

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	<u>Note technique</u> Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 1 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	---

EMAIL: francois.callias chez net2000 point ch

Version 3	03.01.2017	Mesures §6 – §11 et conclusions
Version 6	24.04.2017	§12 – §15 ajoutés ; conclusions modifiées

Contenu

1. Introduction	9. IC 202 S
2. Description du dispositif de mesure	10. Elecraft K3 + TRCVR 144MHz interne
3. IC-910	11. Elecraft KX3 + TRCVR 144MHz interne
4. IC-275	12. FT-225 RD
5. Station HB9BLF	13. FT-991 A
6. FT-857	14. FT-736 R
7. FT-897	15. IC-251 E
8. FT-817	16. Conclusions

1. Introduction

Ce document donne les résultats de mesure de la dynamique de stations radioamateur utilisées sur 144MHz. La dynamique est mesurée à l'émission et à la réception.

La dynamique d'un émetteur est le rapport entre la puissance du signal utile sur la fréquence d'émission et le niveau de signal parasite émis en dehors de la bande de fréquence normalement utilisée par le signal utile. En général, la dynamique d'un émetteur varie en fonction de l'écart par rapport à la fréquence d'émission. Elle dépend de plusieurs facteurs tels la propreté spectrale du signal HF du VFO, le niveau du bruit thermique interne du système TX, la propreté de l'alimentation, etc. Il peut aussi y avoir le phénomène du « splatters » (éclaboussures) de part et d'autre de la fréquence utile, lorsque la puissance de drive du PA est réglée trop haute...

Pour un récepteur, c'est la capacité de recevoir un signal de faible niveau en présence d'un signal de forte amplitude présent sur une autre fréquence dans la bande. La dynamique d'un récepteur varie en fonction de l'écart de fréquence entre le signal « fort » et le signal faible que l'on aimerait bien recevoir. Elle dépend de plusieurs facteurs, tels la sélectivité (filtres à quartz présents ou pas), la propreté du signal du VFO, la linéarité de la chaîne de réception en amont des filtres IF, et parfois de la qualité de l'alimentation...

Lors de concours sur 144MHz, des stations opérant sur des points hauts bien dégagés peuvent se retrouver en « vue directe », avec la zone de Fresnel complètement libre entre leurs antennes respectives. Une dynamique de 120dB serait nécessaire tant pour les émetteurs que pour les récepteurs, si l'on veut éviter le blocage ou une diminution notable de la sensibilité du récepteur lorsque l'antenne est pointée sur une station QRO voisine.

Les performances d'un certain nombre de stations « 144MHz » ont été mesurées. Les résultats sont rapportés dans ce document.

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 2 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	---

2. Description du dispositif de mesure

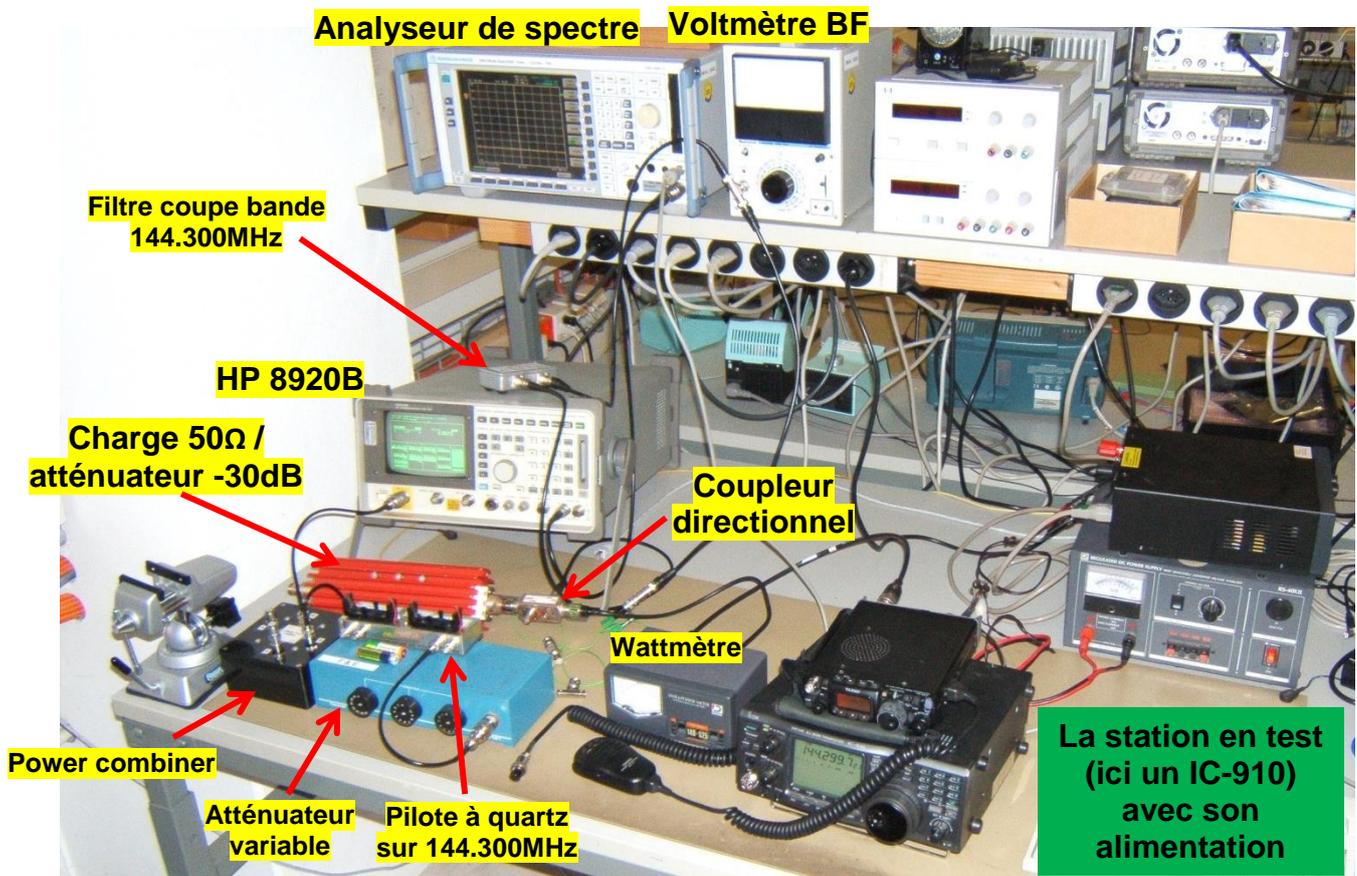


Fig. 1 : Vue du setup de test

Le setup de test ci-dessus comprend les appareils de mesure suivants.

Pour la mesure de la partie émission :

- Analyseur de spectre de Rohde & Schwartz « FSP » (9kHz – 13GHz)
- Atténuateur de 30dB / charge fictive 200W / 50Ω
- Coupleur directionnel -38dB
- Wattmètre « Daiwa »
- Filtre coupe-bande centré sur 144.300MHz

Pour la mesure de la partie réception :

- RF Test-set HP 8920B (appareil de mesure pour modulations analogiques 400kHz - 1GHz)
- Pilote à quartz centré sur 144.300MHz, $P_{OUT} = -10dBm$
- Atténuateur variable 50Ω, 0 ... - 100dB
- Power Combiner / Splitter 144MHz
- Voltmètre BF

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 3 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	---

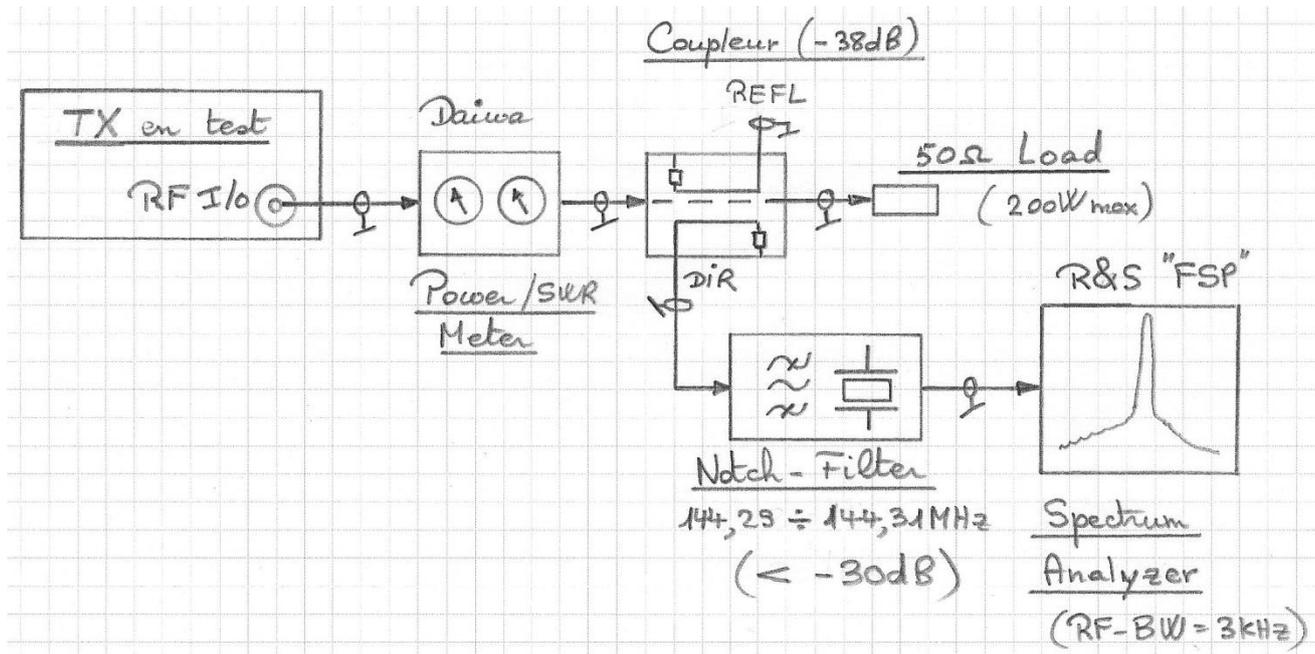


Fig. 2 : Test de la partie émission

Les mesures ont été faites en modes CW et SSB. L'appareil à tester est réglé pour une puissance nominale autour de 60W (+48dBm) (vérifiée par le wattmètre « Daiwa »). Cette puissance est légèrement en dessous de la puissance maximale du TX. Le signal TX est envoyé à travers un coupleur directionnel dans une charge fictive 50Ω de puissance. Le coupleur permet de prélever une petite partie du signal. Sur sa sortie « DIR » l'amplitude du signal est à -38dB par rapport au signal fourni par le TX ($P_{OUT}(DIR) = +48 - 38 = +10dBm$). Cette puissance est appropriée pour la mesure avec l'analyseur de spectre et n'est pas trop élevée pour le filtre coupe-bande.

Une première mesure de puissance est faite avec l'analyseur de spectre, sans le filtre coupe-bande à quartz. La puissance du TX est réglée pour obtenir un niveau de référence de +10dBm avec le TX réglé sur 144.300MHz (calibration). La largeur de bande de l'analyseur de spectre est réglée sur RBW=3kHz, qui correspond approximativement à la largeur de bande d'un signal SSB :

Ensuite le filtre coupe-bande est inséré entre le coupleur et l'analyseur de spectre ; cela atténue le niveau sur la fréquence centrale par -55dB. On peut alors augmenter la sensibilité de l'analyseur de spectre (Ref-Level = -30dBm, Attenuator = OFF), ce qui permet de voir le spectre de bruit du TX de part et d'autre de la fréquence d'émission. L'analyseur de spectre a une dynamique maximale de 100dB. Le filtre coupe bande est nécessaire pour pouvoir augmenter la sensibilité de l'analyseur. Mais il est aussi nécessaire pour éliminer l'effet de mixage réciproque entre la porteuse sur 144.3MHz et le bruit latéral de l'oscillateur de balayage de l'analyseur.

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 4 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	---

La figure 3 donne le niveau de bruit de l'analyseur : $P_{NOISE} = -120dBm$ pour une largeur de bande « SSB » $RBW = 3kHz$. Avec un niveau de référence $P_{TX} = +10dBm$, la dynamique de mesure disponible est de 130dB.

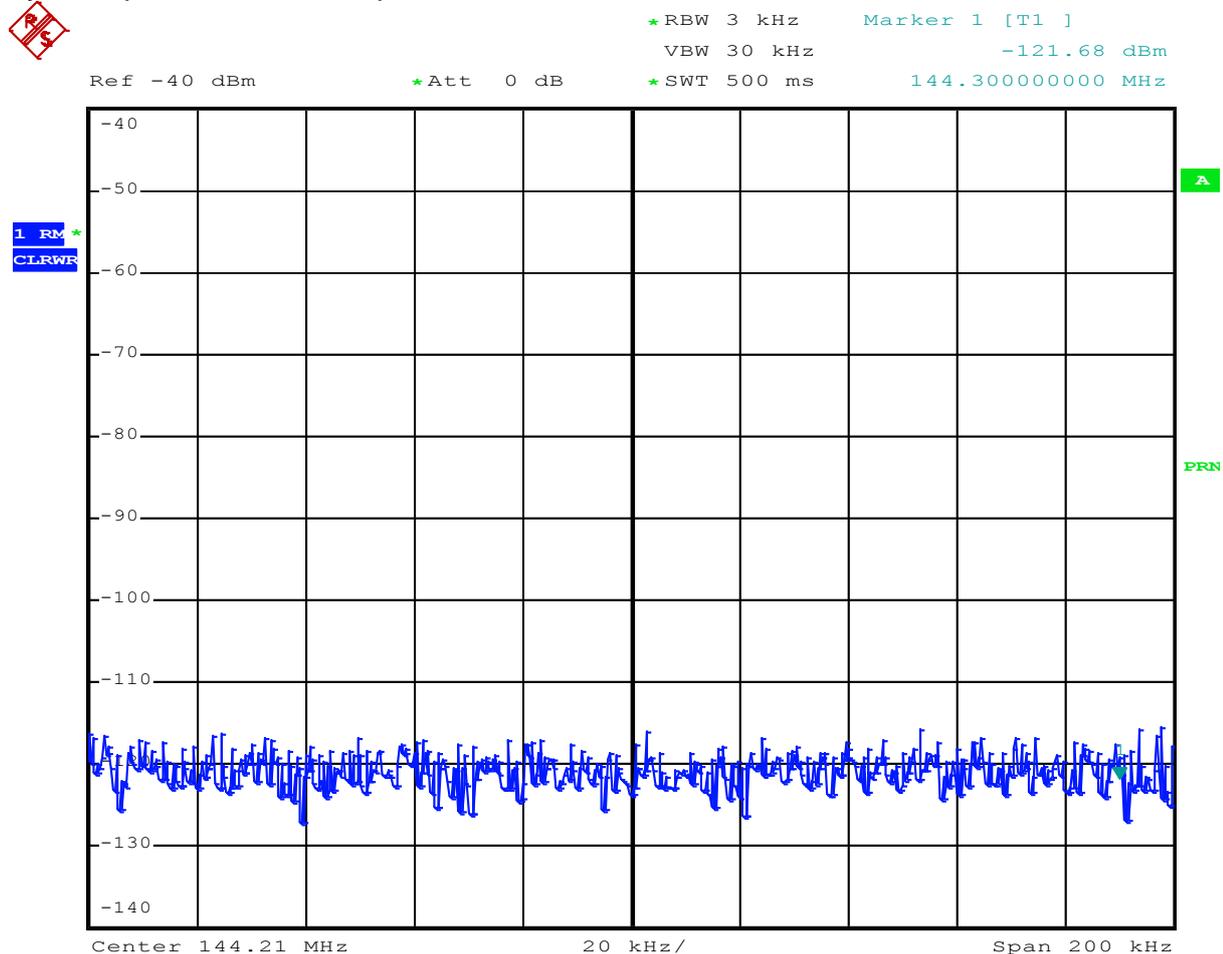


Fig. 3 : Niveau de bruit de référence du système de mesure

Le schéma du filtre coupe-bande est donné à la page suivante (fig. 4).

Le filtre coupe bande utilise une structure passe-bande à 2 résonateurs LC couplés, dans laquelle les capacités parallèles des résonateurs sont remplacées par des quartz « overtone » sur 144.300MHz. Les résonateurs sont couplés à travers C2 ; les entrées et sorties du filtre sont couplées aux résonateurs par C1 respectivement C3.

La réponse en fréquence du filtre est à la figure 5. On voit un « Notch » très prononcé sur 144.300MHz avec une atténuation de -55dB. Au-dessus de 144.300MHz, les résonances parasites des quartz provoquent l'apparition de « trous » secondaires. La mesure de bruit du signal TX sera faite dans la zone « propre », en-dessous de 144.300MHz.

Les mesures seront corrigées en fonction de l'atténuation du filtre aux différentes fréquences (-12.3dB @ 144.28MHz, -4.9dB @ 144.26MHz, -1.8dB @ 144.20MHz, etc.)

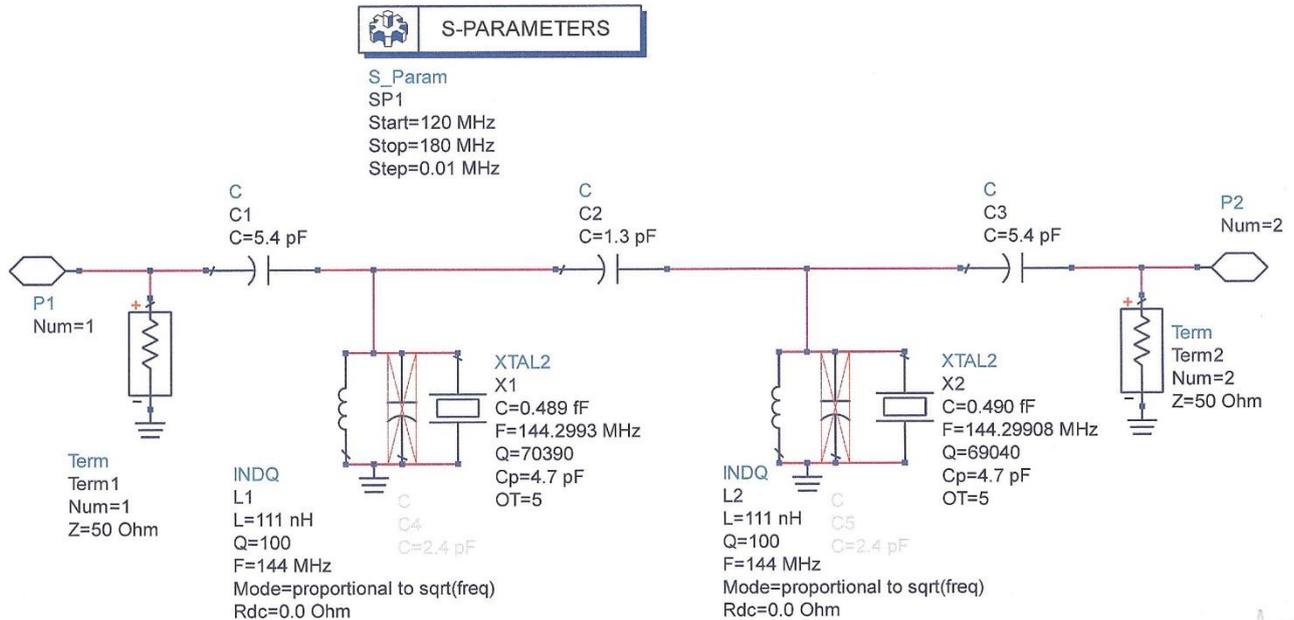


Fig. 4 : Schéma du filtre coupe bande

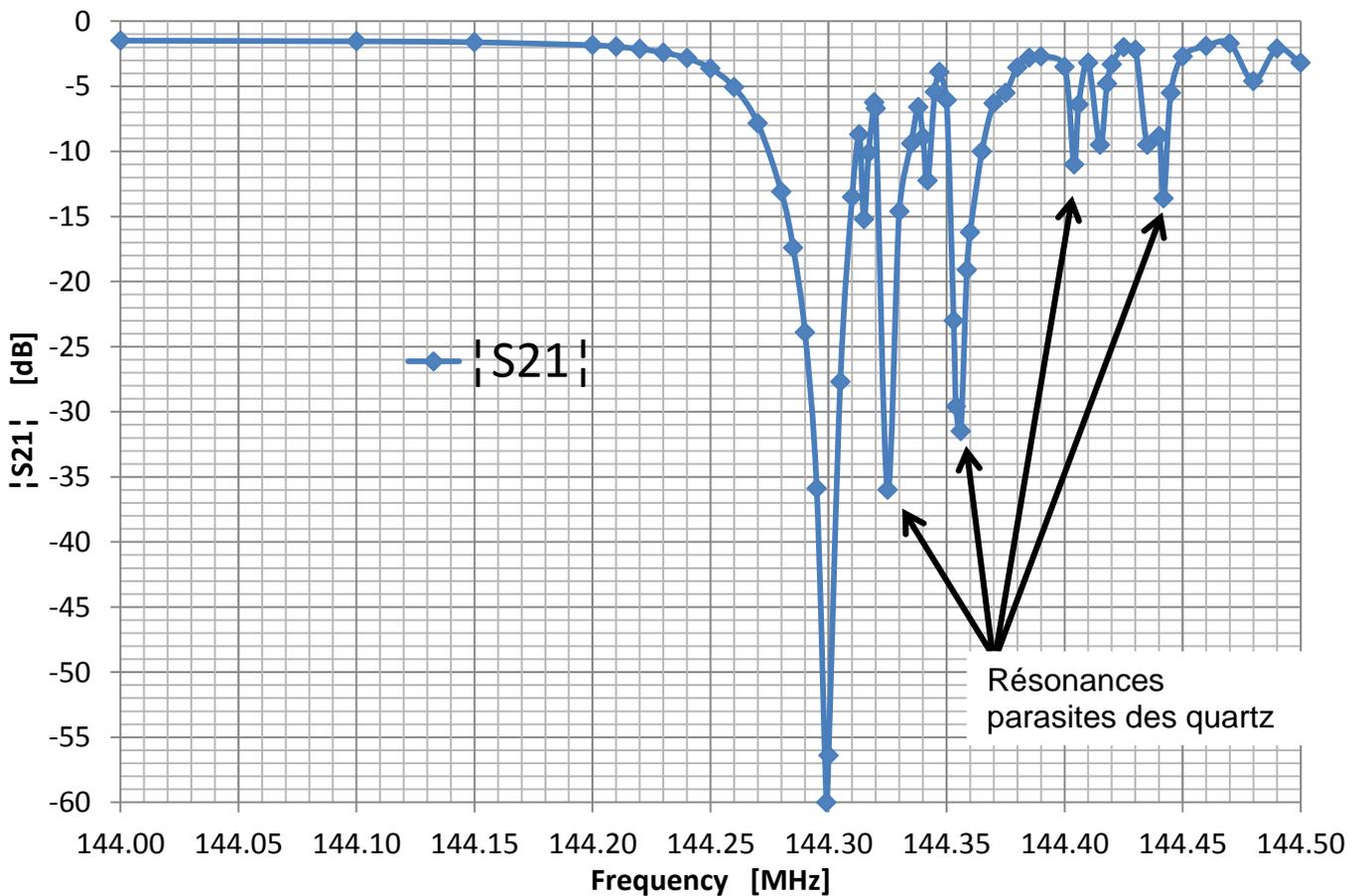


Fig. 5 : Réponse en fréquence du filtre coupe bande

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 6 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	---

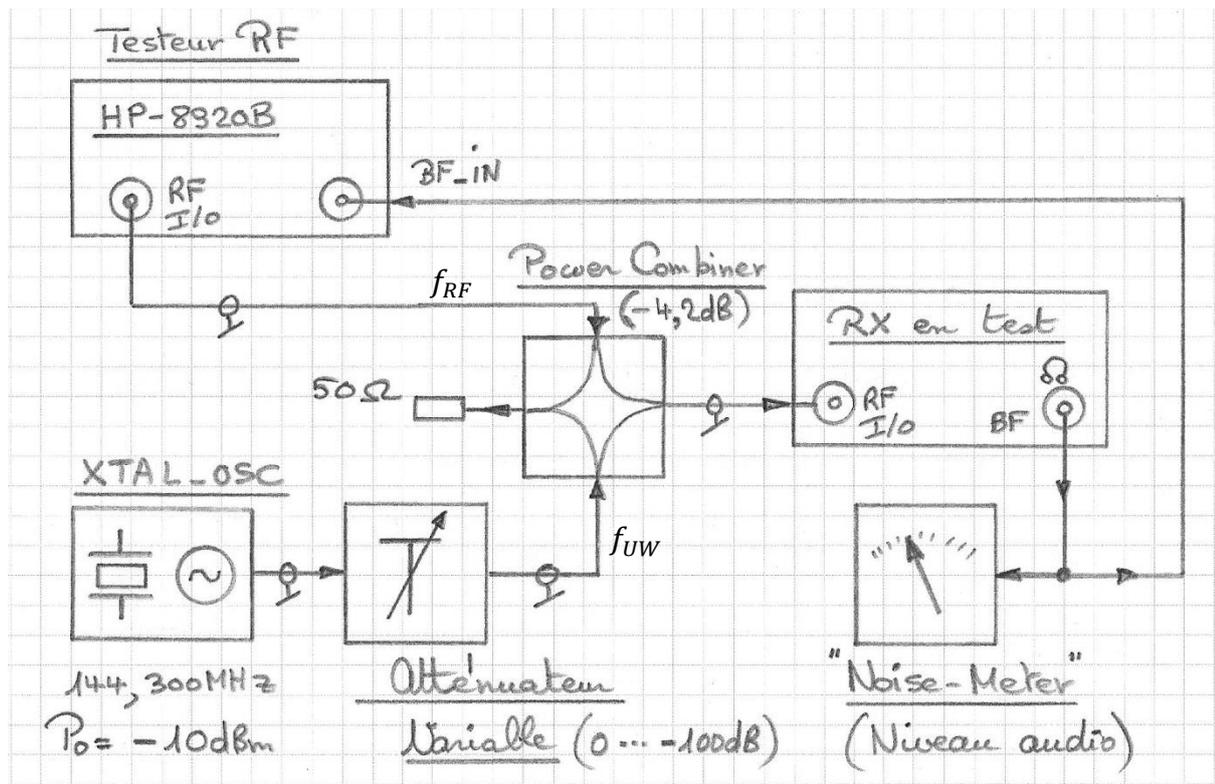


Fig. 3 : Test de la partie réception

L'entrée HF du récepteur est connectée à travers un « power combiner » à l'appareil de test RF (HP-8920B), qui donne un signal CW de faible amplitude sur la fréquence à recevoir (f_{RF}), et à une source de signal perturbateur (f_{UW}).

