

QRM 4G en 23 et 13cm



Répéteur Beaumont de Villecresnes:
SFR + Orange + Free + Bouygues



Préface

Les problèmes de brouillage débutés il y a plus de 2 ans n'ont fait qu'empirer
Sur le S-mètre de l'IC-910H, ils se traduisent par une remontée de bruit aléatoire jusqu'à 57 quand le préampli mât SP-23 est enclenché

QRM pratiquement omnidirectionnel, avec de faibles retombées dans seulement certaines directions

En effet en-dehors de la bande 23cm amateur, une 55 el F9FT doit présenter un diagramme relativement «patatoïdal» avec lobes secondaires désaxés, ce qui n'est pas le cas d'une parabole prime-focus

Mais dès début de basculement de la Versatower d'environ 15° par rapport à la verticale, les perturbations disparaissent totalement

QRM provenant des 2 tours très proches l'une de l'autre, équipées par les 4 opérateurs de téléphonie bien connus, et situées à seulement 400M à vol d'oiseau du QRA

QRM surtout le matin, le soir, le W-E, et bien plus important en période de repos ou de fêtes

Quelle en est l'interprétation auditive ?

Au bruit de fond continu généré par le seul préampli-mât et se contentant juste de décoller le S-mètre comme il y a encore 2 à 3 ans, s'additionnent maintenant 2 autres phénomènes :

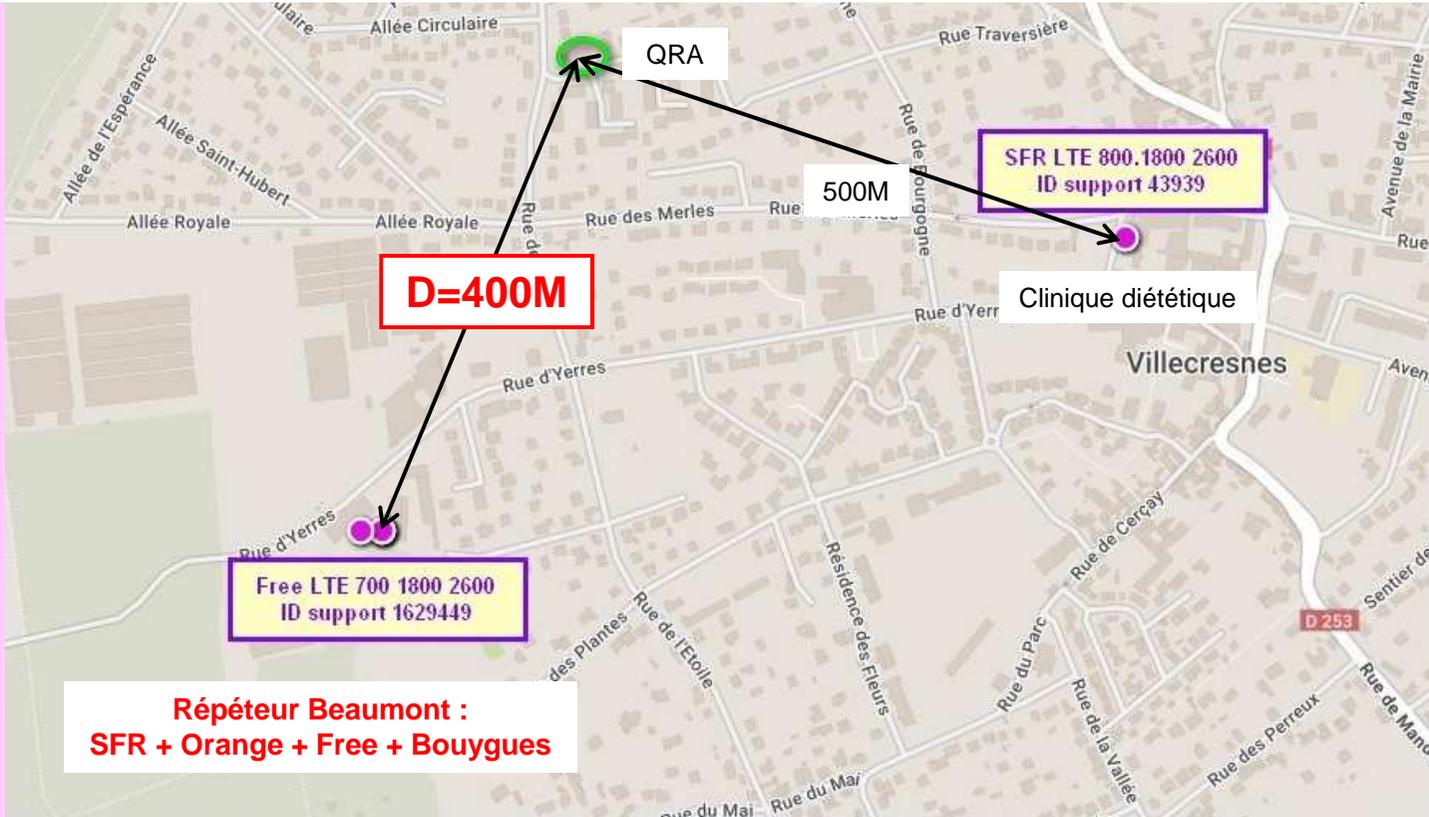
- Une remontée continue de bruit de fond vers S4 à S5, quelle que soit la direction
- Des superpositions répétitives de courte durée d'un autre bruit additionnel, mais poussant le S-mètre jusqu'à S7 à S8 comme de gros «cra-cras» auditifs sporadiques superposés

Sommaire

- 1- Répéteurs perturbateurs proches du QRA
- 2- Perturbations en 23cm, mesures prises
- 3- Perturbations en 13cm et mesures prises
- 4- Réalisation effectuée



1- Répéteurs perturbateurs proches



Répéteur Beaumont : antennes, opérateurs et fréquences

Opérateur	<i>free</i>			
Catégorie	Téléphonie			
Adresse	43 RUE D'YERRES			
Code Postal / Commune	94440 VILLECRESNES			
Hauteur : 31,3m	N° Identification	Accords ANFR Implantation Dernière modification	Orienta tion	Bandes de fréquences
LTE 700 (4G)	1410970	25/03/2016 24/02/2017	260,0°	723,0 - 733,0MHz 778,0 - 788,0MHz
UMTS 900 (3G)	1410970	25/03/2016 24/02/2017	20,0° 120,0° 260,0°	899,9 - 904,9MHz 944,9 - 949,9MHz
LTE 1800 (4G)	1410970	25/03/2016 24/02/2017	20,0° 120,0° 260,0°	1750,0 - 1765,0MHz 1845,0 - 1860,0MHz
UMTS 2100 (3G)	1410970	25/03/2016 24/02/2017	20,0° 120,0° 260,0°	1954,9 - 1959,9MHz 2144,9 - 2149,9MHz
LTE 2600 (4G)	1410970	25/03/2016 24/02/2017	20,0° 120,0° 260,0°	2550,0 - 2570,0MHz 2670,0 - 2690,0MHz

