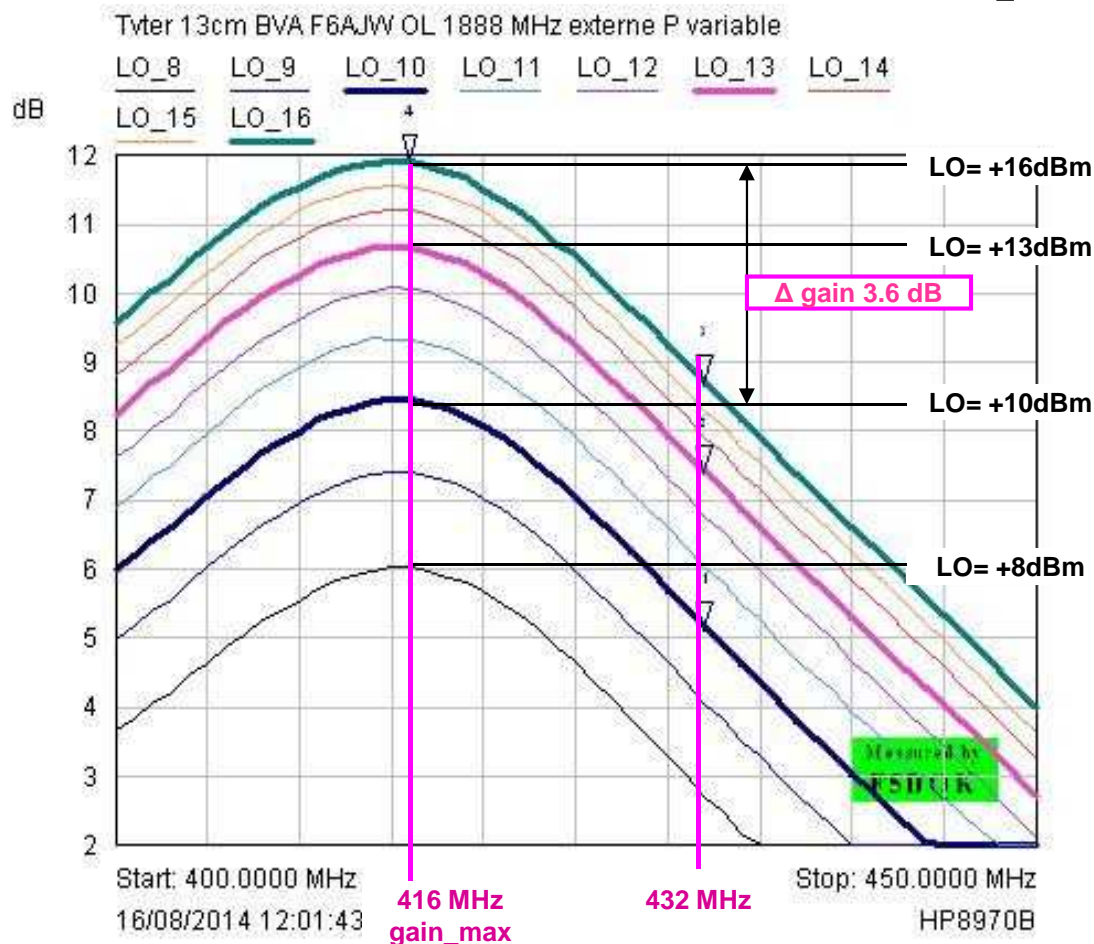
*Très léger réajustement potard Rx au meilleur compromis gain / bruit*

Le mélangeur accepterait volontiers plus que +12dBm, mais le Synthé disponible est limité à +13dBm

Entre +9dBm < P\_OL < +12dBm, différence de 2.3dB

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Gainc	417.0000 MHz	8.89 dB	P_OL= +10dBm <b>FI_optimale</b>
2	Nfc	417.0000 MHz	2.00 dB	P_OL= +10dBm
3	Gainc	432.0000 MHz	6.21 dB	P_OL= +10dBm <b>FI=432 MHz</b>
4	Nfc	432.0000 MHz	2.43 dB	P_OL= +10dBm

# Transverter seul F6AJW partie Rx, FI variable



OL = 1888 MHz

Variation puissance : +8dBm < P\_OL < +16dBm  
(synthé avec buffer car HP8350b trop bruiteux)

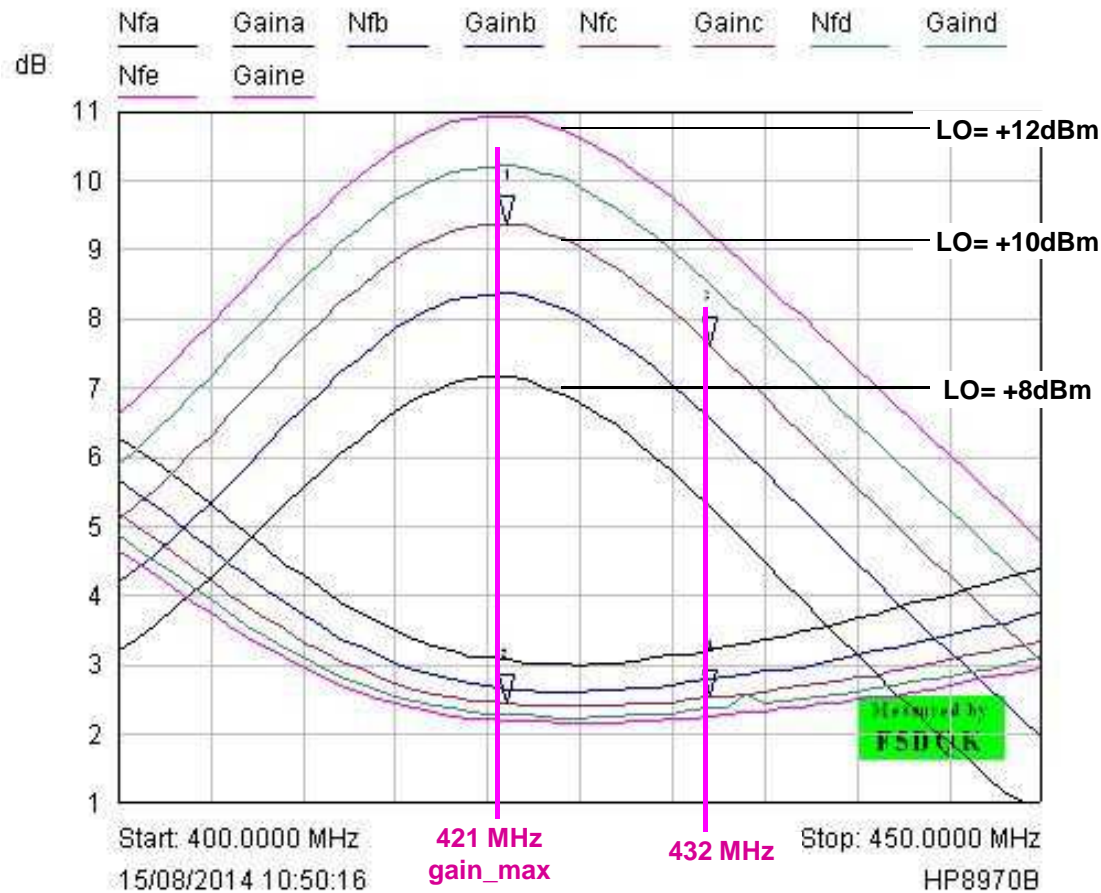
L'injection OL de +16dBm ne permet pas encore d'obtenir le gain maximal, mais la puissance d'injection a été volontairement limitée

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	LO_10	432.0000 MHz	5.14 dB	P_LO=+10dBm
2	LO_13	432.0000 MHz	7.40 dB	P_LO=+13dBm
3	LO_16	432.0000 MHz	8.70 dB	P_LO=+16dBm
4	LO_16	416.0000 MHz	11.91 dB	FI à gain max



# Transverter seul en Rx FI=UHF, P\_OL variable

Tvter 13cm BVA F4GRX Rx - OL 1888 MHz externe 12V 185mA



OL = 1888 MHz

Variation puissance : +8dBm < P\_OL < +12dBm

*Réajustement potard Rx au meilleur compromis gain / bruit*

Le mélangeur accepterait volontiers plus que +12dBm, mais le Synthé disponible est limité à +13dBm

Entre +9dBm < P\_OL < +12dBm, différence de 2.7dB

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Gainc	421.0000 MHz	9.36 dB	P_OL= +10dBm
2	Nfc	421.0000 MHz	2.44 dB	P_OL= +10dBm
3	Gainc	432.0000 MHz	7.61 dB	P_OL= +10dBm
4	Nfc	432.0000 MHz	2.53 dB	P_OL= +10dBm

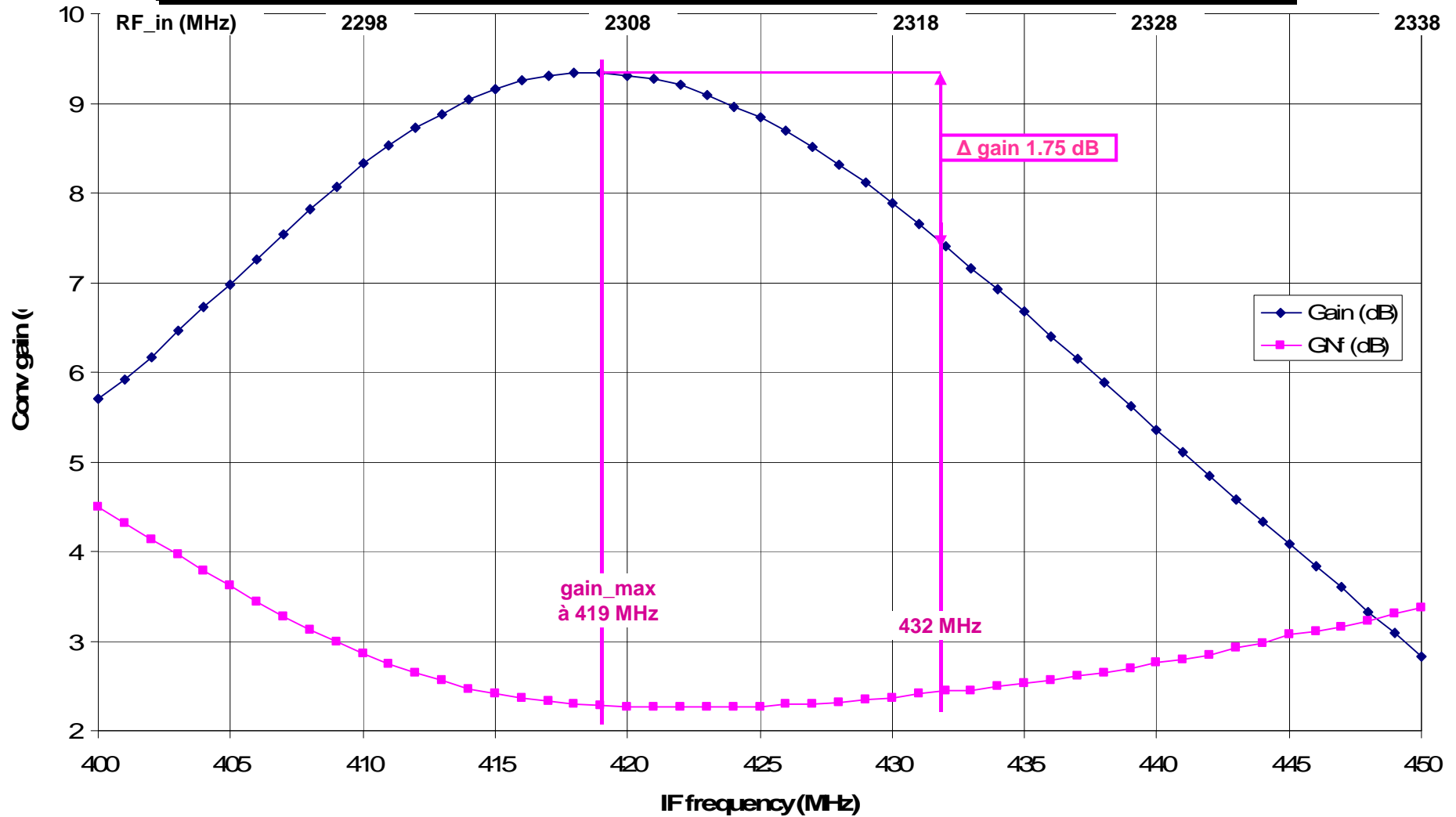
FI\_max\_gain

FI 432 MHz

Différence gain  
1.75 dB

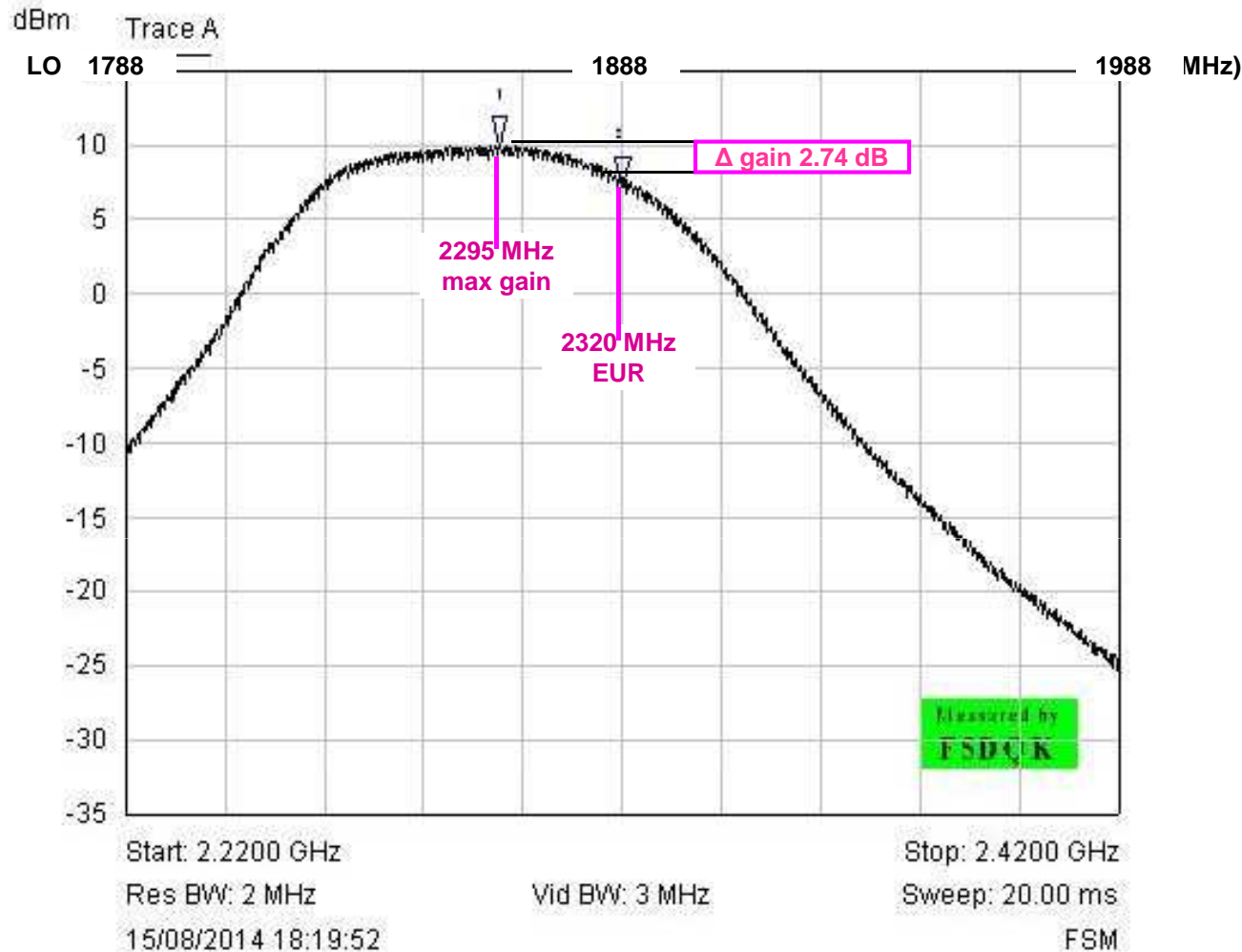
# Transverter seul F4GRX partie Rx

Transverter 13cm BVA seul de F4GRX : FI variable, OL fixe 1888 MHz P<sub>in</sub> = +10dBm



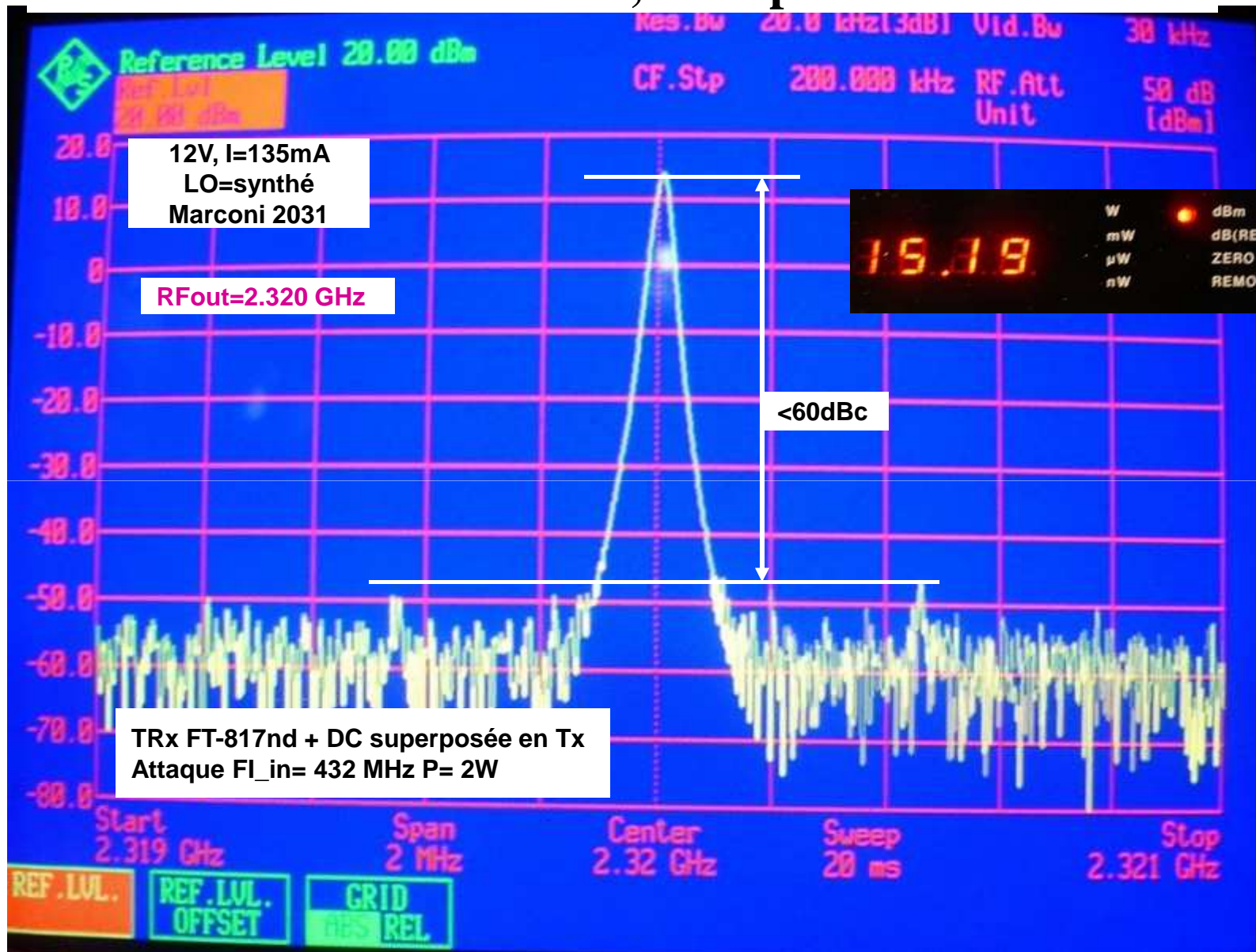
# Tvter, bande passante Tx : FI constante, LO variable

Tvter 13cm BVA F6AJW en Tx : FI 432 MHz et LO variable P=+12dBm 12V 135mA



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Trace A	2.2953 GHz	9.87 dBm	Rf gain max
2	Trace A	2.3200 GHz	7.13 dBm	perte 2.74dB

# Transverter seul, Pout partie Tx





## Transverters seuls F4GRX+F6AJW : conclusion 1/2

Constatation, tout comme sur les 3 exemplaires d'André F1PYR à application terrestre :

### **Comportement en Rx :**

- FI plutôt optimisée à 419 MHz qu'à 432 MHz (çàd RF\_in\_optimale = 2307 MHz soit 13 MHz en-dessous)
- A FI=432 MHz, perte de gain entre 1.8 et 2.7 dB selon modèle (7.5 dB au lieu de 9.3dB avec P\_OL=+10dBm)
- Mélangeur utilisé bas niveau SYM-4350 : certes +10dBm d'OL sont parfaitement utilisables, mais le gain de conversion optimal se situe plutôt à puissance OL  $\geq$  +16 dBm  $\rightarrow$  gain supplémentaire de 3.6dB
- Avec OL=188 MHz, P\_OL=+10dBm et donc FI=432 MHz, gain moyen 7dB, Nf moyen 2.5dB

Mais l'indispensable LNA front-end gommara alors totalement ces différences !

### **Comportement en Tx :**

- Opération à puissance maximale : la ligne de sortie juste avant la sortie SMA a reçu une simple petite « languette thru » issue d'une patte de MESFET
- Variation de fréquence OL : gain maximal obtenu 25 MHz en-dessous, soit à RF\_out= 2295 MHz (OL associé = 1836 MHz, au lieu de 2320 MHz (gain 7.1dB au lieu de 9.9 dB)
- A puissance OL=+10dBm et 2W de 432 MHz  $\rightarrow$  Pout à 2320 MHz = +15.2 dBm
- Rejet des 1ers spurios à 60dBc

Influence du couvercle : négligeable

## Transverters seuls F4GRX+F6AJW : conclusion 2/2

Suite aux mesures sur 5 déjà exemplaires successifs, j'en déduis donc que :

- 1- Avec le mélangeur version bas niveau, la puissance LO nécessaire à la perte minimale de conversion se situe plutôt à une puissance de +13 que +10dBm, voire même plus haut
- 2- La fréquence d'optimisation maximale est systématiquement située de 13 à 25 MHz vers le bas
- 3- Contrairement à une version à CV et self à noyau réglables, l'avantage d'une version «no-tune» constitue dans une mise au point pratiquement inexistante.
- 4- Mais l'envers de la médaille est qu'il est difficile dès le premier coup, d'optimiser le circuit imprimé au couple final de fréquences centrales visées (2320 MHz et FI=432 voire même 435 MHz)

- Or entre les simulations théoriques et l'application pratique, l'Epsilon réel du matériau imprimé utilisé (ici RO-4003 est toujours différent (et même d'une plaque à une autre)
- Donc à moins de preuve contraire absolument irréfutable (*mais ceci n'engage bien sur que moi*), je reste pour le moment persuadé que la seule explication tient au fait que les 3 filtres interdigitaux sont alors dimensionnés un poil trop grands (contrairement à l'avis exprimé par F6BVA sur la question)
- En guise de lever de doute, l'idéal serait alors d'opérer sur un nouveau circuit imprimé vierge, en mesurant la bande passante de chaque filtre interdigité seul
- L'addition de ces 2 paramètres couplés permettrait alors de gagner encore entre 4 et 6 dB sur son gain

*Bien sur ceci ne l'empêchera nullement de fonctionner, puisque la large bande passante de l'indispensable LNA placé en tête gommara alors totalement toute différence*

# *G- 2 transverters complets à F8DLS et F1ISM*



-Montage particulièrement soigné par Guillaume F1ISM  
-AVEC PLL interne 1888 MHz type DF9NP en face arrière

version mélangeur  
bas-niveau  
FI = 432 MHz

# F8DLS : transverter seul + PLL DF9NP

Modifications effectuées :

- *PLL DF9NP* :

PBs de soudures sèches → masse de OCXO 10 MHz ressoudée correctement

Pout initialement insuffisante de +8dBm, augmentée à +10.5 dBm

l'ERA-1 a été substitué par un ERA-5, ainsi que sa résistance de collecteur

**Ecoute de la stabilité de fréquence sur le FT-817nd → aucun PB durant plus d'une heure**

- *Tvter BVA* seul :

diodes D7 et D8 mises en place (protection du mélangeur côté 432 MHz Tx) → augmentation supplémentaire inattendue des performances de conversion

rappel : gains Rx mesurés à 432 MHz sur les exemplaires précédents (toujours sans LNA front-end) :

PYR-1 terrestre complet : gain 10 dB, NF=3.7dB

PYR-2 terrestre complet : gain 10.9 dB, Nf= 1.5dB

PYR-3 EME complet : gain 13.9dB, Nf= 2.0dB

F6AJW avec OL\_ext et P\_OL= +10dBm : gain 8.7dB

F4GRX avec OL\_ext et P\_OL= +10dBm : gain 7.6dB



# F8DLS : Réparation et mise à niveau puissance du PLL DF9NP

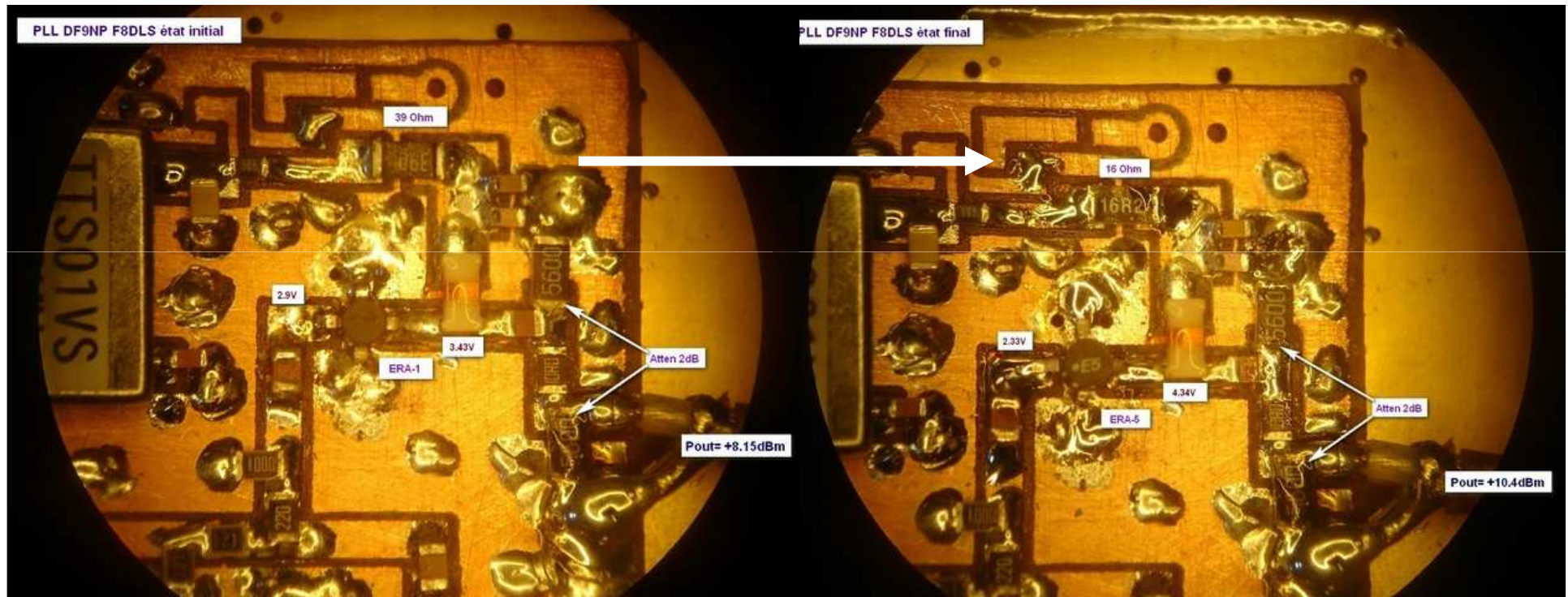
Modifications effectuées :

Soudures sèches → masse de l'OCXO 10 MHz ressoudée correctement

Pout initialement insuffisante de +8dBm, **augmentée à +10.5 dBm**

l'ERA-1 a été substitué par un ERA-5, ainsi que sa résistance de collecteur

Ecoute de la stabilité de fréquence sur le FT-817nd → aucun PB durant plus d'une heure



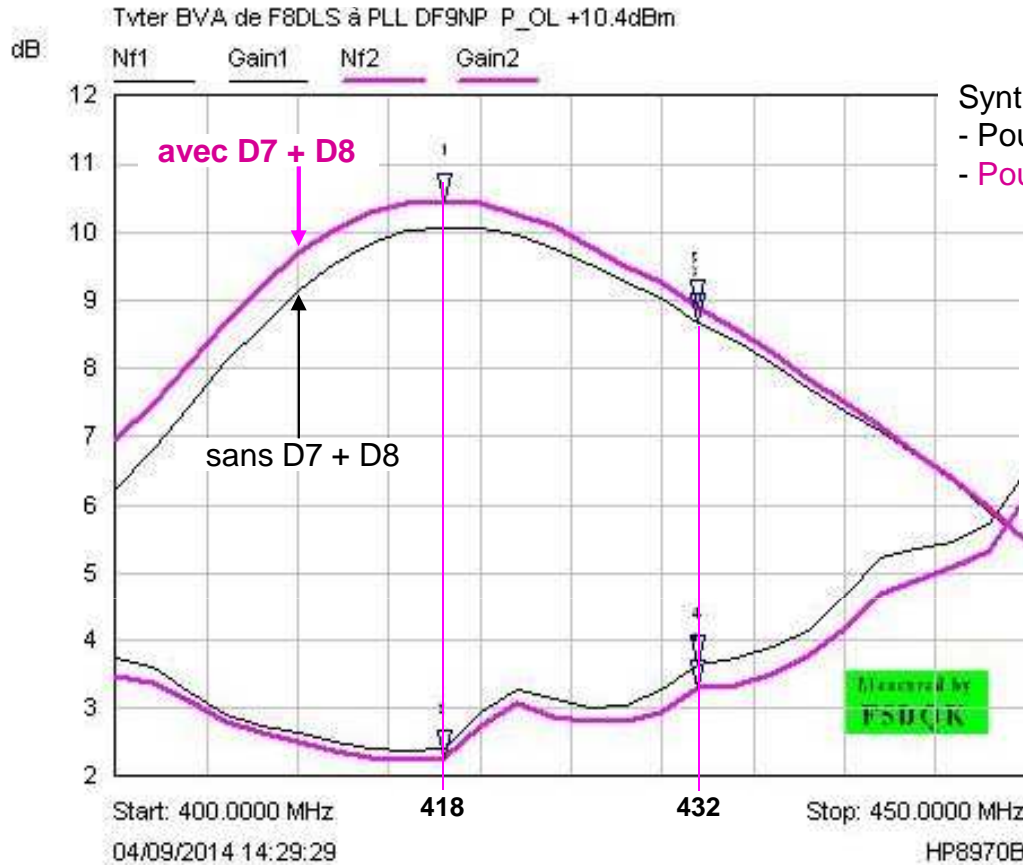
# F8DLS : mise à niveau du transverter seul

Modifications effectuées :

diodes D7 et D8 mises en place (protection du mélangeur côté 432 MHz Tx) → augmentation supplémentaire inattendue des performances de conversion



# F8DLS : transverter seul + PLL DF9NP, mesure Rx



Synthé PLL 1888 MHz DF9NP :

