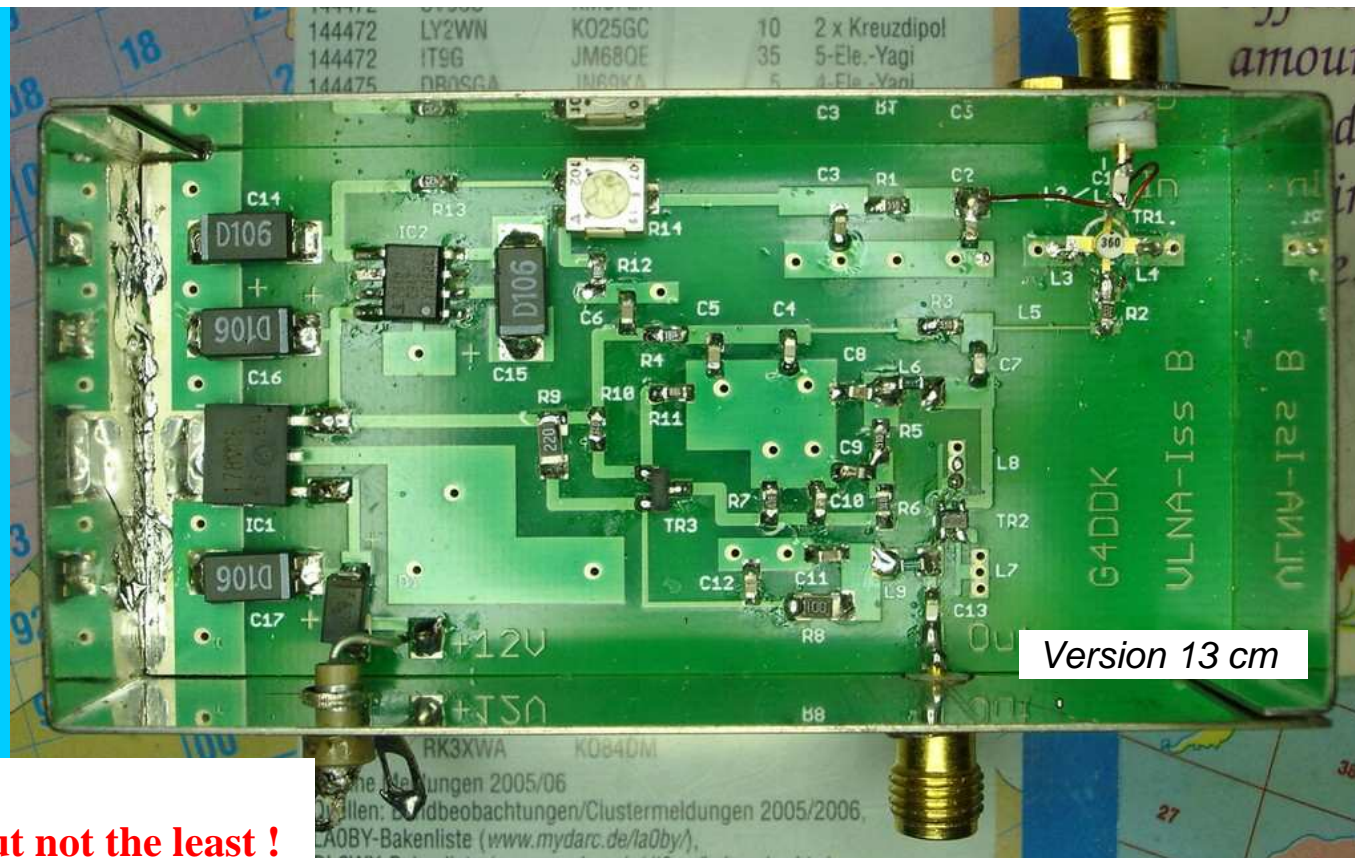


Reverse engineering sur préamplis 23, 13 et 9 cm G4DDK



Release 3
The last but not the least !

Plan

Suite à l'absence totale de mesures concrètes dans l'exposé de G4DDK / RW3PB disponible sur le net, il a été décidé de mesurer un exemplaire 13 cm en large bande, au scalaire et en gain/bruit. Puis la version 23 cm des mains de G4DDK lui-même sera mesurée

A- Bibliographie versions 23 et 13 cm

B- Préampli G4DDK version 23 cm réalisé par G4DDK

- 1- Réalisation par G4DDK lui-même et modifications par RW3BP
- 2- Mesures au scalaire
- 3- Mesures gain / bruit
- 4- Conclusion

C- Préampli G4DDK version 13 cm réalisé par F4DRU

- 1- Réalisation par F4DRU
- 2- Mesures au scalaire
- 3- Mesures gain / bruit
- 4- Modifications à l'entrée et mesures associées
- 5- Conclusions → maintenant préampli bibande 13/23cm !

D- Préampli G4DDK version 9cm coming soon

E- Mesurer un bruit au 1/100 près constitue une totale aberration !

A- Bibliographie dixit G4DDK

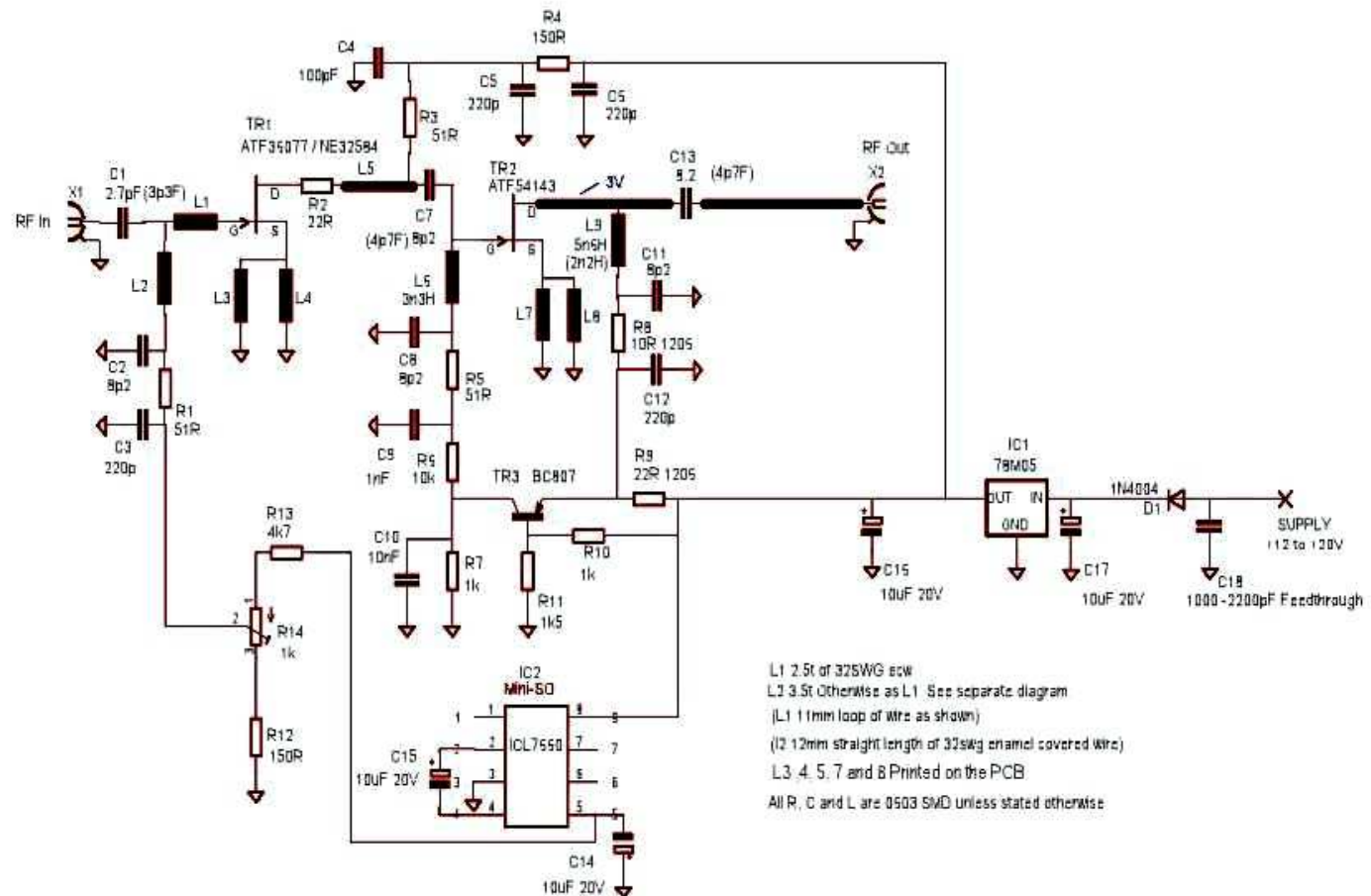
Consultez l'article original :

www.g4ddk.com

www.sp5xmu.pl/23cm/g4ddk_vlna_23_13_9cm.pdf

Réalisations multiples de G4DDK <http://www.btinternet.com/~jewell/>

Schéma théorique version 1 : 23 + 13cm



VLNA 23 and 13cm

TITLE: 23_13VLNA

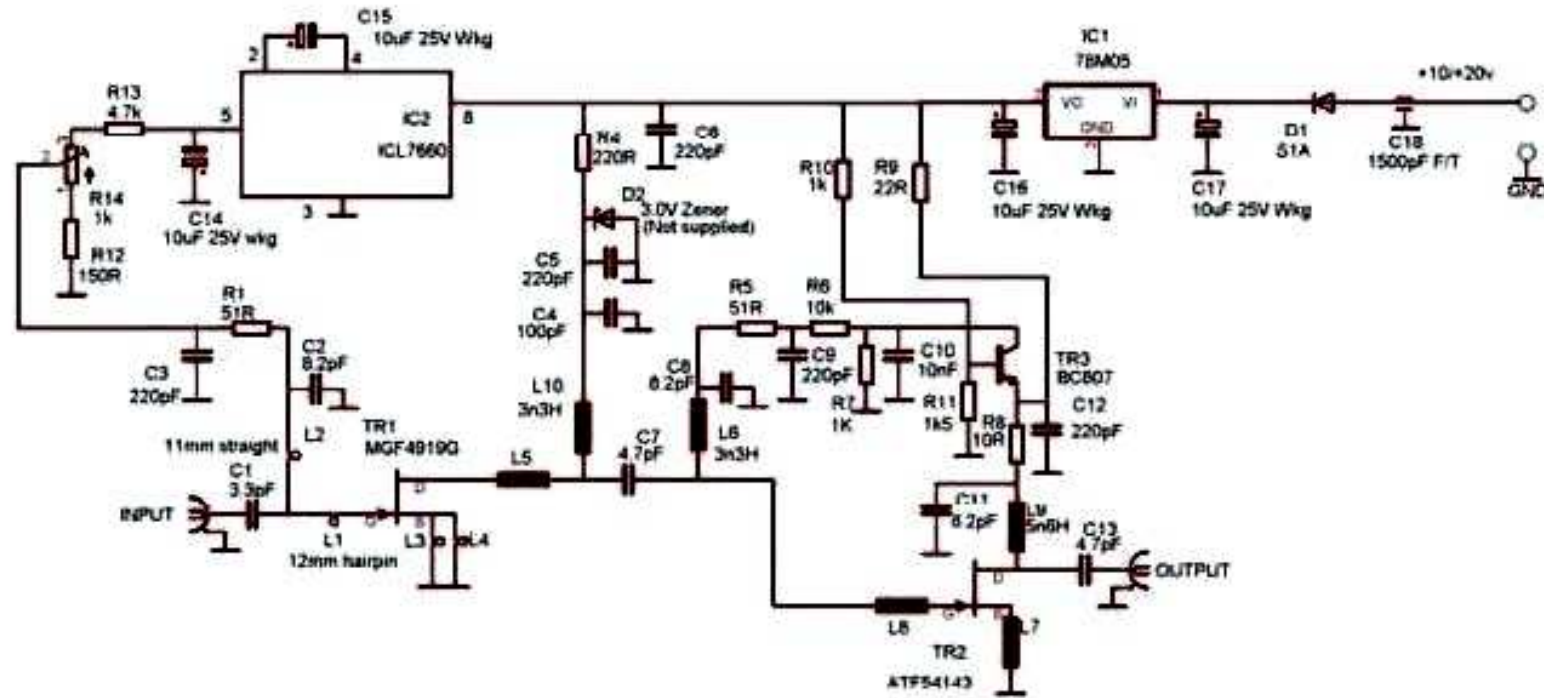
Document Number:

REV:
A

Date: 22/02/2008 20:36:52

Sheet: 1/1

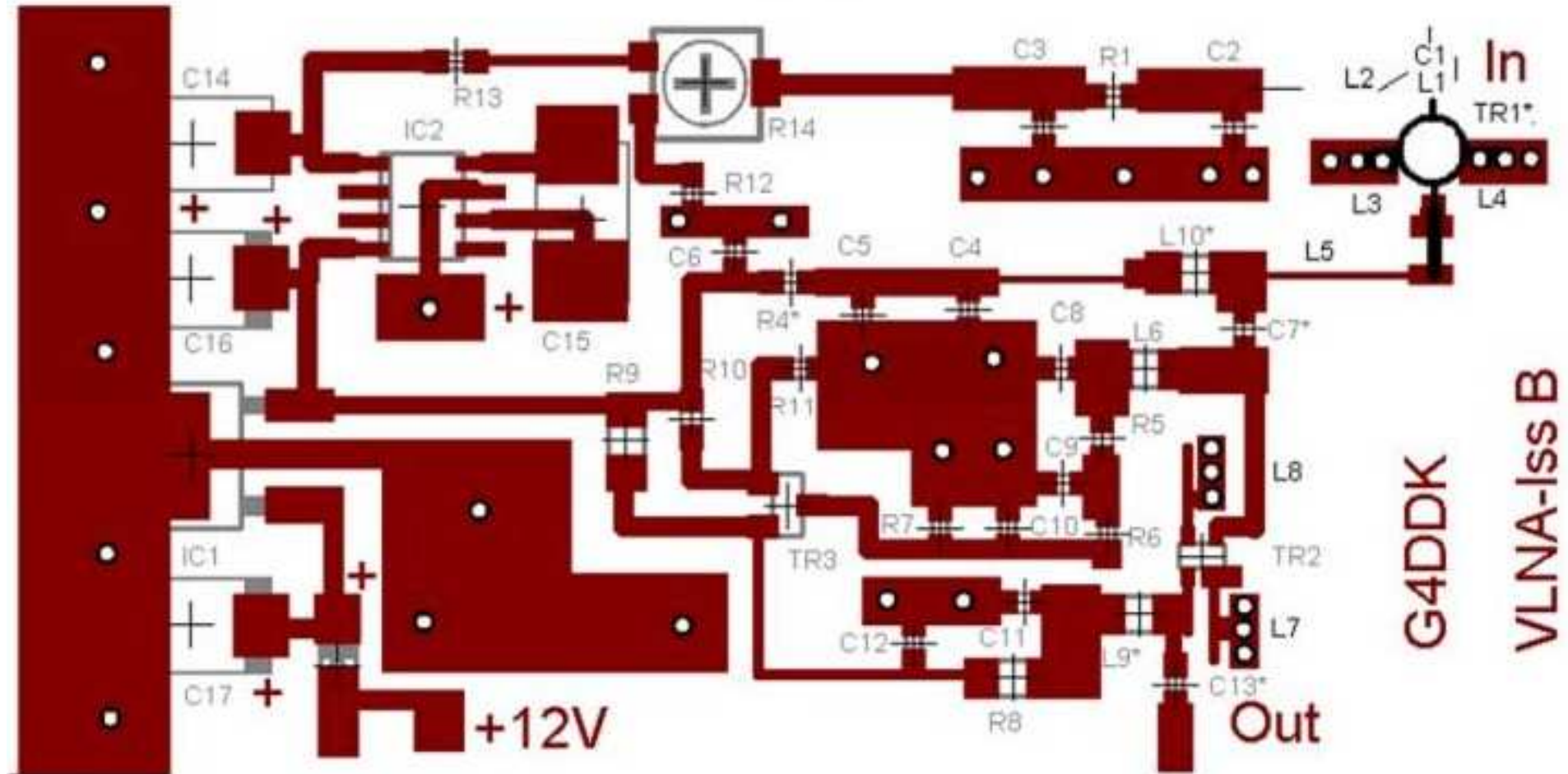
Schéma théorique 13 cm version 2



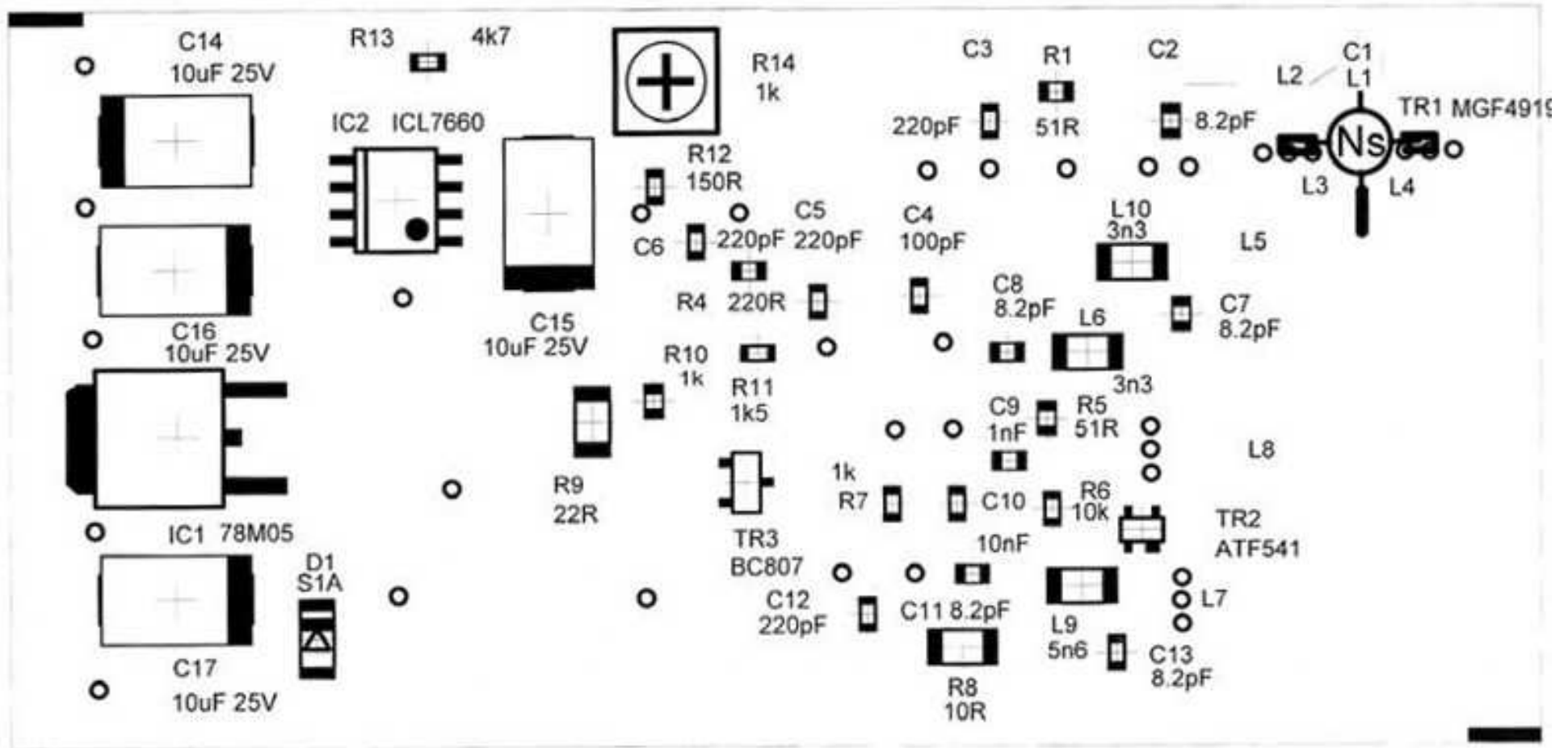
Note: R3 no longer used. Replaced by L10

DDK VLNA	
TITLE: 13cmVLNA2	
Document Number: 004/2010	REV: A
Date: 25/07/2010 19:42:16	Sheet: 1/1

Circuit imprimé commun version 2



Implantation commune composants

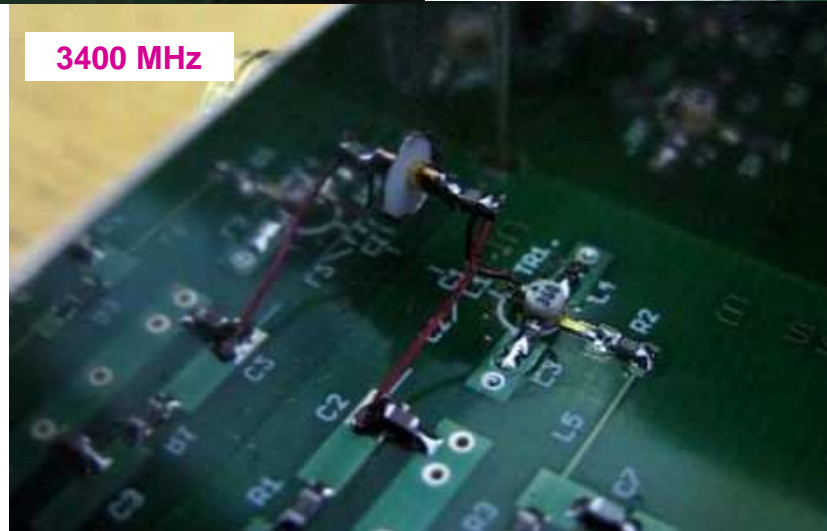
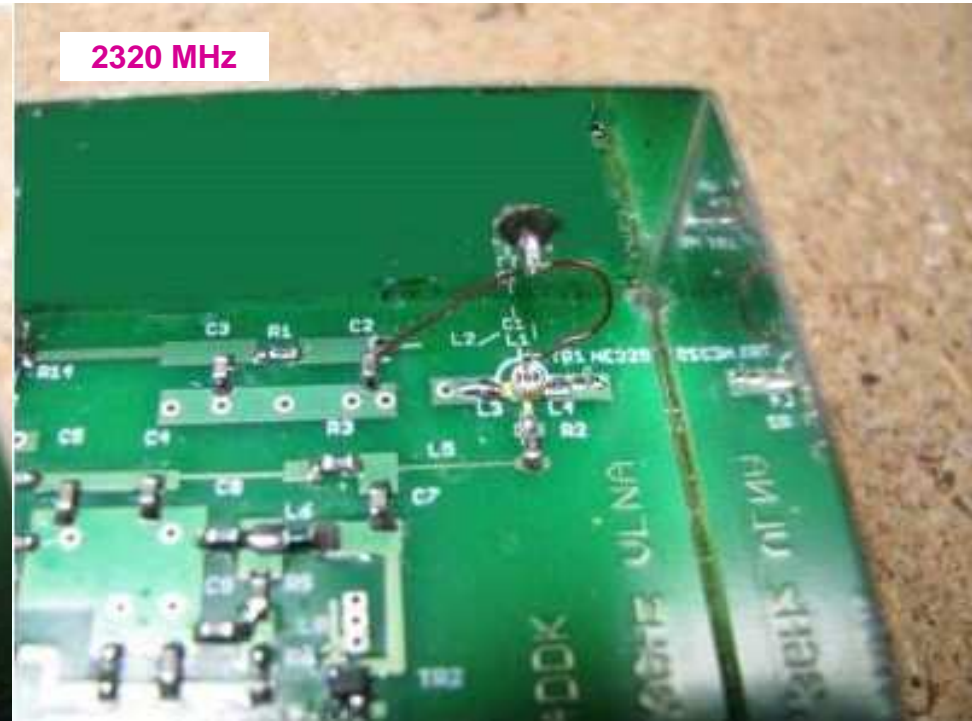


Confection conseillée de L1 et L2

F (GHz)	Selfs de source	Self de drain	Capa d'entrée	L1	L2
1.3	2 fils L=5mm à 90° soudées 3 mm au-dessus du CI!	L=6mm à 90° soudées 3 mm au-dessus du CI!	2.7pF	3.75 tours sur Φ 2.5	3.5 tours sur Φ 2.5
2.3	NA	NA	3.3pF	L=11mm droite	L=12mm
3.4	NA	NA	1pF	Page 9 !	Page 9 !

Fil utilisé : Φ 0.315 mm

Implantation de L1 et L2 dixit G4DDK

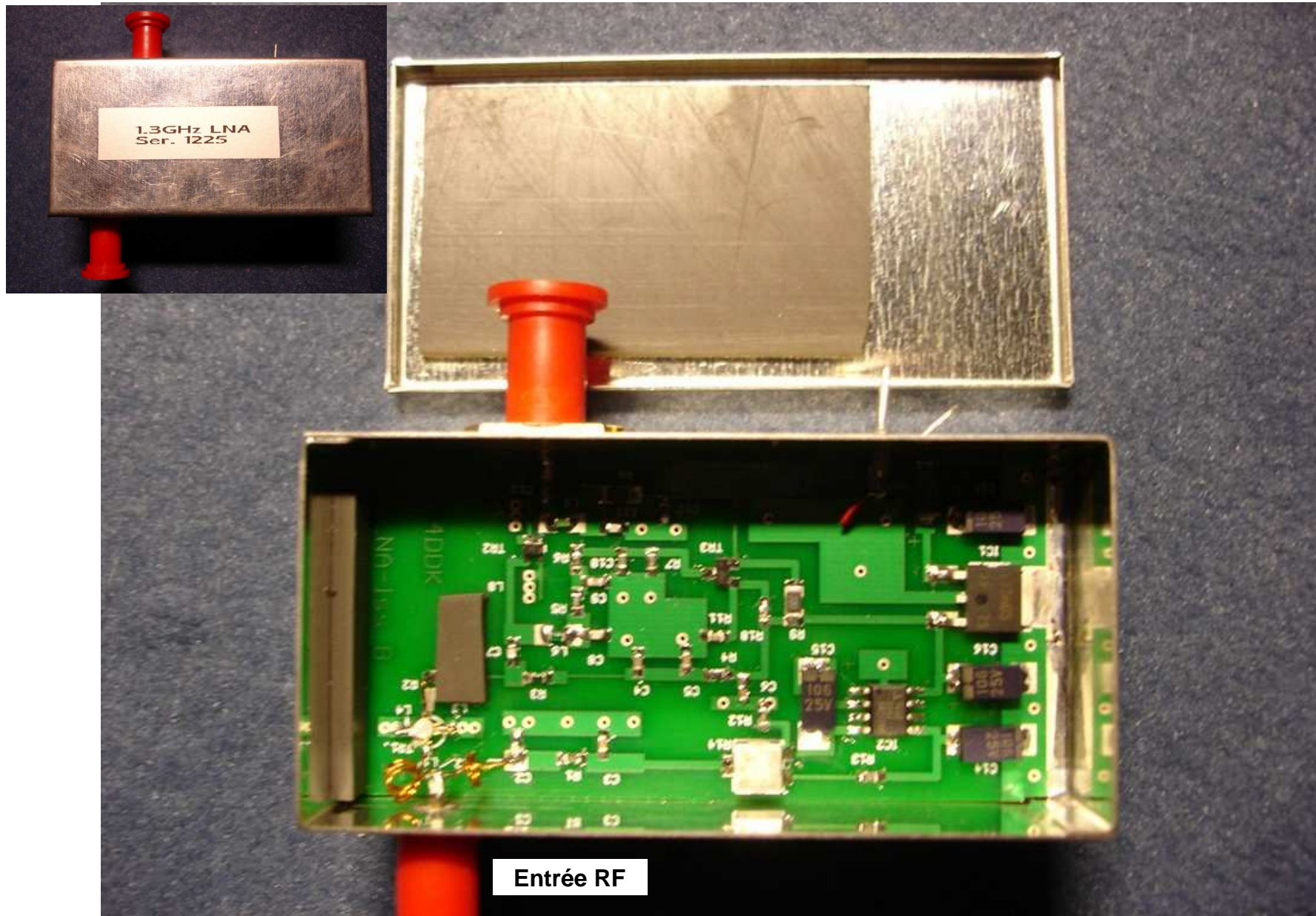


B- Préampli G4DDK version 23 cm

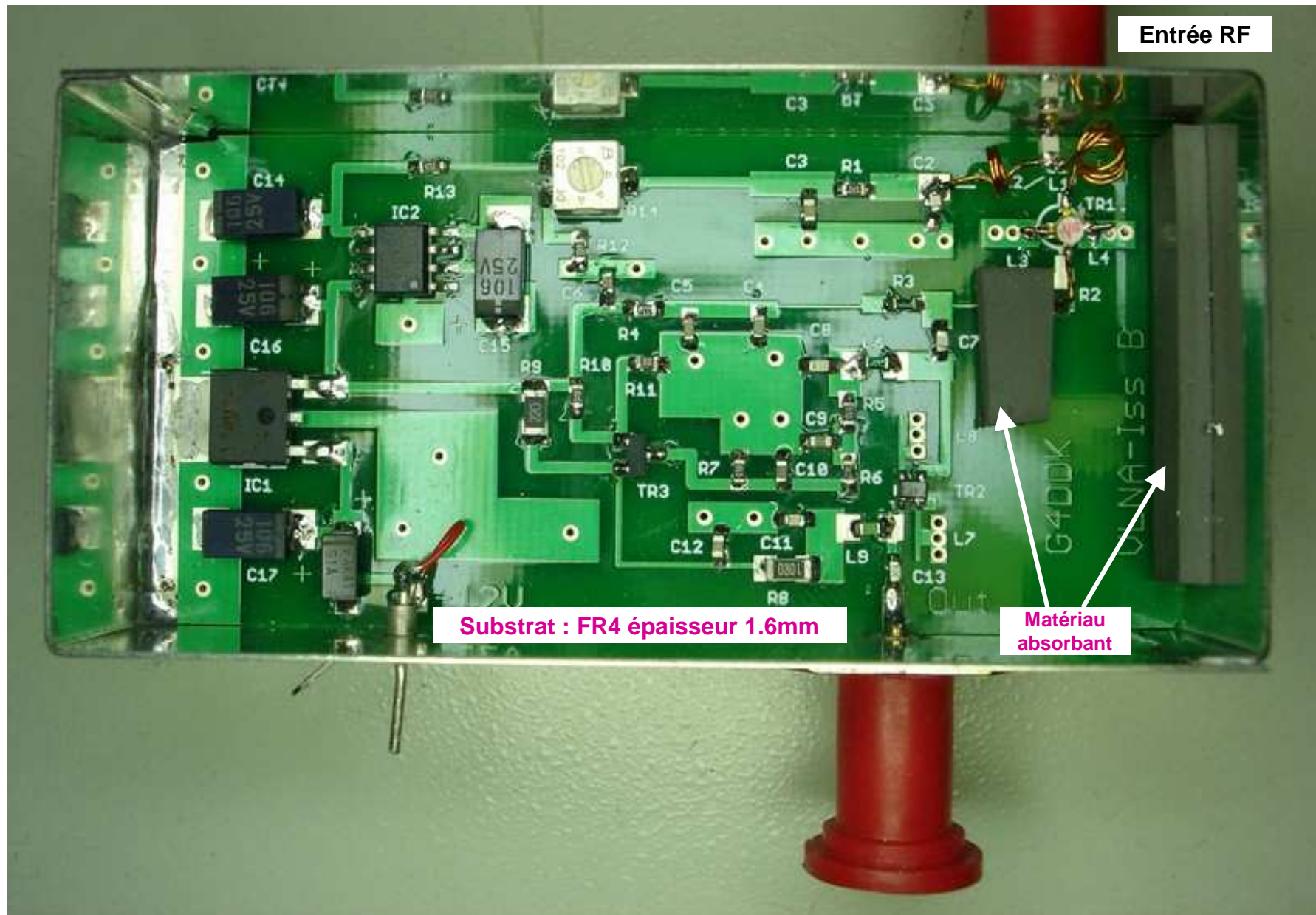
1- Versions 23 cm appartenant à G4DDK, puis de RW3BP

