

# Feeds multibandes et précautions d'isolation interbande



VK4GHZ triple band ring dish feed for prime-focus dish

# Introduction

Sur une même parabole, l'utilisation d'une source multibande à plusieurs boucles concentriques conduit forcément au couplage mutuel entre elles.

Quand on émet sur l'une des bandes, les autres systèmes Rx reçoivent alors par couplage retour une certaine partie de l'énergie rayonnée.

Avec utilisation de puissance élevée sur une bande (par exemple en 23cm), il est nécessaire de connaître la puissance retour au niveau de chaque autre porte, en vue de réaliser la protection indispensable des éléments de réception (LNA, TVT, Transceiver).

L'utilisation à minima de relais SMA à forte isolation >60dB est bien sur primordiale mais avec un peu de puissance émise, on imagine aisément les dégâts potentiels si aucune précaution complémentaire n'est prise (target  $P \leq -20\text{dBm}$  sur l'entrée du LNA à protéger) !

L'idée la plus facile consiste à confectionner un stub ouvert en  $\lambda/4$  ou  $(n+1)\lambda/4$  :

- dimensionné sur l'autre bande d'émission
- placé en parallèle à l'entrée du LNA à protéger

Ainsi l'addition de l'isolation du relais Tx/Rx à la fréquence visée, à la valeur de réjection du stub permet d'atteindre une isolation finale proche de 100dB, protégeant ainsi au maximum le LNA sur la bande non utilisée

Concrètement sur un feed bibande 23/13cm, un stub dimensionné en 23cm viendra alors compléter la protection du LNA 13cm (et bien sur, même chose en inverse)

***Avant qu'il ne soit trop tard, il est donc vivement recommandé de mesurer l'isolation:***

- ***de la source multibande, entre les différentes portes !***
- ***du relais de commutation Tx/Rx utilisé***

# Plan

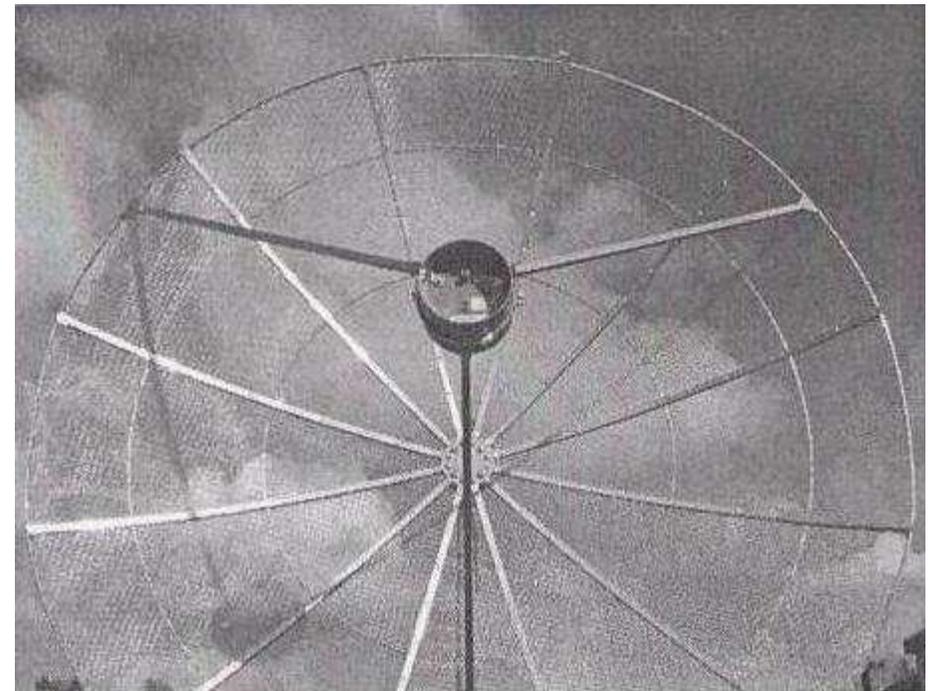
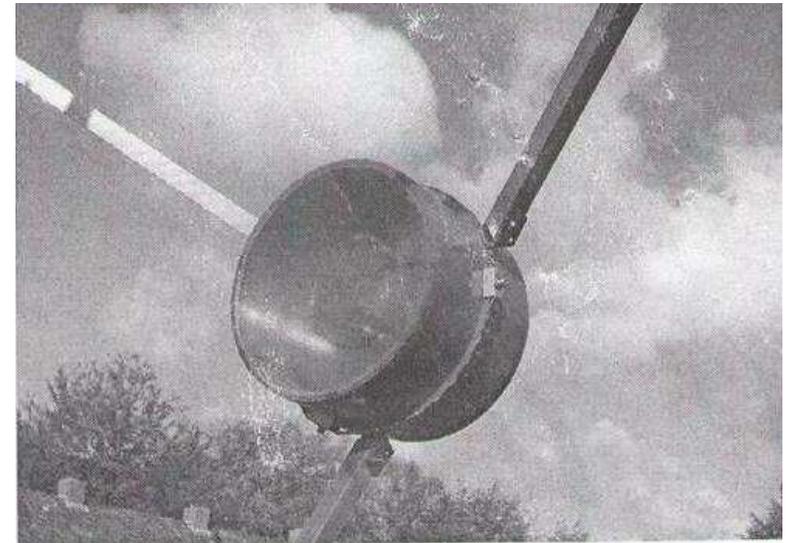
- 1- Feed RF Hamdesign tribande : specs usine et mesures
- 2- Feed RF Hamdesign bibande : mesures
- 3- Feed IK1GEX / IK2OFO
- 4- Fabrication et mesures de stubs ouverts
- 5- Action du stub sur le LNA à protéger
- 6- Réaction des stubs 1.3 et 2.3 GHz sur la bande 5.7 GHz – recours à l'isolateur
- 7- Conclusion

# 1- Feed tribande RF Hamdesign



# Publicité pour feed tribande 23 / 13 / 6 cm RF Hamdesign

## RING FEED CLAMP



<http://www.rfhamdesign.com>

*F5DQK – jan 2014*

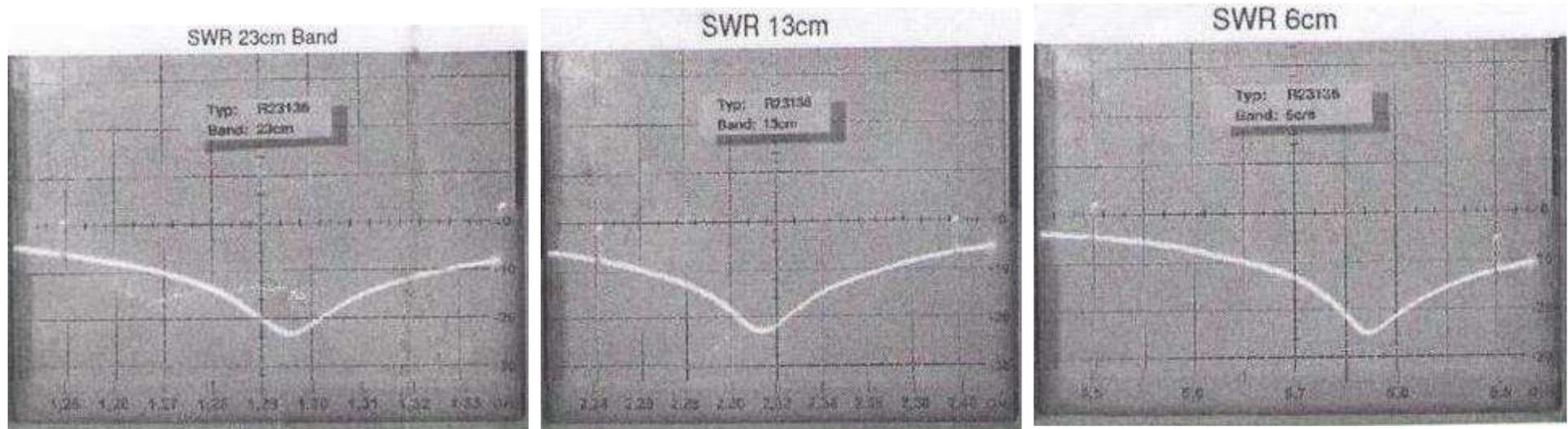
*Feeds multibande et problèmes d'isolation*

# Feed tribande 23 / 13 / 6 cm RF Hamdesign : specs usine

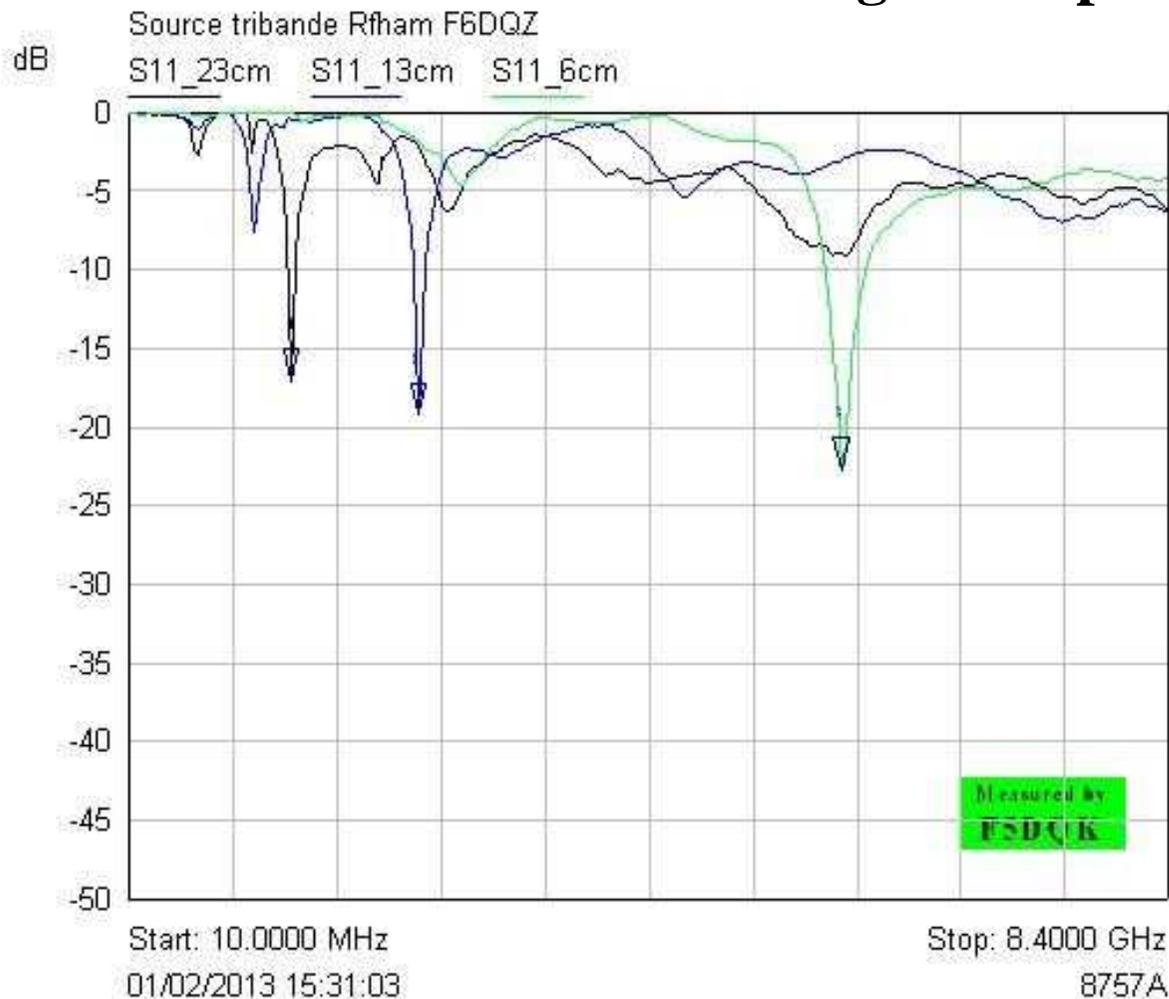
## Specification:

Freq.	Range	Gain dBd	H∠3dB	H∠10dB	V∠3dB	V∠10dB	Connector 50 ohm
1,29GHz	± 10MHz	5-6	67°	111°	72°	144°	N (F)
2,32GHz	± 20MHz	5-6	59°	104°	68°	132°	SMA (F)
5,76GHz	± 40MHz	5-6	46°	107°	43°	94°	SMA (F)

**A 1ère vue, maheureusement aucune spec usine d'isolation interbande consultable !**



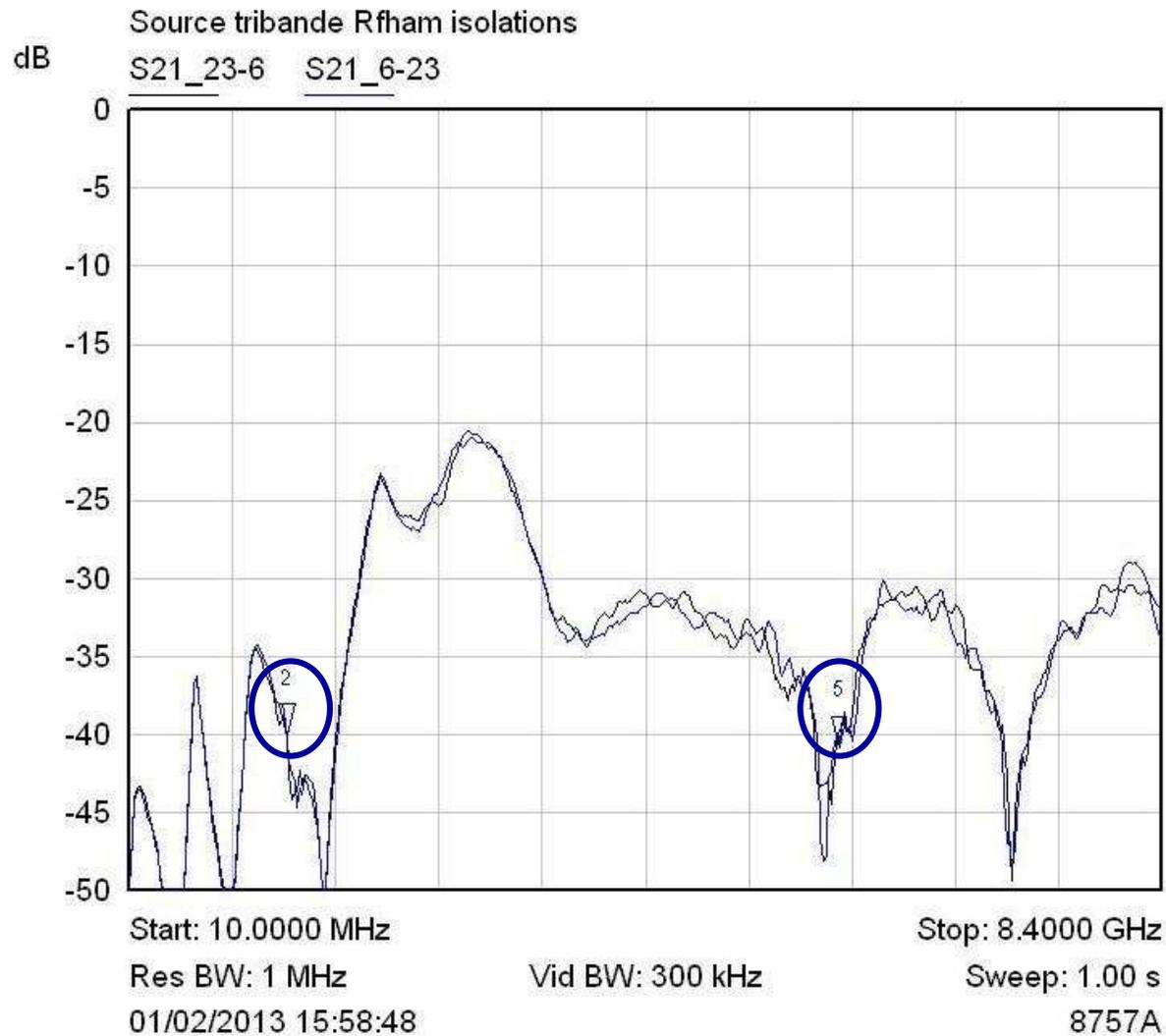
# Feed tribande 23 / 13 / 6 cm RF Hamdesign : adaptations parfaites