Le signal perturbateur est un pilote à quartz alimenté sur pile qui délivre un signal sur $f_{UW} = 144.300MHz$. Un atténuateur variable permet de changer son amplitude.

Le récepteur est en mode SSB. Sa sortie BF est envoyée sur l'entrée BF du HP-8920B et également en parallèle sur un voltmètre BF (Noise-meter).

La sensibilité du système de réception est mesurée sans signal perturbateur. On règle tout d'abord le volume audio du récepteur sans signal RF pour calibrer le niveau de bruit lu au voltmètre RF sur 0dB. Ensuite, on applique un signal sur la fréquence de réception, avec un niveau faible compris entre $P_{RF} = -140dBm \dots -120dBm$ (note : -140dBm est le bruit thermique délivré par une résistance de 50Ω , dans une largeur de bande de 3kHz). On règle le niveau P_{RF} du HP-8920B pour obtenir un niveau BF +10dB au-dessus du niveau de bruit sans signal reçu. Cela permet de calculer le niveau de sensibilité d'entrée du récepteur. Le récepteur est réglé pour recevoir une fréquence HF en-dehors de 144.300MHz (par exemple, 144.280, 144.250...)

Ensuite, on stoppe la source sur la fréquence à recevoir et on applique le signal perturbateur (signal CW délivré par l'oscillateur à quartz sur 144.300MHz).

Nous avons remarqué que le signal perturbateur provoquait une augmentation du bruit sur la fréquence à recevoir, bien avant la saturation.

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	<u>Note technique</u> Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 7 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	---

Les tableaux de mesure EXCEL donnent l'augmentation du bruit en fonction du niveau du signal perturbateur pour des fréquences de réception ayant un offset de 20kHz ou de 50kHz par rapport à la fréquence du perturbateur à quartz.

La performance d'un récepteur est limitée le plus souvent par le phénomène du mixage réciproque. Le bruit latéral de l'oscillateur VFO du récepteur crée, en combinaison avec la porteuse « pure » à quartz, un produit de mélange qui tombe dans le canal de réception.

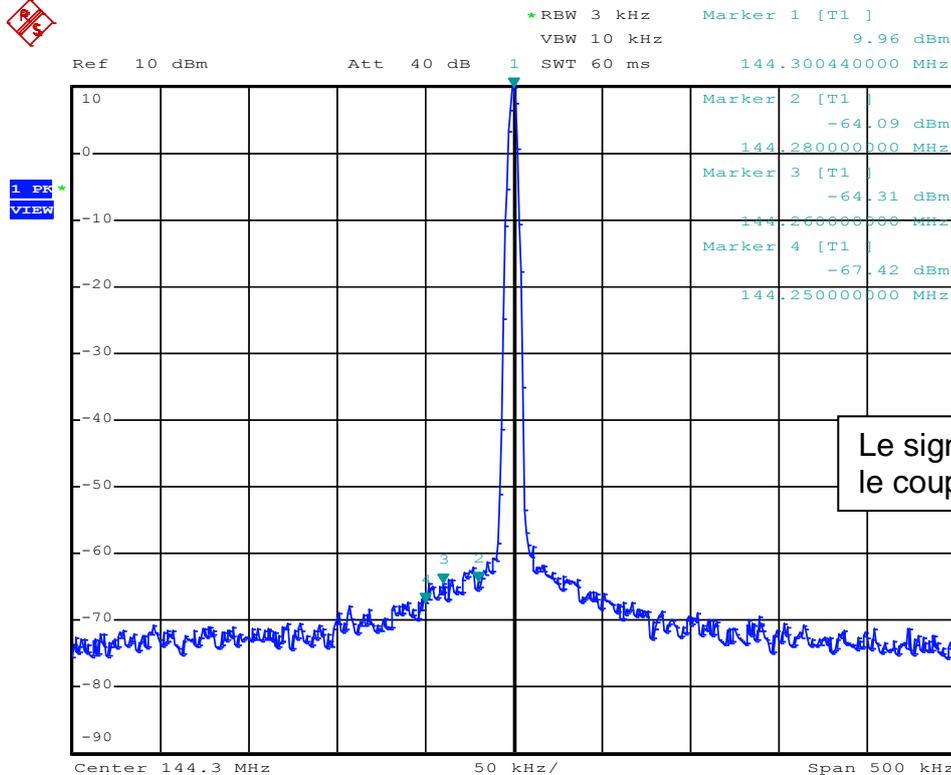
Le bruit dans le canal de réception augmente, ce qui dégrade le rapport S/N (signal / bruit) du signal à recevoir. Ce bruit diminue lorsque l'on s'éloigne de la fréquence du perturbateur (en général, doubler l'offset en fréquence → -6dB sur le bruit).

Remarque : un oscillateur à quartz à un niveau de bruit beaucoup plus bas, qu'un VFO standard, à cause du facteur de qualité du résonateur ($Q \approx 50000$) qui filtre le bruit thermique. L'oscillateur d'un VFO standard travaille avec un résonateur LC qui a un facteur Q bien plus bas, autour de 50 ($P_{NOISE} \propto 1/Q$).

3. IC-910

Partie TX

No de série 01888,
acheté le 16/9/2002
à Seicom



Le signal est prélevé par le coupleur directionnel.

Fig. 3.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

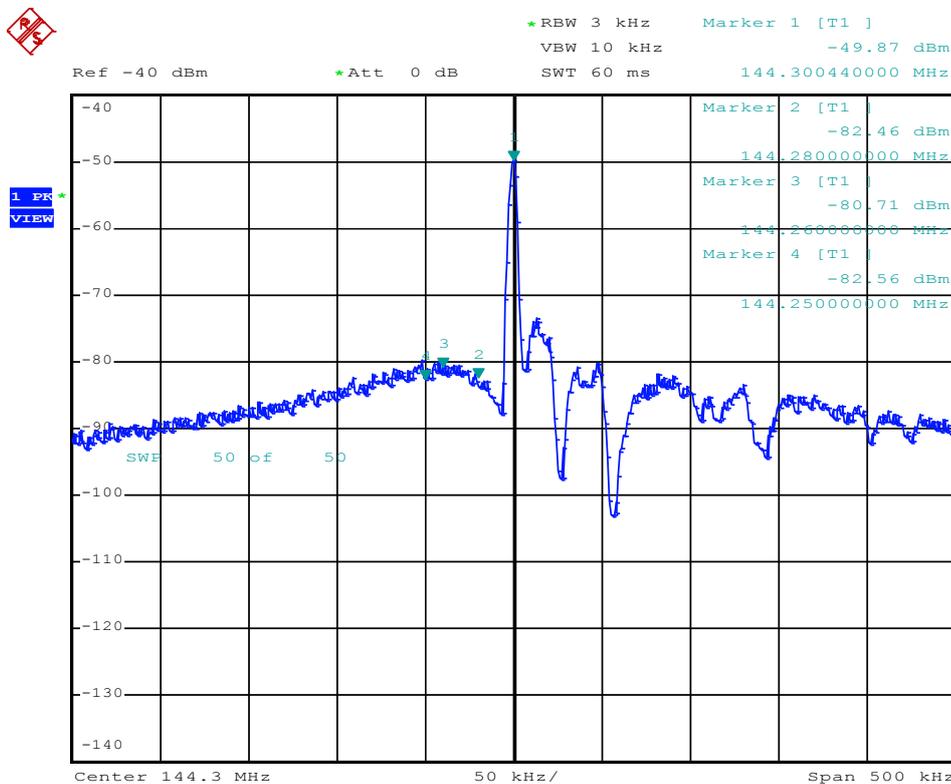


Fig. 3.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

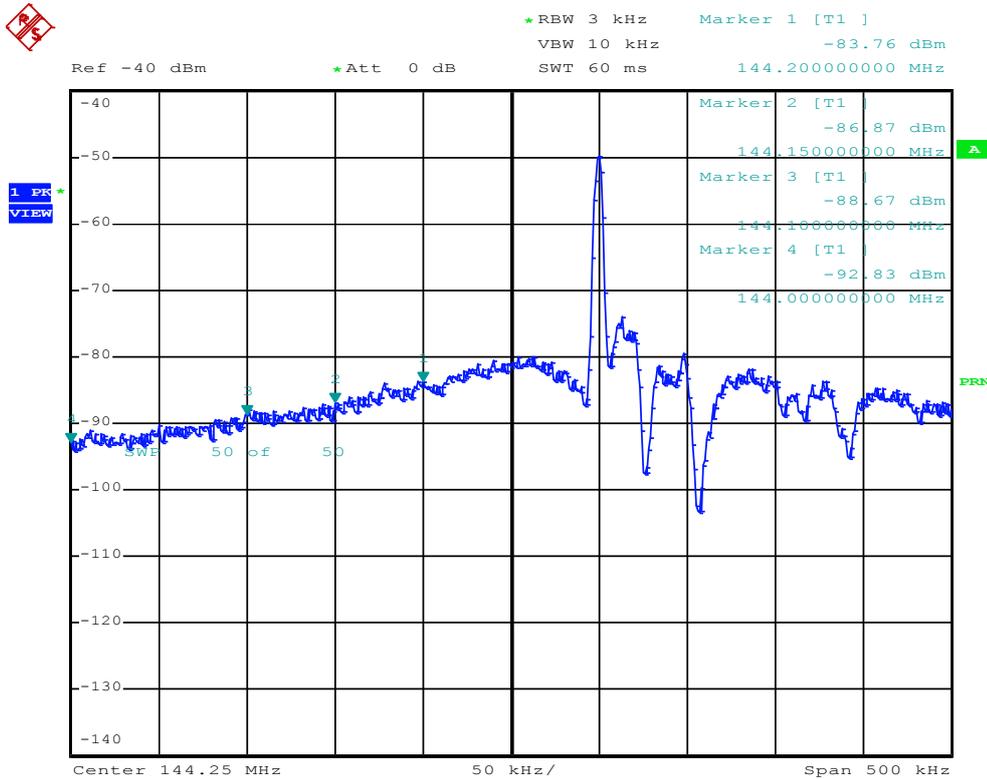


Fig. 3.3 : Idem ; marqueurs placés différemment

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le bruit décroît rapidement lorsque l'on s'éloigne de la fréquence centrale de 144.3MHz. On voit typiquement le bruit avec caractéristique en $1/(\Delta f)^2$ du VFO (doubler l'écart en fréquence \rightarrow -6dB sur le bruit)

CW, 60W out; through directional coupler (-38dB)			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-82.5	-13.1	79.4
144.260	-80.7	-5.1	85.6
144.250	-82.6	-3.6	89.0
144.200	-83.8	-1.8	92.0
144.150	-86.9	-1.6	95.3
144.100	-88.7	-1.5	97.2
144.000	-92.8	-1.5	101.3

Sur 144.250, il est seulement - -89dB par rapport au niveau du signal utile, et sur 144.200 à -92dBc. C'est médiocre.

Les figures suivantes sont une mesure du bruit en mode SSB, avec et sans modulation.

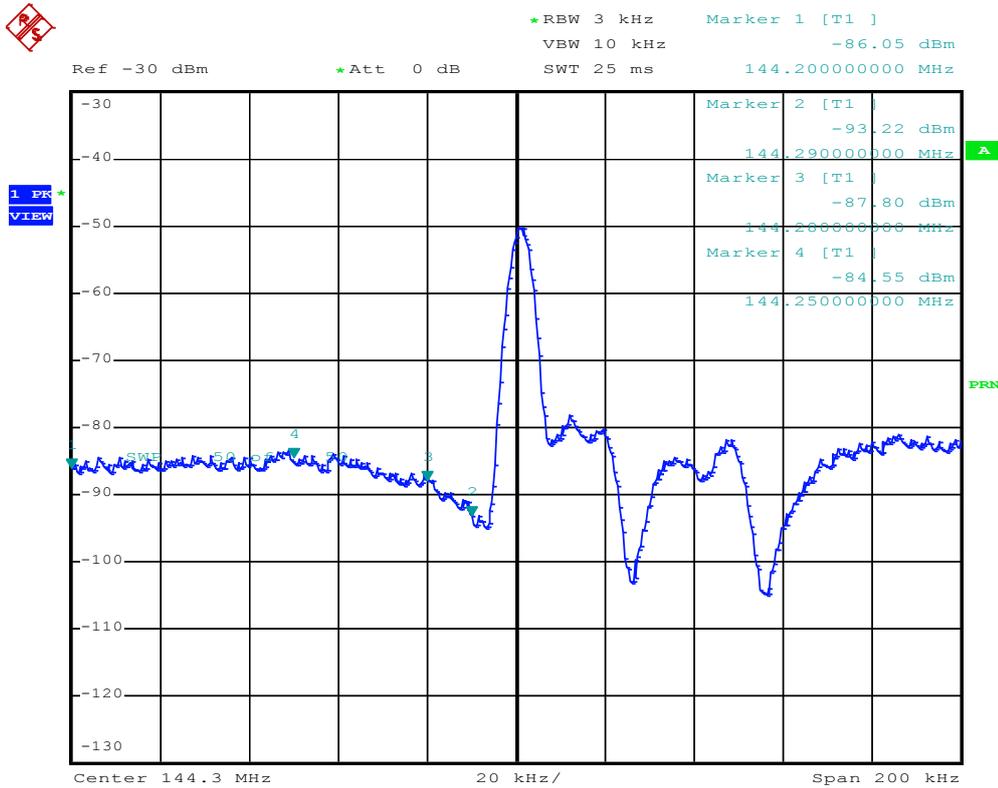


Fig. 3.4 : Spectre du signal SSB à travers le filtre coupe-bande (peak hold)

SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-93.2	-23.9	79.3
144.280	-87.8	-13.1	84.7
144.250	-84.5	-3.6	90.9
144.200	-86.1	-1.8	94.3

Là aussi, sans surprise en SSB, une réjection du bruit nettement insuffisante.

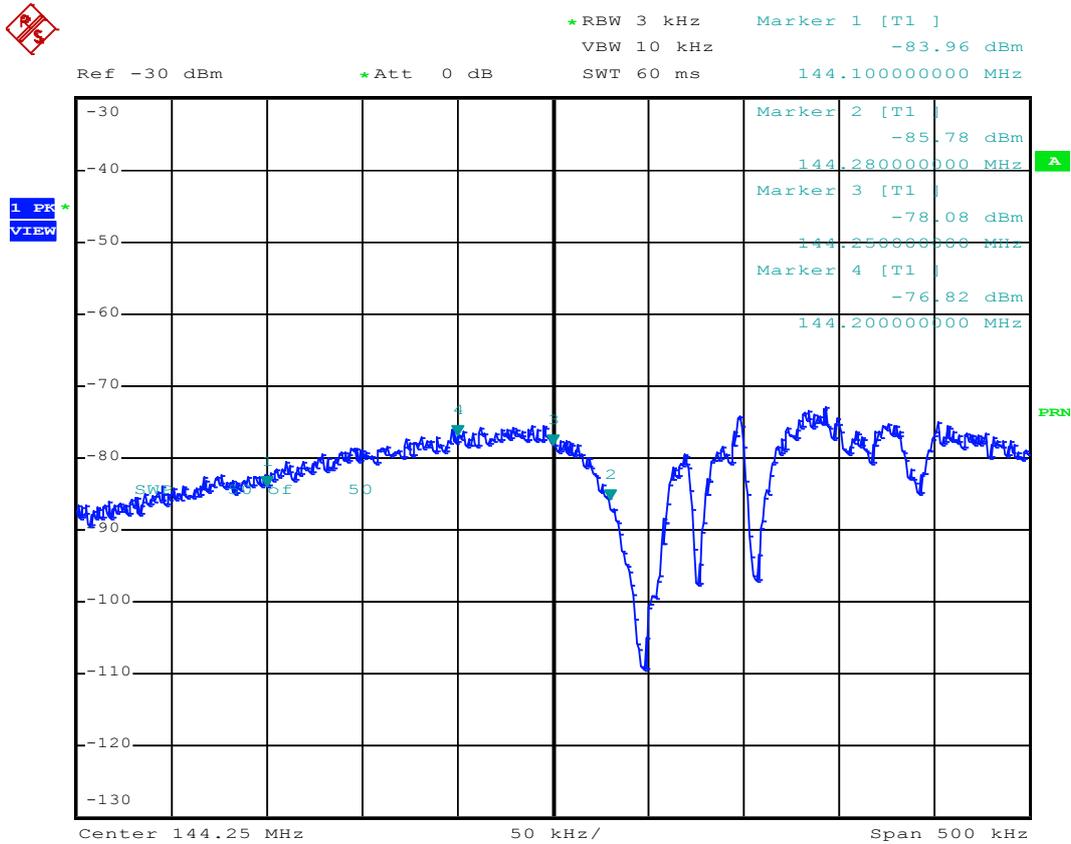


Fig. 3.5 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

SSB noise, without speech			
Frequency [MHz]	Noise level [dBm]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-85.8	-13.1	82.7
144.250	-78.1	-3.6	84.5
144.200	-76.8	-1.8	85.0
144.100	-84.0	-1.5	92.5

Dès que la touche PTT du micro est pressée, du bruit blanc sur toute la bande, avec un niveau de -85dBc à 100kHz d'offset et -92dBc à 200kHz d'offset ! Les OM sur les points hauts voisins apprécieront...

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 12 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX

Mesure de la sensibilité

Préamplificateur de réception interne :	ON	Unités	OFF
Signal level from HP8920B for S/N=10dB :	-124.0	[dBm]	-110.0
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]	-4.2
Input RX level for S/N=10dB (without blocking signal):	-128.2	[dBm]	-114.2
SSB equivalent input noise level	-138.2	[dBm]	-124.2

(Note : le niveau de bruit « SSB » d'une résistance vaut -140dBm)

Mesure de la résistance aux signaux forts

Signal perturbateur à quartz sur la fréquence $f_{UW} = 144.300MHz$.
Le préamplificateur est « ON »

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-41	-4.2	-55.2	3
-10	-38	-4.2	-52.2	5
-10	-35	-4.2	-49.2	7
-10	-32	-4.2	-46.2	10

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-33	-4.2	-47.2	3
-10	-30	-4.2	-44.2	5
-10	-27	-4.2	-41.2	7
-10	-24	-4.2	-38.2	10

Un niveau de signal $P_{UW} = -55dBm$ à un offset de 20kHz de la fréquence que l'on veut recevoir suffit pour augmenter le bruit total du système de réception de 3dB.

La dynamique de blocage vaut alors : $Dyn_{RX}(\Delta f = 20kHz) = -55 - (-138) = 83dB$

A 50kHz de distance, c'est un peu mieux :

$P_{UW} = -47dBm \rightarrow Dyn_{RX}(\Delta f = 50kHz) = 91dB$

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-55.2	82.5
50	-47.2	90.5

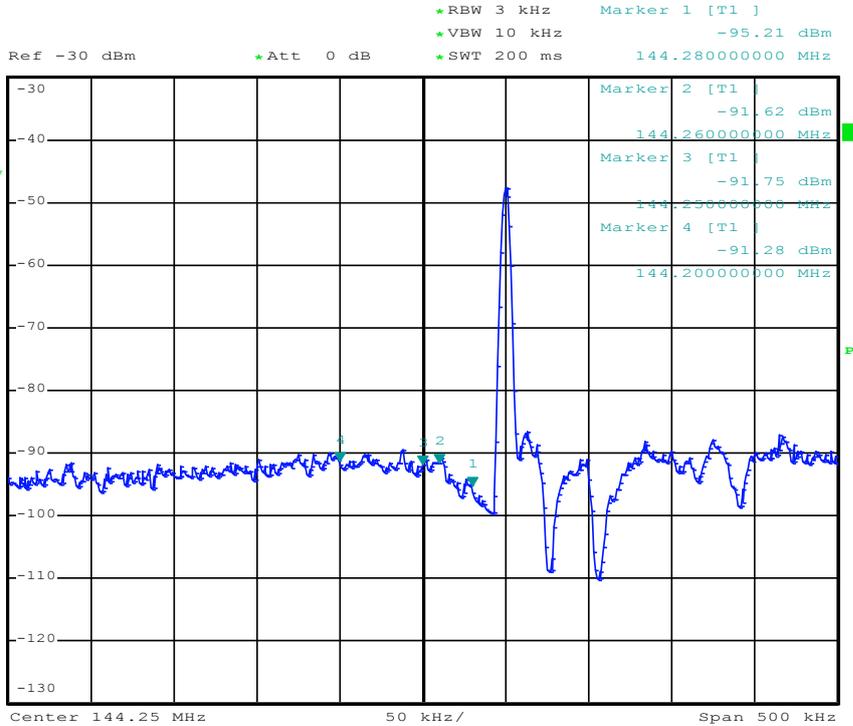
Ces niveaux de blocage de -55dBm à $\Delta f = 20kHz$ et -47dBm à $\Delta f = 50kHz$ sont **totallement insuffisants pour un service contest en point haut**. Si vous ajoutez un préampli externe de réception, je vous laisse imaginer le désastre...

4. IC-275

Partie TX, appareil de Yves HB9DTX

La mesure du spectre en direct sans le filtre coupe bande n'est pas donnée ici.

Le niveau d'émission a été réglé comme pour le TX précédent pour obtenir +10dBm (10mW) à l'entrée de l'analyseur.



No de série 3122,
 acheté en mai 1996
 à « Trans Vidéo »



Fig. 4.1 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

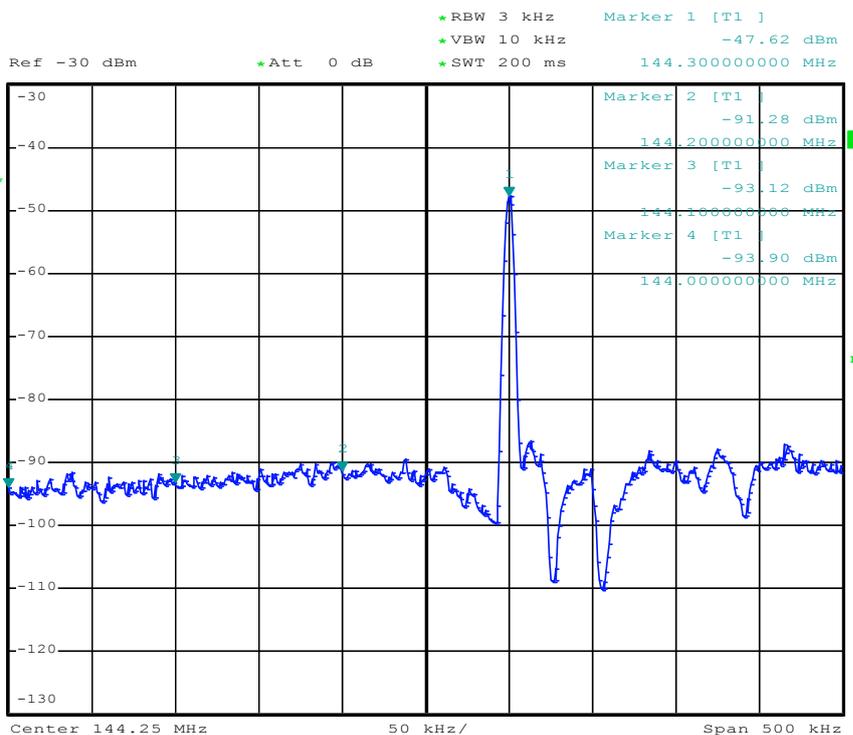


Fig. 4.2 : Idem ; marqueurs placés différemment

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 14 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le bruit décroît rapidement entre 144.300 et 144.250 (caractéristique en $1/(\Delta f)^2$ du VFO), puis il se stabilise à un niveau de $-100 \dots -102dBc$ en-dessous du niveau de crête TX.

Loin de la fréquence, il reste un niveau de bruit « large-bande » à $-102dBc$.

CW, 60W out; through directional coupler (-38dB)			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-95.2	-13.1	92.1
144.260	-91.6	-5.1	96.5
144.250	-91.7	-3.6	98.1
144.200	-91.3	-1.8	99.5
144.150	-92.2	-1.6	100.6
144.100	-93.1	-1.5	101.6
144.000	-93.9	-1.5	102.4

Les figures suivantes sont une mesure du bruit en mode SSB, avec puis sans modulation.

