

Transverter U/SHF vers 10 Ghz.

Mise à jour décembre 2018

10ans déjà depuis les premiers prototypes réalisés..

Une nouvelle série de circuits imprimés argentés vient de nous être livrée de Chine.

C'est l'occasion pour moi de tester ce circuit.

Les transistors utilisés à l'origine pour ce montage (NE32584C), ne sont pas difficiles à approvisionner, mais plusieurs OM ont eu à se plaindre de la mauvaise qualité de certaines contrefaçons livrées..

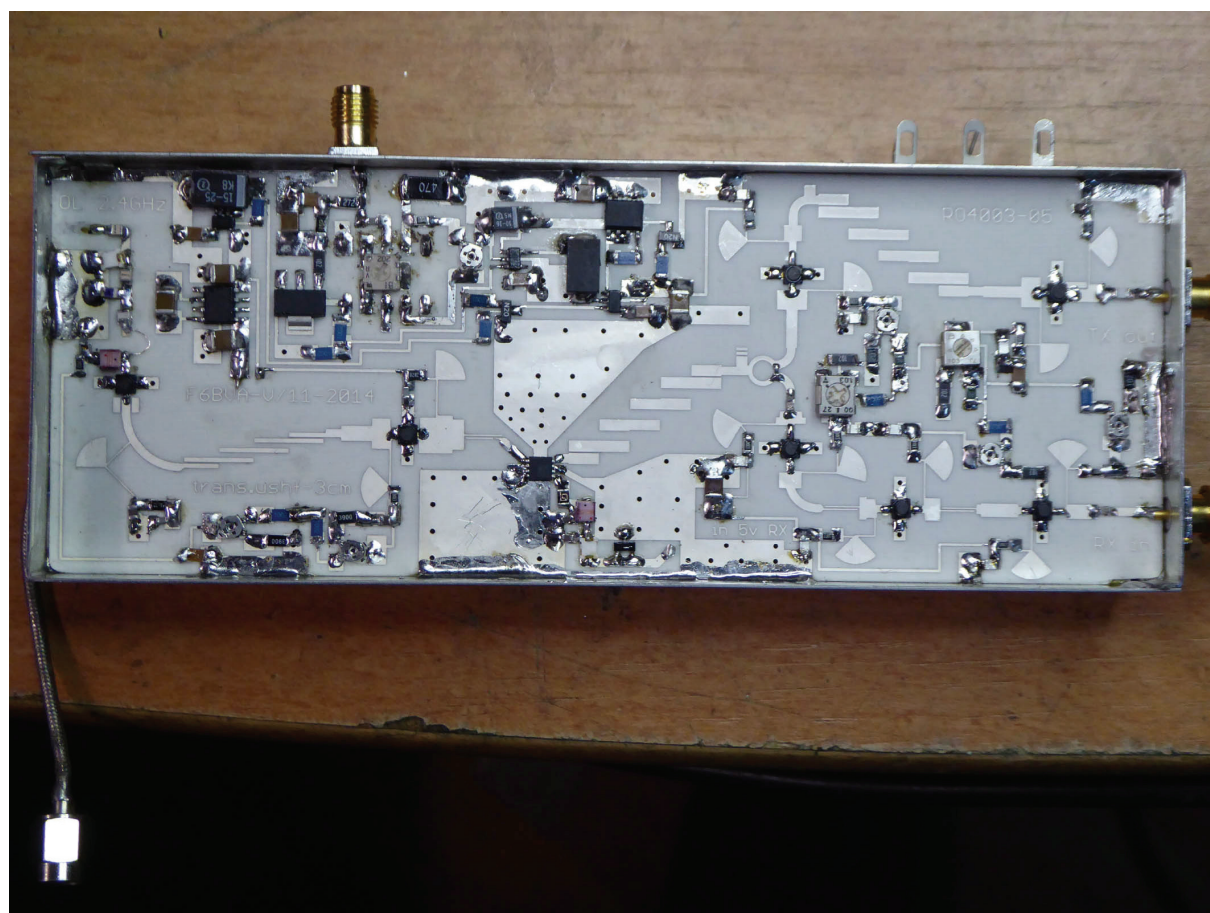
J'ai profité de cet essai de ce circuit imprimé pour tester une référence de transistor plus récente.

Pour quelque temps, le CE3512K2 ne devrait pas poser de problème d'approvisionnement.

Ce changement de transistor m'a imposé quelques modifications mineures.

Pour les identifier, j'ai ajouté une colonne supplémentaire à la nomenclature initiale.

Je vous invite à prendre en compte ces nouvelles valeurs, même si vous souhaitez utiliser des NE325..



Le circuit imprimé Chinois, version argentée.

Nomenclature 2018.

Position	Valeur	Nouvelles valeurs 12/2018
L1,L3	8nh/2nh	
L2	22nh/10nh	
L4	3.3nh	
L5	5.6nh	
L6	20nh	
L7	10mm de 0.2mm en épingle à cheveux	Idem
C1, C8	100pf	470pf
C2,	1pf pour Vox HF	2.7K Ω pour commutation CC
C3, C4	8pf2/3pf3	
C5	22pf	2.2pf
C6	4.7pf	
C9	33pf	
C10	47pf	
C11	10 μ f *pour vox HF	100nF pour commutation CC
C15	10 μ f	
C12, C13, C16, C19	2.2 μ f	
C14, C18	4.7 μ f	
C17	2.2 μ f	
C20	1.5pf	
C21	33pf	
C22, C23, 24, 25, 26, 27, 28, 29,30, 31, 35, 36, 37, 38	1nf	
C32	100nf	
C33, C34	1pf	1pf /ATC600S
C39,40, 41	10nf	
Mixer	HMC220MS8	
D1	BAT15* pour Vox HF	10nF pour commutation CC
D2	BAT15 *pour vox HF	1K Ω pour commutation CC
D3,D4	LL4148	Ou 1x BAS16 (diode double)
Q1	BSP75	
Q3, Q12	BC848	
Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10	NE32584C (D)	CE3512K2 (C5)
Q11	STS5PF30L	
R1, R2, R4, R5, R6, 21, 24, 45, 46	10k Ω	
48	2K Ω 2 pour vox HF	1K Ω pour commutation CC
28, 30, 33, 37, 44,	27KΩ	Idem
R7	50 Ω qqs watts	
R8, R22, R23	470 Ω	
R9, R11,R25, R26, 34, 35, 38, 39, 40, 42	330 Ω	
R10, R12, R31, R32	68 Ω	82Ω
R13	Pot 100 Ω	
R14 à R20	Pot 10k Ω	
R27, R29, R36, R41, R43	1k Ω ou 2K2 Ω	
R47	100 Ω 0603 de préférence	
IC1	ICL7660-SO8	
IC2, IC3, IC4	LP2985-5	

Pas de nouveauté en ce qui concerne le montage de ce transverter. Vous pouvez reprendre la description initiale ici :

<http://f6bva.pagesperso-orange.fr/Technique/trans%20uhf%20vers3cm/Transverter%20UHF10GHz%20V11-2014.pdf>

Seules les valeurs de pré-réglage des transistors sont modifiées. Vous trouverez les nouvelles valeurs quelques lignes plus bas.