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
∇	S11_23cm	1.3105 GHz	-17.06 dB	Parfait : belles adaptations
∇	S11_13cm	2.3382 GHz	-19.23 dB	
∇	S11_6cm	5.7572 GHz	-22.64 dB	



# Feed tribande RF Hamdesign : isolation 23 / 6cm



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
2 ▾	S21_23-6	1.2895 GHz	-40.12 dB	<b>Parfait</b>
5 ▾	S21_6-23	5.7781 GHz	-40.81 dB	



# Comparaison avec la source de F5FVP

Exemplaire tribande F6DQZ

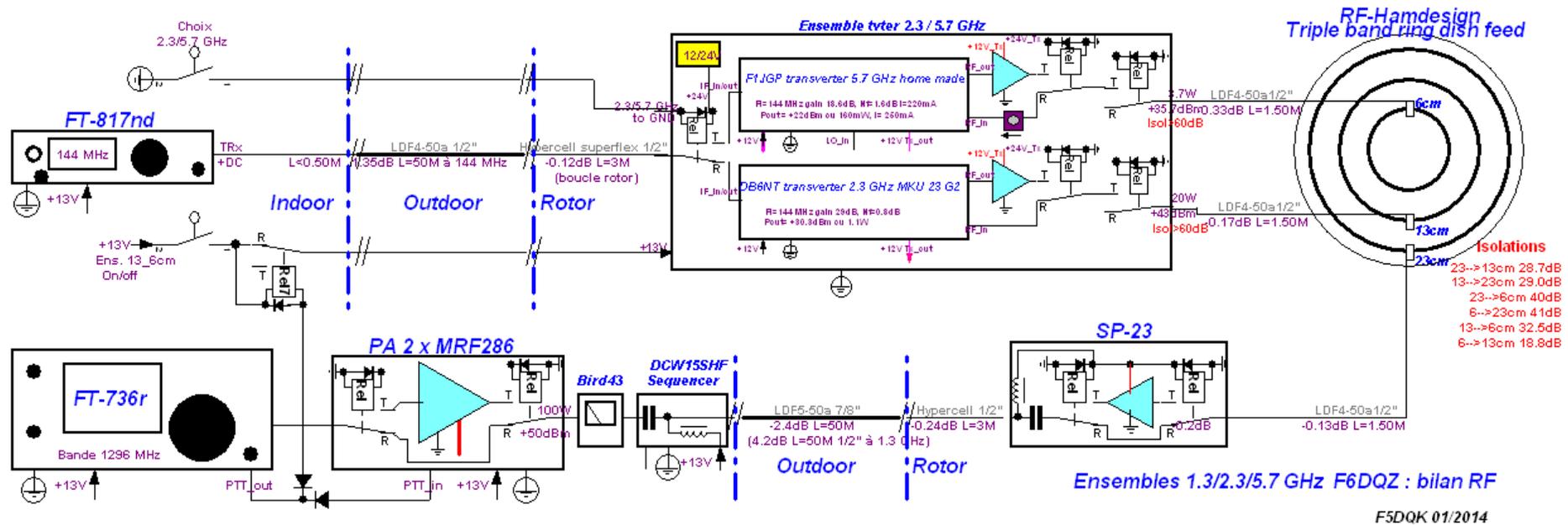
F_Tx	Vers Rx	Vers Rx	Vers Rx
(MHz)	1296	2320	5760
1296		29dB	40dB
2320	29dB		19dB
5760	41dB	33dB	

Exemplaire tribande F5FVP

F_Tx	Vers Rx	Vers Rx	Vers Rx
(MHz)	1296	2320	5760
1296		22dB	41dB
2320	19dB		22dB
5760	30dB	27dB	

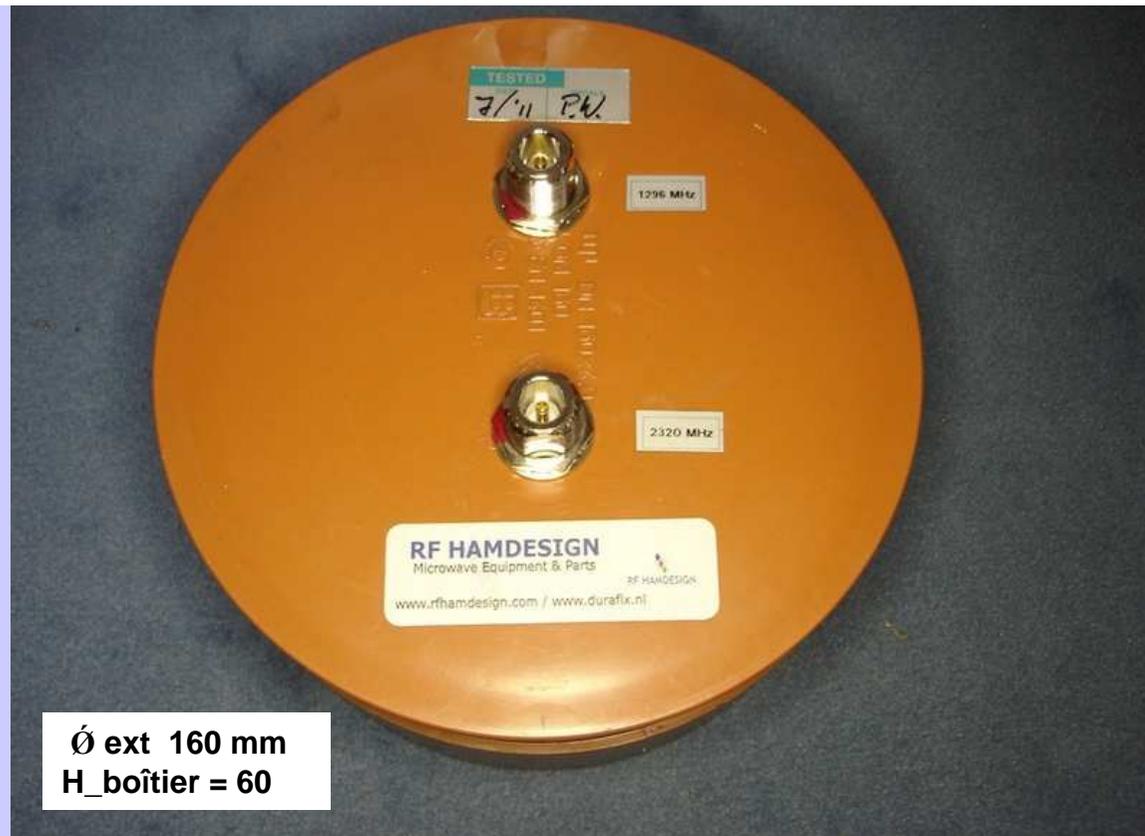
*Illuminateur tribande : mesures d'isolation bonnes et relativement reproductibles  
En tous cas, bien meilleures que sur l'exemplaire bibande décrit au paragraphe suivant*

# Exemple concret de bilan de station



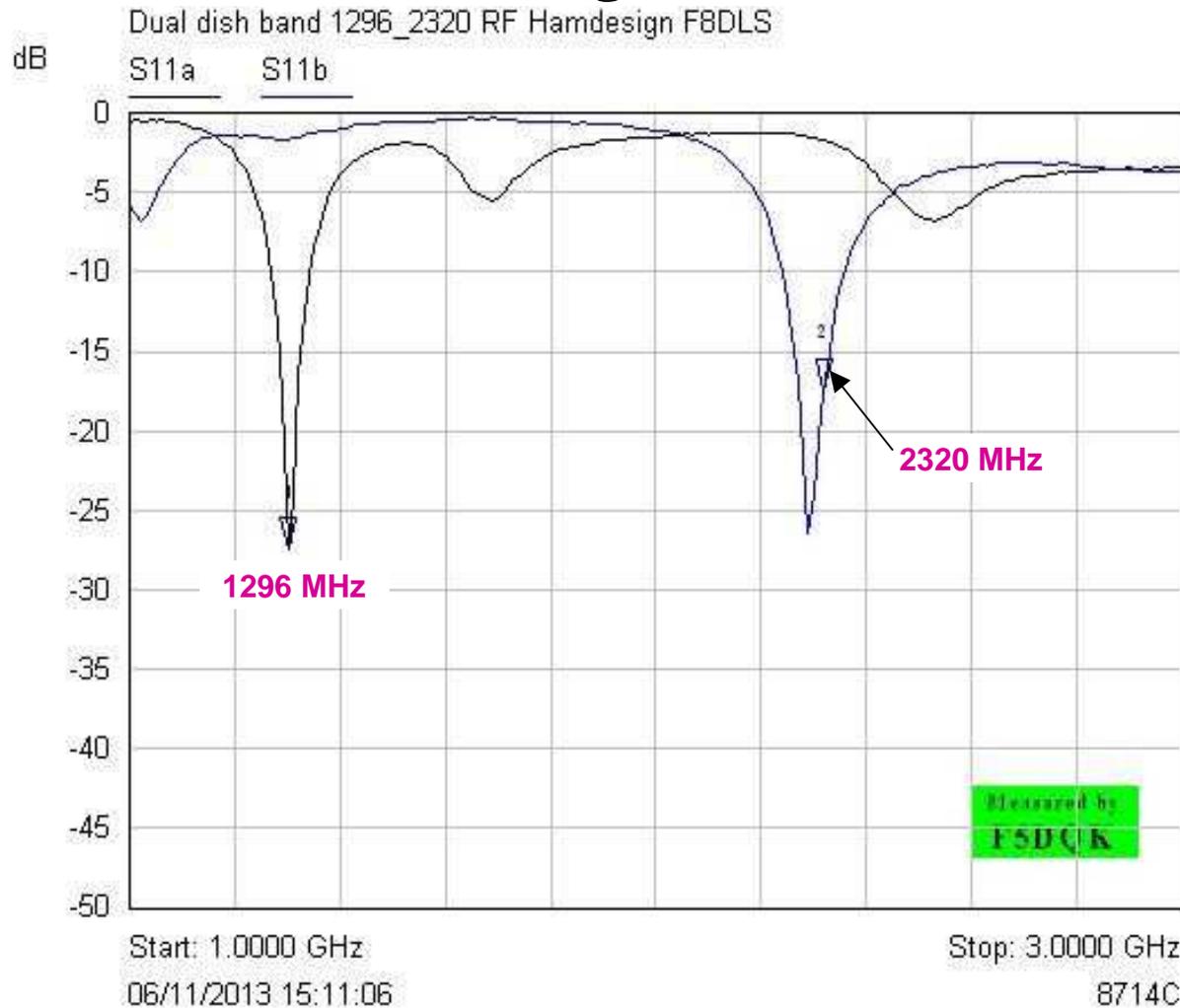
- En se basant sur une injection maximale de signal perturbateur de  $-20\text{dBm}$  au niveau du préampli à protéger (sinon risque de stress ou de destruction), le meilleur compromis conduira alors à :
- commuter tous les relais émission en même temps (isolation 60dB requise)
  - rajouter au minimum des stubs réjecteurs d'isolation 40dB (impossible sur la partie Rx 5.7 GHz → d'où le choix d'un isolateur à perte série de 0.2dB → l'exemplaire d'isolateur 6cm additionnel en possession réjecte le 23cm de 8dB (bof) et le 13cm, de 16dB supplémentaires. Ses valeurs viennent alors se rajouter au bilan initial d'isolation
  - substituer les stubs par un autre relais coaxial additionnel placé en amont dans chaque partie 13 et 6cm, ce qui apportera d'emblée une isolation supplémentaire de 60dB au lieu de 40dB.
  - en absence d'alimentation 12V, laisser également ce relais additionnel au repos, ce qui rajoutera encore une sécurité supplémentaire

## 2- Feed bibande RF Hamdesign



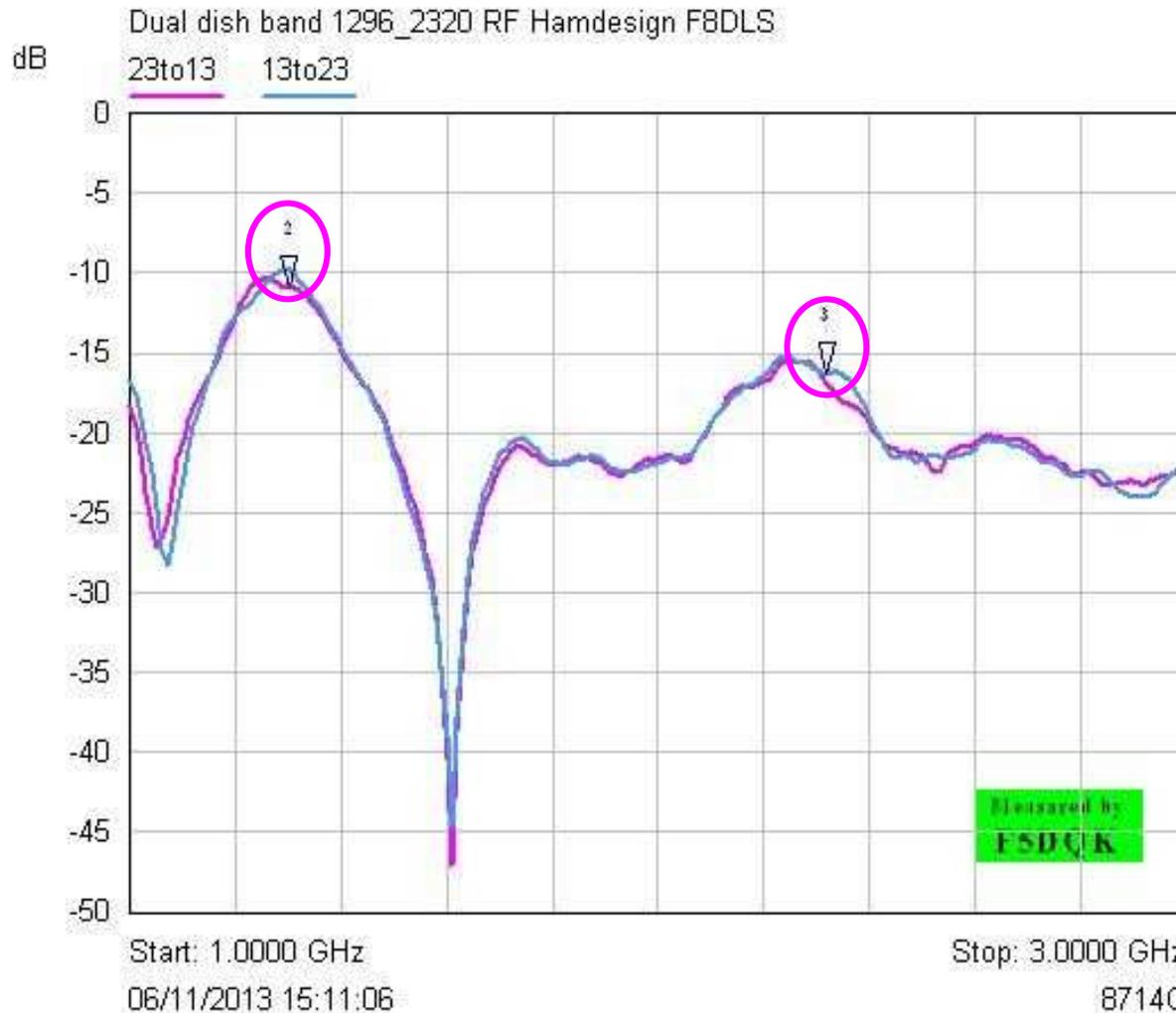
Ø ext 160 mm  
H\_boîtier = 60

# Feed banded RF Hamdesign : mesures du S11 au scalaire



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	S11a	1.3000 GHz	-27.52 dB	Parfait : belles adaptations
2 ▽	S11b	2.3200 GHz	-17.50 dB	

