HB9BLF François Callias Au Ruz Baron 13 2046 Fontaines	**Note technique** **Mesures de performances de divers TRX 144MHz**	Doc.: TN20161220 / V8 Page: 1 on 94 Update: 10.11.2017 Authors: HB9BLF, HB9DTX

EMAIL: francois.callias chez net2000 point ch

Version 8	10.11.2017	Corrections mesures FT225RD original, FT736R original, TS-2000. Nouvelles mesures IC-7000, TS-700

Contenu

1. Introduction	**12. FT-225 RD Original**
2. Description du dispositif de mesure	**13. FT-991 A**
3. IC-910	**14. FT-736 R Original**
4. IC-275	**15. IC-251 E**
5. Station HB9BLF	**16. IC-7400**
6. FT-857	**17. TS-790**
7. FT-897	**18. TS-2000**
8. FT-817	**19. IC-7000**
9. IC 202 S	**20. TS-700**
10. Elecraft K3 + TRCVR 144MHz interne	**21. Conclusions**
11. Elecraft KX3 + TRCVR 144MHz interne	

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 complétement 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.

2. Description du dispositif de mesure

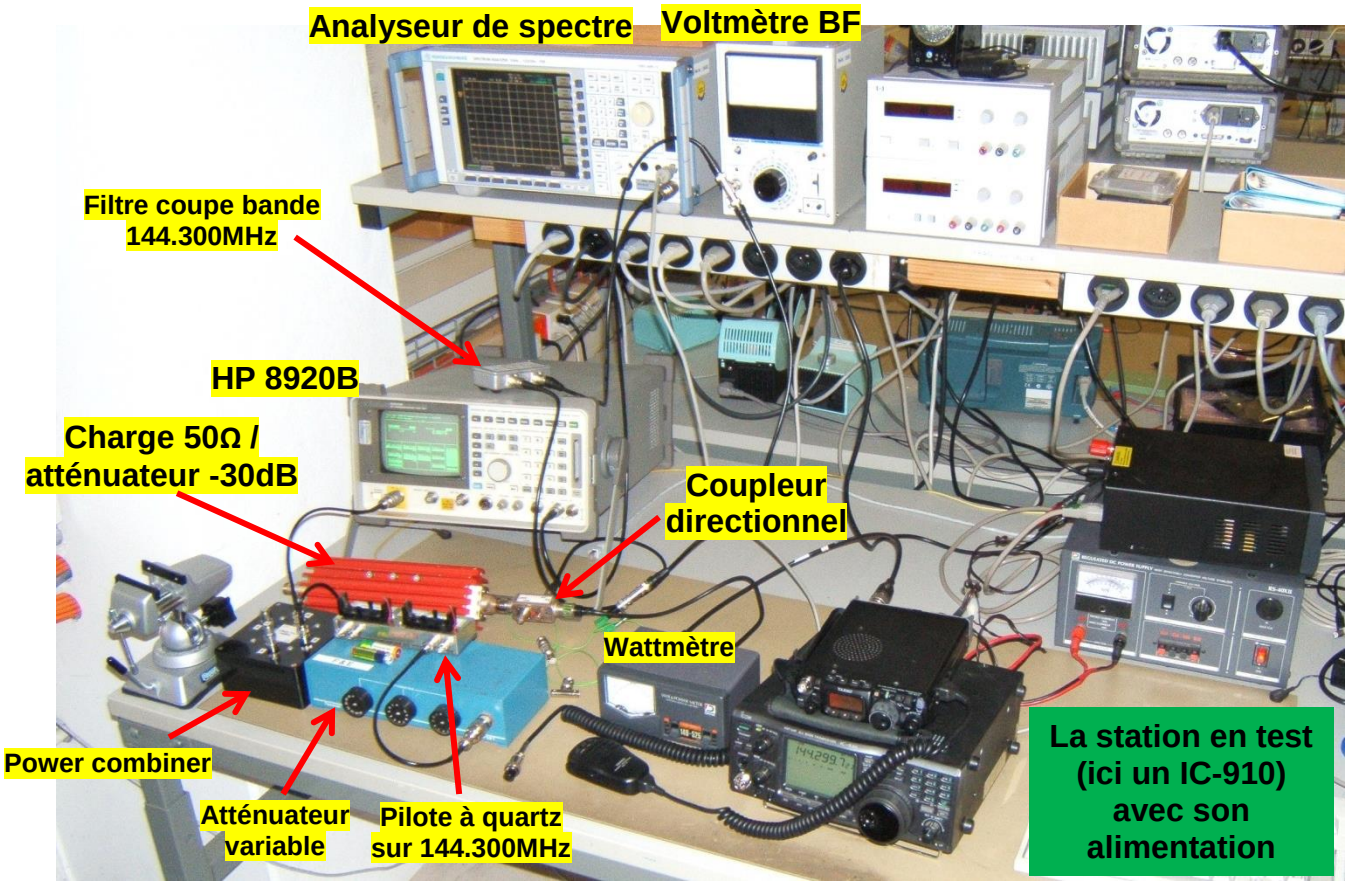


Fig. 1 : Vue du setup de test

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, $0 \cdots -100dB$
- Power Combiner / Splitter 144MHz
- Voltmètre BF