Edition du 25/09/2017

Opérateur				
Catégorie	Téléphonie			
Adresse	43, R DE YERRES LES ATELIERS DE BEAUMONT S			
Code Postal / Commune	94440 VILLECRESNES			
Hauteur : 30,0m	N° Identification	Accords ANFR Implantation Dernière modification	Orienta tion	Bandes de fréquences
LTE 800 (4G)	109255	28/05/1999 05/09/2014	40,0° 140,0° 260,0°	791,0 - 801,0MHz 832,0 - 842,0MHz
GSM 900 (2G)	109255	28/05/1999 05/09/2014	40,0° 140,0° 260,0°	880,1 - 889,9MHz 925,1 - 934,9MHz
UMTS 900 (3G)	109255	28/05/1999 05/09/2014	40,0° 140,0° 260,0°	880,1 - 889,9MHz 925,1 - 934,9MHz

Hauteur : 27,2m	N° Identification	Accords ANFR Implantation Dernière modification	Orienta tion	Bandes de fréquences
GSM 1800 (2G)	109255	28/05/1999 05/09/2014	40,0° 140,0° 260,0°	1765,0 - 1785,0MHz 1860,0 - 1880,0MHz
LTE 1800 (4G)	109255	28/05/1999 05/09/2014	40,0° 140,0° 260,0°	1765,0 - 1785,0MHz 1860,0 - 1880,0MHz
UMTS 2100 (3G)	109255	28/05/1999 05/09/2014	40,0° 140,0° 260,0°	1900,1 - 1905,1MHz 1935,3 - 1950,1MHz 2125,3 - 2140,1MHz
LTE 2600 (4G)	109255	28/05/1999 05/09/2014	40,0° 140,0° 260,0°	2535,0 - 2550,0MHz 2655,0 - 2670,0MHz

Edition du 25/09/2017

Répéteur Beaumont : antennes, opérateurs et fréquences

Opérateur				
Catégorie	Téléphonie			
Adresse	43, R DE YERRES LES ATELIERS DE BEAUMONT S			
Code Postal / Commune	94440 VILLECRESNES			
Hauteur : 22,2m	N° Identification	Accords ANFR Implantation Dernière modification	Orienta- tion	Bandes de fréquences
LTE 800 (4G)	487189	19/10/2007 04/04/2014	30,0° 120,0° 240,0°	811,0 - 821,0MHz 852,0 - 862,0MHz
GSM 900 (2G)	487189	19/10/2007 04/04/2014	30,0° 120,0° 240,0°	890,1 - 902,5MHz 935,1 - 947,5MHz
GSM 1800 (2G)	487189	19/10/2007 04/04/2014	30,0° 120,0° 240,0°	1710,0 - 1730,0MHz 1805,0 - 1825,0MHz
UMTS 2100 (3G)	487189	19/10/2007 04/04/2014	30,0° 120,0° 240,0°	1910,1 - 1915,1MHz 1964,9 - 1979,7MHz 2154,9 - 2169,7MHz
LTE 2600 (4G)	487189	19/10/2007 04/04/2014	30,0° 120,0° 240,0°	2515,0 - 2535,0MHz 2635,0 - 2655,0MHz

Edition du 25/09/2017

Opérateur				
Catégorie	Téléphonie			
Adresse	43, R DE YERRES LES ATELIERS DE BEAUMONT S			
Code Postal / Commune	94440 VILLECRESNES			
Hauteur : 24,7m	N° Identification	Accords ANFR Implantation Dernière modification	Orienta- tion	Bandes de fréquences
LTE 800 (4G)	346428	18/06/2004 08/07/2016	30,0° 150,0° 270,0°	801,0 - 811,0MHz 842,0 - 852,0MHz
UMTS 900 (3G)	346428	18/06/2004 08/07/2016	30,0° 150,0° 270,0°	904,9 - 914,9MHz 949,9 - 959,9MHz
GSM 900 (2G)	346428	18/06/2004 08/07/2016	30,0° 150,0° 270,0°	904,9 - 914,9MHz 949,9 - 959,9MHz
GSM 1800 (2G)	346428	18/06/2004 08/07/2016	30,0° 150,0° 270,0°	1730,0 - 1750,0MHz 1825,0 - 1845,0MHz
LTE 1800 (4G)	346428	18/06/2004 08/07/2016	30,0° 150,0° 270,0°	1730,0 - 1750,0MHz 1825,0 - 1845,0MHz
UMTS 2100 (3G)	346428	18/06/2004 08/07/2016	30,0° 150,0° 270,0°	1915,1 - 1920,1MHz 1920,5 - 1935,3MHz 1959,9 - 1964,9MHz 2110,5 - 2125,3MHz 2149,9 - 2154,9MHz
LTE 2600 (4G)	346428	18/06/2004 08/07/2016	30,0° 150,0° 270,0°	2500,0 - 2515,0MHz 2620,0 - 2635,0MHz

Edition du 25/09/2017

Répéteur Beaumont : diagrammes de rayonnement



Répéteur Clinique : antennes, opérateurs et fréquences

Opérateur				
Catégorie	Téléphonie			
Adresse	8 BD RICHERAND CLINIQUE DIÉTÉTIQUE			
Code Postal / Commune	94440 VILLECRESNES			
Hauteur : 14,7m	N° Identification	Accords ANFR Implantation Dernière modification	Orienta tion	Bandes de fréquences
LTE 800 (4G)	109516	11/06/1999 28/10/2016	0,0° 120,0° 240,0°	801,0 - 811,0MHz 842,0 - 852,0MHz
UMTS 900 (3G)	109516	11/06/1999 28/10/2016	0,0° 120,0° 240,0°	904,9 - 914,9MHz 949,9 - 959,9MHz
GSM 900 (2G)	109516	11/06/1999 28/10/2016	0,0° 120,0° 240,0°	904,9 - 914,9MHz 949,9 - 959,9MHz
GSM 1800 (2G)	109516	11/06/1999 28/10/2016	0,0° 120,0° 240,0°	1730,0 - 1750,0MHz 1825,0 - 1845,0MHz
LTE 1800 (4G)	109516	11/06/1999 28/10/2016	0,0° 120,0° 240,0°	1730,0 - 1750,0MHz 1825,0 - 1845,0MHz
UMTS 2100 (3G)	109516	11/06/1999 28/10/2016	0,0° 120,0° 240,0°	1915,1 - 1920,1MHz 1920,5 - 1935,3MHz 1959,9 - 1964,9MHz 2110,5 - 2125,3MHz 2149,9 - 2154,9MHz
LTE 2600 (4G)	109516	11/06/1999 28/10/2016	0,0° 120,0° 240,0°	2500,0 - 2515,0MHz 2620,0 - 2635,0MHz