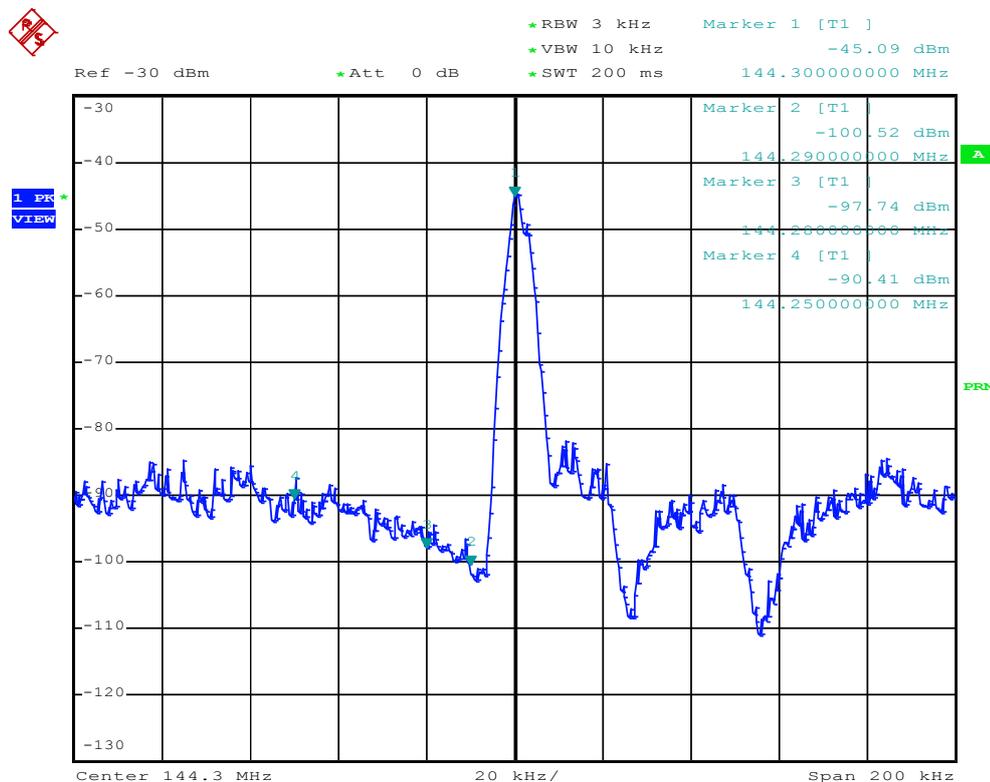


Fig. 4.3 : Spectre du signal SSB à travers le filtre coupe-bande (peak hold)

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	<u>Note technique</u> Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 15 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	--

SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-100.5	-23.9	86.6
144.280	-97.7	-13.1	94.6
144.250	-90.4	-3.6	96.8

Par rapport au tableau précédent, à peine 2dB de bruit supplémentaire sur 144.280 et 144.250. La modulation SBB est propre !

La [fig. 4.4](#) à la page suivante donne le spectre du bruit de sortie en SSB, sans modulation. Le tableau ci-dessous calcule le niveau de bruit par rapport au niveau de crête, en compensant l'atténuation donnée par le filtre coupe-bande.

SSB noise, without speech			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-108.6	-23.9	94.7
144.280	-99.3	-13.1	96.2
144.250	-88.7	-3.6	95.1
144.200	-87.5	-1.8	95.7
144.100	-89.2	-1.5	97.7
144.000	-91.1	-1.5	99.6

Loin de la fréquence, il reste un niveau de bruit « large-bande » à -100dBc. C'est un peu plus qu'en CW (+2dB)

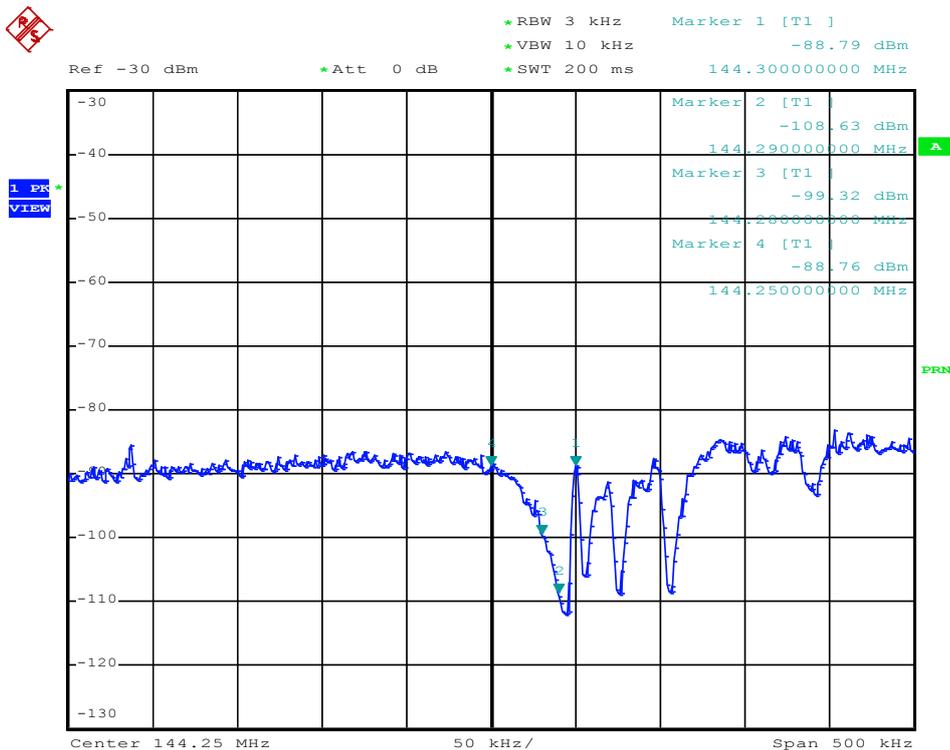
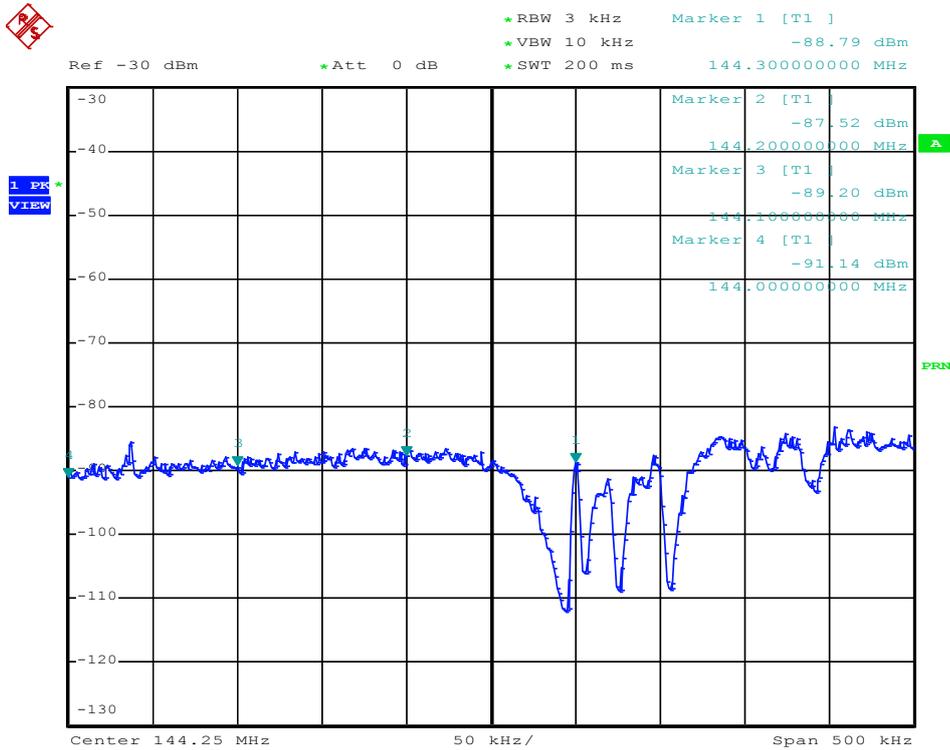


Fig. 4.4 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

(Note : deux fois la même capture, mais avec les marqueurs placés différemment)

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 17 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX, appareil de Yves, HB9DTX

Mesure de la sensibilité

<u>Atténuateur d'entrée</u>	OFF	Unités
Signal level from HP8920B for S/N=10dB :	-124.0	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB (without blocking signal):	-128.2	[dBm]
SSB equivalent input noise level	<u>-138.2</u>	[dBm]

Exactement la même sensibilité que l'IC910.

(Note : le niveau de bruit « SSB » d'une résistance vaut -140dBm)

Mesure de la résistance aux signaux forts

Signal perturbateur à quartz sur la fréquence $f_{UW} = 144.300MHz$.

Le préamplificateur est « ON »

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-25	-4.2	-39.2	3
	-22		-36.2	5
	-20		-34.2	6.5
	-17		-31.2	8.5
	-15		-29.2	10
	-12		-26.2	11

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-18	-4.2	-32.2	3
	-14.5		-28.7	5
	-11.5		-25.7	7
	-10		-24.2	8
	-7		-21.2	10
	0		-14.2	12

Un niveau de signal $P_{UW} = -39dBm$ à un offset de 20kHz de la fréquence que l'on veut recevoir provoque une augmentation du bruit total du système de réception de 3dB.

La dynamique de blocage vaut : $Dyn_{RX}(\Delta f=20kHz) = -39 - (-138) = 99dB$

C'est 16dB de mieux que l'IC-910...

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-39.2	98.5
50	-32.2	105.5

A 50kHz de distance, $P_{UW} = -32dBm \rightarrow Dyn_{RX}(\Delta f = 50kHz) = 106dB$ Pas mal !

Partie TX, appareil de Daniel HB9HFM

La mesure du signal en direct à la sortie du coupleur est à la fig. 4.5. Le TX est ajusté pour obtenir un niveau de référence de +10dBm en CW. Le spectre est mesuré à travers le filtre coupe-bande à la fig. 4.6.

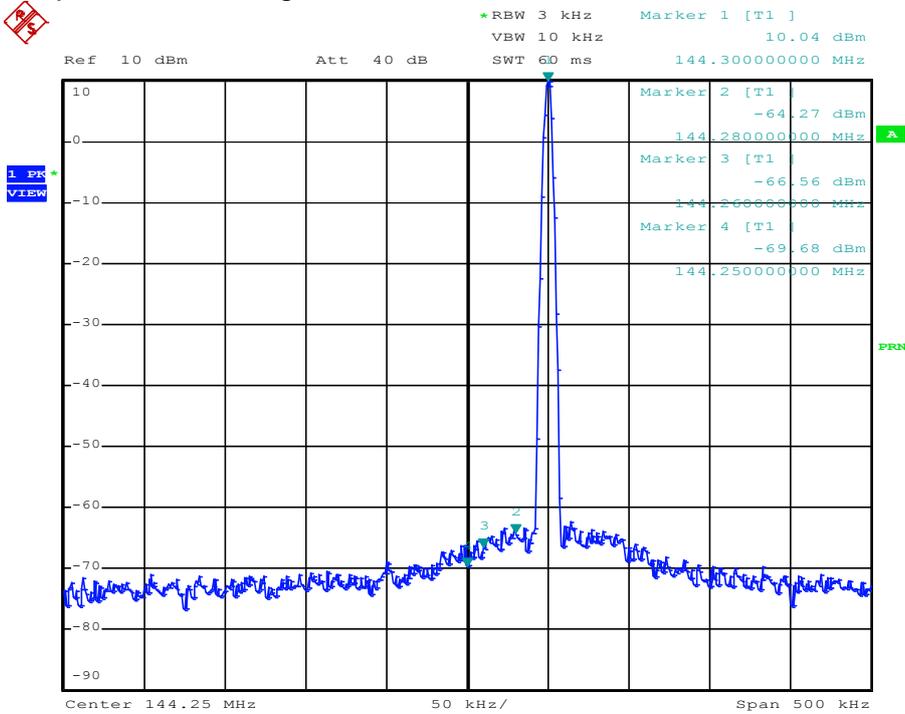


Fig. 4.5 : Spectre du signal CW sans filtre coupe-bande

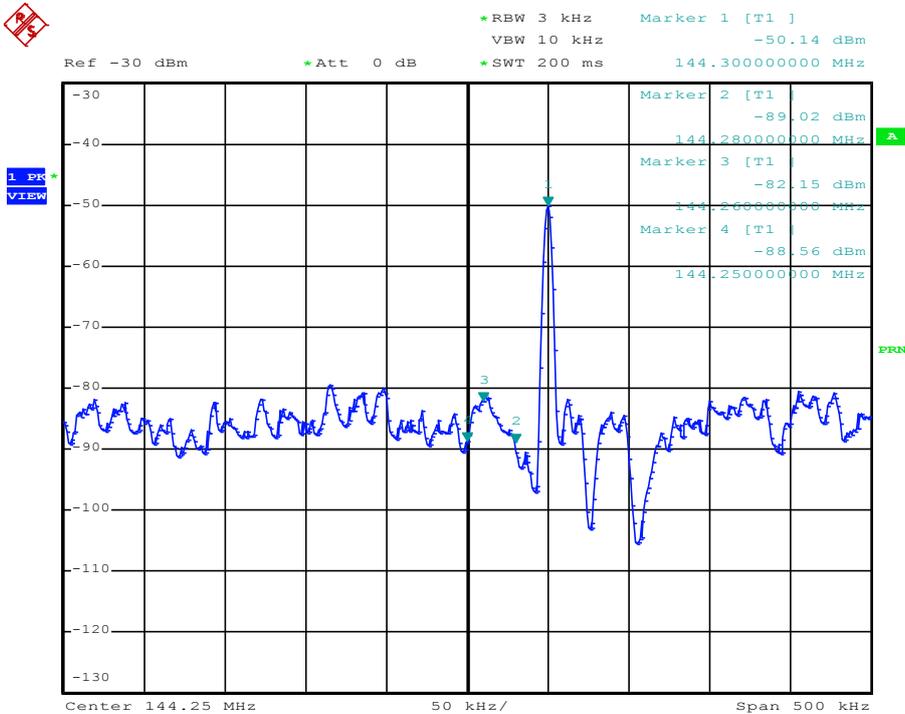


Fig. 4.6 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 19 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Le spectre de la fig. 4.6 est moins propre que celui du IC-275 de Yves (Voir fig. 4.1 et 4.2) Il y a davantage de raies parasites. Exemple : marqueur no 3 à 144.260 avec un niveau de -82dBm ; c'est +10dB par rapport à la fig. 4.1.

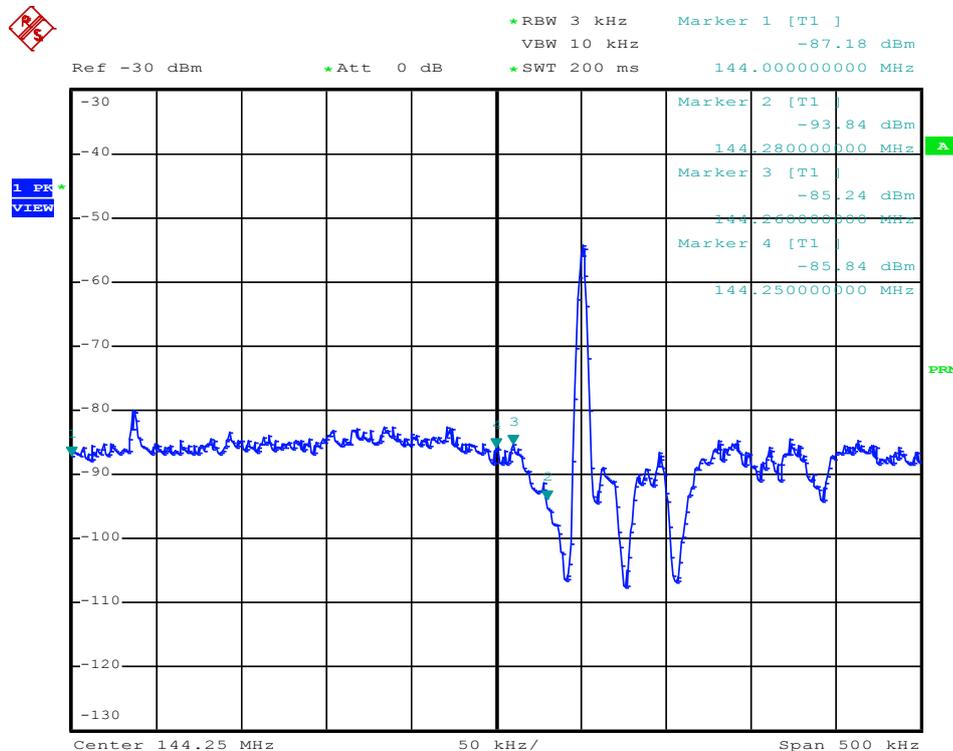


Fig. 4.7 : Signal SSB à travers le filtre coupe-bande

En mode SSB, on voit moins de pics parasites, mais le bruit est environ +5dB par rapport à l'appareil de Yves.

Le tableau de la page suivante donne les niveaux de bruit parasites mesurés en modes CW, SSB puis en SSB sans excitation du micro. En CW, et en dehors des pics parasites, le bruit émis est 6dB supérieur à l'appareil d'Yves ; en SSB sans excitation micro, la différence n'est plus que de 4dB

Et pourtant, c'est censé être le même appareil ?

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 20 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	--

CW, 60W out; through directional coupler (-38dB)

Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-89.4	-13.1	86.3
144.260	-82.1	-5.1	87.0
144.250	-88.2	-3.6	94.6
144.240	-86.5	-2.8	93.7
144.200	-80.9	-1.8	89.1
144.150	-86.3	-1.6	94.7
144.100	-86.3	-1.5	94.8
144.000	-85.7	-1.5	94.2

Note : les pics « spurious » sont marqués en rouge

SSB noise, without speech

Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-107.7	-23.9	93.8
144.280	-99.8	-13.1	96.7
144.250	-89.8	-3.6	96.2
144.200	-87.1	-1.8	95.3
144.100	-88.0	-1.5	96.5
144.000	-90.4	-1.5	98.9

SSB noise, CQ-call

Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-102.3	-23.9	88.4
144.280	-93.8	-13.1	90.7
144.250	-85.8	-3.6	92.2
144.200	-83.7	-1.8	91.9
144.100	-84.8	-1.5	93.3
144.000	-87.2	-1.5	95.7

La dynamique en mode TX est entre 94 ... 96dB. C'est pas mal, mais c'est insuffisant si l'on considère une exigence minimale de 120dB

Les performances en réception ont été mesurées identiques à celles de l'appareil de Yves. Les mesures ne sont alors pas rapportées ici.

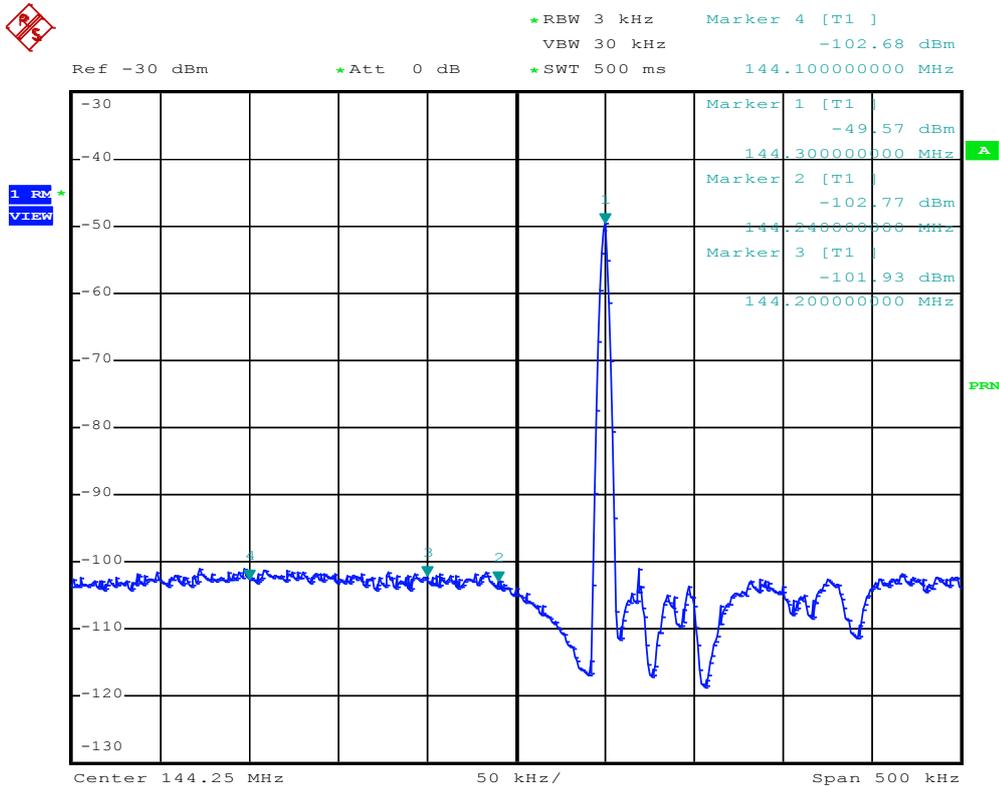


Fig. 5.3 : Idem ; marqueurs placés différemment

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Il a une amplitude constante sur la bande avec un niveau qui est 110dB en-dessous de l'amplitude du signal sur 144.300MHz.

C'est insuffisant si l'on considère une exigence de réjection de 120dB.

CW, 10W out; through -30dB attenuator. Ref Level = +10dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-112.6	-12.3	110.3
144.260	-106.2	-4.9	111.3
144.250	-104.0	-3.5	110.5
144.240	-102.8	-2.8	110.0
144.200	-101.9	-1.8	110.1
144.150	-102.5	-1.6	110.9

Les figures suivantes sont une mesure du bruit en mode SSB, avec puis sans modulation.

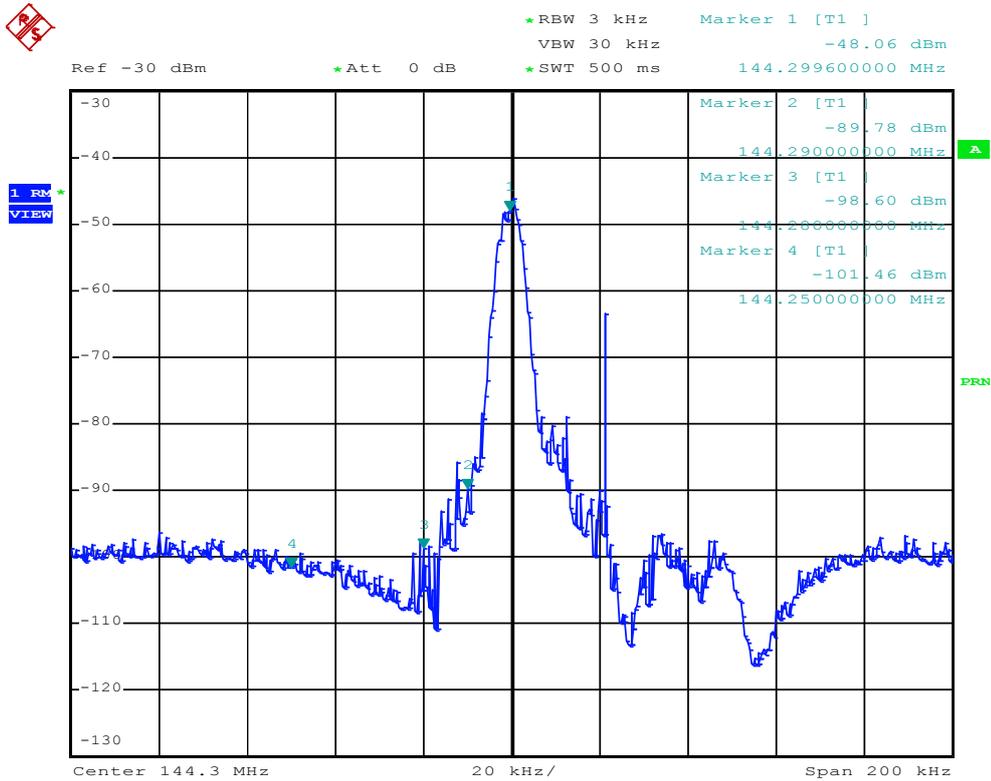


Fig. 5.4 : Spectre du signal SSB à travers le filtre coupe-bande (peak hold)

SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-89.8	-23.9	75.9
144.280	-98.6	-13.1	95.5
144.250	-101.5	-3.6	107.9
144.200	-100.0	-1.8	108.2

20kHz à côté, le niveau de bruit est déjà à -95dB par rapport au signal utile (linéarité OK !).

Plus loin, à on retombe sur un niveau de bruit autour de -108dB par rapport au niveau de crête du signal utile. C'est le bruit « large-bande » de la chaîne d'amplification 144MHz...

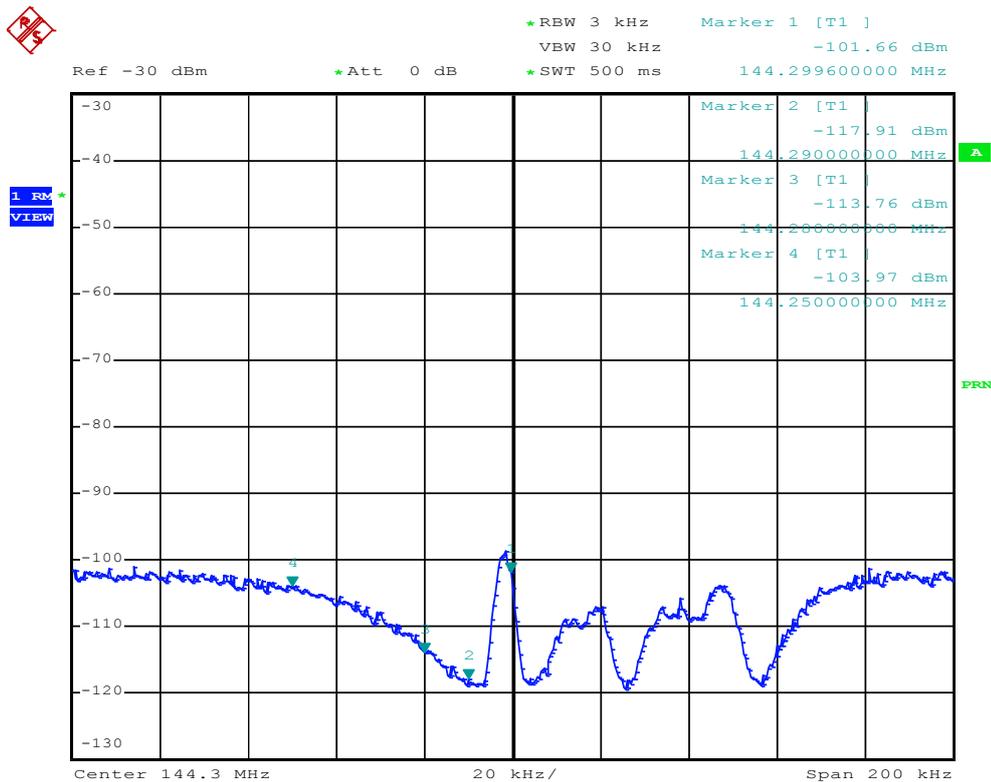


Fig. 5.5 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

SSB noise, without speech			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.240	-102.8	-2.8	110.0
144.200	-101.9	-1.8	110.1
144.100	-102.7	-1.5	111.2

On a le même niveau de bruit « large-bande » qu'en CW ; il est 110dB en dessous du niveau de crête.