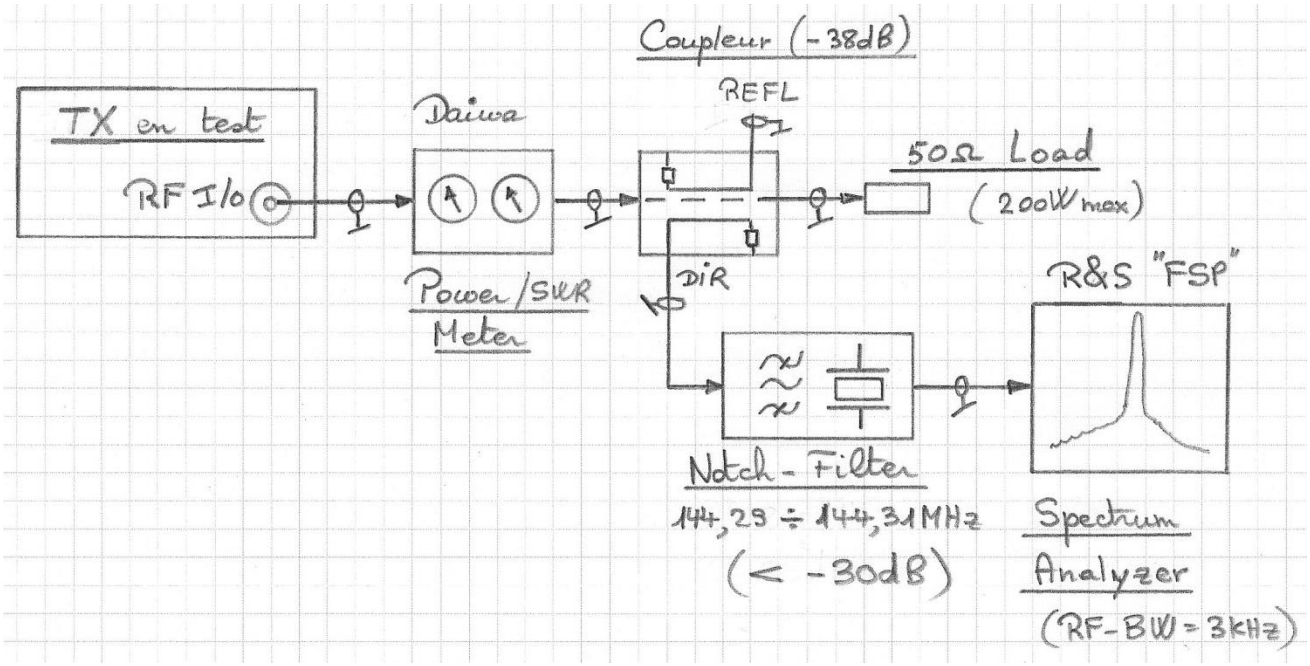


Fig. 2 : Test de la partie émission

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.

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.

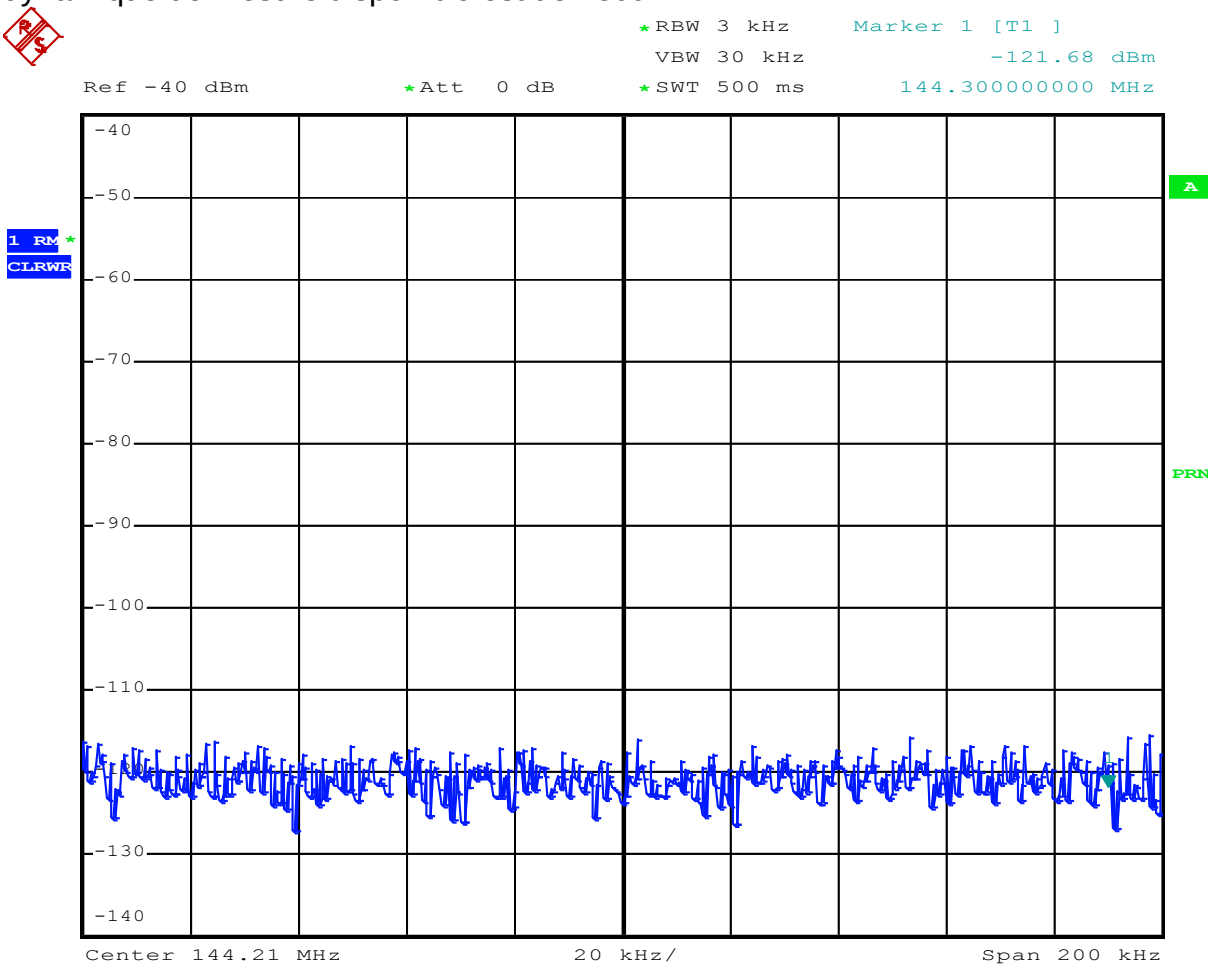


Fig. 3 : Niveau de bruit de référence du système de mesure

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.)

