

Filtre interdigital 1296MHz

Par Florian, HB9HLH

Dans les activités de concours, nous érigeons nos antennes 144, 432, et 1296 MHz, souvent proches, voire très proches les unes des autres.

Deux exemples de promiscuité :



Au sommet l'antenne panneau pour 23cm, puis entre les 2 Yagi 70 cm, un groupement en H avec 4x23EL. Également pour 23 cm.



A gauche, les antennes pour le 23cm et à droite le groupement pour 70cm

Comme la bande 23cm se trouve être sur l'harmonique 3 de la bande 70cm et l'harmonique 9 de la bande 2 mètres, le risque de saturation ou de désensibilisation de la réception sur 23 cm est bien là !

Pour s'affranchir de ce problème, il faut prévoir un filtre efficace. Dans mes vieux bouquins, il y a bien quelques exemples, mais je les ai trouvés un peu « légers » en performance.

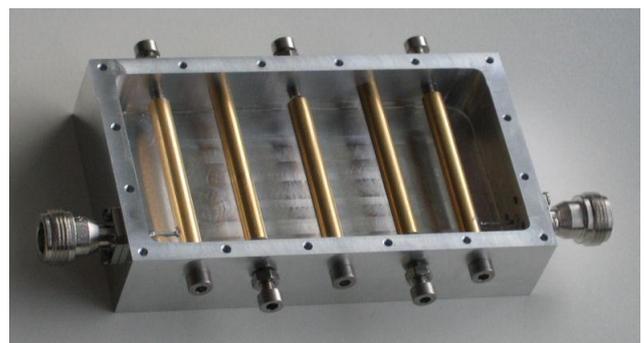
Et là, une découverte. Un site internet sur lequel on peut accéder à des outils très intéressants.

<https://www.changpuak.ch/electronics/index.php>

Vous cliquez sur le menu "Electronics"

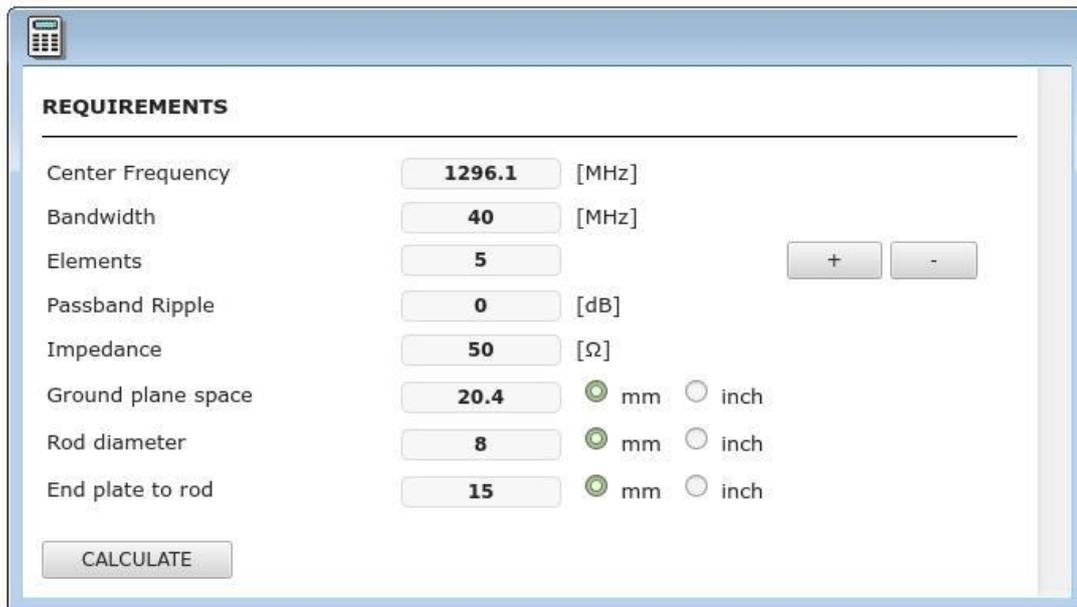
Puis vous choisissez « Filter Designer (Radio RF) » ensuite « Band Pass Filter »

Et enfin « Interdigital Filter » et nous voilà à pied d'œuvre.



N'étant pas motivé pour tailler un boîtier dans un bloc d'alu, j'ai adopté une solution de remplacement. Je dispose d'une barre d'aluminium de 20x12 mm d'environ 3 mètres. Mesurée au pied à coulisse cette barre fait exactement 20.4mm de haut et 12.24 mm d'épaisseur. Cela fera parfaitement l'affaire. Il restera à fabriquer deux plaques de fermeture.