- Pout initiale +8dBm → gain seulement 5.2dB, Nf=5.4dB
- Pout = +10.4dBm et diodes D7, D8 → gain 8.9dB, Nf=3.3dB

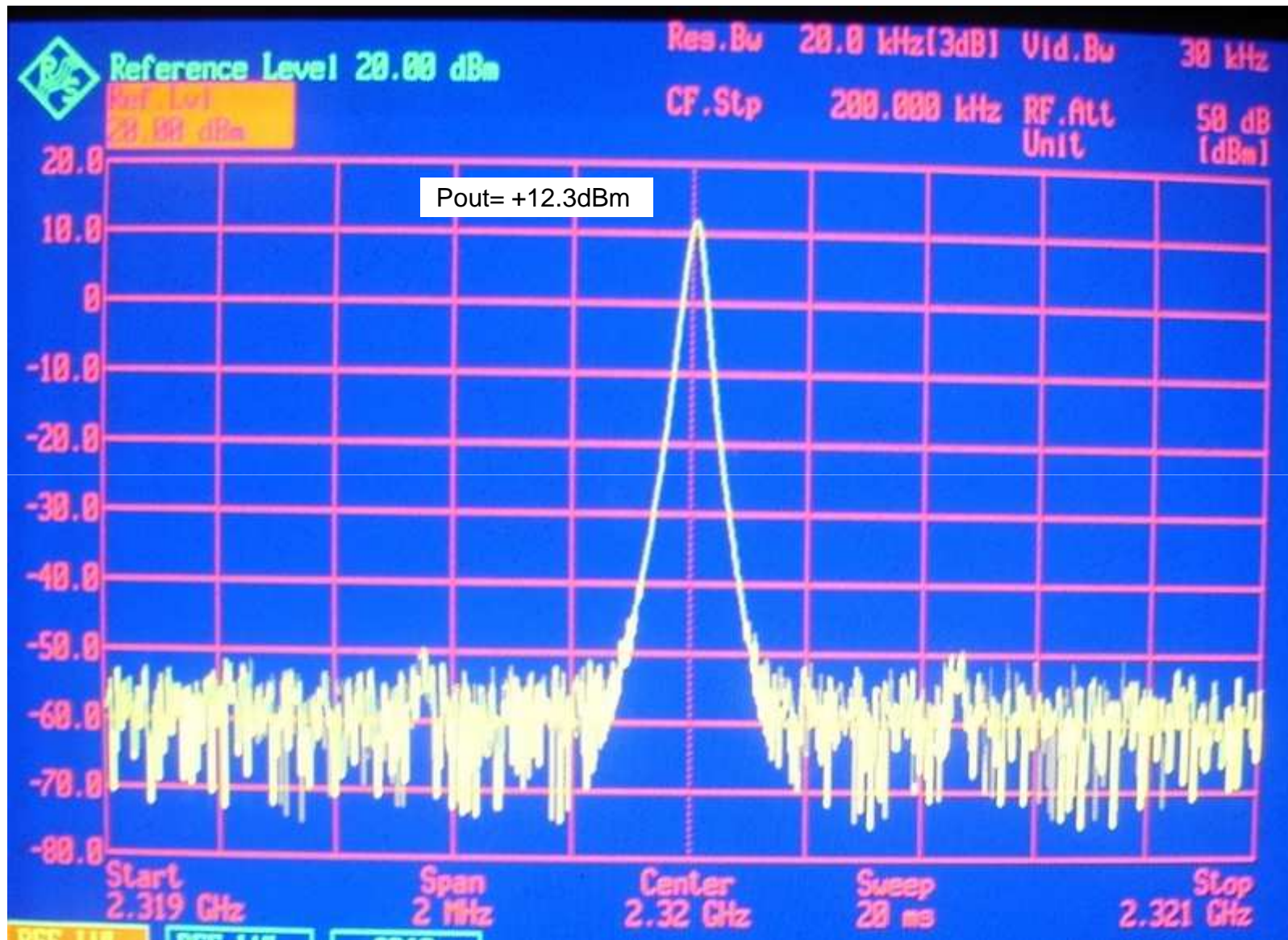
rappel : gains Rx mesurés à 432 MHz sur les exemplaires précédents (toujours sans LNA front-end) :

- PYR-1 terrestre complet : gain 10 dB, NF=3.7dB
- PYR-2 terrestre complet : gain 10.9 dB, Nf= 1.5dB
- PYR-3 EME complet : gain 13.9dB, Nf= 2.0dB
- F6AJW avec OL ext et P\_OL= +10dBm : gain 8.7dB
- F4GRX avec OL ext et P\_OL= +10dBm : gain 7.6dB

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Gain2	418.0000 MHz	10.46 dB	Max gain
2	Nf2	418.0000 MHz	2.26 dB	Max gain
3	Gain1	432.0000 MHz	8.68 dB	diodes D7 D8 oubliées
4	Nf1	432.0000 MHz	3.65 dB	diodes D7 D8 oubliées
5	Gain2	432.0000 MHz	8.89 dB	avec diodes D7 et D8
6	Nf2	432.0000 MHz	3.30 dB	côté FI



# F8DLS : transverter seul + PLL DF9NP, mesure Tx

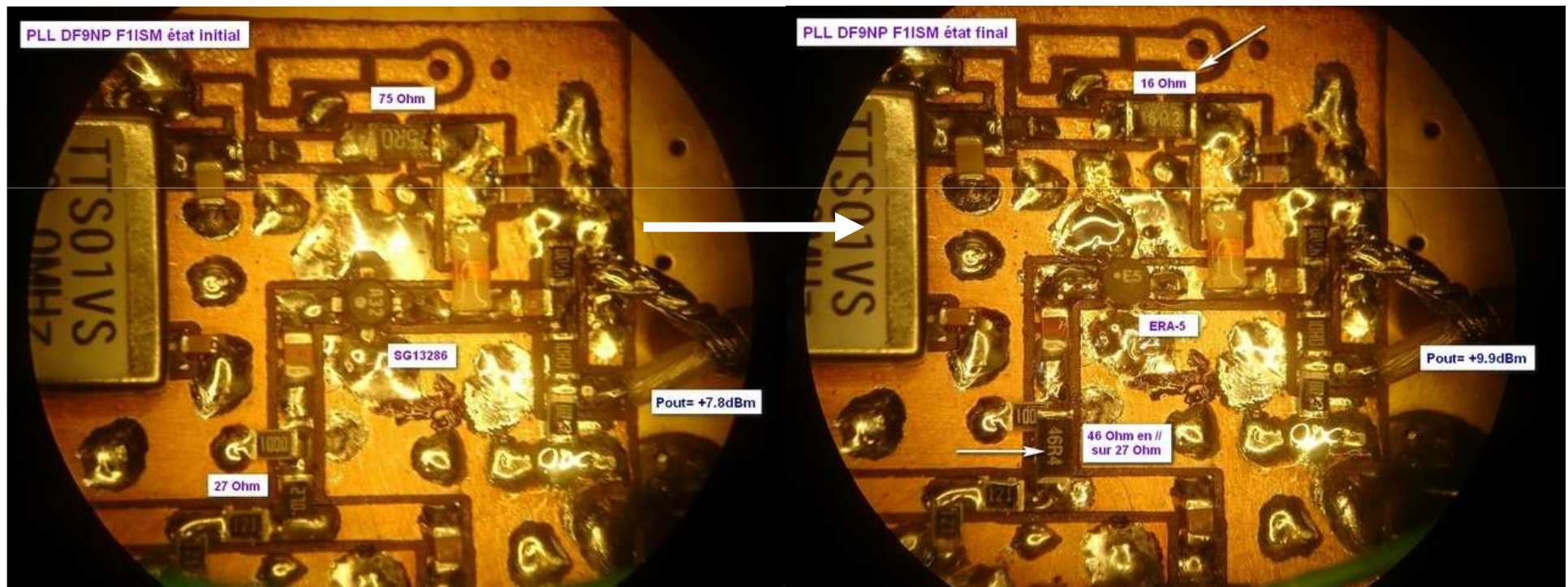




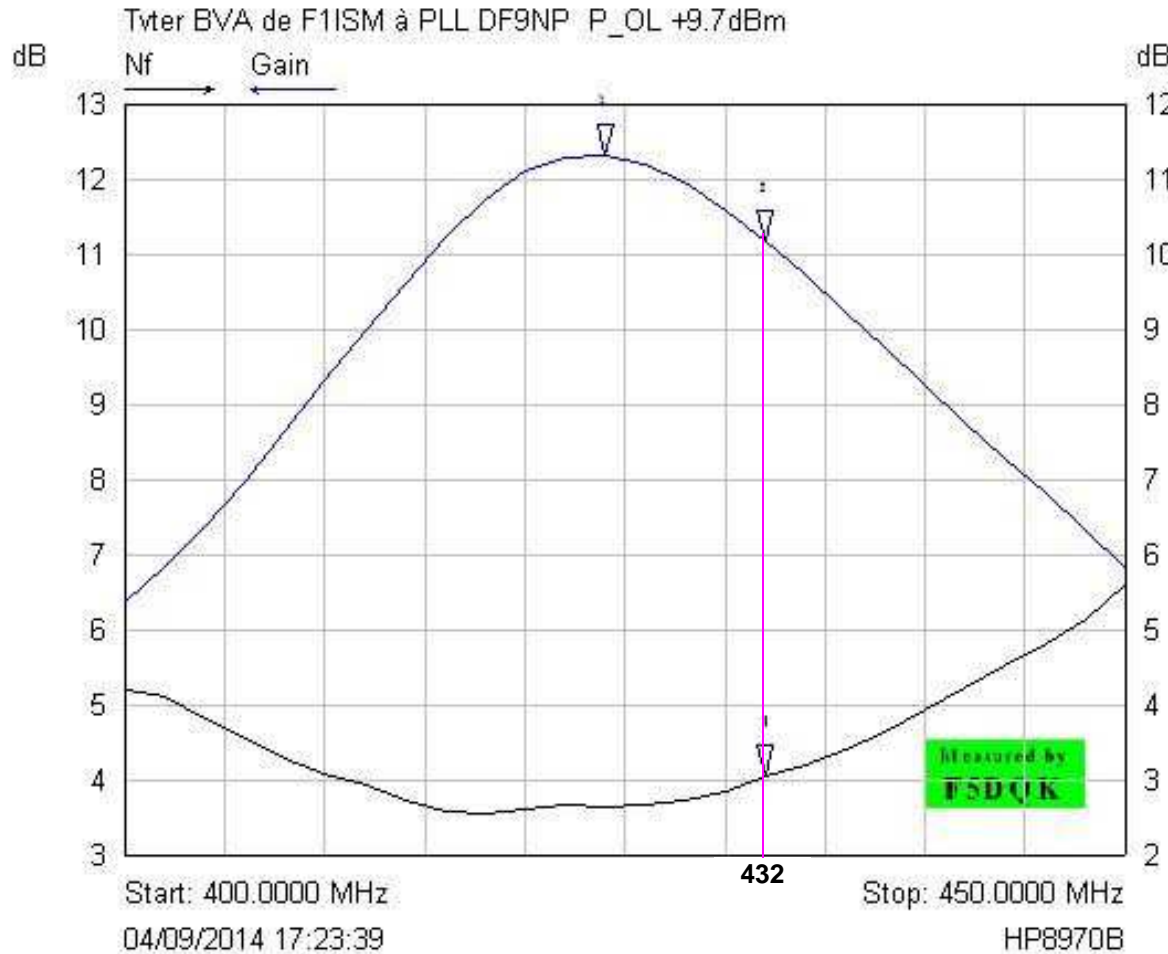
# F1ISM : mise à niveau puissance du PLL DF9NP

Modifications effectuées :

- Pout initialement insuffisante de +7.8dBm, **augmentée à +9.9 dBm**
- le SG13286 (=ERA-1) a été substitué par un ERA-5
- substitution de la résistance de collecteur
- mise en parallèle d'une 46 Ohms sur la 27 Ohm en amont du buffer intermédiaire
- Ecoute de la stabilité de fréquence sur le FT-817nd → aucun PB durant plus d'une heure



# F1ISM : transverter seul + PLL DF9NP, mesure Rx



Malgré une puissance d'injection OL plus faible, les specs de conversion obtenues sont encore meilleures qu'avec l'exemplaire de F8DLS

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
∇	Nf	432.0000 MHz	3.06 dB	
∇	Gain	432.0000 MHz	11.19 dB	
∇	Gain	424.0000 MHz	12.33 dB	Gain maximal

# F1ISM : transverter seul + PLL DF9NP, mesure Tx





## 2/ Reverse engineering sur transverter seul

*But : comprendre son fonctionnement exact, et surtout la raison pour laquelle sa fréquence de gain maximal est décalée de 15 à 20 MHz vers le bas*

*Manipes effectuées sur version «terrestre» F5BQP (circuit doré à via-holes)*

**A: Variations OL et FI en large bande :** *(fréquence OL et puissance variables)*

**B: mesures RF complémentaires sur la branche commune centrale :**

*-Chaîne Rx seule*

*-Ensemble passif central seul (mélangeur + filtre interdigité 3 étages + Wilkinson*

*-Influence de l'isolation OL avec le PLL DF9NP*

**C: Reverse engineering sur filtres interdigités seuls :** *1 cellule et 3 cellules (filtre central commun)*

*NB : quelqu'un avait récemment écrit sur le chat hyper «circulez, y-a rien à voir» → préjugé !!*

*Contrairement à cette affirmation simpliste, l'étude en reverse-engineering de ce transverter se révèle une mine d'informations hautement enrichissante à étudier*

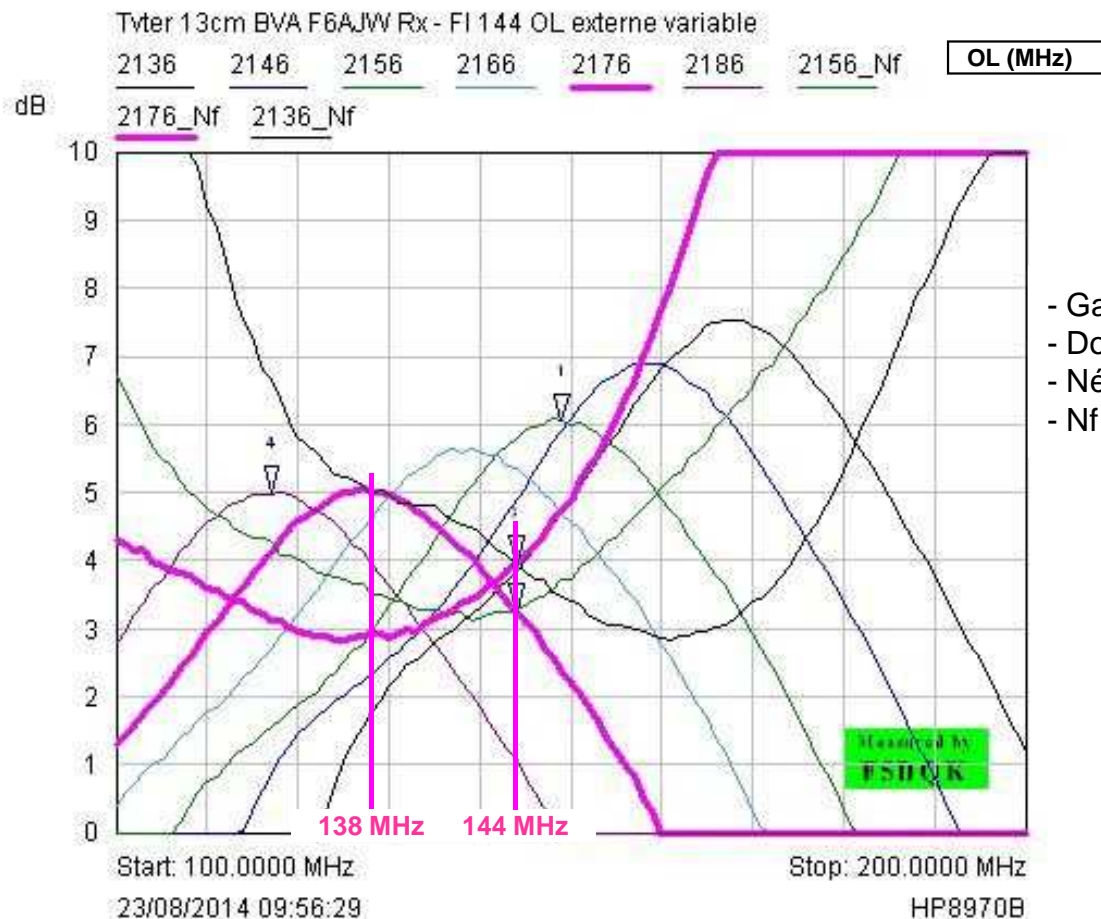


# *A- Variation OL et FI en large bande*

## **A: Variations OL et FI en large bande :** (*OL à fréquence et puissance variables*)

- A fréquence OL fixe, détermination de sa puissance optimale, en vue d'atteindre la perte de conversion optimale
- A fréquence OL variable, détermination de la fréquence FI de gain maximal de conversion (aussi bien Rx que Tx)
- Etude comportementale aux FI's possibles dans le domaine exclusivement réservé radioamateur
  - 50 MHz : **impossible**
  - 144 MHz
  - 432 MHz
  - 1296 MHz

# Transverter seul en Rx, FI 144, F\_OL variable

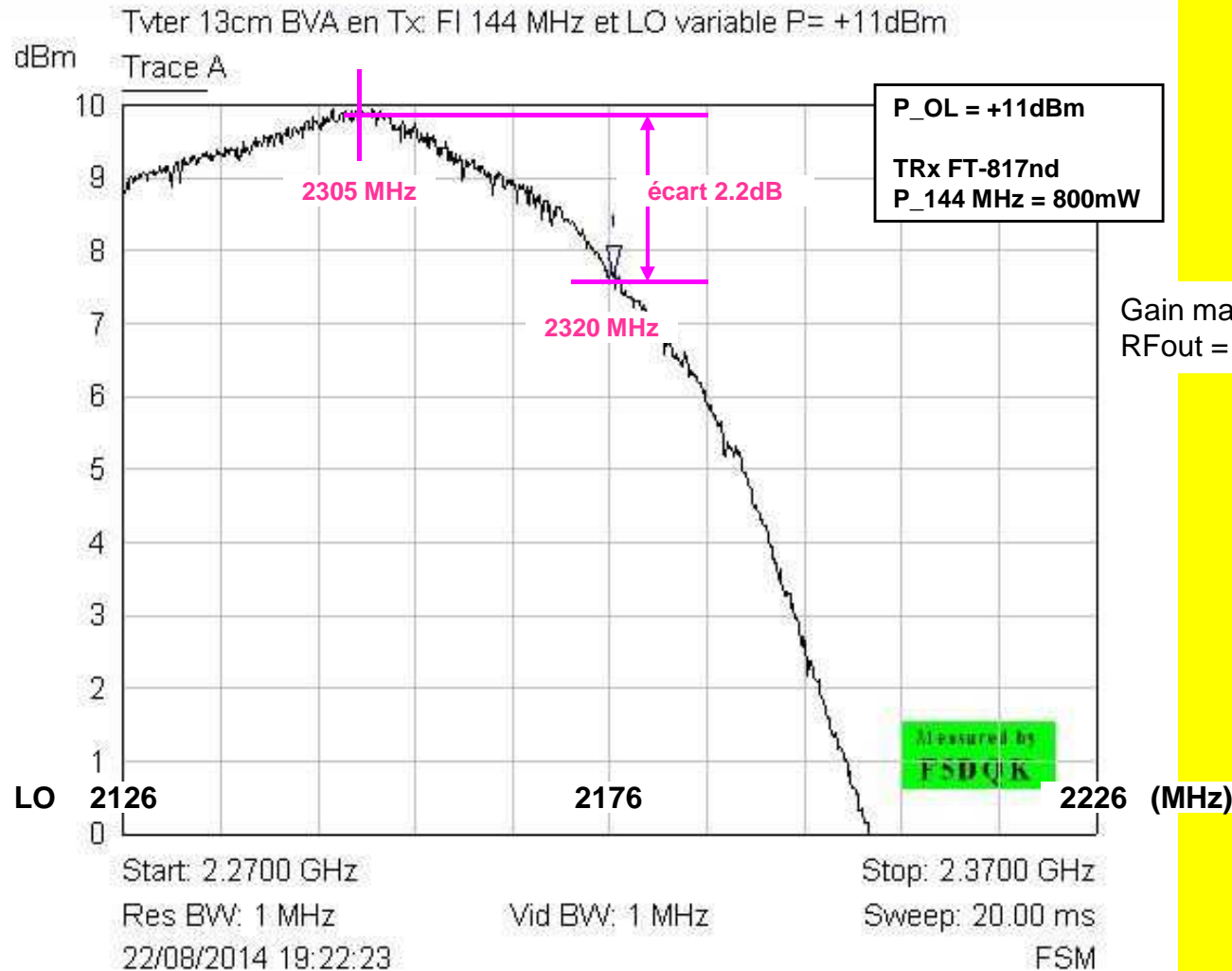


P\_OL = +11dBm

- Gain max centré à RF\_in=2304 MHz et non à 2320 MHz
- Donc FI centrée sur 125 MHz et non 144 MHz
- Néanmoins utilisable à 144 MHz
- Nf > 3dB

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	2156	149.0000 MHz	6.04 dB	RF=2305 MHz
2 ▾	2176	144.0000 MHz	3.24 dB	RF=2320 MHz
3 ▾	2176_Nf	144.0000 MHz	3.96 dB	RF=2320 MHz
4 ▾	2186	117.0000 MHz	4.99 dB	RF=2303 MHz

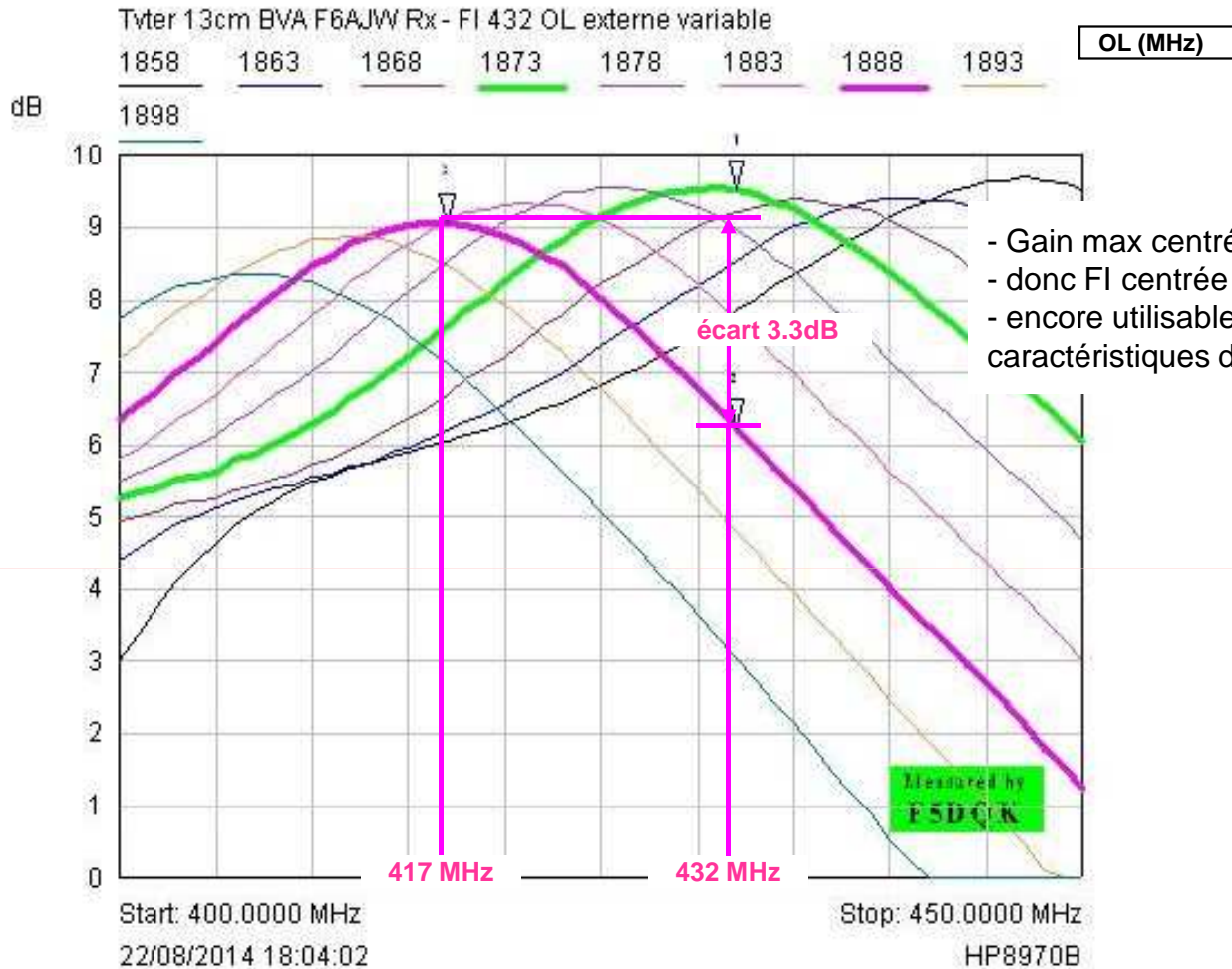
# Transverter seul en Tx, FI 144, F\_OL variable



Gain max toujours centré vers le bas çàd  
RFout = 2305 MHz et non à 2320 MHz

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Trace A	2.3203 GHz	7.65 dBm	OL=2176MHz, +11dBm

# Transverter seul en Rx, FI 432, F\_OL variable



**P\_OL = +11dBm**

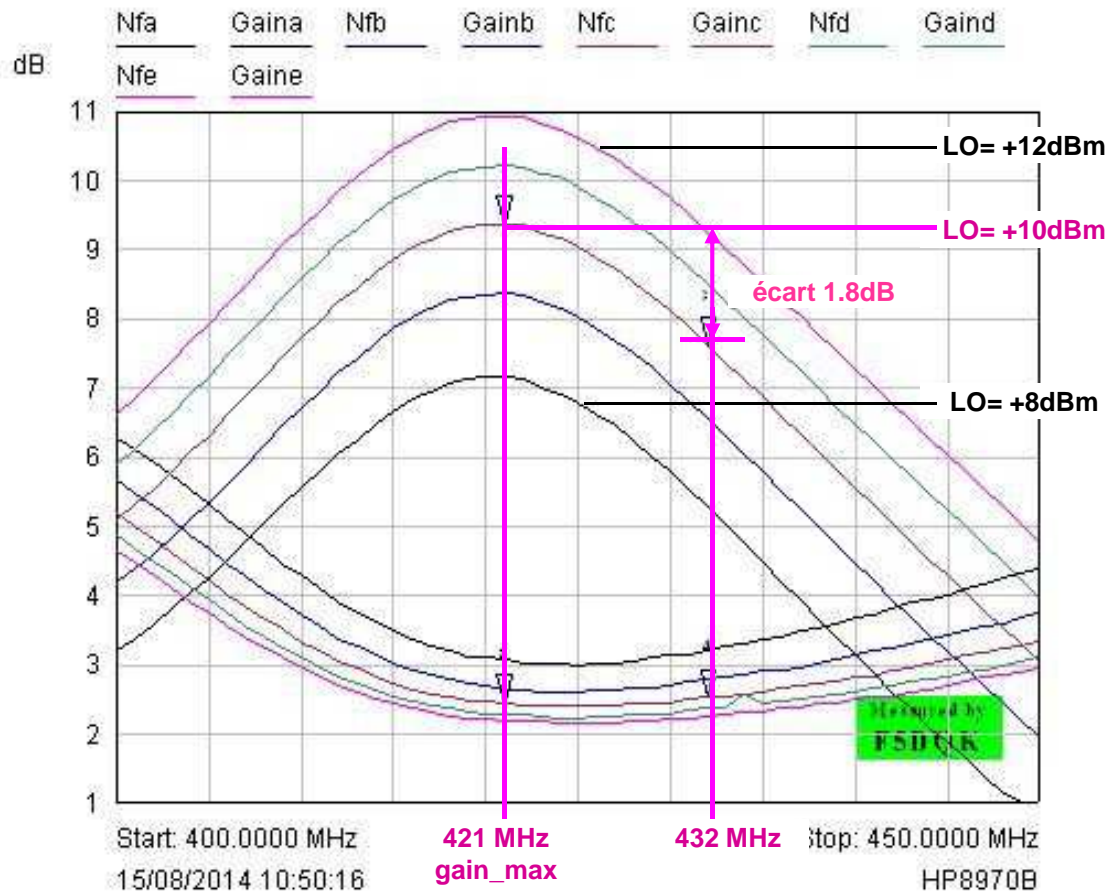
- Gain max centré à RF\_in=2305 MHz et non à 2320 MHz
- donc FI centrée sur 417 MHz
- encore utilisable à 432 MHz mais nettement moins bonnes caractéristiques de conversion gain/Nf

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	1873	432.0000 MHz	9.51 dB	Gain_max RFin=2305 MHz
2	1888	432.0000 MHz	6.24 dB	RFin=2320MHz FI=432MHz
3	1888	417.0000 MHz	9.07 dB	Gmax RFin=2320MHz FI=417MHz



# Transverter seul en Rx FI 432, P\_OL variable

Tvter 13cm BVA F4GRX Rx - OL 1888 MHz externe 12V 185mA



OL = 1888 MHz  
Variation puissance : +8dBm < P\_OL < +12dBm

*Réajustement potard Rx au meilleur compromis gain / bruit*

- Le mélangeur accepterait bien plus que +12dBm, mais le synthé disponible reste bridé à +13dBm
- Nf environ 2.2 à 2.5dB