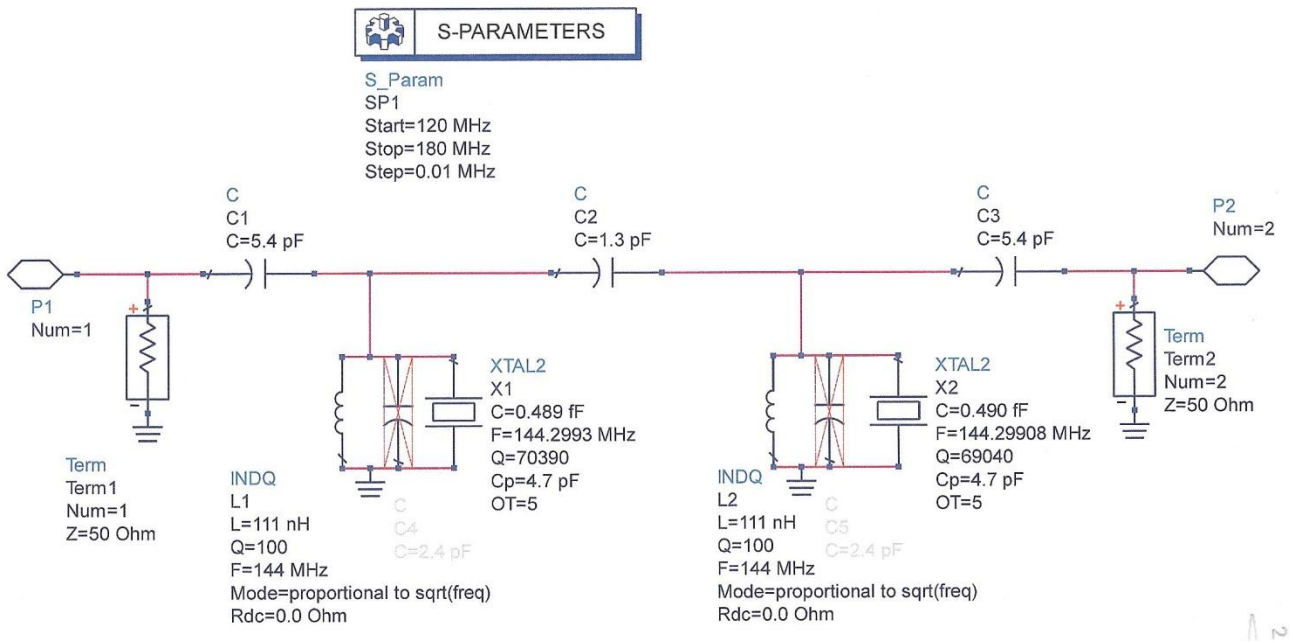


Fig. 4 : Schéma du filtre coupe bande

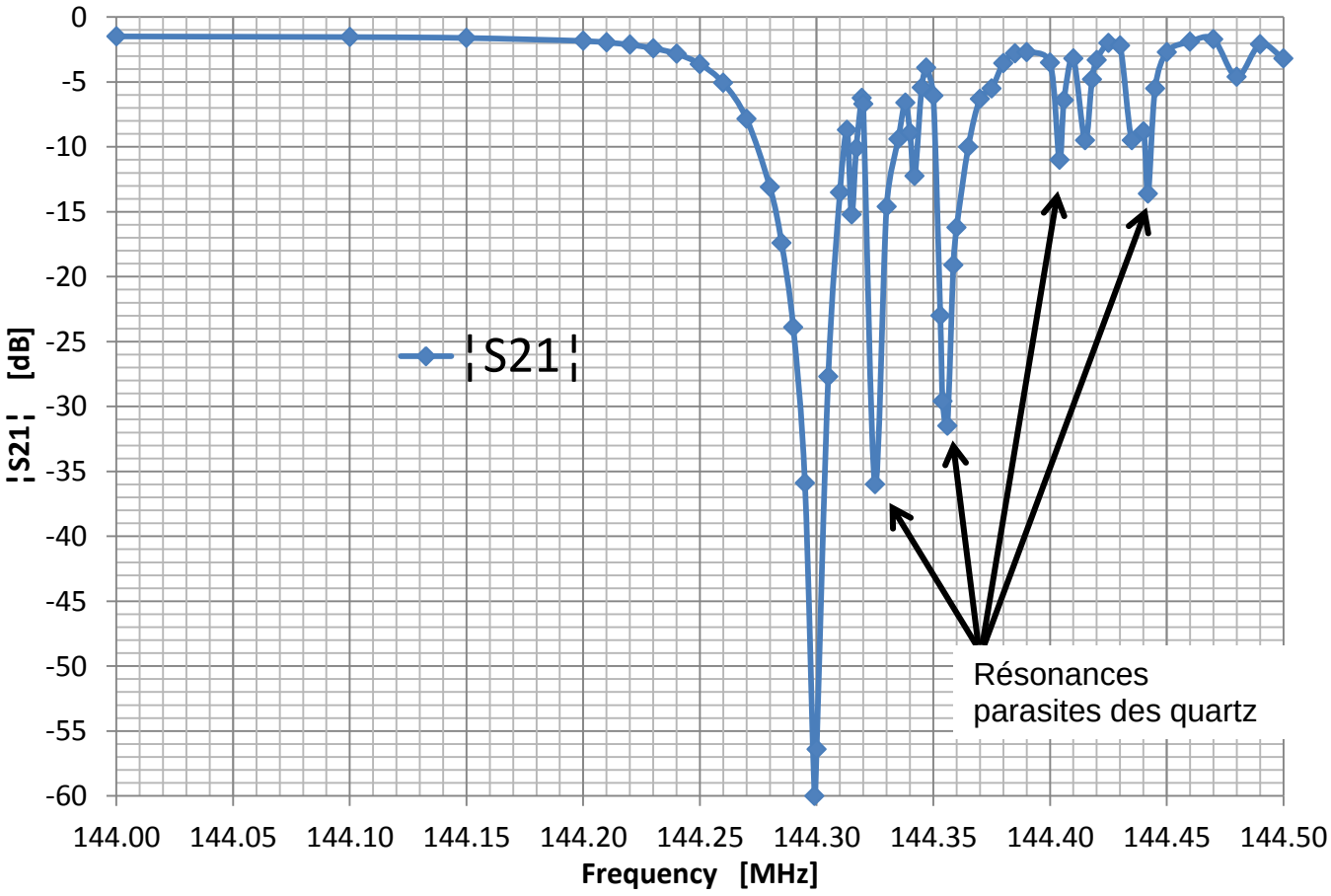


Fig. 5 : Réponse en fréquence du filtre coupe bande

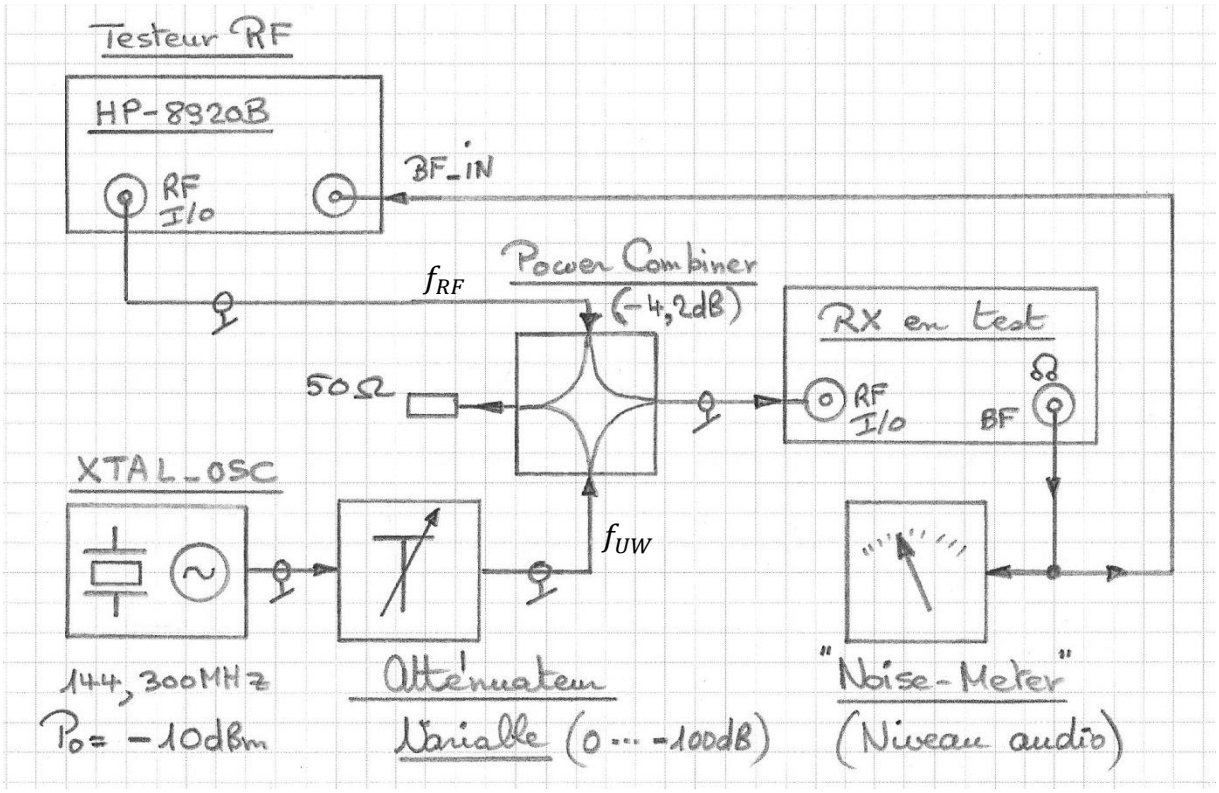


Fig. 3 : Test de la partie réception

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 $P_{RF} = -140dBm \cdots -120dBm$ (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.

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.