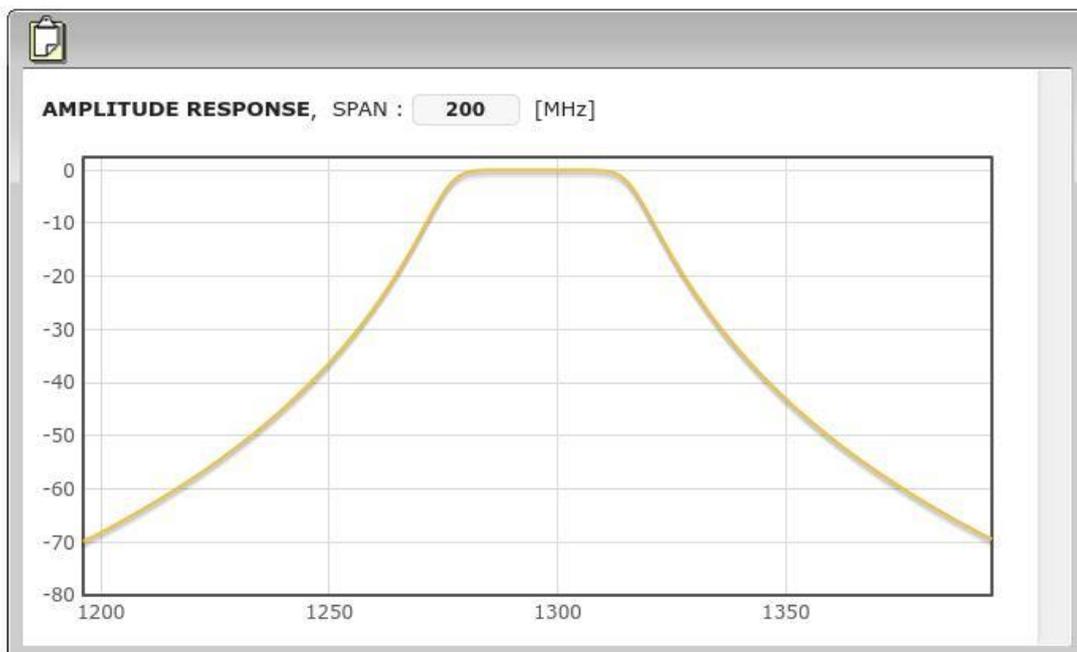
Sur la fenêtre de saisie, j'ai remplacé les valeurs par défaut par celles qui nous intéressent. Puis « clic » sur CALCULATE. On voit la courbe de réponse du filtre. La bande passante (40MHz) est choisie de façon à limiter la perte d'insertion.



The screenshot shows a software window titled "REQUIREMENTS" with a calculator icon in the top-left corner. It contains several input fields for filter parameters:

Parameter	Value	Unit
Center Frequency	1296.1	[MHz]
Bandwidth	40	[MHz]
Elements	5	
Passband Ripple	0	[dB]
Impedance	50	[Ω]
Ground plane space	20.4	mm (selected)
Rod diameter	8	mm (selected)
End plate to rod	15	mm (selected)

There are also two buttons labeled "+" and "-" next to the "Elements" field, and a "CALCULATE" button at the bottom left.



A la page suivante, le détail de la simulation avec toutes les cotes mécaniques à respecter scrupuleusement.

DESIGN DATA FOR YOUR BANDPASS

Interdigital Bandpass Filter, based on work of Jerry Hinshaw, Shahrokh Monemzadeh (1985) and Dale Heatherington (1996).
www.changpuak.ch/electronics/interdigital_bandpass_filter_designer.php
 Javascript Version : 09. Jan 2014

Design data for a 5 section interdigital bandpass filter.

Center Frequency : 1296.1 MHz
 Passband Ripple : 0 dB
 System Impedance : 50 Ohm
 Cutoff Frequency : 1276.1 MHz and 1316.1 MHz
 Bandwidth (3dB) : 40 MHz
 Fractional Bandwidth : 0.0309
 Filter Q : 32.402
 Estimated Qu : 2011.58
 Loss, based on this Qu : 0.452 dB
 Passband Delay : 25.752 ns

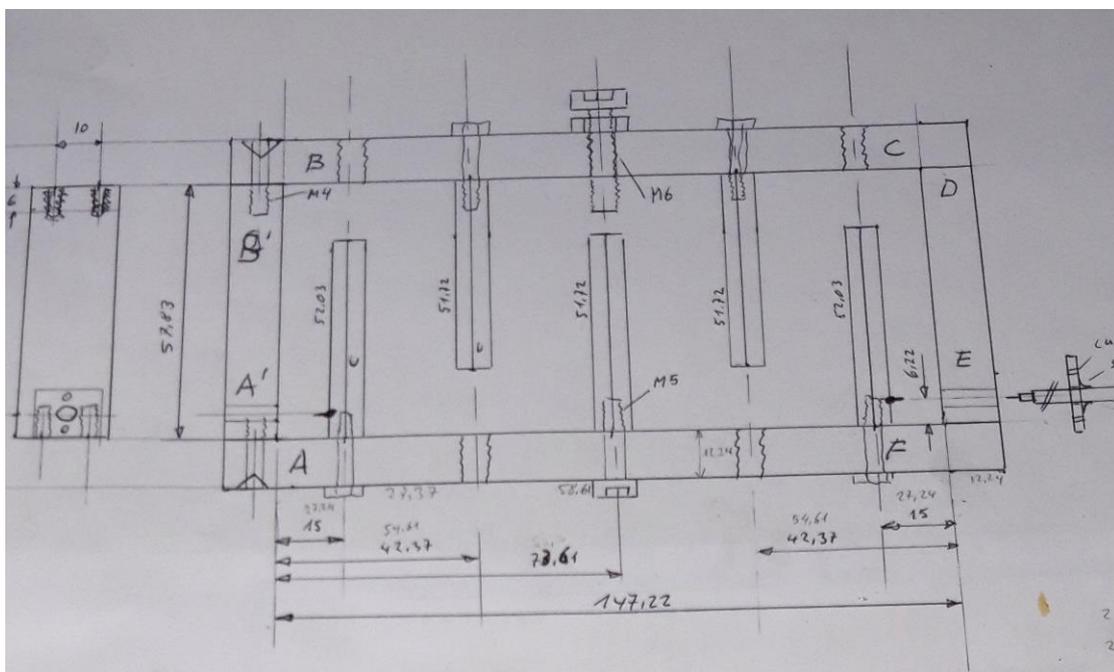
Quarter Wavelength : 57.83 mm or 2.277 inch
 Length interior Element : 51.72 mm or 2.036 inch
 Length of end Element : 52.03 mm or 2.048 inch
 Ground plane space : 20.4 mm or 0.803 inch
 Rod Diameter : 8 mm or 0.315 inch
 End plate to center of Rod : 15 mm or 0.591 inch
 Tap to shorted End : 6.22 mm or 0.245 inch
 Impedance end Rod : 69.429 Ohm
 Impedance inner Rod : 70.611 Ohm
 Impedance ext. line : 50.000 Ohm