Pour +9dBm < P\_OL < +12dBm, différence de gain de 2.7dB

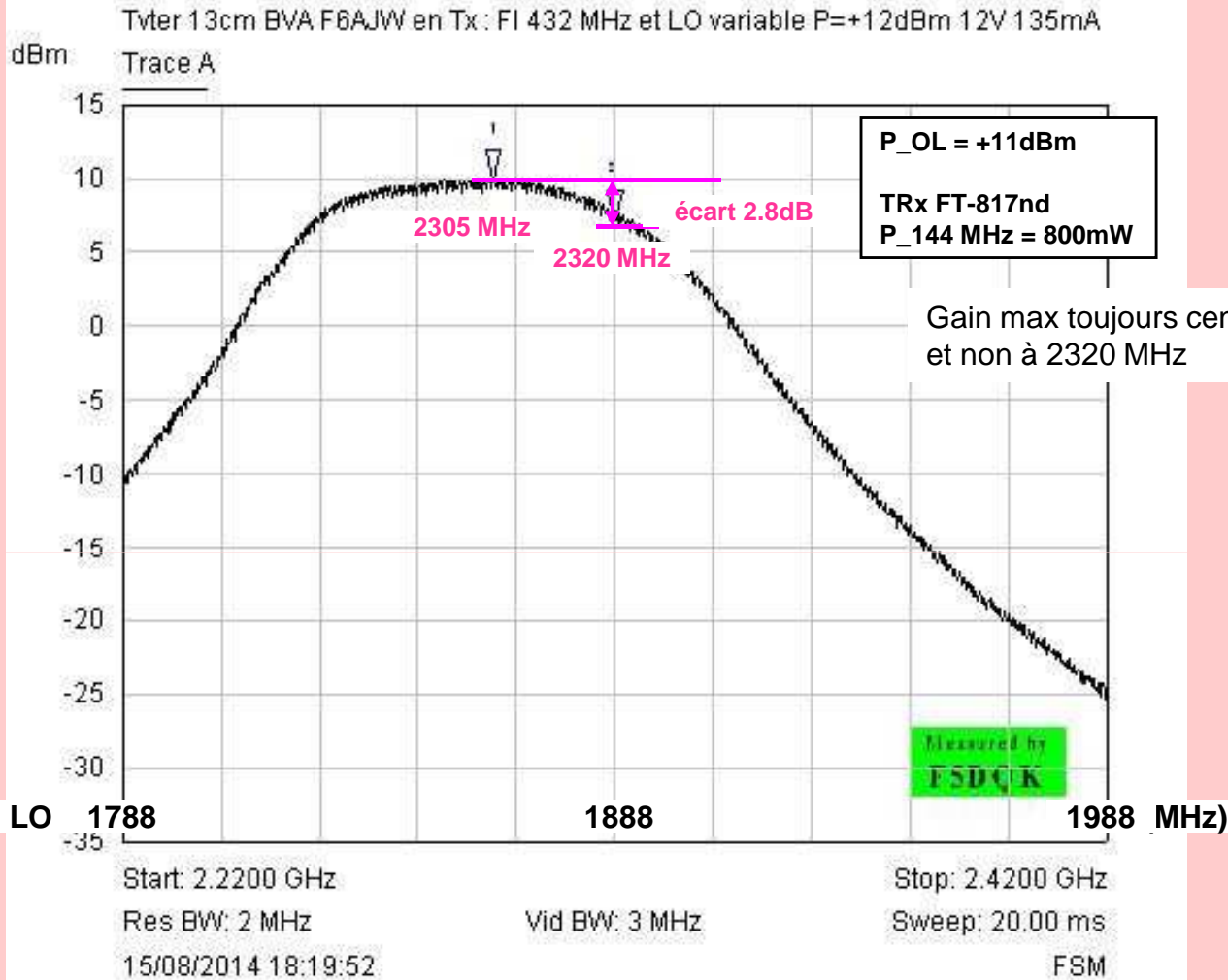
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Gainc	421.0000 MHz	9.36 dB	P_OL= +10dBm
2	Nfc	421.0000 MHz	2.44 dB	P_OL= +10dBm
3	Gainc	432.0000 MHz	7.61 dB	P_OL= +10dBm
4	Nfc	432.0000 MHz	2.53 dB	P_OL= +10dBm

FI\_max\_gain

FI 432 MHz

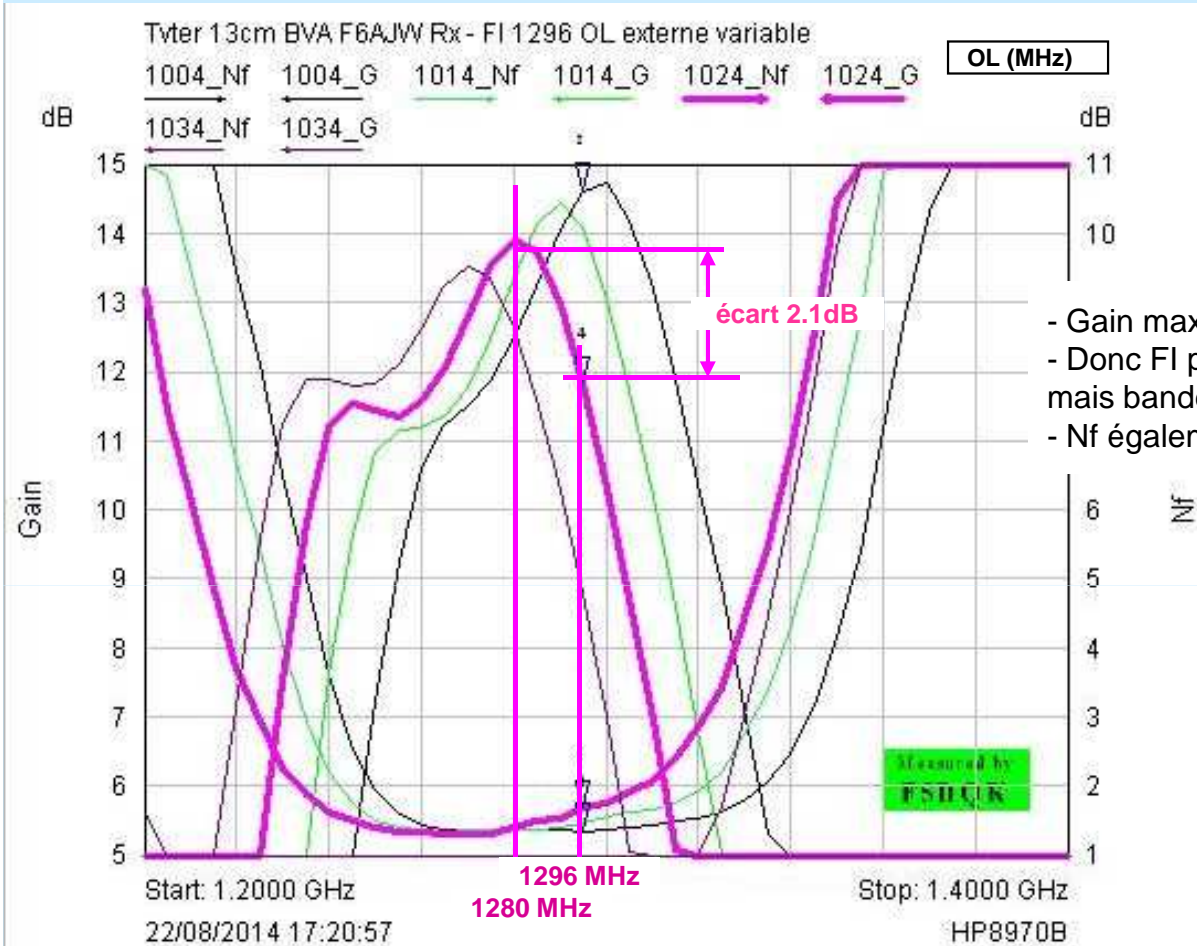
Différence gain  
1.75 dB

# Transverter seul en Tx, FI 432, F\_OL variable



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Trace A	2.2953 GHz	9.87 dBm	Rf gain max
2	Trace A	2.3200 GHz	7.13 dBm	perte 2.74dB

# Transverter seul en Rx, FI 1296, F\_OL variable



P\_OL = +11dBm

- Gain max centré à RF\_in=2304 MHz et non à 2320 MHz
- Donc FI plutôt centrée sur 1280 MHz que sur 1296 MHz, mais bande passante cette fois-ci très large
- Nf également très intéressante de 1.7dB

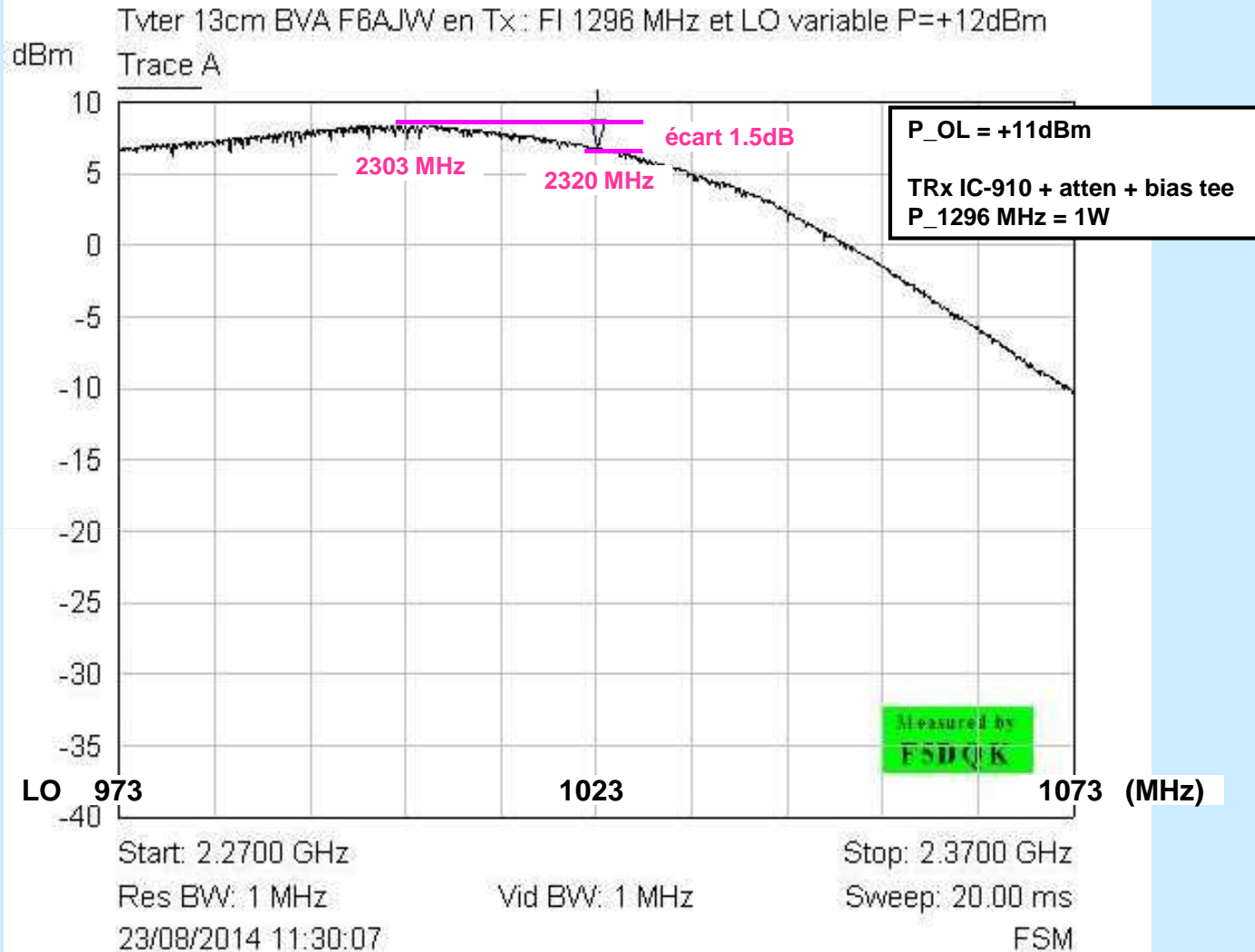
De loin les meilleures performances de conversion :

- Gain toujours >10dB
- Nf systématiquement <2dB

-1296 MHz également à retenir pour le choix éventuel de la FI

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	1004_Nf	1.2950 GHz	1.34 dB	FI_Gmax=1316 MHz
2	1004_G	1.2950 GHz	14.62 dB	FI_Gmax=1316 MHz
3	1024_Nf	1.2950 GHz	1.68 dB	FI=1296 MHz
4	1024_G	1.2950 GHz	11.82 dB	FI=1296 MHz

# Transverter seul en Tx, FI 1296, F\_OL variable



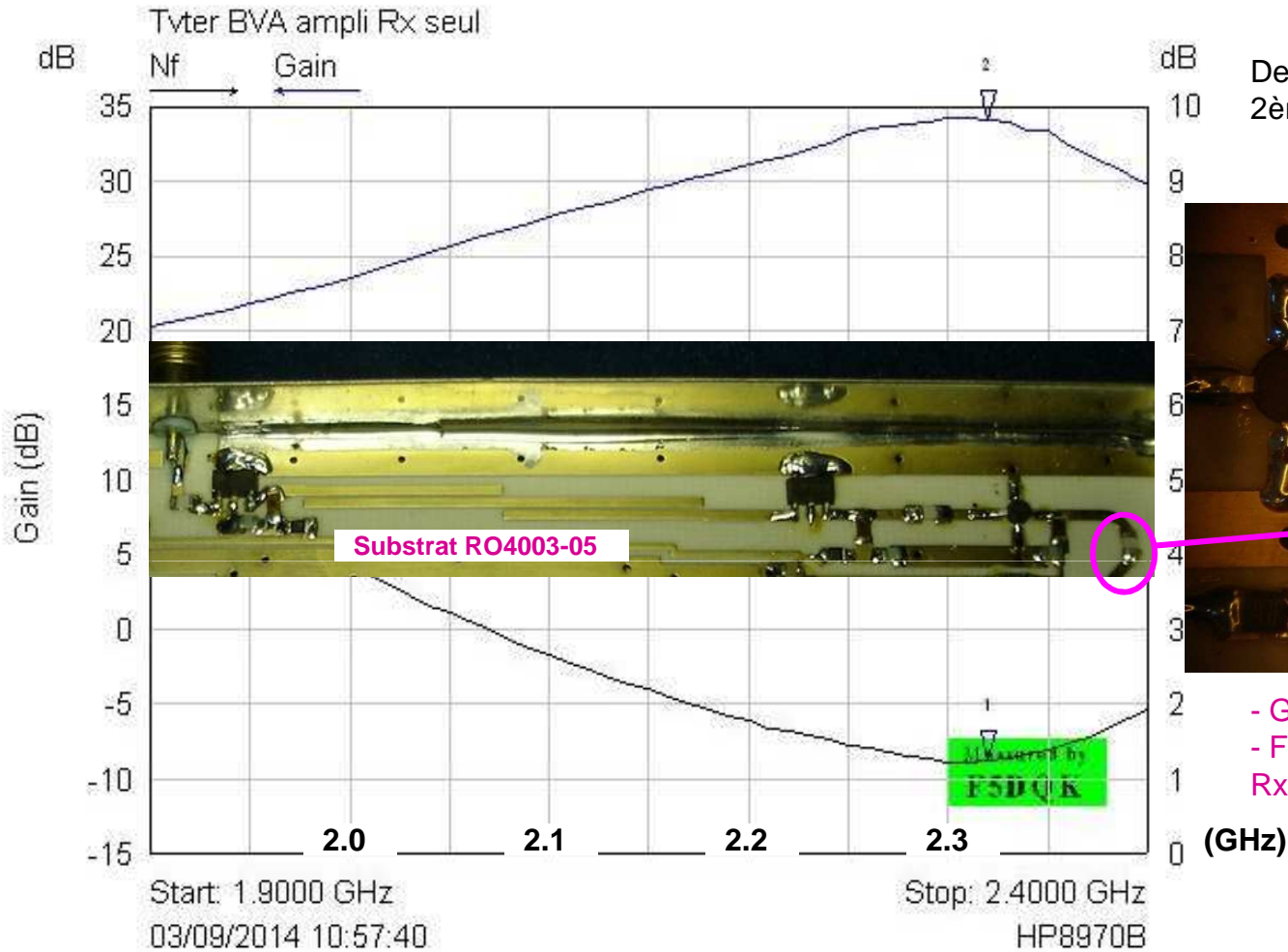
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Trace A	2.3201 GHz	6.75 dBm	



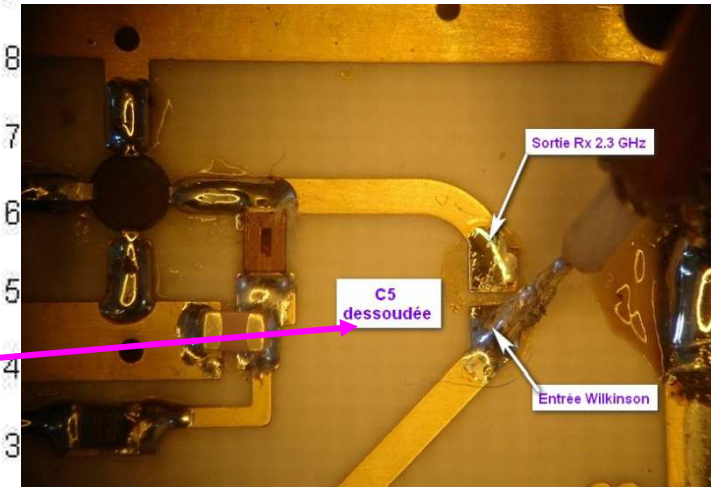
# ***B- Mesures RF complémentaires en large bande, uniquement sur la branche centrale***

- Mesure de la chaîne Rx seule
- Mesure de la branche TRx centrale passive commune
- Influence du PLL DF9NP, sans et avec isolateur inséré
- Détermination de la P\_LO optimale conduisant à la perte de conversion minimale du mélangeur SYM4350

# Transverter seul : mesure chaîne Rx seule



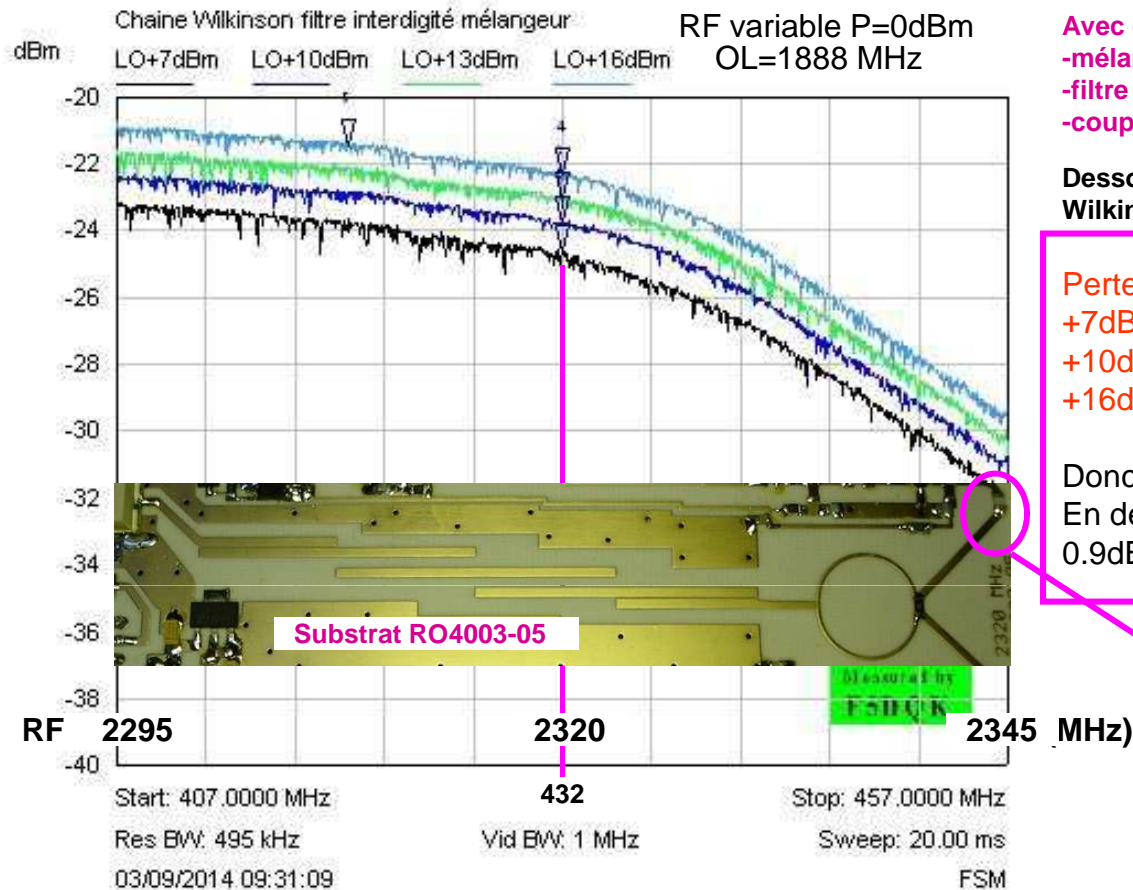
Dessoudage capa C7, entre sortie 2ème étage et entrée Wilkinson



- Gain à 2.32 GHz = 34dB bien centrés
- Filtre interdigité 1 cellule entre étages Rx (ou Tx) → utilité ? ?

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Nf	2.3200 GHz	1.24 dB	
2	Gain	2.3200 GHz	34.12 dB	

# Transverter seul : mesure ensemble passif commun Tx / Rx



Avec ensemble commun comprenant :

- mélangeur (P\_LO=+10dBm)
- filtre interdigité 3étages
- coupleur Wilkinson

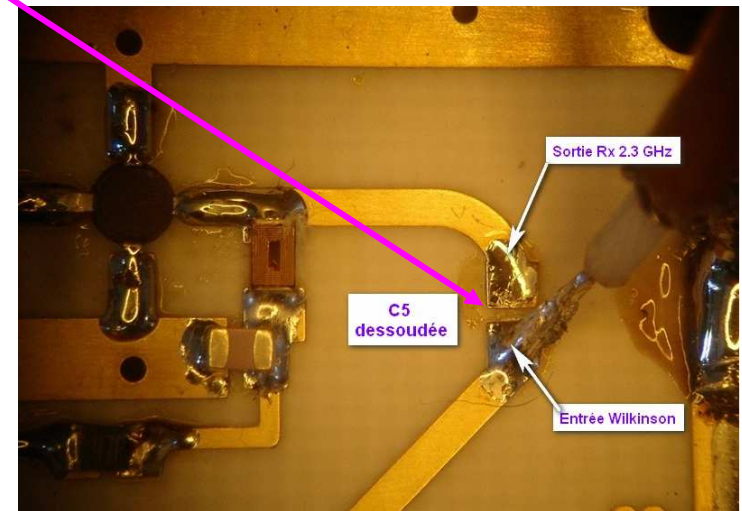
Dessoudage capa C7 entre sortie 2ème étage et entrée Wilkinson

Perte mesurée à 2.32 GHz et P\_LO variable :

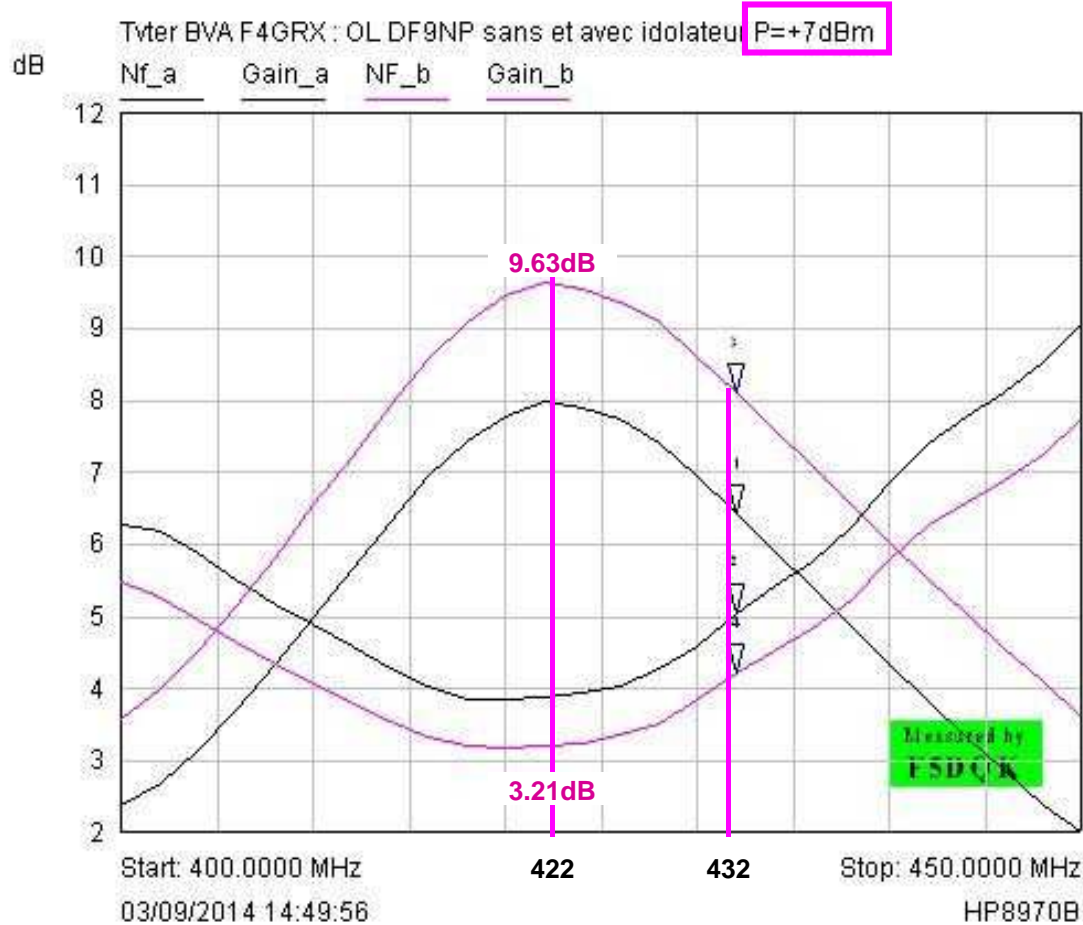
- +7dBm -24.7dB
- +10dBm -23.7dB
- +16dBm -22.3dB

Donc en passant de P\_LO +7 à +13dBm on gagne 1.6dB  
 En descendant de 432 à 420 MHz, on gagne encore 0.9dB

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	LO+7dBm	432.0000 MHz	-24.68 dBm	
2	LO+10dBm	432.0000 MHz	-23.77 dBm	
3	LO+13dBm	432.0000 MHz	-23.06 dBm	
4	LO+16dBm	432.0000 MHz	-22.35 dBm	
5	LO+16dBm	420.0000 MHz	-21.46 dBm	



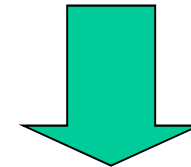
# Tvter seul en Rx, OL 1888 MHz DF9NP sans et avec isolateur



Utilisation d'un isolateur 1.9-2.3 GHz Radiall, entre sortie OL et entrée mélangeur

Visualisation à FI=432 MHz  
Amélioration gain de 1.7dB  
Amélioration Nf de 0.85dB

PS : la même manipe sur OL extérieur (synthé Marconi 2031) conduit au contraire, à une dégradation des performances

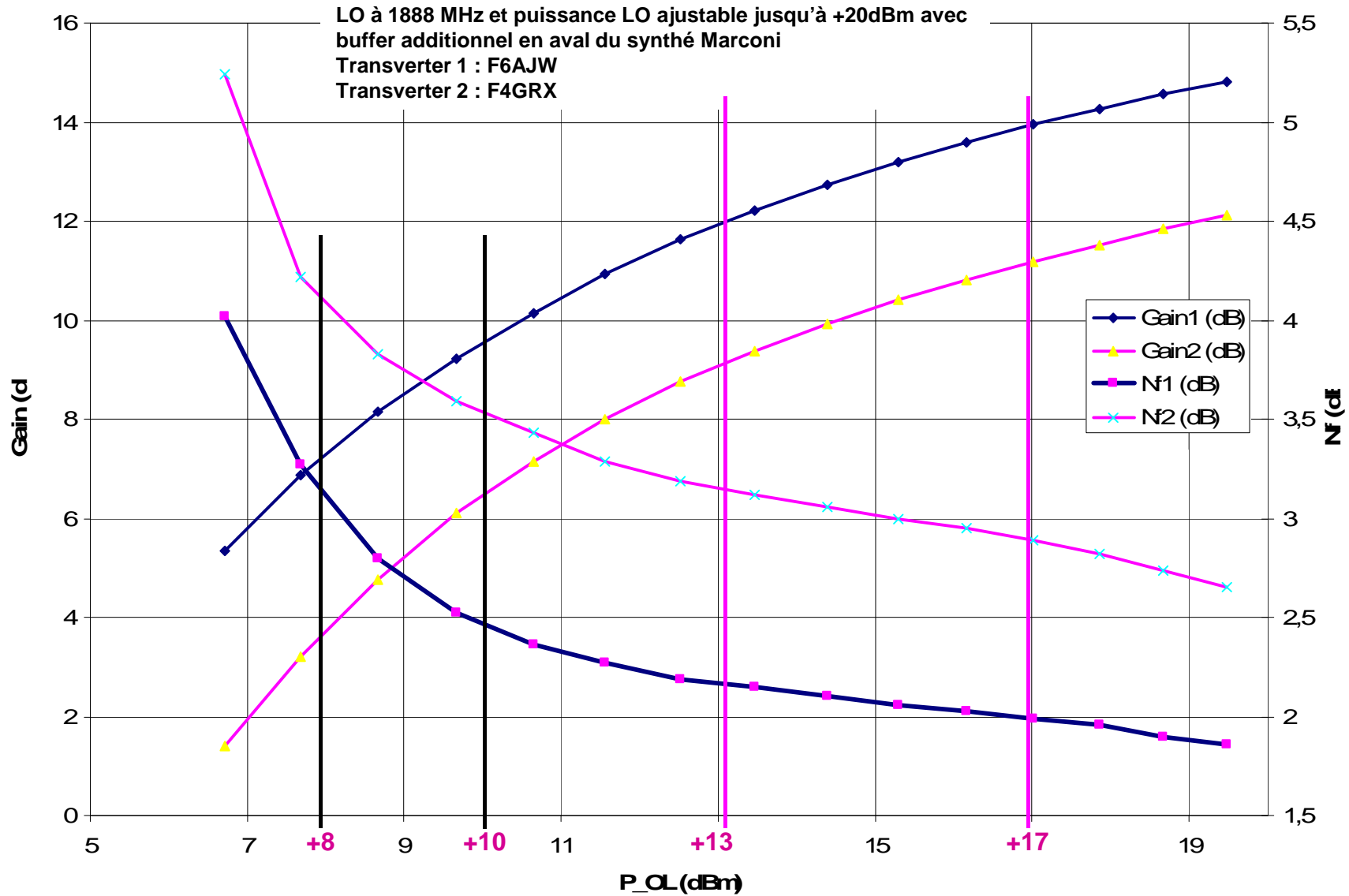


**Mauvaise isolation du mélangeur SYM4250-1**

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Gain_a	432.0000 MHz	6.41 dB	LO branché directement
2	Nf_a	432.0000 MHz	5.06 dB	LO branché directement
3	Gain_b	432.0000 MHz	8.10 dB	LO via isolateur Radiall
4	NF_b	432.0000 MHz	4.22 dB	LO via isolateur Radiall



# Tvter BVA Rx : gain fonction de la P\_OL



# Mélangeur SYM4350 et perte minimale de conversion

Constatation liée à la puissance d'injection LO :

+7dBm est largement insuffisant

+10dBm assure déjà une bien meilleure caractéristique de conversion

+12dBm ne suffisent toujours pas et en demandent encore d'avantage

Les +13dBm max du synthé seul ne suffisent pas

Donc le point de perte minimale de conversion se situe plus haut que +13dBm

Après mesure à P\_LO nettement plus forte (page précédente), le point de perte de conversion minimale du SYM4350 se situe donc à une injection située vers +17dBm et non +7dBm

Le gain de conversion Rx remonte alors de 8 dB !!

Le Nf total descend encore de 1.2dB

The model is specified for 3650 to 4350 MHz RF In  
2200 MHz LO , LO is 7 dBm  
Conversion Loss of 8.2 dB and L-R Iso was 20dB min. L-I Iso was 30 dB min

## Surface Mount Frequency Mixer

Level 7 (LO Power +7 dBm)

Caution : This PDF IS NOT the good one,  
it must be used only for the pinout !



**SYM - 4350**

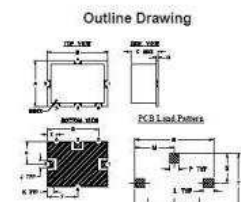
**Maximum Ratings**

Operating Temperature	-40°C to 85°C
Storage Temperature	-55°C to 100°C
RF Power	200mW
IF Current	40mA

Permanent damage may occur if any of these limits are exceeded.

**Pin Connections**

LO	2
RF	1
IF	3
GROUND	4,5,6



- Features**
- wideband, 1 to 2500 MHz.
  - low conversion loss, 8.5 dB typ.
  - high L-R isolation, 50 dB typ.