Un grand merci à G4DDK lui même et son « ham spirit » pour ce prêt courte durée

Version 23 cm de G4DDK lui-même

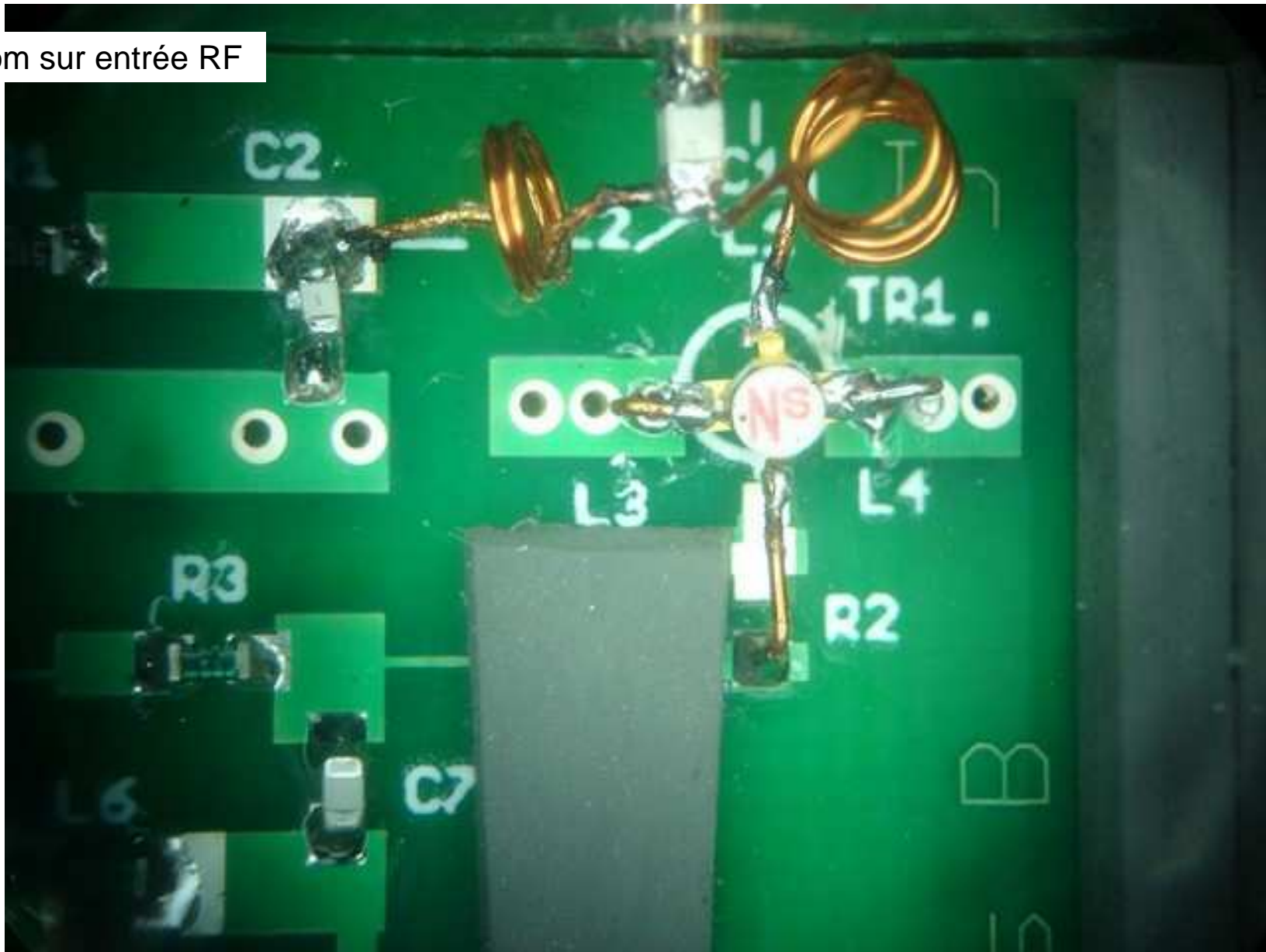


Version 23 cm de G4DDK lui-même



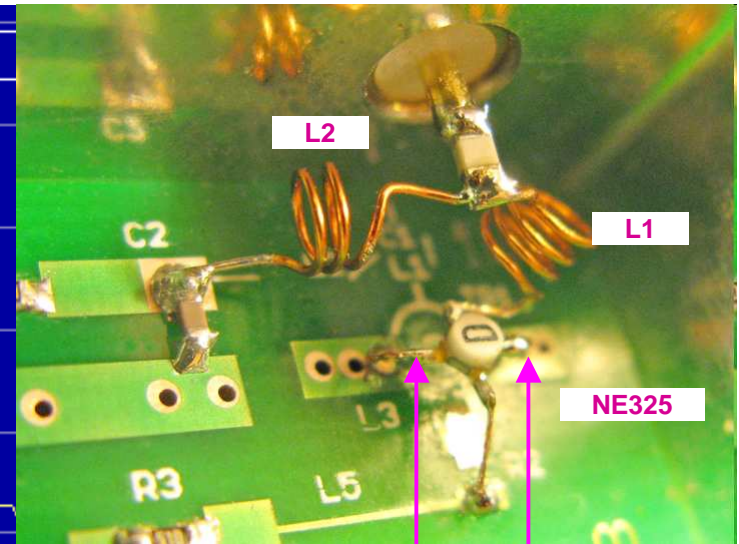
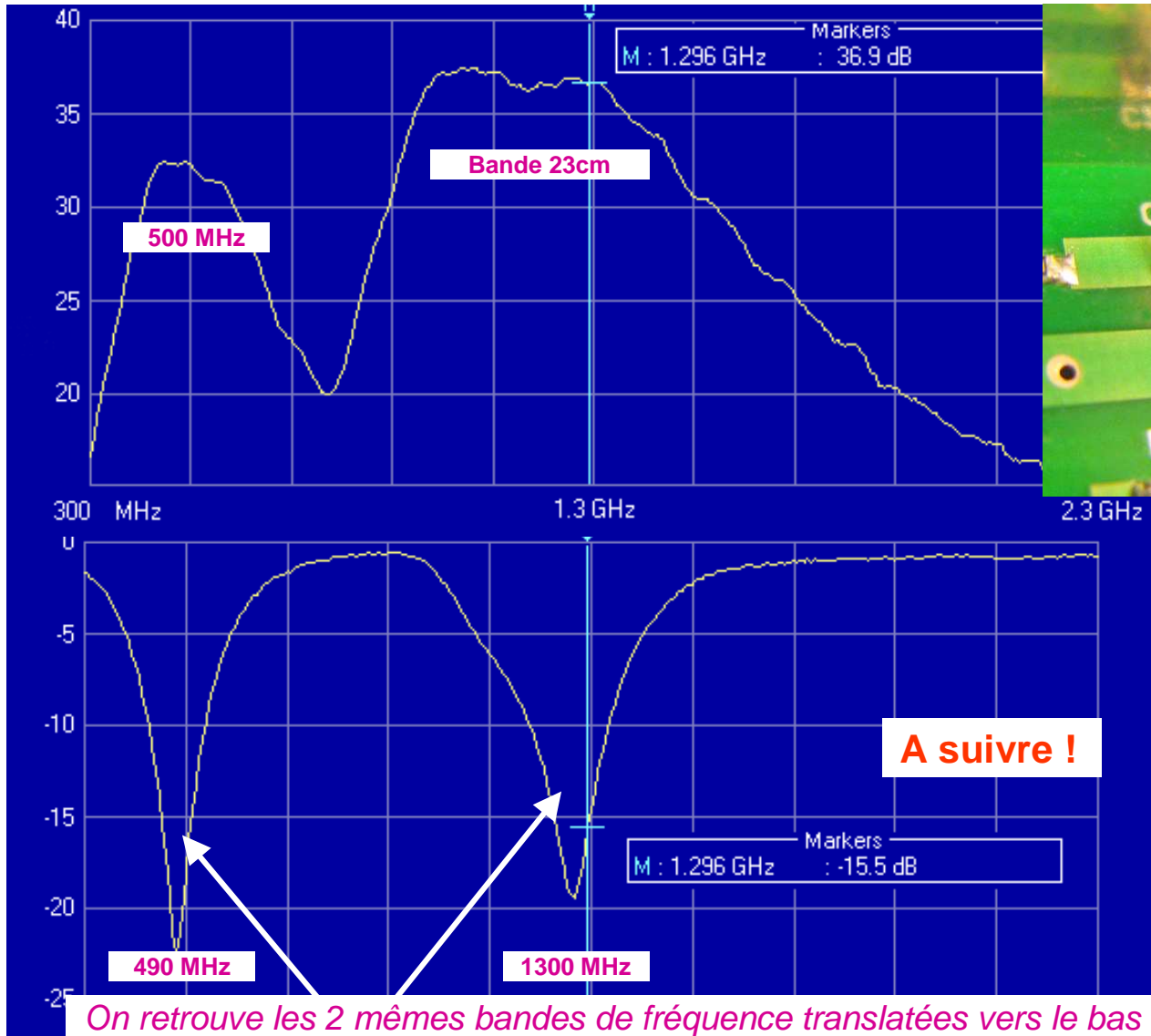
Version 23 cm de G4DDK lui-même

Zoom sur entrée RF



Version 23 cm dixit RW3BP

Scalaire en très large bande au gain maximal (*Article de RW3BP part 4*)

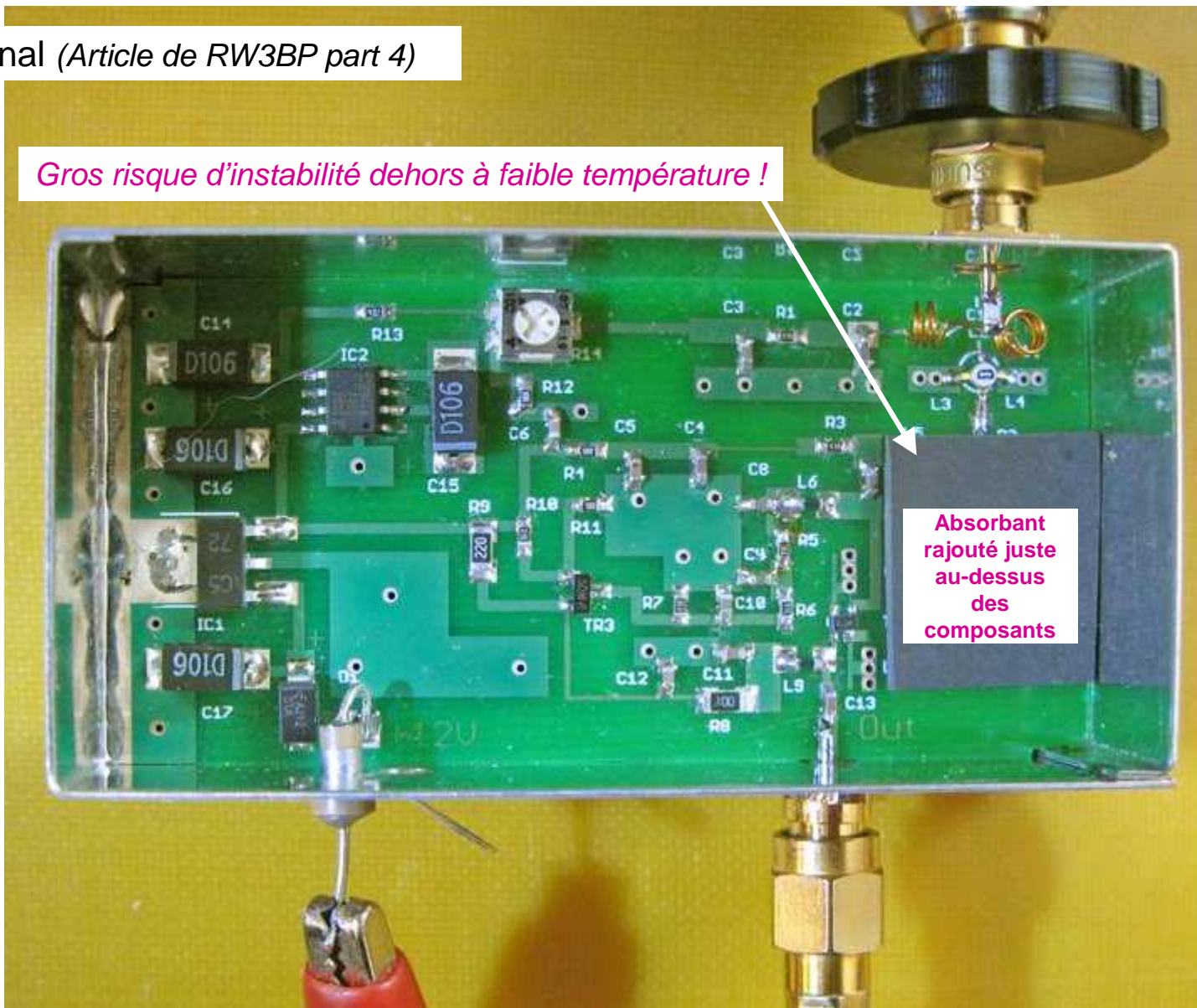


Pattes de contre-réaction source !

Gros risques de QRM par la bande 432 MHz ou le début de la bande IV

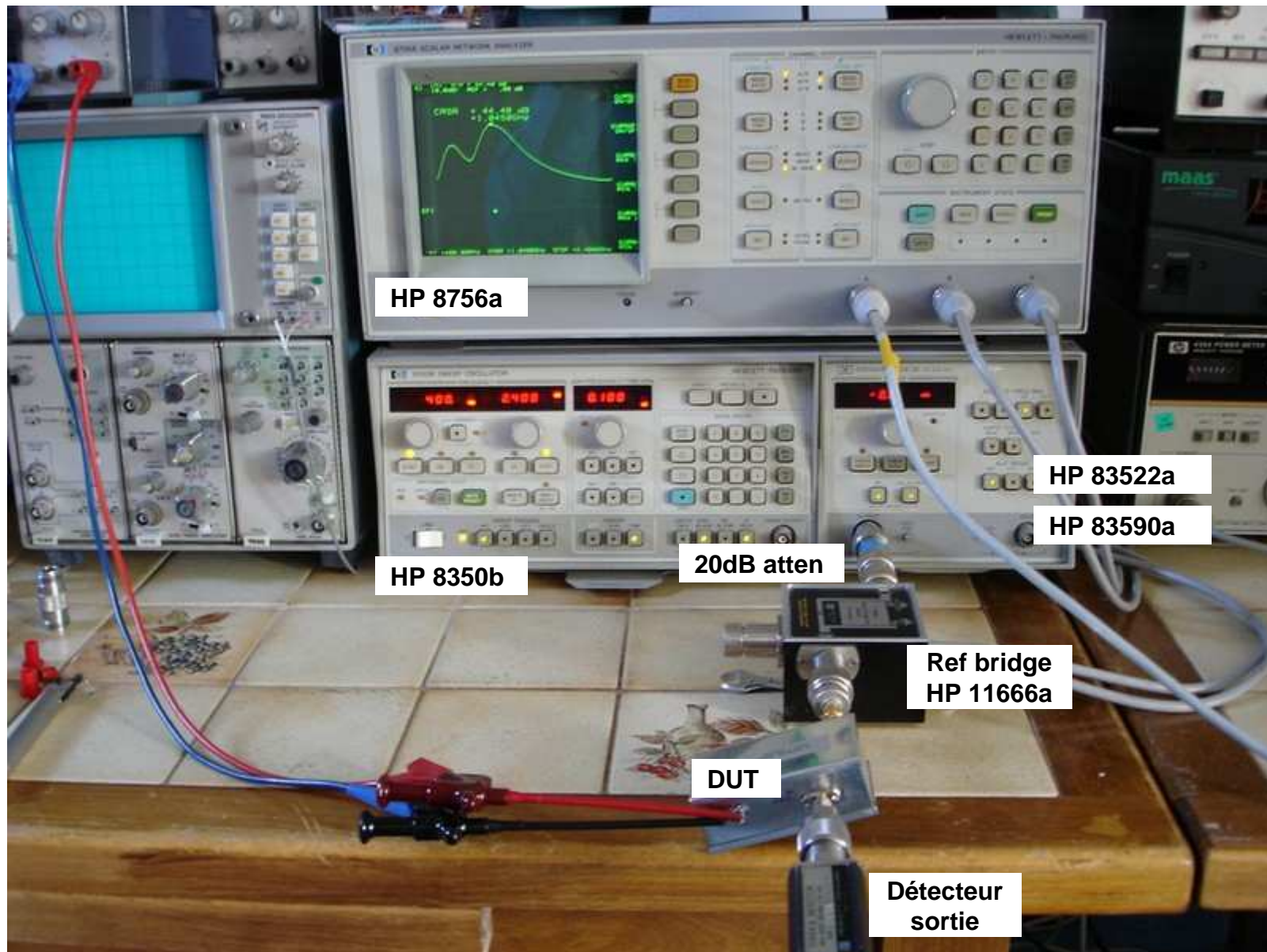
Version 23 cm dixit RW3BP

Aspect final (Article de RW3BP part 4)