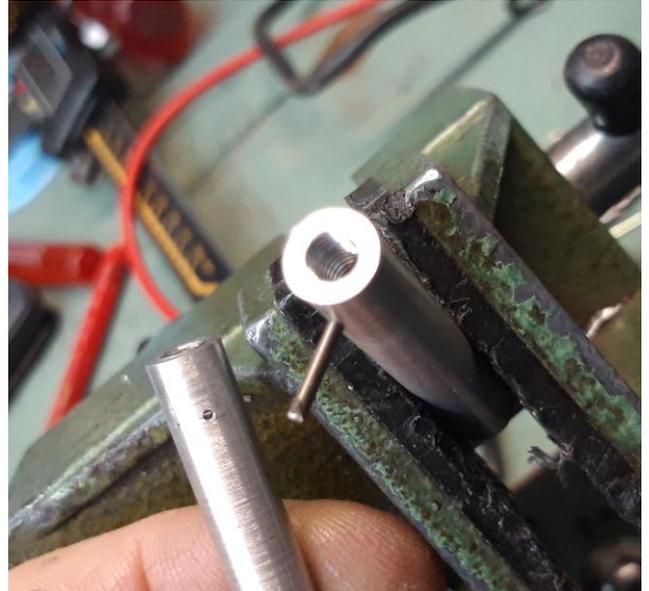
**** Dimensions, mm (inch) ****				
#	End to Center	Center-Center	G[k]	Q/Coup
0	0.00 (0.000)			
1	15.00 (0.591)	27.37 (1.078)	0.618	1.000
2	42.37 (1.668)	31.24 (1.230)	1.618	0.556
3	73.61 (2.898)	31.24 (1.230)	2.000	0.556
4	104.85 (4.128)	27.37 (1.078)	1.618	1.000
5	132.22 (5.205)	0.00 (0.000)	0.618	0.618
6	147.22 (5.796)			

**** Box inside dimensions ****

Height : 57.83 mm or 2.277 inch
 Length : 147.22 mm or 5.796 inch
 Depth : 20.40 mm or 0.803 inch

Ci-dessous, le croquis du filtre avec les cotes (dessiné sur le coin de ,l'établi)