- Applications**
- ISM/GPS
  - PCS
  - cellular
  - satellite distribution

**Electrical Specifications**

FREQUENCY (MHz)	CONVERSION LOSS (dB)				LO-RF ISOLATION (dB)				LO-IF ISOLATION (dB)				IP3 at center band (dBm)				
	Mid-Band		Total Range		L	M	U	L	M	U							
	Typ	Min	Max	Typ	Min	Typ	Min	Typ	Min	Typ	Min	Typ					
1-2500	8.2	12	8.5	9.8	70	50	50	25	30	20	80	45	30	10	16	8	12

1. at COMP. +1 dBm typ. L = low range (1 to 1.1), M = mid range (1.1 to 1.6), U = upper range (1.6 to 2.5)

**Typical Performance Data**

Frequency (MHz)	Conversion Loss (dB)	Isolation L-R (dB)	Isolation L-I (dB)	VSWR RF Port (1:1)	VSWR LO Port (1:1)
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Voilelec indique même sur son site, que la permutation des entrées RF et LO en permettrait un meilleur fonctionnement !

# Conclusion partielle

## **Pertes partie commune (mélangeur + filtre interdigité 3 étages + Wilkinson) à 2320 MHz :**

### **Pertes estimées :**

- mélangeur SYM4350-1 (spec usine) : au mieux 8.2dB si correctement saturé (ce n'est pas le cas)
- filtre interdigité 8.3dB
- Wilkinson : 3dB théoriques

**soit un total de minimum 20dB à compenser !**

### **Pertes totales mesurées :**

- avec P\_OL de +7dBm : 24.7dB
- Avec P\_OL de +10dBm : 23.7dB
- Avec P\_OL de +13dBm : 22.3dB

## **Gain partie Rx seule à 2 étages à 2320 MHz :**

- gain 34.1dB, Nf= 1.2dB et bien centré

donc le minimum de gain de la chaîne entière Rx devrait plutôt se situer entre 9 à 12 dB ce qui est rarement le cas (sauf exception des montages à F1PYR)

## **OL DF9NP et influence d'un isolateur inséré :**

Substantielle amélioration gain et bruit (non visualisable avec synthé extérieur)

## **Mélangeur SYM4350 et puissance LO optimale :**

Située vers +17dBm mais certainement pas à +7dBm → augmentation du gain total Rx de 8dB supplémentaires !!

# *C- Reverse engineering sur filtres interdigités seuls 1 et 3 étages*

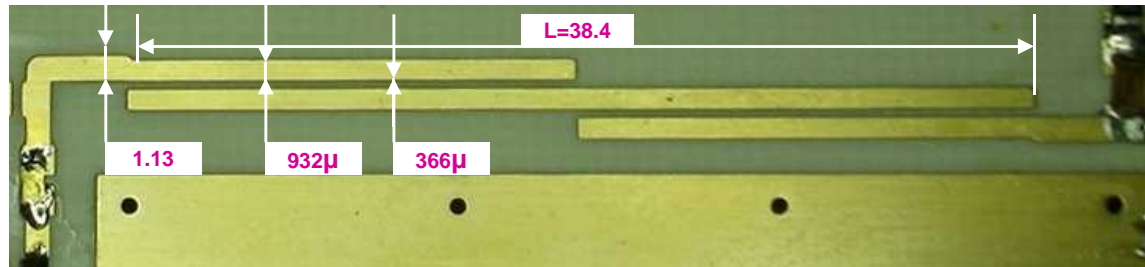
«Parallel intercoupled digital filter»

- Relevé dimensionnel
- Mesure au scalaire HP8714C de chaque filtre 1 et 3 cellules sur circuit imprimé vierge (merci à F5ELY)
- Estimation des pertes de toute la partie commune centrale
- Simulation d'un 3 cellules effectuée par F6BVA
- Simulation à l'aide du logiciel convivial QuickFilter de FilResearch (version démo limitée à 2 et 3 cellules)  
*But : rapprocher la simu au plus près des dimensions relevées sur le CI, en particulier les écarts entre cellules*
- Comparaison avec filtre sur transverter 13cm concurrent



# Relevé dimensionnel

**Filtre(s) à 1 cellule** : côtés Tx ou Rx identiques



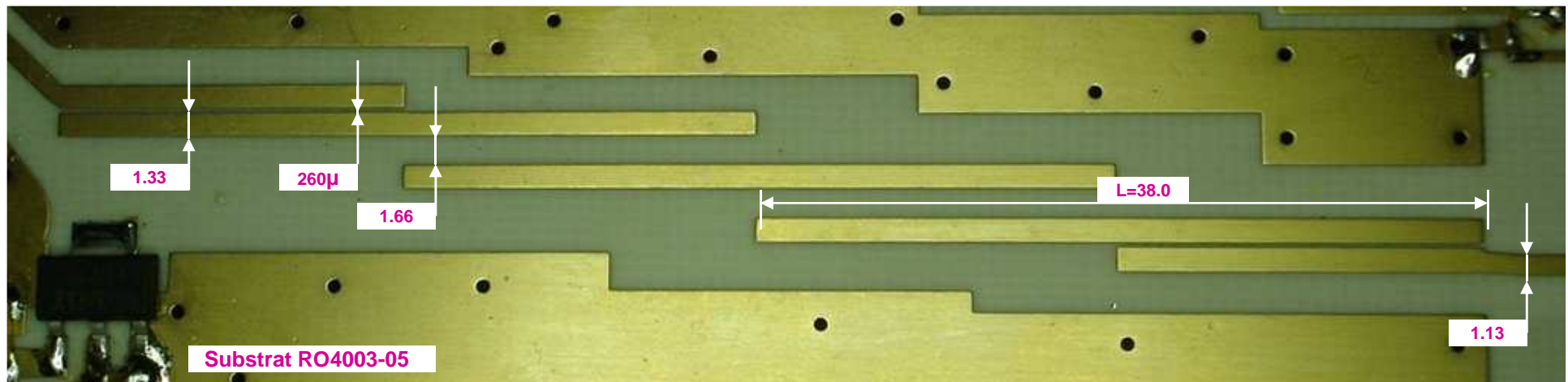
Matériau RO4003

$\epsilon_r =$

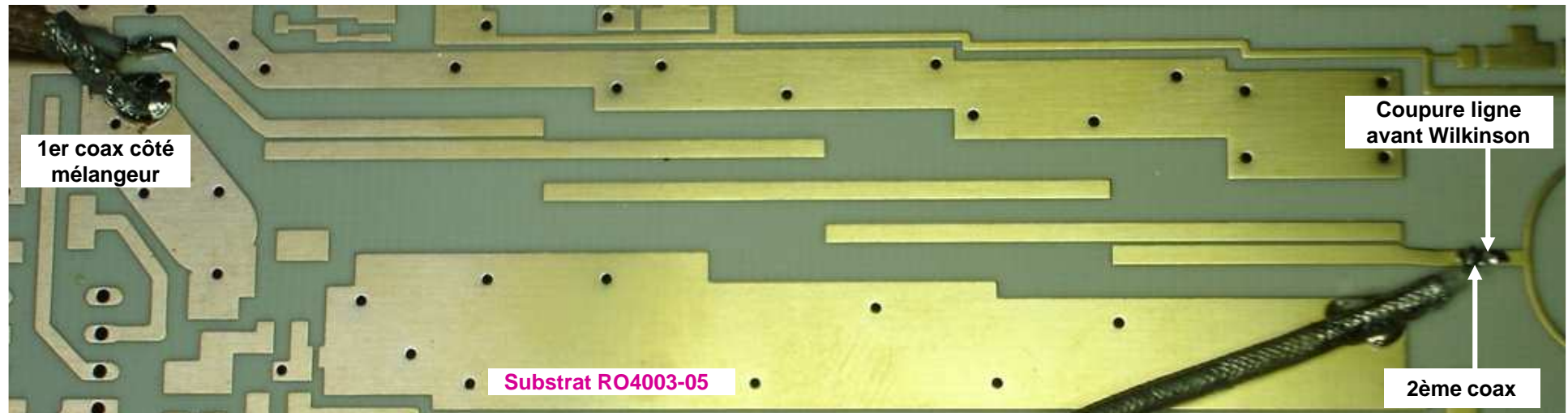
- ancienne valeur 3.38

- nouvelle valeur 3.55

**Filtre commun à 3 cellules**



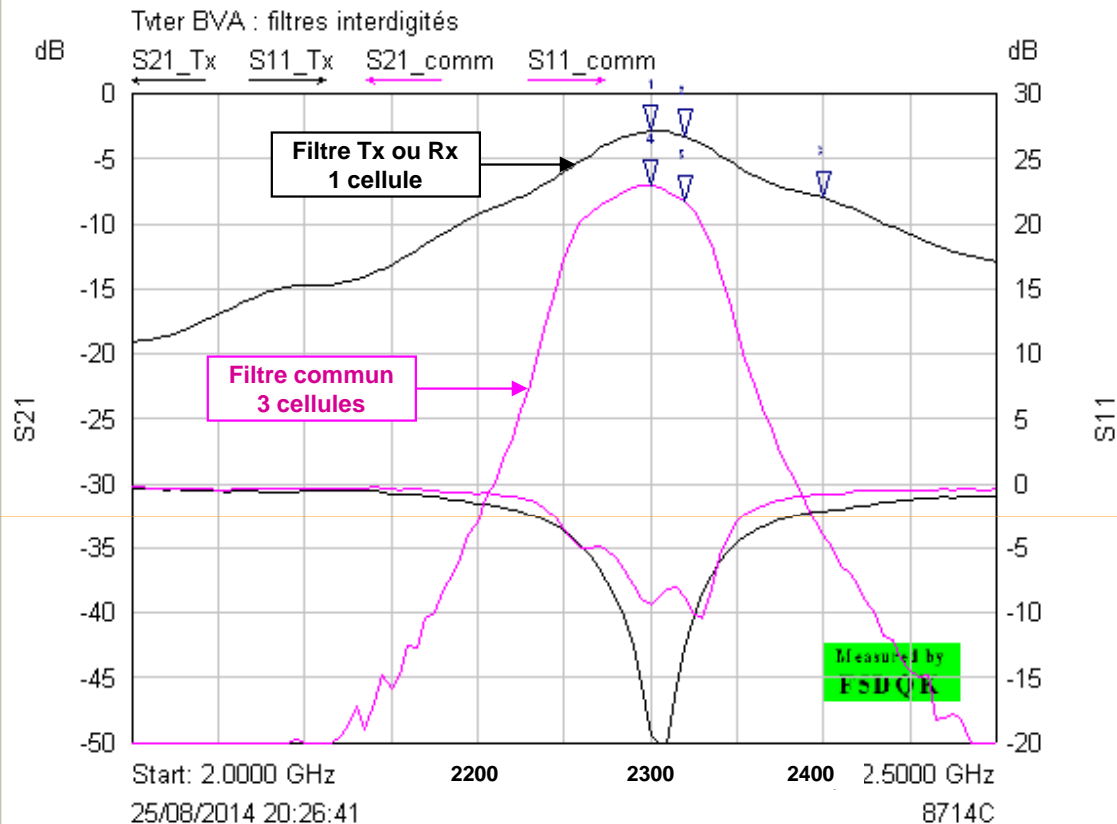
## Filtre commun 3 cellules : branchement coaxial effectué



# Transverter nu : mesure de chaque filtre interdité seul

Substrat RO4003-05

Circuit imprimé nu de F5ELY,  
monté en boîtier Schubert



1ères constatations :

**Filtre Tx ou Rx :**

- centré sur 2300 et non sur 2320 MHz
- perte moyenne 3dB
- perte à 2405 MHz > 8dB

**Filtre commun attendant au mélangeur :**

- centré sur 2300 et non sur 2320 MHz
- perte à 2300 MHz = 7dB
- perte à 2320 MHz = 8.3dB
- perte à 2400 MHz > 26dB

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21_Tx	2.3000 GHz	-2.90 dB	F_gain_max
2	S21_Tx	2.3200 GHz	-3.25 dB	
3	S21_Tx	2.4000 GHz	-8.01 dB	
4	S21_comm	2.3000 GHz	-7.05 dB	F_gain_max
5	S21_comm	2.3200 GHz	-8.32 dB	

# Transverter nu : pertes estimées de la partie commune centrale

## *Pertes à 2320 MHz:*

- mélangeur SYM4350-1 (spec usine) : au mieux 8.2dB si puissance LO optimale

+

- filtre interdigité 8.3dB

+

- Wilkinson : 3dB théoriques

=

**Soit déjà un total théorique d'au moins 20dB à compenser !**



# Simu filtre 1 cellule, bandwidth 50 MHz

Project Workspace

- Sub: Microstrip
  - H = 0.51 mm
  - T = 0.01 mm**
  - Er = 3.38**
  - Cond = 61.67 x1.0e6 s/m
  - Tand = 1.0000 x1.0e-4
- I/O Port
  - Input
  - Output
    - Z0 = 50.00 ohm
    - W = 1.17 mm
  - I/O Coupling Type: Coupled Line
- Design Option
- Circuit Parameter
- Filter Dimensions
  - # 1: W = 1.09, L = 19.62, S = 0.31 mm
  - # 2: W = 1.09, L = 19.62, S = 0.31 mm

Substrat RO4003-05

Filter Characteristics

Stage: 1 Filter Type:

Center Freq (MHz): 2320

**Bandwidth (MHz): 50**

Ripple (dB): 1

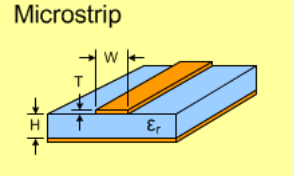
Including Equal Rip

Qu   Pole Locations:			Design Parameters:			
#	Qu	Pole	#	Freq	#	K
...	5000	0.0000	...	-0.00...	01	0.18%
					12	0.18%

Uniform Qu of 5000

Requirement PoleZero Optimize

Microstrip



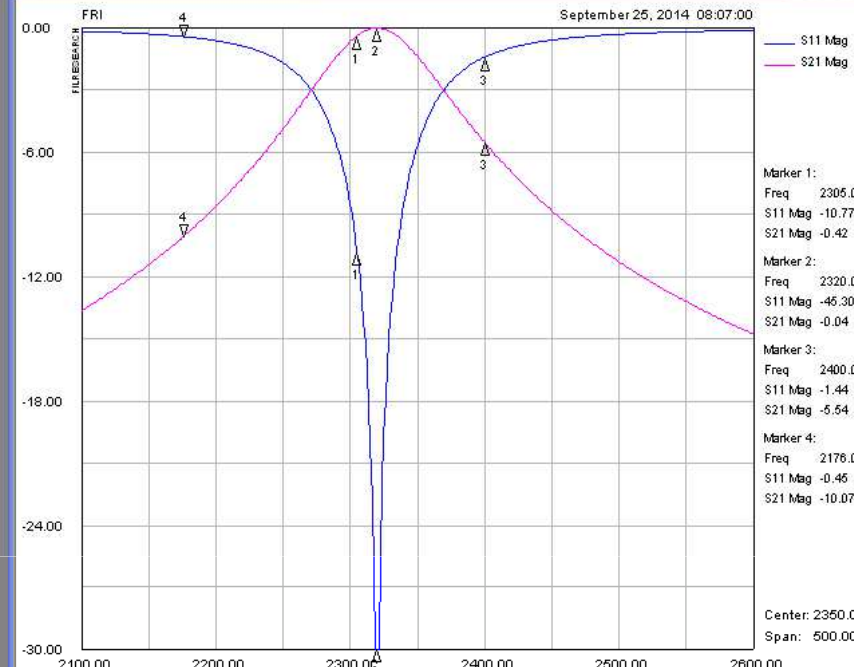
Design Parameter

Frequency (MHz) 2300 1.0 Wavelength

Dielectric Er 3.38 Er\_eff

H 0.51 Cond x1.0E6

Grid 1



Marker 1: Freq 2305.00 S11 Mag -10.77 S21 Mag -0.42

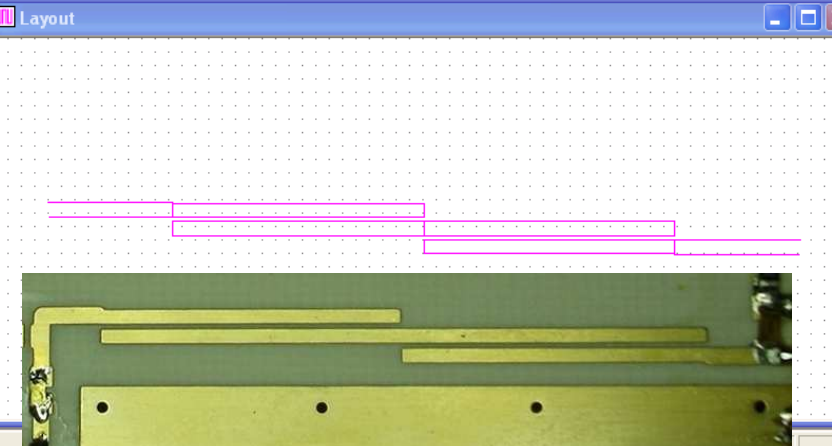
Marker 2: Freq 2320.00 S11 Mag -45.30 S21 Mag -0.04

Marker 3: Freq 2400.00 S11 Mag -1.44 S21 Mag -5.54

Marker 4: Freq 2176.00 S11 Mag -0.46 S21 Mag -10.07

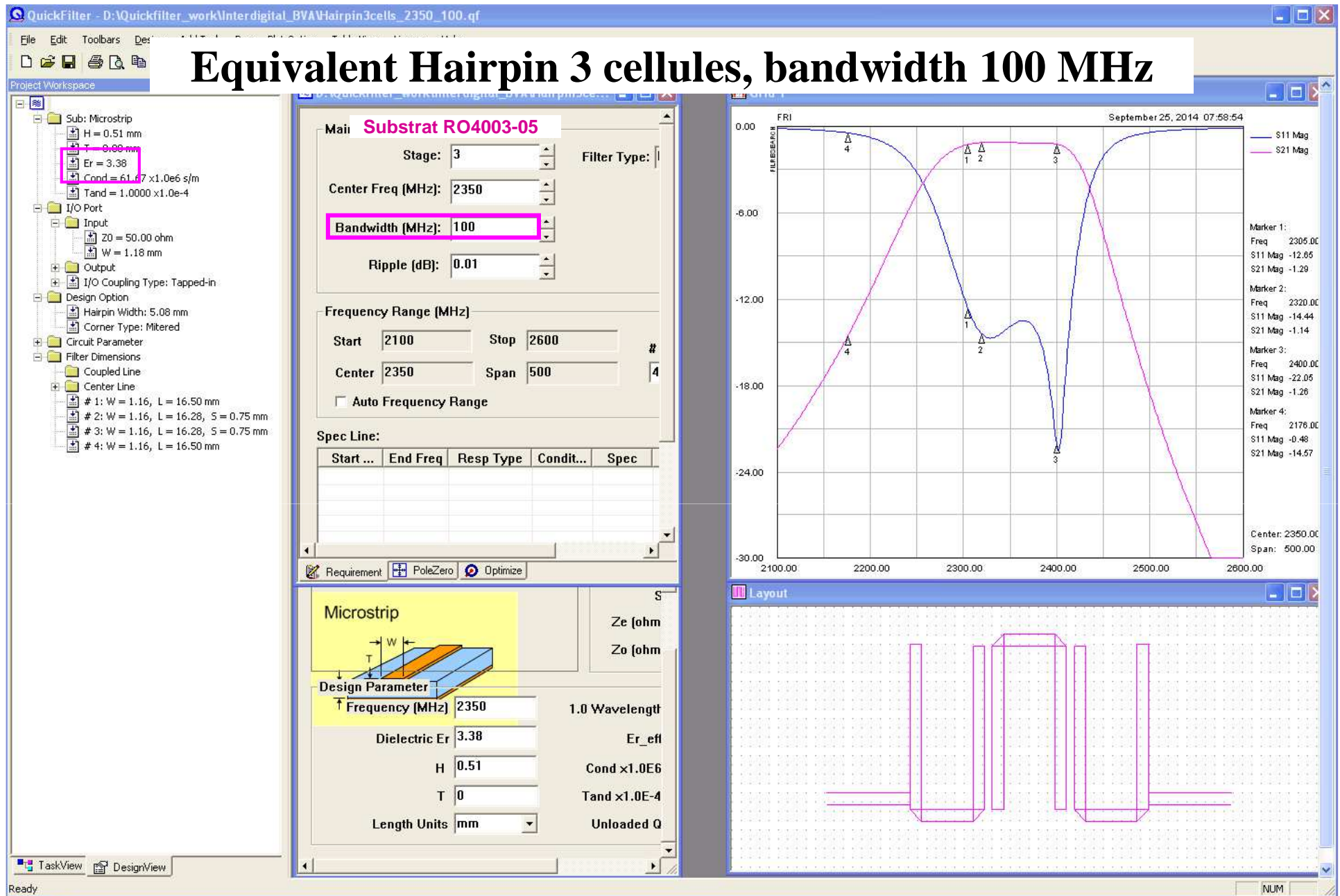
Center: 2350.00 Span: 500.00

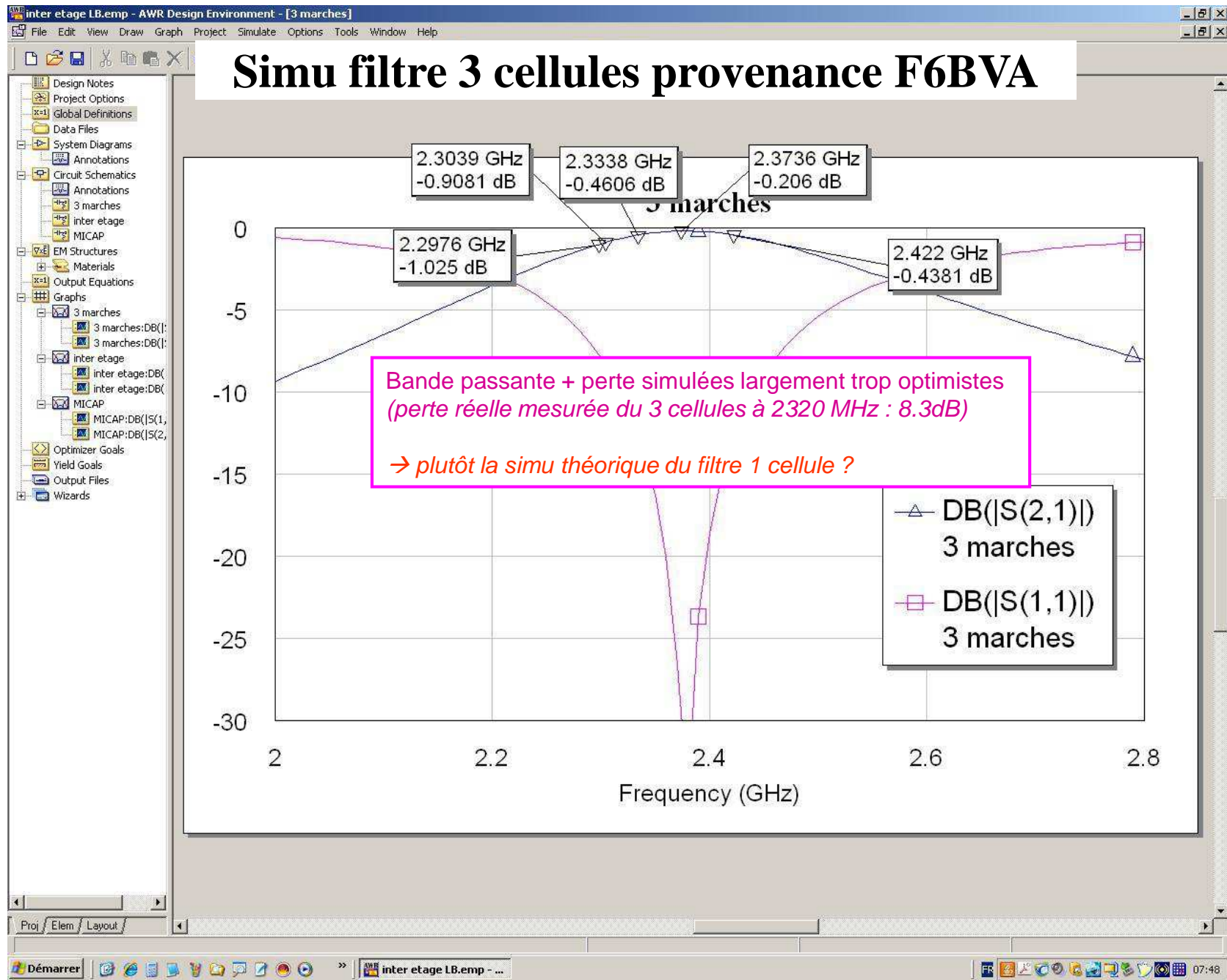
Layout



Cette simu avec bande passante de 50 MHz colle au plus proche des dimensions relevées sous bino

# Equivalent Hairpin 3 cellules, bandwidth 100 MHz







# Simu filtre 3 cellules, bandwidth 100 MHz

**ancienne valeur d'Epsilon**

$\epsilon_r = 3.38$

**1ère approche**

Bandwidth [MHz]: 100

September 17, 2014 14:57:22

Marker	Freq (MHz)	S11 Mag	S21 Mag
1	2305.00	-17.25	-1.95
2	2320.00	-19.53	-1.92
3	2400.00	-3.05	-8.18
4	2176.00	-0.56	-23.18

**S-simu=1.02**  
**S\_mesurée= 1.66**  
**donc largeur de bande trop grande**

Design Parameter

Frequency (MHz)	2320	1.0 Wavelength
Dielectric Er	3.38	Er_eff
H	0.51	Cond x1.0E6
T	0.01	Tand x1.0E-4

Layout



# Simu filtre 3 cellules, bandwidth 55 MHz

**Project Workspace**

- Sub: Microstrip
  - H = 0.51 mm
  - T = 0.01 mm
  - Er = 3.38
  - Cond = 61.00 x1
  - Tand = 1.0000 x
- I/O Port
  - Input
    - Z0 = 50.00 ohm
    - W = 1.17 mm
  - Output
  - I/O Coupling Type: Coupled Line
  - Design Option
  - Circuit Parameter
  - Filter Dimensions
    - # 1: W = 1.08, L = 19.63, S = 0.29 mm
    - # 2: W = 1.17, L = 19.56, S = 1.64 mm
    - # 3: W = 1.17, L = 19.56, S = 1.64 mm
    - # 4: W = 1.08, L = 19.63, S = 0.29 mm

**ancienne valeur d'Epsilon**

S-simu=1.63  
S\_mesurée= 1.64  
C'est maintenant OK

Cette simu avec bande passante de 55 MHz colle au plus proche des dimensions relevées sous bino

**Main Substrat RO4003-05**

Stage: 3 Filter Type: [ ]

Center Freq (MHz): 2320

**Bandwidth (MHz): 55**

Ripple (dB): 0.1

**Frequency Range (MHz)**

Start 2210 Stop 2430 # 4

Center 2320 Span 220

Auto Frequency Range

**Spec Line:**

Start ...	End Freq	Resp Type	Condit...	Spec

Requirement PoleZero Optimize

**Design Parameter**

Frequency (MHz)	2320	1.0 Wavelength
Dielectric Er	3.38	Er_eff
H	0.51	Cond x1.0E6
T	0.01	Tand x1.0E-4

**Grid 1**

September 17, 2014 15:14:35

FREQUENCY

Mag

Marker 1: Freq 2305.00 S11 Mag -17.36 S21 Mag -1.94

Marker 2: Freq 2320.00 S11 Mag -26.28 S21 Mag -1.78

Marker 3: Freq 2400.00 S11 Mag -0.38 S21 Mag -23.20

Center: 2320.00 Span: 220.00

**Layout**

# Simu filtre 3 cellules, BW 55 MHz avec nouvel Er

**nouvelle valeur d'Epsilon**

Er = 3.55

La nouvelle valeur d'Er descend très légèrement les longueurs des cellules (-0.3mm)

**Substrat RO4003-05**

Stage: 3

Center Freq (MHz): 2320

**Bandwidth (MHz): 55**

Ripple (dB): 0.1

Frequency Range (MHz): Start 2210, Stop 2430, Center 2320, Span 220

Spec Line:

Start ...	End Freq	Resp Type	Condit...	Spec

Design Parameter

Frequency (MHz): 2320      1.0 Wavelength

Dielectric Er: 3.55      Er\_eff

H: 0.51      Cond x1.0E6

Z0 (ohm) S

Ze (ohm)

Zo (ohm)

Layout

# Simu filtre 3 cellules, bandwidth 200 MHz

**Project Workspace**

- Sub: Microstrip
  - H = 0.51 mm
  - T = 0.01 mm
  - Er = 3.38**
  - Cond = 61.67 x1.0e6 s/m
  - Tand = 1.0000 x1.0e-4
- I/O Port
  - Input
    - Z0 = 50.00 ohm
    - W = 1.17 mm
  - Output
    - I/O Coupling Type: Coupled Line
- Design Option
- Circuit Parameter
- Filter Dimensions
  - # 1: W = 1.05, L = 22.84, S = 0.22 mm
  - # 2: W = 1.17, L = 22.73, S = 1.39 mm
  - # 3: W = 1.17, L = 22.73, S = 1.39 mm
  - # 4: W = 1.05, L = 22.84, S = 0.22 mm

**Main Substrat RO4003-05**

Stage: 3 Filter Type: |

Center Freq (MHz): 2370

**Bandwidth (MHz): 200**

Ripple (dB): 0.7

Frequency Range (MHz)

Start 1970 Stop 2770 #

Center 2370 Span 800

Auto Frequency Range

Spec Line:

Start ...	End Freq	Resp Type	Condit...	Spec

**FRI**

September 23, 2014 15:31:54

Marker 1: Freq 2305.00 S11 Mag -10.63 S21 Mag -1.84

Marker 2: Freq 2320.00 S11 Mag -9.26 S21 Mag -1.93

Marker 3: Freq 2400.00 S11 Mag -10.97 S21 Mag -1.78

Marker 4: Freq 2425.00 S11 Mag -9.53 S21 Mag -1.94

Marker 5: Freq 2176.00 S11 Mag 0.46 S21 Mag -20.58

Center: 2370.00 Span: 800.00

Application : 4 bandes mondiales EME avec le même type de filtre, mais simulé avec une largeur de bande de 200 MHz au lieu de 50 MHz

Distance S beaucoup plus petite (couplage nettement plus grand)

Sa perte totale aux environs de 2dB, reste toujours très raisonnable

**T-Line Calc**

Microstrip

Calculator

W

Z0 (ohm)

S

Zc (ohm)

Zo (ohm)

Design Parameter

Frequency (MHz) 2370 1.0 Wavelength

Dielectric Er 3.38 Er\_eff

H 0.51 Cond x1.0E6

**Layout**

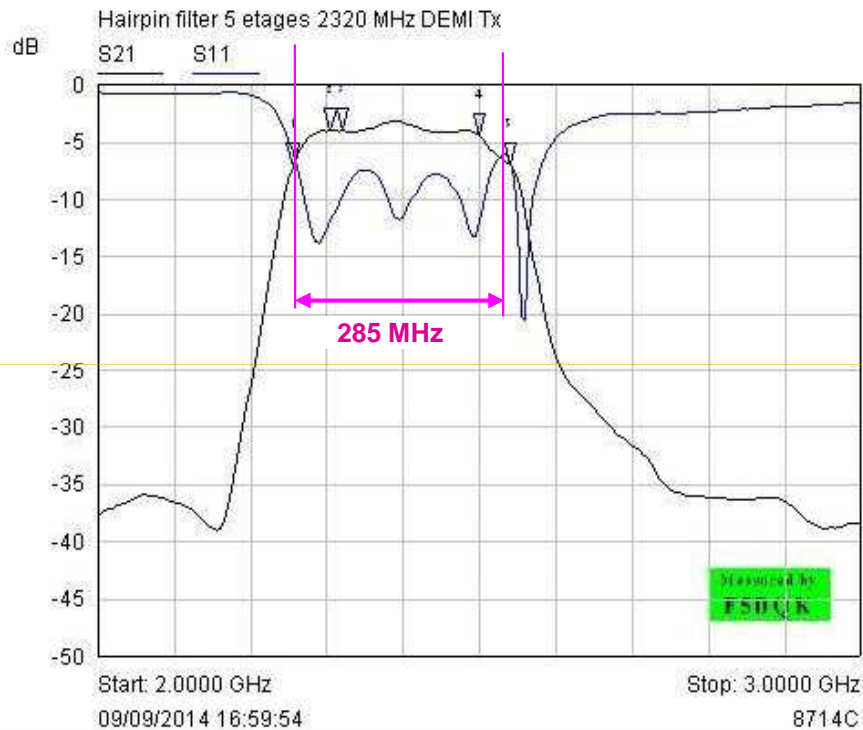
En vue de s'approcher des filtres Hairpin du transverter universel 13cm DEMI