C'est du bruit thermique qui apparaît au niveau des circuits situés immédiatement après le 2^{ème} filtre à quartz de la voie TX (mixer 9MHz → 144MHz + chaîne d'amplification 144MHz). Pour réduire ce bruit, il faudrait créer un niveau de signal plus fort à la sortie du 2^{ème} filtre à quartz, ce qui permettrait de réduire le gain dans la chaîne d'amplification 144MHz et ainsi de réduire le bruit. Le contrôle du gain TX ne devrait plus se faire en amont du 2^{ème} filtre à quartz comme actuellement, mais après le mixer, sur 144MHz.

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 25 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX

Mesure de la sensibilité

Préamplificateur de réception :	Ga-AS (20dB)	Unités	J-Fet (10dB)
Signal level from HP8920B for S/N=10dB :	-127.5	[dBm]	-118.5
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]	-4.2
Input RX level for S/N=10dB (without blocking signal):	-131.7	[dBm]	-122.7
SSB equivalent input noise level	-141.7	[dBm]	-132.7

(Note : le niveau de bruit « SSB » d'une résistance vaut -140dBm. Pour le calcul de la dynamique, on prendra cette valeur, car elle correspond au bruit délivré par l'atténuateur de sortie du HP8920B))

Mesure de la résistance aux signaux forts

Signal perturbateur à quartz sur la fréquence $f_{UW} = 144.300MHz$.
Le préamplificateur Ga-AS est utilisé

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-12	-4.2	-26.2	1
-10	-7	-4.2	-21.2	2
-10	-4	-4.2	-18.2	3
-10	0	-4.2	-14.2	5

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-10	-4.2	-24.2	1
-10	-5	-4.2	-19.2	2
-10	-1	-4.2	-15.2	3
-10	0	-4.2	-14.2	3.5

Un niveau de signal $P_{UW} = -18dBm$ à un offset de 20kHz de la fréquence que l'on veut recevoir provoque une augmentation du bruit total du système de réception de 3dB.

La dynamique de blocage vaut : $Dyn_{RX}(\Delta f=20kHz) = -18 - (-140) = 122dB$

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-18.2	121.8
50	-15.2	124.8

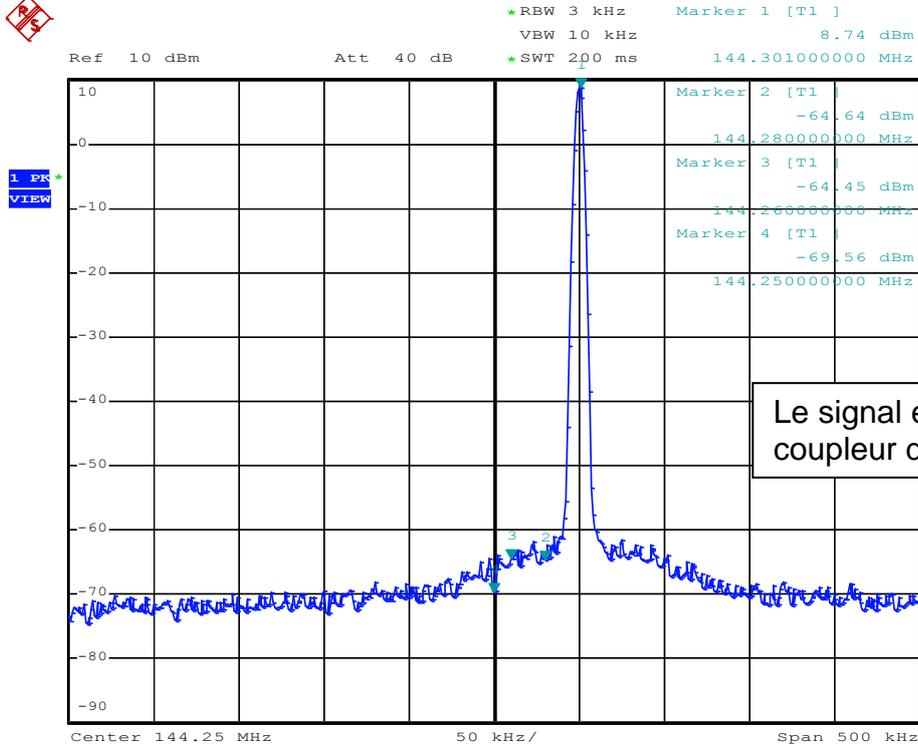
A 50kHz de distance, on a 3dB de mieux :

$P_{UW} = -15dBm \rightarrow Dyn_{RX}(\Delta f = 50kHz) = 125dB$

6. FT-857

Partie TX

Alimentation : type à commutation « Astron » RS-20M.



Note importante :
 Une mesure avec une alimentation linéaire donnait les mêmes résultats

Le signal est prélevé par le coupleur directionnel (-38dB)

Fig. 6.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

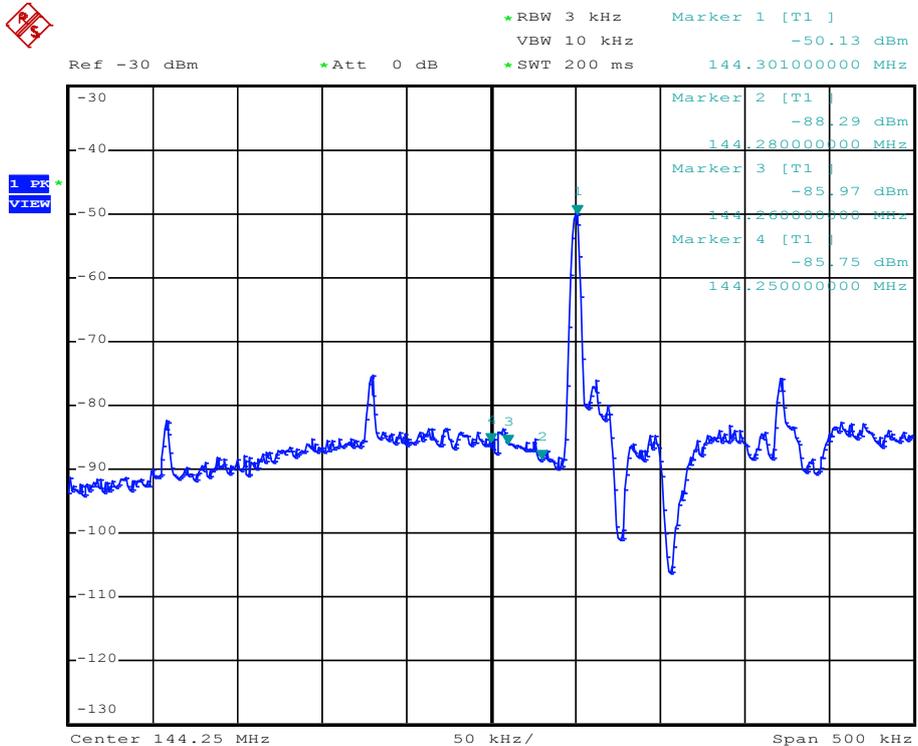


Fig. 6.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 27 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le bruit décroît rapidement, suivant la caractéristique en $1/(\Delta f)^2$ du VFO (doubler l'écart en fréquence \rightarrow -6dB sur le bruit). Malheureusement, à partir de 144.25MHz, il se stabilise à un niveau entre -91 et -96dBc, au lieu de continuer à décroître. C'est mauvais !

CW, 40W out, through directional coupler. Ref carrier level: +8.7dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-88.3	-13.1	83.9
144.260	-86.0	-5.1	89.6
144.250	-85.8	-3.6	90.9
144.240	-85.7	-2.8	91.6
144.200	-86.3	-1.8	93.2
144.150	-86.7	-1.6	93.8
144.100	-88.5	-1.5	95.7
144.000	-93.5	-1.5	100.7

Les figures suivantes sont une mesure du bruit en mode SSB, avec, puis sans modulation.

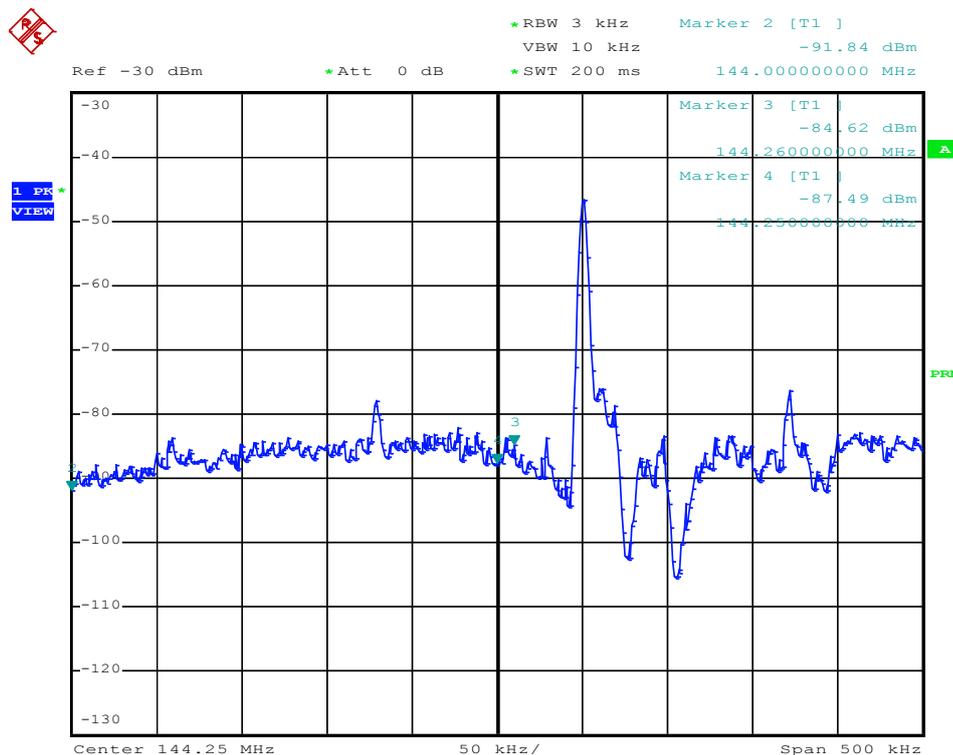


Fig. 6.3 : Spectre du signal SSB à travers le filtre coupe-bande (peak hold)

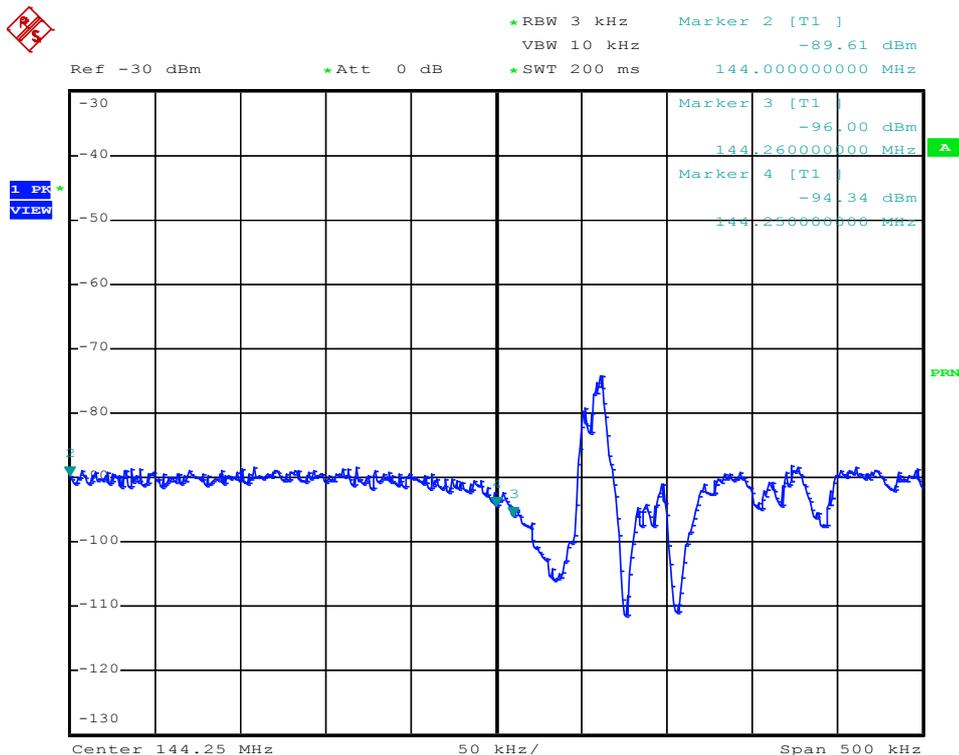


Fig. 6.4 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

SSB noise, without speech. Ref carrier level: +8.7dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-103.0	-23.9	87.8
144.280	-102.5	-13.1	98.1
144.250	-94.3	-3.6	99.4
144.200	-89.7	-1.8	96.6
144.100	-89.0	-1.5	96.2
144.000	-89.6	-1.5	96.8
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-90.3	-23.9	75.1
144.280	-86.0	-13.1	81.6
144.250	-87.5	-3.6	92.6
144.200	-85.4	-1.8	92.3
144.100	-85.1	-1.5	92.3
144.000	-91.8	-1.5	99.0

Ce n'est pas mieux en SSB qu'en CW. Sur un appel, du bruit sur toute la bande avec un niveau autour de -92dBc, et sans modulation, ce bruit est encore à -96dBc.

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 29 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX

Conditions	Standard	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-121.5	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-125.7	[dBm]
SSB input noise level of RX:	<u>-135.7</u>	[dBm]

Blocking

Interferer = XTAL-Osc, battery supplied, centered on 144.300MHz

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-38	-4.2	-52.2	1
	-31		-45.2	3
	-29		-43.2	5
	-26		-40.2	7
	-22		-36.2	10

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-28	-4.2	-42.2	1
	-23		-37.2	3
	-20		-34.2	5
	-18		-32.2	7
	-14		-28.2	10

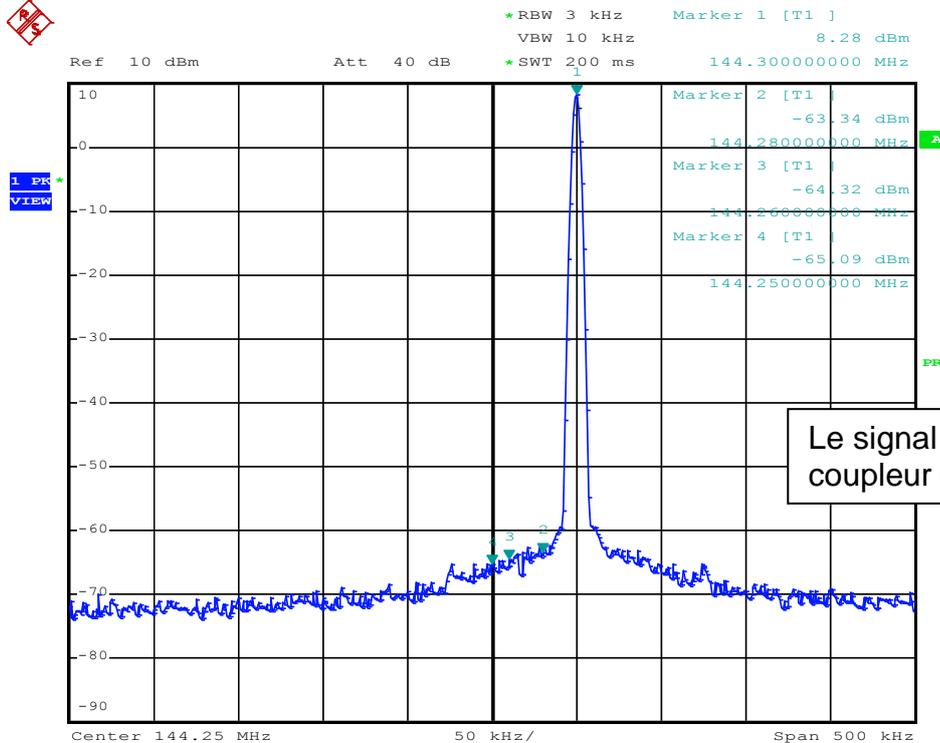
Ces niveaux de blocage de -45dBm à $\Delta f = 20kHz$ et -37dBm à $\Delta f = 50kHz$ sont insuffisants pour un service contest en point haut. Si vous ajoutez un préampli externe de réception, je vous laisse imaginer le désastre...

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-45.2	90.0
50	-37.2	98.0

7. FT-897

Partie TX

Alimentation : type à commutation « Astron » RS-20M



Le signal est prélevé par le coupleur directionnel (-38dB)

Fig. 7.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

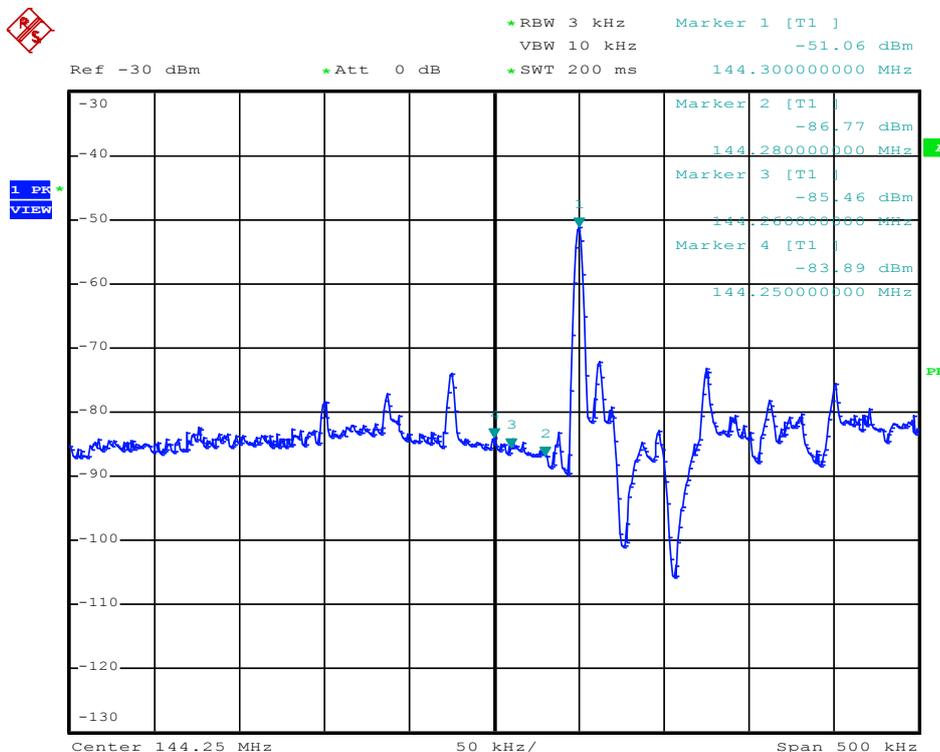


Fig. 7.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 31 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le bruit décroît rapidement, suivant la caractéristique en $1/(\Delta f)^2$ du VFO. Malheureusement, à partir de 144.25MHz, il se stabilise à un niveau entre -90 et -93dBc, au lieu de continuer à décroître. C'est mauvais ! Cerise sur le gâteau, des raies parasites sur le spectre (des oiseaux sur la bande)...

CW, 40W out, through directional coupler. Ref carrier level: +8.3dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-86.7	-13.1	81.9
144.260	-85.3	-5.1	88.5
144.250	-85.8	-3.6	90.5
144.240	-85.0	-2.8	90.5
144.200	-87.0	-1.8	93.5
144.150	-84.4	-1.6	91.1
144.100	-84.8	-1.5	91.6
144.000	-86.6	-1.5	93.4

La figure suivante est une mesure du bruit en mode SSB sans modulation. La courbe avec modulation n'a pas été sauvegardée...

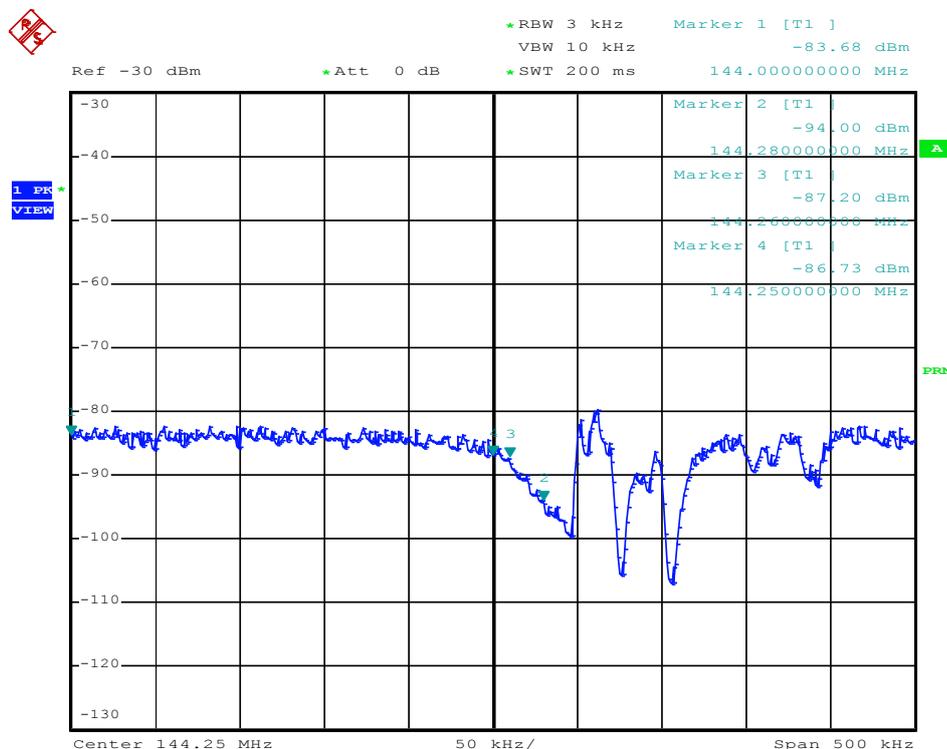


Fig. 7.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

Du bruit blanc sur toute la bande...

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	<u>Note technique</u> Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 32 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	--

SSB noise, without speech. Ref carrier level: +8.3dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-97.2	-23.9	81.6
144.280	-94.0	-13.1	89.2
144.250	-88.7	-3.6	93.4
144.200	-84.0	-1.8	90.5
144.100	-82.6	-1.5	89.4
144.000	-83.7	-1.5	90.5
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-86.0	-23.9	70.4
144.280	-87.2	-13.1	82.4
144.250	-87.2	-3.6	91.9
144.200	-84.2	-1.8	90.7
144.100	-84.1	-1.5	90.9
144.000	-86.3	-1.5	93.1

Ce n'est pas mieux en SSB qu'en CW. Sur un appel, du bruit sur toute la bande avec un niveau autour de -90dBc.

Dès que la touche PTT du micro est pressée (sans modulation micro), du bruit blanc sur toute la bande, avec un niveau de -91dBc à partir de 100kHz d'offset !
 Les OM sur les points hauts voisins apprécieront...

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 33 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX

Sensibilité

Conditions	Standard	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-123.5	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-125.7	[dBm]
SSB input noise level of RX:	-137.7	[dBm]

Blocage

Interferer = XTAL-Osc, battery supplied, centered on 144.300MHz

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-40	-4.2	-54.2	1
	-35		-49.2	3
	-32		-46.2	5
	-29		-43.2	7
	-25		-39.2	10
	-20		-34.2	14

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-31	-4.2	-45.2	1
	-26		-40.2	3
	-23		-37.2	5
	-20.5		-34.7	7
	-17		-31.2	10

Ces niveaux de blocage de -49dBm à $\Delta f = 20kHz$ et -40dBm à $\Delta f = 50kHz$ sont insuffisants pour un service contest en point haut.

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-49.2	88.0
50	-40.2	97.0

8. FT-817

Partie TX

Alimentation : type à commutation « Astron » RS-20M

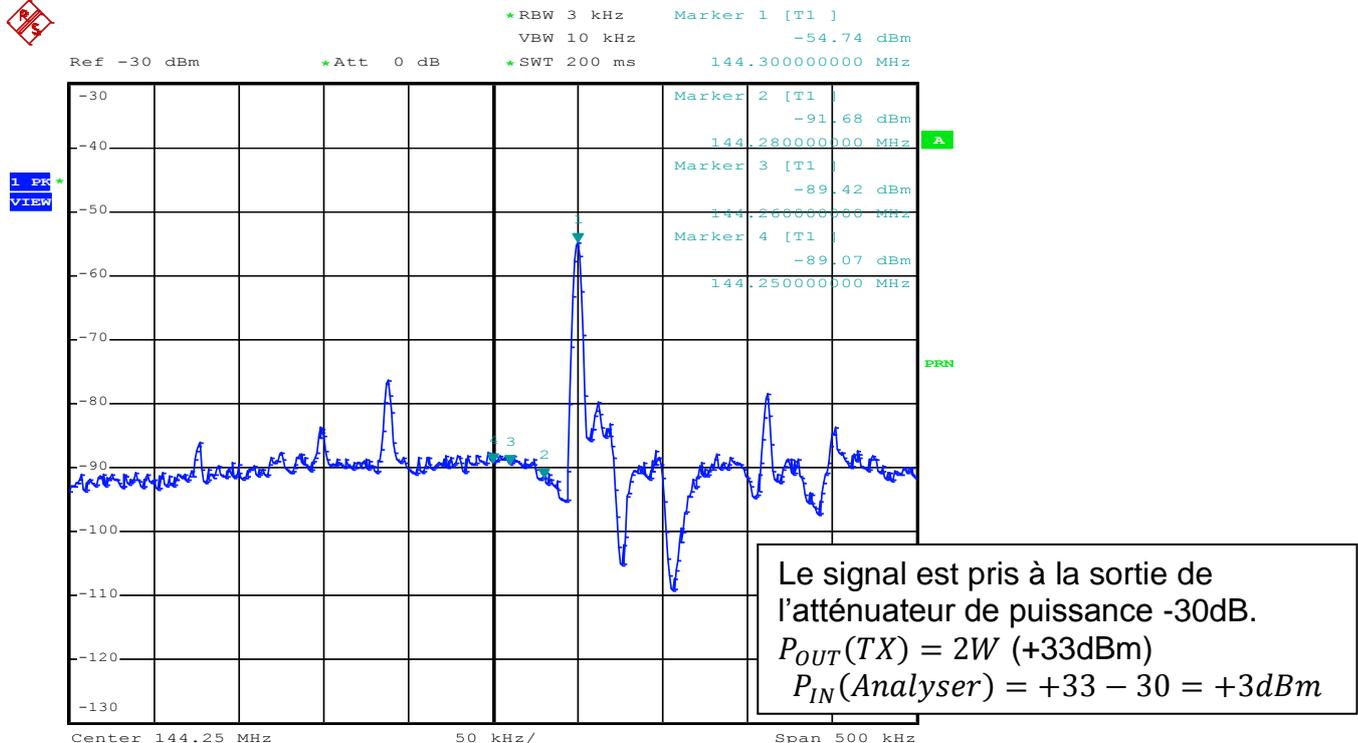


Fig. 8.1 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

La courbe sans le filtre n'a pas été conservée. Mais le niveau de crête sans le filtre sur 144.300MHz avait été noté : $P_{REF} = +3.3dBm$

Le tableau suivant est tiré du graphique précédent. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le bruit décroît rapidement, suivant la caractéristique en $1/(\Delta f)^2$ du VFO. Malheureusement, à partir de 144.25MHz, il se stabilise à un niveau entre -89 et -91dBc, au lieu de continuer à décroître. C'est mauvais ! Comme avec le FT897, des oiseaux sur la bande...