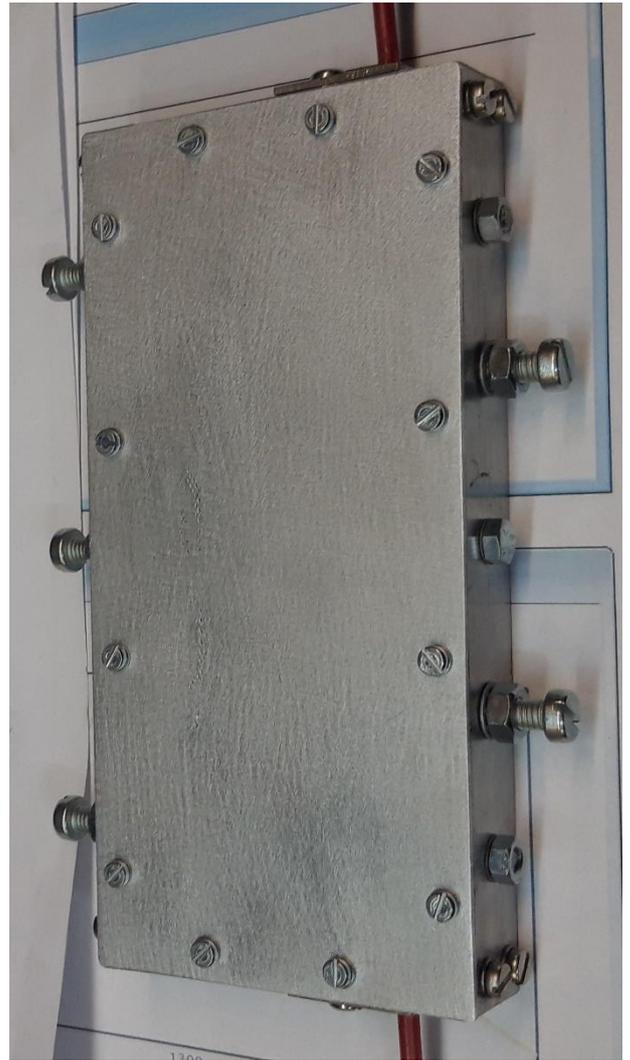
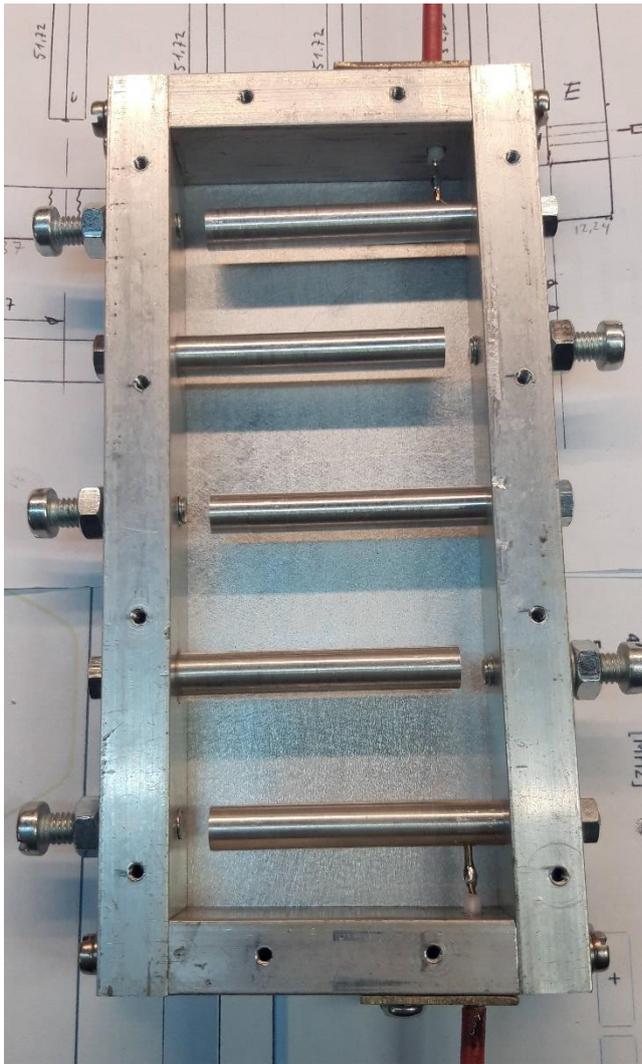


Ci-dessus, les éléments en cours de montage

Un tronçon d'acier cuivré de 1.5mm est chassé dans l'élément pour assurer la connexion. Il sera bloqué par la vis de fixation



Un coup de ponceuse-vibreuse pour terminer les plaques de fermeture...

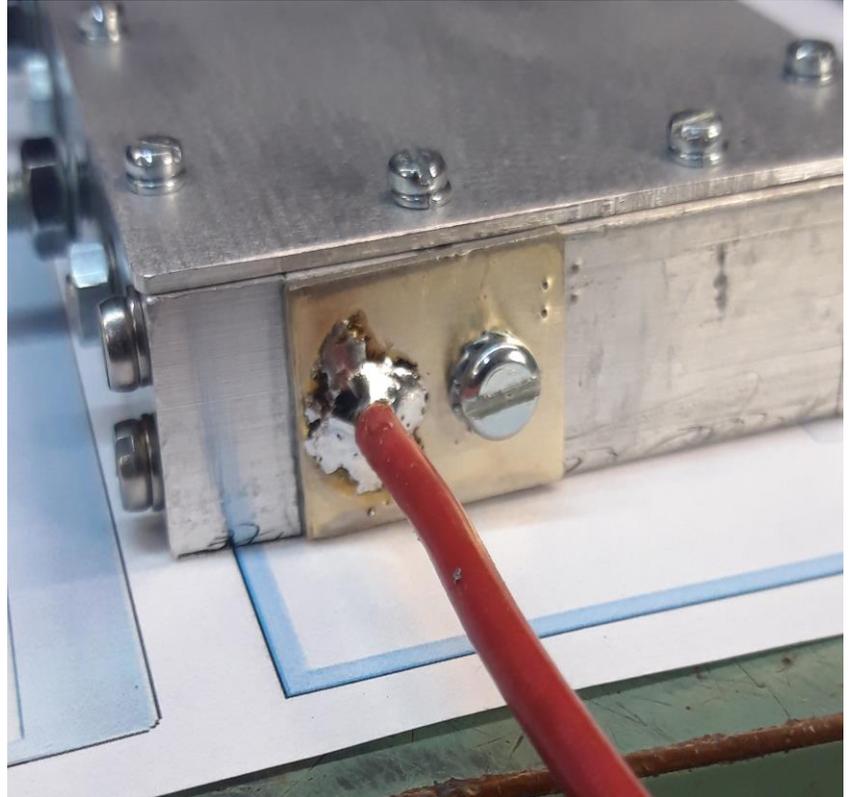
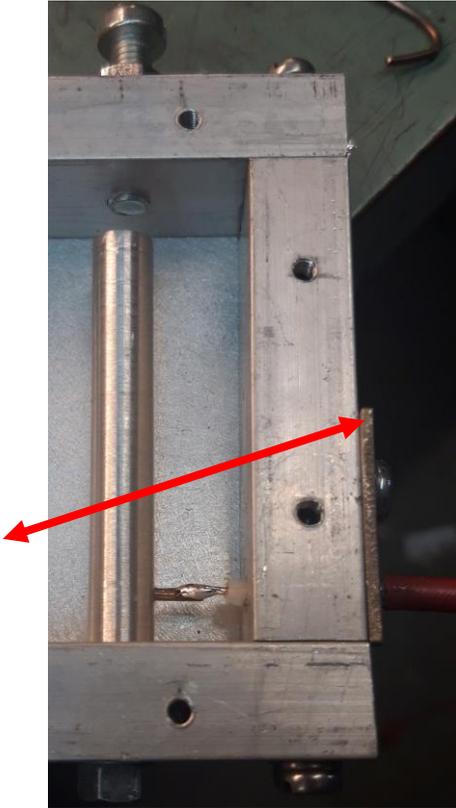