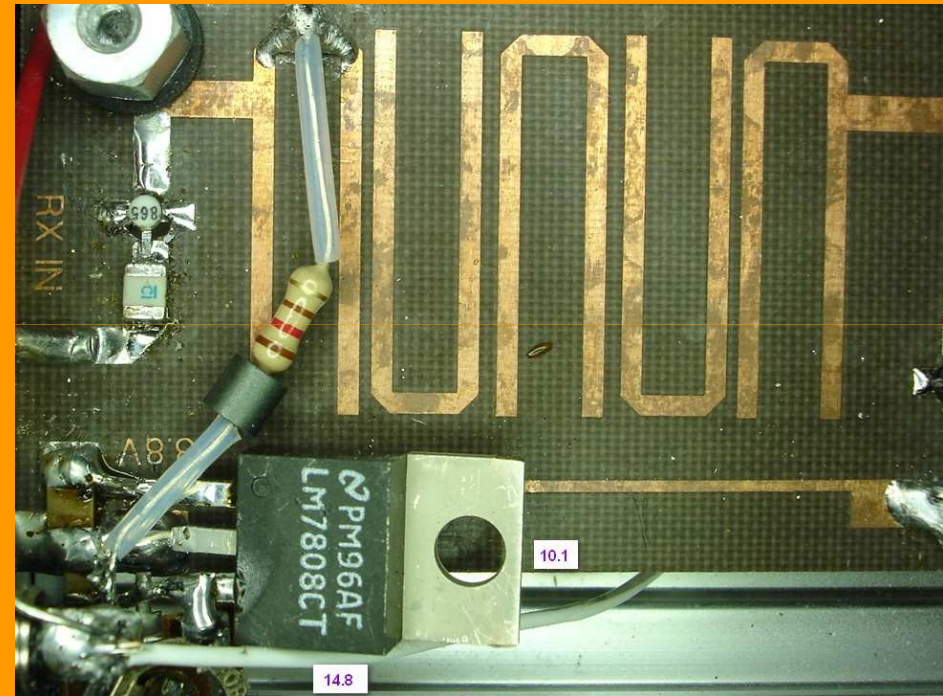
# Exemple concurrent : filtre hairpin 5 cellules du tyter 13cm DEMI

- Chaque branche Tx ou Rx du transverter 2320 / 144 MHz est constituée de 2 filtres Hairpin 5 cellules en série, avec amplification intermédiaire avant mélange
- Sa mesure ne donne que seulement 4 dB d'insertion série
- Sa bande passante est pratiquement plate de 2.305 à 2.50 GHz compris
- Il aurait été idéal en temps que filtre central commun

Woven Teflon  
 Epaisseur=0.8mm ou 0.032 inch  
 $\epsilon$  2.5



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	2.2550 GHz	-7.09 dB	
2	S21	2.3050 GHz	-4.04 dB	
3	S21	2.3200 GHz	-4.03 dB	
4	S21	2.5000 GHz	-4.54 dB	
5	S21	2.5400 GHz	-6.99 dB	





## Partie centrale passive seule : conclusion 1/2

- Parfaite utilisation à fréquence intermédiaire VHF, UHF et SHF (*sauf à 50 MHz*)
- Sur 5 exemplaires mesurés, la fréquence RF de gain optimal se situe entre 2300 et 2304 MHz, et non à 2320 MHz, ce qui décale d'autant la valeur de fréquence de gain maximal FI :
  - dans le même sens
  - avec le même écart
- A puissance OL fixe de +11dBm, le gain de conversion d'abord relativement mou à 144 MHz devient également très intéressant en 1296 MHz (ainsi que son comportement large bande)
- Avec le mélangeur faible niveau SYM4350-1, la puissance OL de gain optimal se situe plutôt vers +13dBm et en demande même d'avantage - - dans tous les cas, +10dBm constitue le «minimum vital»
- Un isolateur inséré entre OL et mélangeur améliore encore le gain de conversion (mélangeur low-cost à fort TOS sur l'entrée LO)

### **Filtre interdigité commun à 3 cellules :**

- simulations BVA → pertes théoriques et largeur de bande bien trop optimistes par rapport aux mesures effectuées
  - fréquence centrale réelle 2300 à 2305 MHz : perte minimale mesurée de 7dB
  - à 2320 MHz, **perte réelle mesurée de 8.3dB**
- bande passante beaucoup trop étroite → totalement inutilisable à  $F > 2340$  MHz (perte > 14dB)
- la distance entre cellules (donc leur couplage) détermine directement leur bande passante
- l'écartement mesuré entre cellules centrales de 1.66mm conduit alors à une simu indiquant une bande passante d'environ 55 MHz (calculé 1.62mm, mesuré 1.66mm)
- la perte moyenne minimale simulée par Quickfilter (au plus proche des dimensions réelles) ne dépasse jamais 2.2 dB
- la nouvelle valeur d'Epsilon passant de 3.38 à 3.5 n'affecte que très peu les mesures
- sur la version EME (2305 à 2420 MHz), la bande passante automatiquement étendue à 200 MHz conduira alors à un écartement central (couplage) de 0.7mm au lieu de 1.6mm

*NB : dans le même esprit, la caractérisation du filtre commun 3 cellules de la version BVA EME serait également très utile à effectuer*

## Partie centrale passive seule : conclusion 2/2

### **Filter interdigité Tx (ou Rx) à 1 cellule :**

- fréquence centrale 2300 à 2305 MHz : perte mesurée environ 3dB
- à  $F < 2250$  ou  $> 2355$  MHz, perte mesurée  $\geq 6$ dB
- Pourquoi est-il placé entre 1er et 2ème étage ?
- Comme l'utilisation du transverter seul sans LNA front-end n'est pas envisageable, le filtre aurait été plus utile si placé en tête, çàd directement à son entrée Rx

### **Mélangeur low-cost SYM4350 :**

- la perte de conversion minimale ne se situe pas du tout à  $P_{LO} = +7$ dBm mais plutôt vers +17dBm
- à puissance d'injection LO égale, un isolateur additionnel (fortement recommandé) aide encore au gain de conversion (trop fort TOS)
- une injection LO de +10dBm est alors déjà fortement recommandée
- mais même +13dBm ne suffisent pas !
- la mesure définitive donne une perte de conversion optimale pour une injection LO de +16.5dBm et non +7dBm
- l'augmentation du gain résultant sur la chaîne Rx est de 8 à 10dB supplémentaires !

### **Partie commune centrale passive : addition des pertes à 2320 MHz :**

- mélangeur Sym4350-1 (spec usine) : au mieux 8.2dB si correctement saturé
- filtre interdigité 8.3dB
- Wilkinson : 3dB théoriques

**soit un total d'au moins 20dB à compenser !**

NB :

Ceci est le résultat de mesures sur 5 exemplaires, ne correspond donc pas forcément à la généralité mais s'en rapproche néanmoins fortement

Relevée sur Internet cette affirmation suivante :

*$\epsilon_r$  of RO4003 have been changed !*

*in the newest datasheet of ro4003 at Rogers Inc.  $\epsilon_r$  is 3.55 as you may know in the past  $\epsilon_r$  was 3.38.*

*It produces considerable frequency shift between simulation and measurements*

## 3/ Résumé des plus concis

# Résumé des plus concis

## Suggestions d'amélioration proposées pour prochain layout

Eléments visés	Action corrective	Commentaires
Mélangeur SYM4350	-A FI 144 ou 432 MHz, ce n'est <b>pas un LO= +7dBm</b> mais un <b>+17dBm</b> → donc <i>l'attaquer avec au moins +10 à +13dBm</i>	«Voilelec» n'a certainement pas tout publié dans son étude spécifique publiée sur Internet !
Filtre interdigité commun 3 cellules	-Remonter sa fréquence centrale de 20 à 25 MHz, jusqu'à 2320 MHz -Elargir sa bande passante (actuellement 50 MHz) à au moins 150 MHz, en vue de diminuer concrètement sa perte actuelle de plus de 8dB -En profiter alors pour le recentrer sur (2350 +-60)MHz → permettra de suite la double compatibilité pour bandes terrestre et EME	DEMI utilise des filtres Hairpin 5 cellules ! -Compatibles terr. et EME -Fréquence centrale 2.4 GHz -Largeur bande > 250 MHz -Perte mesurée 4dB
Filtre interdigité 1 cellule (Tx ou Rx)	-Restreindre son actuelle bande passante bien trop large, sinon le supprimer -Côté Tx, récupérer la place en vue d'y adjoindre un ampli 1W commutable	

-Voilà qui remontera alors le gain Rx du transverter seul (mesuré au pire à 5dB), à au moins 15 à 17dB  
-Avec LNA en tête, la gain maximal de l'ensemble pourra atteindre aisément une trentaine de dB, ainsi plus facilement bridable par rapport à la chaîne Rx totale actuelle

NB : diminuer du gain en trop est bien plus facile que d'avoir à l'augmenter !



## 4/ Modification F6CIS filtre 3 étages

Géniale idée de Sylvain F6CIS, en vue de rendre enfin compatible large bande EME le «circuit doré terrestre» à via-holes de F5BQP (2300 à 2400 MHz inclus)

# Modification filtre interdigité commun réalisée par F6CIS

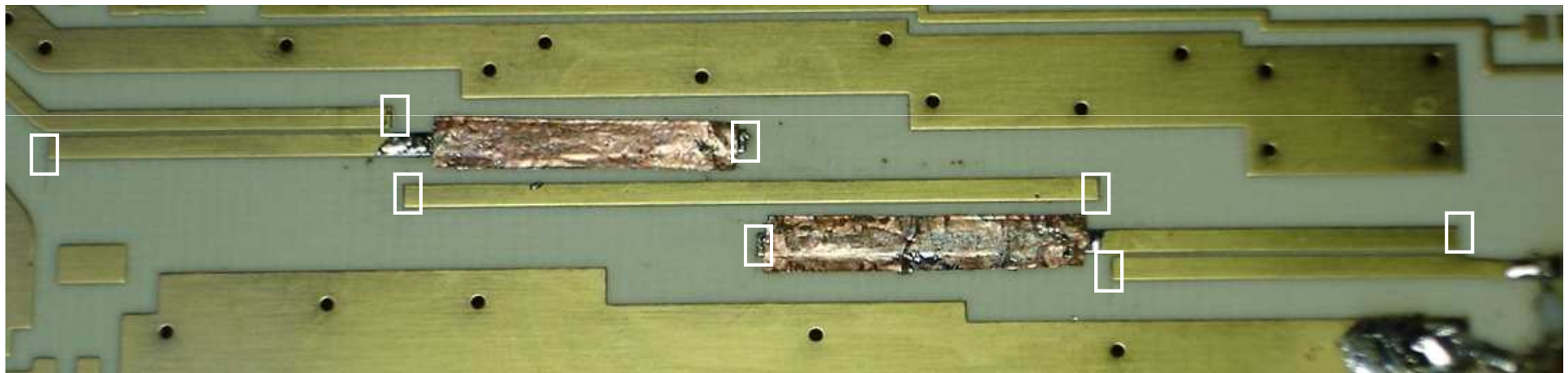
But : suite à la demande de plusieurs OM's spécifiquement intéressés par le trafic EME (2304 jusqu'au moins 2400 MHz (la bande 2435 MHz sera prochainement supprimée), F6CIS a alors réalisé cette modification-clé «à la serpe»



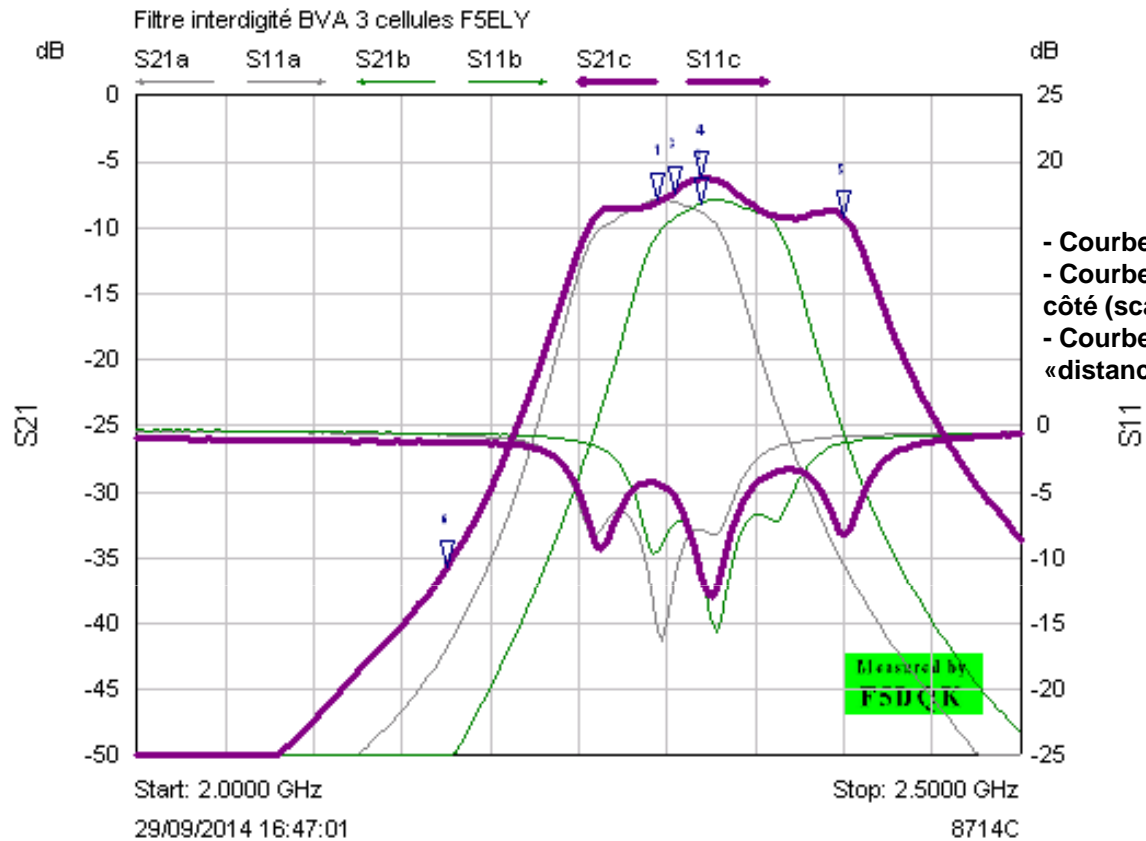
# Modification filtre interdigité commun 3 cellules (ex. F5ELY)

Mode opératoire :

- enlever environ 0.3 à 0.4mm aux 8 endroits indiqués (scalpel)
- adjonction de 2 bouts de clinquant placés à «distance ADOC», en vue d'obtenir le meilleur compromis perte/largeur de bande/adaptation
- la nouvelle distance intercellule obtenue détermine directement la nouvelle bande passante plus large (couplage plus fort)
- cette distance est extrêmement critique
- réajustements successifs du nouvel écart, jusqu'à obtention du meilleur compromis par mesure au scalaire ou VNA avec indication de fréquence fiable et précise (voir page suivante)



### 3 cellules : mesure finale obtenue (exemplaire nu F5ELY)



- Courbe grise : d'origine centrée sur 2320 MHz, B-P 80 MHz
- Courbe verte : diminution de chaque cellule d'environ 0.3mm par côté (scalpel) → fréquence centrale alors réajustée à 2320 MHz
- Courbe violette : adjonction de 2 bouts de clinquant soudés à «distance ADOC» de la cellule centrale !

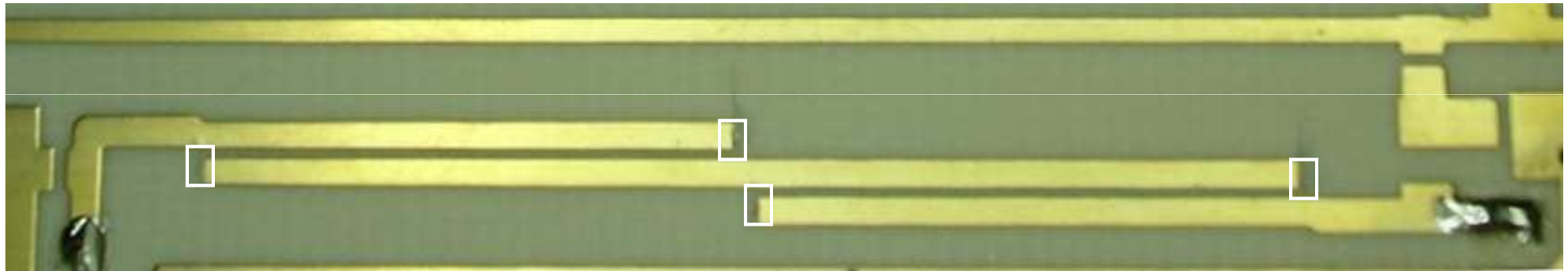
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21a	2.2950 GHz	-7.87 dB	à l'origine
2	S21b	2.3200 GHz	-8.13 dB	filtre retailé à 2320 MHz
3	S21c	2.3050 GHz	-7.33 dB	2 bouts de clinquant soudés
4	S21c	2.3200 GHz	-6.24 dB	2 bouts de clinquant soudés
5	S21c	2.4000 GHz	-9.15 dB	2 bouts de clinquant soudés
6	S21c	2.1750 GHz	-35.66 dB	FI=144 MHz



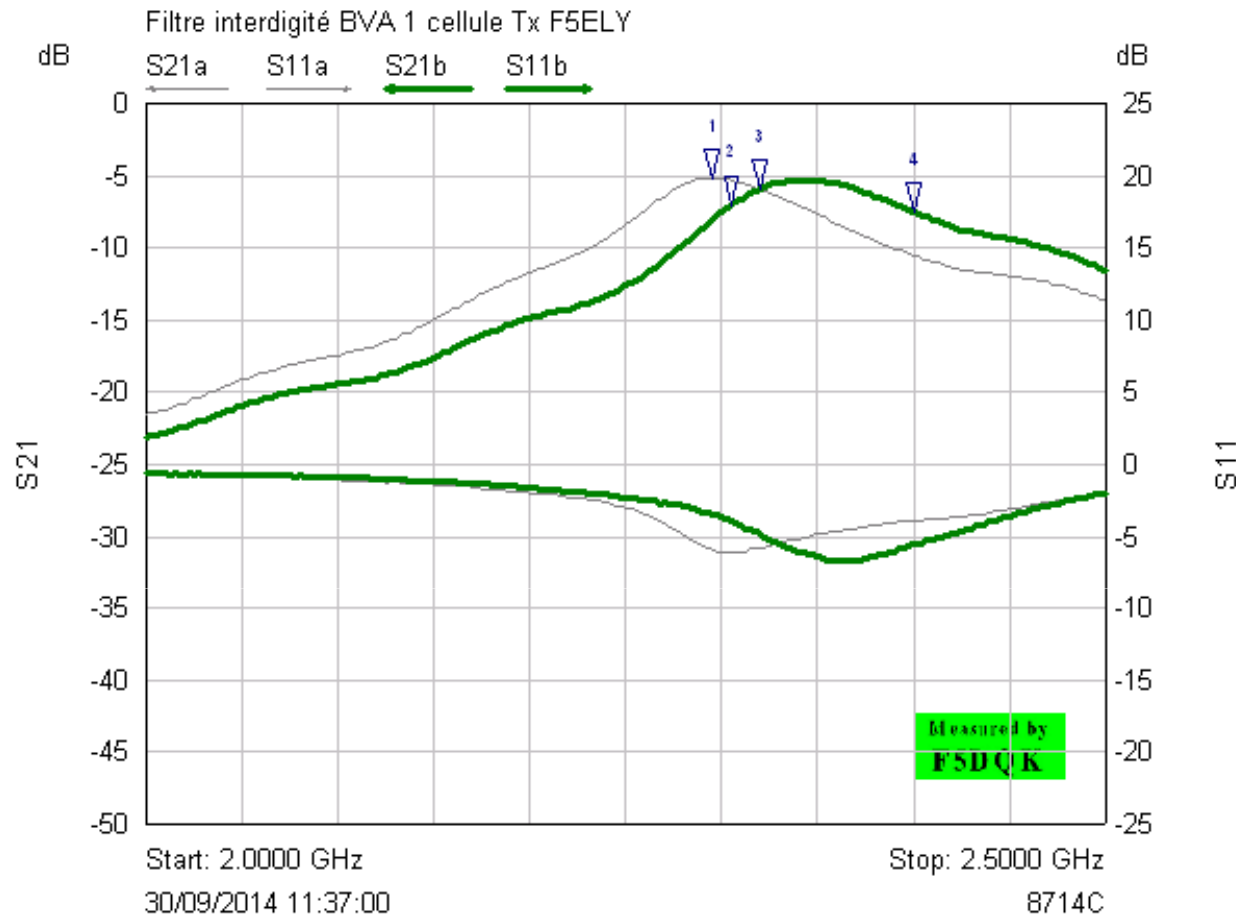
# 1 cellule : modification filtre interdigité Tx ou Rx (ex. F5ELY)

Mode opératoire :

- enlever environ 0.3 à 0.4mm aux 8 endroits indiqués (scalpel)
- réajustements successifs du nouvel écart, jusqu'à obtention du meilleur compromis par mesure au scalaire ou VNA avec indication de fréquence fiable et précise (plus facile qu'avec le filtre 3 étages, mesures page suivante)



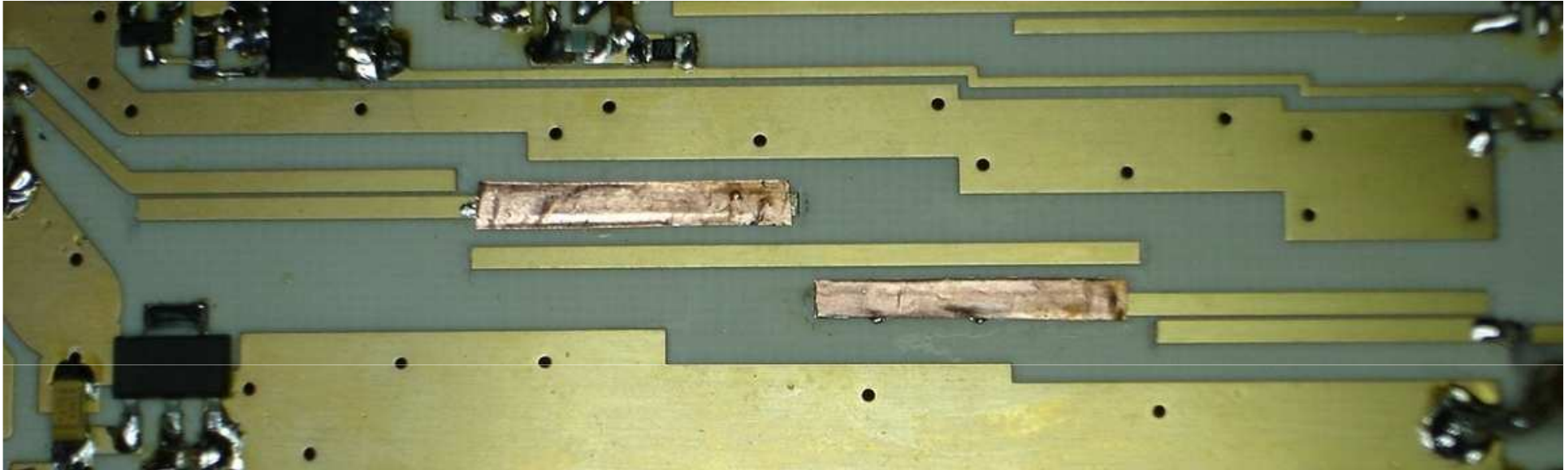
# 1 cellule : mesure finale obtenue (ex. F5ELY)



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	S21a	2.2950 GHz	-5.19 dB	à l'origine
2 ▾	S21b	2.3050 GHz	-7.03 dB	filtre retaillé à 2340 MHz
3 ▾	S21b	2.3200 GHz	-5.89 dB	filtre retaillé à 2340 MHz
4 ▾	S21b	2.4000 GHz	-7.47 dB	filtre retaillé à 2340 MHz

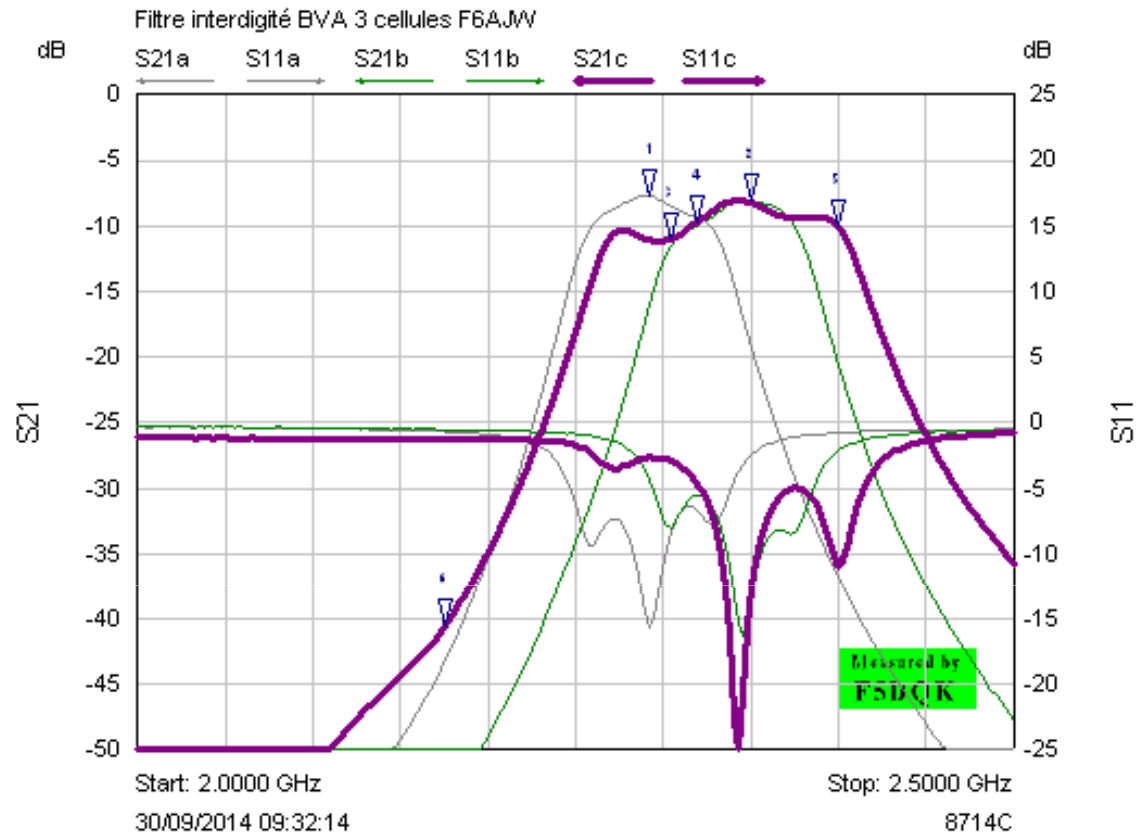
## Modification filtre interdigité commun (ex. F6AJW)

Ensemble initialement complètement monté et testé (voir au milieu de l'article)



De la même manière, la réadaptation de chaque filtre interdigité 1 étage Tx ou Rx à 2350 MHz sera effectuée ASAP

# Mesure finale obtenue (exemplaire complet F6AJW)



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21a	2.2925 GHz	-7.71 dB	à l'origine
2	S21b	2.3500 GHz	-8.05 dB	filtre retillé à 2350 MHz
3	S21c	2.3050 GHz	-11.01 dB	2 bouts de clinquant soudés
4	S21c	2.3200 GHz	-9.67 dB	2 bouts de clinquant soudés
5	S21c	2.4000 GHz	-10.06 dB	2 bouts de clinquant soudés
6	S21c	2.1750 GHz	-40.53 dB	FI=144 MHz



## Version EME : OL PLL à prévoir pour FI 432 MHz

Bande 13cm	Fréquence OL (MHz)
2301 MHz Sat	1869
2304 MHz US	1872
2320 MHz EUR	1888
2400 MHz JAP + AUS	1968
2425 MHz	Abandon ASAP

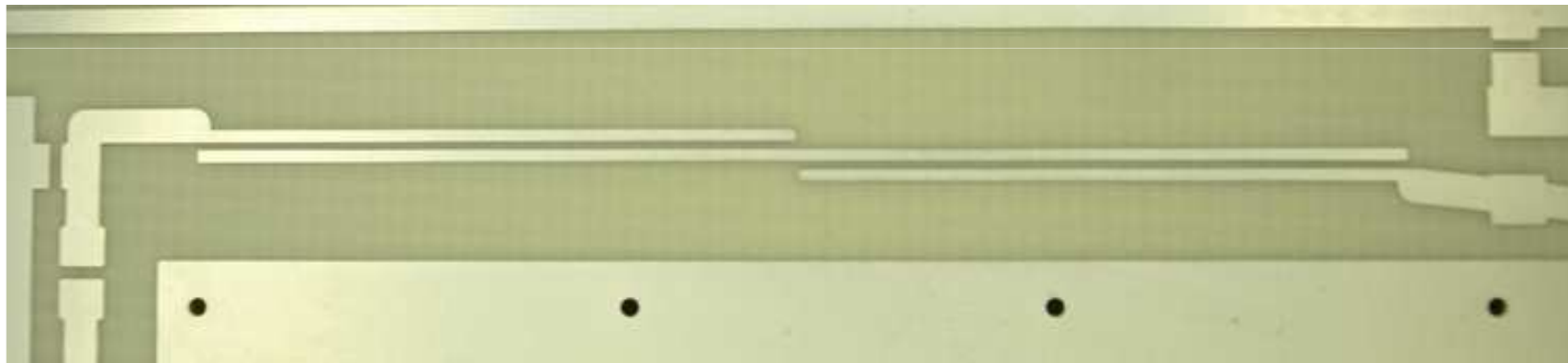
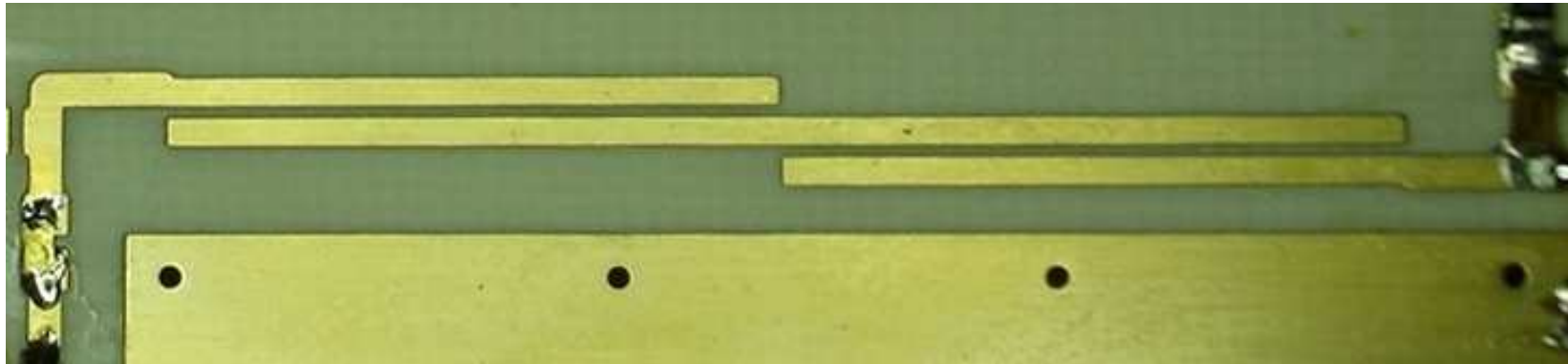
Voir avec DF9NP la faisabilité d'un tel PLL commuté «tout en un» et de puissance  $\geq +12\text{dBm}$

## **5/ Nouvelle simu BVA sur les filtres**

Et nouveau circuit imprimé argenté, à la place de la dorure avec Ni intermédiaire !!