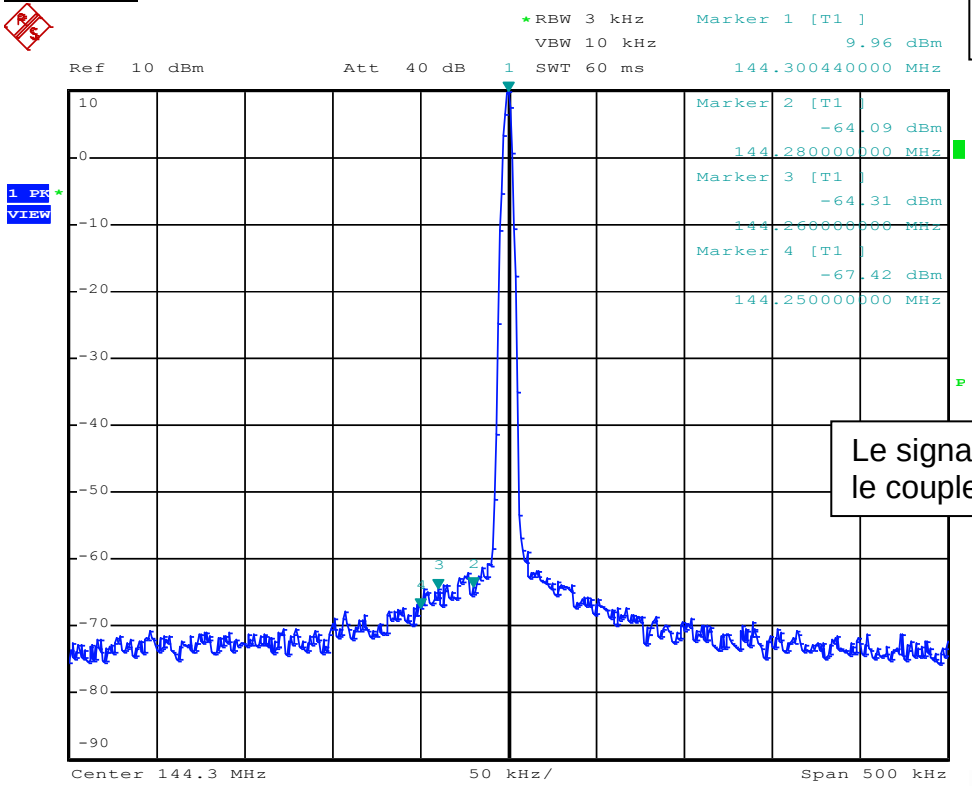
Le bruit dans le canal de réception augmente, ce qui dégrade le rapport S/N (signal / bruit) du signal à recevoir. Ce bruit diminue lorsque l'on s'éloigne de la fréquence du perturbateur (en général, doubler l'offset en fréquence → -6dB sur le bruit).

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

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

Partie TX



Le signal est prélevé par le coupleur directionnel.