RAPPEL :

Le circuit imprimé sera monté à 7mm du fond du boîtier Schubert.

Les filtres imprimés ainsi que les composants CMS seront donc à 7mm au dessus du couvercle.

Le large volume dégagé sur le dessus vous permettra ainsi d'intégrer éventuellement un OL.

Le choix de votre OL :

Lire le comparatif en fin d'article pour vous guider.

Plusieurs solutions étaient proposées dans le document initial :

<http://f6bva.pagesperso-orange.fr/Technique/trans%20uhf%20vers3cm/trans%20SHF%20vers%203cm-1%20corr.pdf>

Tout ceci reste parfaitement d'actualité. Si vous choisissez un PLVCXO ou un OCXO + multiplicateur, prévoyez une prise SMA pour injecter cet OL, par contre si vous choisissez une PLL DF9NP (par exemple) nul besoin de faire transiter le câble coaxial de cet OL par l'extérieur.

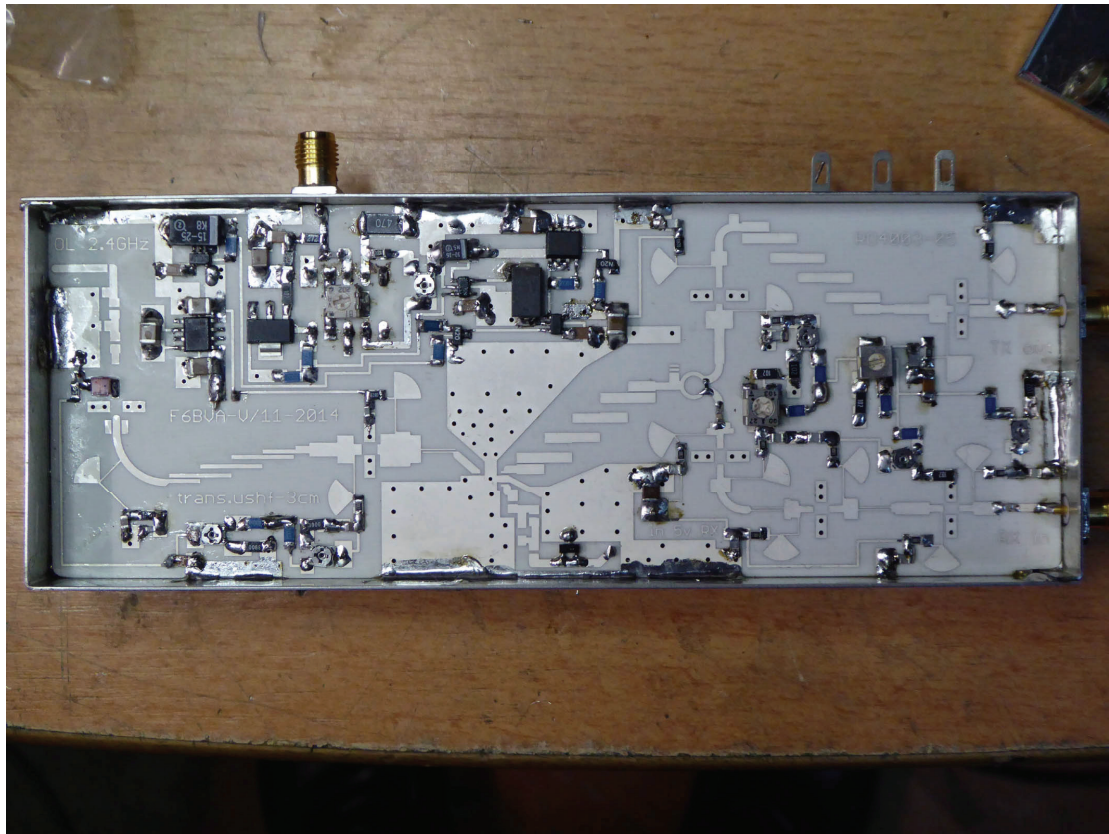
Une SMA et un trou en moins !

Un petit trou de 0.6mm dans la piste 50 ohms à l'arrivée de cet OL, un coup de cutter pour supprimer le bout de piste inutilisée, un décolletage sur le dessus, puis le montage d'un morceau de semi-rigide pour relier l'OL au transverter ; le tour est joué.

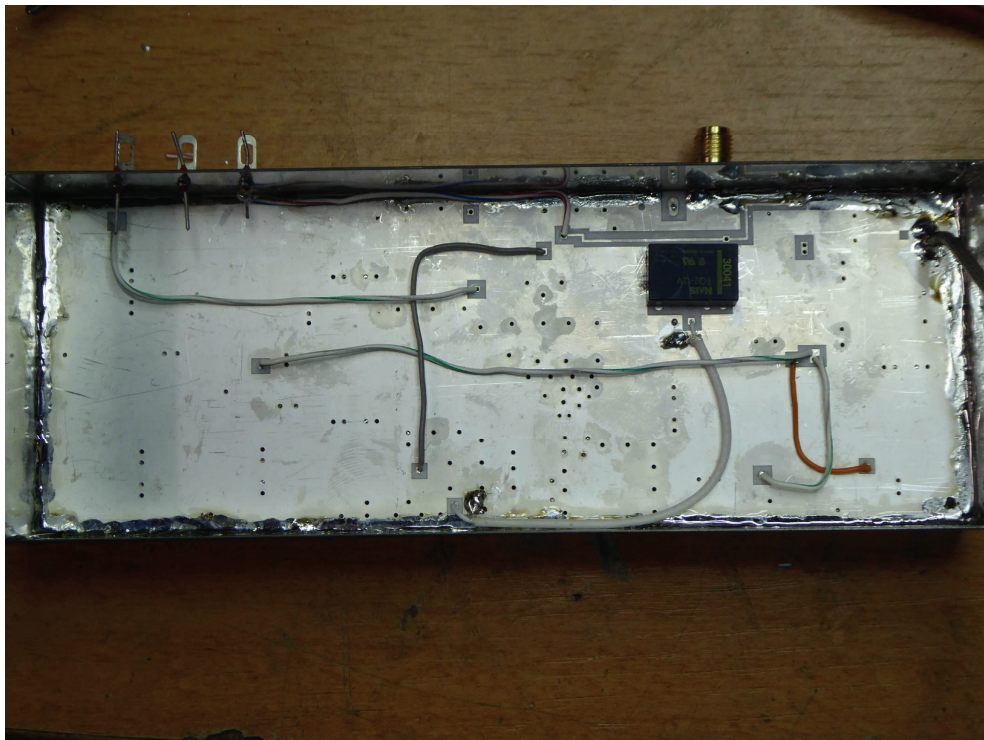
Faites ce raccordement proprement et bien sûr pas de « trapèze à mouches » s'il vous plait !!