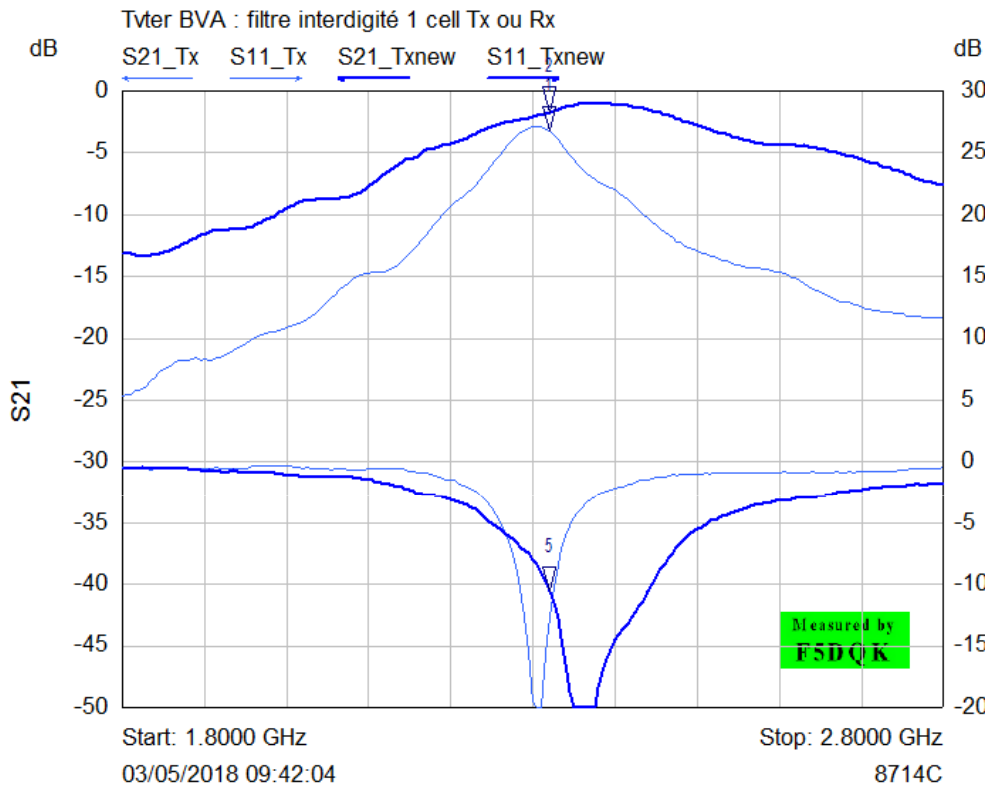
# Nouvelle étude + simu sur platine argentée – filtre Tx ou Rx 1 cellule

Comparaison entre ancienne platine dorée (+Ni intermédiaire), et nouvelle simu concrétisée sur platine argentée  
Enorme différence de largeur de chaque cellule !!!



# Nouvelle étude + simu sur platine argentée – filtre Tx ou Rx 1 cellule

Comparaison entre ancienne platine dorée (+Ni intermédiaire), et nouvelle simu sur platine argentée



- Perte à 2320 MHz : 1.7dB au lieu de 3.2dB
- Fréquence centrale 2.375 GHz, perte minimale 1.1dB
- Bande passante encore plus large (**utilité encore plus illusoire !!!**)

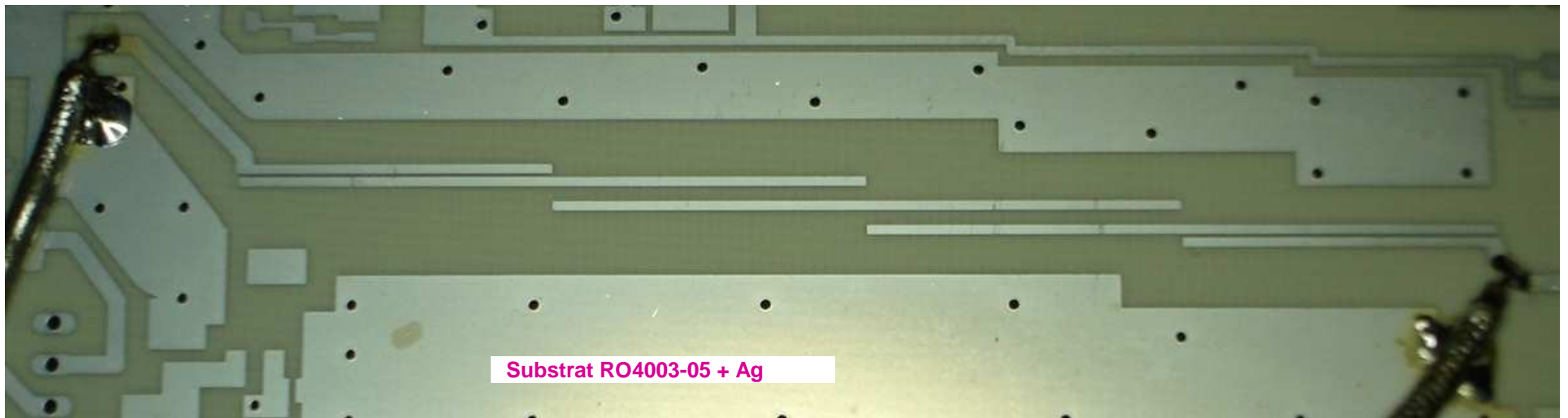
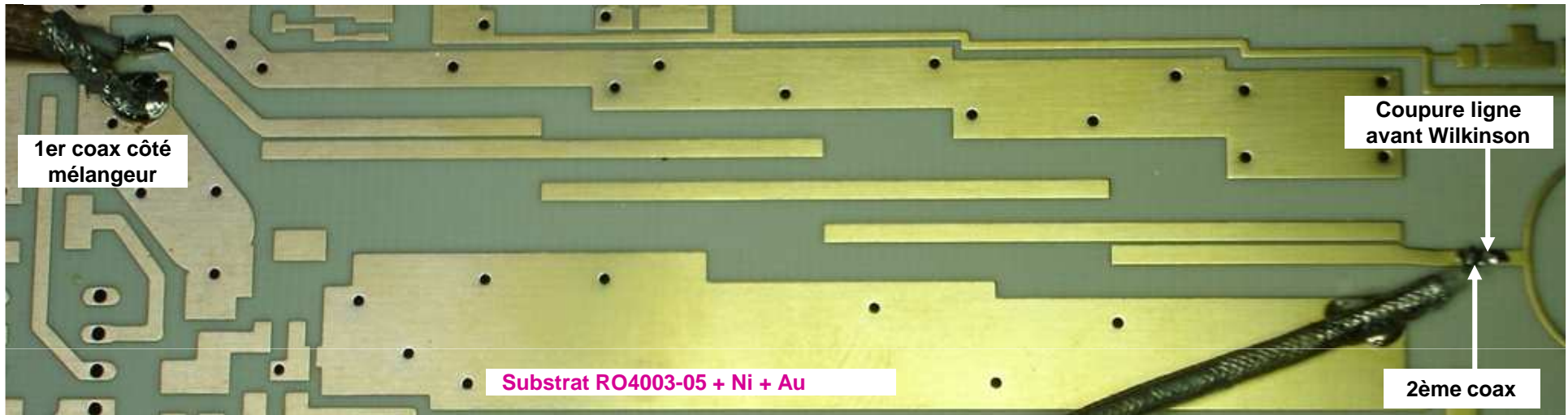
-Voilà qui augmentera d'office les gains de conversion initiaux, respectivement de 1.5dB chacun !

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	S21_Tx	2.3200 GHz	-3.25 dB	Platine dorée
2 ▾	S21_Txnew	2.3200 GHz	-1.70 dB	Platine argentée
5 ▾	S11_Txnew	2.3200 GHz	-10.55 dB	Platine argentée



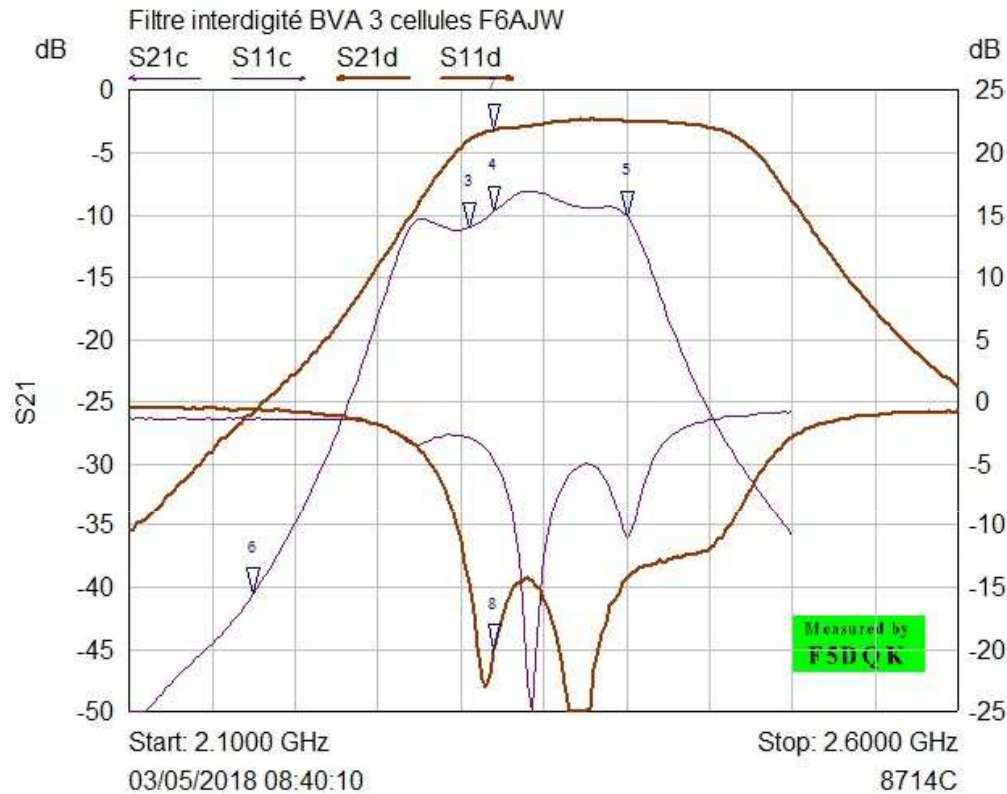
# Nouvelle étude + simu sur platine argentée – filtre TRx commun 3 cellules

Comparaison entre ancienne platine dorée (+Ni intermédiaire), et nouvelle simu concrétisée sur platine argentée  
Enorme différence de largeur de chaque cellule !!!  
Comparaison entre les 2 reprises coaxiales !!



# Nouvelle étude + simu sur platine argentée – filtre TRx commun 3 cellules

Comparaison entre ancienne platine dorée (+Ni intermédiaire), et nouvelle simu sur platine argentée



- Perte à 2320 MHz : 3.2dB au lieu de 9.7dB
- Fréquence centrale 2.38 GHz, perte minimale 2.5dB
- Bande passante enfin réajustée à pratiquement 200 MHz
- Allure plate et parfaitement monotone

-Voilà qui augmentera d'office les gains de conversion initiaux, respectivement de 6.5dB chacun !

L'augmentation totale du gain de conversion obtenu dans chaque branche Tx ou Rx sera alors de  $6.5 + 1.5 = 9\text{dB}$  (*non négligeable !!*)

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
3 ▾	S21c	2.3050 GHz	-11.01 dB	2 bouts de clinquant soudés
4 ▾	S21c	2.3200 GHz	-9.67 dB	2 bouts de clinquant soudés
5 ▾	S21c	2.4000 GHz	-10.06 dB	2 bouts de clinquant soudés
6 ▾	S21c	2.1750 GHz	-40.53 dB	FI=144 MHz
7 ▾	S21d	2.3200 GHz	-3.18 dB	Nelle étude platine argentée
8 ▾	S11d	2.3200 GHz	-20.02 dB	Nelle étude platine argentée

## 6/ Remerciements

# Remerciements

Tout d'abord un grand merci pour l'étude et l'énorme travail réalisé par Michel F6BVA, ayant permis à la majeure partie d'entre nous une accessibilité aisée à la bande 13cm avec en prime :

- son concept low-cost : pas plus de 40% du prix proposé par la concurrence
- son concept «no-tune» : démarre immédiatement si aucune erreur de câblage
- son filtre commun Tx et Rx
- la téléalimentation directe du LNA front-end avec du +5V
- ainsi que sa commutation Tx / Rx différée (nul besoin de sequencer additionnel)

Merci également à la confiance accordée par André F1PYR, Jacques F6AJW, Sébastien F4GRX, Guillaume F1ISM, Marc F8DLS, Philippe F6DQZ, Gérard F5ELY, etc... pour le prêt de leur propre transverter en version une fois montée

Mais également pour les échanges extrêmement fructueux avec Sylvain F6CIS

*Logiciel Quickfilter :*

*Version trial disponible sur [www.FilResearch.com](http://www.FilResearch.com)*

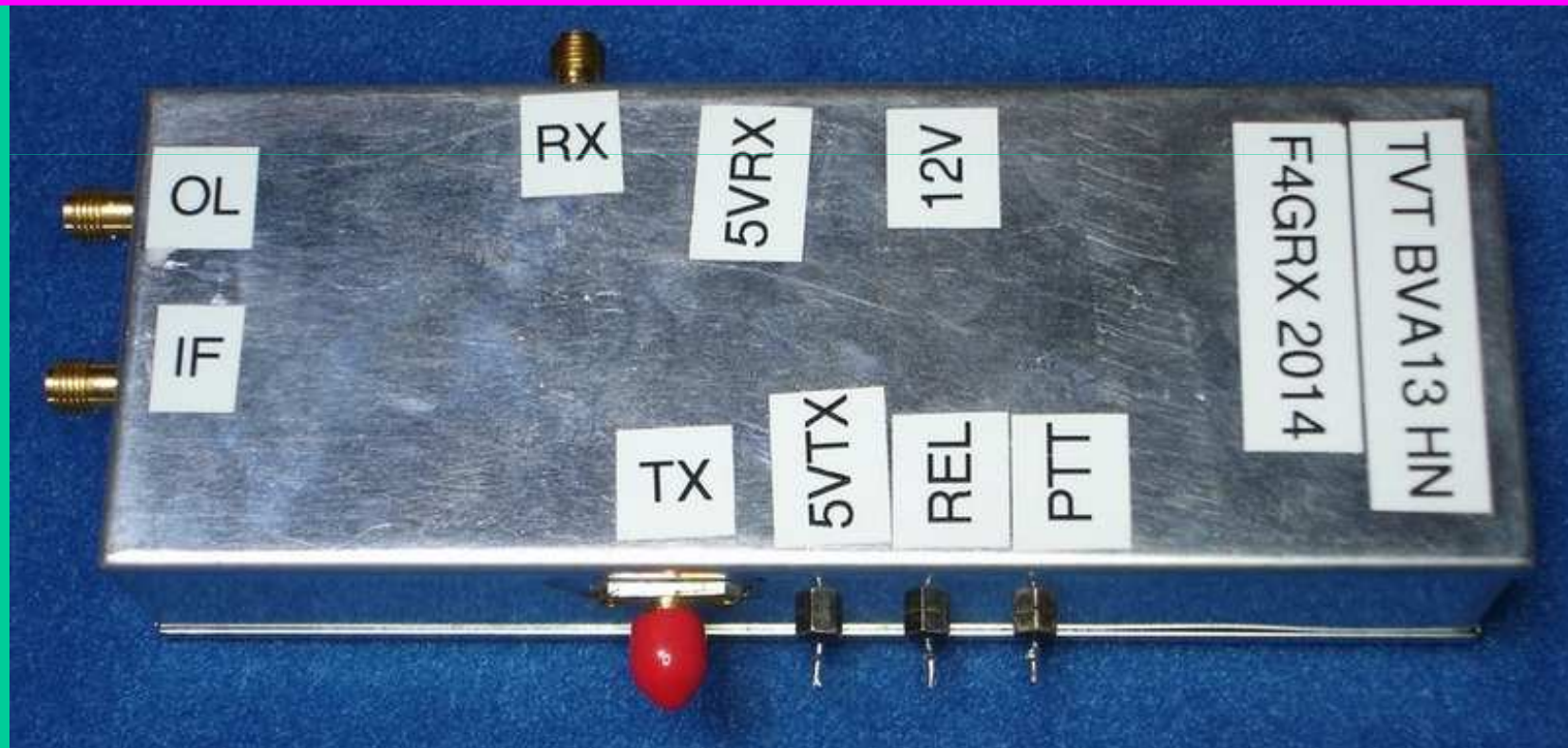
*Rappel in fine :*

*La 2ème partie plus spécifique aux mesures en reverse-engineering ne nuit en rien aux qualités actuelles de ce transverter «no-tune» (donc de sa fonctionnalité immédiate), mais pourra alors constituer des suggestions d'amélioration en cas de nouveau et prochain design*

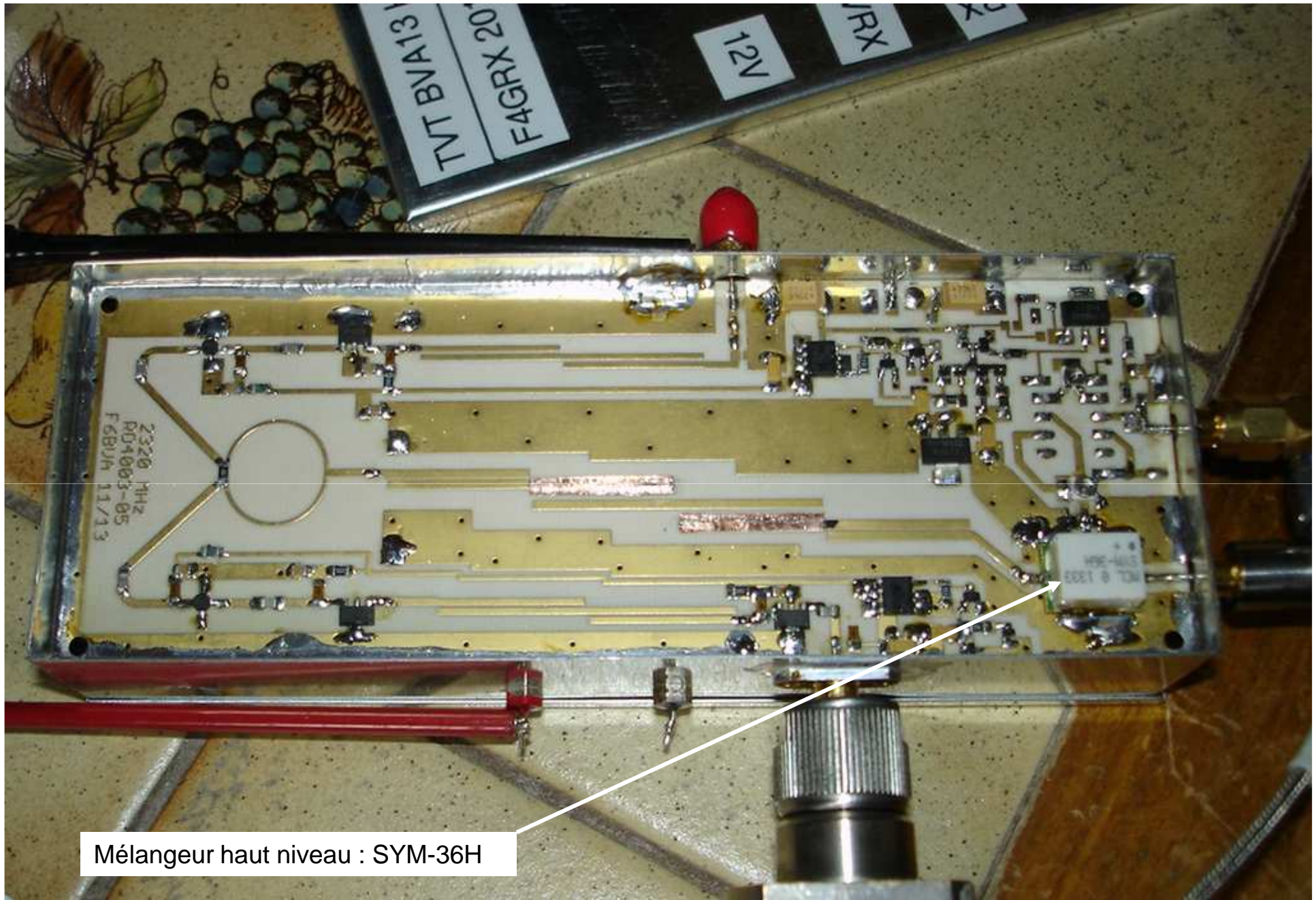
***Du coup cette actuelle «voiturette sans permis» pourra se transformer en «Rolls» !!***

## Annexe 1

# 7/ Modifications tyter F4GRX HN







Mélangeur haut niveau : SYM-36H

# Specs du mélangeur SYM-36H

## Surface Mount Frequency Mixer

Level 17 (LO Power +17 dBm) 1500 to 3600 MHz

**SYM-36H+**  
**SYM-36H**



CASE STYLE: TTT167  
PRICE: \$21.95 ea. QTY (1-9)

+ RoHS compliant in accordance  
with EU Directive (2002/95/EC)

The + Suffix Identifies RoHS Compliance. See our web site  
for RoHS Compliance methodologies and qualifications.

### Maximum Ratings

Operating Temperature	-40°C to 85°C
Storage Temperature	-55°C to 100°C
RF Power	200mW
IF Current	40mA

Permanent damage may occur if any of these limits are exceeded.

### Pin Connections

LO	2
RF	1
IF	3
GROUND	4,5,6

### Features

- low conversion loss, 6.3 dB typ.
- good L-R isolation, 30 dB typ. & L-I isolation, 34 dB typ.
- high IP3, 25 dBm typ.

### Applications

- ISM band
- PCS
- MMDS

### Electrical Specifications

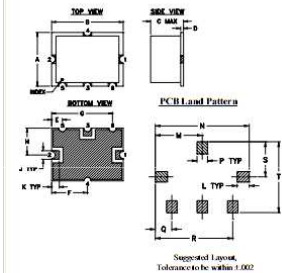
FREQUENCY (MHz)	CONVERSION LOSS (dB)	LO-RF ISOLATION (dB)		LO-IF ISOLATION (dB)		IP3 at center band (dBm)			
		Typ.	Min.	Typ.	Min.				
1500-3600	DC-600	6.3	4.0	9.0	30	20	34	20*	25

1 dB COMP: +14 dBm typ.  
\* 15 dB min. over 1500-1800 MHz

### Typical Performance Data

Frequency (MHz)	Conversion Loss (dB)		Isolation L-R (dB)		Isolation L-I (dB)		VSWR RF Port (-1)		VSWR LO Port (-1)	
	RF	LO	LO +17dBm	LO +17dBm	LO +17dBm	LO +17dBm	LO +17dBm	LO +17dBm		
1500.00	1530.00	5.92	33.00	27.70	2.32	2.03				
1770.00	1800.00	5.68	42.40	30.30	2.32	1.49				
1950.00	1980.00	5.76	34.30	30.40	2.25	1.29				
2000.00	2030.00	5.50	32.60	31.70	2.18	1.27				
2090.00	2120.00	5.33	36.50	32.50	2.23	1.20				
2200.00	2230.00	5.18	41.90	33.00	1.81	1.21				
2300.00	2330.00	5.29	29.20	32.60	1.54	1.29				
2410.00	2440.00	6.73	29.00	31.60	2.96	1.43				
2500.00	2530.00	7.04	30.20	31.20	3.79	1.54				
2570.00	2600.00	6.62	28.00	33.20	3.79	1.54				
2700.00	2730.00	6.82	27.90	35.60	3.79	1.64				
2890.00	2920.00	6.74	28.80	32.90	2.92	1.77				
3000.00	3030.00	6.09	27.70	43.00	2.96	1.71				
3050.00	3080.00	6.08	28.10	44.50	2.88	1.85				
3200.00	3230.00	5.78	28.00	38.30	2.40	1.88				
3370.00	3400.00	5.75	26.50	37.50	2.37	2.18				
3500.00	3530.00	6.60	28.10	33.60	2.96	2.49				
3530.00	3560.00	6.70	28.60	33.10	3.16	2.32				
3570.00	3600.00	6.89	28.90	32.10	3.38	2.43				

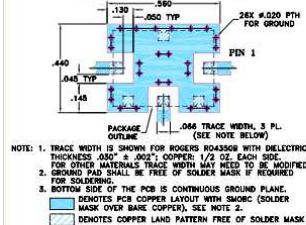
### Outline Drawing



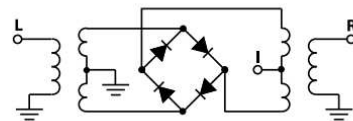
### Outline Dimensions (inch/mm)

A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
.38	.50	.23	.020	.075	.250	.425	.187	.050	.050
9.65	12.70	5.84	0.51	1.91	6.35	10.80	4.75	1.27	1.27
L	M	N	P	Q	R	S	T	wt.	
.070	.270	.540	.060	.095	.445	.208	.415	grams	
1.78	6.88	13.72	1.52	2.41	11.30	5.28	10.54	0.8	

### Demo Board MCL P/N: TB-12 Suggested PCB Layout (PL-079)



### Electrical Schematic



Mini-Circuits®  
ISO 9001 ISO 14001 AS 9100 CERTIFIED

For detailed performance specs  
& shipping info see web site

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661 The Design Engineers Search Engine Provides ACTUAL Data Instantly at [minicircuits.com](http://minicircuits.com)

REV. D  
M112207  
SYM-36H

# Opérations effectuées

## Mesures initiales :

Même avec LO à 1888 MHz et +13dBm, les toutes premières mesures gain/bruit furent absolument désastreuses, à cause du décentrement des filtres interdigités vers 1295-1300 MHz.

Analyseur gain/bruit restant totalement muet à LO=1888 MHz P\_LO= +13dBm et FI=430 MHz

Les meilleurs compromis furent alors obtenus :

- en VHF : FI 155 MHz, LO 2135 MHz → max\_RF\_gain à 2280 MHz !!
- en UHF : FI 405 MHz LO 1831 MHz → max\_RF\_gain à 2296 MHz

Une analyse à l'analyseur de spectre a alors confirmé ces mesures

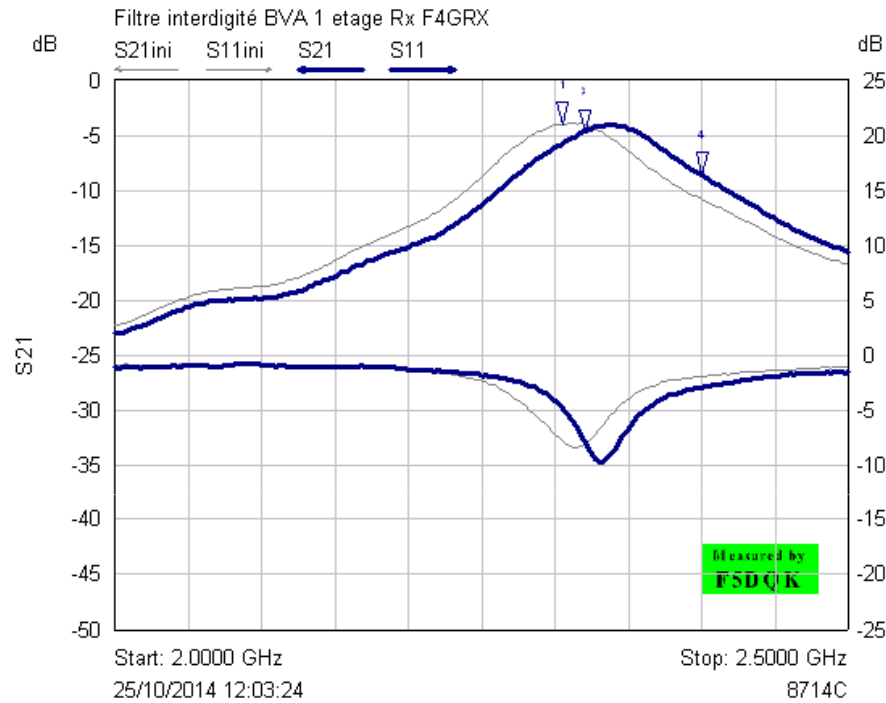
## Opération alors effectuées:

- isolation au scalpel de chacun des 3 filtres interdigités
- recoupe de chacun d'eux, d'environ 150  $\mu$ m par côté
- mesures de chacun d'eux au scalaire, avant puis après chaque modification
- filtre interdigité central à 3 étages : avec en plus, élargissement de sa bande passante avec des bandelettes de cuivre, en vue de le rendre compatible EME

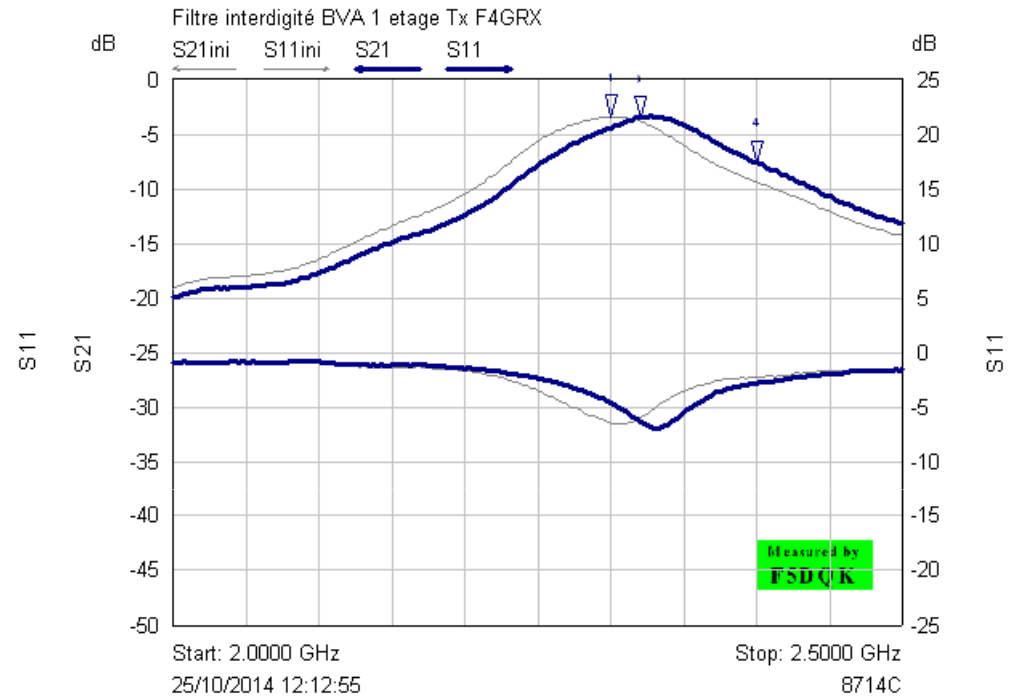
*Curieusement ce filtre n'avait pas au départ un comportement symétrique (vu pour la 1ère fois)*



# Modification des filtres interdigués 1 étage Tx et Rx

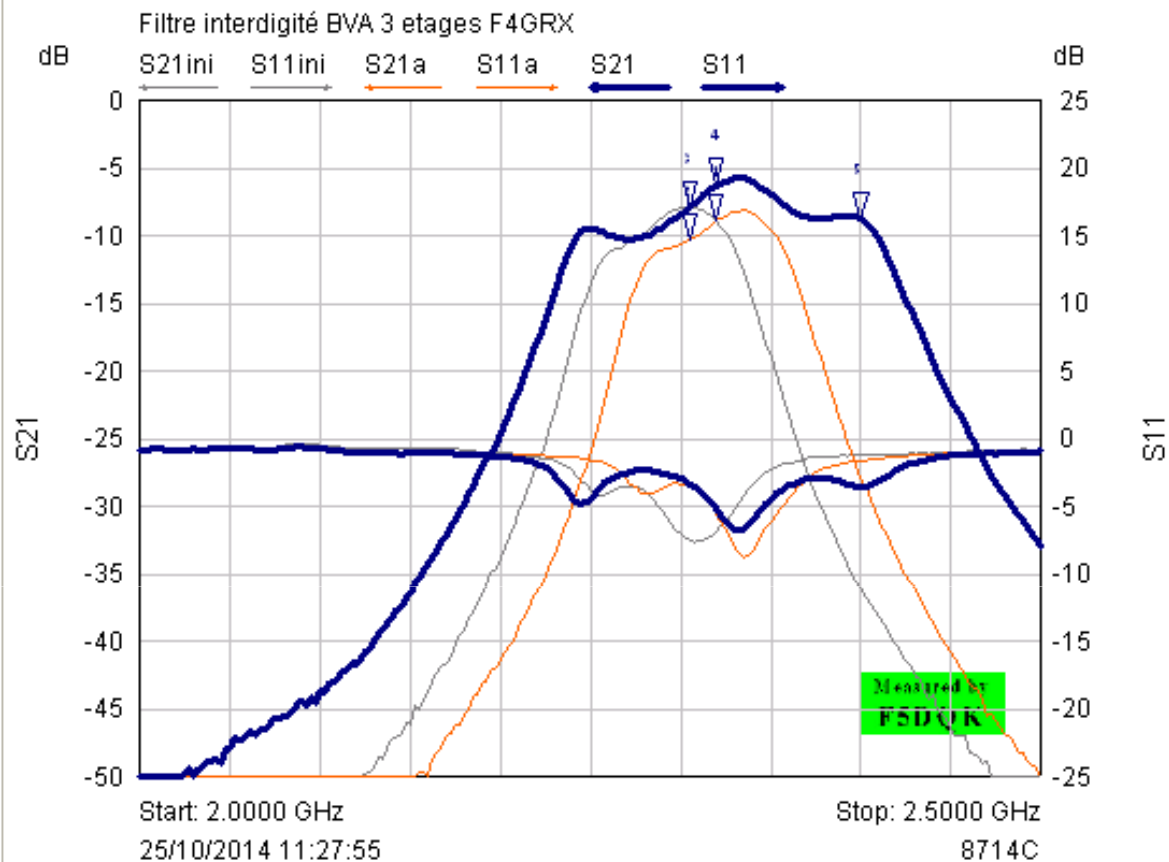


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21ini	2.3050 GHz	-3.96 dB	brut
3	S21	2.3200 GHz	-4.69 dB	-150Mu par côté
4	S21	2.4000 GHz	-8.61 dB	-150Mu par côté



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21ini	2.3000 GHz	-3.42 dB	brut
3	S21	2.3200 GHz	-3.51 dB	-150Mu par côté
4	S21	2.4000 GHz	-7.59 dB	-150Mu par côté

# Modification du filtre interdigité commun 3 étages



Bosse disymétrique d'origine ??