CW, 2W out, through -30dB attenuator. Ref carrier level: +3.3dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-91.7	-13.1	81.9
144.260	-89.4	-5.1	87.6
144.250	-89.1	-3.6	88.8
144.240	-88.2	-2.8	88.7
144.200	-90.1	-1.8	91.6
144.150	-89.1	-1.6	90.8
144.100	-89.4	-1.5	91.2
144.000	-93.7	-1.5	95.5

Les figures suivantes sont une mesure du bruit en mode SSB, sans puis avec modulation

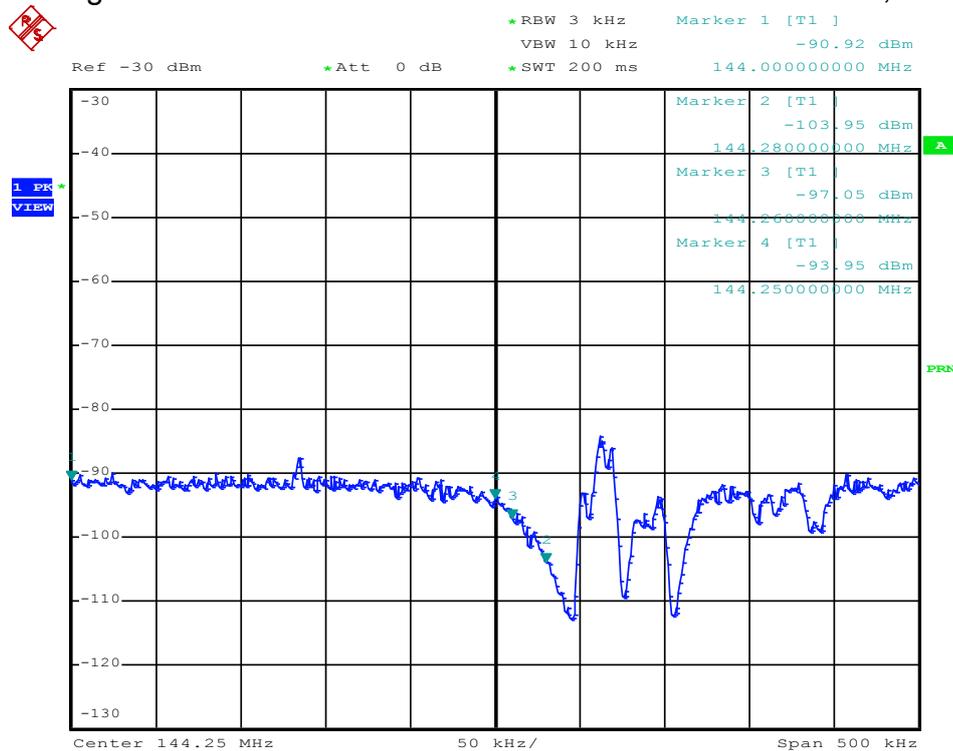


Fig. 8.2 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation
 (Du bruit blanc sur toute la bande...)

SSB noise, without speech. Ref carrier level: +3.3dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-108.6	-23.9	88.0
144.280	-104.0	-13.1	94.2
144.250	-94.0	-3.6	93.7
144.200	-92.1	-1.8	93.6
144.100	-92.1	-1.5	93.9
144.000	-90.9	-1.5	92.7

Dès que la touche PTT du micro est pressée (sans modulation micro), du bruit blanc sur toute la bande, avec un niveau de -93dBc à partir de 100kHz d'offset !

OK. S'il est utilisé en QRP, ce n'est pas la mort. Mais évitez d'amplifier ce signal...

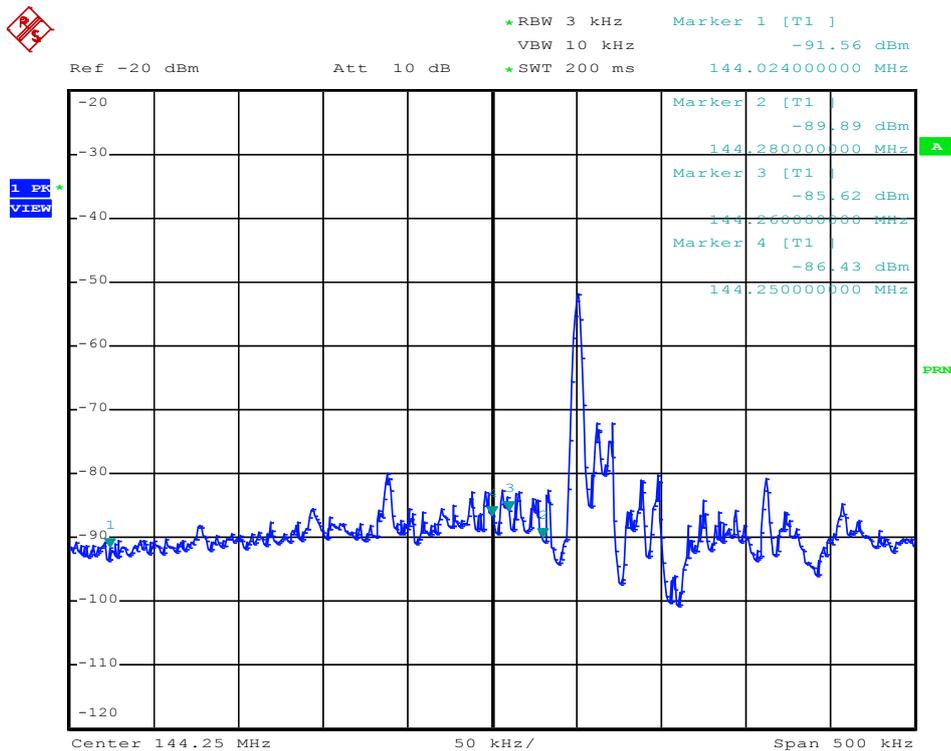


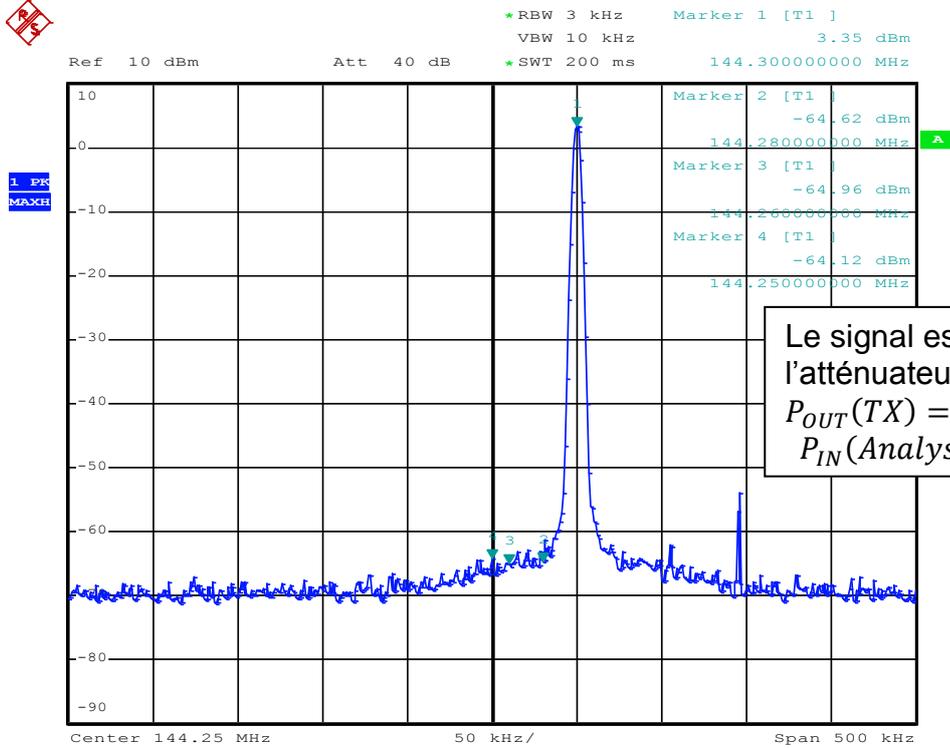
Fig. 8.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

Du bruit blanc sur toute la bande, avec des oiseaux en prime.

Au vu des résultats obtenus en mode TX, nous avons renoncé à mesurer la dynamique de cet engin en mode RX...

9. IC 202 S

Partie TX



Le signal est pris à la sortie de l'atténuateur de puissance -30dB.
 $P_{OUT}(TX) = 2W (+33dBm)$
 $P_{IN}(Analyser) = +33 - 30 = +3dBm$



Fig. 9.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

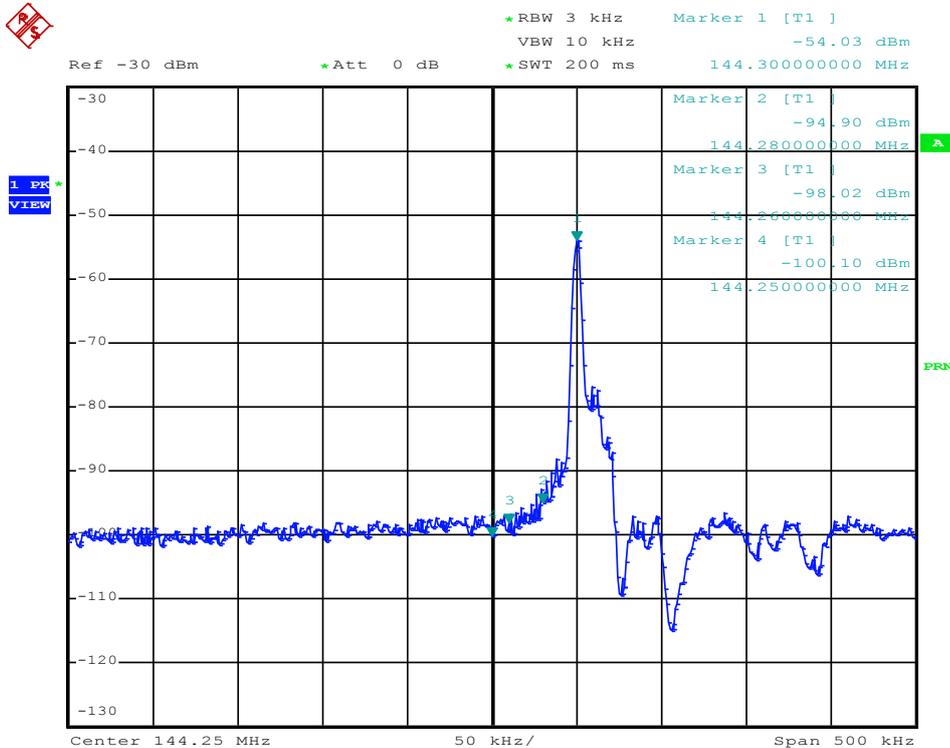


Fig. 9.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

Spectre « étroit », mais niveau de bruit « large-bande » à niveau constant $\approx -100dBm$

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 38 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le bruit décroît très rapidement, puis à partir de 144.250MHz, il se stabilise à un niveau constant entre -100 et -102dBc.

C'est pas mal, mais on n'atteint pas les -120dBc.

CW, 2W out, through -30dB attenuator; Ref carrier level: +3.3dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-94.9	-13.1	85.1
144.260	-98.0	-5.1	96.2
144.250	-100.1	-3.6	99.8
144.240	-97.2	-2.8	97.7
144.200	-100.1	-1.8	101.6
144.150	-99.1	-1.6	100.8
144.100	-100.3	-1.5	102.1
144.000	-101.0	-1.5	102.8

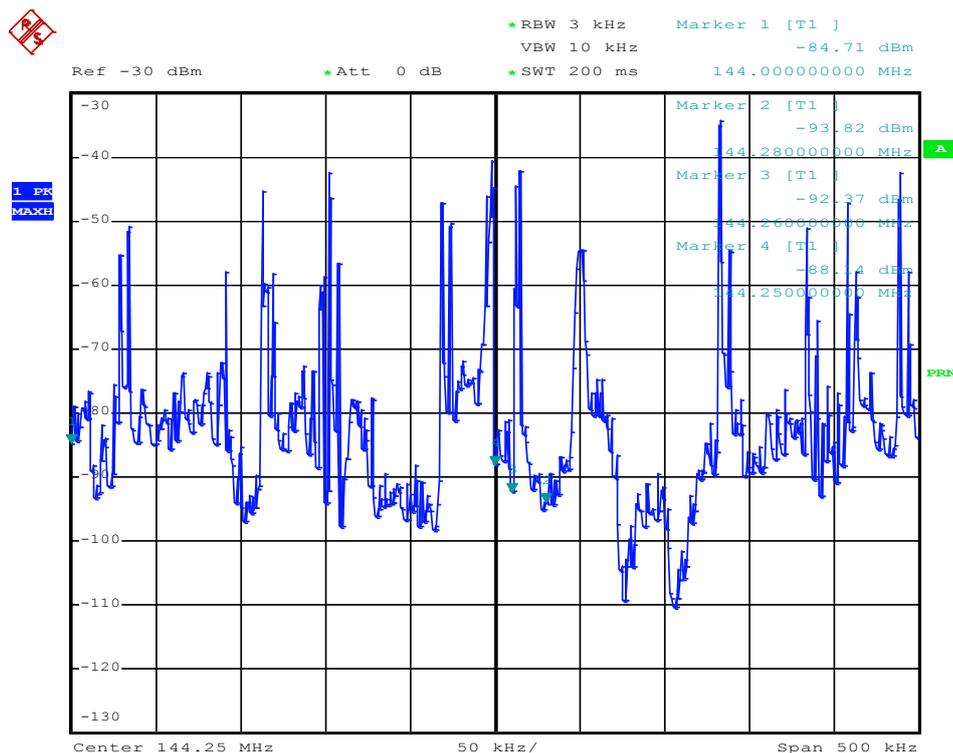


Fig. 9.3 : Spectre du signal avec modulation CW « CQ »

La manipulation CW fait des clicks audibles sur toute la bande. Le click arrive quand on relâche le manipulateur, pas quand on le presse. Ce phénomène est connu...

La figure suivante est une mesure du bruit en mode SSB, sans modulation.

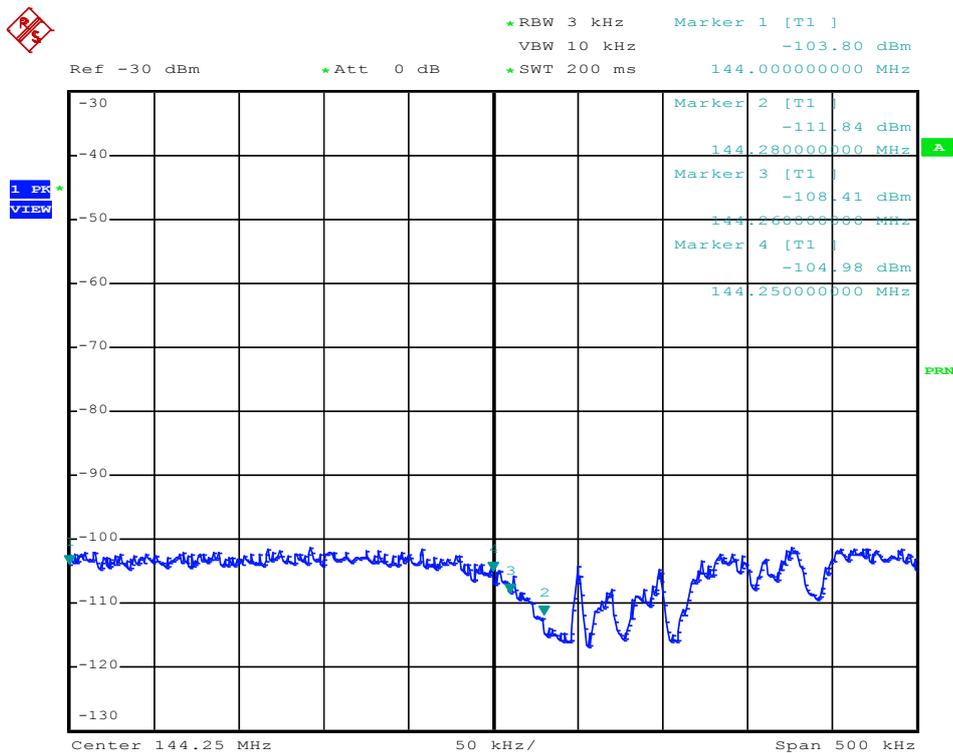


Fig. 9.4 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

SSB noise, without speech. Ref carrier level: +3.3dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-114.8	-23.9	94.2
144.280	-111.8	-13.1	102.0
144.250	-105.0	-3.6	104.7
144.200	-102.3	-1.8	103.8
144.100	-103.4	-1.5	105.2
144.000	-103.8	-1.5	105.6
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-108.1	-23.9	87.5
144.280	-105.4	-13.1	95.6
144.250	-99.8	-3.6	99.5
144.200	-97.6	-1.8	99.1
144.100	-97.2	-1.5	99.0
144.000	-98.8	-1.5	100.6

Niveau de bruit large-bande autour de -104 à -105dBc en SSB

On n'atteint pas les -120dBc, mais c'est une des meilleures dynamiques mesurées.

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 40 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX

Sensibilité

Preamp Type	Normal	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-123.0	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-127.2	[dBm]
SSB input noise level of RX:	-137.2	[dBm]

Blocage

Signal d'interférence = porteuse à quartz centrée sur 144.300MHz.

Contrairement aux autres appareils testés, le signal interférant ne provoque pas d'augmentation du bruit dans le RX. Il cause une diminution du SNR par compression du signal utile que l'on veut recevoir.

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	SNR [dB]
-10	-20	-4.2	-34.2	10
	-16		-30.2	7
	-12		-26.2	5
	-8		-22.2	3

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	SNR [dB]
-10	-20	-4.2	-34.2	10
	-12		-26.2	7
	-8		-22.2	5

Un signal interférant de niveau -30dBm diminue le SNR de 3dB.

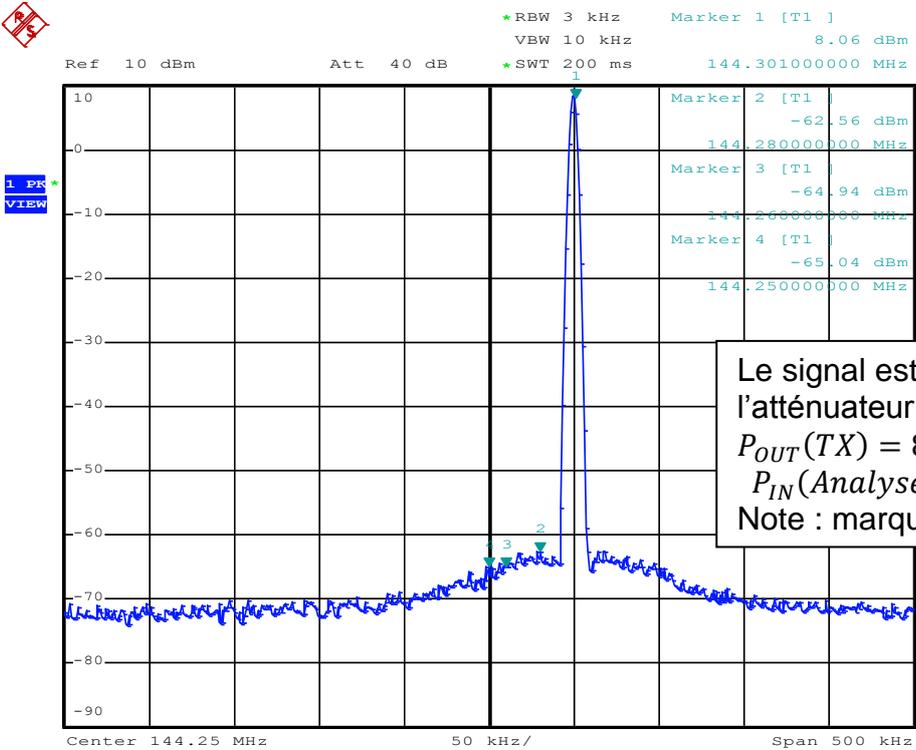
La dynamique vaut alors : $Dyn_{RX}(\Delta f = 20kHz) = -30 - (-137) - 3 = 104dB$

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-30.2	106.5
50	-26.2	110.5

C'est pas mal du tout !

10. Elecraft K3 + TRCVR 144MHz interne

Partie TX



Le signal est pris à la sortie de l'atténuateur de puissance -30dB.
 $P_{OUT}(TX) = 8W (+39dBm)$
 $P_{IN}(Analyser) = +39 - 30 = +9dBm$
 Note : marqueur mal centré

Fig. 10.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

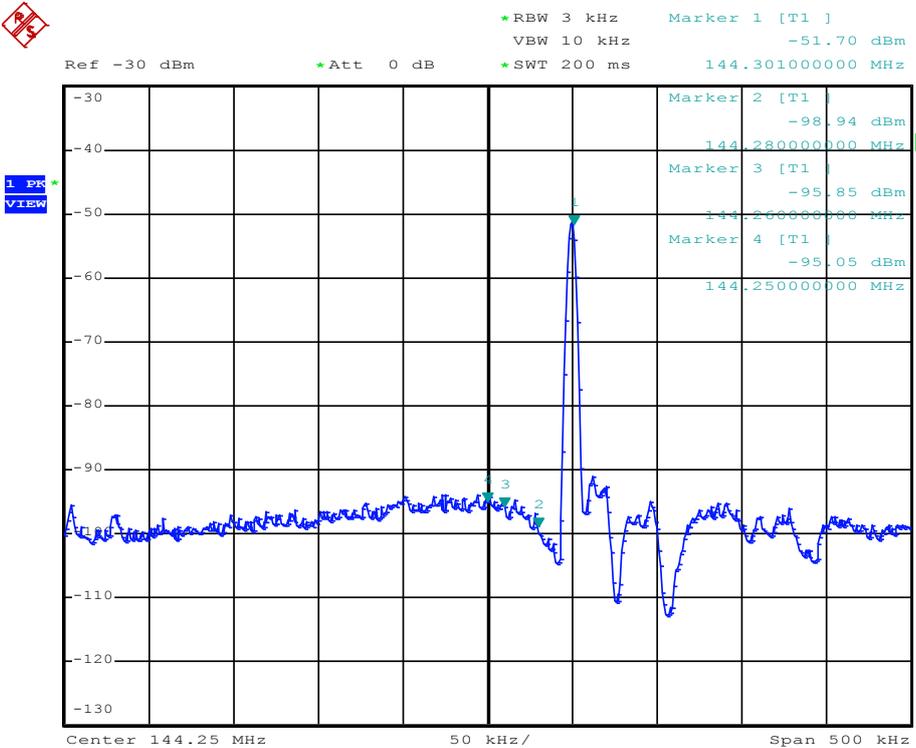


Fig. 10.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 42 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le bruit décroît très rapidement. A partir de 144.250MHz, il atteint un niveau constant entre -100 et -101dBc. Et à partir de 144.150MHz, il descend à nouveau et se stabilise autour de -105dBc - -108dBc. C'est mieux que tous les autres appareils « commerciaux » mesurés.