Et voilà le travail...

Raccordements

Les prises châssis et les fiches N prennent de la place et sont fastidieuses à monter. Pour chaque câble, il en faut une spécifique. J'ai choisi de m'en passer. Voici comment ; Quelques images suffisent.





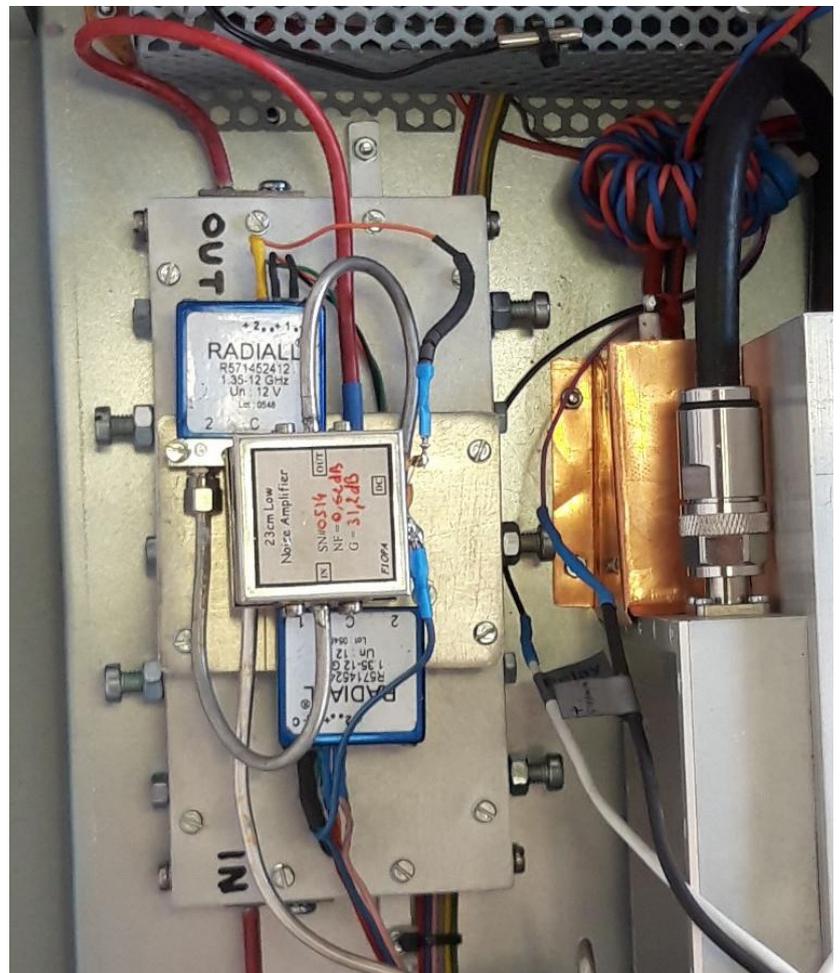
Sur l'image ci-contre, le filtre, monté dans la boîte qui contient le SSPA, le préampli RX et les relais coax de commutation.

Vous pouvez apprécier la place gagnée dans le coffret du SSPA 23cm avec cette méthode.

Au fond (dessous), le filtre interdigital et en-dessus, les relais et le préamplificateur RX.

A comparer avec la fiche N de sortie du SSPA que l'on voit à droite.

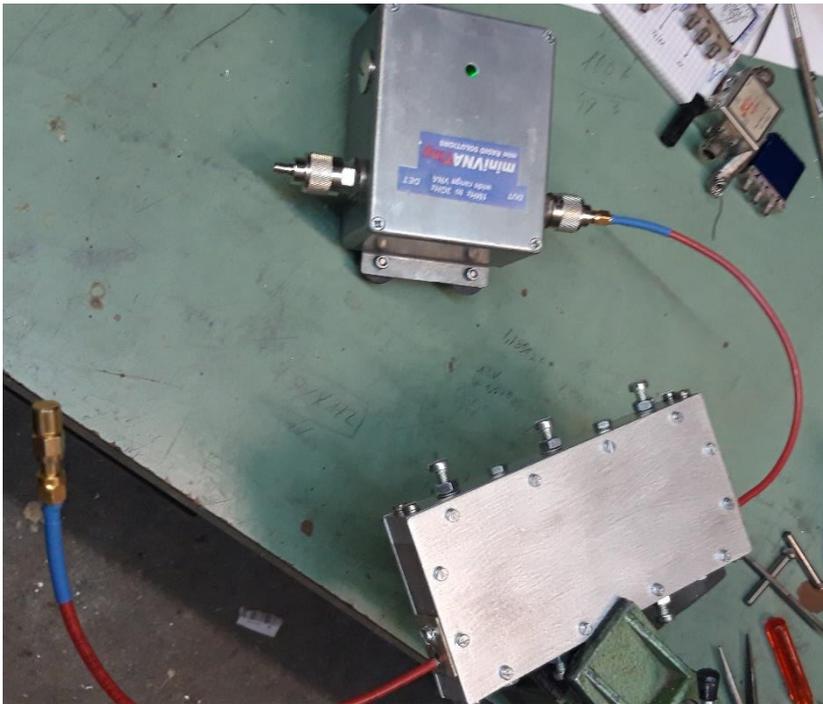
J'ai aussi enlevé les prises N d'origine du préamplificateur pour appliquer la même technique de raccordement.