Edition du 25/09/2017

Répéteur Clinique : diagramme de rayonnement



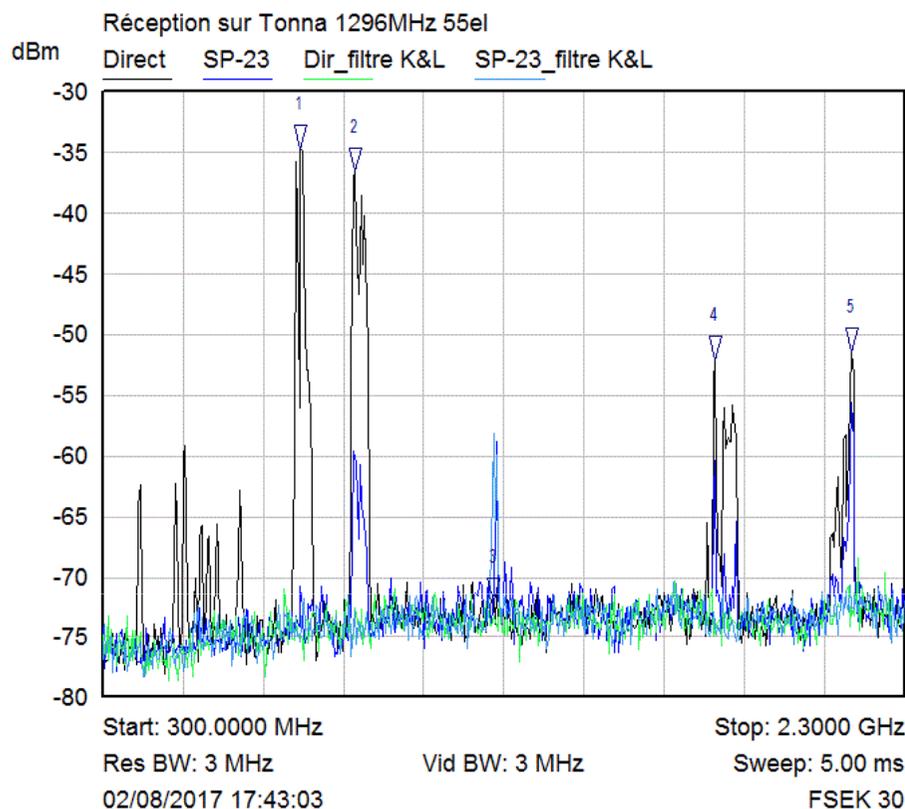
2- LNA SP-23 et filtre additionnel 23cm

Intermodulation résultante, obtenue à l'analyseur de spectre

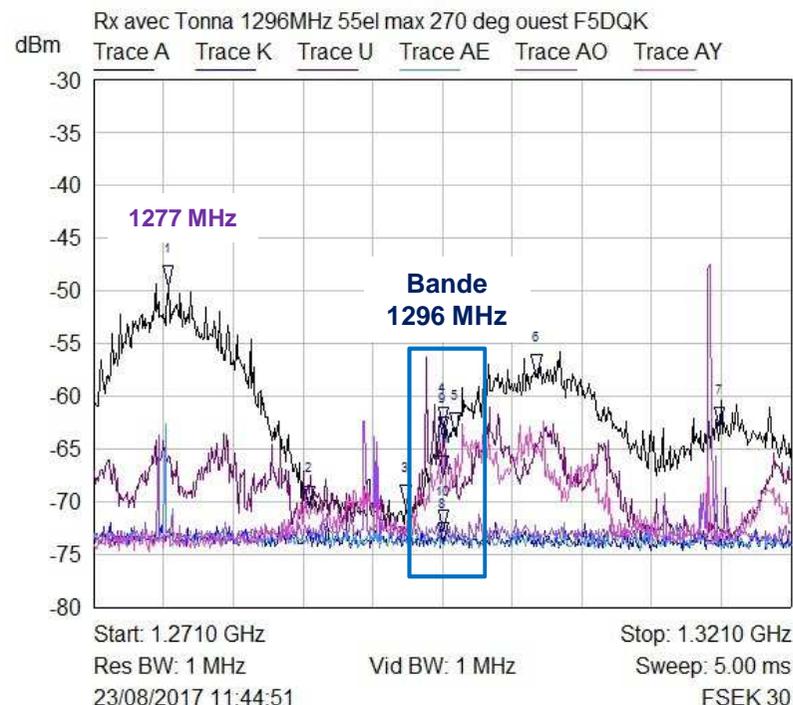
Action filtre faible perte inséré soit en aval ou en amont d'un préampli-mât SSB-Electronic SP-23

Comparaison du comportement résultant

Spectre large bande sur antenne Tonna 55 elts



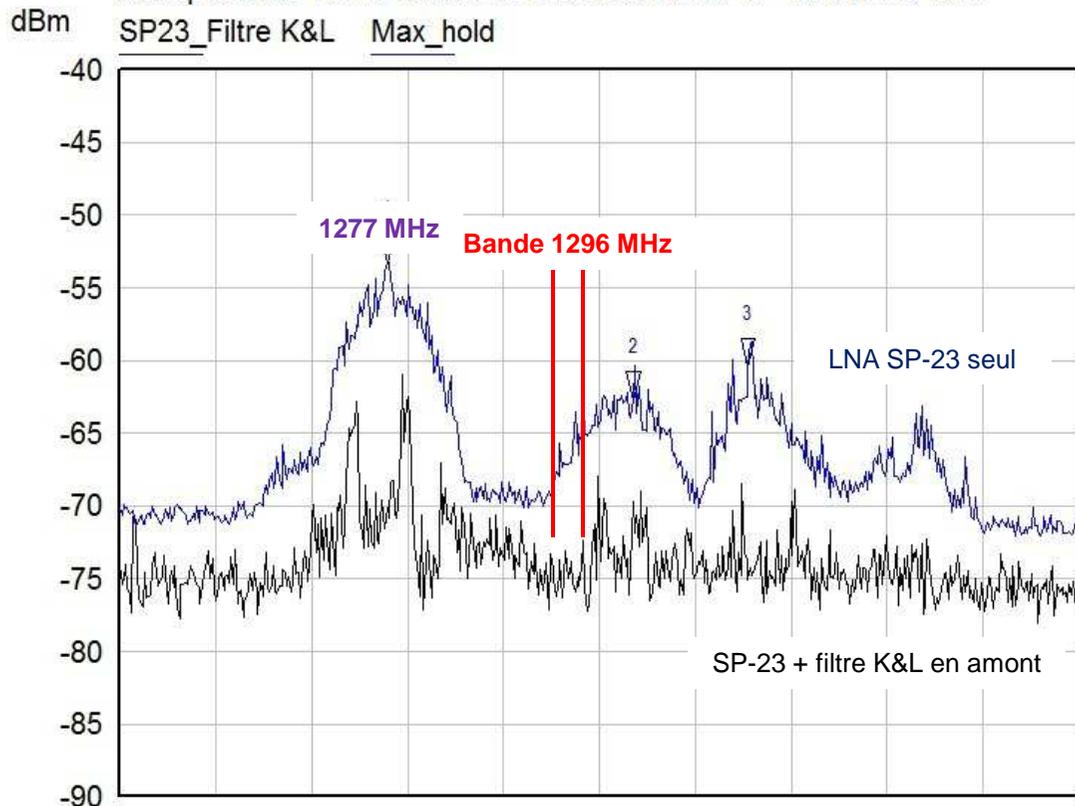
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	Direct	792.9860 MHz	-34.78 dBm	
2 ▾	Direct	929.2585 MHz	-36.60 dBm	
3 ▾	Direct	1.2739 GHz	-72.12 dBm	
4 ▾	Direct	1.8271 GHz	-52.12 dBm	
5 ▾	Direct	2.1677 GHz	-51.41 dBm	