# Feed bibande RF Hamdesign : isolation interbande



## ATTENTION :

En 13cm avec un relais d'isolation moyenne 60dB, l'isolation finale vis à vis du 23cm ne sera alors que de 71dB (si impédances proches de 50 Ohm)

Exemple : 400W en 23cm (ou +56 dBm) génèreront encore -15 dBm sur le LNA 13cm, lui faisant ainsi courir un gros risque de stress

Le rajout d'un bon stub réjecteur complémentaire au niveau du LNA à protéger permettra alors de passer aisément à une isolation atteignant les 100dB

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
2	23to13	1.3000 GHz	-10.91 dB	isolation insuffisante
3	13to23	2.3200 GHz	-16.31 dB	isolation limite

*Pourquoi pareille différence avec son homologue tribande ?*

## Feed bibande RF Hamdesign : plusieurs modèles ?

Vue la piètre isolation interbande de ce modèle bibande, la même mesure effectuée chez Sylvain F6CIS donne les mesures suivantes :

- 23 vers 13cm : isolation 18.5dB
- 13 vers 23cm : isolation 18dB

Or le modèle de Sylvain :

- semble plus récent (moins de 3 ans)
- possède une 2ème partie arrière en plastique (surtout pour la protection de la connectique)

*RF-Design aurait-il sérieusement revu sa conception depuis ?  
Pourquoi encore une telle différence avec le modèle tribande (presque 20dB manquent encore à l'appel) ?*

Puissances testées en régime continu (dixit Sylvain F6CIS) :

- 23cm environ 500W HF
- 13cm 250W

## Feed bibande RF Hamdesign chez F6CIS

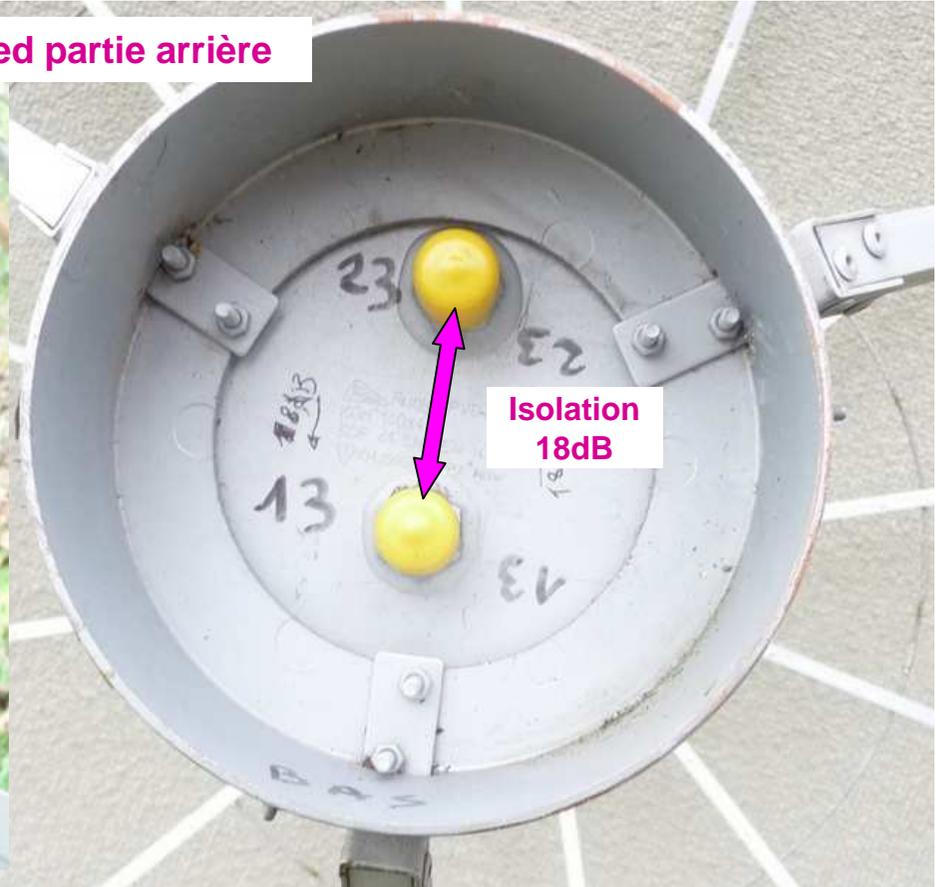


# Feed bande RF Hamdesign chez F6CIS

Feed partie avant



Feed partie arrière



# Comparaison avec la source de F6CIS

Exemplaire bibande F8DLS

F_Tx	Vers Rx	Vers Rx
(MHz)	1296	2320
1296		11dB
2320	16dB	

Exemplaire bibande F6CIS

F_Tx	Vers Rx	Vers Rx
(MHz)	1296	2320
1296		18dB
2320	18dB	

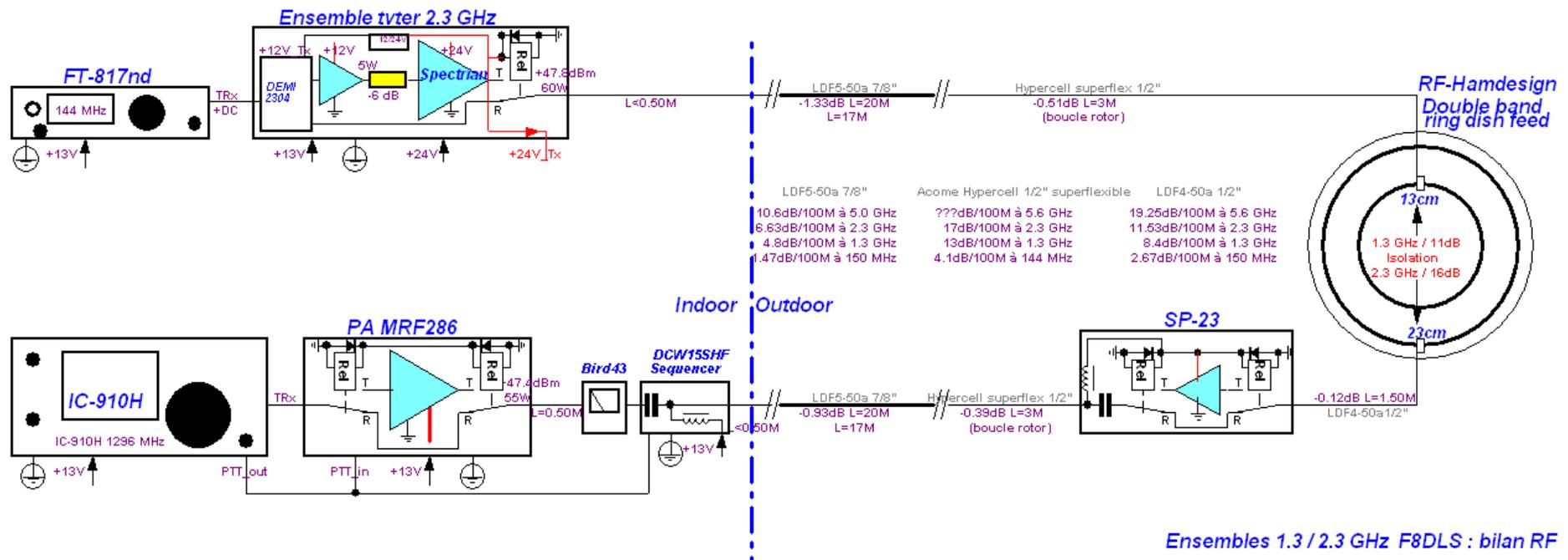
Exemplaire bibande F1PYR

F_Tx	Vers Rx	Vers Rx
(MHz)	1296	2320
1296		29dB
2320	30dB	

En provenance directe de DD7MH (voir site Web),  
et non de chez RF-Hamdesign !!  
âge environ 8 ans

*La variation d'isolation de ce bibande mesurée sur plusieurs exemplaires est totalement anormale → est-ce la raison pour laquelle RF-Hamdesign ne fournit jamais cette spec ??*

# Exemple concret de bilan de station



F5DQK 01/2014

L'isolation propre au feed étant ridicule (12 à 18dB), la technique du stub ne suffira pas. En se basant sur une injection de signal perturbateur maximal de  $-20\text{dBm}$  (sinon risque de stress ou de destruction), il faudra de suite rajouter un relais coaxial supplémentaire en amont de chaque branche, permettant ainsi de remonter de 60dB la valeur d'isolation totale recherchée.

Cet exemple est uniquement destiné à faire prendre conscience au lecteur de l'importance drastique du bilan total de sa propre installation (surtout son isolation interbande), et en ne négligeant absolument aucun élément.

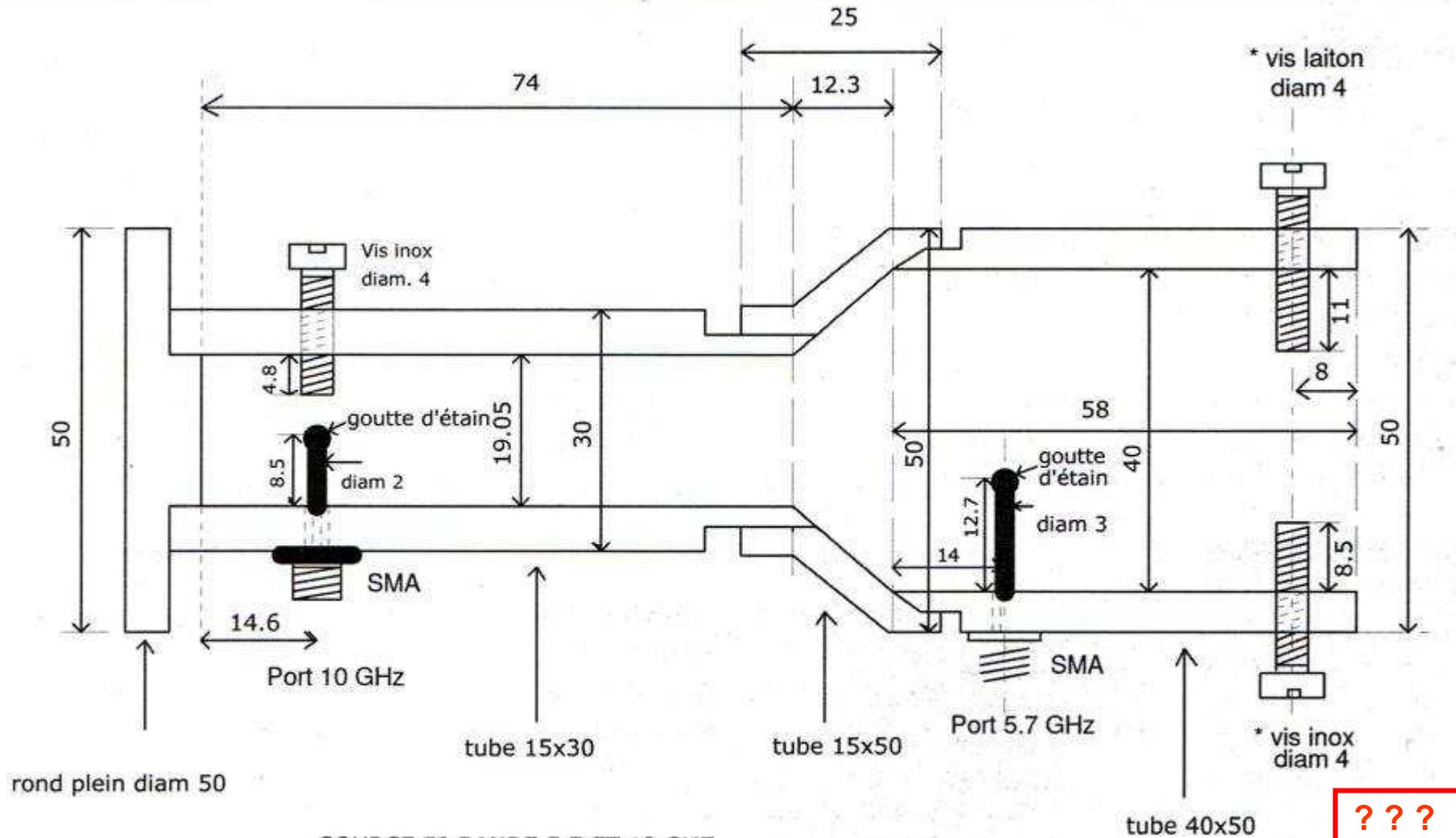
### 3- Feed bibande IK1GEX / IK2OFO

Variante des feeds WB6LUA, puis VE4MA ou W2IMU



Source : Radio-Ref n°776 avril 2005

# Feed multibande IK1GEX / IK2OFO

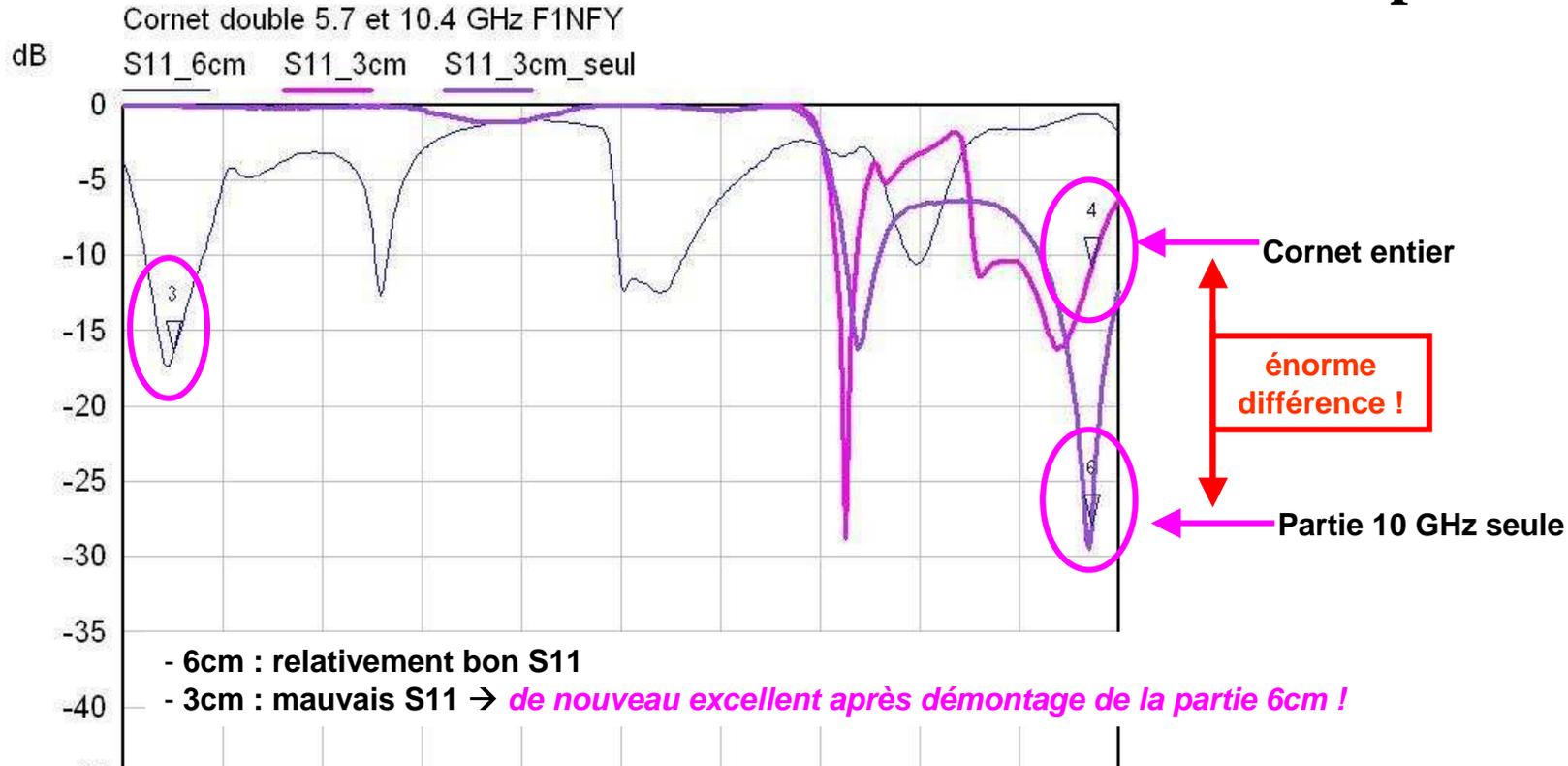


SOURCE BI-BANDE 5.7 ET 10 GHZ  
 IK2OFO - IK1GEX - IK6IOQ  
 cotes en mm

\* les 2 vis doivent impérativement être l'une en laiton et l'autre en inox pour que cela fonctionne

En quoi la nature différente entre 2 métaux joue-t-elle ?