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

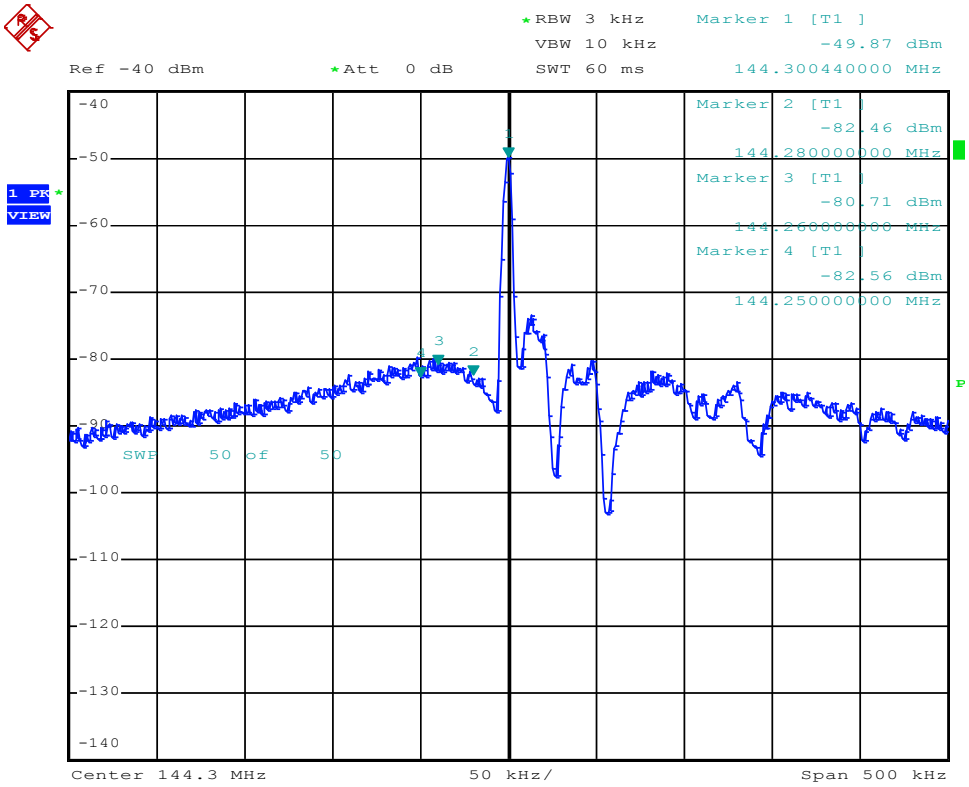


Fig. 3.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

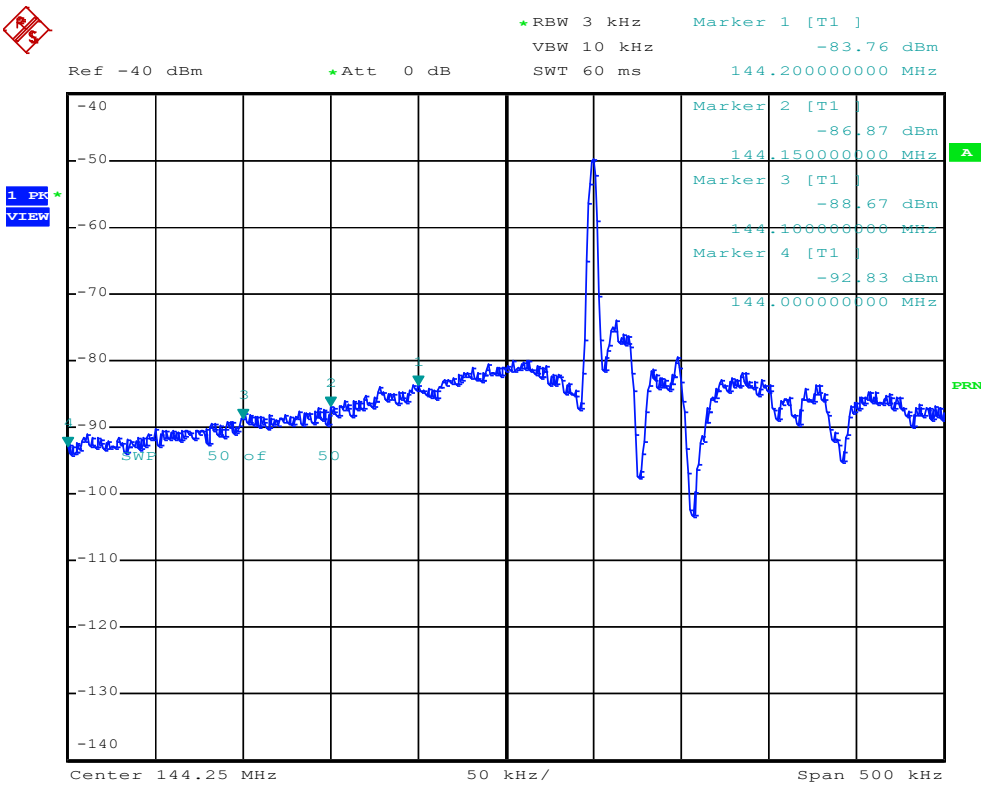


Fig. 3.3 : Idem ; marqueurs placés différemment

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

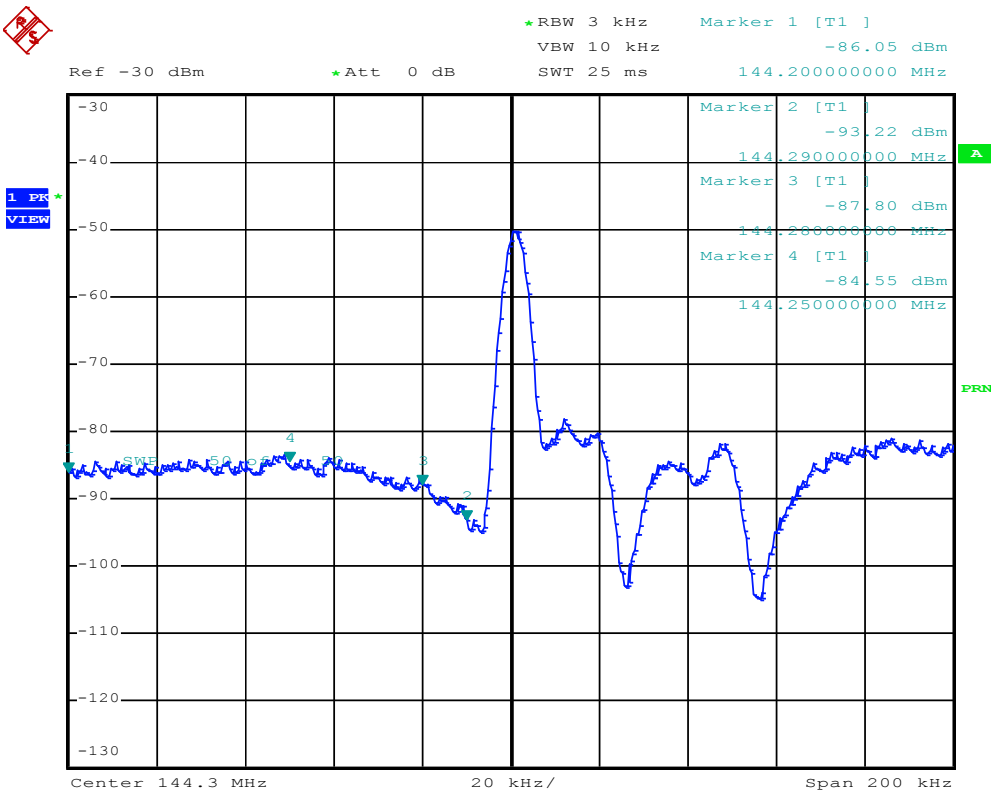


Fig. 3.4 : Spectre du signal SSB à travers le filtre coupe-bande (peak hold)

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.