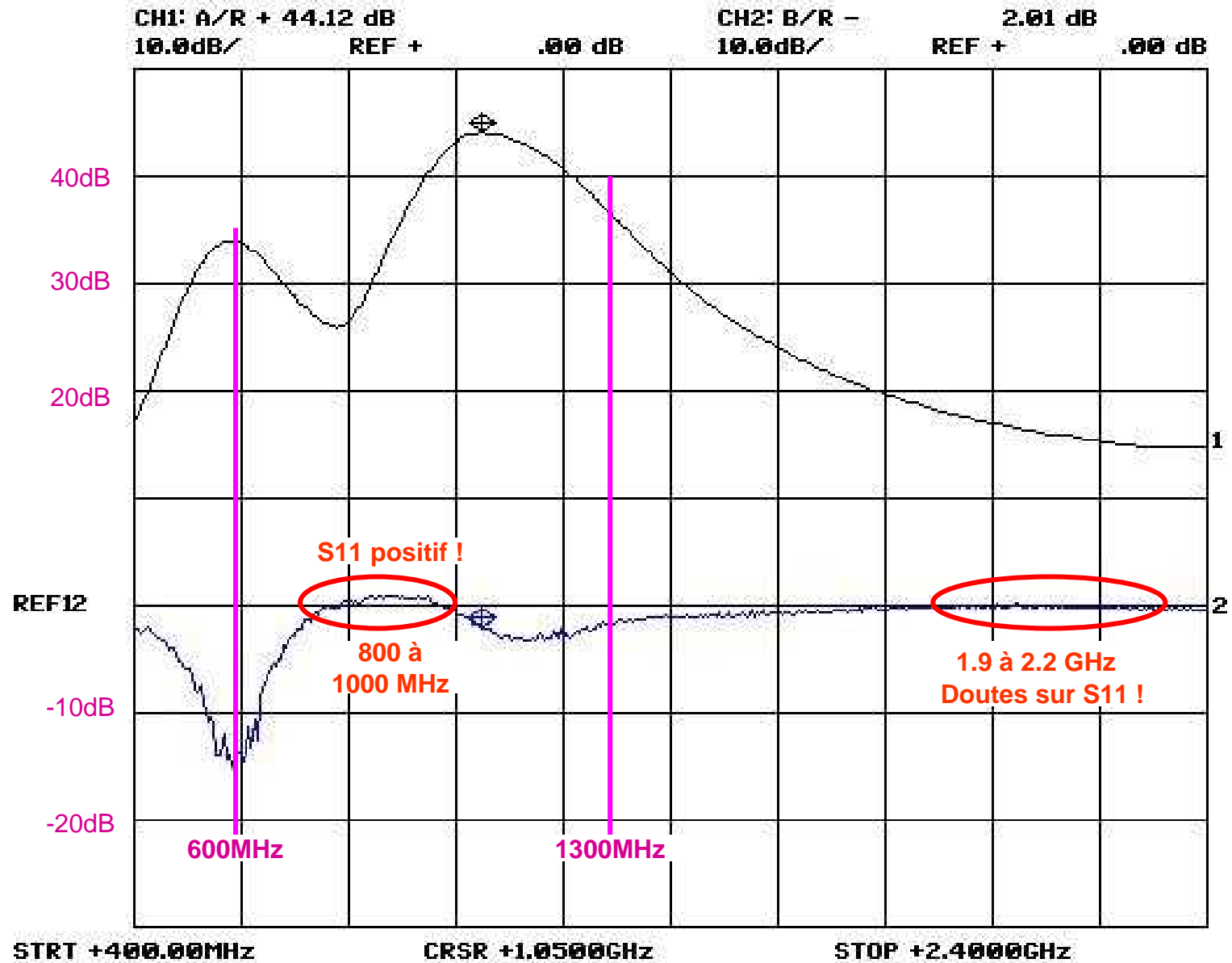


2- Version 23 cm : mesures scalaire

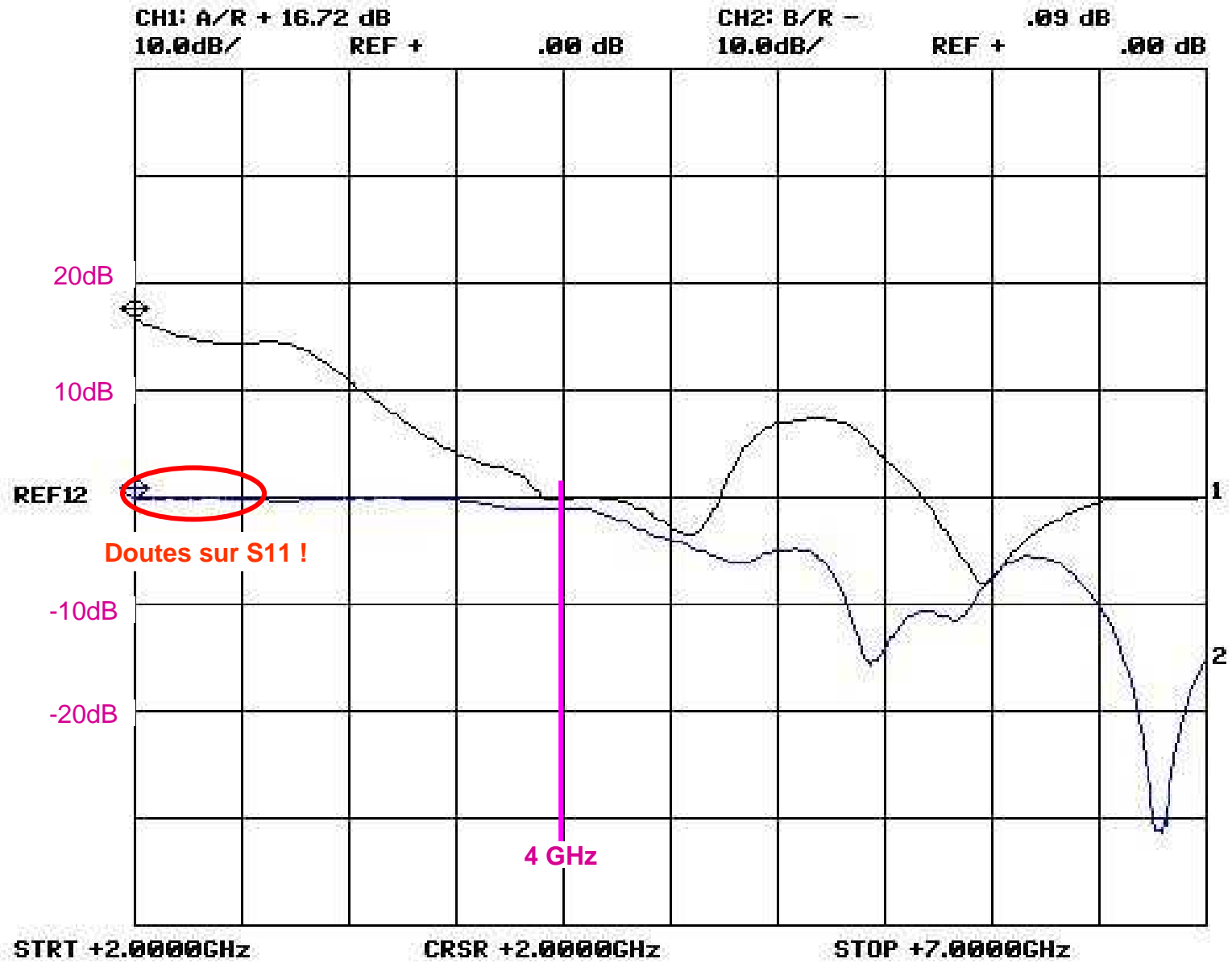
Equipement utilisé



23cm preamp from G4DDK 12V, I=95mA



23cm preamp from G4DDK 12U, I=95mA



3- Version 23 cm : mesures gain bruit

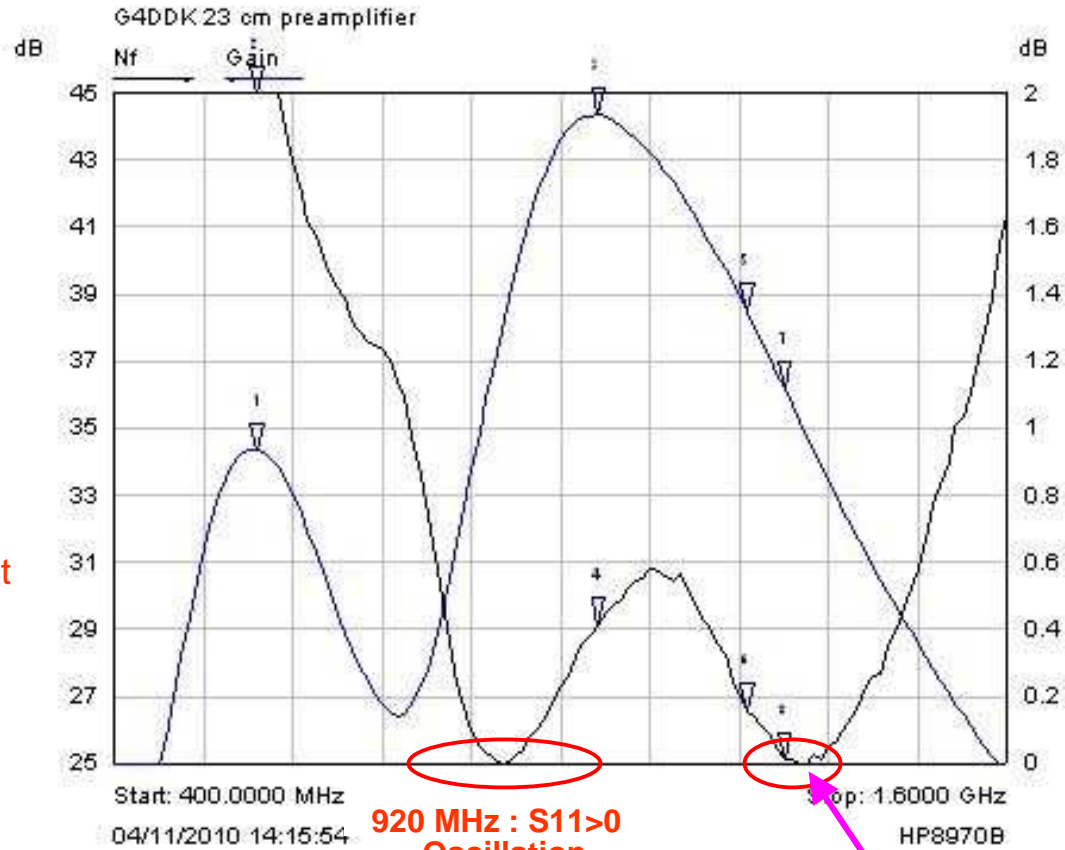
- A- Mesures avec noise source seule (HP 346a, $N_f=15\text{dB}$)
- B- Mesures avec couple HP 346a + isolateur large bande et sans correction
- C- Mesures avec couple HP 346a + isolateur large bande → corrections en amont

A/ Mesures avec HP 346b seule (ENR 15 dB)

Calibration normale

Conclusion sommaire:

- oscillation vers 920 MHz
- à 1.3 GHz, le faible S11 de seulement 2 dB du préampli induit une mesure de Nf fausse !



Mkr	Trace	X-Axis	Value
1	Gain	590.0000 MHz	34.38 dB
2	Nf	590.0000 MHz	2.46 dB
3	Gain	1.0500 GHz	44.32 dB
4	Nf	1.0500 GHz	0.41 dB
5	Gain	1.2500 GHz	38.52 dB
6	Nf	1.2500 GHz	0.16 dB
7	Gain	1.3000 GHz	36.16 dB
8	Nf	1.3000 GHz	0.01 dB

Incertitude liée à la diode de bruit : ENR=15dB !

Nf surement faux !

B/ Mesures avec diode HP 346b + isolateur et sans correction



B/ Mesures avec diode HP 346b + isolateur et sans correction

Calibration effectuée avec isolateur

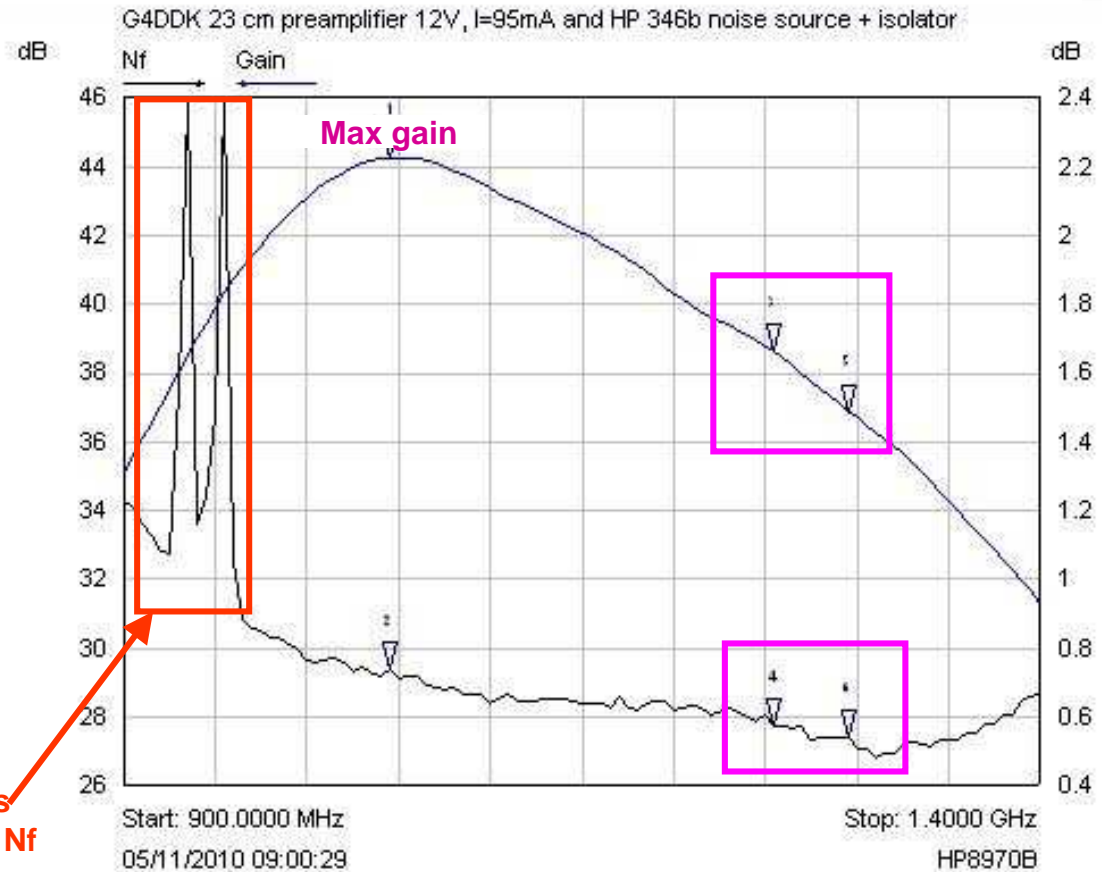
-Une source de bruit d'ENR 15dB n'a qu'un atténuateur interne d'environ 17 dB

-Or le S11 du DUT n'atteint même pas 3 dB !!

- L'isolateur augmente l'isolation entre noise source et DUT : par exemple, à 1.3 GHz l'isolation passe alors à $17 + 21 = 38\text{dB}$

-Ainsi la désadaptation de la source entre chaud et froid devient alors minime.

Aberrations sur mesures Nf

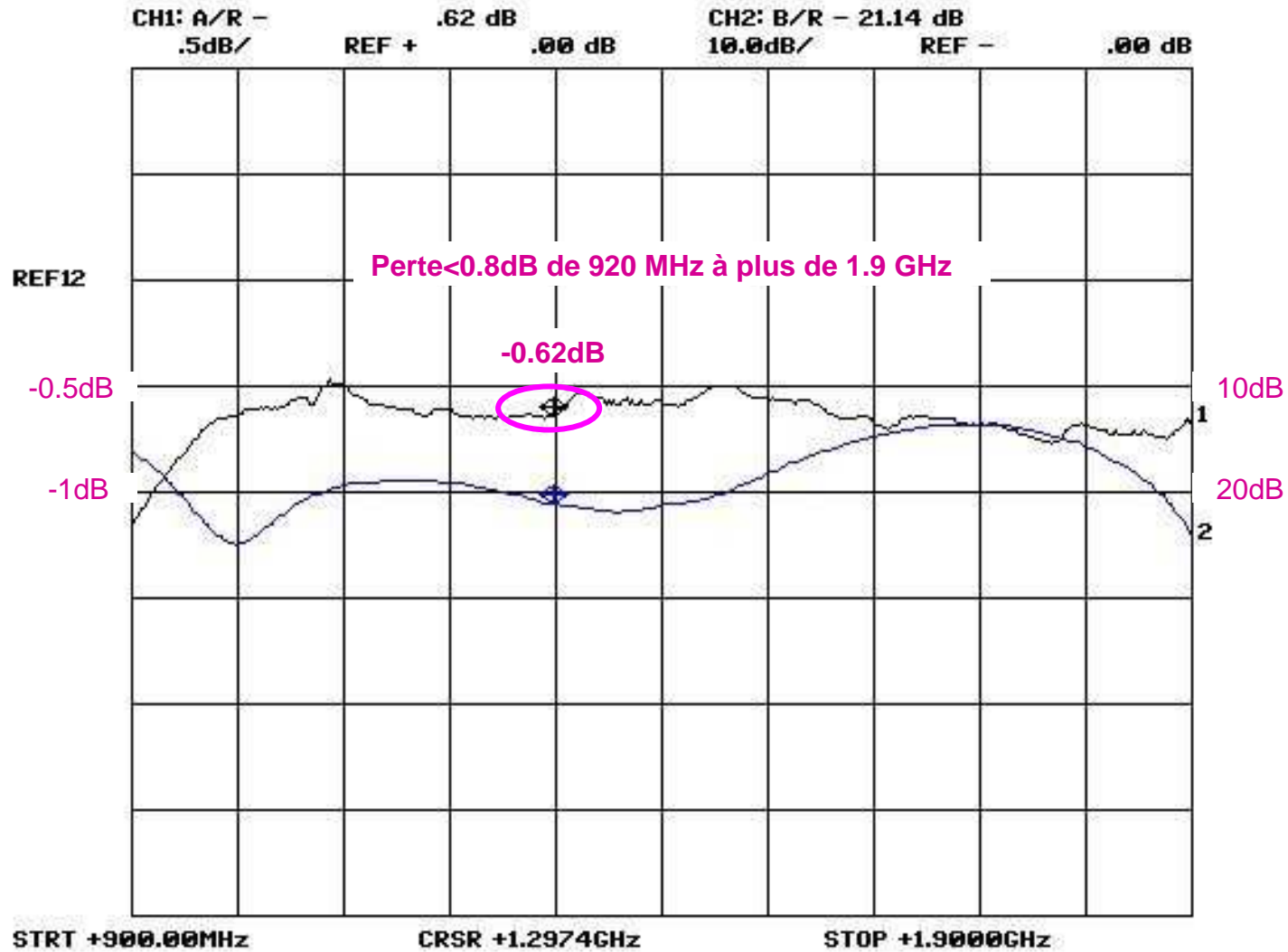


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Gain	1.0450 GHz	44.23 dB	
2	Nf	1.0450 GHz	0.74 dB	
3	Gain	1.2550 GHz	38.64 dB	
4	Nf	1.2550 GHz	0.57 dB	
5	Gain	1.2950 GHz	36.88 dB	
6	Nf	1.2950 GHz	0.54 dB	