# Feed multibande IK1GEX / IK2OFO : adaptation

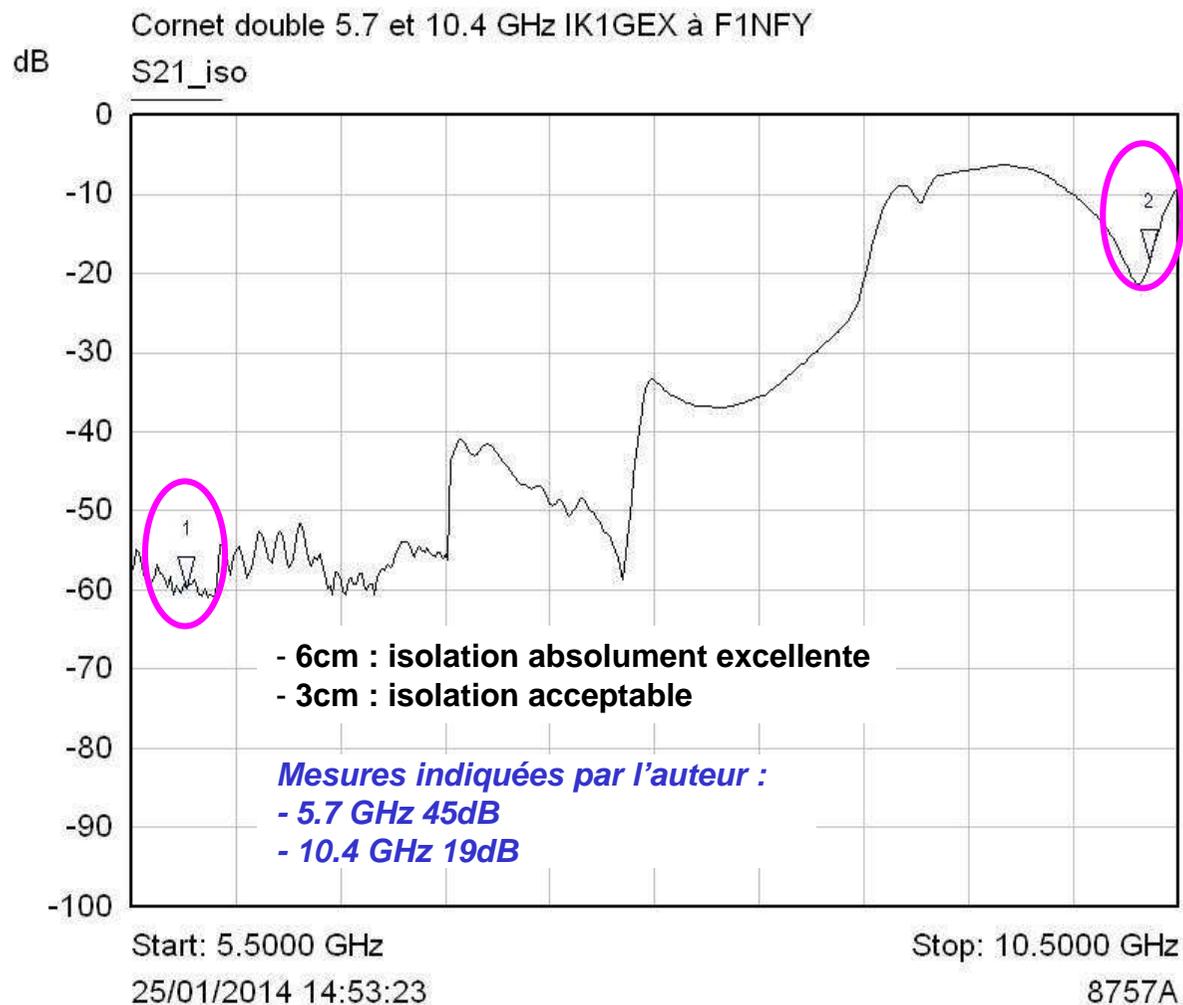


**Influence de la partie 5.7 GHz sur la partie 10 GHz : de substantiels progrès restent encore à accomplir !**

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
3 ▾	S11_6cm	5.7500 GHz	-16.36 dB	
4 ▾	S11_3cm	10.3625 GHz	-10.76 dB	<b>cornet entier</b>
6 ▾	S11_3cm_seul	10.3625 GHz	-27.88 dB	<b>partie 10 GHz seule !</b>

**Fréquence de résonance tirée vers le bas**

# Feed multibande IK1GEX / IK2OFO : isolation



Superbe isolation en 5.7 GHz due à la fréquence de coupure basse de la partie guide 10 GHz

P= -60dBm → dynamique maximale de mesure de l'analyseur scalaire

Sa vraie valeur en 6cm est donc forcément bien meilleure !

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	S21_iso	5.7625 GHz	-59.87 dB	Isolation
2 ▽	S21_iso	10.3625 GHz	-18.51 dB	Isolation

**Inconvénient : contrairement aux feeds à anneaux concentriques, ses deux foyers 6 et 10cm sont par construction totalement distincts**

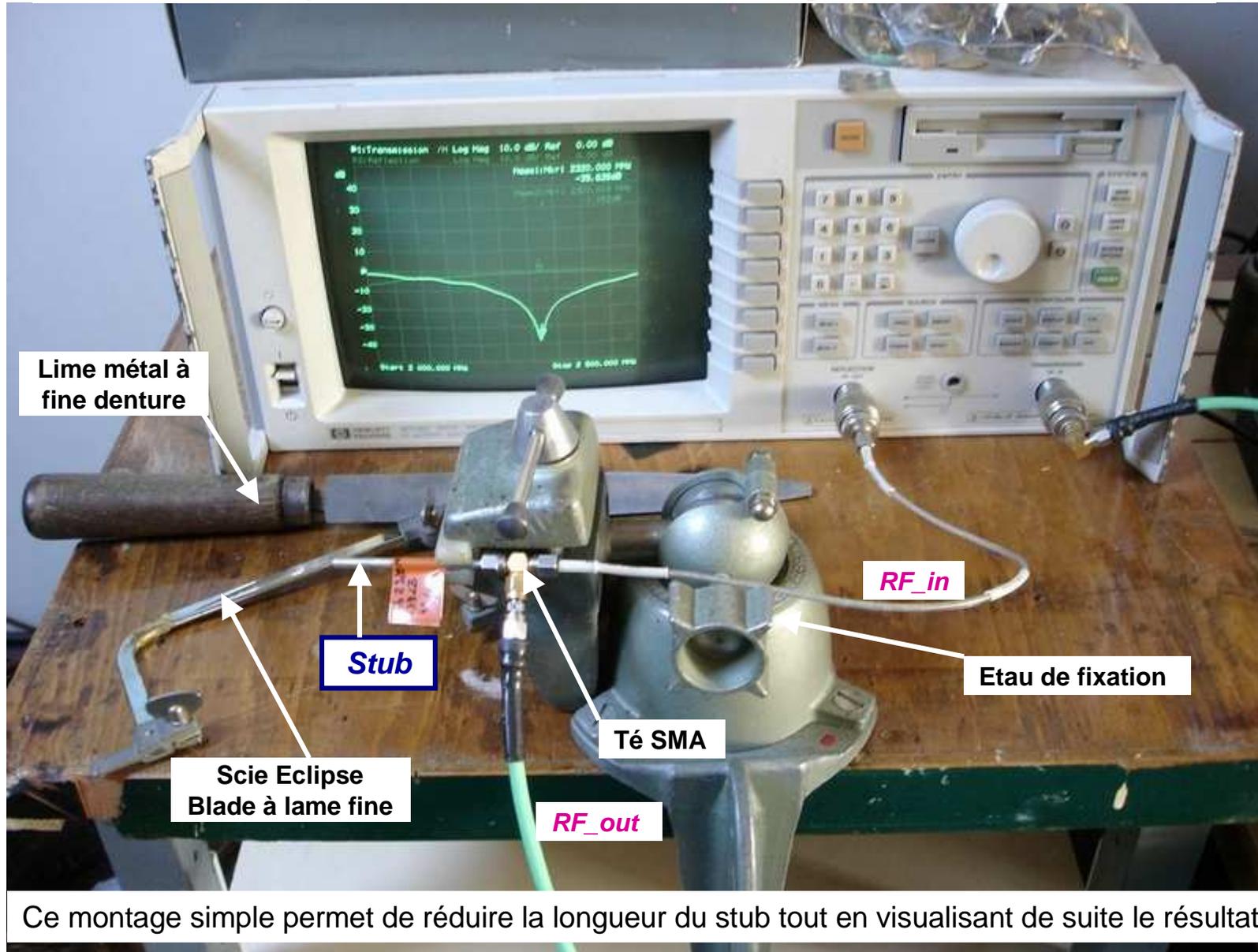
## 4- Fabrication de stubs ouverts 23, 13 et 6cm

But :

- Protéger au maximum le LNA branché mais non utilisé
- Augmenter l'isolation interbande (absolument impératif sur ce feed bibande)
- Vérifier la perte d'insertion sur la bande utilisée en réception (car placé avant le LNA front-end)

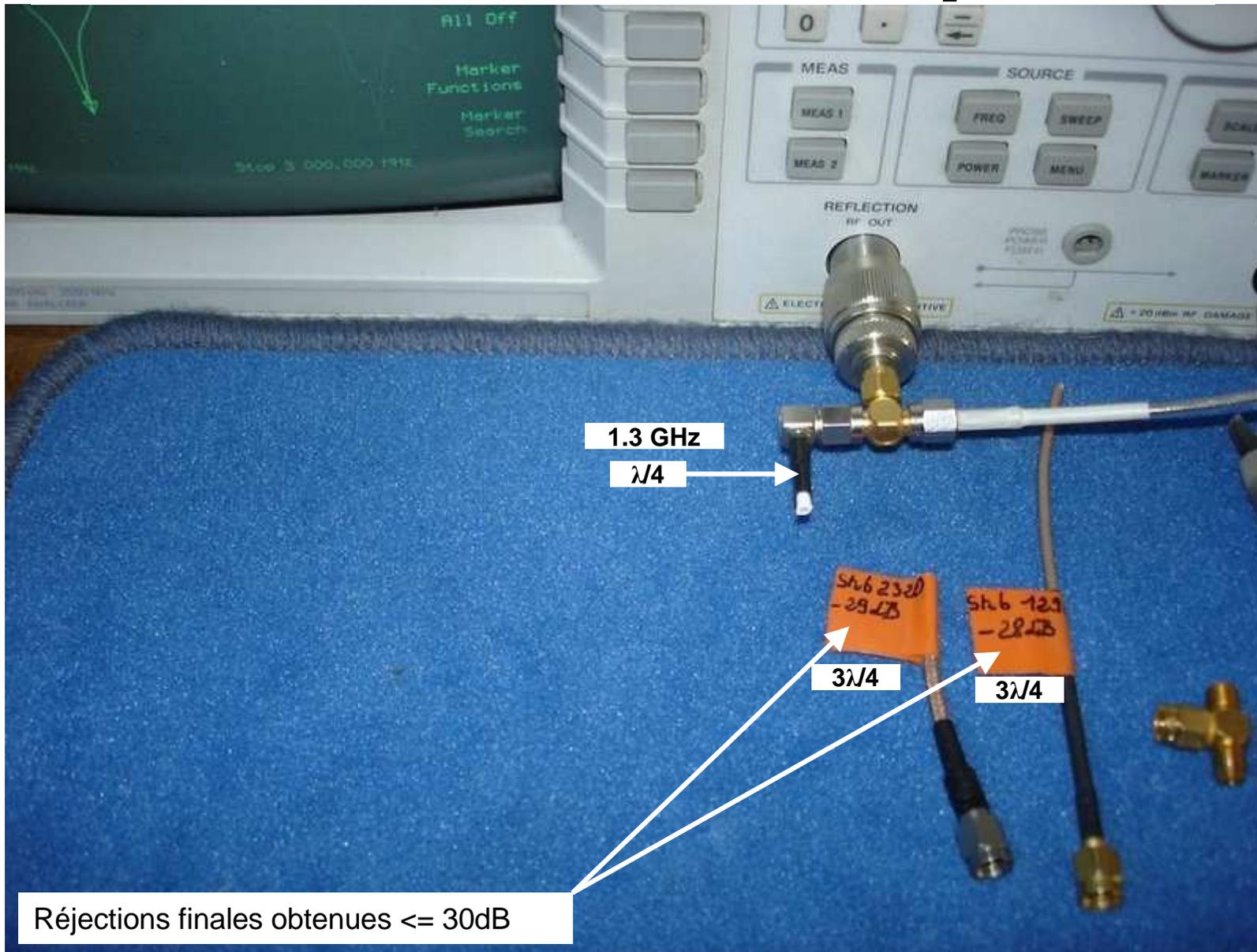
- Essais sur câbles coaxiaux téflonés
- Essais définitifs effectués en coaxial semirigide