Réglage du filtre.

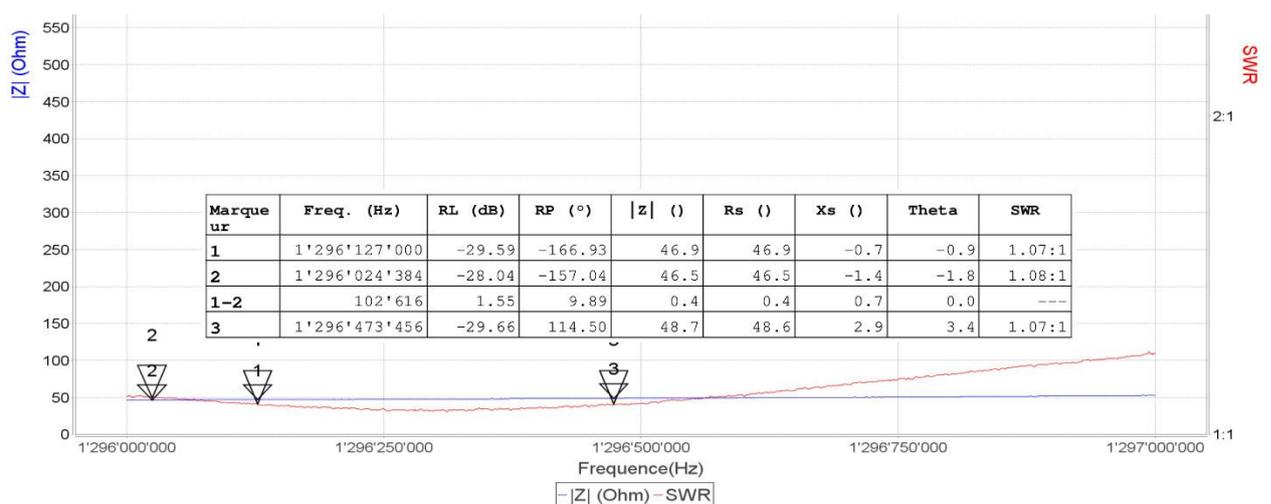
Commencez par une séance de yoga ou de méditation.... Je plaisante !

Ce réglage est un jeu de patience. Les tiges des côtés de l'entrée et de la sortie ont surtout un effet sur l'impédance et la perte d'insertion (elles ont un facteur Q plus faible que les autres, car elles sont « chargées » par les impédances d'entrée et de sortie de 50Ω). Celles du milieu ont un effet majeur sur la fréquence centrale.



Une charge de 50 ohms est rattachée à la sortie du filtre. Puis son entrée est branchée à l'entrée DUT (S11) du Tiny-VNA en mode réflexion pour mesurer le SWR.

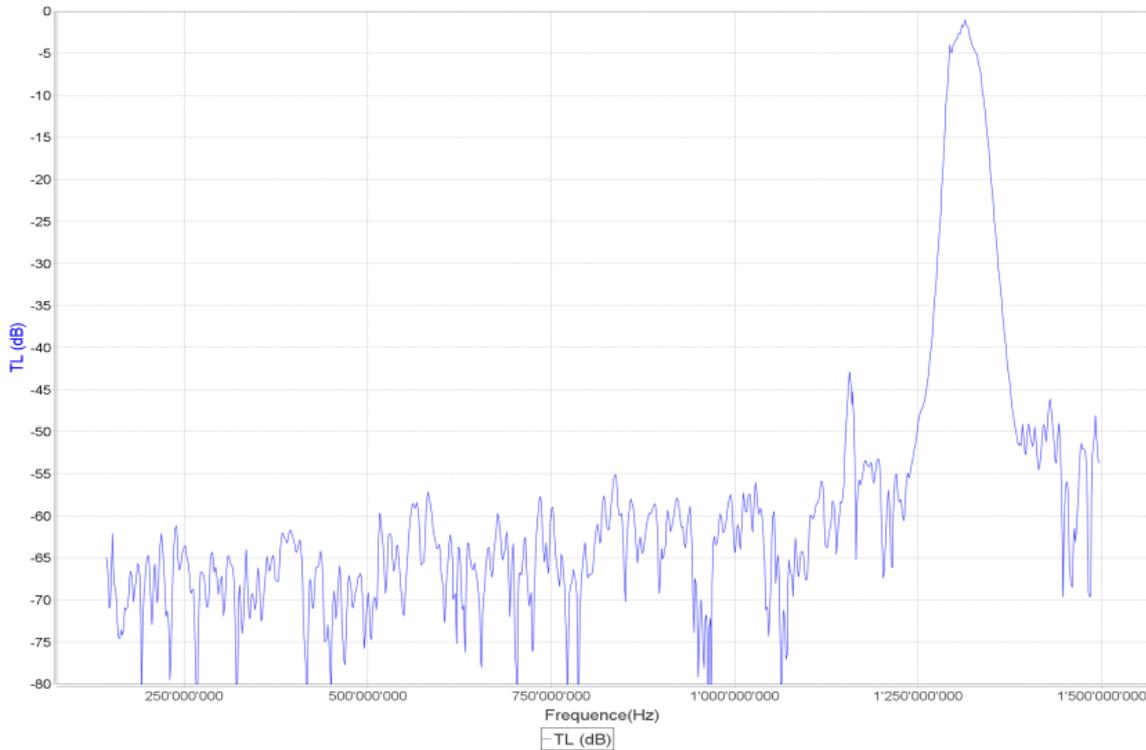
Ci-dessous, le résultat obtenu après le réglage final