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21ini	2.3200 GHz	-8.88 dB	brut
2	S21a	2.3050 GHz	-10.34 dB	-150Mu par côté
3	S21	2.3050 GHz	-7.88 dB	bandelettes cuivre
4	S21	2.3200 GHz	-6.25 dB	bandelettes cuivre
5	S21	2.4000 GHz	-8.73 dB	bandelettes cuivre



# Mesures Rx obtenues

- Fonctionne à FI= 30 MHz et ce, jusqu'à 900 MHz !!
- Une injection LO de +13dBm conduit pratiquement à la perte minimale de conversion
- Mais contrairement au SYM-4350, est totalement inutilisable à 1300 MHz



# Mesures Rx obtenues (potentiomètre Rx optimisé)

- Fonctionne à FI= 30 MHz et ce, jusqu'à 900 MHz !!
- Une injection LO de +13dBm conduit pratiquement à la perte minimale de conversion
- Mais contrairement au SYM-4350, est totalement inutilisable à 1300 MHz



# Mesures à RF variable (IF = 432 puis 144 MHz)

<b>Mesures sur transverter 13cm BVA F4GRX après modifes</b>							
26/10/2014		F5DQK					
Transverter 13cm BVA de F6AJW, injection LO externe							
OL variable, P= +13dBm							
IF= 432 MHz				IF= 144 MHz			
RF (MHz)	LO (MHz)	Gain (dB)	Nf (dB)	RF (MHz)	LO (MHz)	Gain (dB)	Nf (dB)
2300	1868	17,45	1,77	2300	2156	20,07	1,67
2310	1878	20,36	1,52	2310	2166	22,78	1,52
2320	1888	23,05	1,4	2320	2176	24,8	1,5
2330	1898	23,09	1,47	2330	2186	25,13	1,67
2340	1908	21,41	1,56	2340	2196	23,57	1,65
2350	1918	19,02	1,66	2350	2206	21,94	1,68
2360	1928	17,88	1,66	2360	2216	20,38	1,6
2370	1938	17,05	1,69	2370	2226	19,6	1,7
2380	1948	16,19	1,77	2380	2236	18,92	2,04
2390	1958	14,6	1,92	2390	2246	18,14	2,74
2400	1968	12,08	2,35	2400	2256	16,96	2,74
2410	1978	10,31	2,79	2410	2266	15,5	2,22
2420	1988	9,66	3,2	2420	2276	13,8	2,8
2430	1998	9,7	>5	2430	2286	12	>5

# Mesures à RF variable et IF constante = 432 MHz



## **8/ Mélangeurs SYM-4350 et SYM-36H**

Comparaison des specs des 2 mélangeurs initialement préconisés, et utilisés à RF=2320 MHz :

- à FI variable
- à puissance OL variable, en vue de se rapprocher pour chacun d'eux de la perte minimale de conversion
- bilan total Rx comparé

Etude des caractéristiques spécifiques du mélangeur SYM-4350 seul en large bande en recherchant le meilleur compromis par approches convergentes

- Puissance OL optimale
- Bandes RF/OL/IF optimales



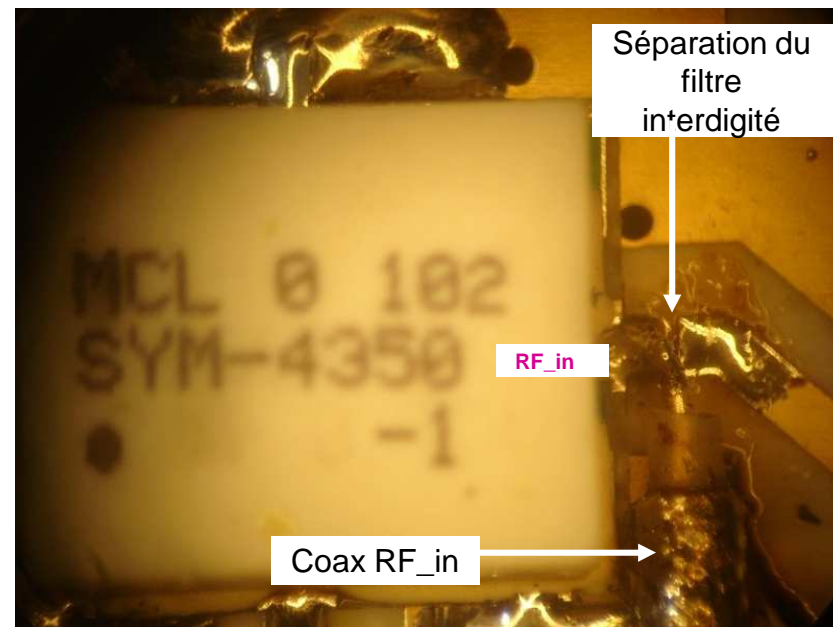
## Mesures à IF variable (IF = 432 puis 144 MHz)

Après la différence drastique de comportement mesurée entre deux modèles de transverters équipés respectivement des mélangeurs bas et haut niveau, il a été décidé d'en étudier la perte de conversion intrinsèque, fonction de la fréquence intermédiaire visée

Le mode opératoire est donc le suivant :

- Isolation de l'entrée RF de chaque mélangeur SYM-4350 ou SYM-36H dans chaque transverter
- Les fiches SMA LO et FI déjà soudées sont alors immédiatement disponibles et exploitables
- Attaque des entrées LO et RF avec 2 synthés différents
- Visualisation/comparaison de la raie de mélange obtenue sur analyseur de spectre FSM

- *RF = 2320 MHz fixe et  $P_{RF} = 0\text{dBm}$*
- *$P_{RF} = 0\text{dBm}$*
- *LO variable mais fonction de l'IF choisie*
- *$P_{LO} = +13\text{dBm}$*



# Comparaison des pertes FI entre les 2 mélangeurs

FI visée (MHz)	SYM-4350 (dB)	SYM-36H (dB)
50	-50	-9.7
144	-23	-10
432	-17	-12.6
800	-16	-13.1
1100	-17.8	-20
1300	-22.9	-22.9
1500	-13.6	-33
1800	-13.5	-24
2000	-15.3	-32

RF fixe 2320 MHz P = 0dBm  
LO variable à P = +13dBm

Différence de perte démentielle dans les mêmes conditions de manipe

Pourquoi ce choix du SYM-4350 low-cost et sans aucune spécification constructeur ? ?

Avant le choix définitif du type de mélangeur à adopter, cette comparaison initiale aurait du être la toute première manipe à effectuer !!!

Le low-cost ne constitue pas toujours la solution universelle et dans ce cas précis, fait perdre énormément de temps

## SYM-4350 :

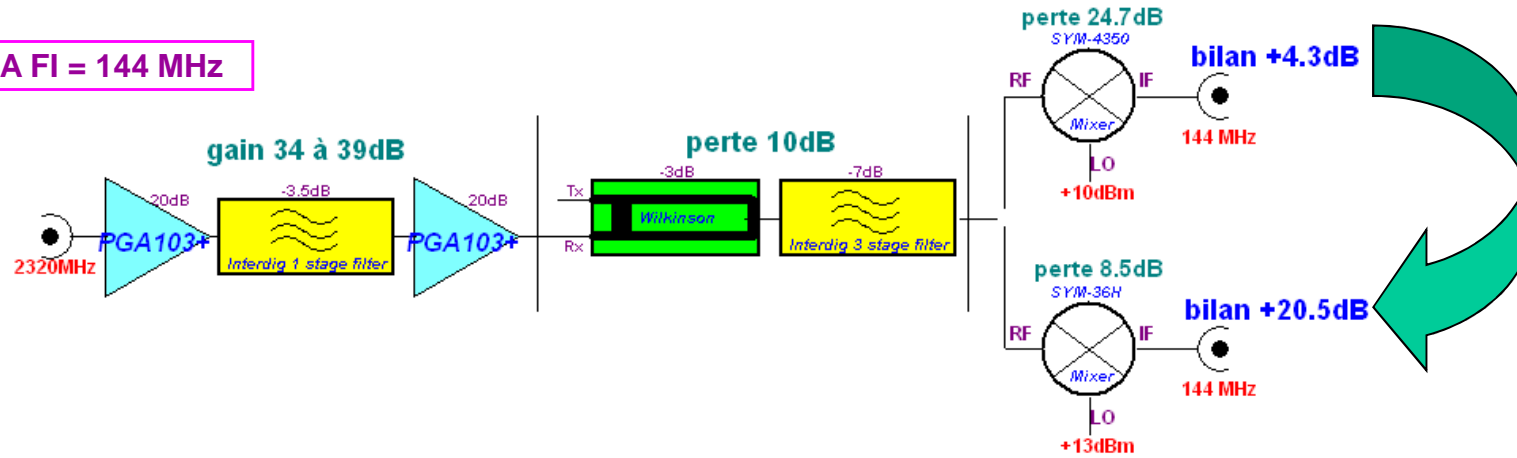
- **perte démentielle à 144 et 432 MHz !!**
- pratiquement saturé à P\_LO = +13dBm
- ce n'est pas un +7dBm
- comportement relativement mou entre +10 et +13dBm
- plutôt prévu pour la bande 1300 à 2000 MHz
- prix 2.50€ pièce

## SYM-36H :

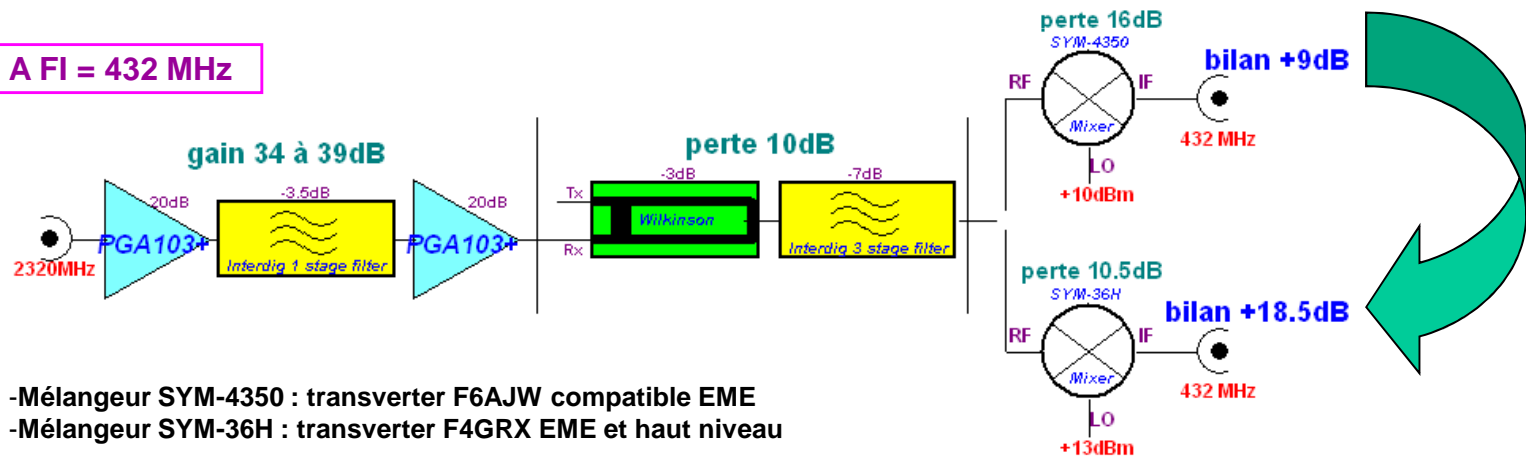
- **perte de seulement 10 à 12dB contrastant totalement avec celle du mélangeur précédent !!**
- pas totalement saturé à P\_LO = +13dBm car prévu +17dBm usine, mais avec un comportement vraiment excellent
- absolument parfait pour FI descendant à 30 MHz
- à RF < 100 MHz, ne nécessite que +7 à +9dBm
- prix 25€ pièce (avec min de commande !)

# Bilan total Rx fonction du mélangeur choisi

A FI = 144 MHz



A FI = 432 MHz



- Mélangeur SYM-4350 : transverter F6AJW compatible EME
- Mélangeur SYM-36H : transverter F4GRX EME et haut niveau

Il n'y a donc pas photo :

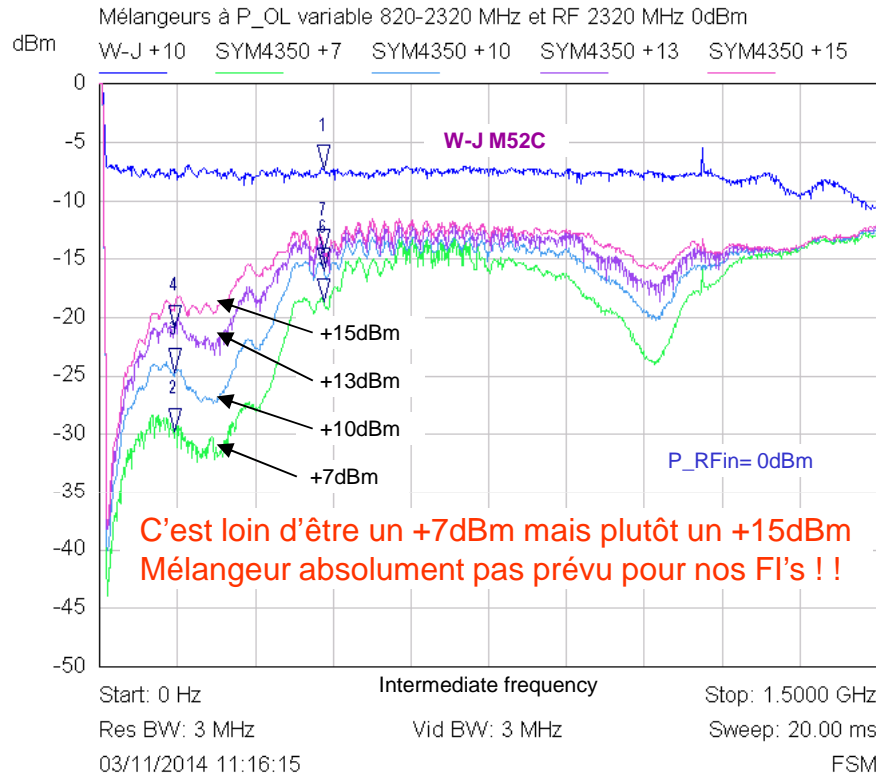
Le SYM-4350 (*étude à peine effleurée par Voilelec*) est totalement inadapté à nos fréquences FI 144 et 432 MHz

**La différence comportementale entre SYM-4350 et SYM-36H est énorme !**

# Comparaison des pertes FI entre mélangeurs à P\_OL variable

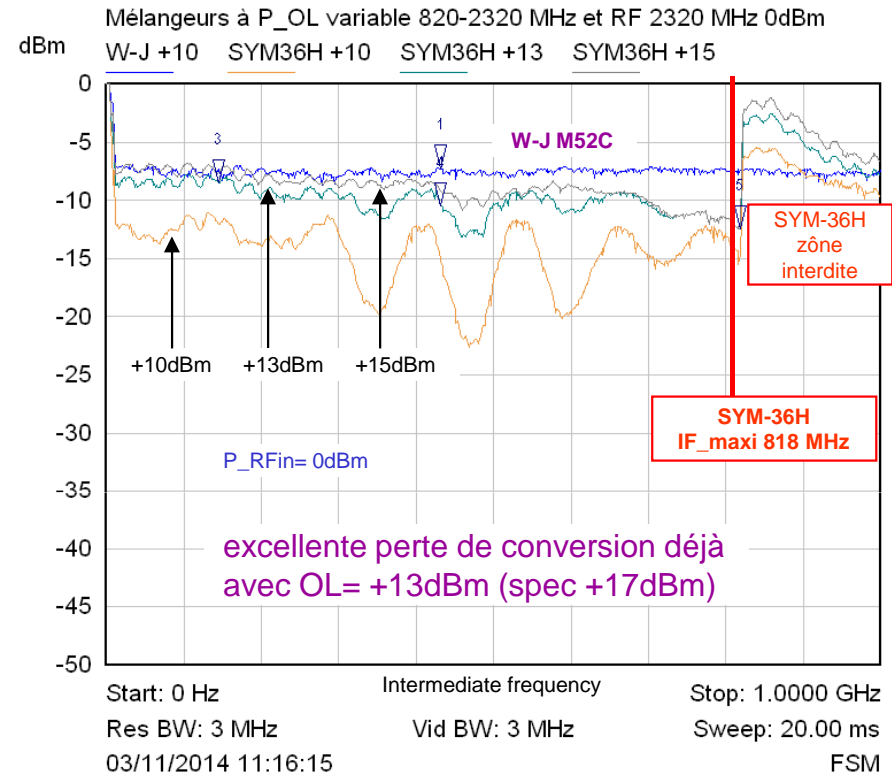
## SYM-4350 seul

NB: la mesure du mélangeur Watkins-Johnson M52C effectuée à P\_LO +10dBm (courbe bleue) sert uniquement de témoin



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	W-J +10	431.6667 MHz	-7.29 dBm	Watkins-Wohnson M52C
2	SYM4350 +7	145.0000 MHz	-29.71 dBm	
3	SYM4350 +10	145.0000 MHz	-24.71 dBm	
4	SYM4350 +13	145.0000 MHz	-20.90 dBm	
5	SYM4350 +7	431.6667 MHz	-18.69 dBm	
6	SYM4350 +10	431.6667 MHz	-15.97 dBm	
7	SYM4350 +13	431.6667 MHz	-14.42 dBm	

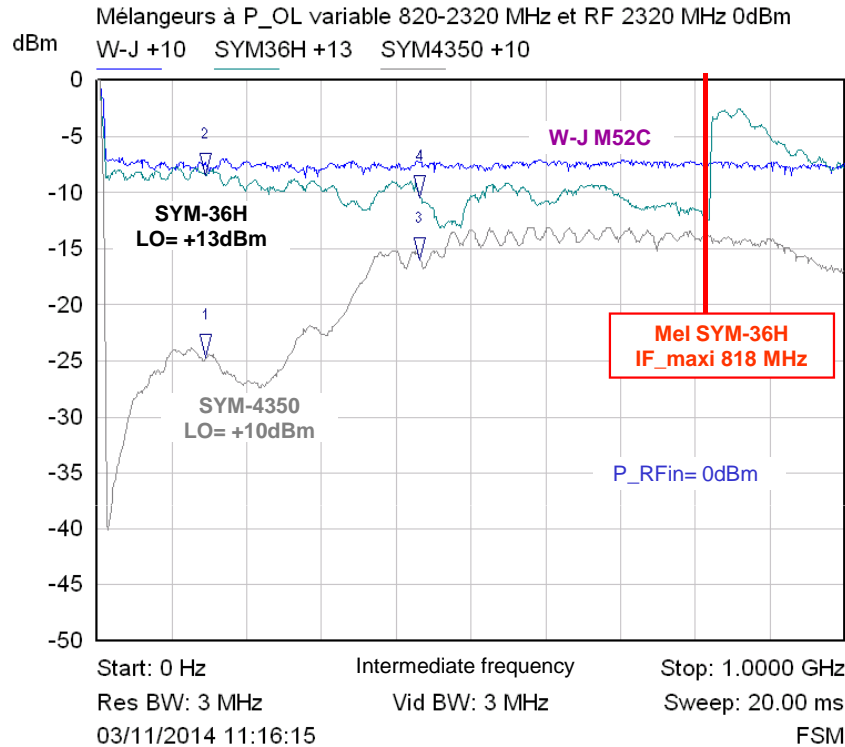
## SYM-36H seul



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	W-J +10	431.6667 MHz	-7.29 dBm	Watkins-Wohnson M52C
3	SYM36H +13	145.0000 MHz	-8.51 dBm	
4	SYM36H +13	431.6667 MHz	-10.46 dBm	
5	SYM36H +13	818.3333 MHz	-12.42 dBm	max IF

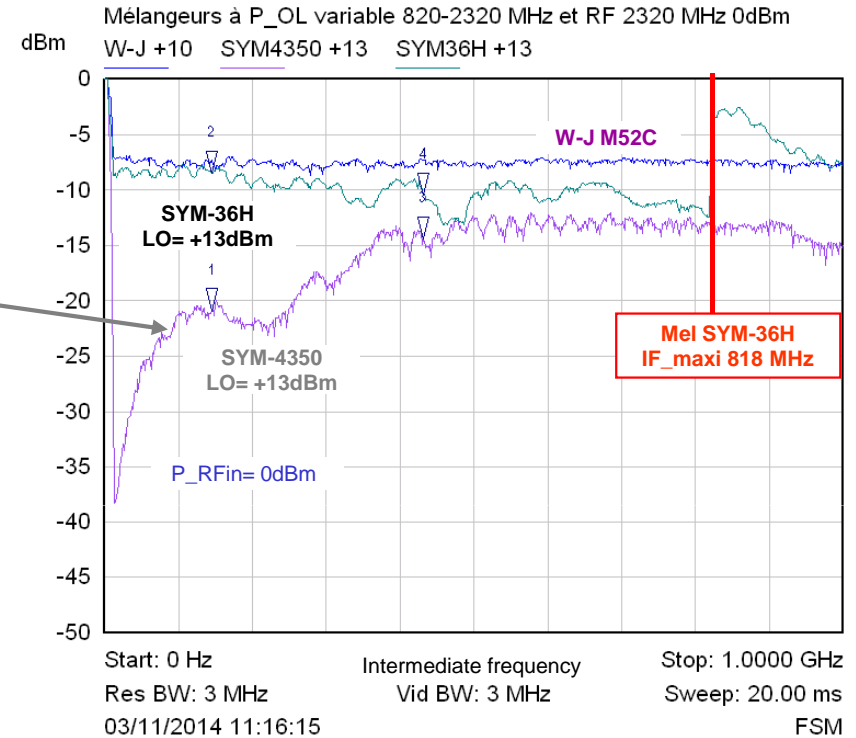
# Comparaison des pertes FI entre mélangeurs à P\_OL variable

## SYM-4350 avec LO +10dBm



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	SYM4350 +10	145.0000 MHz	-24.71 dBm	différence 16.2dB
2 ▾	SYM36H +13	145.0000 MHz	-8.51 dBm	
3 ▾	SYM4350 +10	431.6667 MHz	-15.97 dBm	différence 5.6dB
4 ▾	SYM36H +13	431.6667 MHz	-10.46 dBm	

## SYM-4350 avec LO +13dBm



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	SYM4350 +13	145.0000 MHz	-20.90 dBm	différence 12.4dB
2 ▾	SYM36H +13	145.0000 MHz	-8.51 dBm	
3 ▾	SYM4350 +13	431.6667 MHz	-14.42 dBm	différence 4dB
4 ▾	SYM36H +13	431.6667 MHz	-10.46 dBm	

-Mélangeur SYM-4350 : 2.50\$ pce mais absolument aucune spec !

-Mélangeur SYM-36H : 25\$ pce

1.5<RF<3.6 GHz

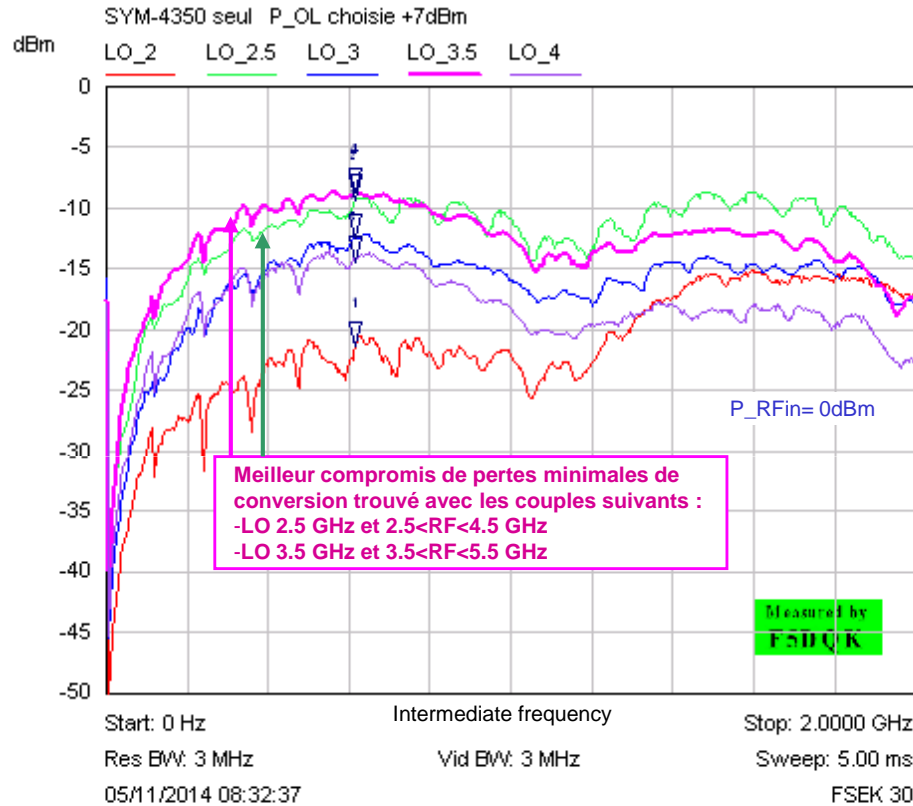
IF spécifiée de presque DC à 600 MHz

Perte de 6dB à LO +17dBm



# Etude spécifique du mélangeur SYM-4350 seul en large bande

N'ayant jamais été étudié pour le moment (specs totalement introuvables), il a été décidé de trouver le meilleur compromis RF/OL/IF à puissance OL proche de +7dBm, par approches convergentes à l'aide de 2 sweepers variables



seul Voilelec en a étudié quelques caractéristiques, mais a considéré la puissance d'attaque OL de +7dBm comme « parole d'évangile »

<http://www.voilelec.com/pages/collector.php>

## Matériel utilisé :

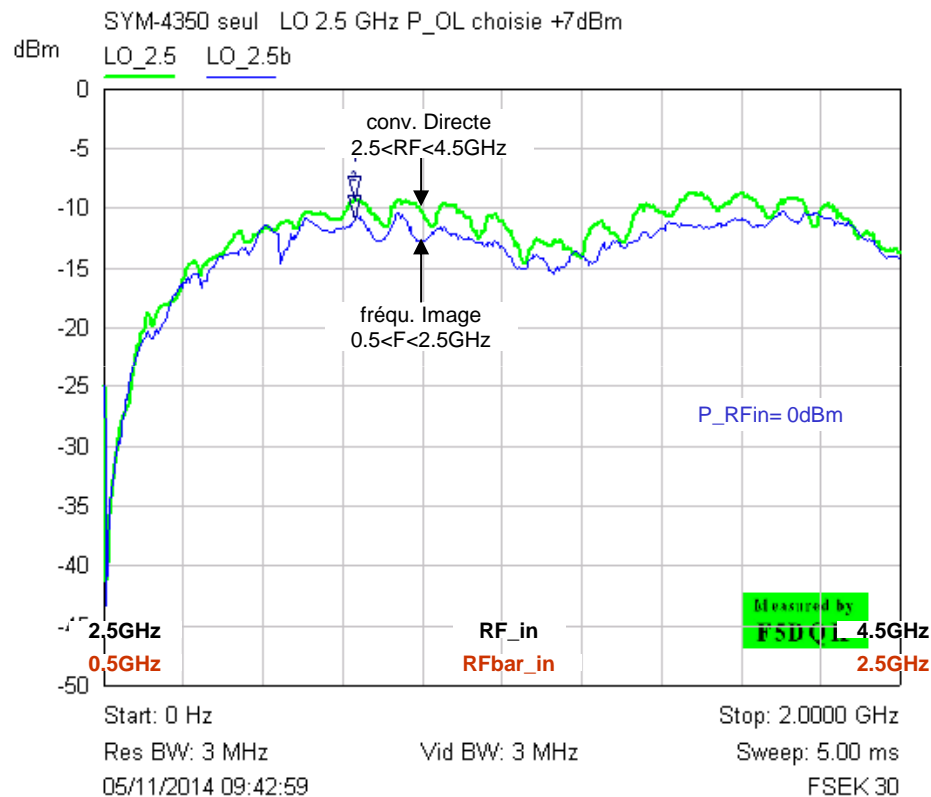
- sweeper RF P\_fixe = 0dBm
- sweeper LO P\_variable
- analyseur de spectre R&S FSM (ou FSEK) + fonction mémoire max-hold