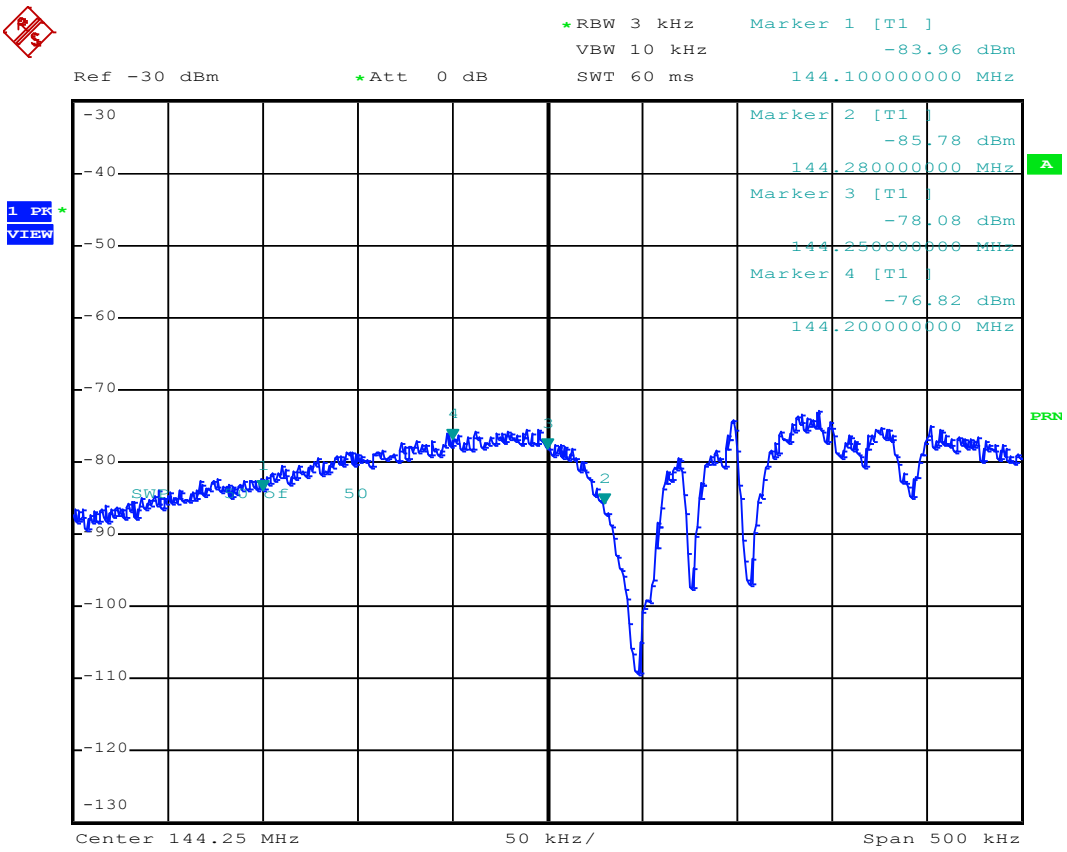


Fig. 3.5 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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…

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 :
$P_{UW} = -47dBm$ → $Dyn_RX(\Delta f = 50kHz) = 91dB$

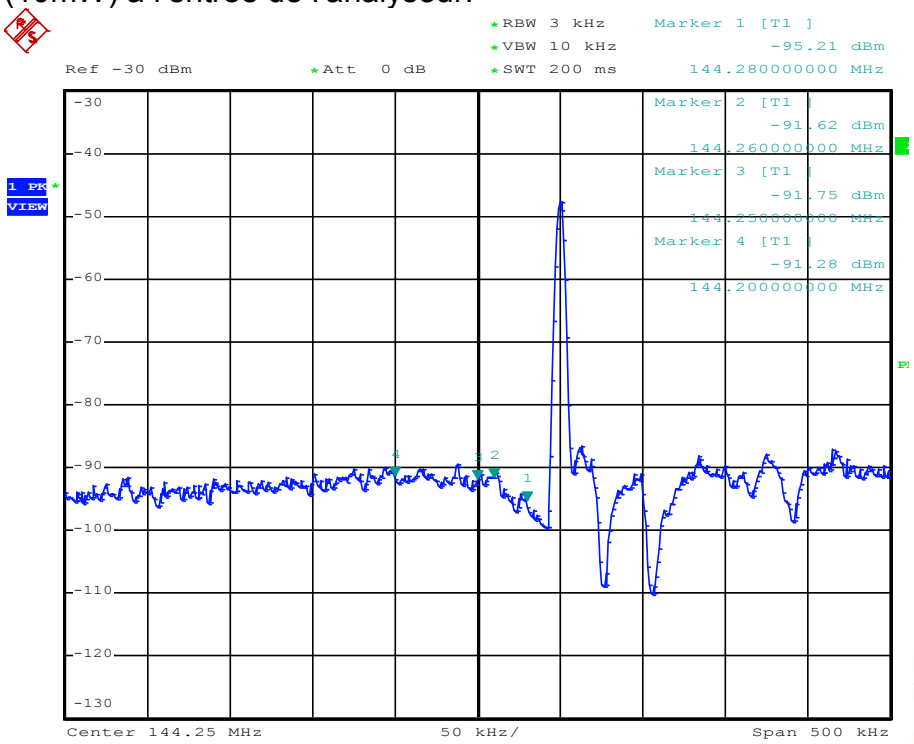
Interferer Offset [kHz]	**Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss**	**Dynamique RX [dB]**
20	-55.2	82.5
50	-47.2	90.5

Ces niveaux de blocage de -55dBm à $\Delta f = 20kHz$ et -47dBm à $\Delta f = 50kHz$ sont **totalement 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