CW, 8W out, through -30dB attenuator. Ref carrier level: +9dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-98.9	-13.1	94.8
144.260	-95.9	-5.1	99.8
144.250	-95.0	-3.6	100.4
144.240	-95.2	-2.8	101.4
144.200	-94.7	-1.8	101.9
144.150	-98.0	-1.6	105.4
144.100	-97.9	-1.5	105.4
144.000	-100.3	-1.5	107.8

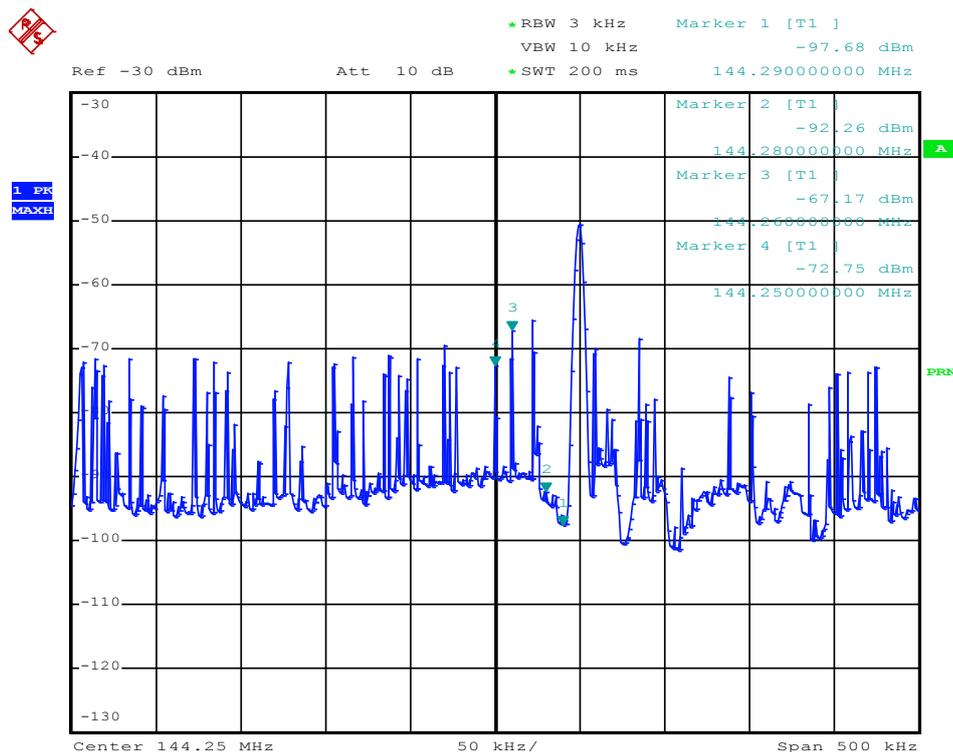


Fig. 10.3 : Spectre du signal avec modulation CW « CQ »

La manipulation CW fait des clics audibles sur toute la bande. Cet appareil cliquète moins que le IC-202, mais quand même... ils auraient pu faire attention, m'enfin !

Les figures suivantes sont des mesures du bruit en mode SSB, sans et avec modulation.

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	<u>Note technique</u> Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 44 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	--

SSB noise, without speech. Ref carrier level: +9dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-115.4	-23.9	100.5
144.280	-112.5	-13.1	108.4
144.250	-105.5	-3.6	110.9
144.200	-102.6	-1.8	109.8
144.100	-101.8	-1.5	109.3
144.000	-101.9	-1.5	109.4
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-106.5	-23.9	91.6
144.280	-102.3	-13.1	98.2
144.250	-98.0	-3.6	103.4
144.200	-96.8	-1.8	104.0
144.100	-97.9	-1.5	105.4
144.000	-103.6	-1.5	111.1

Niveau de bruit large-bande autour de -109dBc en SSB

On n'atteint pas les -120dBc, mais c'est la meilleure dynamique mesurée sur les stations commerciales !

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 45 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX

Sensibilité

Conditions	Normal	Preamp ON	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-123.0	-119.0	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-127.2	-123.2	[dBm]
SSB input noise level of RX:	-137.2	-133.2	[dBm]

A quoi sert donc ce préampli interne ? On a davantage de bruit, et... le RX est moins sensible. Donc laisser ce préampli OFF !

Blocage

Signal d'interférence = porteuse à quartz centrée sur 144.300MHz.

Le préampli est OFF !

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-37	-4.2	-51.2	1
	-27		-41.2	3
	-22		-36.2	5
	-14		-28.2	Compression...
	-20		-34.2	S/N = 3dB

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-27	-4.2	-41.2	1
	-22		-36.2	3
	-16		-30.2	5
	-10		-24.2	7

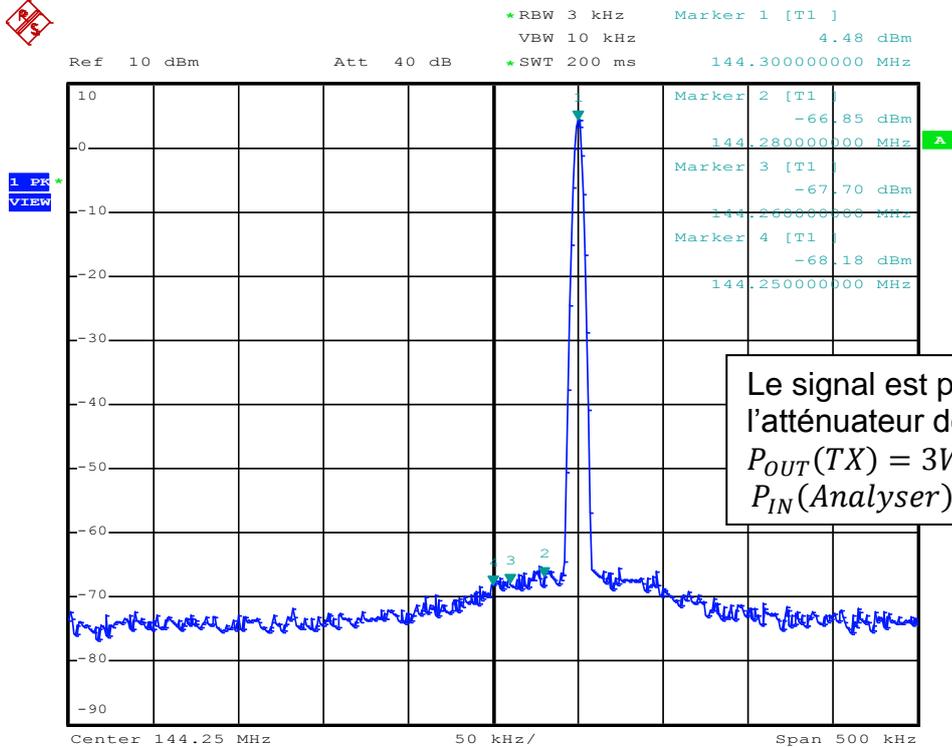
Le résultat est moyen... Avec l'interférence à un offset de 20kHz, un niveau de -41dBm provoque une augmentation de bruit de 3dB. A un offset de 50kHz, il faut 5dB de plus. La dynamique de réception est moyenne. Un peu décevant par rapport à la dynamique de la partie émission.

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-41.2	95.5
50	-36.2	100.5

Si l'interférence a un niveau de -30dBm et au-delà, il apparait en plus une compression du signal désiré qui occasionne une réduction additionnelle de la sensibilité.

11. Elecraft KX3 + TRCVR 144MHz interne

Partie TX



Le signal est pris à la sortie de l'atténuateur de puissance -30dB.
 $P_{OUT}(TX) = 3W (+34.5dBm)$
 $P_{IN}(Analyser) = +34.5 - 30 = +4.5dBm$



Fig. 11.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

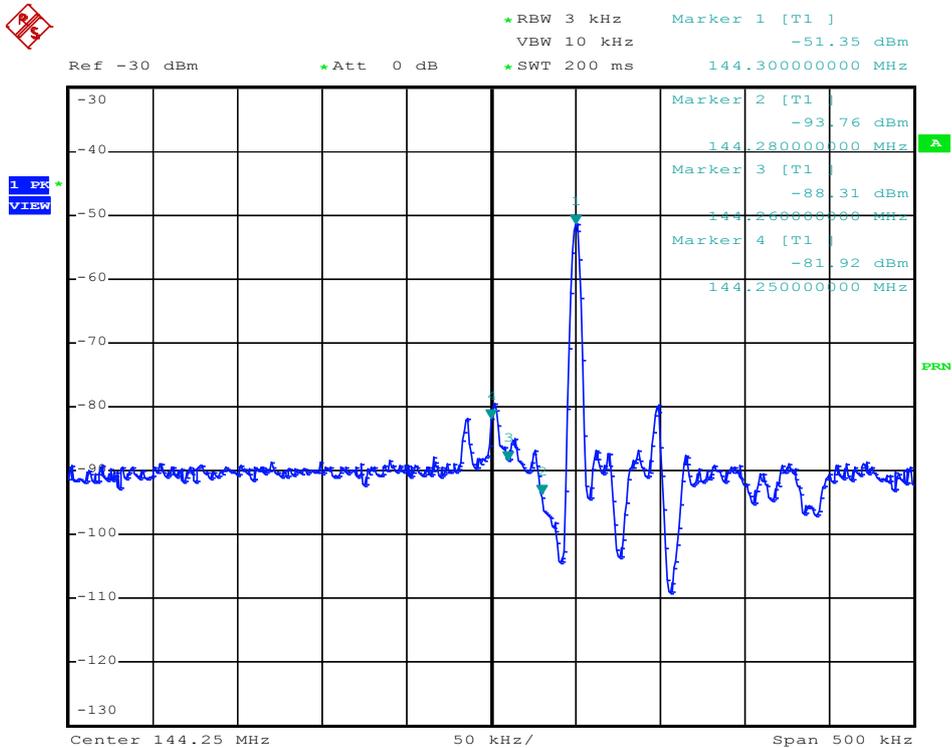


Fig. 11.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 47 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le spectre est moins bon que celui de la combinaison « K3 + TRCVR-144 ». Ce n'est pas trop étonnant, car cet appareil est de petite taille, optimisé pour les opérations portables légères ».

CW, 3W out, through -30dB attenuator. Ref carrier level: +4.5dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-93.8	-13.1	85.2
144.260	-88.3	-5.1	87.7
144.250	-88.9	-3.6	89.8
144.240	-89.2	-2.8	90.9
144.200	-89.6	-1.8	92.3
144.150	-90.6	-1.6	93.5
144.100	-90.7	-1.5	93.7
144.000	-91.3	-1.5	94.3

Le niveau de bruit est 10 – 14dB plus élevé que celui du K3, avec en primes quelques raies parasites.

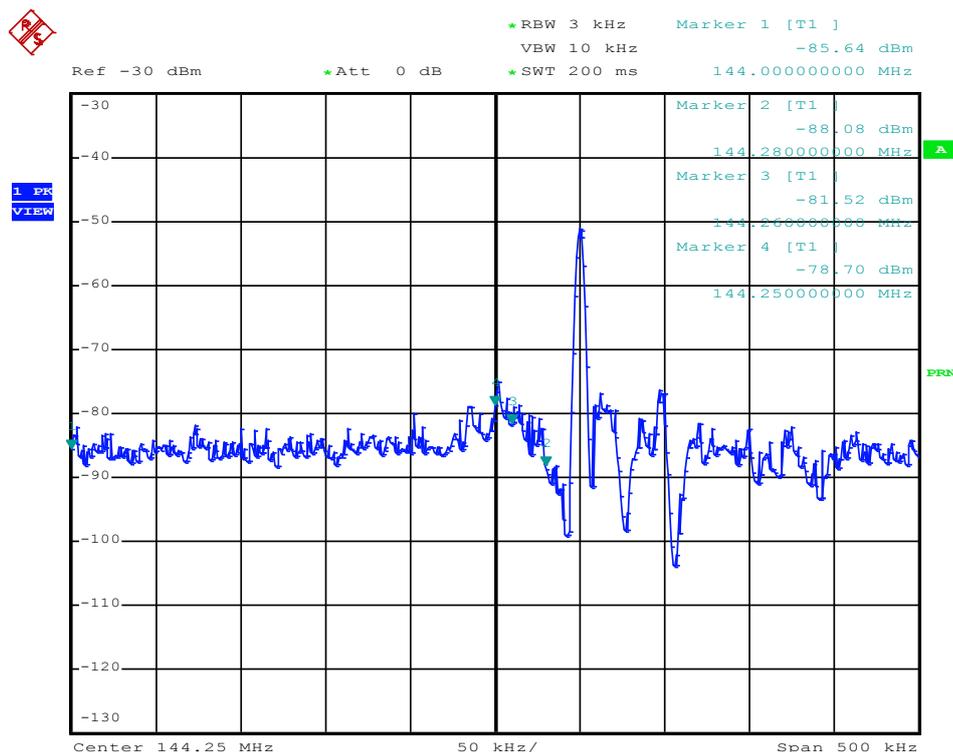


Fig. 11.3 : Spectre du signal avec modulation CW « CQ »

La manipulation CW est propre, sans clicks

Les figures suivantes sont des mesures du bruit en mode SSB, sans et avec modulation.

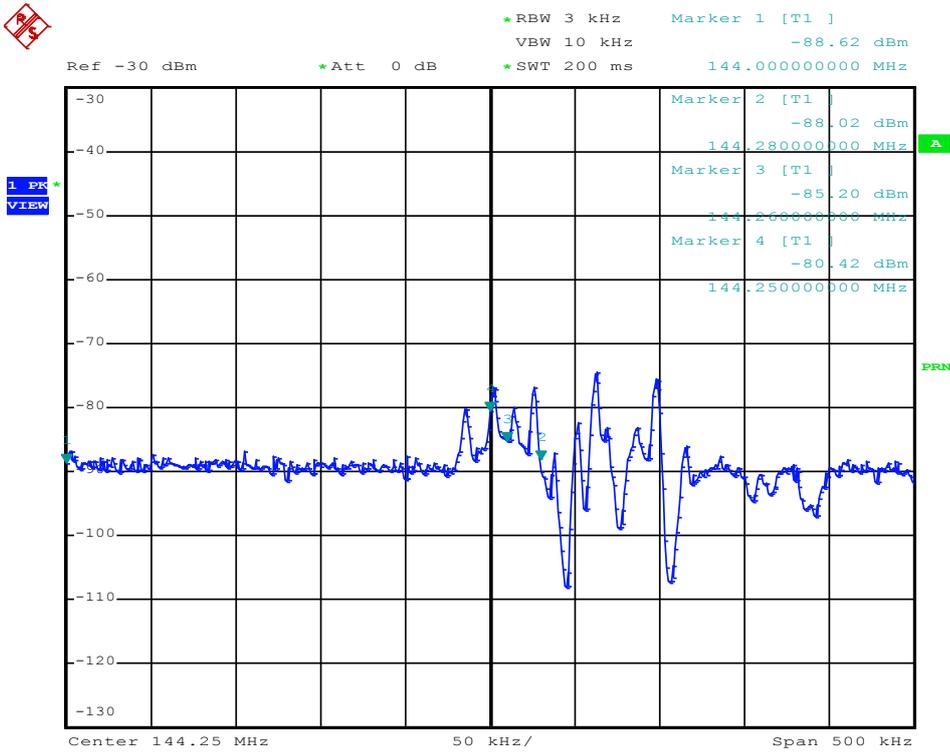


Fig. 11.4 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation
 Petite collection de raies parasites + du bruit blanc « large-bande »

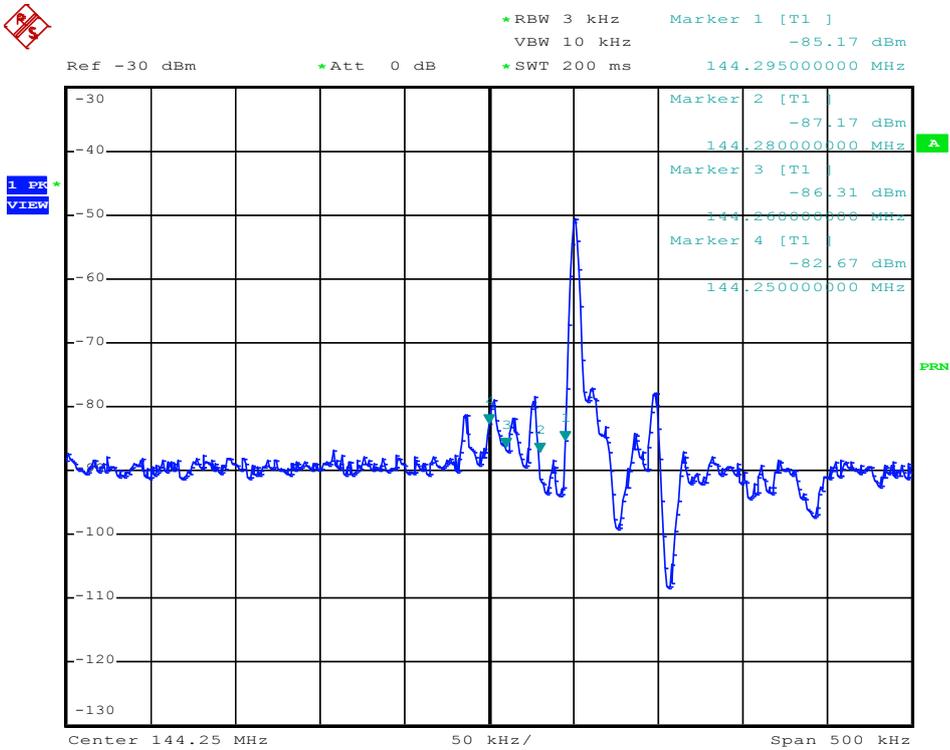


Fig. 11.5 : Spectre du signal en mode SSB avec modulation
 Avec modulation, c'est propre, mis à part les problèmes relevés auparavant...

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	<u>Note technique</u> Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 49 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	--

SSB noise, without speech. Ref carrier level: +4.5dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	Beaucoup de "spurious"		
144.280			
144.250			
144.200	-91.3	-1.8	94.0
144.100	-88.4	-1.5	91.4
144.000	-88.6	-1.5	91.6
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	Beaucoup de "spurious"		
144.280			
144.250			
144.200	-89.1	-1.8	91.8
144.100	-89.1	-1.5	92.1
144.000	-88.4	-1.5	91.4

Niveau de bruit large-bande autour de -92dBc en SSB

Encore une station à éviter en activité contest sur un point haut...

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 50 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX

Sensibilité

Conditions	Preamp OFF	Preamp ON	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-114.0	-124.0	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-118.2	-128.2	[dBm]
SSB input noise level of RX:	<u>-128.2</u>	<u>-138.2</u>	[dBm]

Le préampli interne augmente la sensibilité de 10dB. Intéressant pour du portable léger. Si on utilise un préampli externe placé tout près des antennes, alors mettre ce préampli OFF.

Blocage

Signal d'interférence = porteuse à quartz centrée sur 144.300MHz.

Le préampli est OFF !

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-23	-4.2	-37.2	1
	-17		-31.2	3
	-14		-28.2	5
	-11		-25.2	7
	-7		-21.2	10
	-20		-34.2	14

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-20	-4.2	-34.2	1
	-16		-30.2	3
	-12		-26.2	5
	-9		-23.2	7
	-4		-18.2	10

Avec l'interférence à un offset de 20kHz, un niveau de -31dBm provoque une augmentation de bruit de 3dB. C'est 10dB de mieux qu'avec le K3...

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-31.2	96.5
50	-30.2	97.5

Une dynamique de réception de $\approx 98dB$. C'est pas mal, mais ce serait un peu léger avec un préampli de réception au mât...

12. FT-225 RD

Partie TX

Alimentation : linéaire

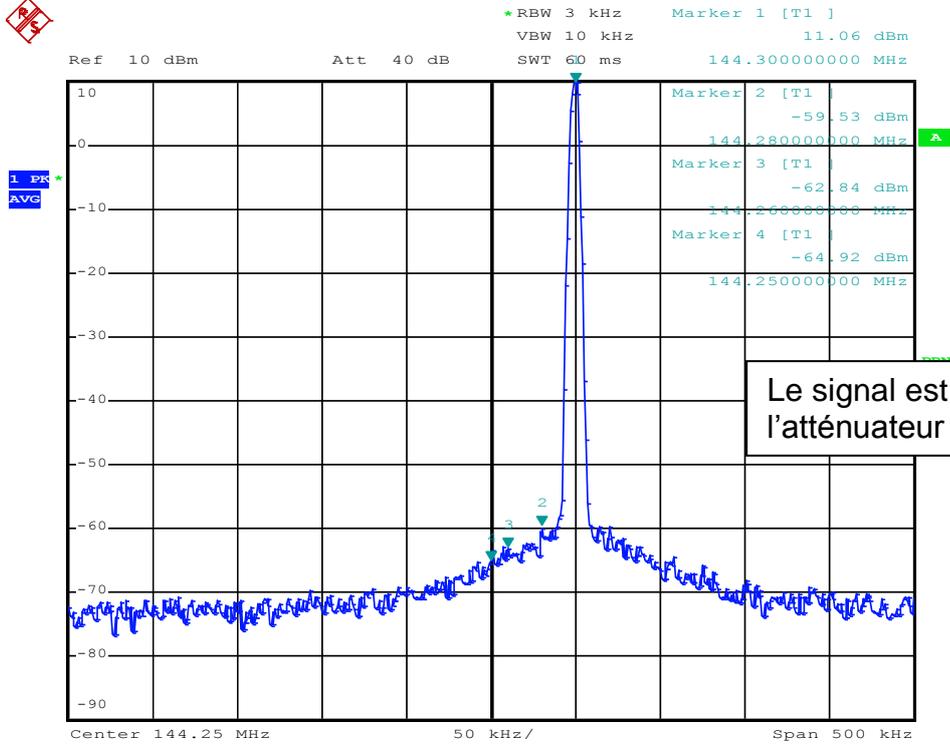


Fig. 12.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

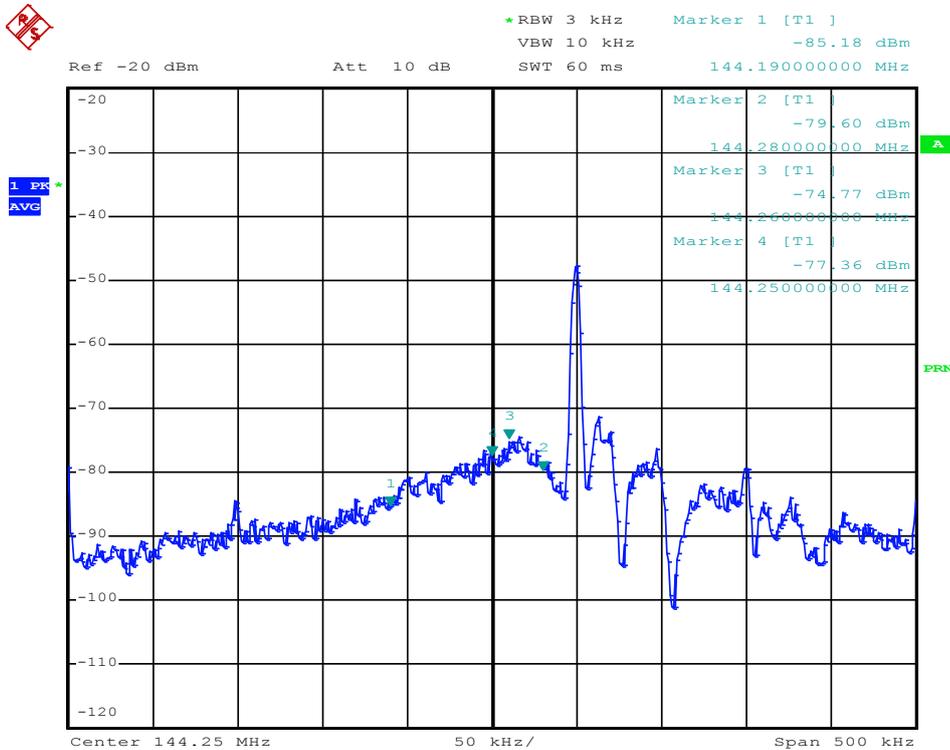


Fig. 12.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 52 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le bruit décroît en suivant la caractéristique en $1/(\Delta f)^2$ du VFO, jusqu'à atteindre le niveau de -101dBc (dB relatif au niveau de la porteuse) sur 144.0MHz.

CW, 10W out, through -30dB attenuator. Ref carrier level: +10dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-78.0	-13.1	74.9
144.260	-77.0	-5.1	81.9
144.250	-79.0	-3.6	85.4
144.240	-79.0	-2.8	86.2
144.200	-84.0	-1.8	92.2
144.150	-88.0	-1.6	96.4
144.100	-90.0	-1.5	98.5
144.000	-93.0	-1.5	101.5

Le tableau suivant est une mesure du bruit en mode SSB sans modulation. La figure n'a pas été enregistrée (oubli), mais les niveaux ont été relevés aux différentes fréquences.

Le niveau de bruit blanc, constant sur toute la bande est autour de -101dBc. C'est moyen...

SSB noise, without speech. Ref carrier level: +10dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-113.0	-23.9	99.1
144.280	-105.0	-13.1	101.9
144.250	-95.0	-3.6	101.4
144.200	-92.0	-1.8	100.2
144.100	-93.0	-1.5	101.5
144.000	-94.0	-1.5	102.5
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	No microphone available		
144.280			
144.250			
144.200			
144.100			
144.000			

Il n'a pas été possible de mesurer le bruit en mode SSB avec modulation, car le microphone n'était pas avec la station...

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 53 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX

Sensibilité

Conditions	Standard	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-127.0	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-131.2	[dBm]
SSB input noise level of RX:	-140.7	[dBm]

Blocage

Interferer = XTAL-Osc, battery supplied, centered on 144.300MHz

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-55	-4.2	-69.2	1
	-52		-66.2	2
	-50		-64.2	3
	-47		-61.2	5
	-44		-58.2	7
	-40		-54.2	10

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-50	-4.2	-64.2	1
	-47		-61.2	2
	-44		-58.2	3
	-41		-55.2	5
	-38.5		-52.7	7
	-35		-49.2	10

Sensibilité excellente, mais les niveaux de blocage de -64dBm à $\Delta f = 20kHz$ et -58dBm à $\Delta f = 50kHz$ sont **très insuffisants** pour un service contest en point haut.