C/ Mesures avec diode HP 346b + isolateur – avec correction

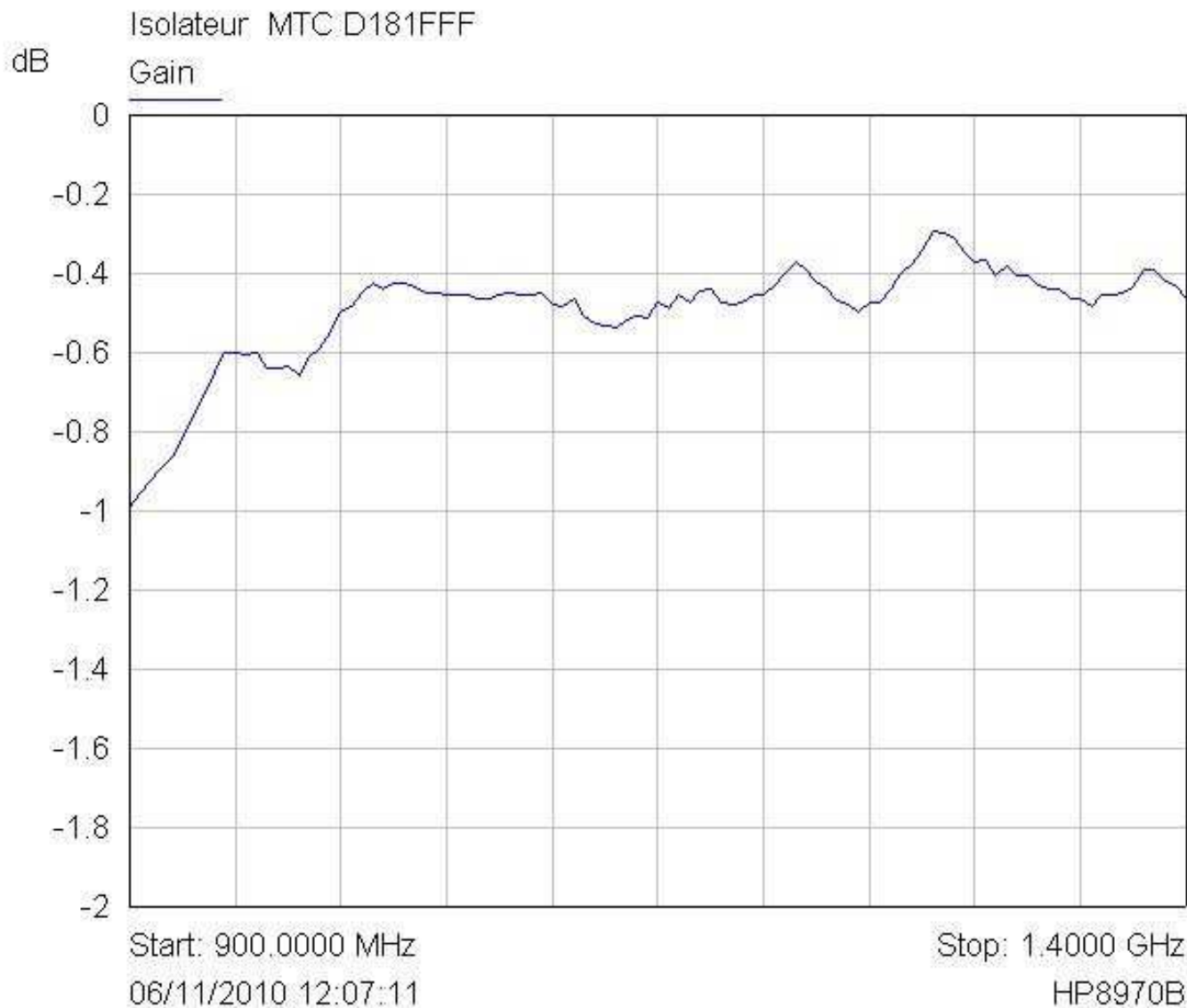
Mesures des pertes de l'isolateur seul (au scalaire)

Isolateur MTC Thailand D 181 FFF SMA



C/ Mesures avec diode HP 346b + isolateur – avec correction

Mesures des pertes de l'isolateur seul (confirmation à l'analyseur gain/bruit)



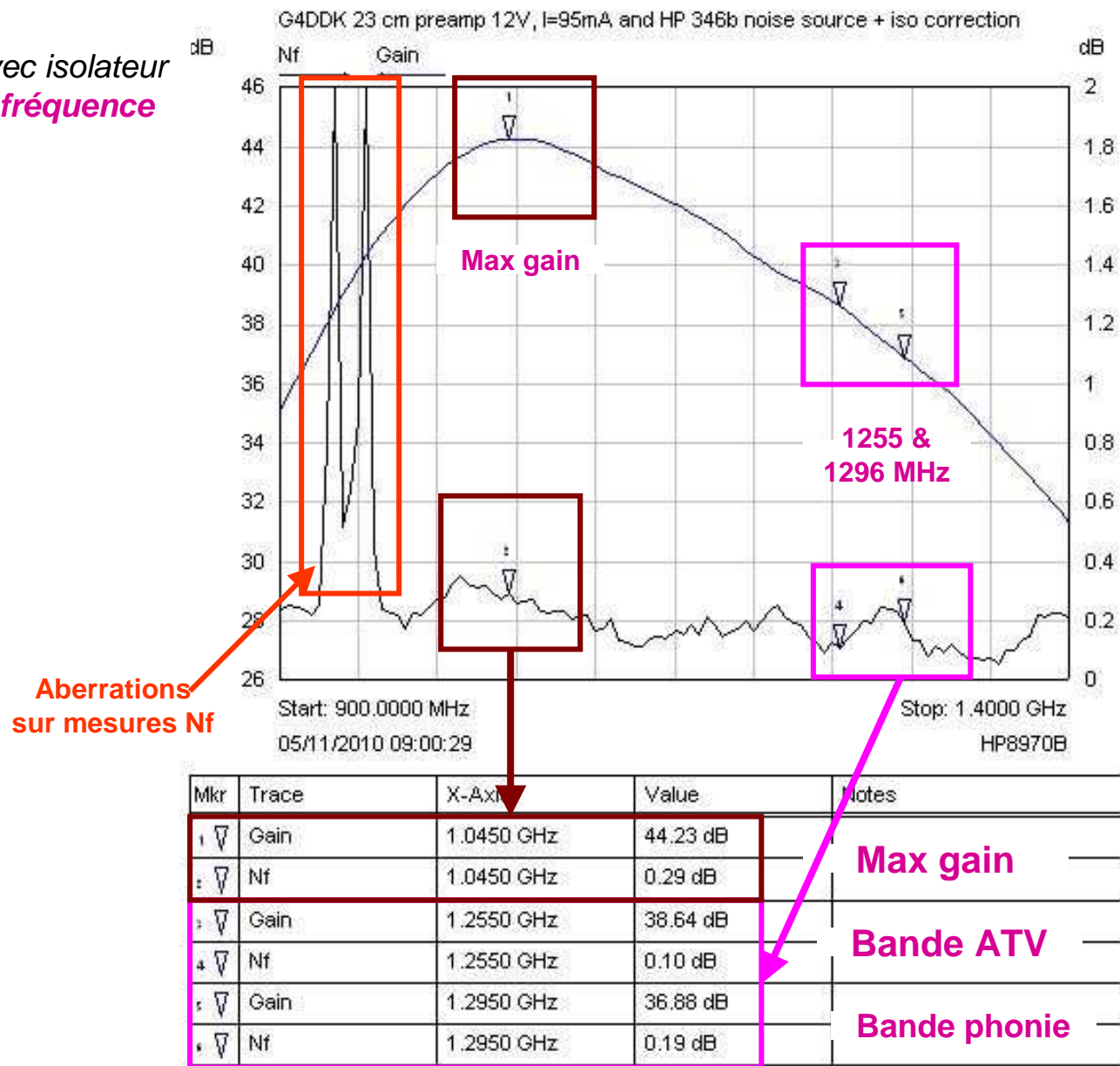
C/ Mesures avec diode HP 346b + isolateur – avec correction

Opération de correction du Nf à chaque fréquence de mesure

- La fonction « insert losses before DUT » existe bien sur l'analyseur gain/bruit, mais :
 - sur le HP 8970 : uniquement à une fréquence
 - sur l'Eaton 2075 : entre 2 fréquences et un moyennage se crée alors automatiquement
- C'est totalement insuffisant sur la précision de mesure de Nf visée lorsque :
 - la valeur moyenne de la Nf est < 0.5 dB
 - le ripple de l'isolateur est trop grand (ici de 0.3 à 0.6 dB)
- Pour chaque fréquence de mesure il faut introduire la perte spécifique de l'isolateur amont (page 26), puis la soustraire à la valeur de Nf mesurée auparavant (page 24).
- Le tableur Excel se révèle alors particulièrement efficace, les nouvelles valeurs de Nf corrigées sont ensuite réintroduites dans le tableau initial de mesures, et la courbe de Nf corrigée apparaît alors (page suivante)
- Il faudrait opérer de même pour corriger le gain, mais avec des valeurs de 30dB, que signifie une augmentation de 0.3 à 0.6 dB ? ? ?
- L'opération a donc uniquement été effectuée sur la Nf

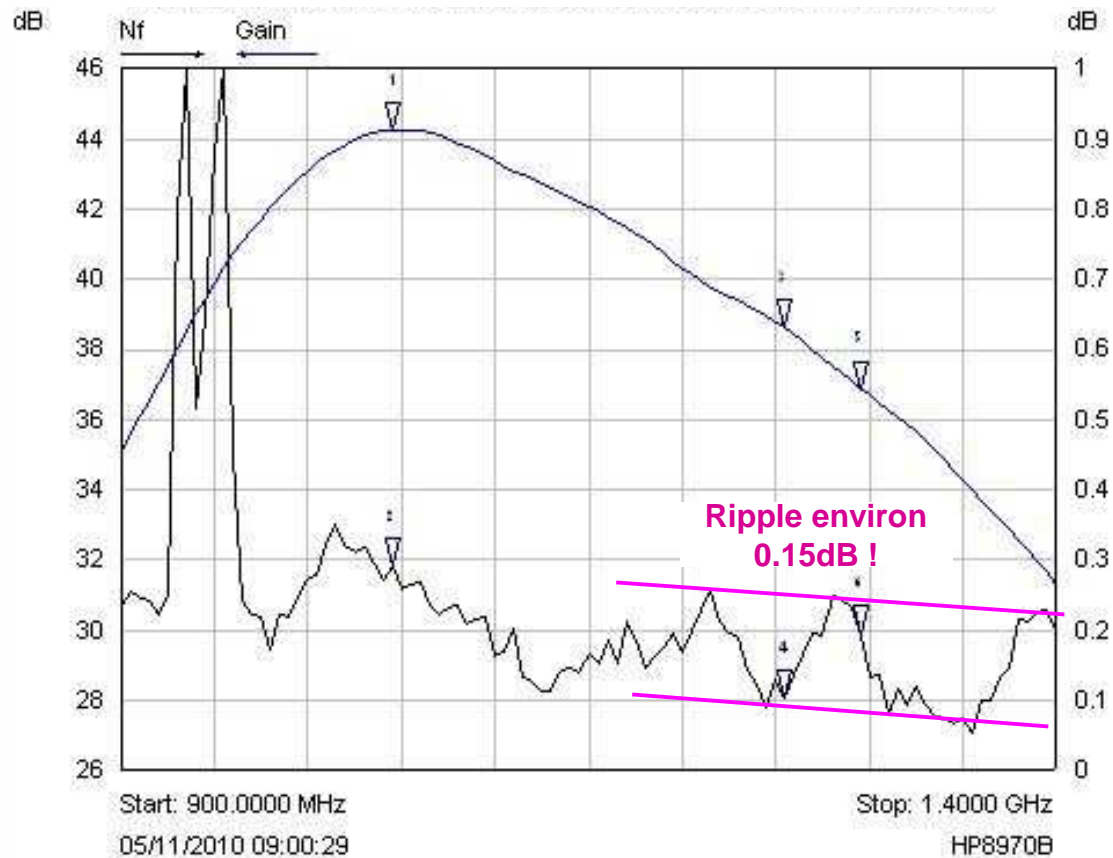
C/ Mesures avec diode HP 346b + isolateur – avec correction

- Calibration effectuée avec isolateur
- Nf corrigée à chaque fréquence



C/ Mesures avec diode HP 346b + isolateur – avec correction

Echelle Nf dilatée

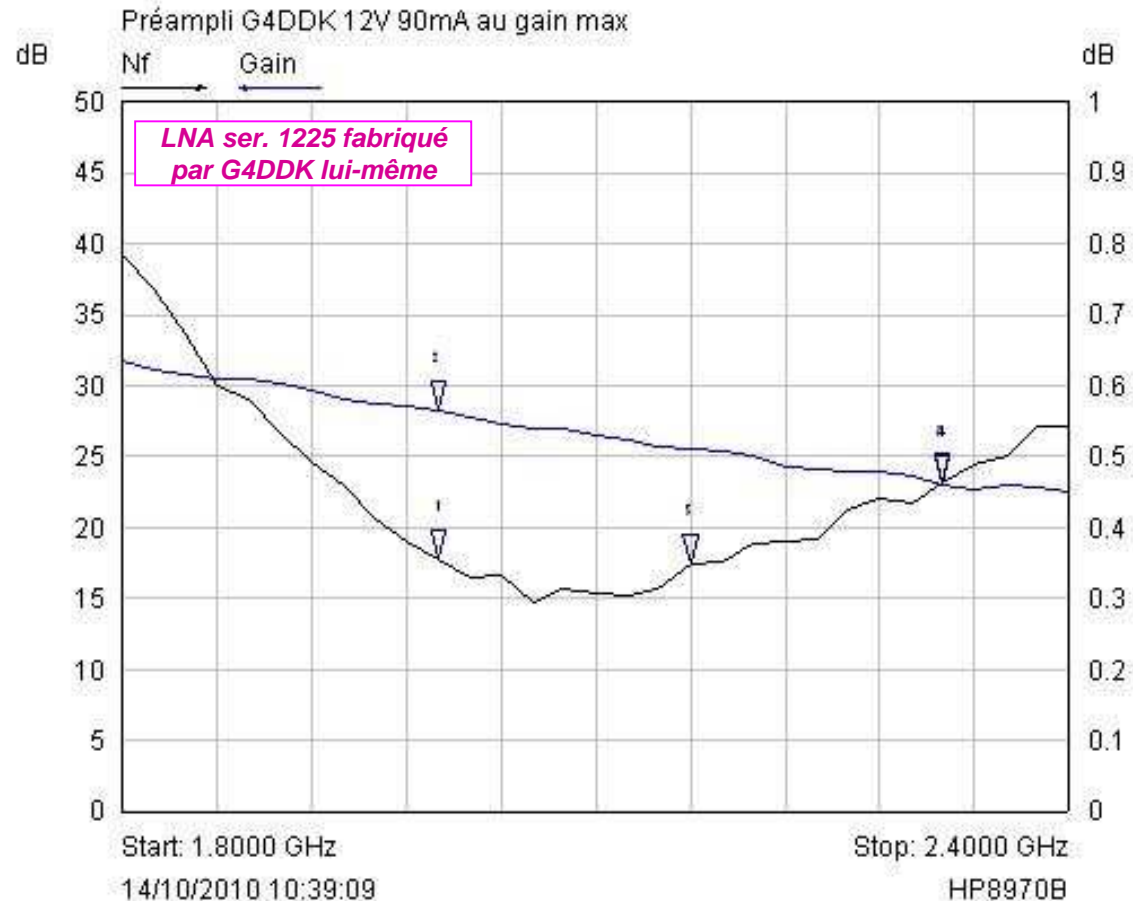


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Gain	1.0450 GHz	44.23 dB	
2	Nf	1.0450 GHz	0.29 dB	
3	Gain	1.2550 GHz	38.64 dB	
4	Nf	1.2550 GHz	0.10 dB	
5	Gain	1.2950 GHz	36.88 dB	
6	Nf	1.2950 GHz	0.19 dB	

D/ Mesures avec diode HP 346b + atten 10 dB (ENR = 5dB)

Atténuateur caractérisé séparément
en fonction de la fréquence, puis
ENR de l'ensemble ainsi réactualisé

Cette astuce permet ainsi
l'économie de l'achat d'une HP346a



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	Nf	2.0000 GHz	0.36 dB	
2 ▽	Gain	2.0000 GHz	28.33 dB	
3 ▽	Nf	2.3200 GHz	0.46 dB	
4 ▽	Gain	2.3200 GHz	23.05 dB	
5 ▽	Nf	2.1600 GHz	0.35 dB	

4- Version 23 cm : conclusion

Version 23 cm - conclusion

- On ne peut que louer l'immense travail de fourmi effectué par G4DDK, en particulier sa 1ère version 23 cm ensuite reprise par RW3BP
- Ce circuit imprimé passe-partout est une bonne idée mais sur cette version spécifique 1.3 GHz, attention à la reproductibilité des circuits LC en amont du FET d'entrée et des contre-réactions rajoutées sur la source !
- Cette technique de contre-réaction source est sujette à auto-oscillations ($S_{11} > 0$ parfaitement visible à 920 MHz malgré les matériaux absorbants) et est maintenant abandonnée dans l'industrie
- 2 maximums de puissance à respectivement à 590 MHz (gain=33dB) et 1050 MHz (gain=44dB)
- $S_{11} > 0$ entre 800 et 900 MHz environ → tendance à l'oscillation encore présente !
- Avec une simple noise source HP 346b ENR=15dB et un DUT avec $S_{11} < 3$ dB, mesure en bruit totalement fautive car son **isolation** entre T_hot et T_cold est **insuffisante** → 3 solutions s'imposent :
 - utiliser une **HB 346c ENR=6dB** beaucoup mieux isolée entre T_hot et T_cold
 - insérer un atténuateur 10dB calibré entre noise source et DUT et refaire la table d'ENR
 - insérer un **isolateur large bande et faible perte** entre noise source et DUT (solution choisie) et introduire les pertes (losses before DUT) à chaque fréquence de mesure