Une fois monté dans son boîtier Schubert, vous pouvez câbler la plupart des composants à l'exception du mélangeur et des transistors fets rf.

Ci dessous une photo du circuit câblé pour vérification des alimentations et pré-réglages.



N'oubliez pas le câblage, côté masse .



Arrivé à ce point, vous allez pouvoir appliquer le 12V d'alimentation. Vérifiez le bon fonctionnement des trois régulateurs 5V et du générateur de tension 5Volts négatif (ICL7660) pour la polarisation des transistors.

Pour forcer le passage en émission de votre montage, vous pouvez câbler provisoirement une résistance de 4.7KΩ entre l'entrée radio (432MHz) et le +12V.

Vérifiez qu'en l'absence des transistors, le +5Volts arrive bien aux emplacements des futurs drains.

Ceci en émission, et en réception.

Vous allez maintenant vérifier l'arrivée de la tension négative sur les emplacements des différentes grilles, puis, à l'aide des résistances ajustables, pré-régler cette tension négative à -0.4Volts sur chaque étage.

Coupez l'alimentation, et préparez vous à mettre en place puis à souder Q4 et Q5.

Soyez très prudent pour ces soudures. Le fer à souder doit être bien chaud et la soudure rapide, moins d'une seconde serait parfait.

Personnellement, je règle mon fer à 320/350° pour souder la grille et le drain.

Pour les sources, dont les vias métallisés sont d'importants gouffres à calories, je monte la température du fer à 400 /420°C. Il faut que la soudure « coule » immédiatement.

Les transistors soudés à leurs places, vous allez pouvoir régler leurs courants de repos.

Ce réglage initial se fait sans excitation ni d'OL raccordé.

Les valeurs sont données dans les deux tableaux suivants.

Choisissez celui qui correspond à votre choix de transistor.

ATTENTION le tableau ci-dessous tient compte des nouvelles valeurs de résistances autour des CE 3512K2. Si vous utilisez des NE 325, adoptez les valeurs du tableau précédemment publié ; ce tableau est rappelé quelques lignes plus en avant.

Ci-dessous CE3512K2

Etage à régler	Ajustable à régler :	Voltmètre en Parallèle sur :	Tension mesurée à « vide »	Tension mesurée, OL sur l'entrée, en émission et à pleine puissance
Q5	R14	R10	1v6	2v1
Q4	R15	R12	2v	2v5
Q6	R16	R31	1v4	1v65
Q7	R17	R32	1v4	2v8
Q8	R18	R40	3v	
Q9	R34	R39	1v6	
Q10	R20	R38	1v6	

Ci-dessous rappel des valeurs pour les NE325

Etage à régler	Ajustable à régler :	Voltmètre en parallèle sur :	Tension mesurée :
Q5	R14	R10	2v
Q4	R15	R12	2v
Q6	R16	R31	2v
Q7	R17	R32	2v
Q8	R18	R40	3v
Q9	R34	R39	3v
Q10	R20	R38	3v

Mise en route et réglage du multiplicateur de l'OL.

Pour s'assurer du bon fonctionnement de votre OL, je vous conseille de faire une sortie provisoire de cet OL au niveau de la future entrée du mélangeur. Soyez prudent ; ne mettez pas en danger la piste imprimée, préférez un petit coaxial souple à un gros semi-rigide. Il n'est pas question ici de prétendre à une quelconque précision de mesure, mais à vérifier si tout fonctionne.

Pour ce faire, injecter votre **OL 2484MHz sur l'entrée**, le niveau ne doit pas dépasser **+7dBm**, car au delà, le niveau de sortie diminue et, en insistant lourdement vous risqueriez de détruire Q5.

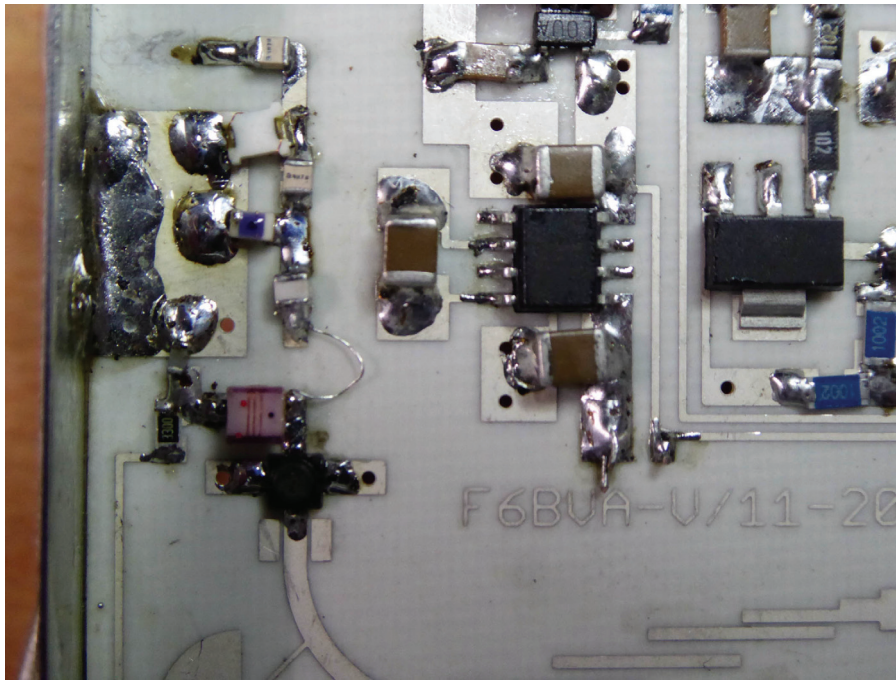
Si votre PLL délivre une puissance supérieure, n'hésitez pas à câbler l'atténuateur en sortie du module de DF9NP.

Le niveau mesuré en sortie sur votre prélèvement provisoire sera de quelques milliwatts.

Si vous ne disposez pas d'un analyseur de spectre ou d'un bolomètre, vous pouvez utiliser un simple détecteur HF pour cette vérification.

L'optimisation de ce niveau se fera plus tard, mélangeur en place.

Si vous avez respecté les valeurs proposées, la mise au point se limitera à modifier la position de la « self L7 ». J'ai été amené à rapprocher cette épingle à cheveux du CI pour stabiliser une tendance à l'auto-oscillation à vide. Inspirez vous des photos.