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-64.2	76.5
50	-58.2	82.5

13. FT-991 A

Partie TX

Alimentation : linéaire

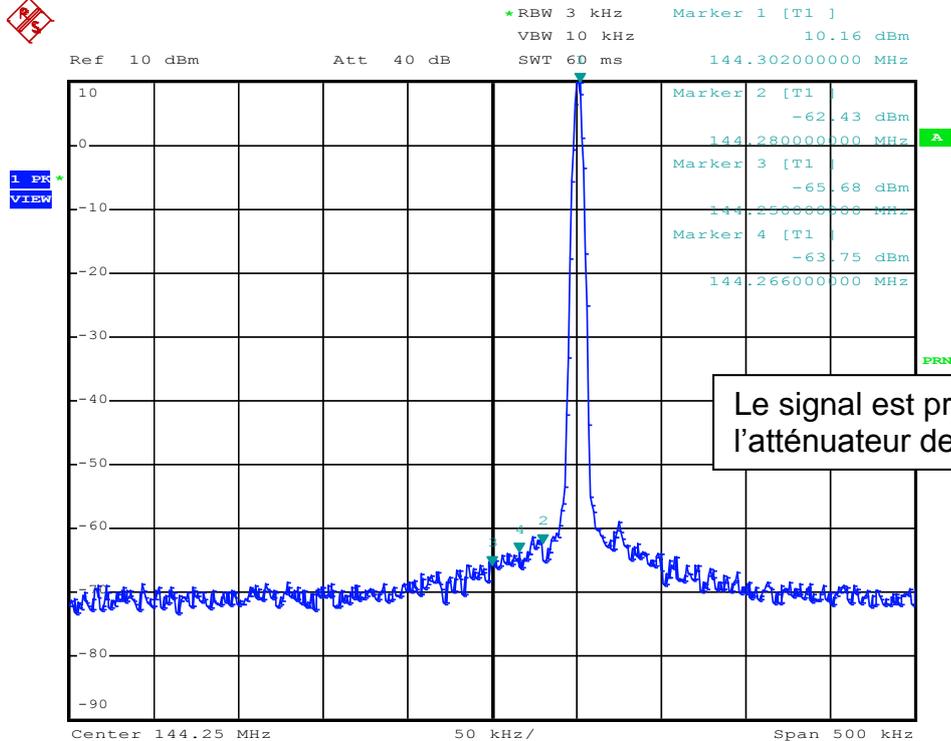


Fig. 13.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

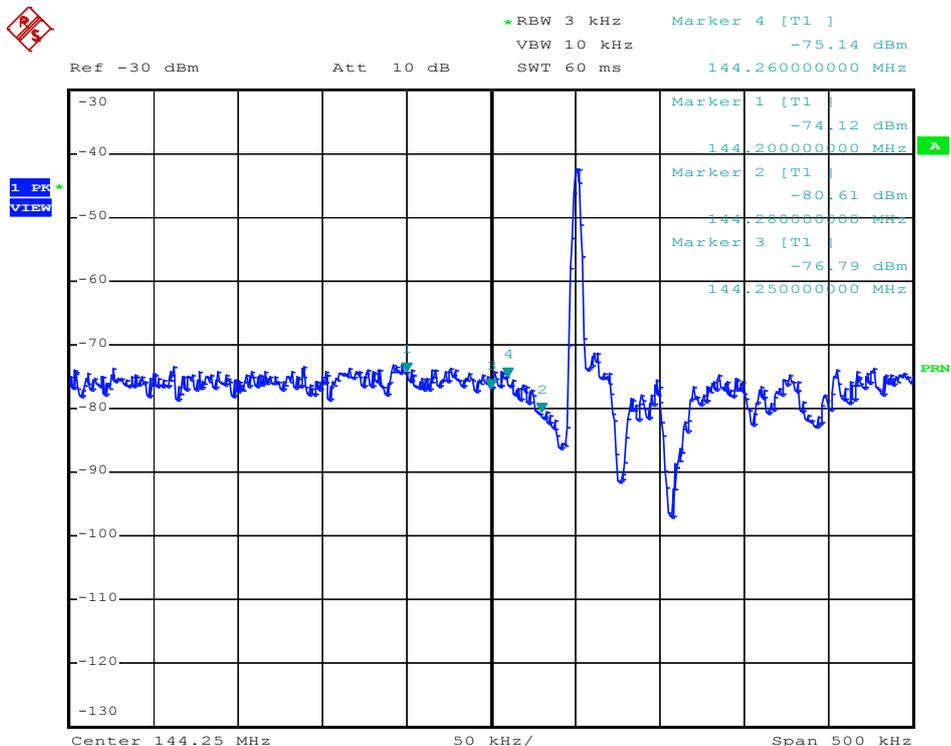


Fig. 13.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande
 Ouh là ! Du bruit blanc avec un niveau pathologiquement élevé !

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 55 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences.

Tout près de la porteuse, le bruit décroît, suivant la caractéristique en $1/(\Delta f)^2$ du VFO. Mais à partir de 144.26MHz déjà, il se stabilise à un niveau de -83dBc, au lieu de continuer à décroître. **C'est très mauvais !**

CW, 10W out, through -30dB attenuator. Ref carrier level: +10dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-81.0	-13.1	77.9
144.260	-76.0	-5.1	80.9
144.250	-75.0	-3.6	81.4
144.240	-75.0	-2.8	82.2
144.200	-75.0	-1.8	83.2
144.150	-76.0	-1.6	84.4
144.100	-76.0	-1.5	84.5
144.000	-76.0	-1.5	84.5

La figure suivante est une mesure du bruit en mode SSB sans modulation. On retrouve le bruit blanc constaté avec l'émission en CW

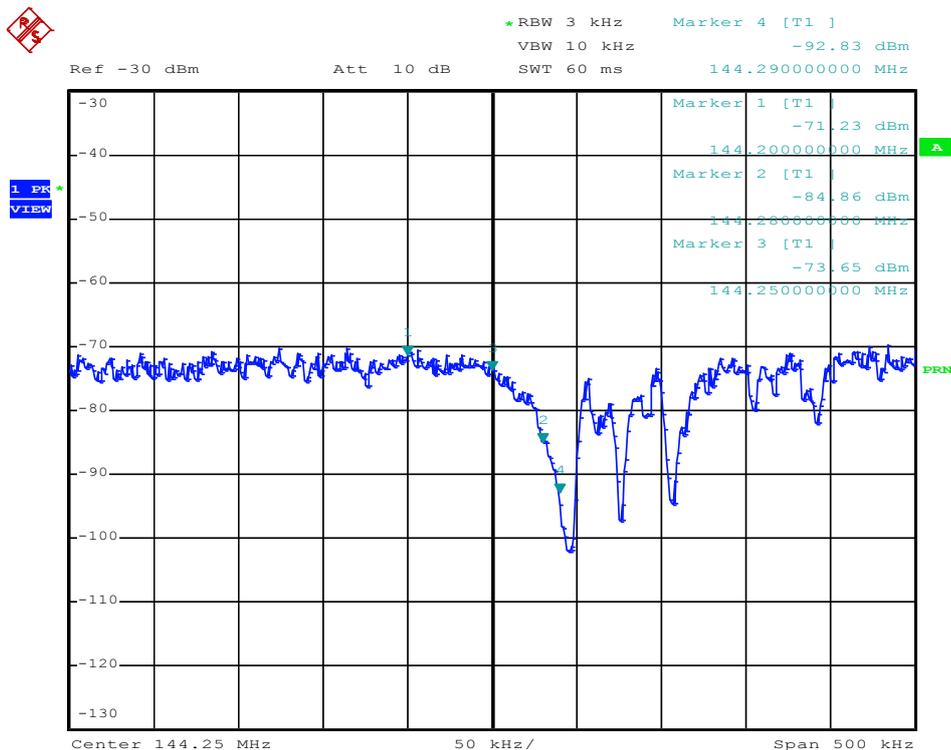


Fig. 13.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

Du bruit blanc sur toute la bande, avec un niveau autour de -81dBc (voir tableau page suivante ; Beurk !)

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 56 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

SSB noise, without speech. Ref carrier level: +10dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-93.0	-23.9	79.1
144.280	-83.0	-13.1	79.9
144.250	-74.0	-3.6	80.4
144.200	-73.0	-1.8	81.2
144.100	-73.0	-1.5	81.5
144.000	-73.0	-1.5	81.5

SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-86.0	-23.9	72.1
144.280	-83.0	-13.1	79.9
144.250	-78.0	-3.6	84.4
144.200	-77.0	-1.8	85.2
144.100	-77.0	-1.5	85.5
144.000	-77.0	-1.5	85.5

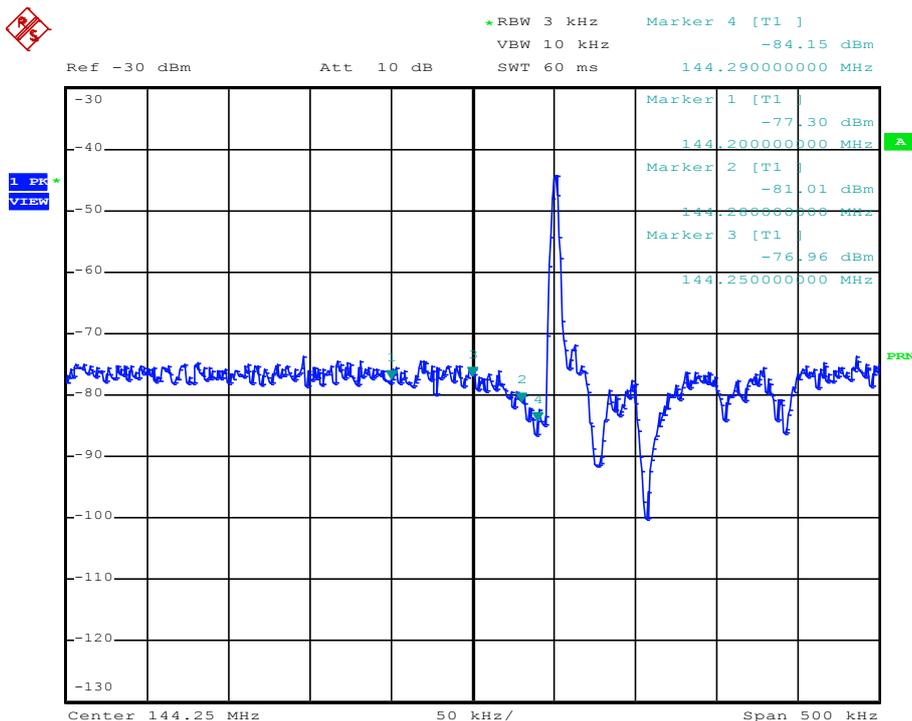


Fig. 13.4 : Spectre du signal avec modulation SSB

Avec modulation SSB par le micro, le niveau de bruit blanc descend de 3dB (cause = ?). Mais son niveau de -85dBc sur toute la bande entre 144.0 et 144,25MHz peut être qualifié de très mauvais. **N'utilisez jamais cet engin sur un point haut lors d'un contest !**

Hypothèse de HB9BLF : ce niveau de bruit blanc élevé pourrait être causé par un générateur SSB dans la IF (Intermediate Frequency) réalisé avec la méthode dite de « phasing », sans filtre à quartz dans la partie émission (→ moins cher à la production...)

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 57 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX

Sensibilité

Conditions	Standard	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-124.5	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-128.7	[dBm]
SSB input noise level of RX:	-138.2	[dBm]

Blocage

Interferer = XTAL-Osc, battery supplied, centered on 144.300MHz

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-45	-4.2	-59.2	1
	-43		-57.2	2
	-40		-54.2	3
	-36		-50.2	5
	-34		-48.2	7
	-30		-44.2	10

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-36	-4.2	-50.2	1
	-33		-47.2	2
	-30		-44.2	3
	-27		-41.2	5
	-24		-38.2	7
	-21		-35.2	10

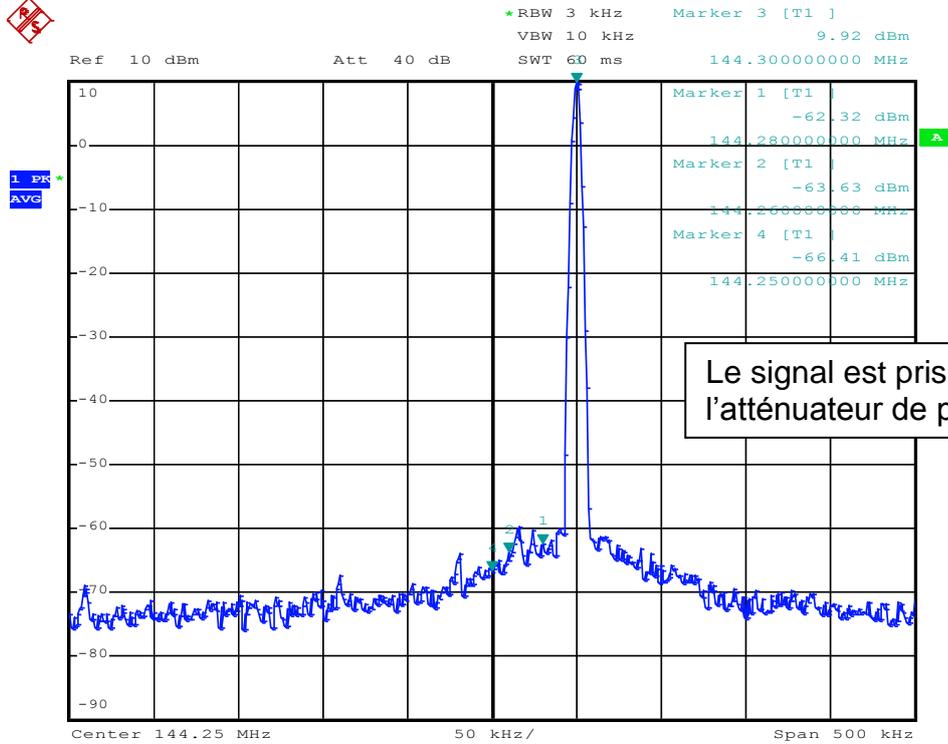
Ces niveaux de blocage de -54dBm à $\Delta f = 20kHz$ et -44dBm à $\Delta f = 50kHz$ sont médiocres.

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-54.2	84.0
50	-44.2	94.0

14. FT-736 R

Partie TX

Alimentation : linéaire



Le signal est pris à la sortie de l'atténuateur de puissance -30dB.

Fig. 14.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

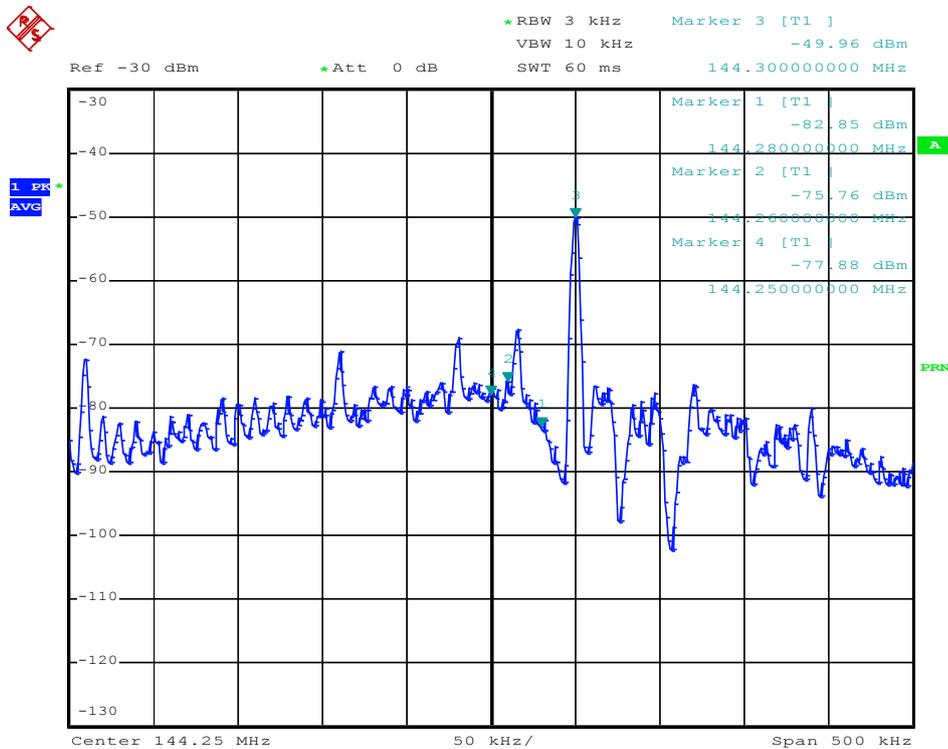


Fig. 14.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 59 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le bruit suit la caractéristique en $1/(\Delta f)^2$ du VFO, mais il y a beaucoup de pics parasites par-dessus le bruit (tous les 20kHz), qui dégradent le spectre. Pour les points de mesure du tableau suivant, on a considéré une valeur « moyenne » entre le niveau de bruit et ces pics.

En CW, la dynamique est insuffisante.

CW, 10W out, through -30dB attenuator. Ref carrier level: +10dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-78.0	-13.1	74.9
144.260	-75.0	-5.1	79.9
144.250	-78.0	-3.6	84.4
144.240	-78.0	-2.8	85.2
144.200	-80.0	-1.8	88.2
144.150	-81.0	-1.6	89.4
144.100	-83.0	-1.5	91.5
144.000	-86.0	-1.5	94.5

La figure suivante est une mesure du bruit en mode SSB sans modulation.

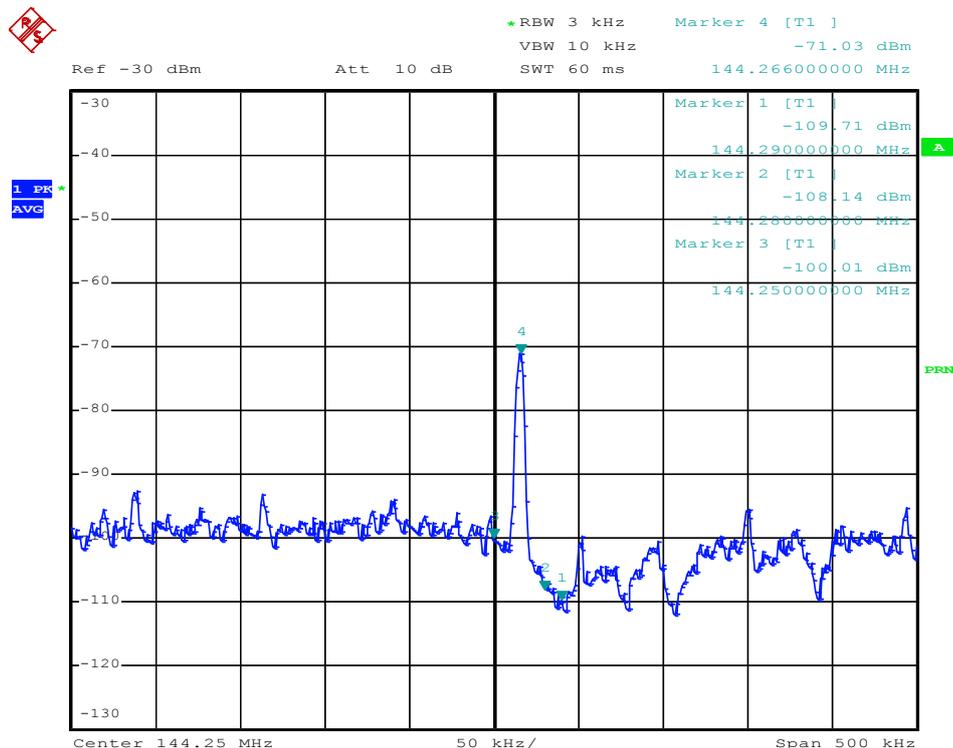


Fig. 14.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

Si l'on ne regarde pas les pics parasites, c'est nettement meilleur qu'en CW ! Voir le tableau de la page suivante.

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 60 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

SSB noise, without speech. Ref carrier level: 10dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	parasitic peaks!	-23.9	
144.280	parasitic peaks!	-13.1	
144.250	-100.0	-3.6	106.4
144.200	-99.0	-1.8	107.2
144.100	-99.0	-1.5	107.5
144.000	-99.0	-1.5	107.5
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-100.0	-23.9	86.1
144.280	-90.0	-13.1	86.9
144.250	-90.0	-3.6	96.4
144.200	-95.0	-1.8	103.2
144.100	-96.0	-1.5	104.5
144.000	-98.0	-1.5	106.5

Le niveau de bruit est 10dB plus bas en SSB qu'en CW.
 S'il n'y avait pas les pics parasites (probablement causés par une injection parasite de signaux d'horloges digitaux dans la partie RF), ce serait pas mal.

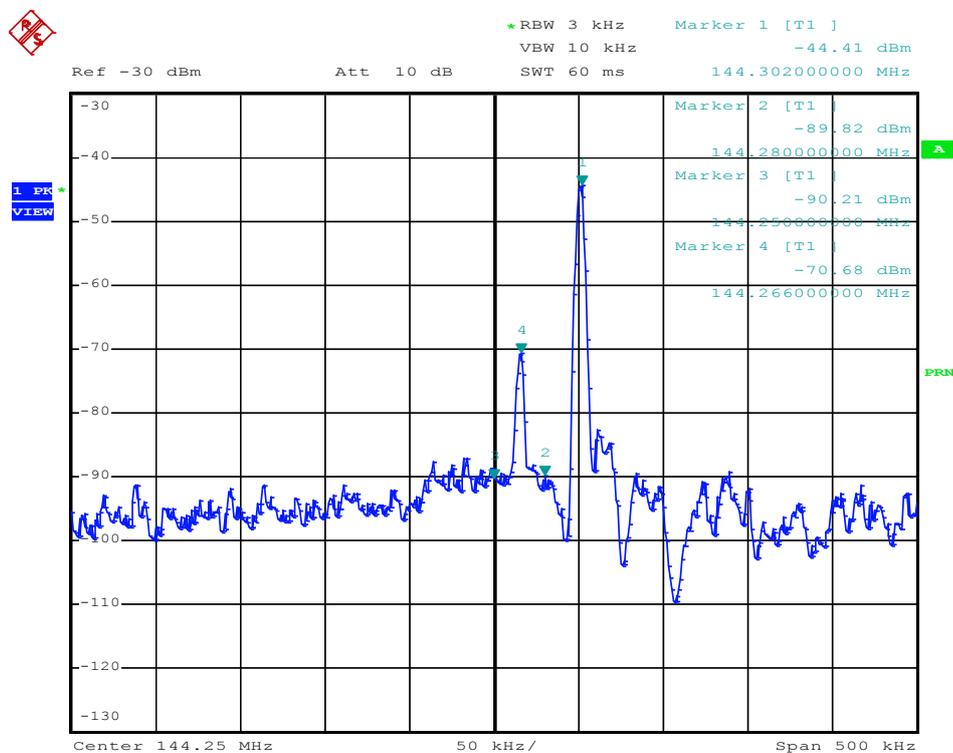


Fig. 14.4 : Spectre du signal en mode SSB ; CQ-Call.

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 61 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX

Sensibilité

Conditions	Standard	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-125.0	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-129.2	[dBm]
SSB input noise level of RX:	-138.7	[dBm]

Blocage

Interferer = XTAL-Osc, battery supplied, centered on 144.300MHz

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-29	-4.2	-43.2	1
	-26		-40.2	2
	-24		-38.2	3
	-20		-34.2	5
	-17		-31.2	7
	-14		-28.2	10

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-20	-4.2	-34.2	1
	-17		-31.2	2
	-14		-28.2	3
	-10		-24.2	5
	-7		-21.2	7

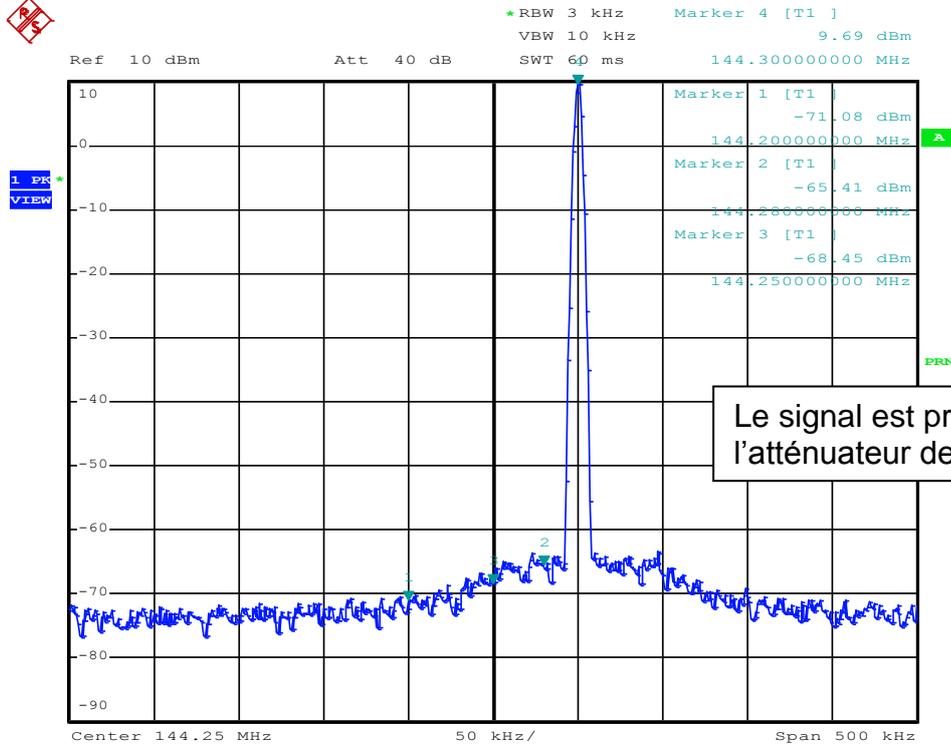
La réception tient la route avec un niveau de blocage de -28dBm à $\Delta f = 50kHz$, ce qui correspond à une dynamique de 110dB.

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-38.2	100.5
50	-28.2	110.5

15. IC-251 E

Partie TX

Alimentation : linéaire 12V



Le signal est pris à la sortie de l'atténuateur de puissance -30dB.