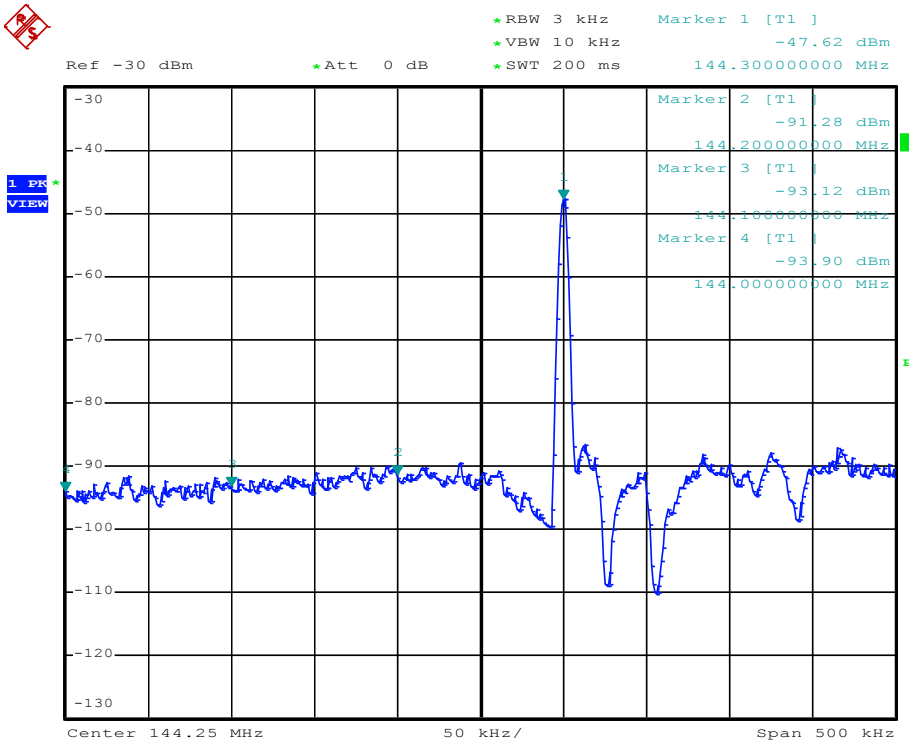


Fig. 4.2 : Idem ; marqueurs placés différemment

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

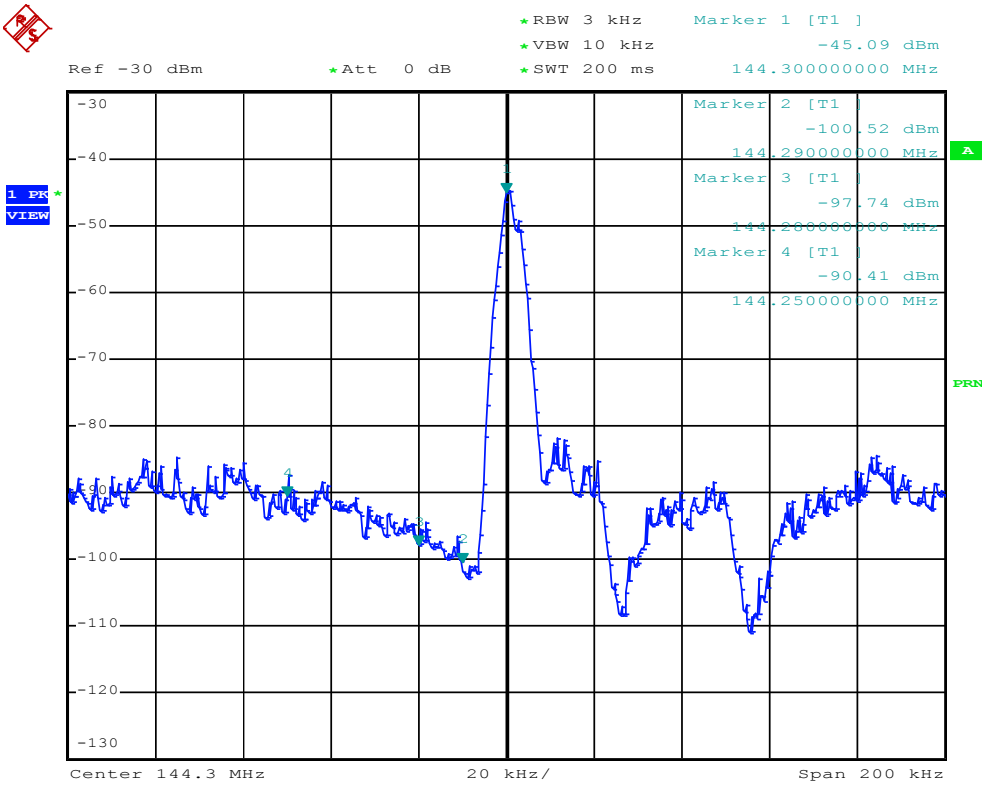


Fig. 4.3 : Spectre du signal SSB à travers le filtre coupe-bande (peak hold)

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)

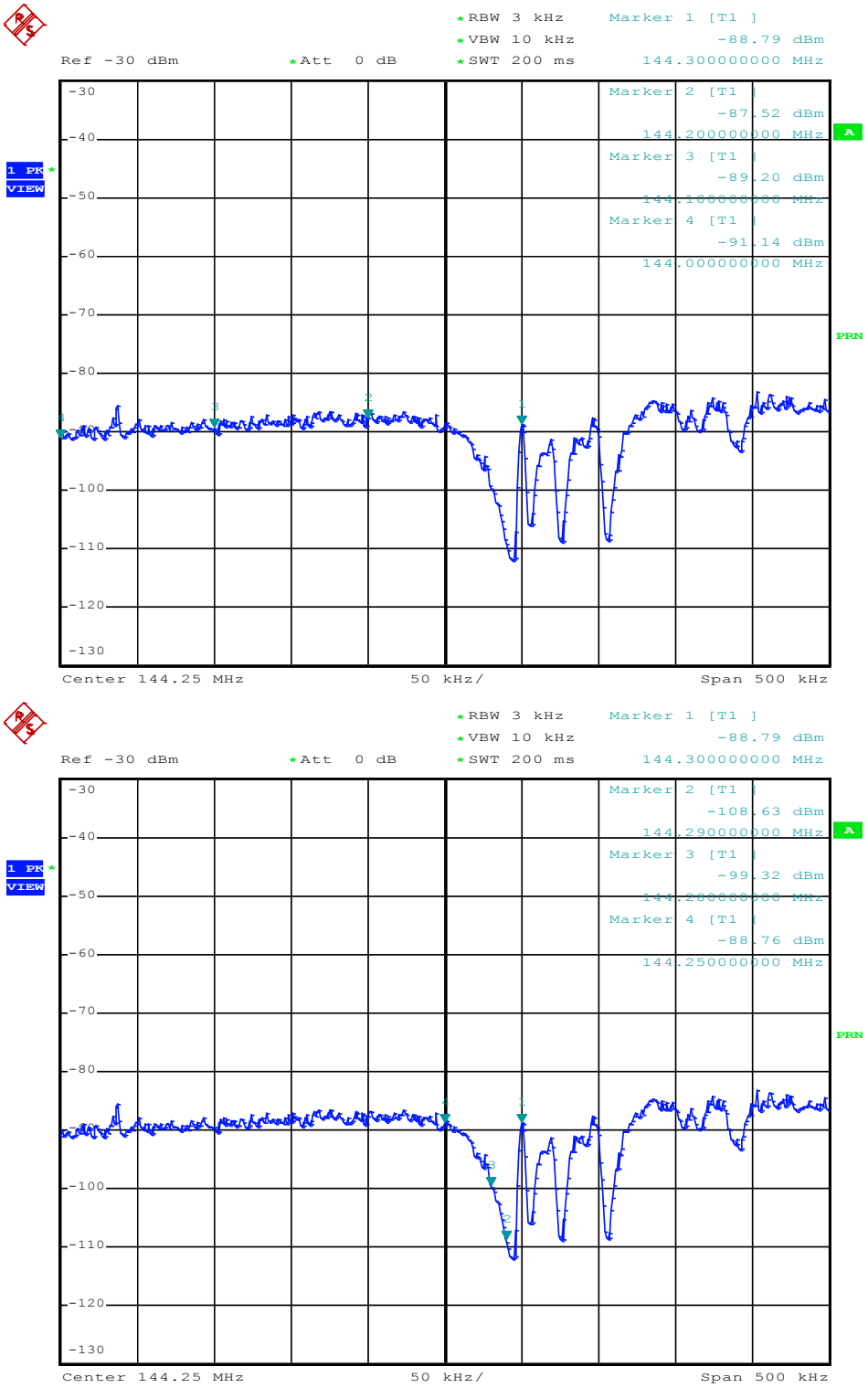


Fig. 4.4 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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

Partie RX, appareil de Yves, HB9DTX

Mesure de la sensibilité

Atténuateur d'entrée	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	-138.2	[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, $P_{UW} = -32dBm$ → $Dyn_RX(\Delta f = 50kHz) = 106dB$ 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.