Ci dessus, injection PLL au travers du circuit. Voir la position de L7.

Si vous disposez bien de quelques milliwatts de 9936Mhz, vous pouvez couper l'alimentation, supprimer cette sortie provisoire et faire place nette à la tresse à dessouder.

Positionnez le mélangeur à sa place et le souder (rapidement svp !)

Poursuivez par la mise en place et la soudure des 5 transistors fets.

Vous pouvez mettre sous tension et régler les courants de repos des trois étages réception (voir tableau à la page précédente).

Idem pour l'émission.

Raccordez votre radio sur l'entrée, puis passez en émission. Réglez le niveau par R13 en fonction de la puissance de votre radio. Les valeurs proposées doivent vous permettre d'injecter entre 500mw et 5watts.

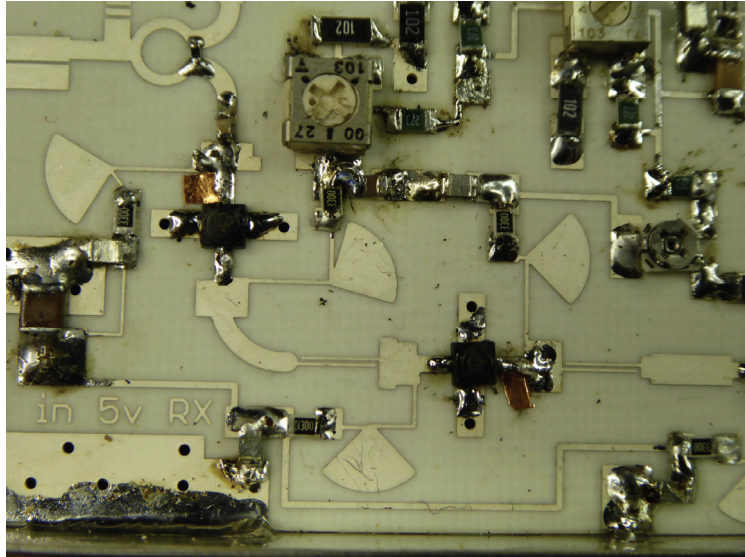
Optimisez si nécessaire les polarisations de Q6 et Q7 ; vous devez obtenir la dizaine de milliwatts prévus.

Pour la réception, après réglages de vos courants de repos, vous devez trouver un gain de conversion autour de 13dB pour un facteur de bruit d'un dB.

Ce transverter étant prévu initialement pour être précédé par un LNA, ce gain et ce nf sont largement suffisants. Avec le LNA en place sous serez amené à réduire le gain par le potentiomètre R3.

Dans le cas ou vous ne souhaitez pas utiliser de LNA en amont, il est possible de gagner un peu en gain et en facteur de bruit grâce à deux stubs judicieusement placés

Voir la photo ci-dessous.



Cette opération simple pour un initié, peut être déroutante pour un débutant en hyperfréquences.

Dans ce cas n'hésitez pas à vous rapprocher d'un copain compétent.

La réception, après optimisation.

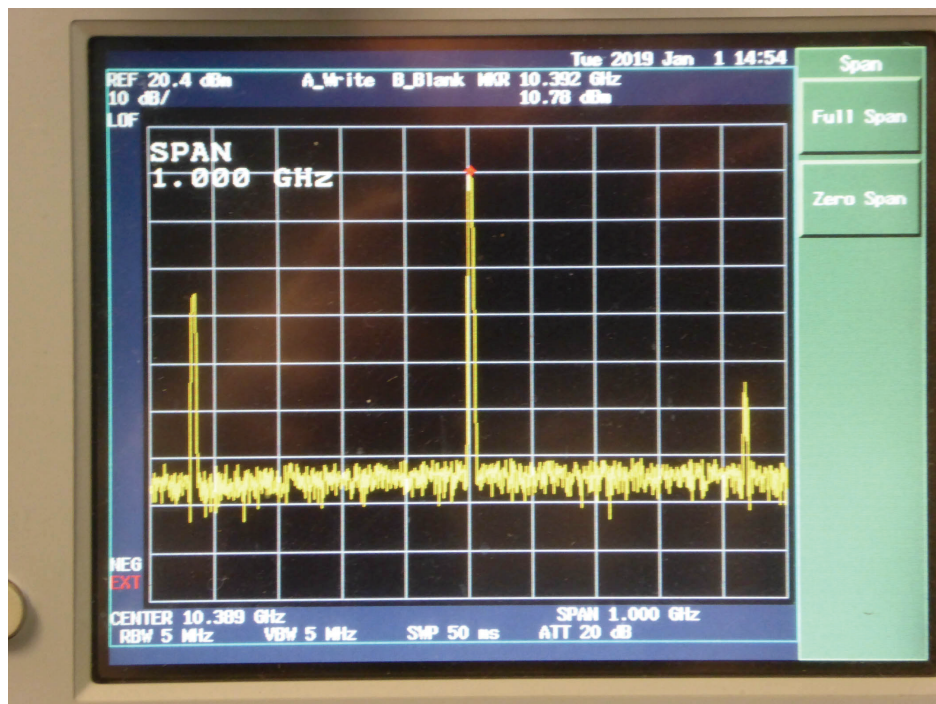
:



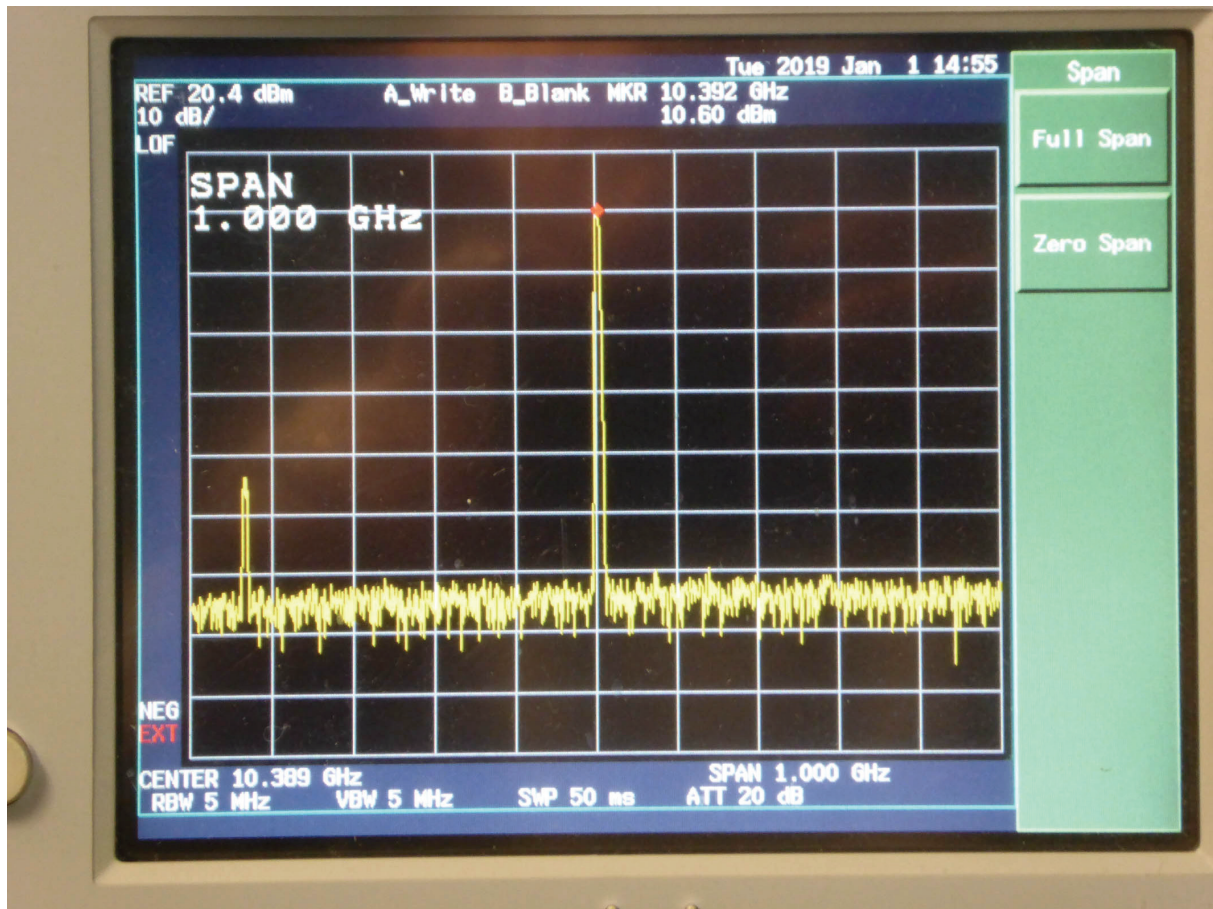
Ci-dessous la réception dans la bande satellite.



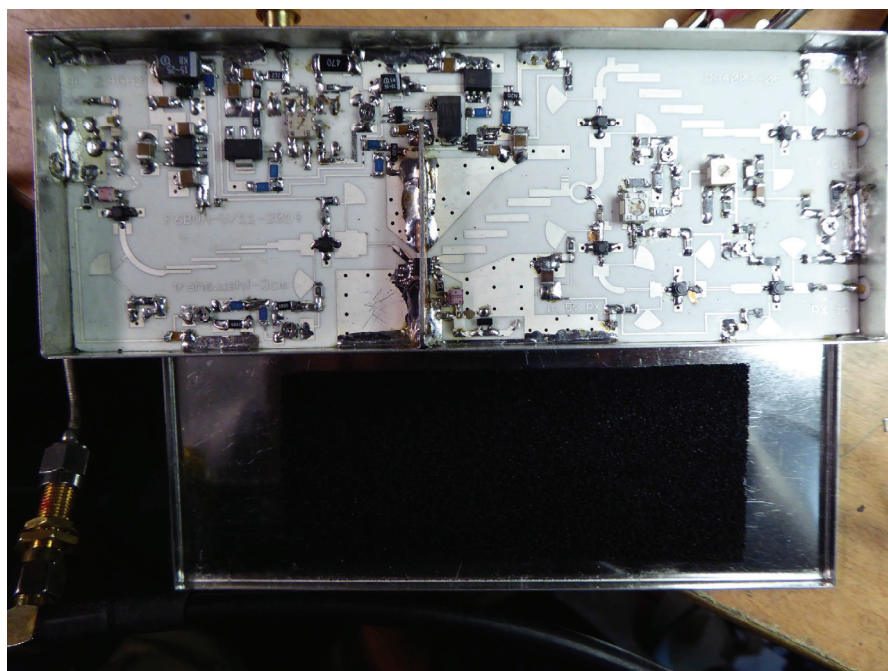
On arrive ici aux limites des possibilités du filtrage intégré ; très loin d'être ridicule !!
 Dernier point que je voulais vérifier, l'efficacité de la cloison de séparation, (je n'ose pas la qualifier de blindage) sur la réjection des signaux indésirables et entre autre de l'OL.
 La réponse en quelques photos.
 Ci dessous le spectre en sortie, sans couvercle et sans séparation.
L'OL est à -25dBc !



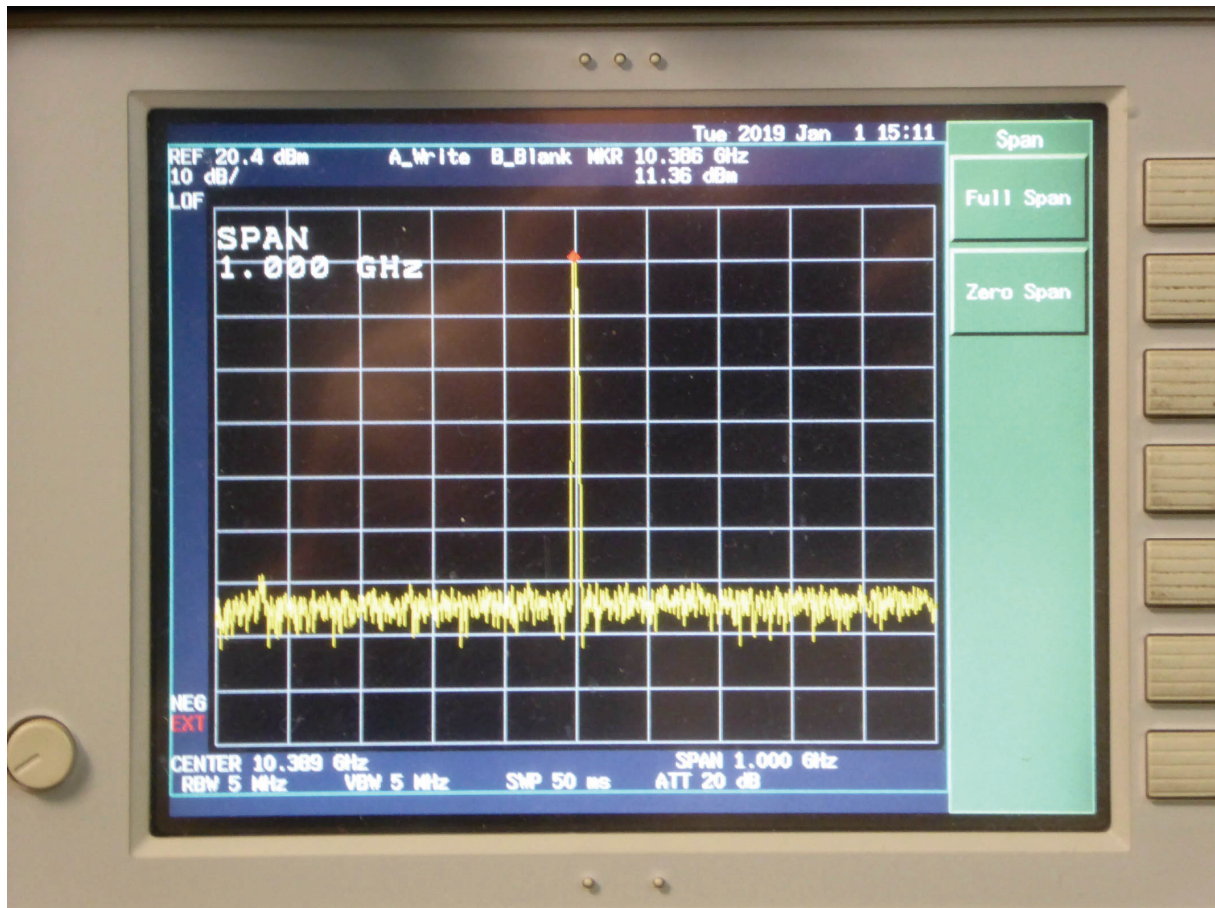
Ci-dessous avec couvercle recouvert d'absorbant, sans cloison ..
L'OL est à -42dBc .