Version G4DDK 23 cm mesurée à 1255 et 1300 MHz avec **isolateur et corrections amont** :

Gain= 36.9 et 38.6 dB (rajouter de 0.3 à 0.6dB)

Nf= 0.10 et 0.19 dB (+- 0.1 dB)

Remerciements sincères à :

-Sam G4DDK pour cette réalisation 23 cm et RW3BP

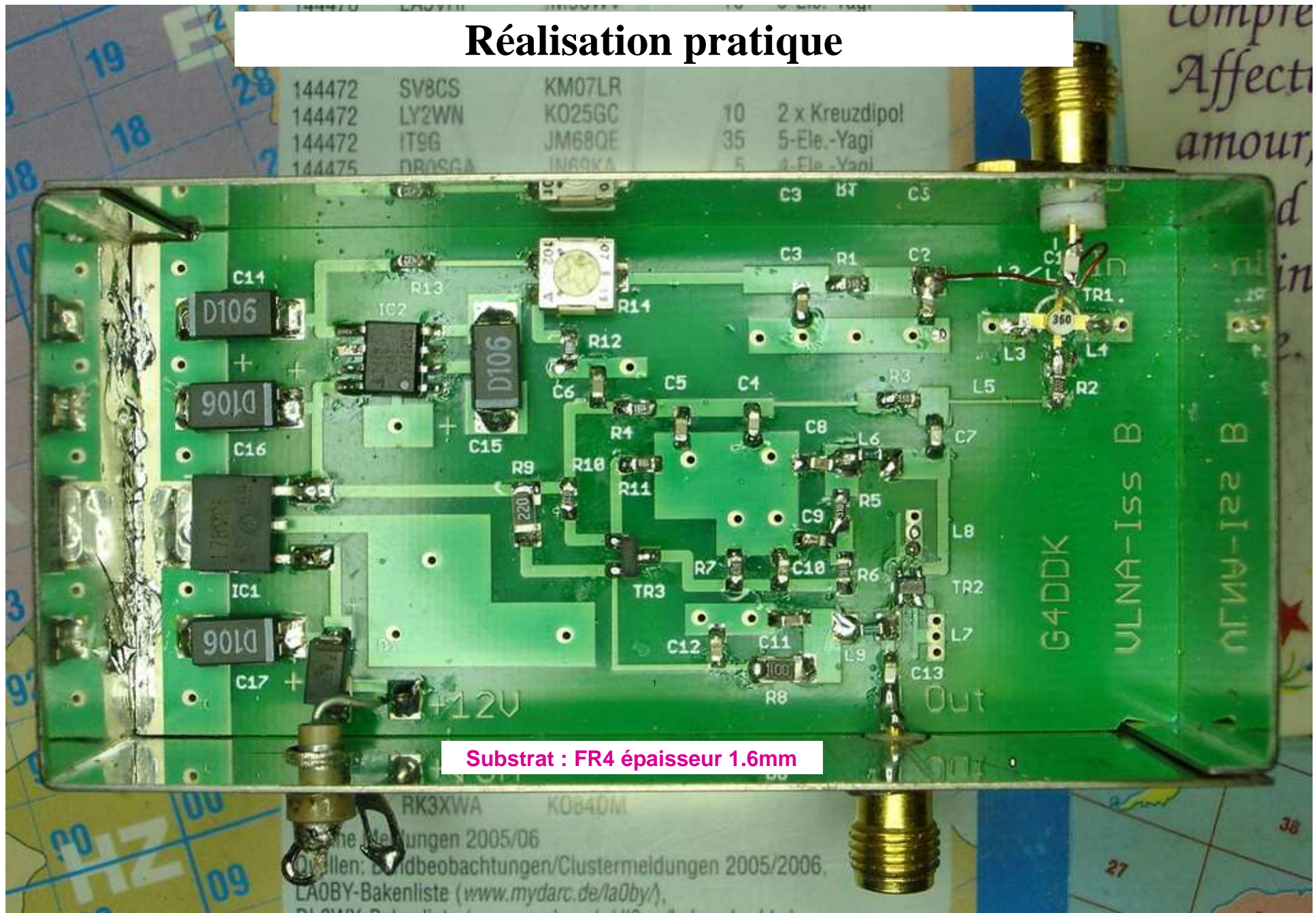
-Jeff F1PDX, Sylvain F6CIS, Joel F6FHP pour leurs conseils avisés

C- Préampli G4DDK version 13 cm

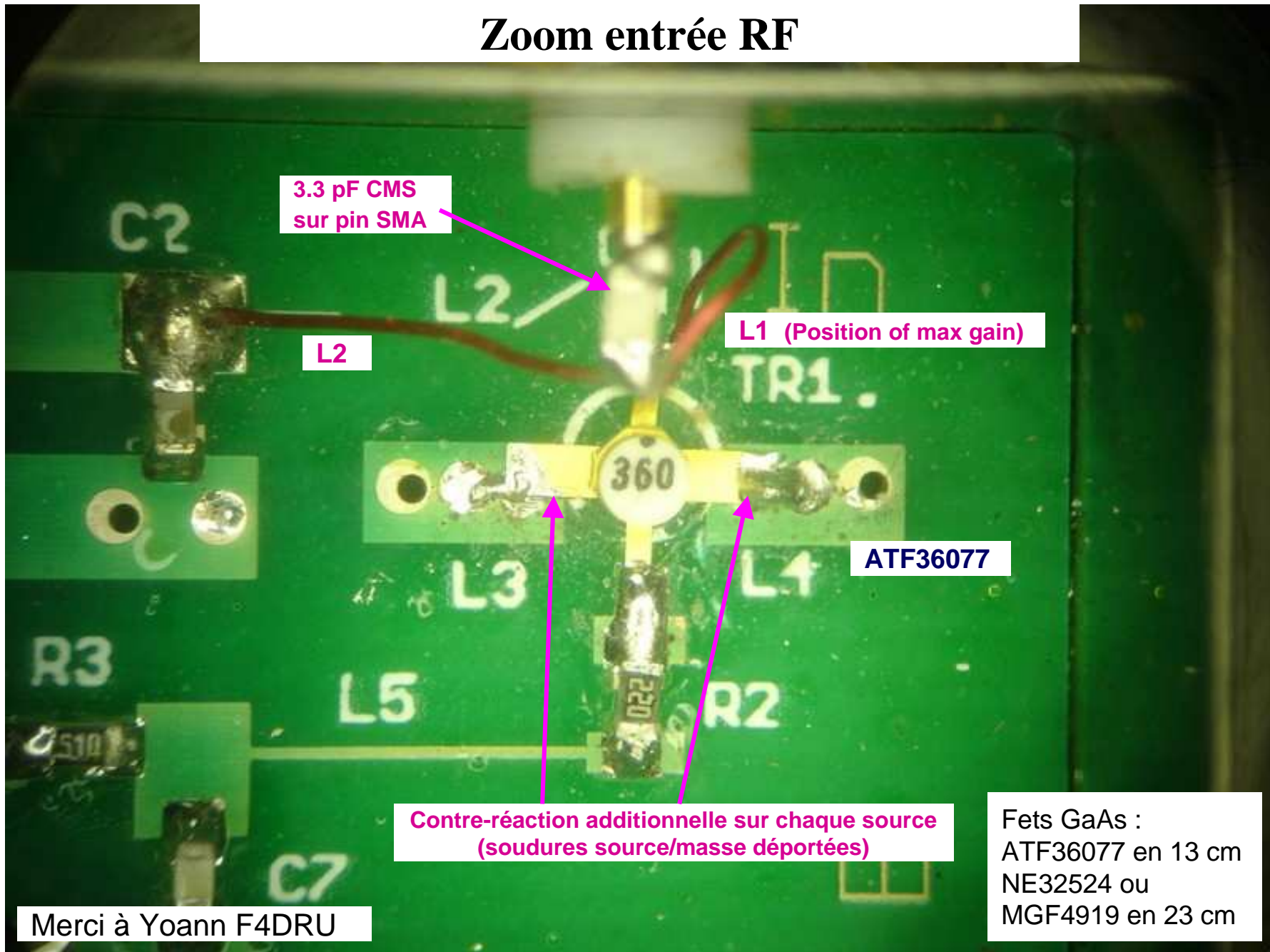
Merci pour la réalisation à Yoann F4DRU

1- Version 13 cm fabriquée par F4DRU

Réalisation pratique



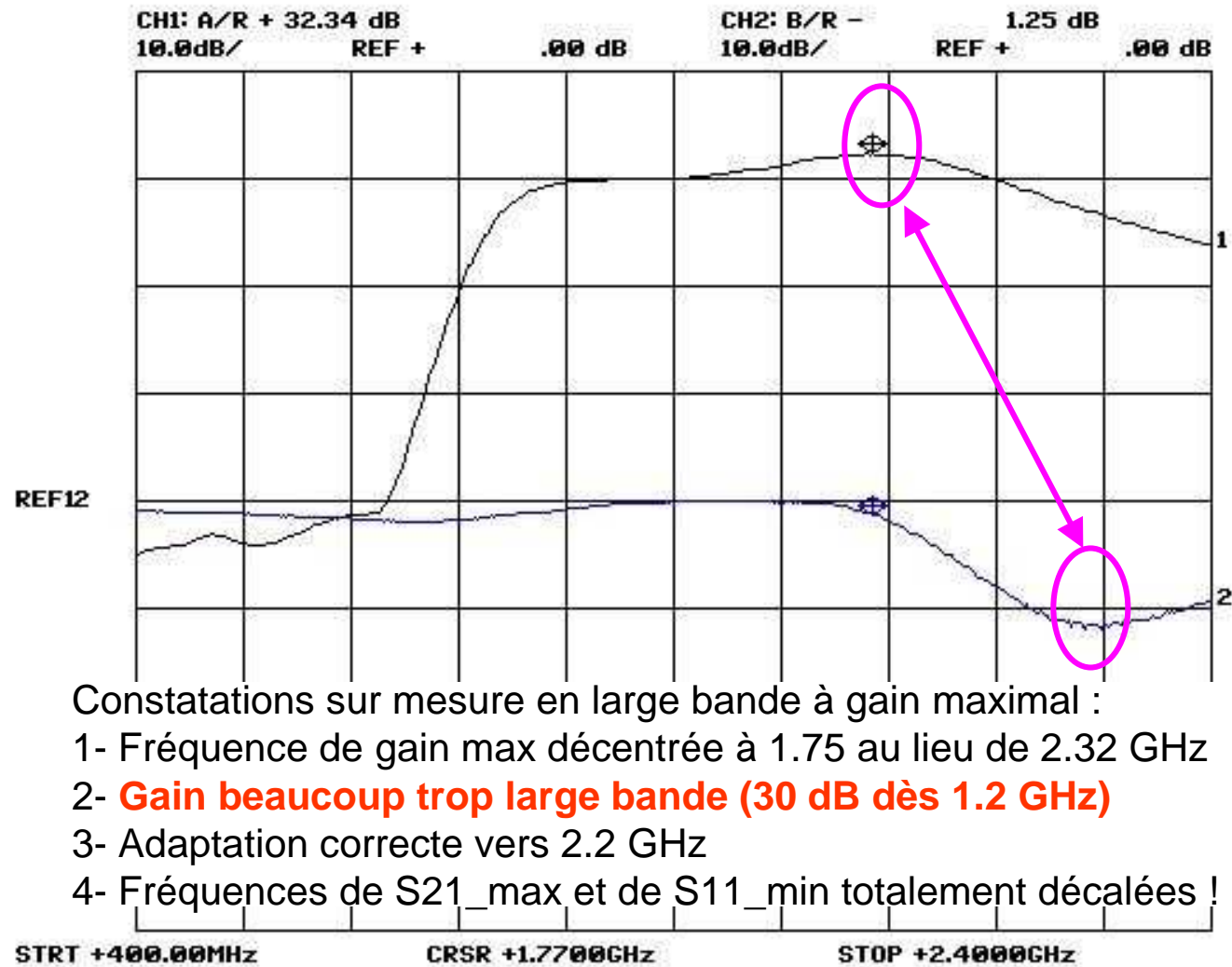
Zoom entrée RF



2- Version 13 cm : mesures scalaire

Scalaire en très large bande au gain maximal

Preamplic G4DDK 12V, I=80mA



Constatations sur mesure en large bande à gain maximal :

1- Fréquence de gain max décentrée à 1.75 au lieu de 2.32 GHz

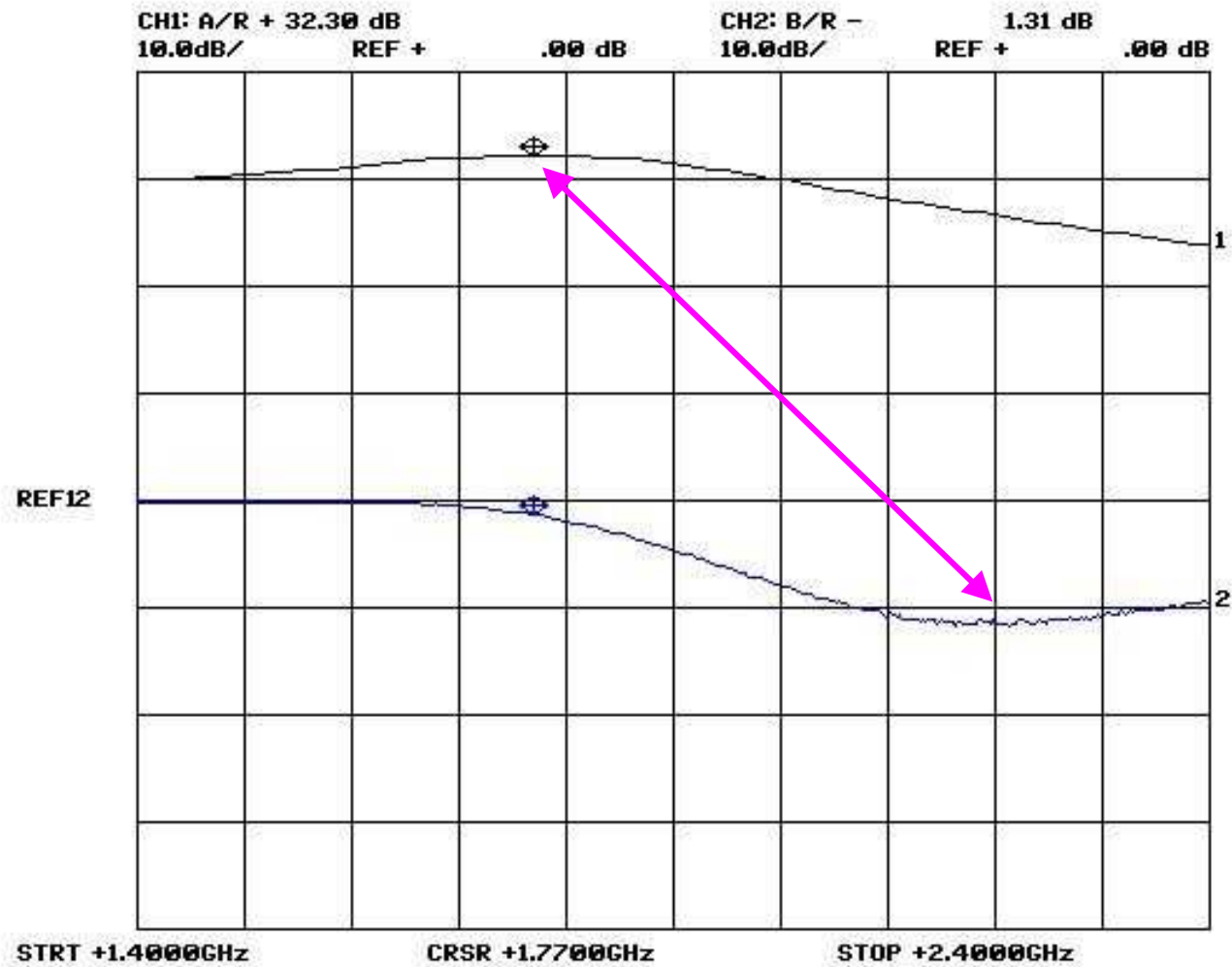
2- **Gain beaucoup trop large bande (30 dB dès 1.2 GHz)**

3- Adaptation correcte vers 2.2 GHz

4- Fréquences de S21_max et de S11_min totalement décalées !!