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	Trace A	1.2763 GHz	-49.60 dBm	
2 ▾	Trace A	1.2864 GHz	-70.51 dBm	
3 ▾	Trace A	1.2933 GHz	-70.40 dBm	
4 ▾	Trace A	1.2961 GHz	-63.02 dBm	Début bande 23cm actuelle
5 ▾	Trace A	1.2970 GHz	-63.61 dBm	Fin bande 23cm actuelle
6 ▾	Trace A	1.3028 GHz	-58.09 dBm	
7 ▾	Trace A	1.3159 GHz	-63.05 dBm	
8 ▾	Trace K	1.2961 GHz	-73.92 dBm	Sans préampli
9 ▾	Trace U	1.2961 GHz	-63.90 dBm	SP-23 en bas
10 ▾	Trace AO	1.2961 GHz	-72.78 dBm	Filtre K&L amont + Sp-23 en bas
11 ▾	Trace AY	1.2961 GHz	-67.70 dBm	SP-23 en bas + filtre K&L aval

Spectre zoomé sur antenne Tonna 55 elts

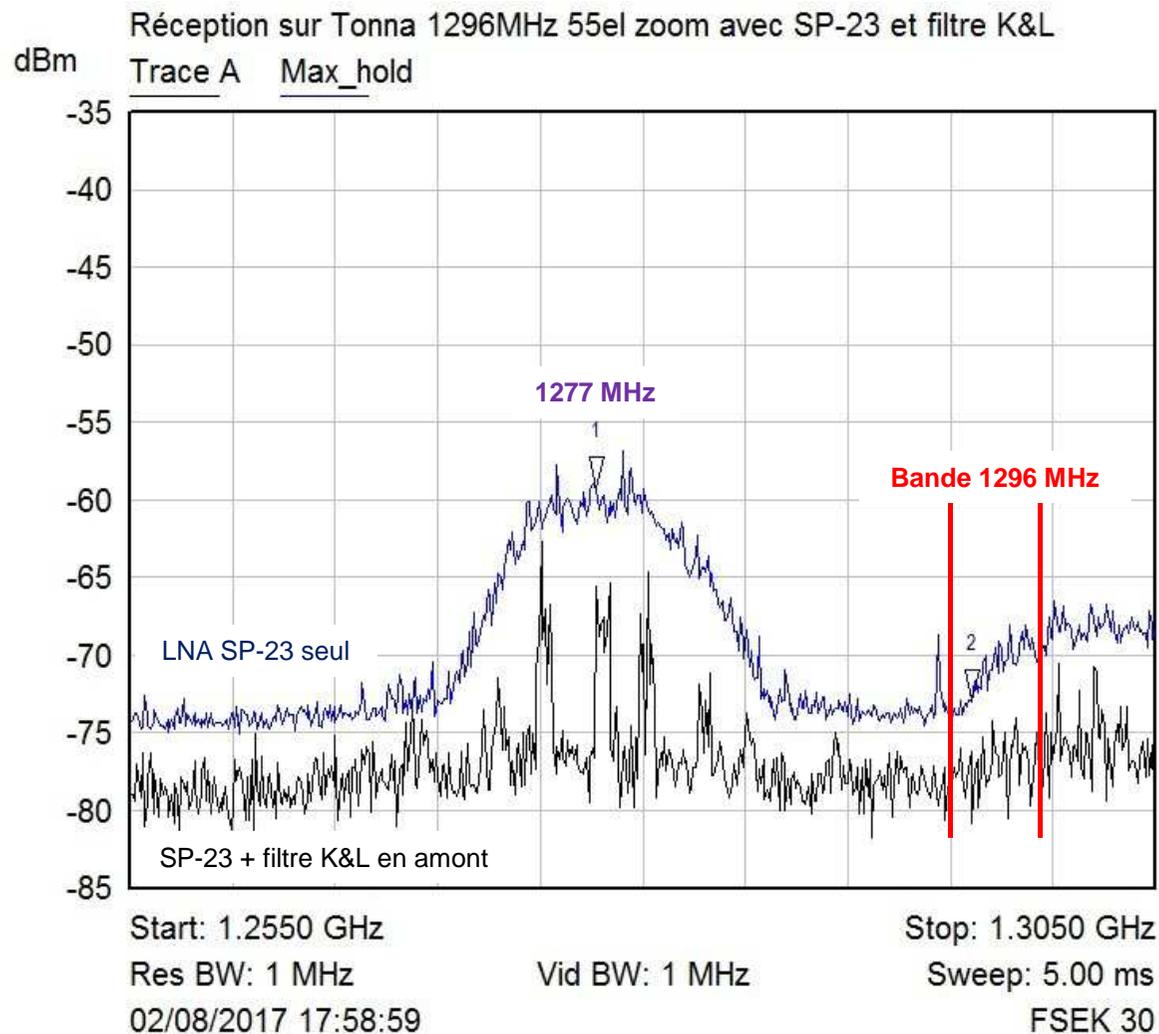
Réception sur Tonna 1296MHz 55el zoom avec SP-23 et filtre K&L



Start: 1.2500 GHz Stop: 1.3500 GHz
 Res BW: 2 MHz Vid BW: 2 MHz Sweep: 5.00 ms
 02/08/2017 17:50:02 FSEK 30

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	Max_hold	1.2779 GHz	-53.23 dBm	
2 ▾	Max_hold	1.3035 GHz	-62.75 dBm	
3 ▾	Max_hold	1.3155 GHz	-60.53 dBm	