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	LO_2	617.2345 MHz	-21.38 dBm	$2.0 < RF < 4.0$ GHz
2	LO_2.5	617.2345 MHz	-9.35 dBm	$2.5 < RF < 3.5$ GHz
3	LO_3	617.2345 MHz	-12.59 dBm	$3 < RF < 5.4$ GHz
4	LO_3.5	617.2345 MHz	-8.75 dBm	$3.5 < RF < 5.5$ GHz
5	LO_4	617.2345 MHz	-14.42 dBm	$4.0 < RF < 6.0$ GHz

# Etude spécifique du mélangeur SYM-4350 seul en large bande

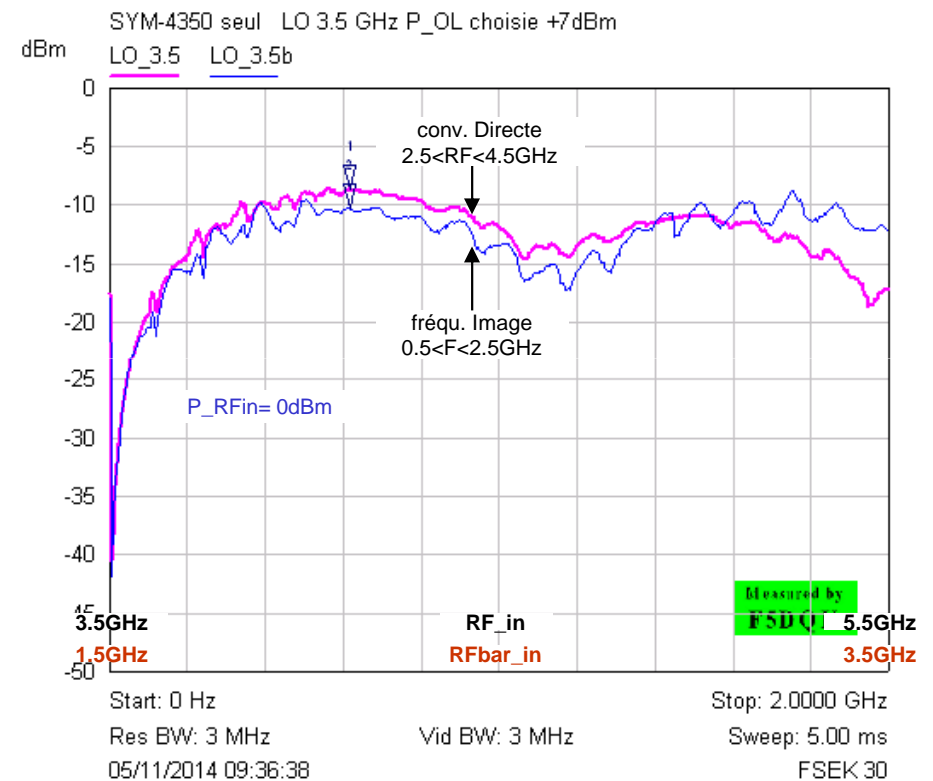
Après avoir trouvé les 2 fréquences OL assurant le meilleur compromis de pertes minimales, voici pour chacune d'elles le comportement en RF fondamentale et fréquence image  
 Puissance OL arbitrairement choisie à +7dBm

## LO = 2.5 GHz



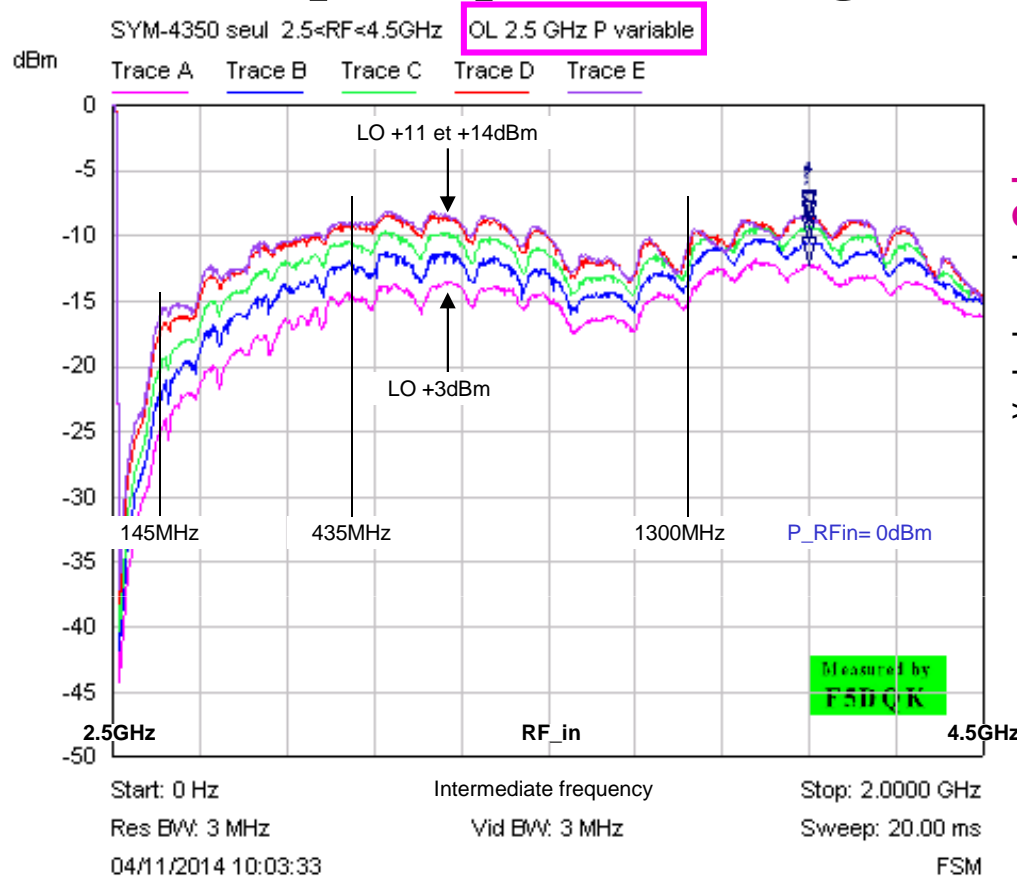
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	LO_2.5	629.2585 MHz	-9.35 dBm	RF directe
2	LO_2.5b	629.2585 MHz	-10.91 dBm	RF bar

## LO = 3.5 GHz



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	LO_3.5	617.2345 MHz	-8.64 dBm	RF directe
2	LO_3.5b	617.2345 MHz	-10.26 dBm	RF bar

# Etude spécifique du mélangeur SYM-4350 seul en large bande



Résumé du SYM-4350 :

- Seules bandes RF envisageables 2.5-4.5 GHz ou 3.5-5.5 GHz
- Perte minimale de conversion obtenue à P\_LO = +11dBm
- FI seulement utilisable de 0.4 à 1.8GHz
- Le choix d'une FI à 145MHz reste complètement exclu (perte >16dB)

Conclusion :

cet entête PDF sur le site Voilelec n'est pas si éloigné des mesures finales obtenues !  
 Mais n'étant en aucun cas optimisé pour RF\_in = 2.3 GHz ce mélangeur n'aurait jamais du être utilisé pour ce type de conversion

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Trace A	1.6000 GHz	-12.19 dBm	P_LO +3dBm
2	Trace B	1.6000 GHz	-10.49 dBm	P_LO +5dBm
3	Trace C	1.6000 GHz	-9.42 dBm	P_LO +7dBm
4	Trace D	1.6000 GHz	-8.51 dBm	P_LO +11dBm
5	Trace E	1.6000 GHz	-8.66 dBm	P_LO +14dBm

The model is specified for 3650 to 4350 MHz RF In

2200 MHz LO , LO is 7 dBm

Conversion Loss of 8.2 dB and L-R Iso was 20dB min. L-I Iso was 30 dB min

Surface Mount  
**Frequency Mixer**

Level 7 (LO Power +7 dBm)

Maximum Ratings	Features
Operating Temperature: -40°C to 85°C	• wideband: up to 2500 MHz.
Storage Temperature: -55°C to 100°C	• low conversion loss, 6.5 dB typ.
RF Power: 200mW	• high L-R isolation, 50 dB typ.
IF Current: 40mA	
Permanent damage may occur if any of these limits are exceeded.	
Pin Connections	Applications: • ISM/GPS • PCS

Caution : This PDF IS NOT the good one, it must be used only for the pinout !



**SYM - 4350**

## Annexe 3

# 9/ Etude du mélangeur MXJ-2501-17H

Avant toute substitution à l'aveugle dans un transverter déjà câblé, une indispensable et préalable étude de ses specs a été réalisée :

- Etude sur eBay des possibilités de vente actuelles (grand merci à Sylvain F6CIS)
- Achat de 10 exemplaires chez RF-Bay, ainsi que sa sérieuse platine d'évaluation à via-holes
- Montage d'un exemplaire et précautions supplémentaires prises
- Caractérisation de la perte de mélange à RF=2320 MHz et de sa bande passante FI
- Comparaison par rapport à l'existant actuel



Platine d'évaluation  
RF-bay sécable à 4  
circuits



# Comparaison des pertes FI entre mélangeurs

Cette drastique différence de comportement du mélangeur seul explique la raison pour laquelle on a tout de suite recherché la possible substitution du mélangeur SYM-4350 par un mélangeur ADOC et low-cost !

Vu le QSJ prohibitif actuel du SYM-36H, Sylvain vient de trouver sur eBay un équivalent MXJ-2501-17H :

- vraiment low-cost : QSJ unitaire 6\$ au lieu de 25€ !!!
- à implantation identique
- LO optimal également +17dBm
- avec specs PDF publiques, et correspondant parfaitement à nos besoins
- en formulant le «vœu pieux» qu'une injection de +13dBm suffise (LO's DF9NP déjà commandés) ??
- et en plus il est doublement équilibré !!

<http://www.ebay.com/itm/PDI-80-2500MHz-Level-17-Frequency-Mixer-MXJ-2501-17H/400168808822? trksid=p2047675.c100010.m2109& trkparms=aid%3D555012%26algo%3DPW.MBE%26ao%3D1%26asc%3D20131231084308%26meid%3D47a3f18f7e93440b9b80b51766e48ba8%26pid%3D100010%26prg%3D20131231084308%26rk%3D3%26rkt%3D24%26sd%3D160445927901>



# MXJ-2501-17 avec ses specs initiales !

**MIXER-2501-17**

## SURFACE MOUNT MIXER

### Features

- Frequency Range: LO & RF 80 – 2500 MHz, IF DC – 1000 MHz
- L.O. Drive : -17 dBm
- Industry Standard SMT package
- Available in Tape-and -Reel
- Low Cost

### Description

The MXJ-2501-17 is high drive level, surface mount mixer designed for applications that require small, low cost and highly reliable surface mount components. This mixer is a double/double-balanced design for wideband, high dynamic range use in communications up and down-converter applications.



Théoriquement, même boîtier SO5 avec en plus :

- Mélangeur doublement équilibré !!
- QSJ 6\$ US au lieu de 25€ !!

### Specifications

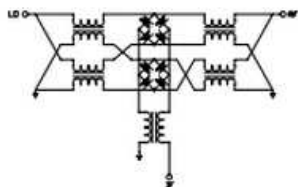
Parameter	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max
Frequency Range (MHz)	80		1500	1500		2500
Conversion Loss (dB)		7.0	7.5		7.5	9
LO – RF Isolation (dB)	24	35		20	22	
LO – IF Isolation (dB)	18	30		12	17	
IIP <sub>2</sub> (dBm)		24			24	

### Absolute Maximum Ratings

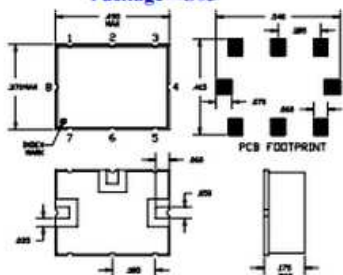
Parameter	Maximum
RF Power	+ 23 dBm
Operating Temperature	-50 to +80 °C
Storage Temperature	-65 to +100 °C
Re-flow Temperature	+ 240 °C

Notes: Test Conditions: LO+17dBm, RF -10dBm, IF 50 MHz  
Frequency Range: 80-2500 MHz, IF DC-1000 MHz  
Typical values represent Mid-Band performance @ 25°C

### Schematic



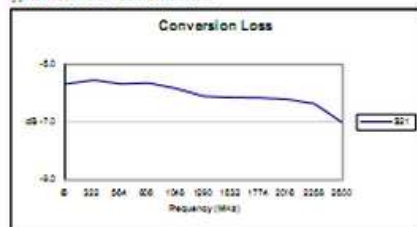
### Package – S05



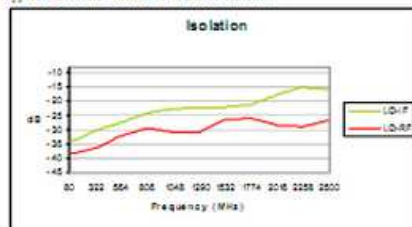
### Pin Functions

Function	Pin
LO INPUT	8
RF INPUT	4
IF OUTPUT	6
GROUND	1,2,3,5,7

Typical Test Data – Conversion Loss



Typical Test Data – LO-RF and LO-IF Isolation

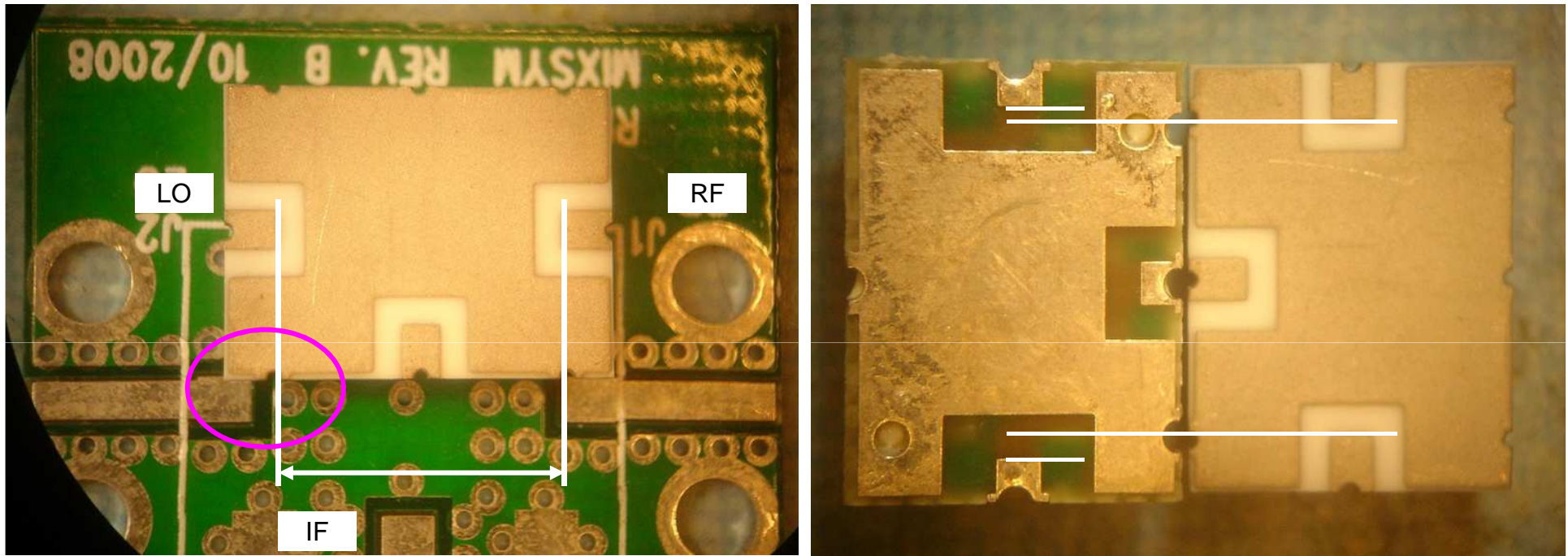


Specifications and information on this data sheet are subject to change without notice.

880 Hamag Drive San Jose, California 95131 USA Tel: 001-408-436-7720 Fax: 001-408-436-7696 Email: [Sales@premierdevices.com](mailto:Sales@premierdevices.com)  
Luffeldstr. 20, D-90441 Nurnberg, Germany Tel: +49(0)9119411233 Fax: +49(0)9119411198 Email: [Sales@premierdevices.com](mailto:Sales@premierdevices.com)  
21-2F, No.99 Lane 2535 Gualaik Road, Shanghai, China PC 201102 Tel: (86)21-44164848 Fax: (86)21-44164753 Email: [Sales@premierdevices.com](mailto:Sales@premierdevices.com)

## CI d'évaluation, précautions de montage

Avant soudure sur le circuit d'évaluation, une inspection rapide du mélangeur placé retourné sur le circuit d'évaluation a de suite mis en évidence quelques petites différences dimensionnelles

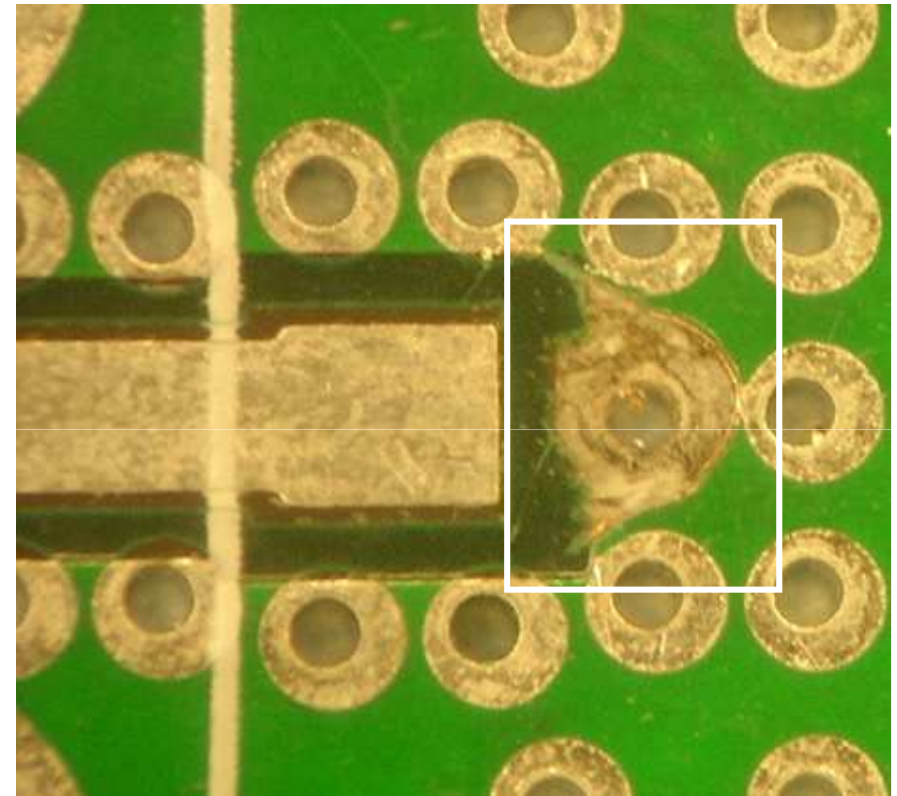
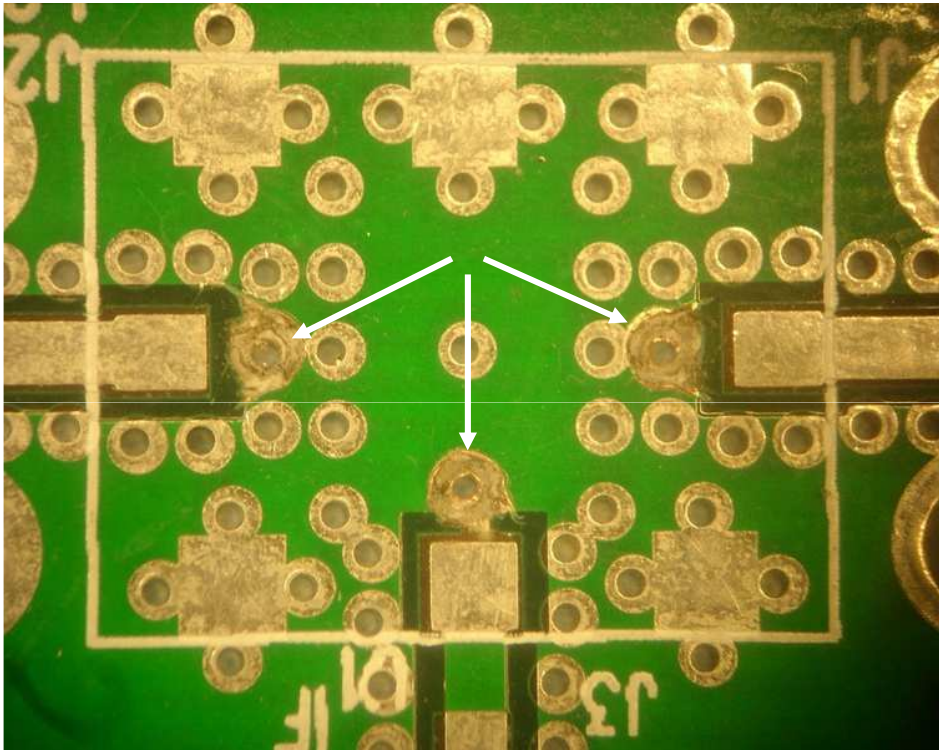


Sa **longueur plus courte d'environ 0.2mm** risquant de mettre en **court-circuit** une des 2 entrées RF ou LO **vers la masse** au moment des soudures définitives à cause d'un jeu nettement plus serré, il fallait alors trouver une solution fiable ne conduisant pas le montage terminé directement à la poubelle !

Sur la photo de droite, la comparaison dimensionnelle de ces 2 mélangeurs saute immédiatement aux yeux !

## CI d'évaluation, précautions de montage

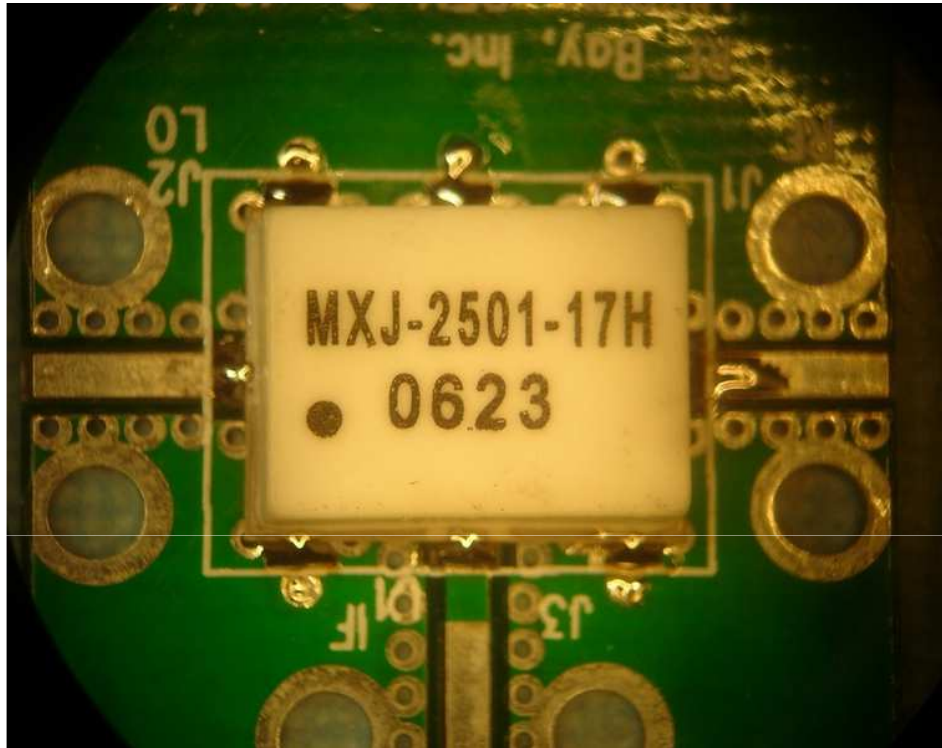
En vue d'éviter tout court-circuit vers la masse en cours de montage avant mise en place et soudure définitive du mélangeur, il a donc été décidé de placer un petit coup de forêt ébavureur sur les 3 «via-holes à risque»



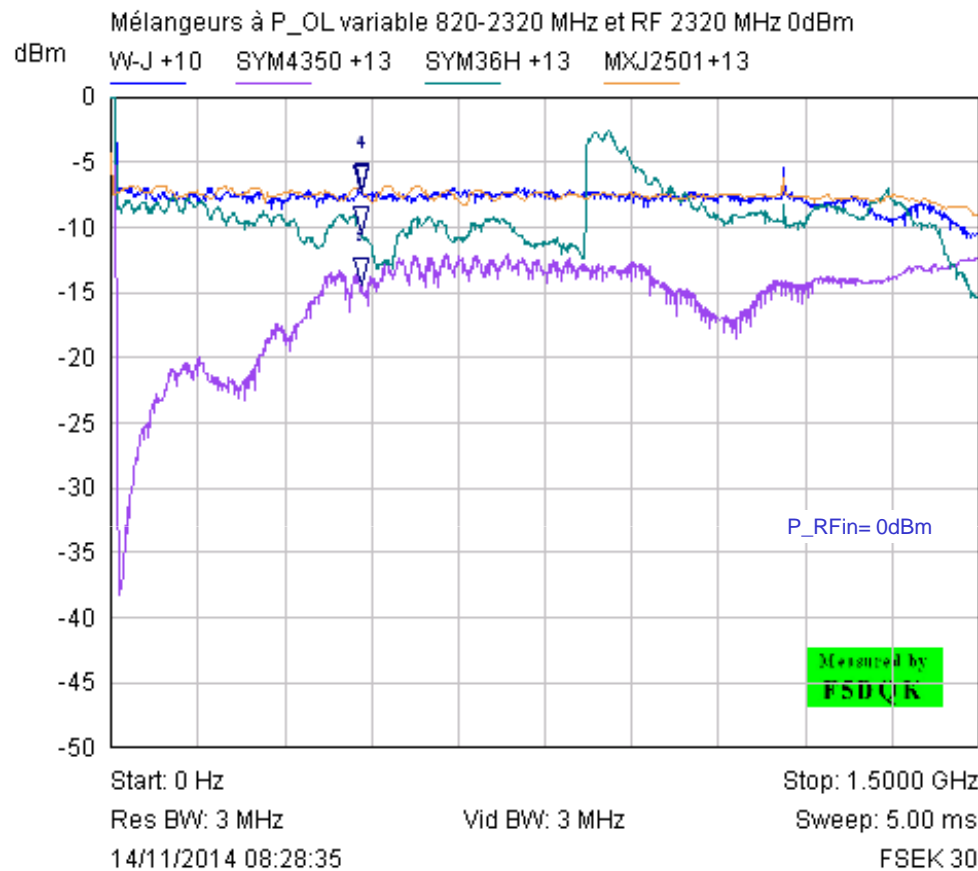
Au final, un léger évasement au scalpel a également été pratiqué



## CI d'évaluation, montage définitif



# CI d'évaluation, mesures RF en large bande par comparaison



Résumé du MXJ2501 dans les mêmes conditions de P<sub>LO</sub>= +13dBm :

- Faibles pertes équivalentes à celles du mélangeur W-J initialement pris comme référence (courbe orange)
- Pertes meilleures que celles du SYM-36H dans les mêmes conditions
- Utilisable à FI :
  - depuis pratiquement le continu
  - jusqu'à 1.5 GHz

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	W-J +10	431.6667 MHz	-7.29 dBm	
2	SYM4350 +13	431.6667 MHz	-14.42 dBm	
3	SYM36H +13	431.6667 MHz	-10.46 dBm	
4	MXJ2501+13	432.8657 MHz	-7.14 dBm	





## 10/ Conclusion in-fine

# Conclusion in-fine

Spécialement pour les gens pressés :

Puisque F6BVA a écrit à moult reprises qu'il était hors de question de reconcevoir un nouveau design (même EME), on repartira alors de cette très sérieuse version de print BQP dorée à via-holes sur laquelle il conviendra d'effectuer les opérations suivantes :

## - Filtres interdigités 1 et 3 étages :

a/ en vue de monter la fréquence centrale actuelle de 2295 à 2320 MHz, diminuer chaque côté des filtres d'environ 150 Microns (*binoculaire + scalpel + patience + analyseur scalaire impératifs*)

b/ **projet d'utilisation EME et filtre central** : avec sa bande passante actuelle de 8 MHz totalement insuffisante, effectuer la transformation de Sylvain F6CIS à l'aide de 2 bandelettes soudées en cuivre : elle augmentera sa bande passante utile à plus de 100 MHz (2300 à 2400 MHz compris)

prévoir alors de remonter tout de suite la fréquence centrale de 2295MHz à directement 2350 MHz (*analyseur scalaire + patience + beaucoup de soins impératifs – ou consulter directement un copain OM équipé mesures*)

***Cette modif devrait également permettre de diminuer la perte prohibitive du filtre interdigité central, située actuellement entre 6.5dB et jusqu'à 10dB au plus pessimiste, selon les divers exemplaires mesurés***

## - Choix du mélangeur :

a/ SYM-4350 : maintenant caractérisé, à garder précieusement pour notre bande 3.4 GHz (il faut y croire) !!

b/ souder directement un mélangeur ADOC à specs initialement publiées, tel le SYM-36H (→ 25€ !!)

c/ choisir de suite un MXJ-2501 doublement équilibré et low-cost (6\$ USD, merci CIS pour cette super info)

## - Choix de l'OL :

Déterminer sa FI selon ses propres besoins (dès 30 MHz)

Prendre de suite un PLL DF9NP mais de puissance Pout d'au moins +13dBm (idéal +17dBm)

Prévoir de suite toute extension future, et commander à DF9NP un PLL multifréquence fonction de ses besoins OL

- **Côté Tx et universalité** : booster les +10 à +15dBm actuels en rajoutant un PA de 1 à 2W (PA's Spectrian / Powerwave)

***Alors cette initiale voiturette sans permis deviendra immédiatement Rolls-Royce !!***

# En résumé

*Suggestions d'améliorations en cas de nouveau design à rétro-simuler cette fois-ci plusieurs fois*

Après la mesure sur 8 exemplaires, on en arrive aux conclusions suivantes :

## **1- Filtre interdigité TRx 3 étages commun central :**

- Décentré à 2295 MHz
- Bande passante à -3dB bien trop juste, de seulement 15 MHz
- Perte trop importante (de 6.5 et 11dB selon les exemplaires mesurés)
- Prévoir un centrage à 2340 MHz et une bande passante d'au moins 100 MHz (comme chez DEMI)
- Basculer sur une technologie à filtres Hairpin, moins gourmande en place et moins perteuse

## **2- Filtres interdigités Tx ou Rx à un étage :**

- Trop mous et perteux donc, totalement inutiles
- Egalement descentrés à 2300 MHz
- Perte actuelle trop importante >6dB

## **3- Mélangeur commun SYM-4350, initialement non caractérisé à totalement bannir (RF = 3.4 GHz au lieu de 2.3 GHz)**

Utiliser uniquement un mélangeur initialement qualifié pour cette bande 13cm