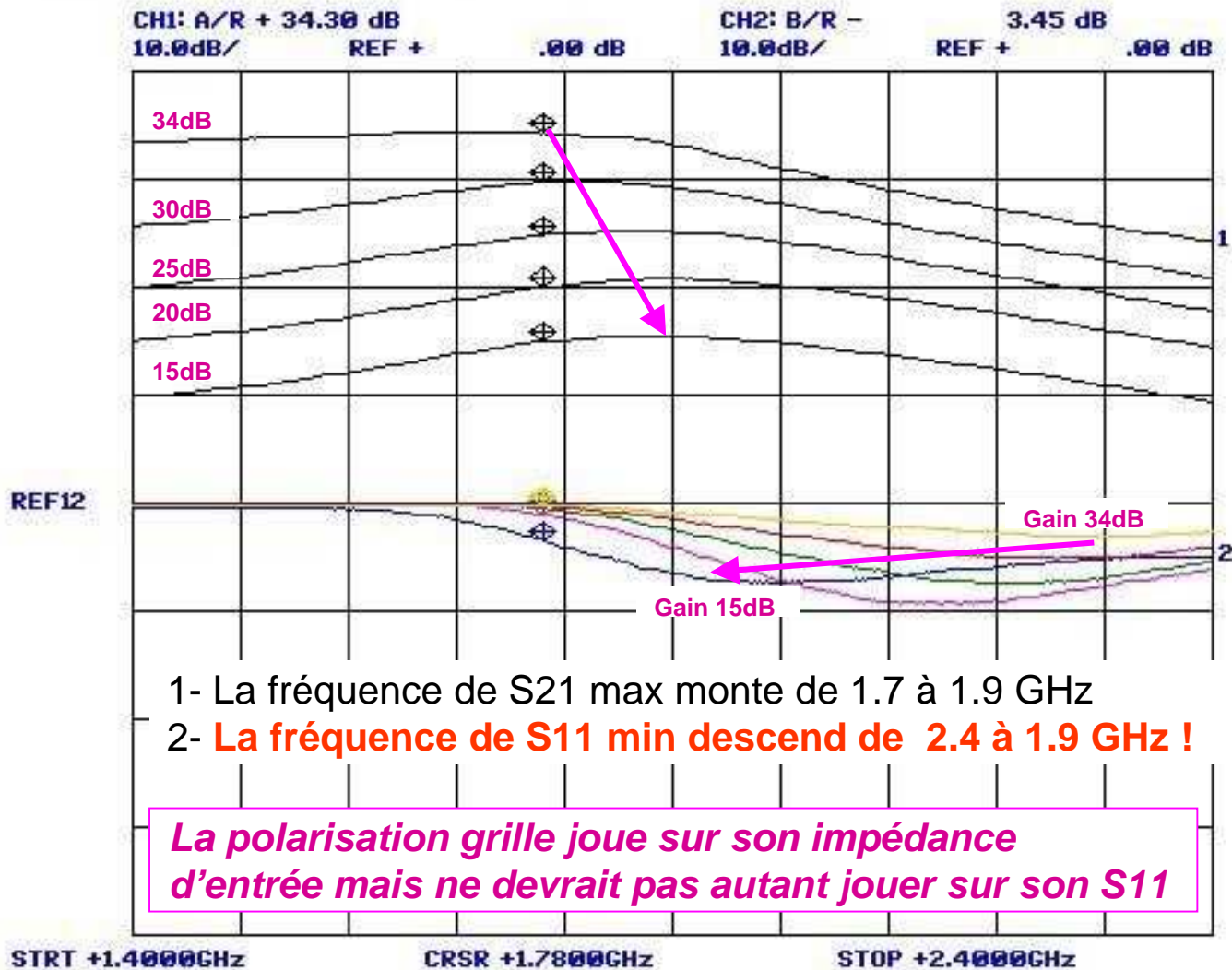
Zoom sur 1 GHz de span au gain maximal

Preamp1i G4DDK 12V, I=80mA



Action sur le gain potentiomètre sur la grille du 1er FET et résultat obtenu

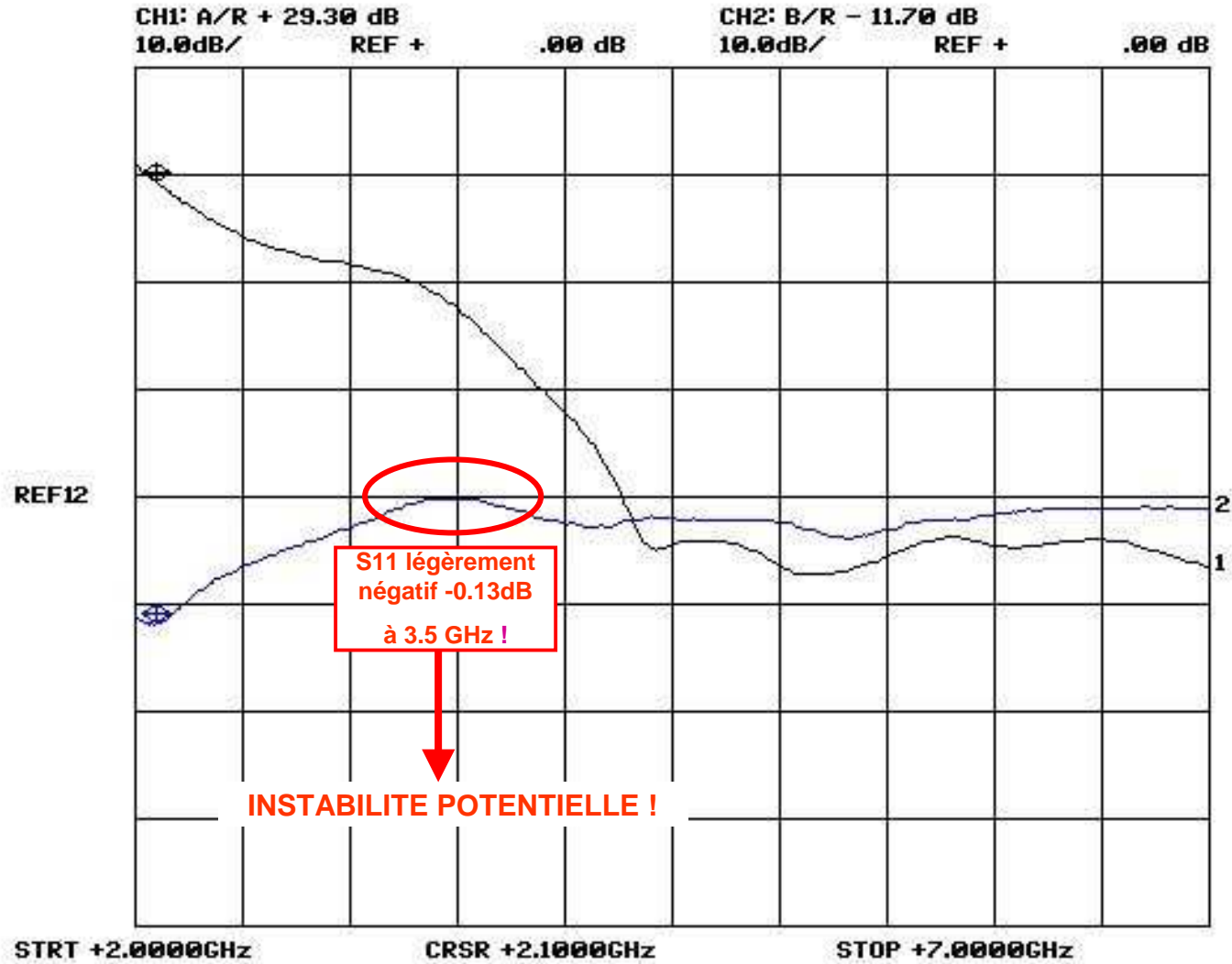
Preamp11 G4DDK 12U, I=80mA overlay



La polarisation grille joue sur son impédance d'entrée mais ne devrait pas autant jouer sur son S11

Scalaire au-dessus de la bande

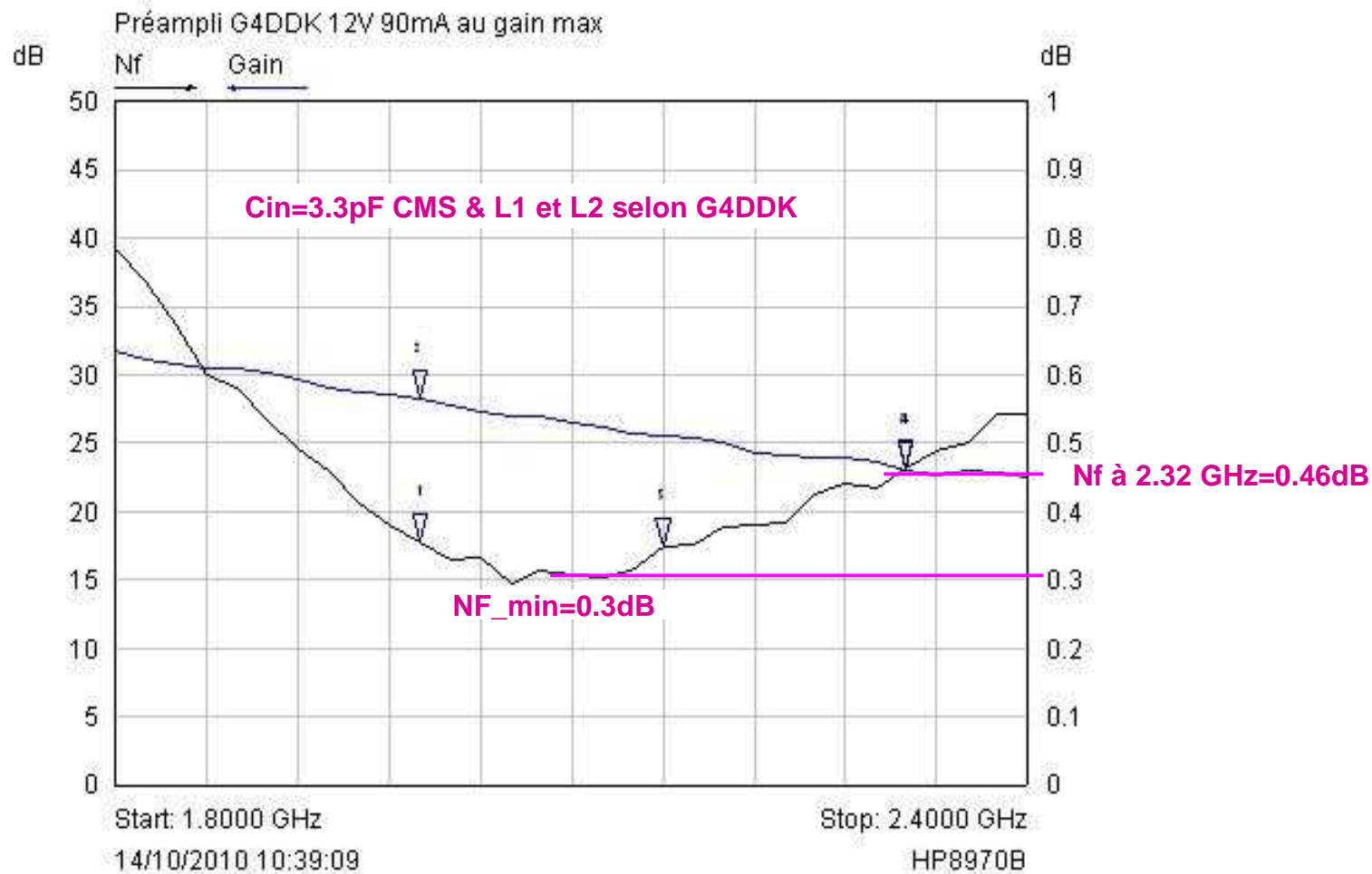
Preampli 13 cm G4DDK



3- Version 13 cm : mesures gain bruit

Banc de mesure gain / bruit



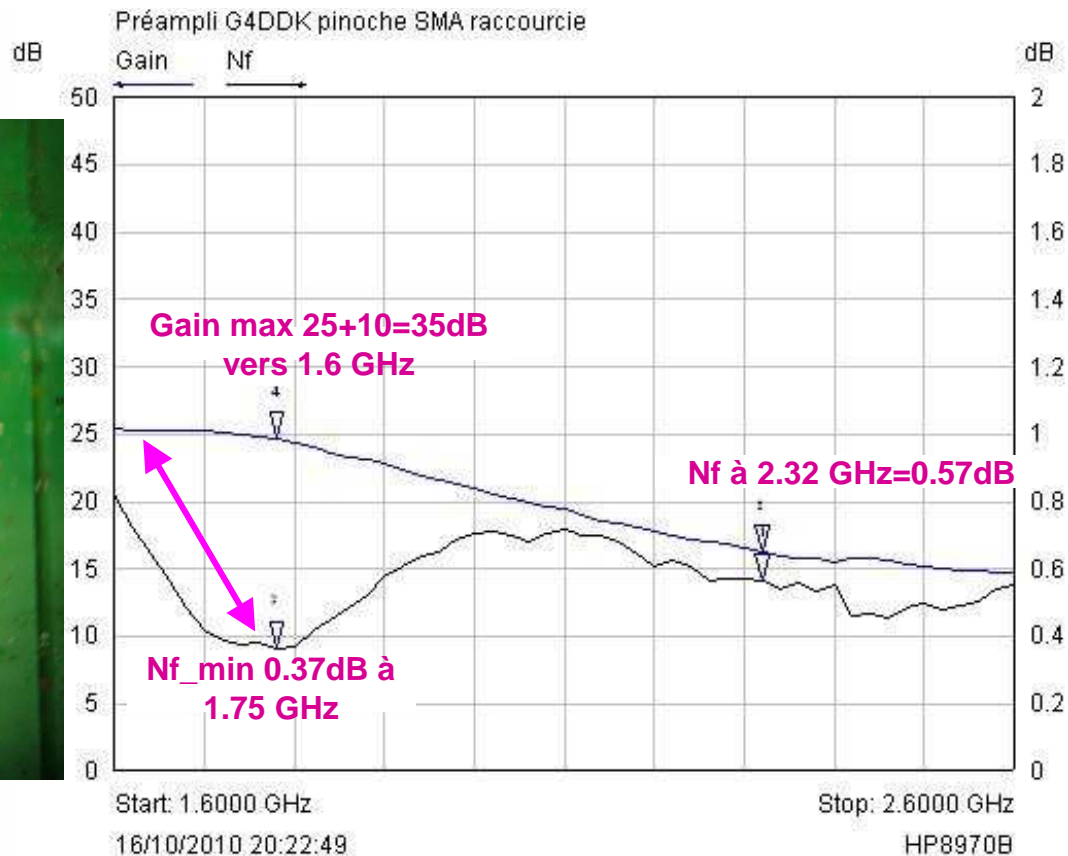
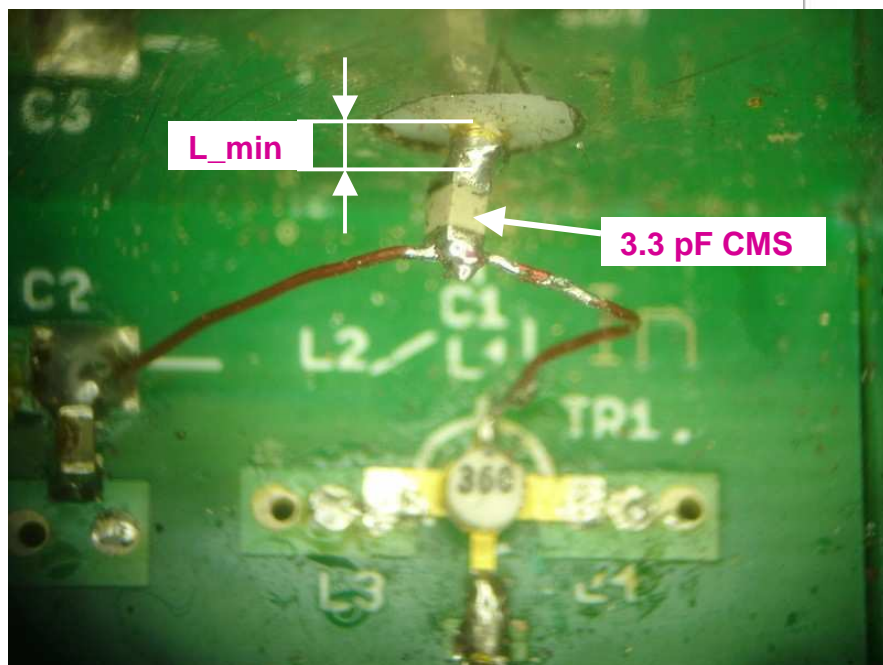


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
i ▽	Nf	2.0000 GHz	0.36 dB	
: ▽	Gain	2.0000 GHz	28.33 dB	
: ▽	Nf	2.3200 GHz	0.46 dB	
+ ▽	Gain	2.3200 GHz	23.05 dB	
: ▽	Nf	2.1600 GHz	0.35 dB	