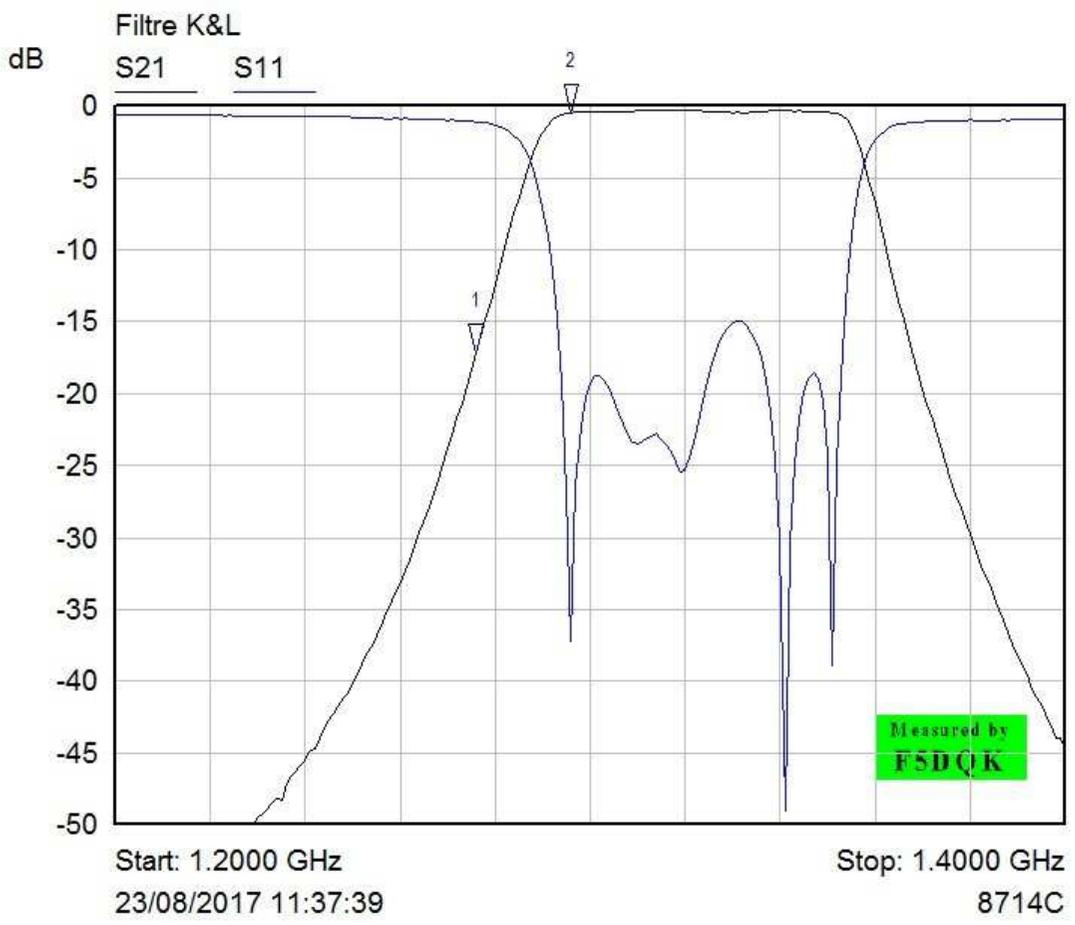
Spectre d'avantage zoomé sur antenne Tonna 55 elts



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	Max_hold	1.2777 GHz	-59.25 dBm	
2 ▾	Max_hold	1.2961 GHz	-72.96 dBm	

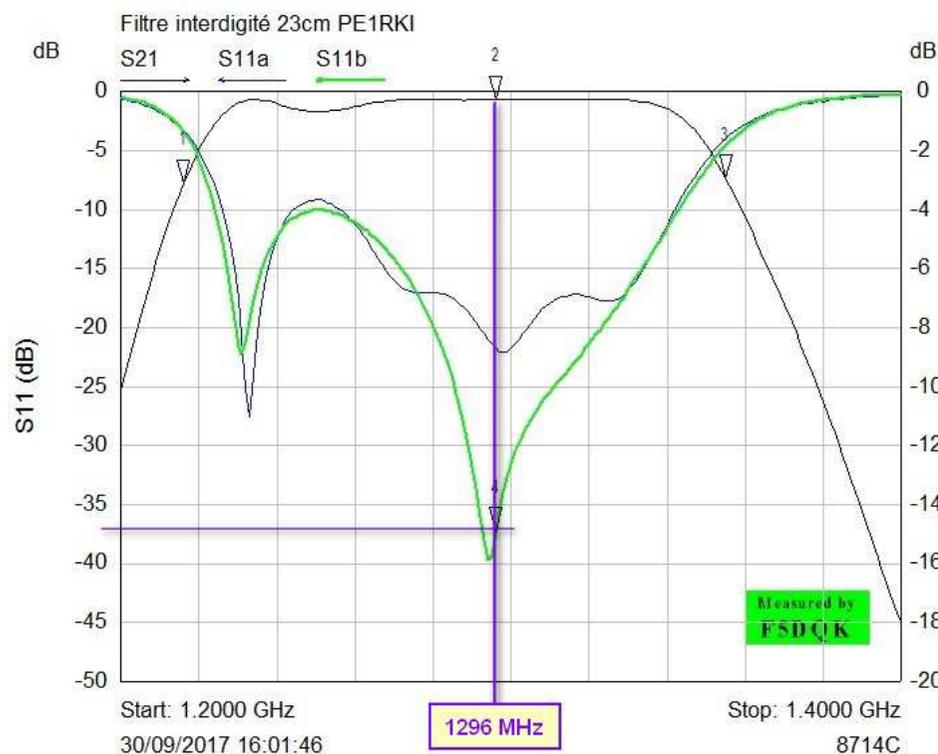
Dégrossissage avec filtre K&L

Pour les toutes 1ères manipes



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	S21	1.2760 GHz	-17.20 dB	
2 ▾	S21	1.2960 GHz	-0.47 dB	

Filtre PE1RKI faible perte 4 cellules seul



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21	1.2160 GHz	-3.11 dB	
2	S21	1.2960 GHz	-0.25 dB	QRG d'intérêt
3	S21	1.3550 GHz	-2.92 dB	
4	S11b	1.2960 GHz	-37.23 dB	Charge 50R Narda