Fig. 15.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

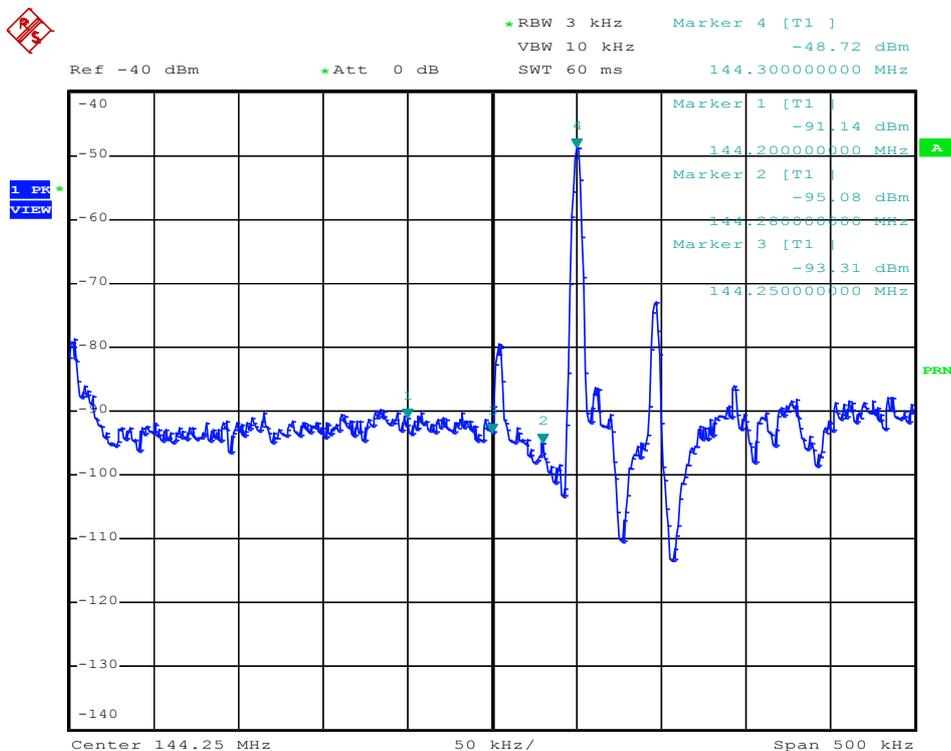


Fig. 15.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 63 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. La dynamique est passable : Des niveaux de bruit relatifs de -95dBc sont atteints à 144,280MHz et -99dBc à 144,25MHz. Mais on bute sur le bruit blanc, qui est présent sur toute la bande avec un niveau de -100dBc. Il y a aussi quelques « petits oiseaux » (pics parasites)...

CW, 10W out, through directional coupler. Ref carrier level: +9,8dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.280	-98.0	-13.1	94.7
144.260	-93.0	-5.1	97.7
144.250	-93.0	-3.6	99.2
144.240	-92.0	-2.8	99.0
144.200	-92.0	-1.8	100.0
144.150	-93.0	-1.6	101.2
144.100	-93.0	-1.5	101.3
144.000	Parasitic peak...	-1.5	

La figure suivante est une mesure du bruit en mode SSB sans modulation.

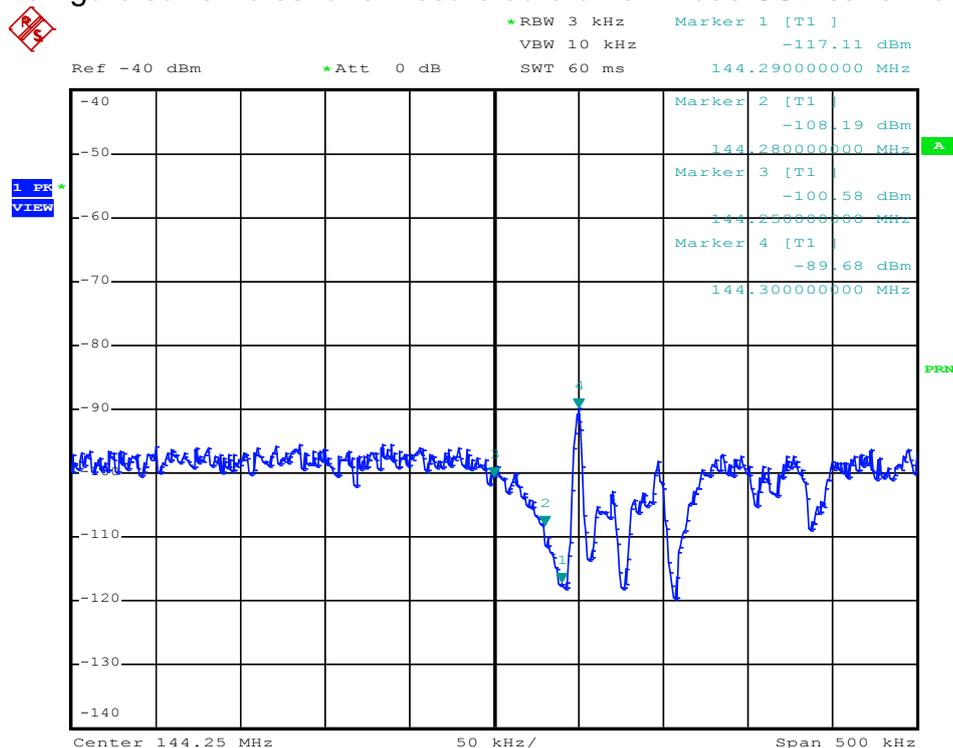


Fig. 15.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

En SSB, le niveau de bruit blanc est meilleur qu'en CW, avec un niveau de -106dBc, ce qui est pas mal !

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	<u>Note technique</u> Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 64 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	--

SSB noise, without speech. Ref carrier level: +9,8dBm			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	-117.0	-23.9	102.9
144.280	-108.0	-13.1	104.7
144.250	-100.0	-3.6	106.2
144.200	-98.0	-1.8	106.0
144.100	-98.0	-1.5	106.3
144.000	-98.0	-1.5	106.3
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	Noise level [dB]	XTAL notch filter attenuation [dB]	S/N ratio [dB] (Dynamique TX)
144.290	No microphone available	-23.9	NA
144.280		-13.1	
144.250		-3.6	
144.200		-1.8	
144.100		-1.5	
144.000		-1.5	

On n'a pas pu mesurer la dynamique avec modulation SSB, car le micro de cette station avait été oublié à la maison (encore ?)...

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 65 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

Partie RX

Sensibilité

Conditions	Standard	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-123.0	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-127.2	[dBm]
SSB input noise level of RX:	-136.7	[dBm]

Blocage

Interferer = XTAL-Osc, battery supplied, centered on 144.300MHz

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-27	-4.2	-41.2	1
	-24		-38.2	2
	-22		-36.2	3
	-19		-33.2	5
	-16		-30.2	7
	-11		-25.2	10

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$)				
XTAL Osc Level [dBm]	Attenuator setting [dB]	PWR-Splitter and cable losses [dB]	Interferer level [dBm]	Noise increase [dB]
-10	-18	-4.2	-32.2	1
	-15		-29.2	2
	-13		-27.2	3
	-9		-23.2	5
	-6		-20.2	7

sa dynamique de 109dB à $\Delta f = 50kHz$ le classe dans la catégorie des « bons » récepteurs.

Interferer Offset [kHz]	Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss	Dynamique RX [dB]
20	-36.2	100.5
50	-27.2	109.5

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 66 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

16. Conclusions

Les graphiques suivants résument les résultats de mesure des paragraphes précédents.

La fig. 16.1 donne la dynamique des différents émetteurs testés. La dynamique est définie comme le rapport entre le niveau P_{TX} de la porteuse CW sur $f_{TX} = 144.3MHz$ et le niveau du bruit P_{NOISE} généré dans une largeur de bande « SSB » ($BW = 3kHz$) à un offset en fréquence Δf de la fréquence d'émission.

$$Dyn(TX) = P_{TX} / P_{NOISE}$$

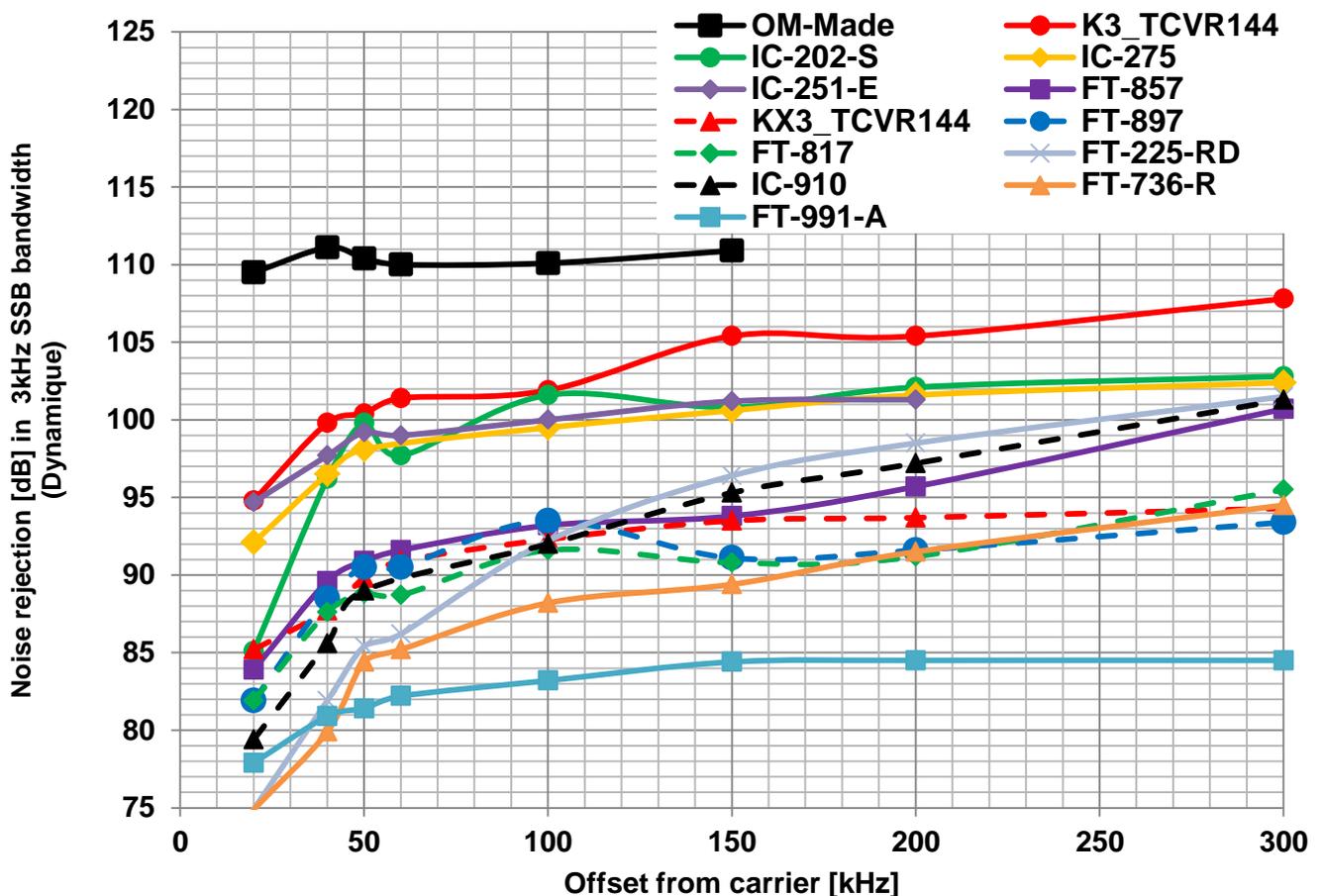


Fig. 16.1 : Dynamique en fonction de la distance par rapport à la fréquence TX (mode CW)

Les appareils qui ont la meilleure dynamique en émission CW (le plus faible bruit parasite en-dehors de la fréquence TX) sont :

- K3 + TCVR-144MHz
- IC-202
- IC-275 (Celui de Yves, qui était le meilleur. Voir §4)
- IC-251 E

Hélas, aucun de ces appareil n'atteint une dynamique TX désirée de 120dB.

Quant aux autres TX de cette liste... →



HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	<u>Note technique</u> Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 67 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	--

Un phénomène parasite très gênant est le bruit émis sur toute la bande en mode SSB, même sans modulation microphonique, lorsque la touche PTT du micro est pressée.

Le tableau ci-après donne le niveau de bruit émis en mode SSB, sans modulation microphonique.

Appareil	Niveau de bruit relatif à la porteuse [dBc], à un offset Δf de la fréquence d'émission (Mode SSB, mais sans modulation)		
	100kHz	200kHz	Unités
OM-made	-110	-111	dBc
K3-TCVR144	-110	-109	
FT-736-R	-107	-107	
IC-251-E	-106	-106	
IC-202-S	-104	-105	
FT-225-RD	-100	-101	
IC-275	-96	-98	
FT-857	-97	-96	
FT-817	-94	-94	
KX3-TCVR144	-94	-91	
FT-897	-91	-89	
IC-910	-85	-93	
FT-991-A	-81	-81	

Ici, les meilleurs appareils sur ce point sont :

- K3+TCVR144MHz
- FT-736-R (mais il a d'autres défauts)
- IC-251-E
- IC-202-S.

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 68 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	--	--

La dynamique des récepteurs

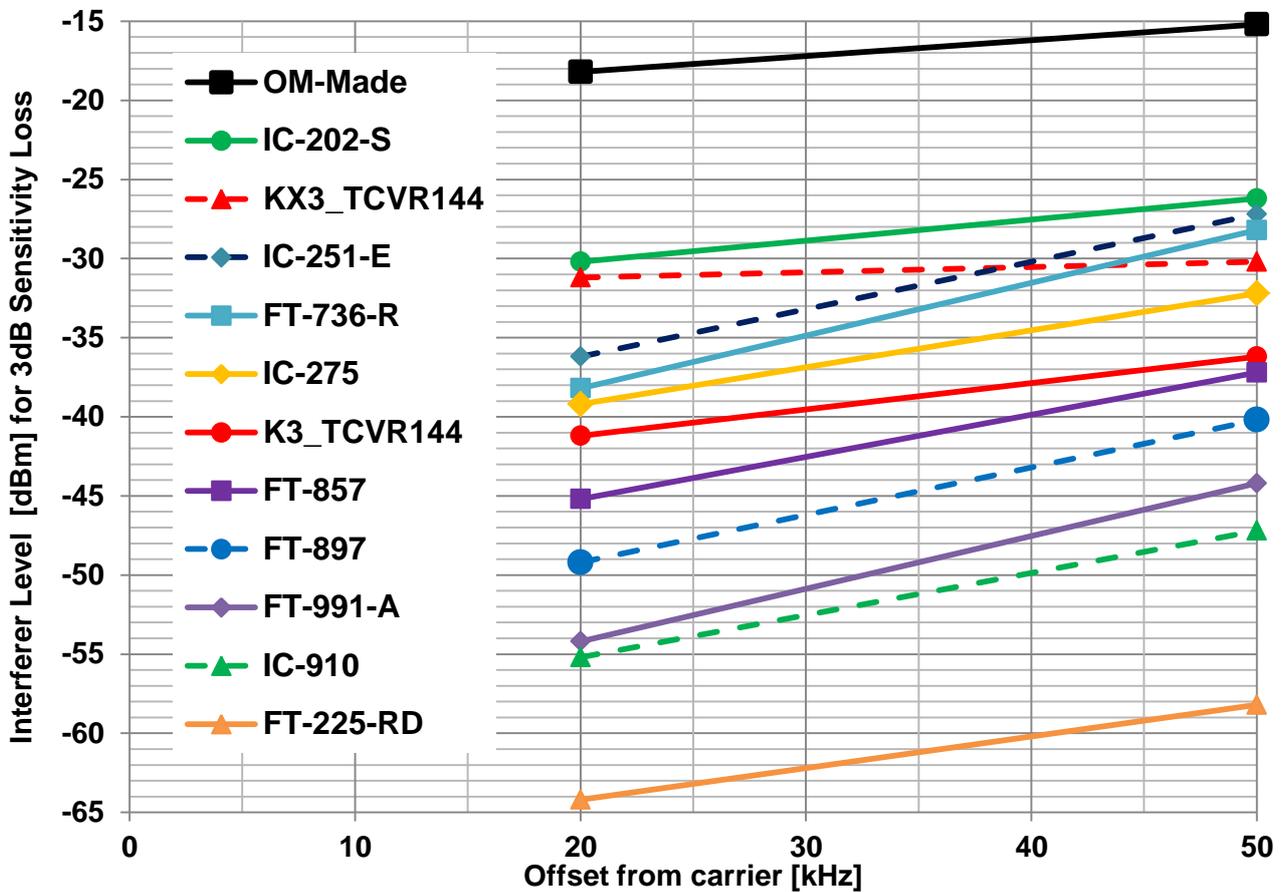


Fig. 16.2 : Immunité aux signaux forts voisins sur la bande

La fig. 16.2 donne les niveaux perturbateurs qui provoquent une réduction de sensibilité de 3dB, à 20kHz et à 50kHz de la fréquence du récepteur. Il y a pas mal de disparités en fonction du TRX testé.

L'effet d'un signal voisin « propre » de forte amplitude est d'abord une augmentation du bruit dans le RX « victime », par un mélange réciproque entre le bruit de son VFO et le signal « fort » sur la fréquence voisine. Lorsque l'amplitude du signal perturbateur augmente, le bruit causé par ce mélange réciproque augmente proportionnellement.

Ensuite, aux amplitudes plus élevées, le bruit dans le RX « victime » n'augmente plus, mais il y a une réduction du gain par compression dans la tête d'entrée du RX. Cette réduction du gain par compression provoque une réduction additionnelle de la sensibilité.

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	<u>Note technique</u> Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 69 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	--

On voit à la [fig. 16.2](#) que l'IC-202, le KX3+TCVR144, l'IC-251-E, le FT-736-R et l'IC-275 sortent du lot.

Dans l'IC-202, l'effet d'un signal voisin de forte amplitude ne provoquait pas d'augmentation du bruit dans le RX, contrairement à tous les autres appareils testés, mais directement une réduction de sensibilité (SNR) par compression (voir §9). La raison est que le VFO de l'IC-202 est un VCXO, basé sur un quartz. Il a 2 quartz, un 1^{er} pour la bande 144.0 – 144.2MHz et un 2^{ème} pour la bande 144.2 – 144.4MHz. Le résultat est un oscillateur local propre avec un spectre très étroit, donc pas d'apparition de bruit parasite par mélange réciproque.

A la [fig. 16.2](#), La combinaison KX3-TCVR144 est meilleure que le K3+TCVR144. La raison est que la sensibilité du KX3 est 10dB inférieure à celle du K3 (Voir §7 et §8). L'immunité au blocage du KX3 a été testée avec son préampli « OFF » (ce qui est logique de faire car le préampli doit être placé au mât d'antenne, et non pas dans la STN de base). Le niveau équivalent de bruit d'entrée du KX3-TCVR144 avec préampli OFF était $P_{NOISE}(RX_IN) = -128dBm$, celui du K3-TCVR144 était à -137dm (9dB plus bas). Si vous ajoutez 10dB de préamplification devant le KX3 et vous obtiendrez une sensibilité identique à celle du K3, mais la courbe sur la [fig. 16.2](#) sera aussi 10dB plus basse.

Lorsque l'on ajoute un préampli au mât d'antenne, il faut veiller à mettre juste ce qu'il faut de gain pour améliorer la sensibilité du système, mais pas trop, sinon le résultat sera une dégradation de la résistance aux signaux forts...

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	Note technique Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 70 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	--

La figure 16.3 compare la **dynamique des récepteurs** avec un signal interférant à 20 et à 50kHz de la fréquence que l'on veut recevoir. La dynamique tient compte de la sensibilité du récepteur. Elle est calculée selon la formule :

$$Dyn_{RX}(\Delta f) = P_{Interferer}(Noise\ Increase + 3dB) - P_{NOISE}(RX_IN)$$

La dynamique est le niveau du signal de blocage qui cause une réduction de sensibilité de 3dB, moins le niveau équivalent de bruit à l'entrée du RX (sensibilité).

On voit à la fig. 16.3 que le K3 et le KX3 ont maintenant des performances quasi identiques.

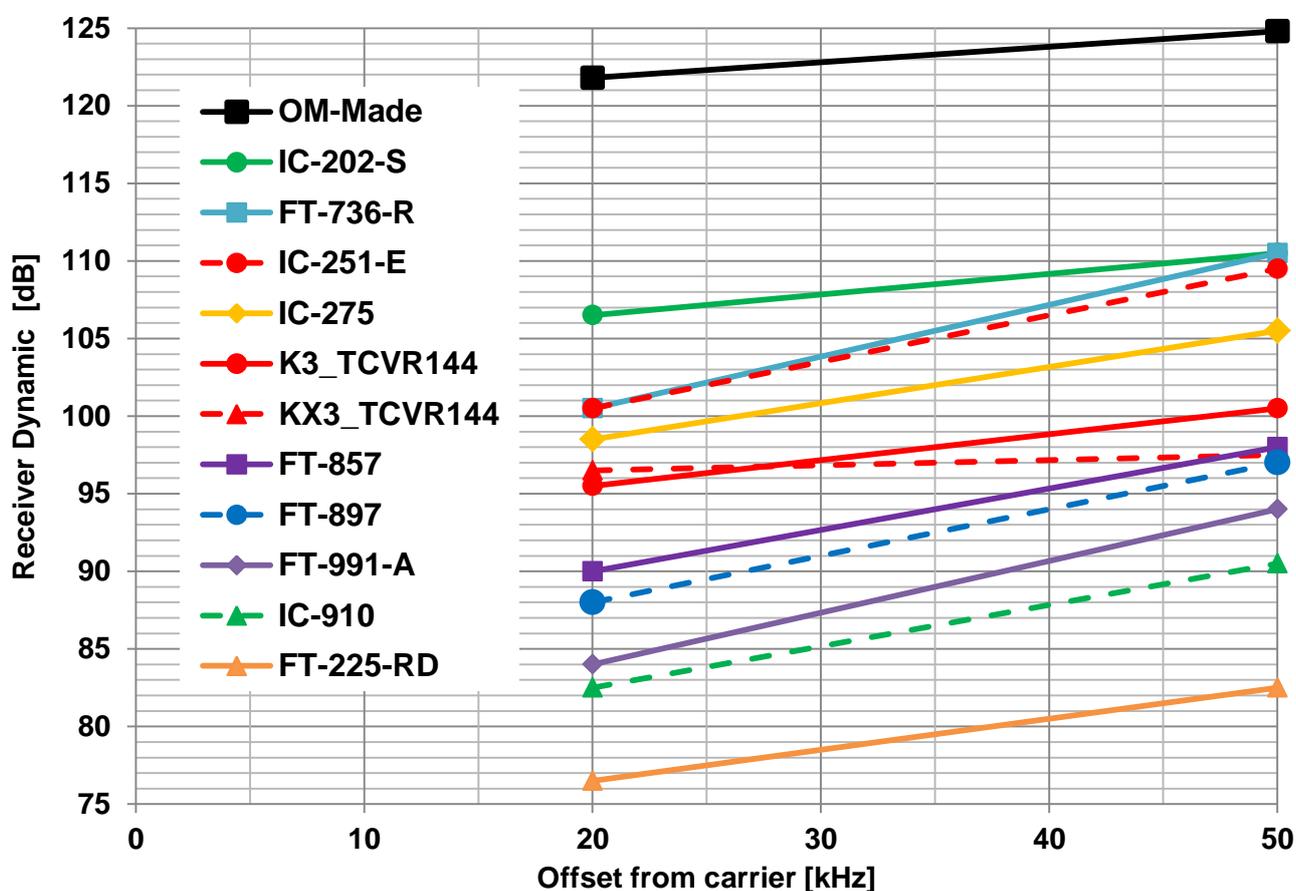


Fig. 12.3 : Dynamique des RX avec bloqueurs à 20kHz et 50kHz de la fréquence

A nouveau les meilleur RX sont l'IC-202, le FT-736, l'IC-251-E, l'IC-275 et le K3.

Le KX3 n'est pas recommandé à cause de son spectre « génereux » à l'émission...

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	<u>Note technique</u> Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 71 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	--

La STN OM-made a une conception qui date de 1998. Un système à l'ancienne avec un VFO opérant en basse fréquence, mixé avec un oscillateur quartz ; le VFO utilise un CV (condensateur variable) à air commandé à travers une démultiplication mécanique 1/100 avec rattrapage de jeux (une pièce onéreuse pour les fabricants, et en plus il n'est pas possible de sauter instantanément sur une fréquence mémorisée ; on ne peut que tourner la roulette du VFO...). Ce concept donne un VFO à faible bruit, mais la station possède bien moins de fonctionnalités que les bijoux technologiques que nous avons mesurés.

Le tableau ci-dessous résume les performances en mode RX des systèmes testés.

Sensibilité et Dynamique

Appareil	Configuration	Niveau de bruit équivalent [dBm] à l'entrée du RX	Niveau perturbateur [dBm] à $\Delta f=50\text{kHz}$ pour 3dB de réduction de sensibilité	Dynamique [dB] à $\Delta f=50\text{kHz}$
OM-made	Préampli Ga-As	-140	-15	125
	Préampli J-Fet	-132	-5	128
IC-202 S	Standard	-137	-26 (Note 1)	111
FT-736 R	Standard	-138	-28	110
IC-251-E	Standard	-136	-27	109
IC 275	Attén. OFF	-138	-32	106
K3 + TRCVR	Préampli OFF	-137	-36	101
	Préampli ON	-133 (Note 2)	NA	NA
KX3 + TRCVR	Préampli OFF	-128	-30	98
	Préampli ON	-138	NA	NA
FT-857	Standard	-136	-37	99
FT-897	Standard	-138	-40	98
FT-991-A	Standard	-138	-44	94
IC-910	Préampli ON	-138	-47	91
	Préampli OFF	-124	NA	NA
FT-225-RD	Standard	-140	-58	82

Notes :

1. Pour l'IC-202-S, le signal perturbateur ne provoque pas d'augmentation du bruit dans le récepteur, mais une compression du signal utile.
2. Le préampli de ce K3 augmente le niveau de bruit et réduit la sensibilité ! Bizarre ; Laisser le préampli OFF...
3. NA signifie (Not Available) pas mesuré

HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	<u>Note technique</u> Mesures de performances de divers TRX 144MHz	Doc.: TN20161220 / V6 Page: 72 on 72 Update: 24.04.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX
---	---	--

Conclusions

La dynamique de beaucoup de TRX-144MHz n'est pas adéquate pour une utilisation en contest sur un point haut dégagé, lorsqu'il y a voisinage avec d'autres stations QRO opérant dans les mêmes conditions.

Dans la plupart des cas, c'est le bruit du VFO qui définit la performance en dynamique de l'équipement.

Le niveau de bruit thermique dans la chaîne TX est le plus souvent trop élevé (défaut de conception). Cela provoque l'apparition de bruit de souffle sur toute la bande chez le RX «victime», lorsque la touche du « PTT » est pressée, même en l'absence de modulation microphonique.