## Analyseur scalaire et montage sur table

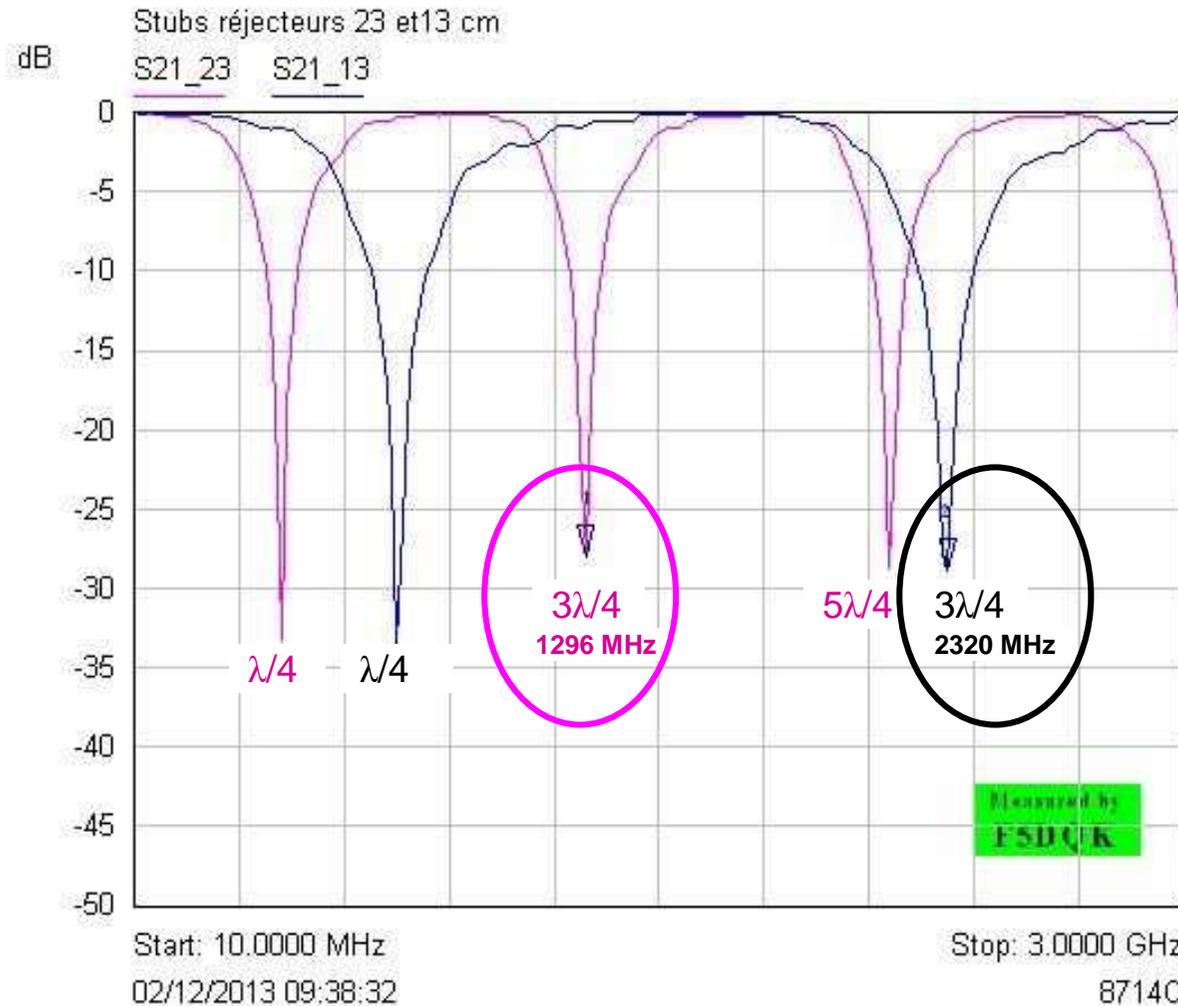


Ce montage simple permet de réduire la longueur du stub tout en visualisant de suite le résultat

# 1ers essais : stubs ouverts en coaxial souple téfloné

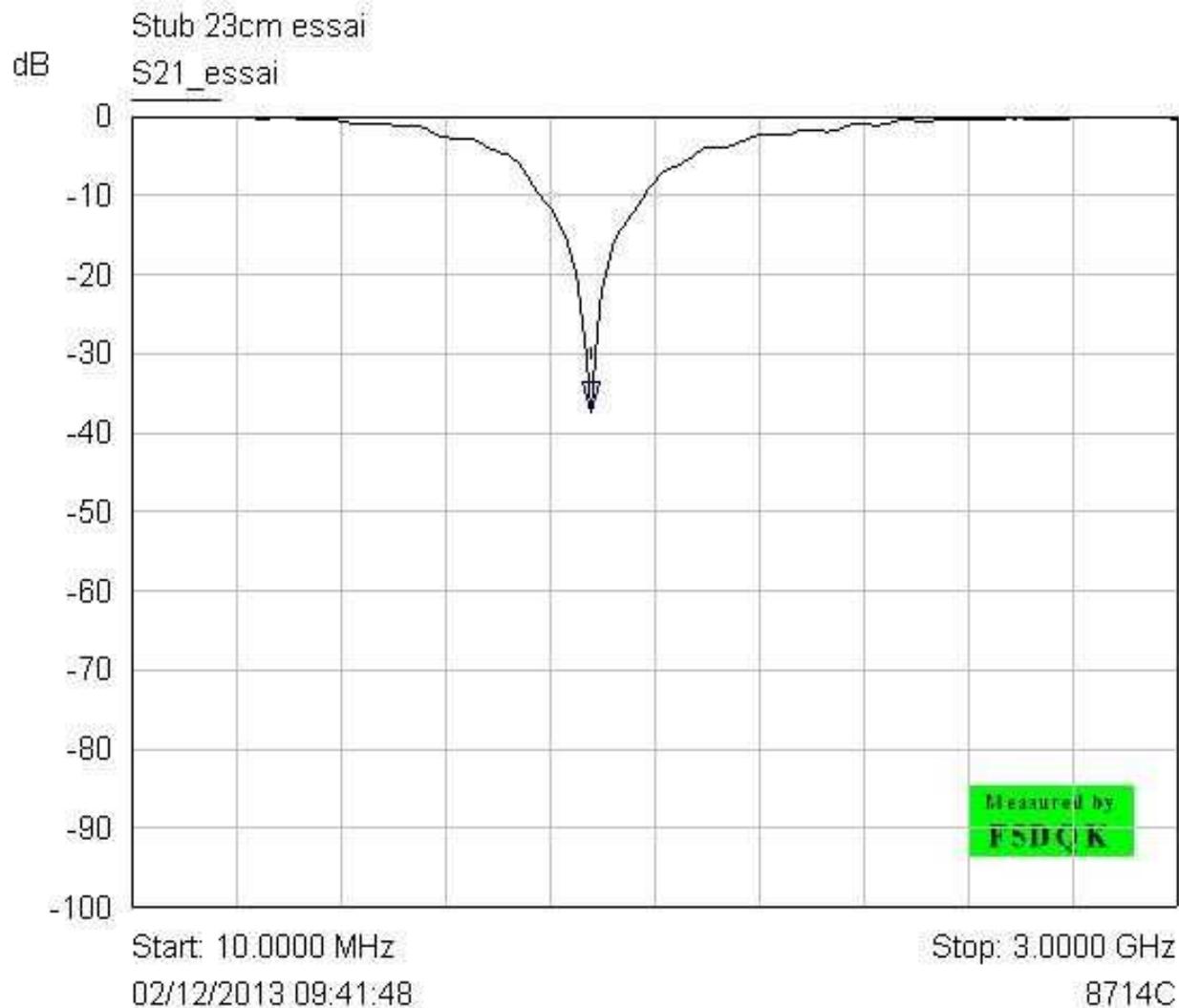


# 1er essais : divers stubs ouverts en coax souple téfloné



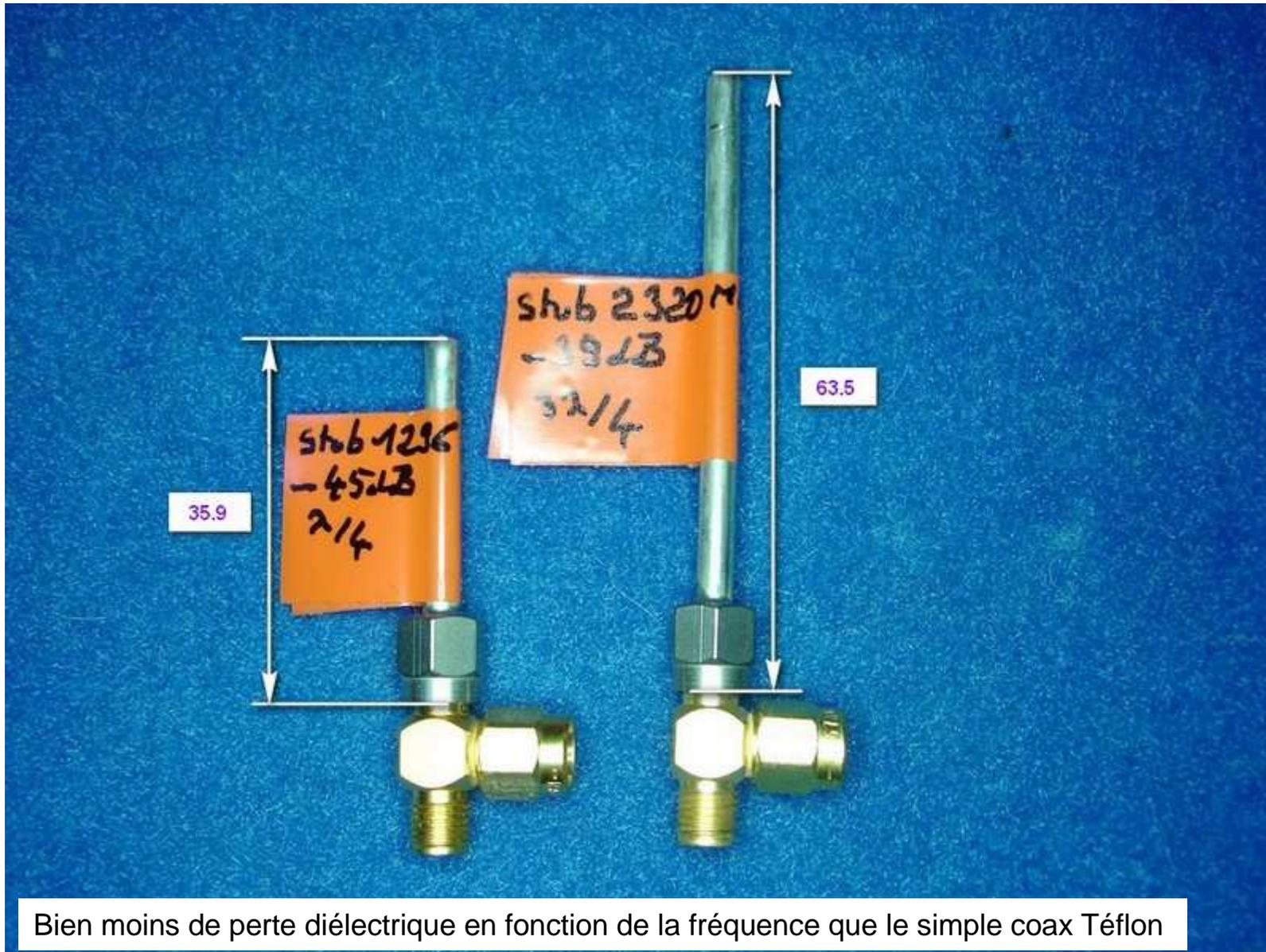
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	S21_23	1.2957 GHz	-28.01 dB	Coax Téflon en $3\lambda/4$ pour 1.3 GHz
2 ▾	S21_13	2.3273 GHz	-28.85 dB	Coax Téflon en $3\lambda/4$ pour 2.32 GHz

# 1ers essais sur coaxial téfloné : meilleure mesure obtenue

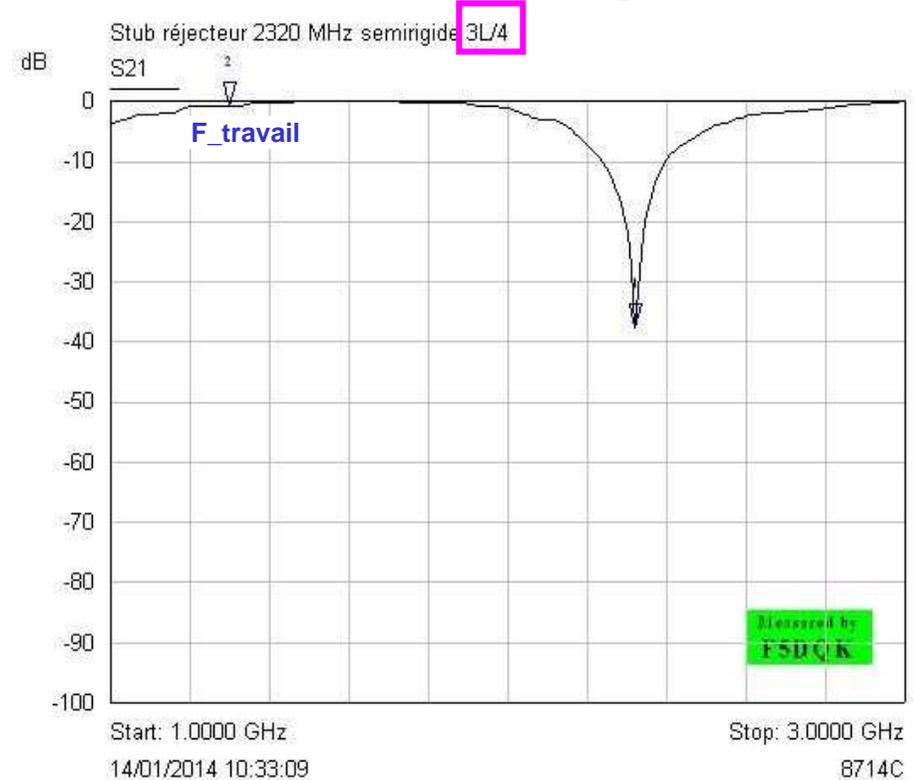
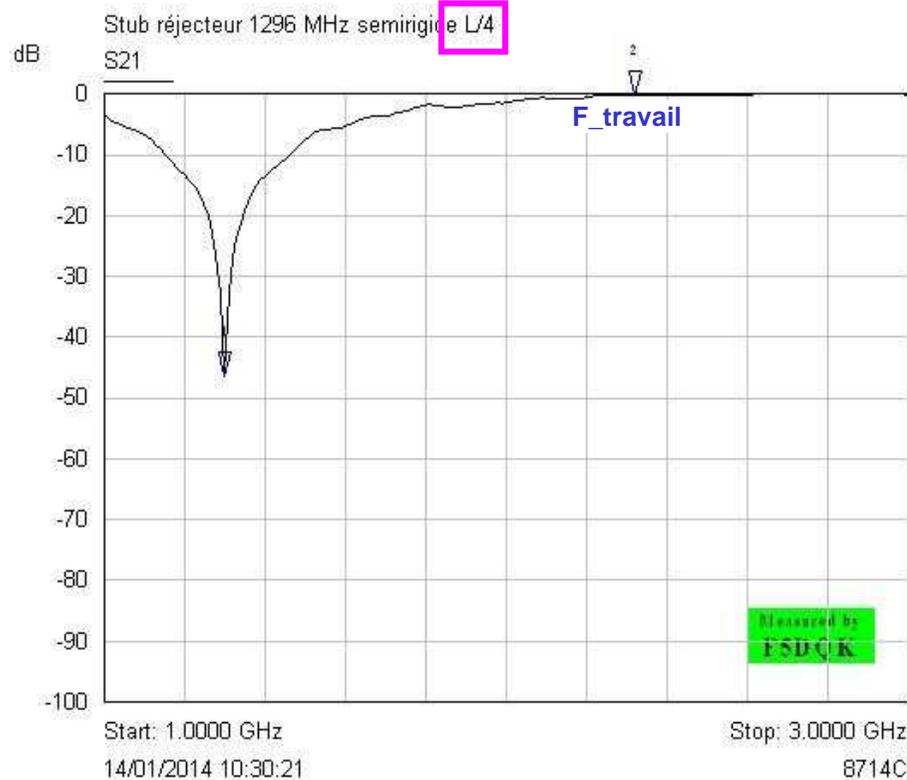


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	S21_essai	1.3256 GHz	-37.46 dB	<b>Coax Téflon en <math>\lambda/4</math></b>