Prix 127€ avec port

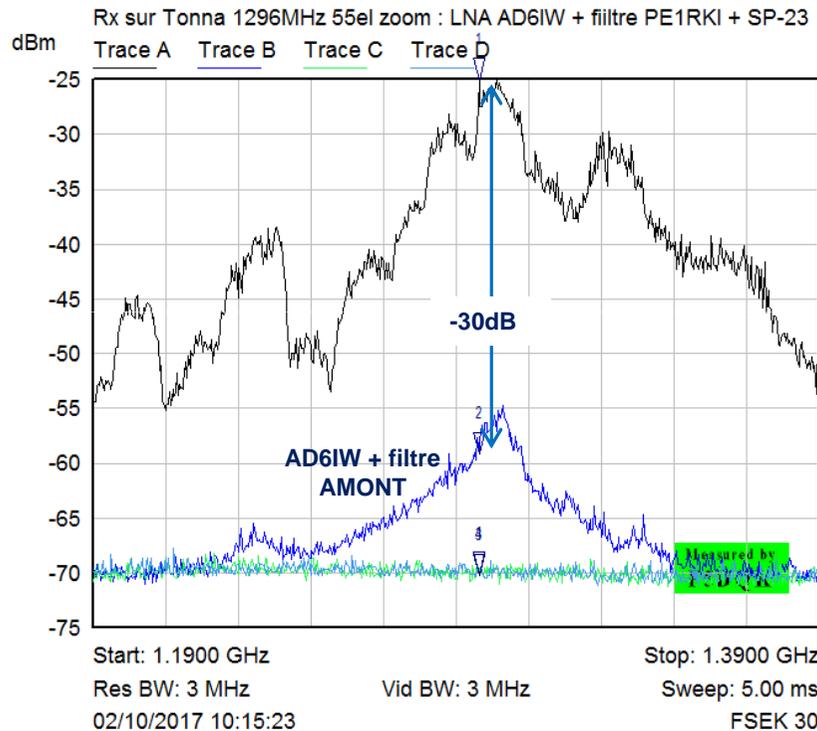
A commander chez <http://www.pe1rki.com/23cmfilters.html>

bert@pe1rki.com (avare en nouvelles écrites, mais parfaitement de parole)



Ensemble Filtre PE1RKI amont + SP-23 à l'A-S

Le fait de disposer d'un 2^{ème} SP-23 permet alors de travailler directement au chaud dans le shack
 Mais par rapport au 1^{er} SP-23 outdoor sans être alimenté, le niveau antenne récupéré après 25M d'Héliax ne donne pas la même dynamique
 Et le fait de baisser / remonter constamment la Versatower a été totalement exclu
 Tout en restant dans le shack et en vue de mieux appréhender les différences de niveau, on a alors inséré juste après la descente Heliac, un LNA buffer large bande AD6IW de gain 15dB, stable en toute circonstance et réputé pour son excellente tenue aux forts signaux
 Ce dernier remonte alors de suite de 15dB, le signal présenté à l'entrée du SP-23 outdoor



Trace A : AD6IW + SP23, antenne F9FT tournée au max de signal
 Trace B : filtre PE1RKI inséré avant le SP-23 → **30dB d'intermod en moins**
 Trace D : AD6IW seul : contrairement au SP-23 seul il ne transmodule absolument pas
 Trace C : AD6IW + filtre PE1RKI aval

Version 5 cellules avec un peu plus de pertes

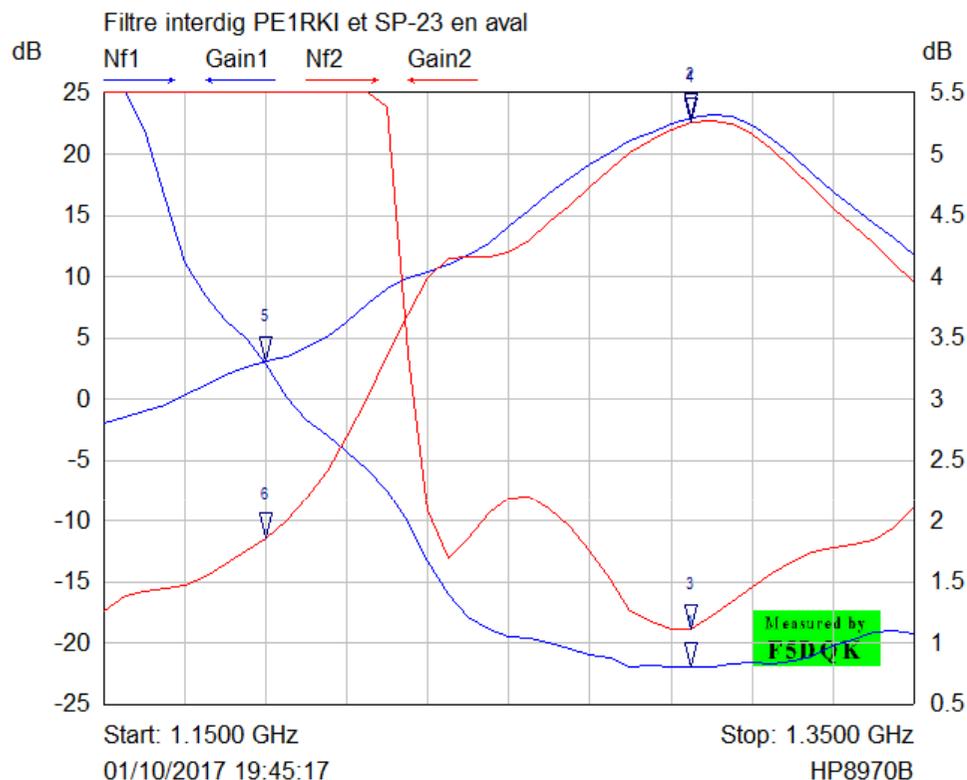


Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	Trace A	1.2962 GHz	-25.11 dBm	AD6IW + SP-23 en série
2 ▾	Trace B	1.2962 GHz	-59.14 dBm	AD6IW + filtre PE1RKI + SP-23
3 ▾	Trace C	1.2962 GHz	-70.24 dBm	AD6IW + filtre PE1RKI
4 ▾	Trace D	1.2962 GHz	-70.05 dBm	AD6IW seul

Ensemble Filtre PE1RKI amont + SP-23 en gain / bruit

Vérification du comportement de l'ensemble ainsi constitué

Aucun comportement anormal : la mesure finale de Nf indique bien les 0.2 à 0.25dB additionnels du filtre initialement mesuré



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	Nf1	1.2950 GHz	0.81 dB	SP-23 seul
2 ▽	Gain1	1.2950 GHz	22.96 dB	SP-23 seul
3 ▽	Nf2	1.2950 GHz	1.11 dB	Filtre + SP-23
4 ▽	Gain2	1.2950 GHz	22.56 dB	Filtre + SP-23
5 ▽	Gain1	1.1900 GHz	3.05 dB	
6 ▽	Gain2	1.1900 GHz	-11.42 dB	

Bandes adjacentes 4G relevées :