La séparation est maintenant soudée



Visualisation du spectre avec séparation, couvercle et absorbant

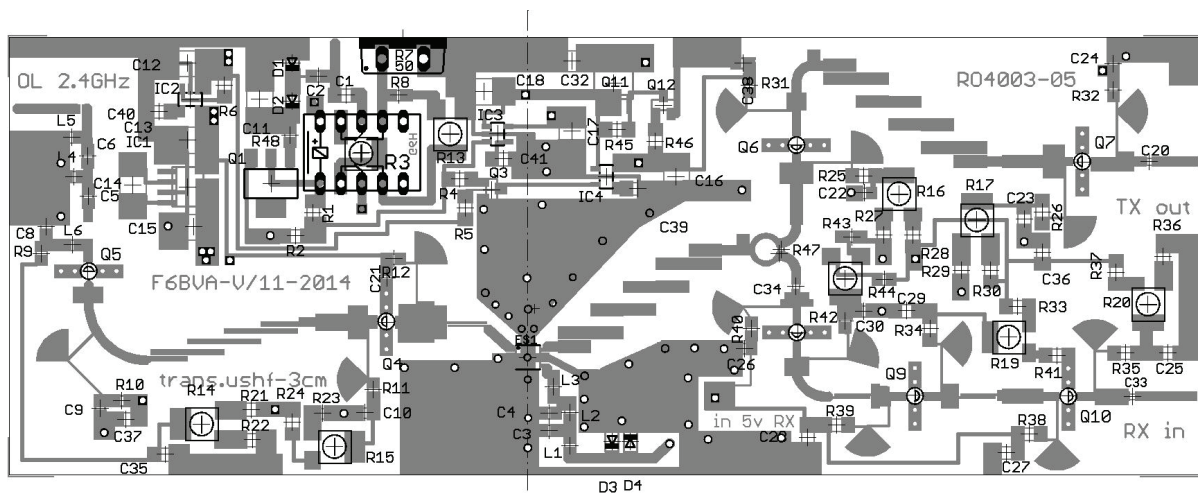


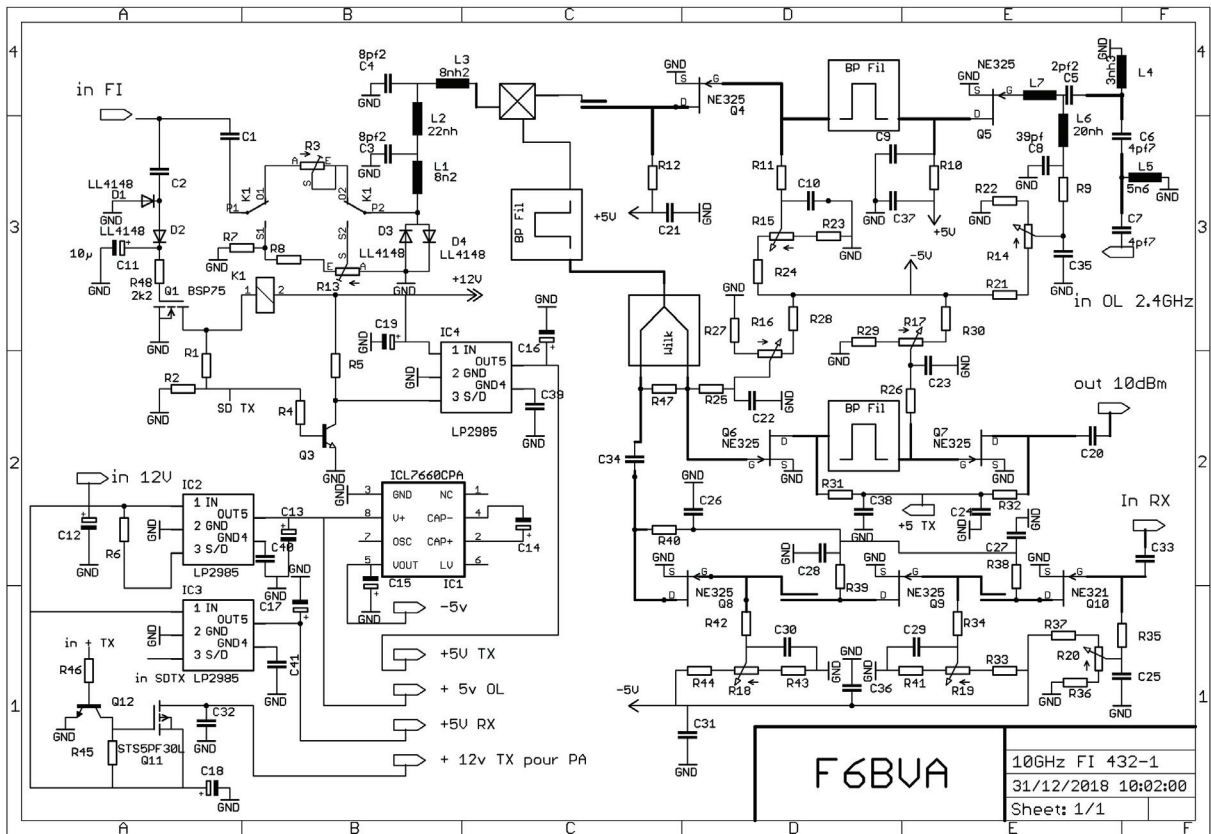
L'OL est à -60dBc !!