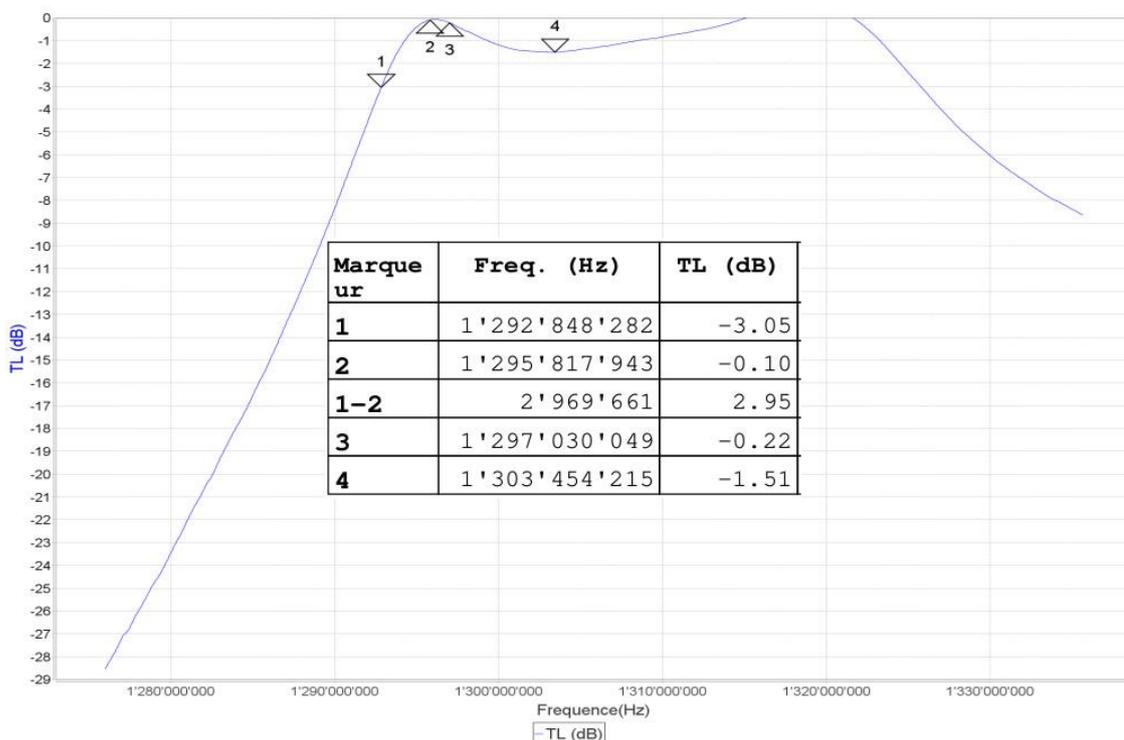
A la page suivante, la sortie du filtre est rattachée à l'entrée DET [2] du VNA, qui est paramétré en mode transmission et numérisation continue. Ceci afin de visualiser en temps quasi réel (durée de la numérisation) l'évolution de la courbe durant le réglage.

Le réglage commence... Positionnez les vis à mi-course... puis lancez la numérisation entre 140 et 1500 MHz.