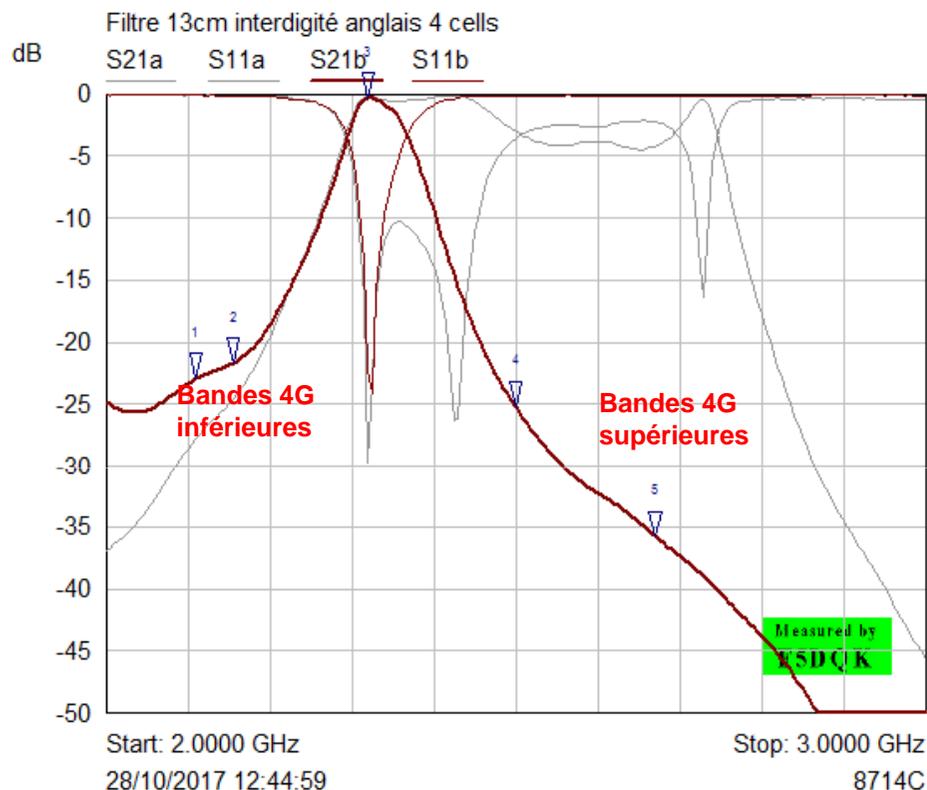
- 723 – 788
- 791 – 801
- 811 – 821
- 852 - 862
- 832 – 842
- 880 - 902
- 900 - 905
- 925 - 947
- 945 – 950
- Etc ...

3- LNA SP-13 et filtre additionnel 13cm

Filtre faible perte inséré en amont d'un préampli-mât SP-13 SSB-Electronic : comparaisons

Filtre 13cm anglais à 4 cellules

Acheté sur eBay G-B pour 40€
 Visserie complètement lâche à réception
 Réjection des bandes latérales de seulement 23dB



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	S21b	2.1100 GHz	-22.93 dB	
2 ▽	S21b	2.1550 GHz	-21.70 dB	
3 ▽	S21b	2.3200 GHz	-0.31 dB	Règlé au mieux
4 ▽	S21b	2.5000 GHz	-25.19 dB	
5 ▽	S21b	2.6700 GHz	-35.72 dB	



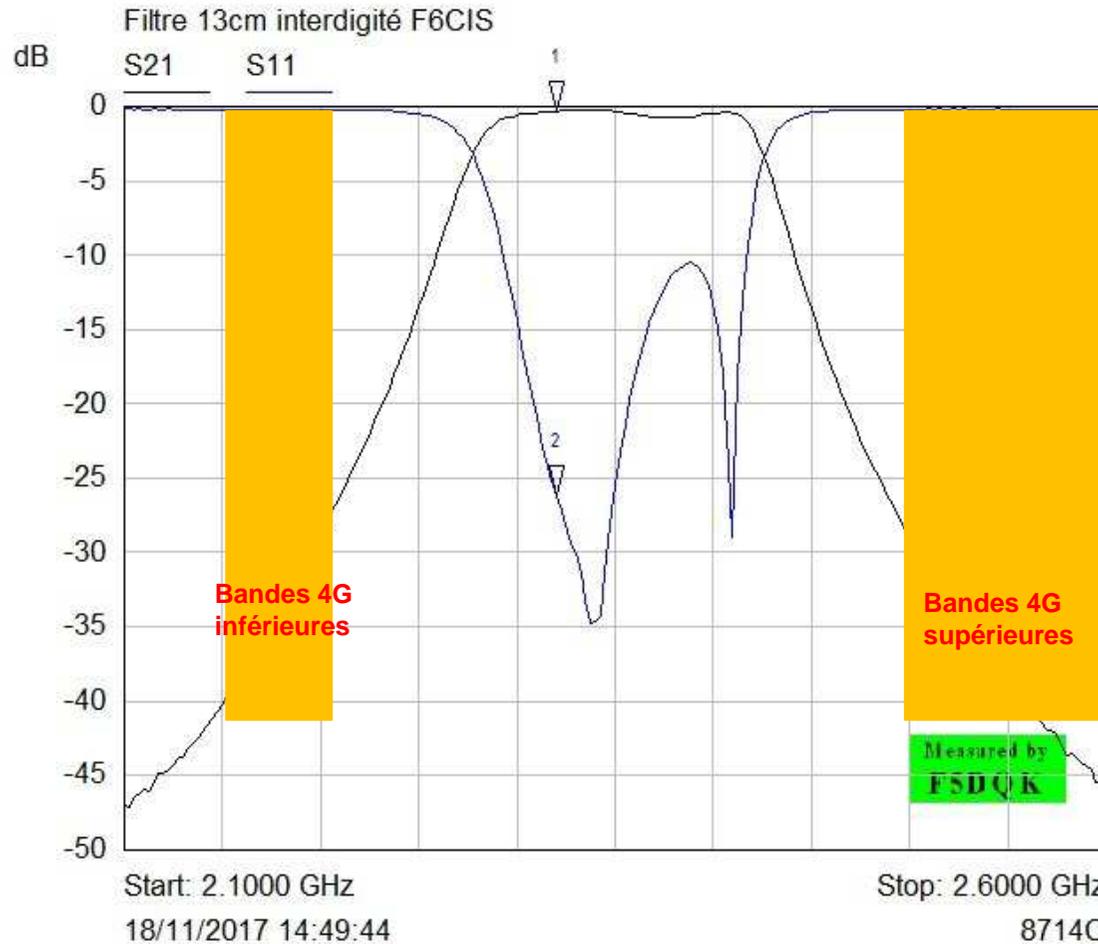
Bandes adjacentes 4G relevées :

2110 - 2125
 2145 - 2150
 2150 - 2155

2500 - 2515
 2515 - 2535
 2535 - 2550
 2550 - 2570
 2620 - 2635
 2635 - 2655
 2655 - 2670
 2670 - 2690

Filtre 13cm 4 pôles, provenance F6CIS

Réjection des bandes latérales entre 28 et 40dB



Bandes adjacentes 4G relevées :

2110 - 2125
2145 - 2150
2150 - 2155

2500 - 2515
2515 - 2535
2535 - 2550
2550 - 2570
2620 - 2635
2635 - 2655
2655 - 2670
2670 - 2690

Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▾	S21	2.3200 GHz	-0.31 dB	
2 ▾	S11	2.3200 GHz	-26.18 dB	