Respectez la position de cette séparation, elle est constituée d'un morceau de double face en verre époxy de 7mm de hauteur et de 40mm de longueur

Cela confirme mes observations faites sur nos premiers prototypes dès l'âge de pierre !!

En annexe, le rappel du schéma ainsi que de l'implantation :





Bonne réalisation.
F6BVA 12-2018.

Comparaison de différents OLs sur un transverter 10GHz F6BVA ou autre..

Il semble que de plus en plus d'OM adoptent la solution PLL pour les OLs de leur transverter.

J'en fait partiellement parti..

C'est une solution simple, rien à faire, pas cher, stable et en tout cas suffisamment pour la plupart de nos applications OM.

Le côté sombre, serait le bruit de phase de ces modules.

Les spécialistes nous arrosent copieusement de chiffres que nous avons quelquefois, en tout cas c'est mon cas, un peu de mal à interpréter concrètement.

J'ai décidé de faire quelques mesures comparatives pour essayer d'éclairer un peu nos lanternes.

Ces mesures consistent à vérifier le niveau du plancher de bruit de nos transverters en fonction du type d'OL utilisé.

L'analyseur de spectre utilisé ici n'est pas ce qui ce fait de mieux pour ce genre de mesure, mais malgré ça on voit malgré des choses parfaitement compréhensible par un OM lambda, dont je suis !

Les photos suivantes ont été faites avec un paramétrage absolument identique.

Les transverters utilisés sont identiques.

Les réglages de l'analyseur de spectre sont :

-Fréquence centrale d'analyse, soit la fréquence de sortie du transverter..10368xxxxMHz