## Stubs ouverts 23 et 13cm réalisés en coaxial Semi-rigide



# Confection de stubs ouverts 23 et 13 cm en semirigide

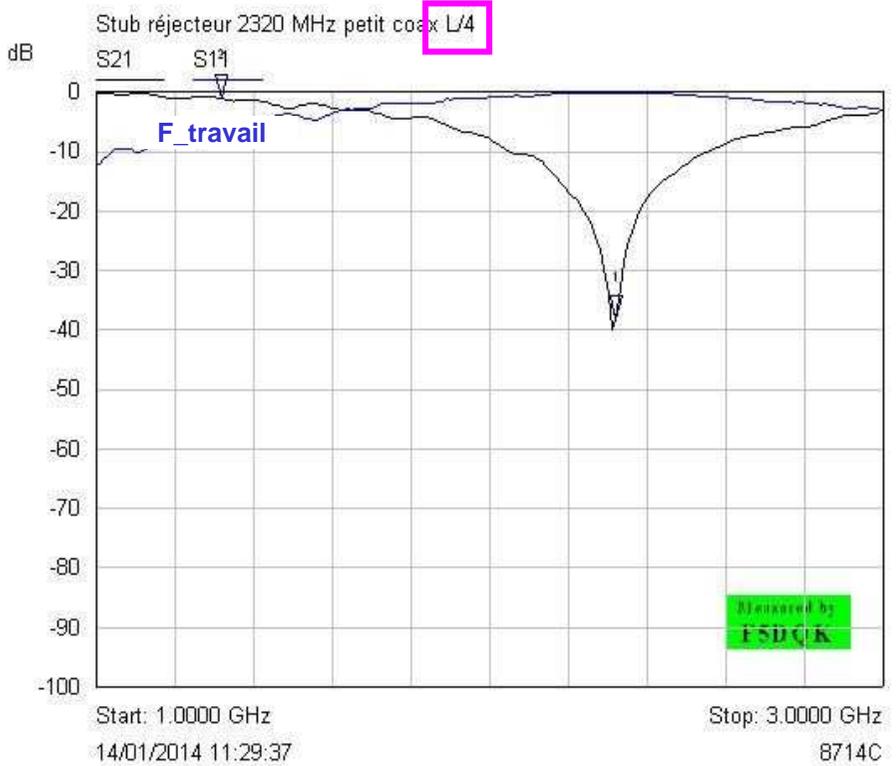


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	1.3000 GHz	-46.45 dB	Longueur 35.9 mm
2	S21	2.3200 GHz	-0.19 dB	<b>utilisable</b>

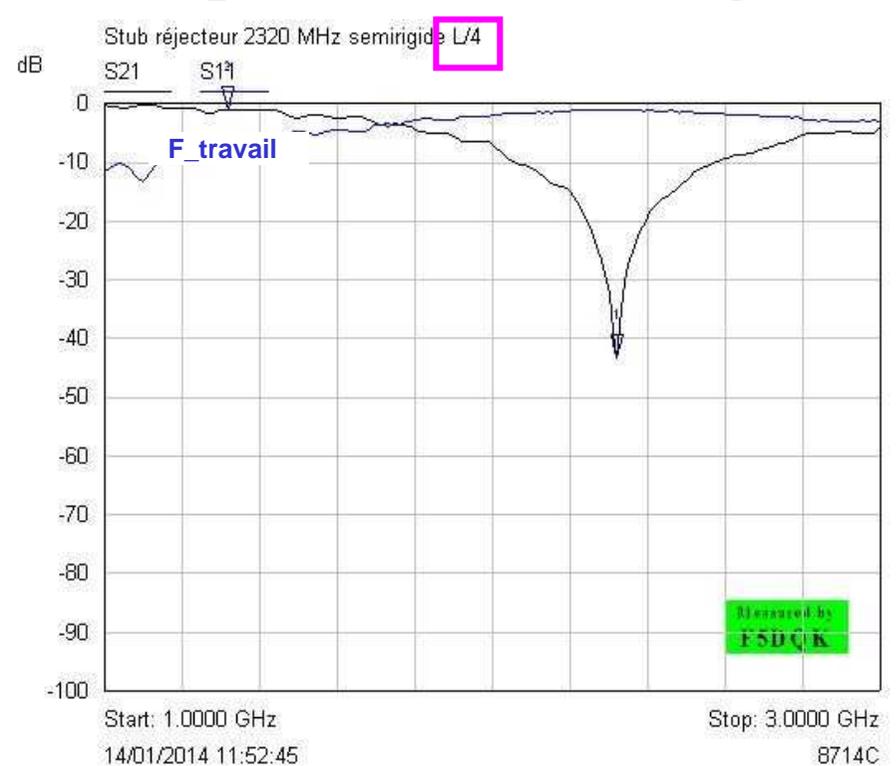
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	2.3200 GHz	-37.72 dB	Longueur 63.5 mm
2	S21	1.3000 GHz	-0.83 dB	<b>inutilisable !</b>

**Pertes d'insertion trop grandes  
à la fréquence de travail**

# Stubs 13 cm ouverts : différence entre petit coax et semirigide



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	2.3200 GHz	-38.41 dB	
2	S21	1.3200 GHz	-1.19 dB	<b>inutilisable !</b>

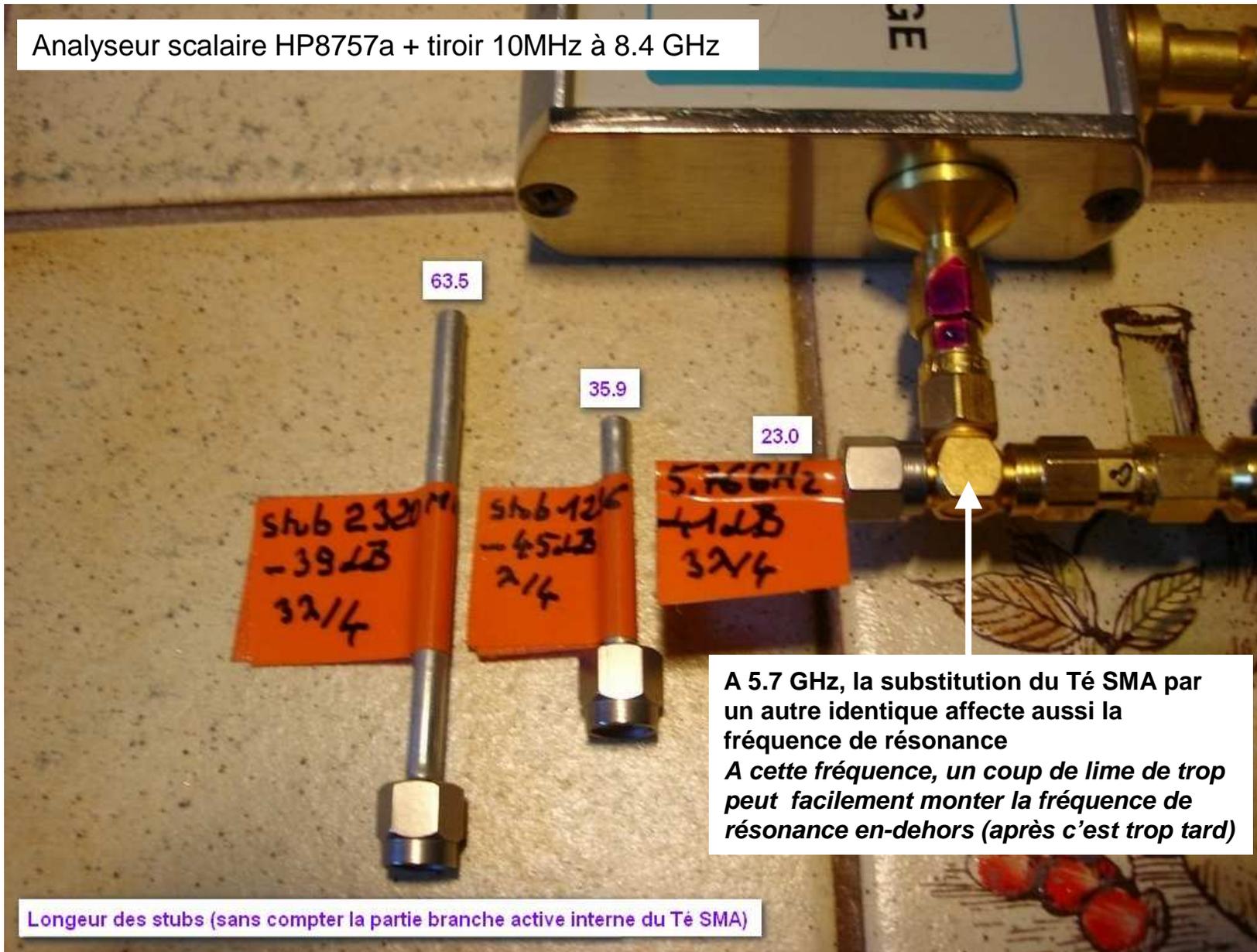


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	2.3200 GHz	-43.36 dB	
2	S21	1.3200 GHz	-0.96 dB	<b>inutilisable !</b>

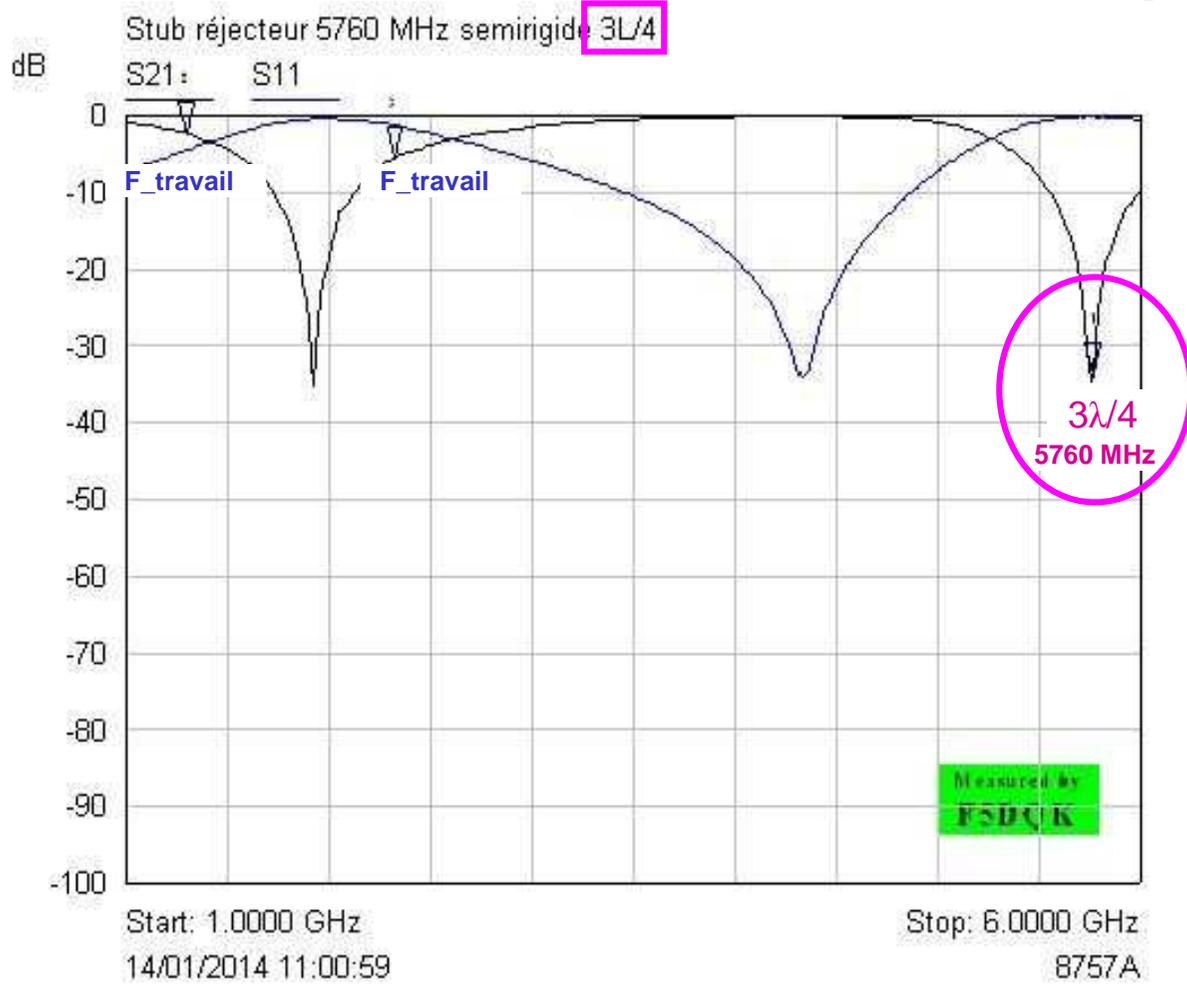
**Pertes d'insertion trop grandes à la fréquence de travail pour nos applications OM**