4- Réalisation définitive, conclusion

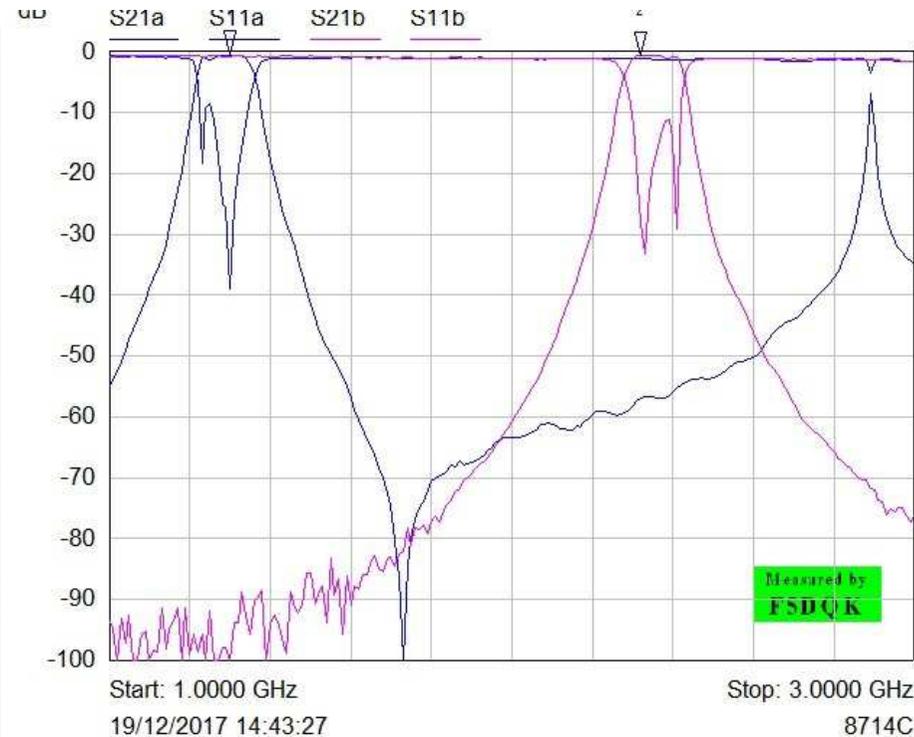
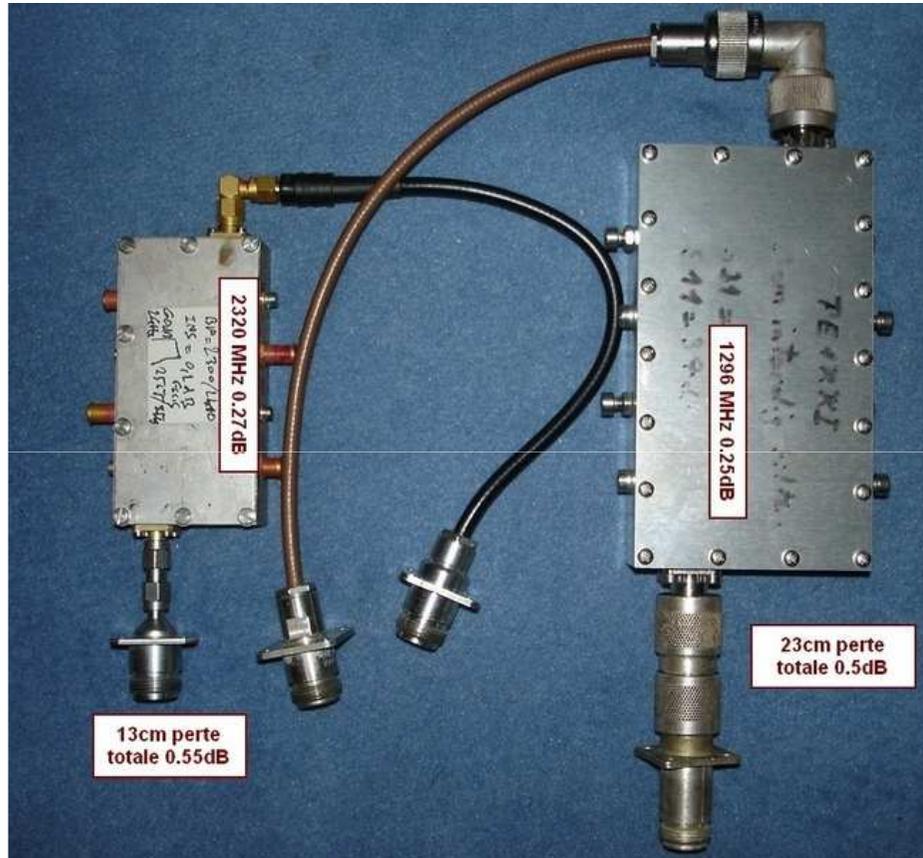


Fixation à environ 60° par rapport à la verticale,
en vue de supprimer tout ruissellement, si
pylône basculé à l'horizontale
Grand merci à Marc F8DLS

Pertes totales d'insertion après montage définitif

La connectique additionnelle rajoute alors les pertes suivantes :

- 1296 MHz : 0.2dB
- 2320 MHz : 0.3dB



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21a	1.3000 GHz	-0.46 dB	
2	S21b	2.3200 GHz	-0.62 dB	

Constataion «live» fin avril 2018 :

- filtre amont 23cm : il joue parfaitement son rôle
- filtre 13cm : en attente d'un coax faible perte à placer entre filtre et SP-13

Conclusion

Sans filtre, le QRM monte facilement à 57 et gêne considérablement la réception sur signaux faibles (aussi bien en 23 qu'en 13cm)
Avec un tel champ fort rayonné à 400M du QRA, les 3 bandes 23 et 13cm sont maintenant inutilisables
L'insertion d'un filtre très faible pertes entre antenne et LNA devient totalement incontournable

Ce QRM est dû à la transmodulation générée par le traditionnel FET GaAs en présence de signaux forts, même extérieurs à notre bande
Cette insertion s'effectuera obligatoirement **en amont du préampli** (donc entre antenne et préampli)
En trafic tropo, la perte additionnelle de l'ensemble sera minime par rapport au brouillage causé en absence de tout filtre (jusqu'à S7 ici)
Avec 2 descentes coaxiales séparées, le problème de puissance maximale supportée ne se pose plus

Ce problème sera pire sur tout point haut dégagé, avec champ électromagnétique rayonné encore plus fort

Autre approche, remettre «tout à plat» en revoyant complètement la structure préampli en tête de mât :

Opter de suite pour un LNA large bande supportant des signaux d'entrée nettement plus forts (SPF5189 ou similaire, bien plus stable), et acceptant une puissance d'entrée à la compression d'au moins 20dB supplémentaires (Fet GaAs, P1dB_{in} au mieux de -28 à -25dBm)