4- Version 13 cm : modifications circuit d'entrée et mesures associées

A/ diminution de la longueur de la pinoche SMA

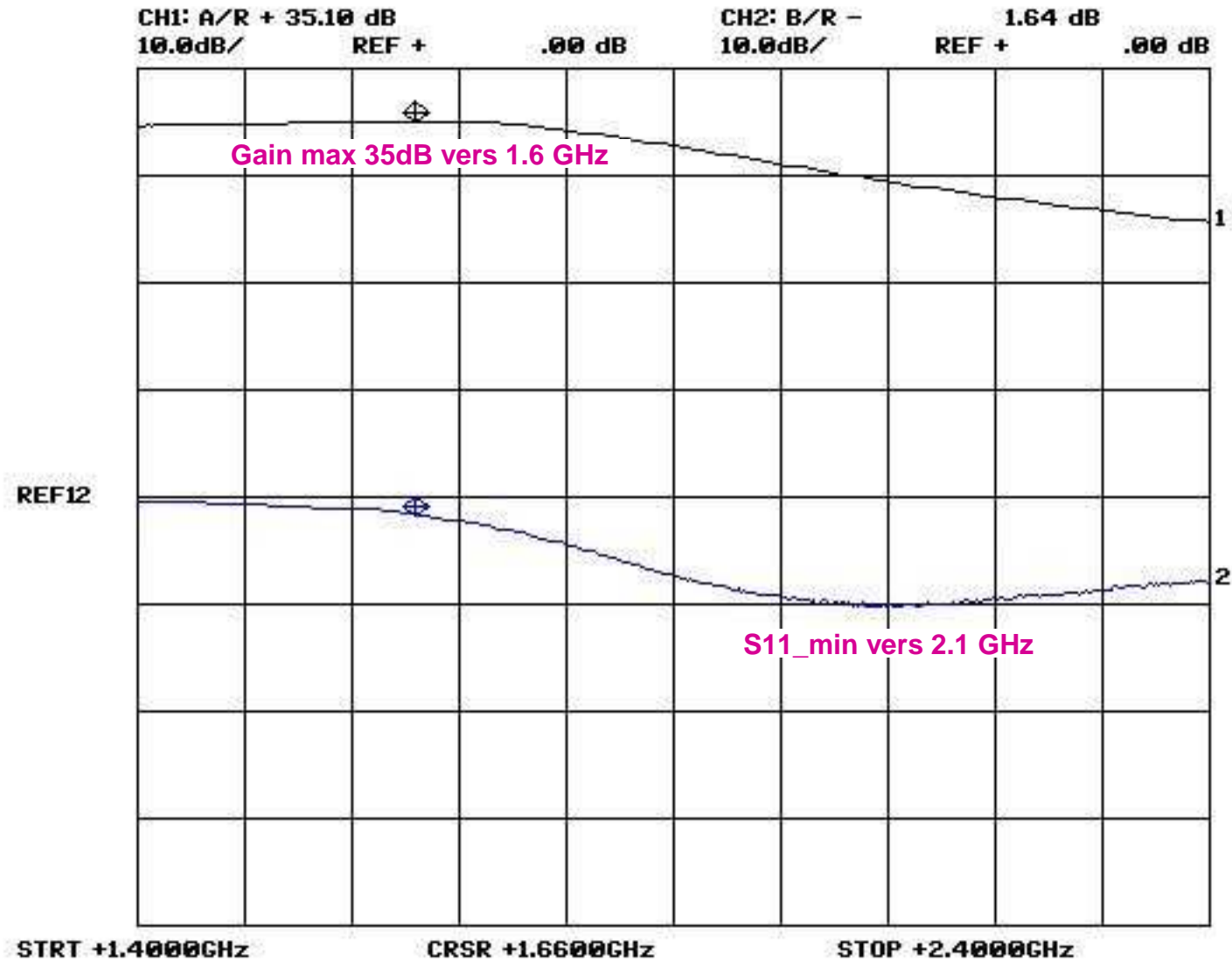
Diminution de la longueur de la pin SMA femelle au strict minimum



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Nf	2.3200 GHz	0.57 dB	
2	Gain	2.3200 GHz	16.22 dB	
3	Nf	1.7800 GHz	0.36 dB	
4	Gain	1.7800 GHz	24.63 dB	

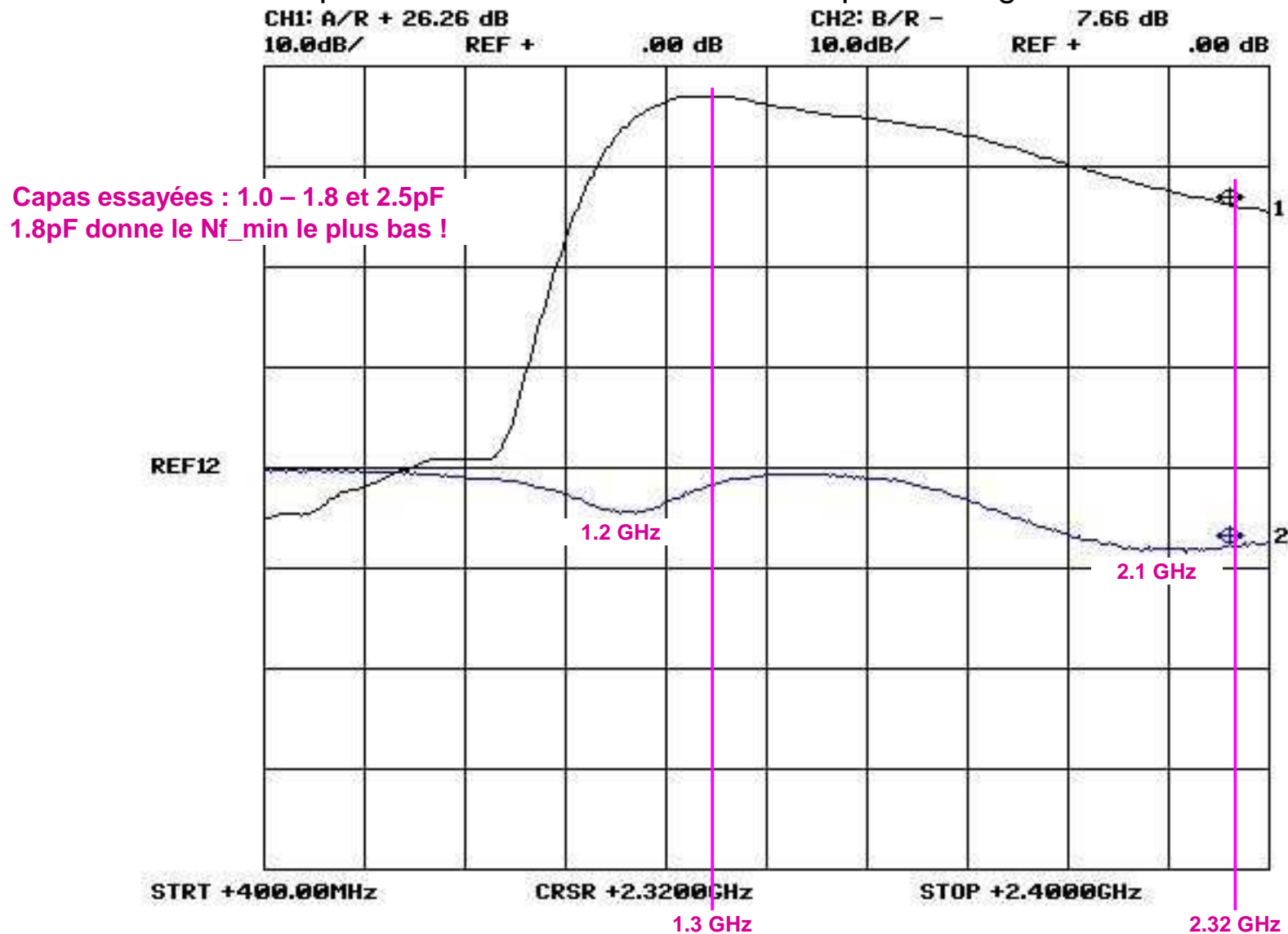
A/ diminution de la longueur de la pinoche SMA

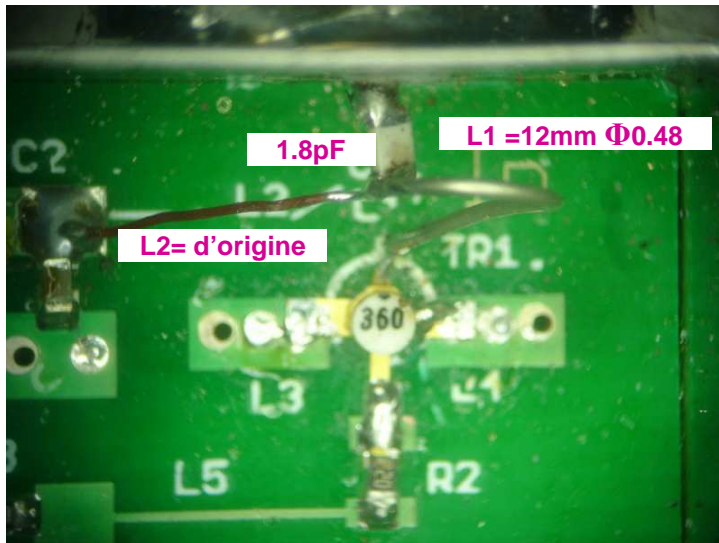
Zoom résultant sur 1 GHz de span au gain maximal → aucun changement !



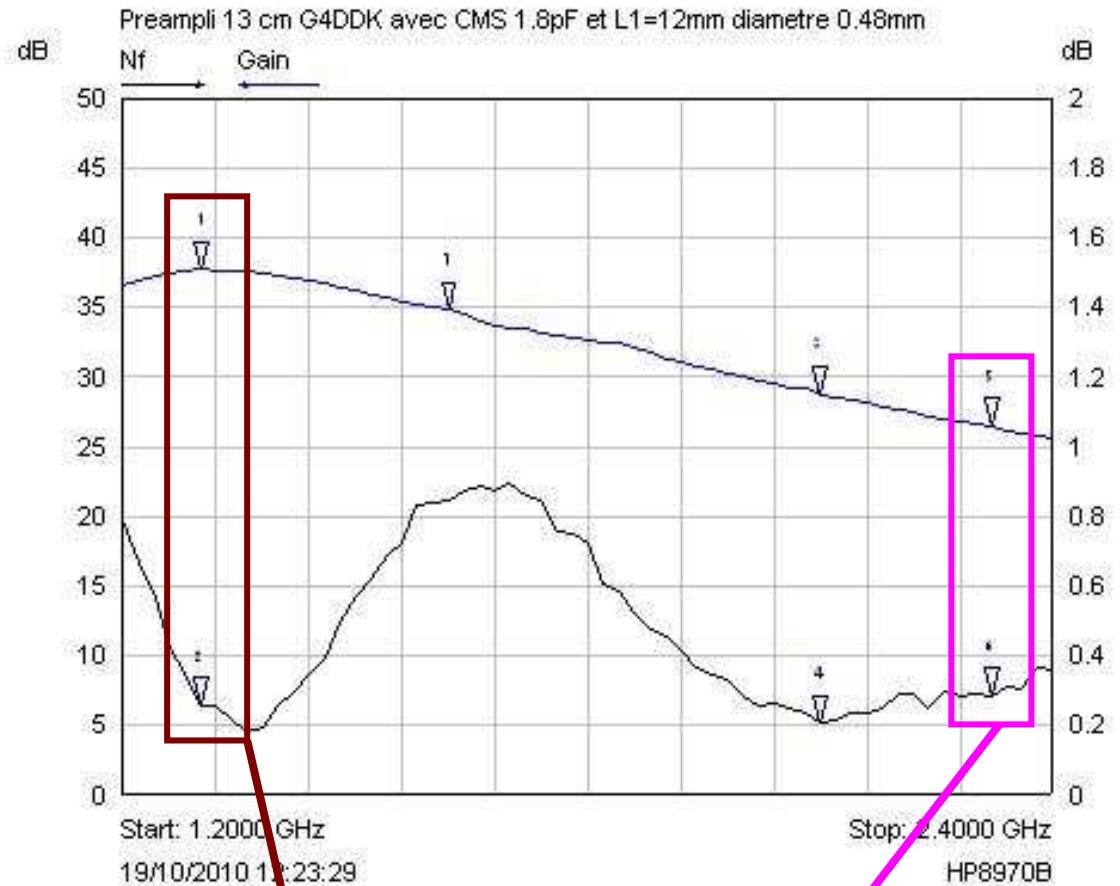
B/ changement capa CMS d'entrée et self L1

Modification entrée : pinoche SMA minimale + CMS1.8pF + changement L1





Capas essayées : 1.0 – 1.8 et 2.5pF
 1.8pF donne le Nf_min le plus bas !



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	Gain	1.3000 GHz	37.74 dB	
2	Nf	1.3000 GHz	0.26 dB	
3	Gain	2.1000 GHz	28.79 dB	
4	Nf	2.1000 GHz	0.21 dB	
5	Gain	2.3200 GHz	26.48 dB	
6	Nf	2.3200 GHz	0.28 dB	

Action entreprises et résultat

Action effectuée à gain max	Gain maximal	Fréquence de Nf_min
Utilisation couvercle + absorbant	G_max=33dB *	Aucune action
L1 ramenée vers le boîtier par torsion	G_max +2 dB	Aucune action
Soudure uniforme de la fiche SMA d'entrée	G_max +1 dB	Aucune action
Action sur potentiomètre gain	Nf catastrophique!	Nf_min up to 2 dB !

* sans couvercle, l'analyseur gain / bruit s'affole de temps en temps pendant un court instant !
Aucun problème avec couvercle + absorbant

Diminution longueur aval pinoche SMA_in	35dB au lieu de 32.3dB	**
Capa CMS entrée de 1.8pF au lieu de 3.3	G_max=37.8dB	Nf_min=0.21dB

** plus du tout de problèmes d'instabilité avec ou sans couvercle !

A 1.30 GHz	Gain=37.7dB	Nf_min=0.26dB
A 2.32 GHz	Gain=26.5dB	Nf_min=0.28 à 0.3dB

Mais il ne m'a pas été possible d'amener le bruit minimal à la fréquence exacte de 2.32 GHz !

5- Version 13 cm, conclusion

Version 13 cm - conclusion 1

Avant modification circuit entrée :

- Gain maximal de 33 dB à 1.77 GHz - - c'est beaucoup trop !
- Bruit minimal de 0.3 dB à 1.95 GHz ! - - beau mais pas à la bonne fréquence !
- Adaptation correcte à 2.35 GHz, mais seulement en réglage de gain max
- A 2.32 GHz encore gain=23 dB et Nf=0.5 dB, mais déjà loin des specs maximales
- **Impossible de faire monter la fréquence de NF_min de 1.95 à 2.32 GHz !**
- Le gain_max réglé par le potard gain/Nf correspond également au NF_min.
- Pour un réglage gain, il vaudrait mieux agir sur le 2ème étage
- Le couvercle + absorbant résoud certains tendances d'instabilité constatées

Après modification circuit entrée (Pin SMA réduite + C=1.8pF + changement L1) :

- Gain maximal de 37.8 dB à 1.2 GHz!
- 2 paliers de bruit minimal à 1.20 et 2.10 GHz !!
- A 1.30 GHz Nf=0.26dB et gain=37.7dB
- A 2.32 GHz Nf=0.28dB et gain=26.5dB
- **Impossible de faire monter la fréquence de NF_min de 2.10 à 2.32 GHz !**
- Préampli maintenant parfaitement stable sans et avec couvercle

Préampli maintenant bibande utilisable en bandes 23 cm et 13 cm !
(mais bande passante beaucoup trop large)

Version 13 cm - conclusion 2

- On ne peut que louer l'immense travail de défrichage effectué par G4DDK, en particulier sa 1ère version 23 cm ensuite reprise par RW3BP
- La **version 13 cm** rapportée sur le même circuit passe-partout est maintenant devenue **bibande 23cm / 13cm** --> aucune autre contre-réaction source que celle correspondant à la longueur aux soudures des sources du 1er FET jusqu'aux viaholes
- Ce circuit imprimé passe-partout est une bonne idée, mais attention sur la version spécifique 1.3 GHz à la reproductibilité des circuits LC en amont du FET d'entrée et des contre-réactions rajoutées sur la source !
- Cette technique de contre-réaction utilisée au niveau des sources est sujette à auto-oscillations et est maintenant abandonnée dans les designs modernes depuis une quinzaine d'années (voir courbe scalaire à $F > 2.5$ GHz)

Suggestions sur le réglage gain :

- **réduire l'excursion du pot existant pour ne rester que dans le domaine du peaufinage du N_f**
- **insérer un réglage gain uniquement dans le 2ème étage pour ne dégrader, ni le bruit, ni l'adaptation de la chaîne**

Remerciements sincères à :

- **Yoann F4DRU pour sa réalisation 13 cm**
- **Jeff F1PDX et Sylvain F6CIS**

D- Préampli G4DDK version 9 cm

Coming soon !!

***E- Mesurer un bruit à 1/100 près :
une totale aberration !***

Mesure de Nf à 1/100 près ?? C'est totalement impossible !

Note générale sur la mesure de bruit :

Contrairement à certaines publications anglo-saxonnes parues sur le net, une mesure de Nf indiquée (exemple 0.26 dB à +/-1/100) est **fausse et totalement illusoire** !

Pour gagner en précision, il n'y a malheureusement pas de solutions autres que :

- Etalonner régulièrement sa source de bruit annuellement. Ne pas oublier que l'étalonnage valide ou invalide les mesures effectuées avant, mais certainement pas après !

- Opérer en chambre grise régulée en température à (21 +/-2)°C et hygrométrie contrôlée !

Même ainsi cette précision de mesure n'est jamais atteinte ! Il suffit pour s'en convaincre d'apprécier la variation après étalonnage, des zéros gain et Nf au bout d'une demie-heure, puis entre le matin et l'après-midi !

-Pour toute mesure de bruit inférieure à 0.6 dB, opérer avec une source de bruit de Nf ramenée vers **5 ou 6dB**, ou un **isolateur large bande et faible perte**

-A très faibles valeurs de Nf, il faut également introduire les « losses avant DUT »

Même dans ce cas et avec beaucoup de précautions lors de l'étalonnage initial, toute valeur de Nf :

-inférieure à 1dB ne peut être donnée au mieux qu'à 0.05dB près

-Inférieure à 0.6 dB ne peut être donnée au mieux qu'à 0.1dB près