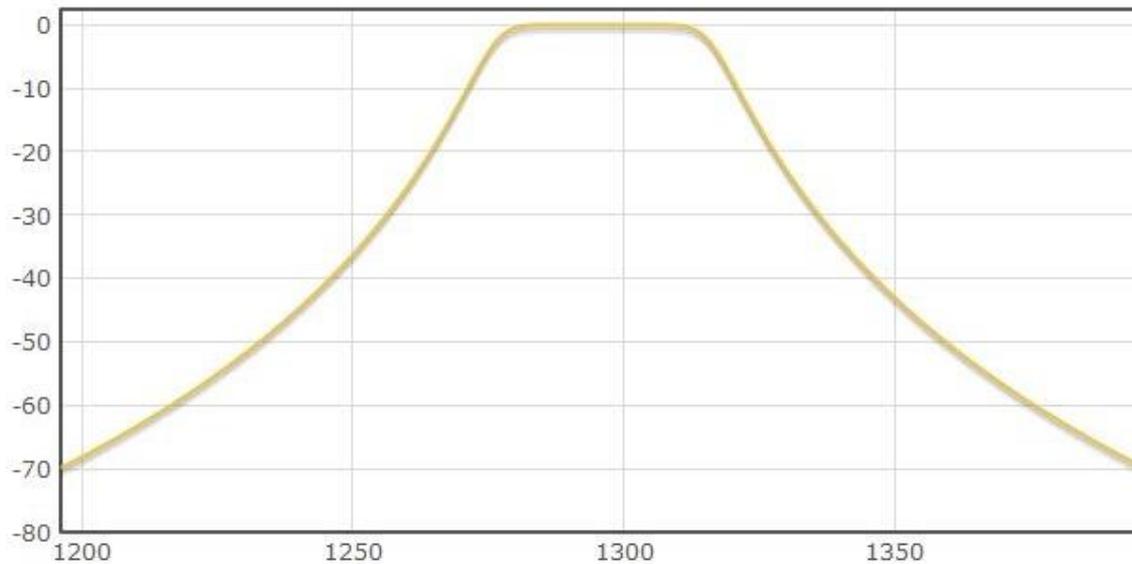
On obtient un tracé qui permet de voir où se trouve notre filtre. Il est un peu haut en fréquence. Il faudra aussi aplatis la pointe.



On visualise maintenant une plage de fréquences plus étroite, entre 1,27 et 1,34GHz, et on règle. Chaque fois qu'une vis est ajustée, elle affecte le réglage des autres. Il a fallu une bonne dose de patience. Après quelques délicats coups de tournevis, on obtient le résultat suivant (final). Il devrait être possible de faire mieux, mais c'est « assez bon comme cela » !

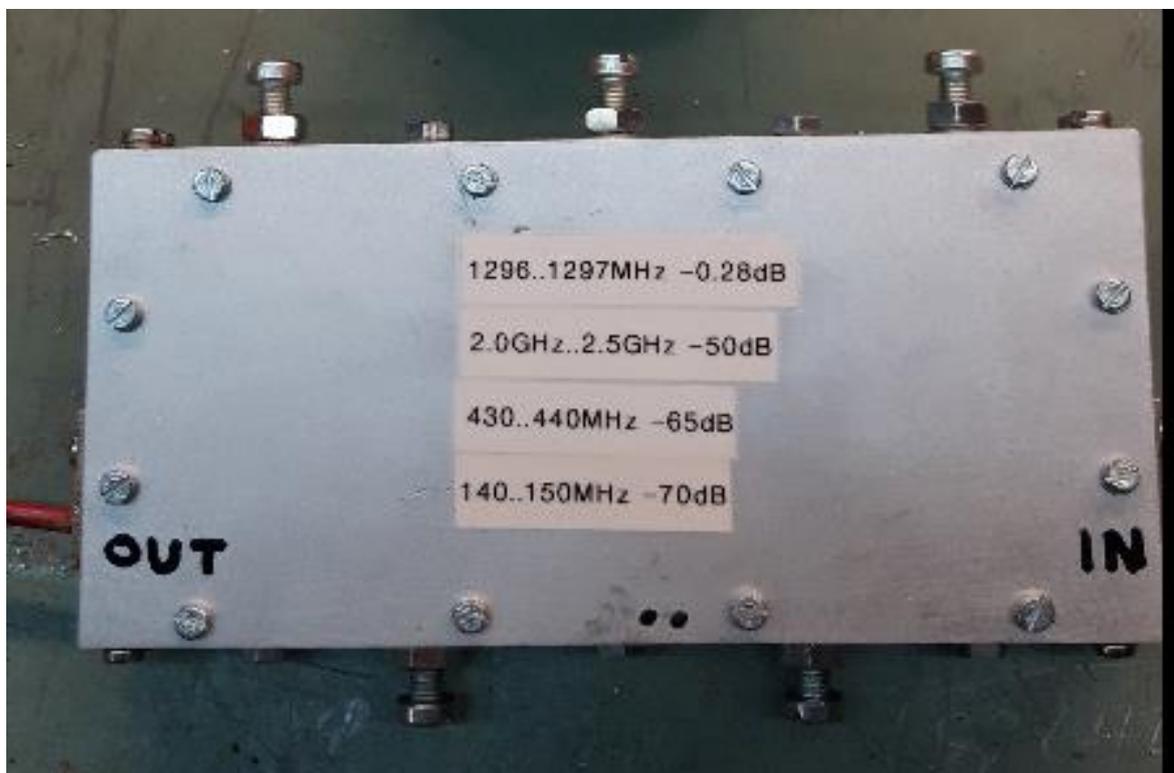


En comparant la courbe fournie par le logiciel de calcul (ci-dessous), on voit que le résultat pratique est assez ressemblant.



Le résultat final est un peu moins bon que le modèle fourni par la simulation. Ceci est certainement dû à la conception mécanique qui est légèrement différente.

- Les éléments tubulaires dans le modèle sont en cuivre, alors que je les ai fabriqués en alu.
- D'autre part, si on inverse l'entrée et la sortie, les résultats de mesure (Impédance d'entrée) sont affectés. Donc, évitez l'inversion.



Utilisé lors de contest et en trafic ordinaire, ce filtre a prouvé son efficacité.