-Span =100KHz

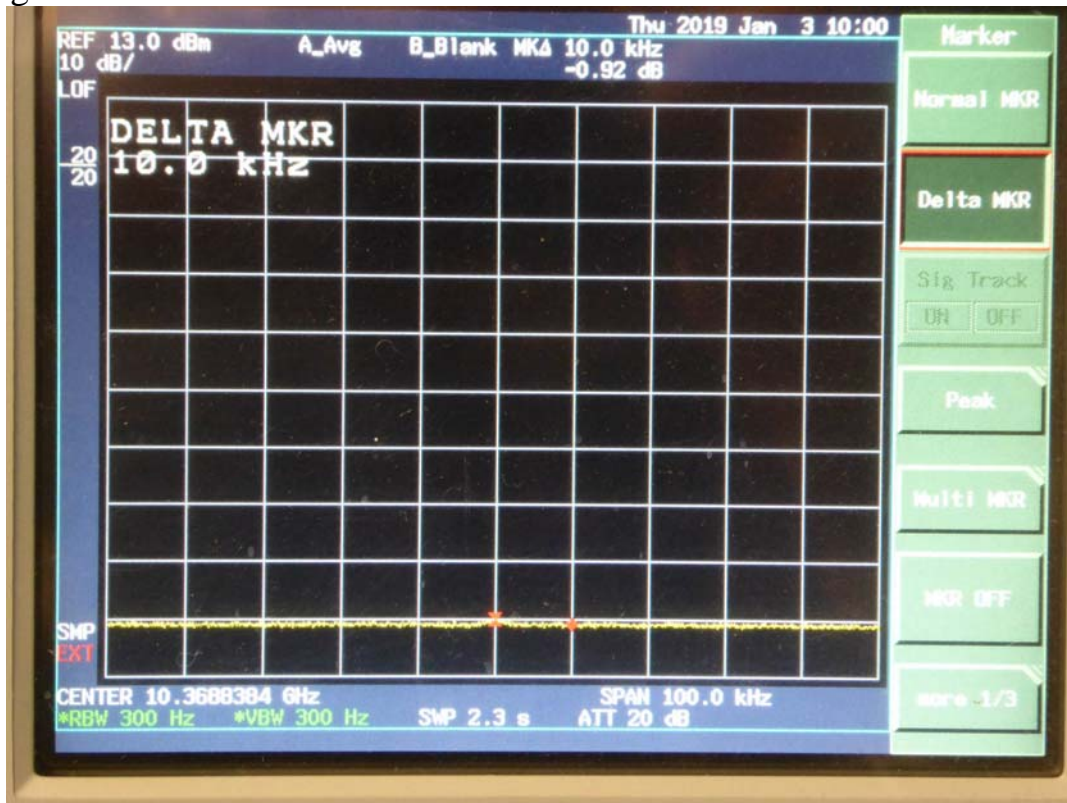
-RBW = 300Hz

-VBW=300Hz

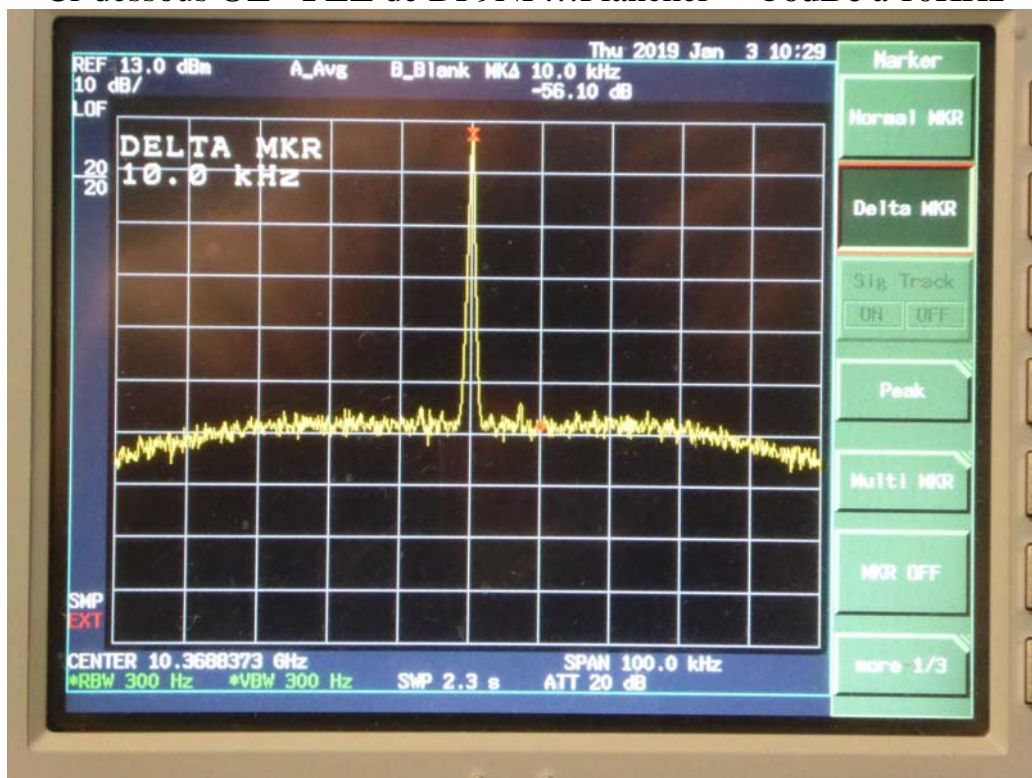
-AVG X20

- 10dB division
- Référence Level +13dBm

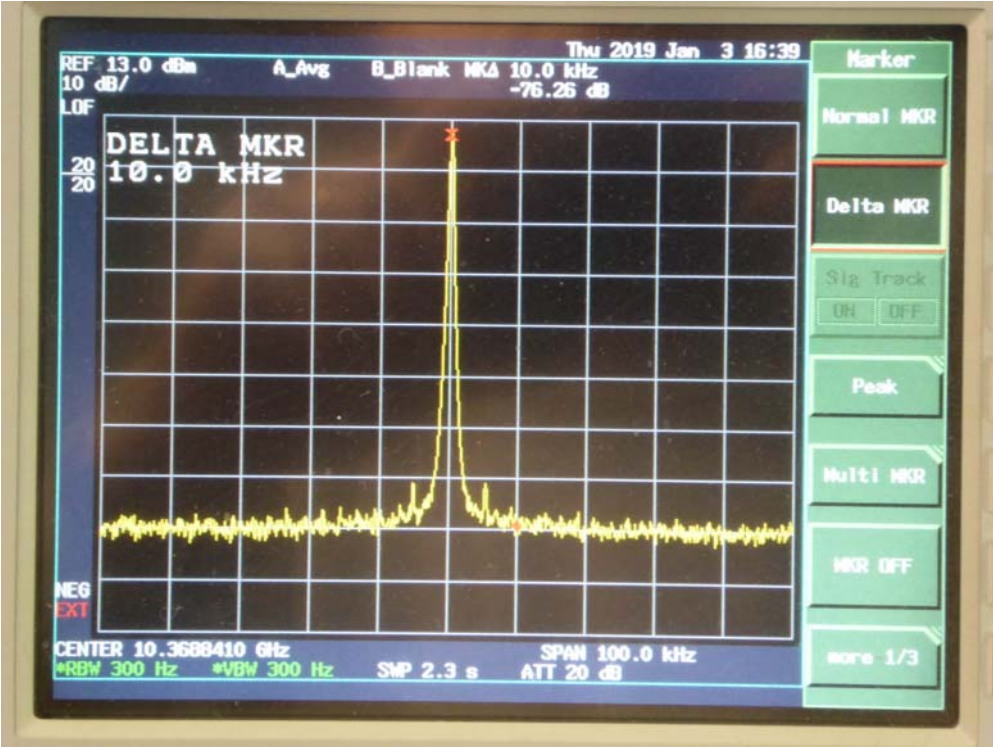
Cette première photo nous montre le **bruit résiduel** de l'analyseur avec les réglages ci-dessus.



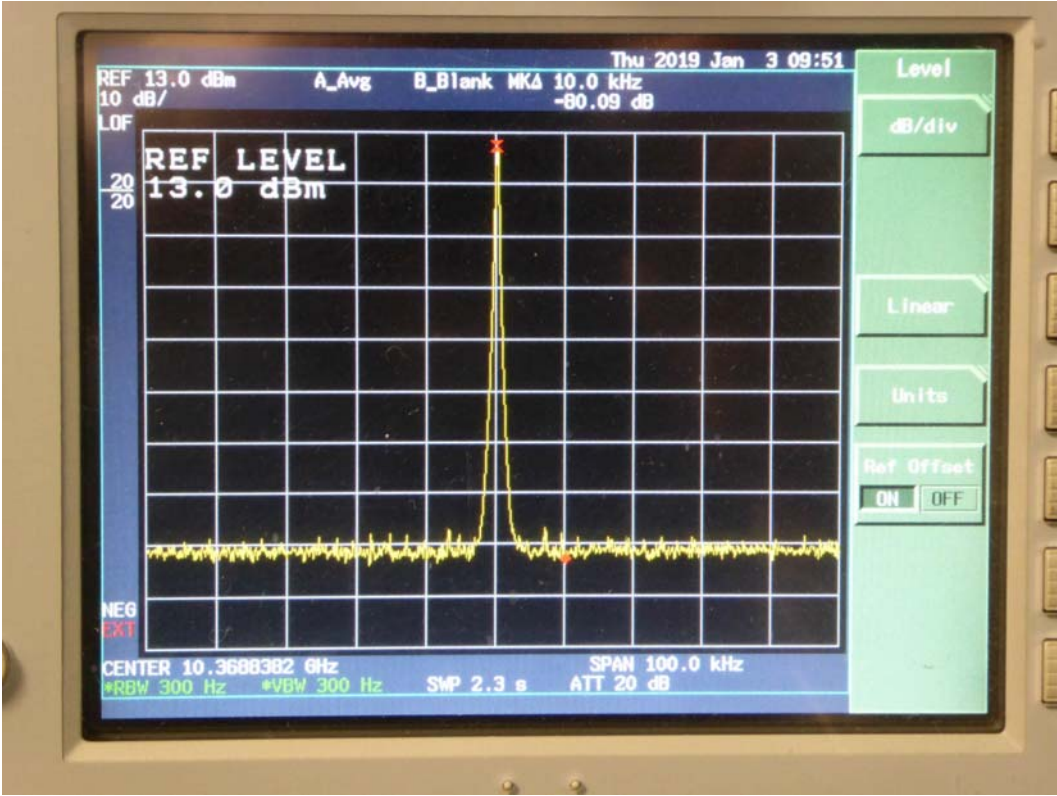
Ci-dessous **OL = PLL** de DF9NP... Plancher = **-56dBc** à 10KHz



Pour cette image, l'OL est constitué d'un **OCXO** suivi d'un **multiplicateur** (F6BVA pour les deux). **Plancher -76dBc**



Ci-dessous, **PLVXO F6DRO + Multiplicateur F6BVA** le must ! **-80dBc**



Quelles conclusions en tirer ?

Si votre activité Hyper, se fait au milieu d'un grand désert radio-électrique, loin de toute activité majeure et si vous ne cherchez pas du tout à participer aux belles ouvertures RS il n'y aura pas de soucis..

En gros, si vous êtes seul au monde, vous pouvez user et abuser des PLLs de DF9NP ou autre.

Donc également si vous souhaitez uniquement vous adonner au trafic spatial (satellite ou EME) et par conséquent n'ayant pas affaire à de forts signaux et ne risquant pas de polluer vos voisins

« radioélectriques », la PLL pourra parfaitement convenir..

Mais attention ça se paye au prix fort, 25/30dB de dynamique perdue, ça mérite au minimum réflexion..

F6BVA Janvier 2019