## Essai de stub ouvert bande 6cm

Analyseur scalaire HP8757a + tiroir 10MHz à 8.4 GHz

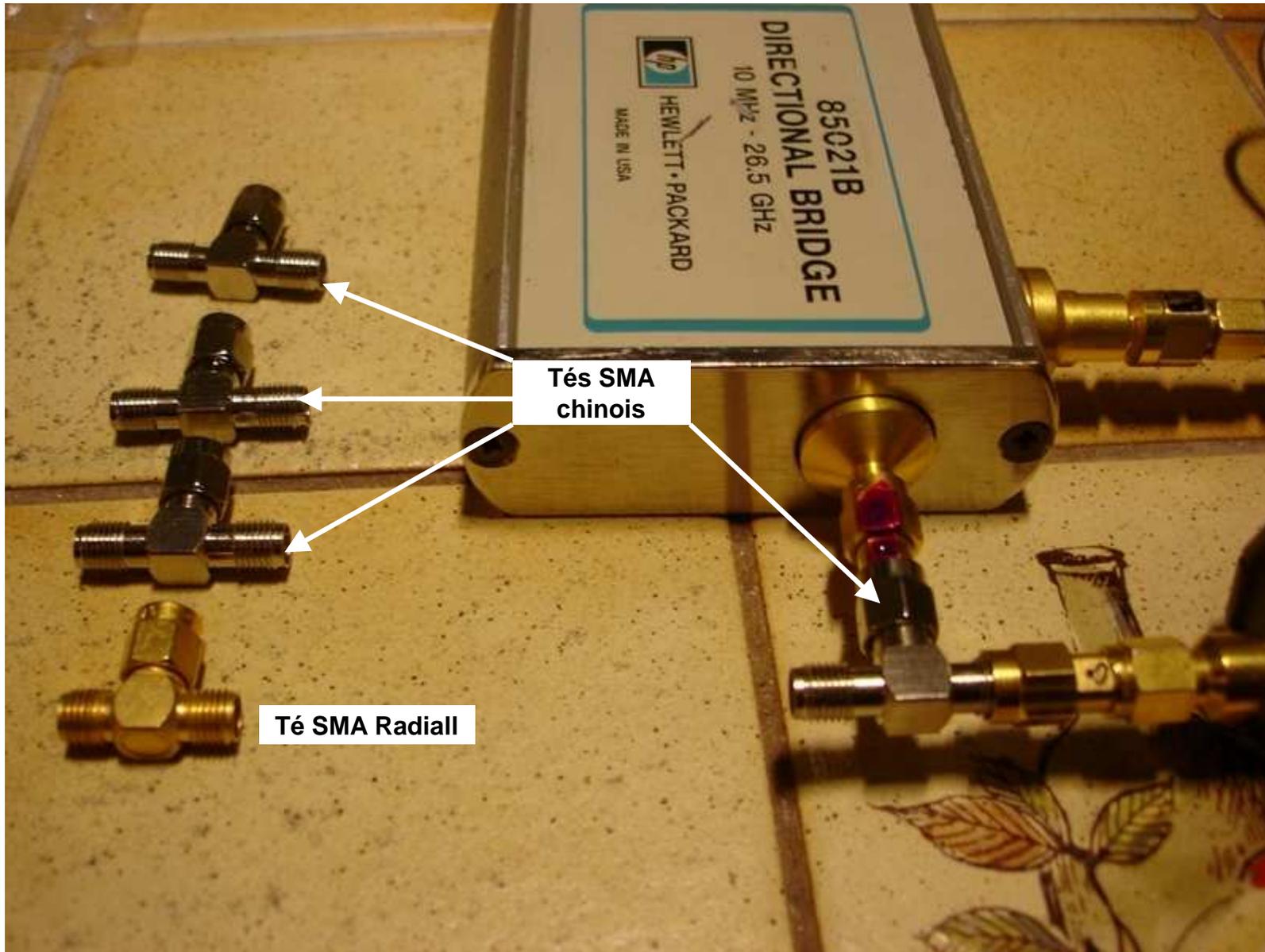


# Confection d'un stub ouvert 6 cm en semirigide

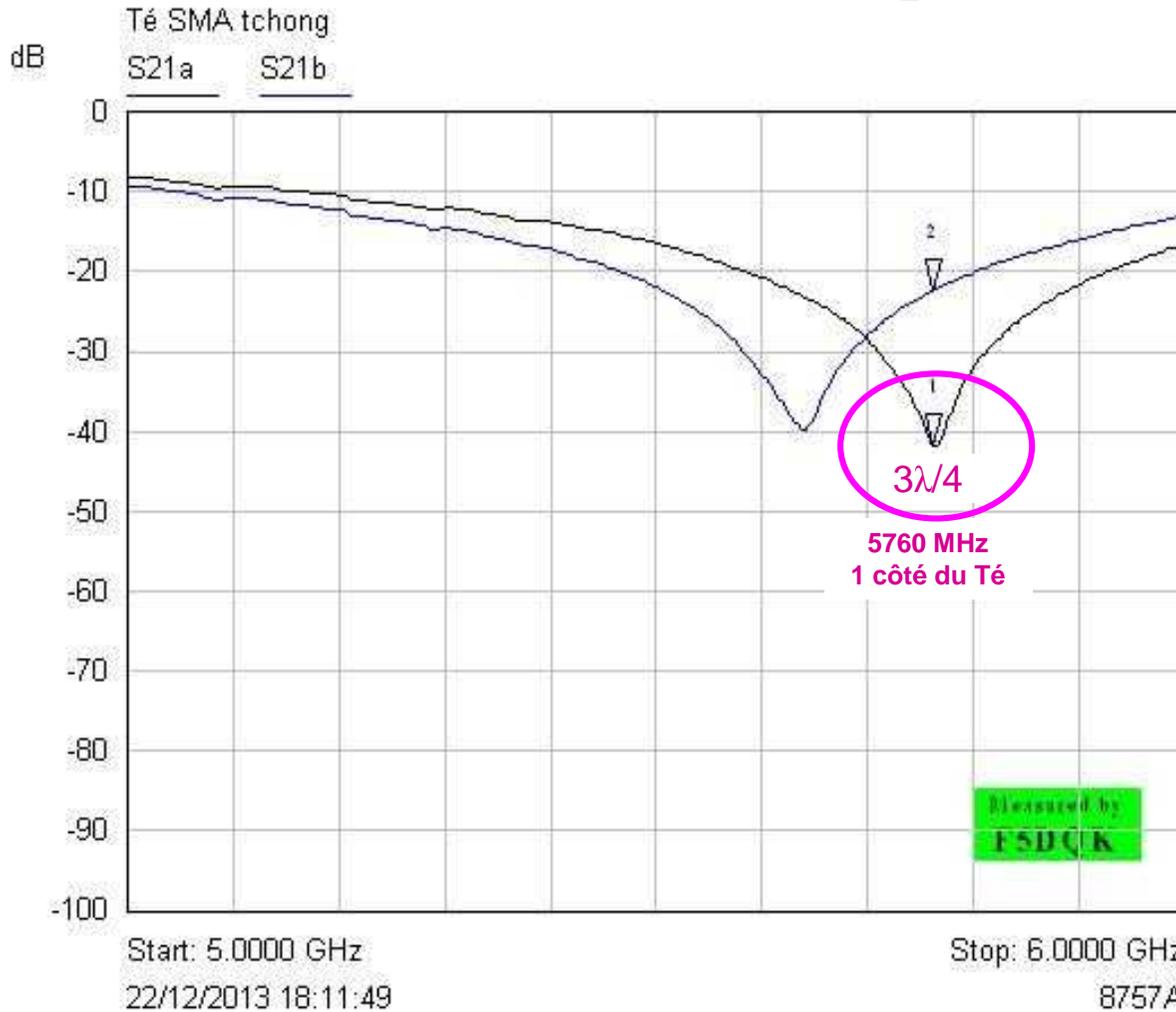


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	5.7625 GHz	-33.59 dB	Longueur 35.9 mm
2	S21	1.3000 GHz	-2.31 dB	<b>Malheureusement inutilisable !</b>
3	S21	2.3250 GHz	-5.54 dB	

## Essai sur 6 cm avec Tés chinois



# Stubs ouverts 6cm avec plusieurs Tés SMA chinois

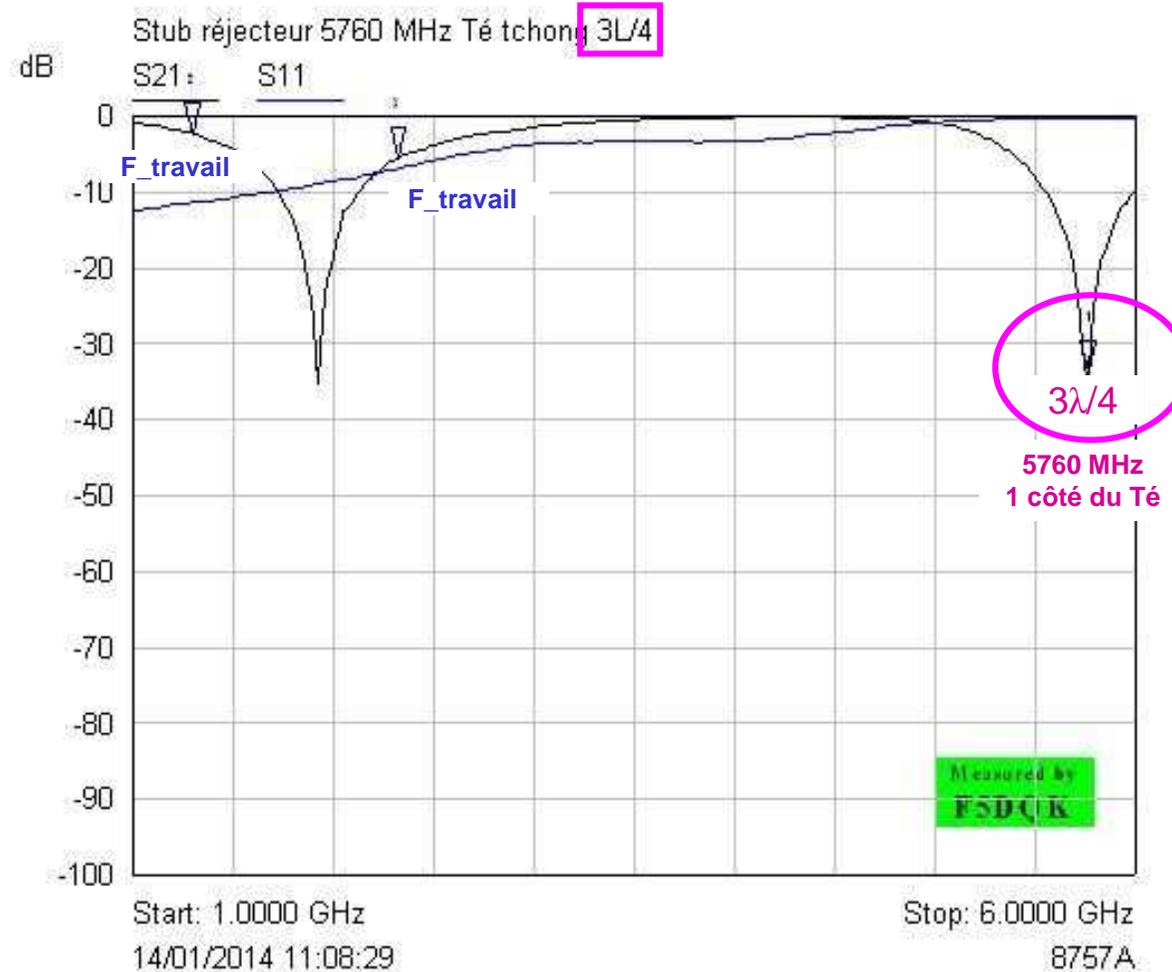


Bonne surprise, l'un d'eux est accordé «pile» à 5.76 GHz.  
Mais seule l'un des côtés (branches) est utilisable à réjection maximale, à cause des PBs de tolérance dimensionnelles

Aucun des 3 autres Tés n'a la même fréquence de résonance (par contre, toujours entre 5.4 et 6.0 GHz).  
L'atténuation à notre fréquence de 5.76 GHz remonte alors aux alentours de 20dB

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	S21a	5.7625 GHz	-41.79 dB	Branche A
2 ▽	S21b	5.7625 GHz	-22.33 dB	Branche B

# Stub ouverts 6 cm avec seul Té SMA chinois ADOC



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
∇	S21	5.7625 GHz	-33.59 dB	
∇	S21	1.3000 GHz	-2.31 dB	<b>Malheureusement inutilisable !</b>
∇	S21	2.3250 GHz	-5.54 dB	

## Remarque finale

- Comme les dimensions des Tés SMA varient d'une marque à une autre, les longueurs des stubs finis ne sont donnés qu'à titre indicatif et ne conviennent que pour des Tés SMA Radiall
- Entre 2 Tés SMA pourtant de même marque, à 5.7 GHz l'ajustement d'un même stub variera alors très fortement → stub et Té devront alors former après mesure un ensemble indissociable

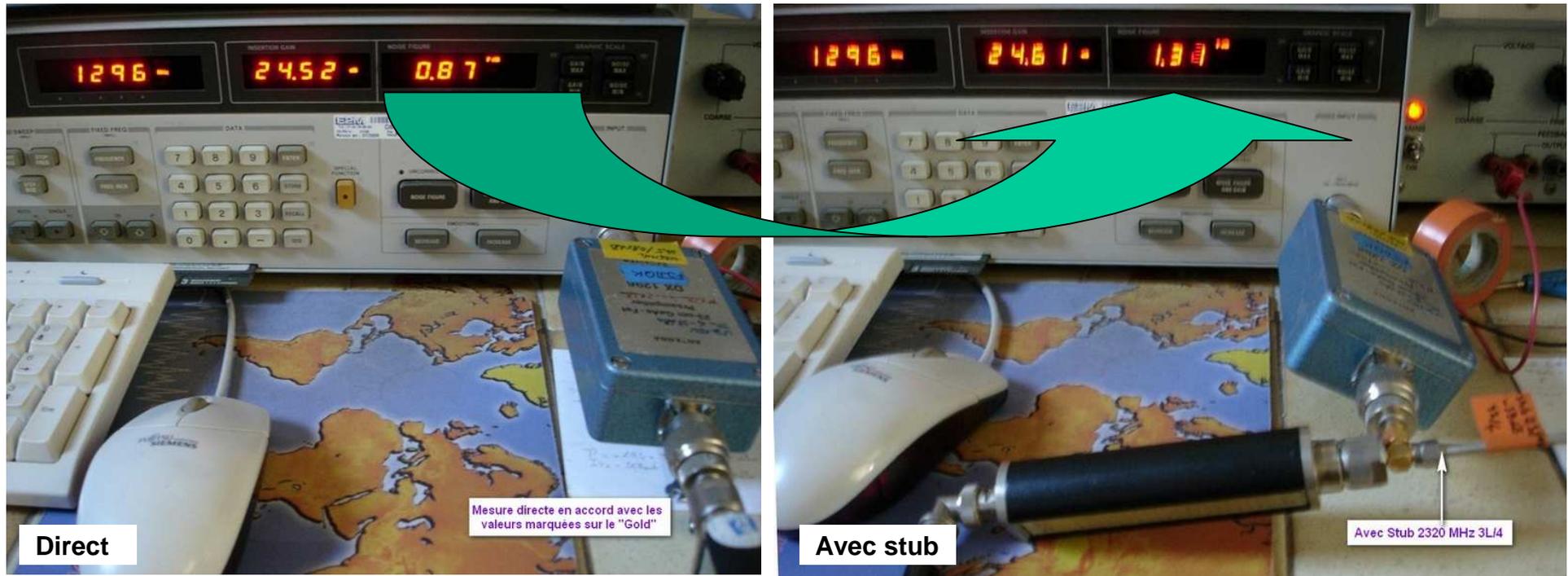
## 5- Action sur le couple gain/Nf du LNA

Avec stubs ouverts uniquement confectionnés en **coaxial semi-rigide** classique  
Seul le réjecteur 2320 MHz a été utilisé sur la bande 1300 MHz

Essais effectués sur :

- LNA monobande 1296 MHz à Fet GaAs
- LNA large bande AD6IW à bonne adaptation d'entrée

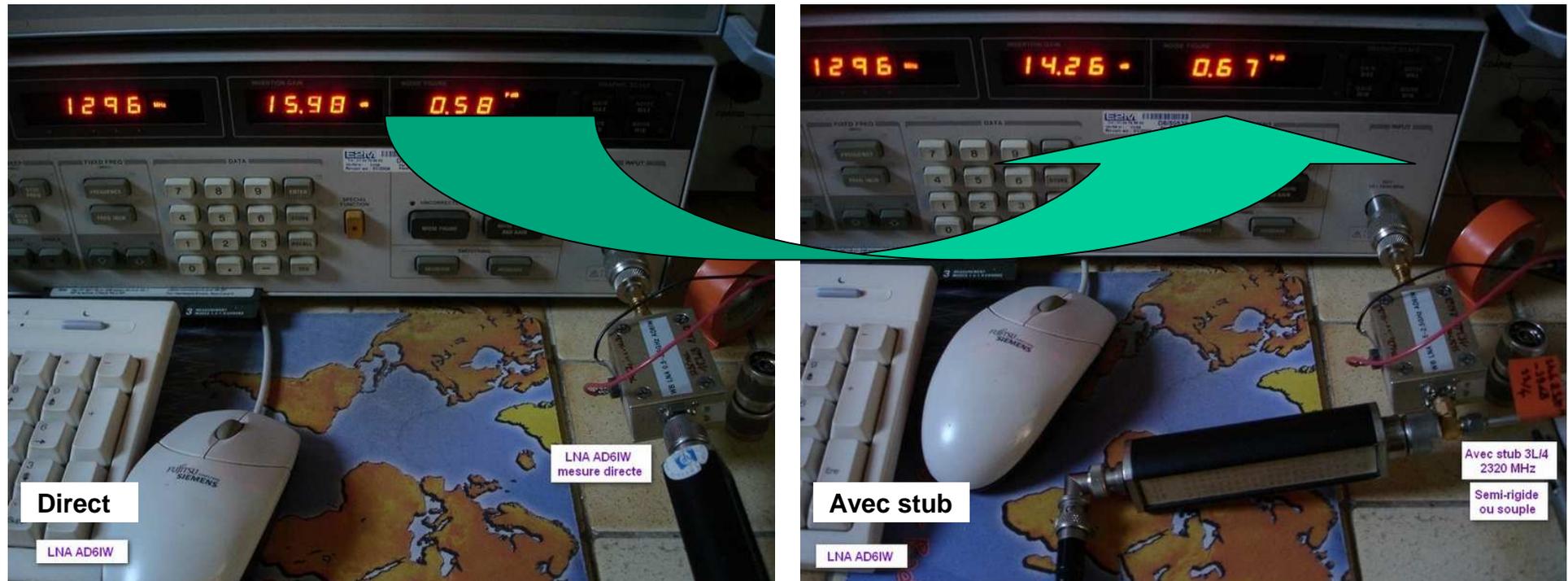
# Stub 13cm sur LNA 1296 MHz SSB-Electronic



Comme le circuit d'entrée du Fet GaAs présente un **S11 très mauvais** (en général <math><5\text{dB}</math>), en 23cm le stub 13cm en semi-rigide réagit alors sur son Nf  
En vue de le redescendre, il faudra alors le «retuner» quelque peu

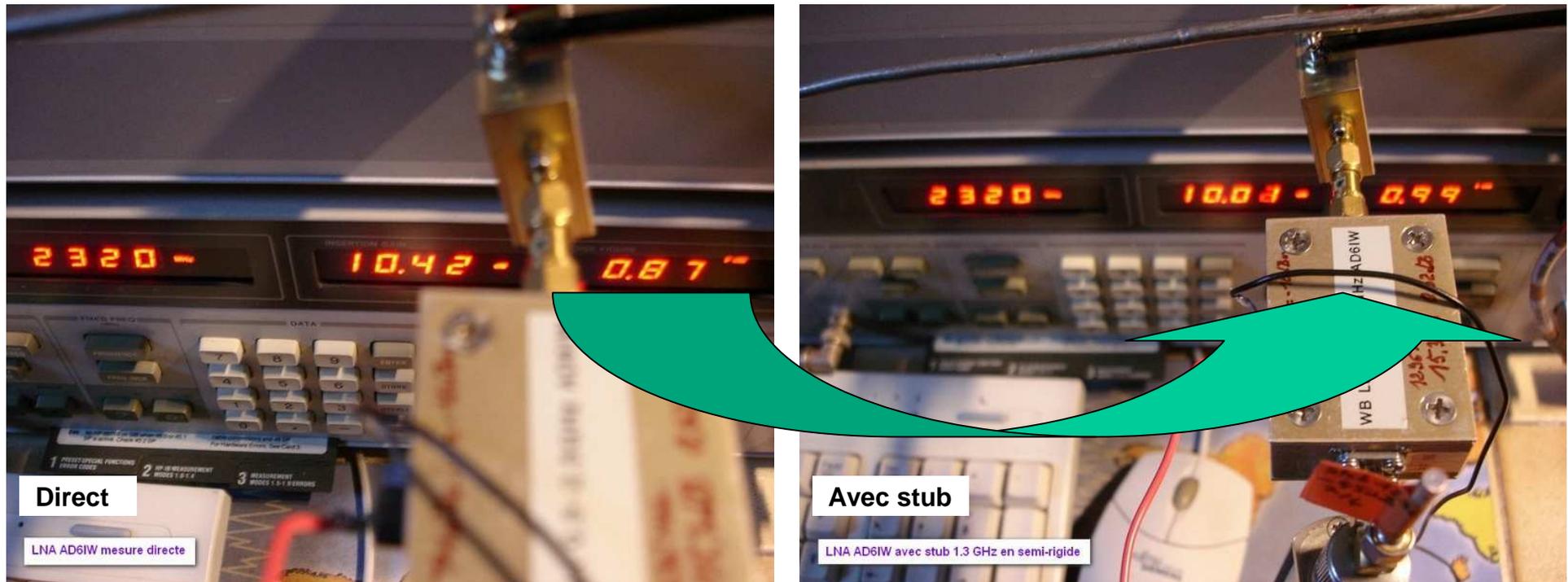
*En vue d'effectuer le test contraire, pour l'instant je ne dispose malheureusement pas de LNA 13cm !*

# Stub 13cm sur LNA large bande AD6IW à 1296 MHz



Avec son **S11 toujours >10dB** partout, à 23cm le stub semi-rigide 13cm ne réagit que très peu sur son Nf

## Stub 23cm sur LNA large bande AD6IW à 2320 MHz



Avec son **S11 toujours >10dB** partout, à 13cm le stub semi-rigide 23cm ne réagit que très peu sur son Nf

*Si on choisit de câbler le stub coax à l'intérieur du boîtier LNA et au niveau du circuit d'entrée RF, la dégradation peut encore être minimisée*

## 6- Réaction des stubs 1.2 / 2.3 en 5.7 GHz

En raison des pertes du diélectrique à cette fréquence, ils sont alors totalelement inutilisables

## **Essai avec 4 isolateurs successifs 5.7 GHz «sous la main»**

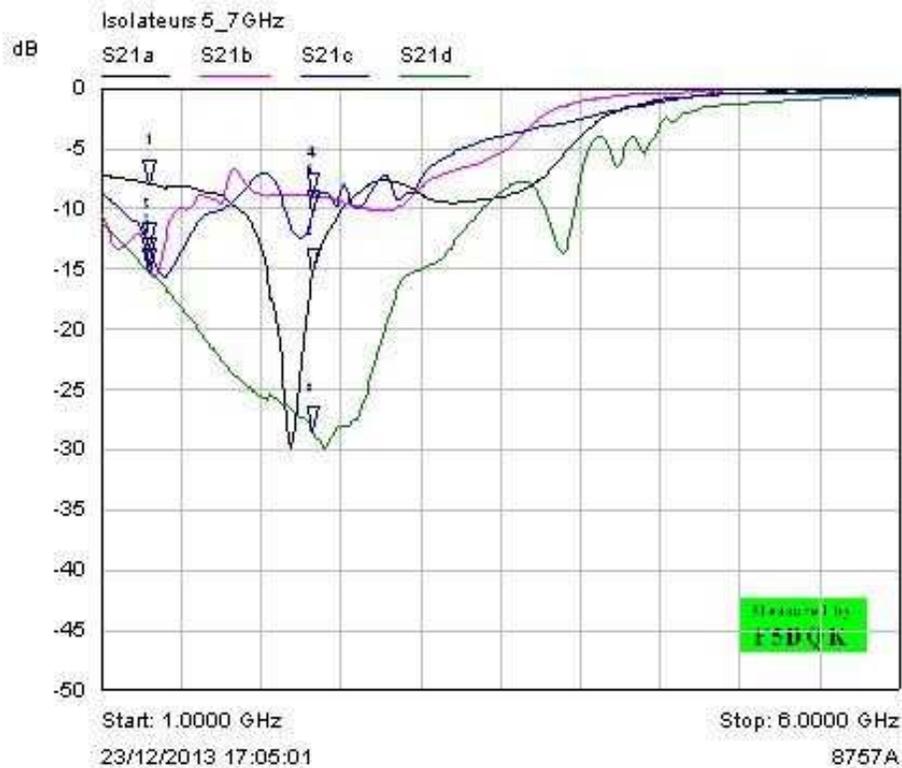
En vue de protéger un LNA 5.7 GHz contre une forte puissance émanant des bandes inférieures, la seule solution est de recourir à un isolateur 5.7 GHz

faible perte

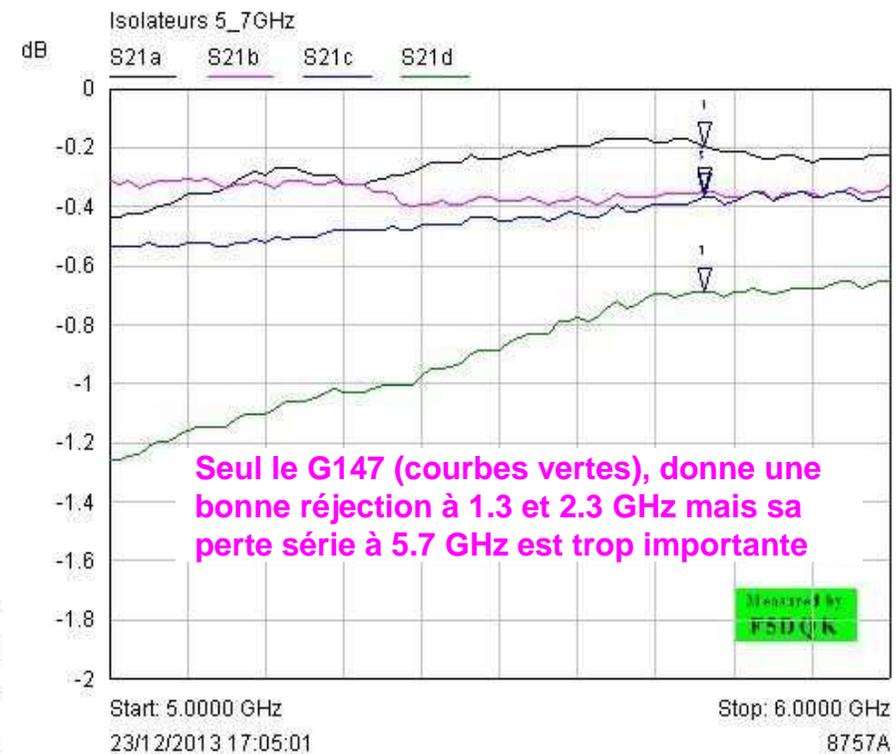
à bande étroite

réjectant les bandes 1.3 et 2.3 GHz à plus de 25 dB (difficile à trouver)

# Essai avec 4 isolateurs successifs 5.7 GHz «sous la main»

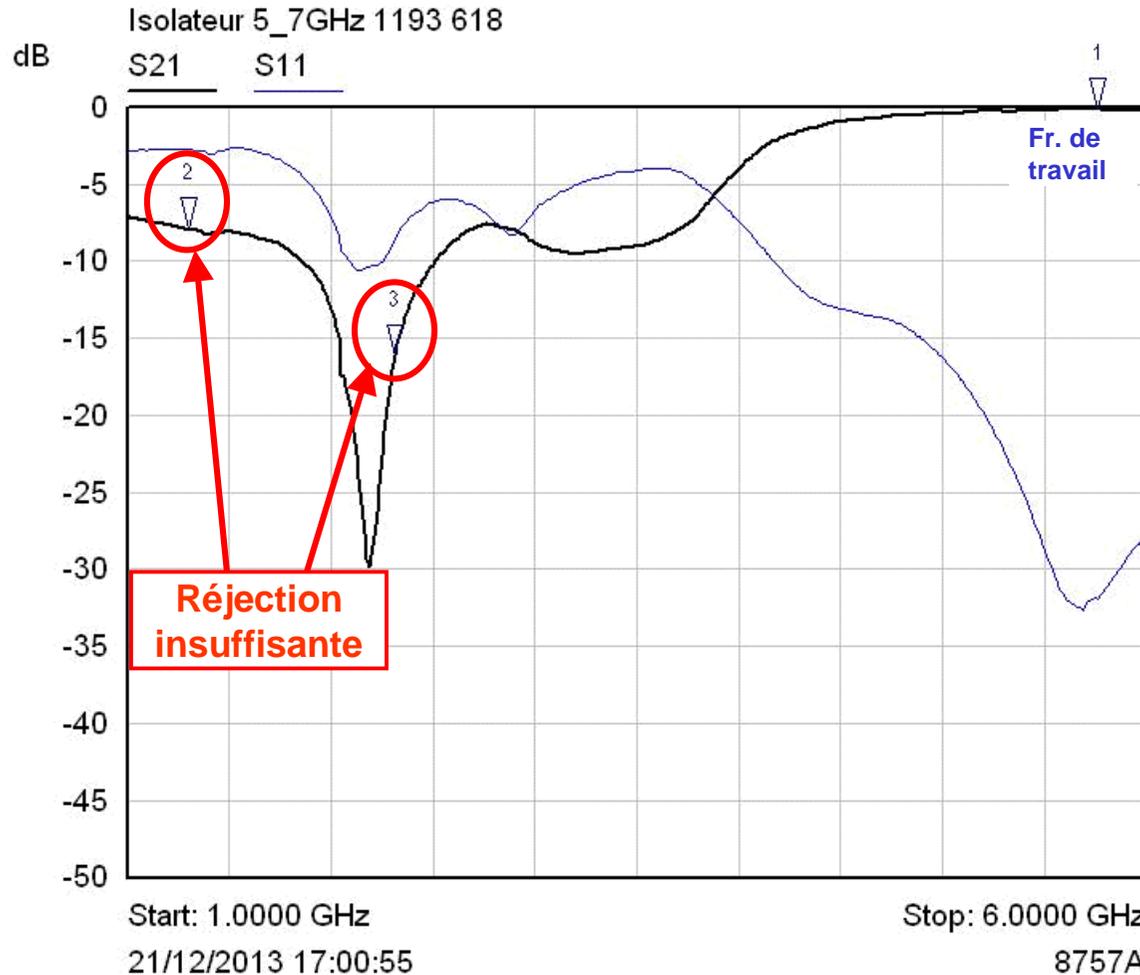


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21a	1.3000 GHz	-7.92 dB	Iso 1193 818
2	S21a	2.3250 GHz	-15.41 dB	Iso 1193 818
3	S21b	1.3000 GHz	-14.51 dB	Iso H62-1L1FF
4	S21b	2.3250 GHz	-8.96 dB	Iso H62-1L1FF
5	S21c	1.3000 GHz	-13.22 dB	Iso TBC 621 Thomson
6	S21c	2.3250 GHz	-10.44 dB	Iso TBC 621 Thomson
7	S21d	1.3000 GHz	-15.27 dB	Iso G147
8	S21d	2.3250 GHz	-28.48 dB	Iso G147



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21a	5.7625 GHz	-0.19 dB	Iso 1193 818
2	S21b	5.7625 GHz	-0.35 dB	Iso H62-1L1FF
3	S21c	5.7625 GHz	-0.37 dB	Iso TBC 621 Thomson
4	S21d	5.7625 GHz	-0.69 dB	Iso G147

# Essai avec «meilleur» isolateur 5.7 GHz sous la main



Perte d'insertion 0.2dB pour S11>30dB

Réjection :

à 1.3 GHz : seulement 8dB !

à 2.3 GHz : 16dB

Conclusion :

trouver un autre isolateur faible perte à 5.7 GHz, mais avec une bien meilleure réjection des bandes 1.3 et 2.3 GHz !

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	5.7625 GHz	-0.19 dB	
2	S21	1.3000 GHz	-7.92 dB	
3	S21	2.3125 GHz	-16.19 dB	

# 7- Conclusion

*NB : l'isolation est en principe validée sur impédance caractéristique de 50 Ohms.  
Les systèmes LNA en fonction de leur (mauvais) return-loss et des longueurs de lignes amont utilisées,  
peuvent donner en réalité des mesures d'isolation quelque peu différentes..*

# Conclusion

## 1- Feeds multibande :

- Seuls les RF Hamdesign ont été essayés (boucles concentriques)
- Aucune specs usine ne mentionne le paramètre **d'isolation interbande**
- Curieusement l'isolation du tribande est largement meilleure que celle du bibande pourtant flambant neuf, pourquoi ? ? ?

Et le raisonnement est alors identique pour toute autre production telle les cornets multibandes IK1GEX (voir page web de F1BZG), IK2OFO, etc . . .

## 2- Stubs réjecteurs :

- Jusqu'à 2.3 GHz, confection de stubs ouverts, faciles à ajuster et réalisés en coaxial semi-rigide (plus faibles pertes)

Réjection atteinte de l'ordre de 40dB

Influence sur la figure de bruit :

négligeable sur LNA avec un RL d'au moins 10dB

devenant prohibitive si l'impédance d'entrée du LNA est trop éloignée de 50 Ohms. Il faut alors le

régler de nouveau au bruit\_min avec le stub en place

- Stub ouvert 6cm : absolument inutilisable en 13 et 23cm quelle que soit la provenance du Té utilisé. Il vaut alors mieux recourir à un isolateur 5.7 GHz :

faible perte à 5.76 GHz

réjectant suffisamment les 2 autres bandes 1.3 et 2.3 GHz (difficile à trouver) mais surtout à mesurer impérativement avant adoption)

**NB :**

Sur un LNA front-end , il est possible de supprimer le Té SMA en entrée : il suffit alors de souder le stub réjecteur directement à son entrée, mais à l'intérieur de son «boîtier»

*Pour l'instant, seuls les stubs ouverts en  $(n+1)\lambda/4$  ont été abordés car beaucoup plus faciles à tailler*

*La même chose sera à essayer ASAP sur des stubs fermés, taillés en  $n*\lambda/2$*

# Remerciements

L'auteur tient à remercier particulièrement Sylvain F6CIS pour nos fructueuses discussions téléphoniques, Jean-Yves F5FVP pour ses propres relevés de mesure, Philippe F6DQZ, Marc F8DLS, André F1PYR et Laurent F1NFY pour le prêt de leurs sources multibandes respectives