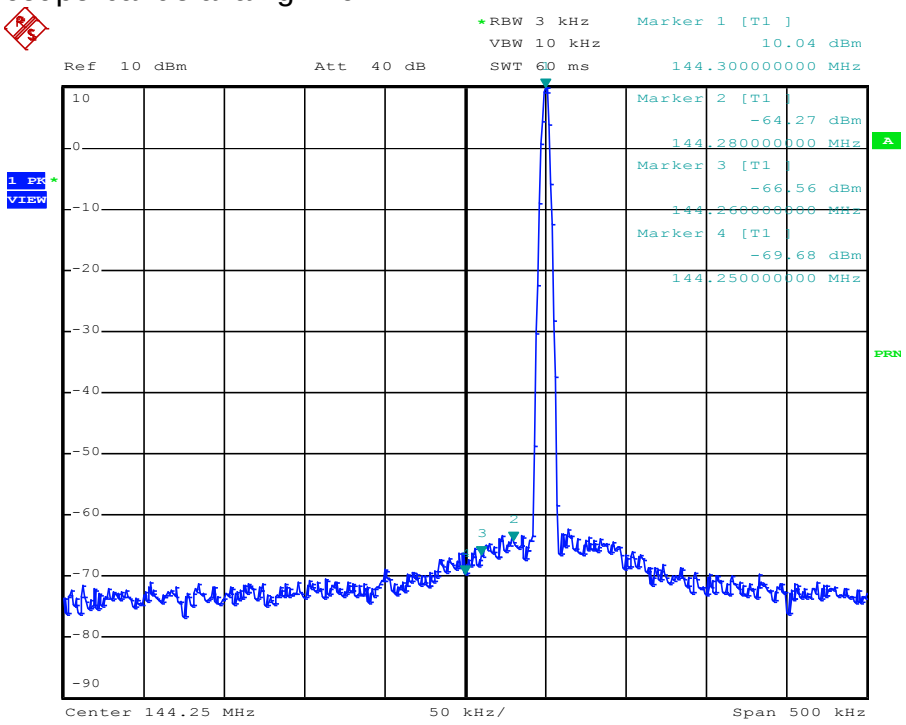


Fig. 4.5 : Spectre du signal CW sans filtre coupe-bande

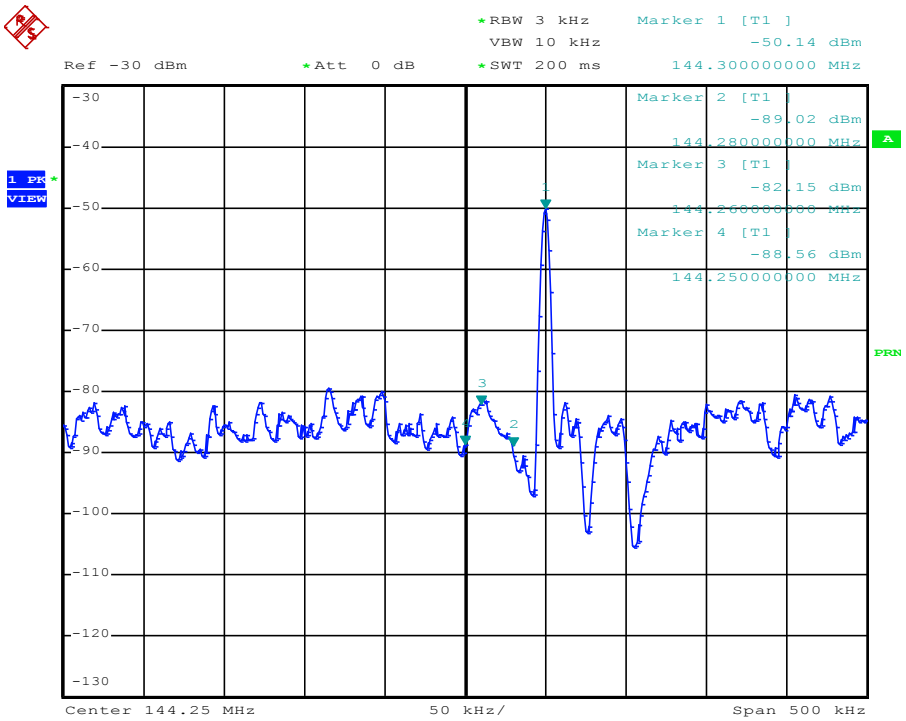


Fig. 4.6 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

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.

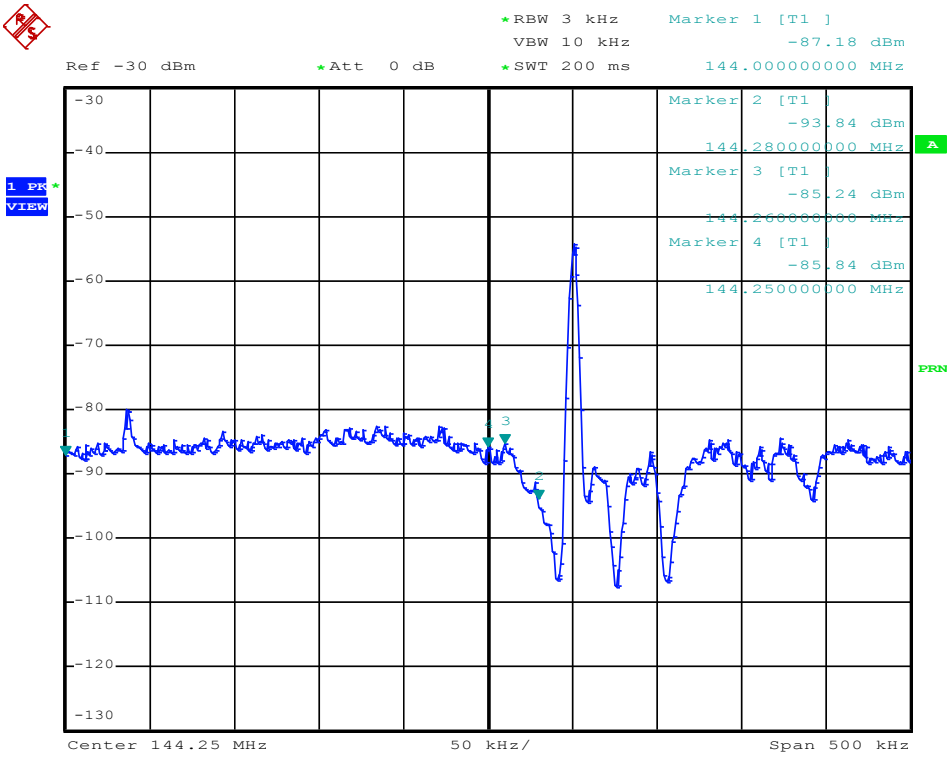


Fig. 4.7 : Signal SSB à travers le filtre coupe-bande

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 ?

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**
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**

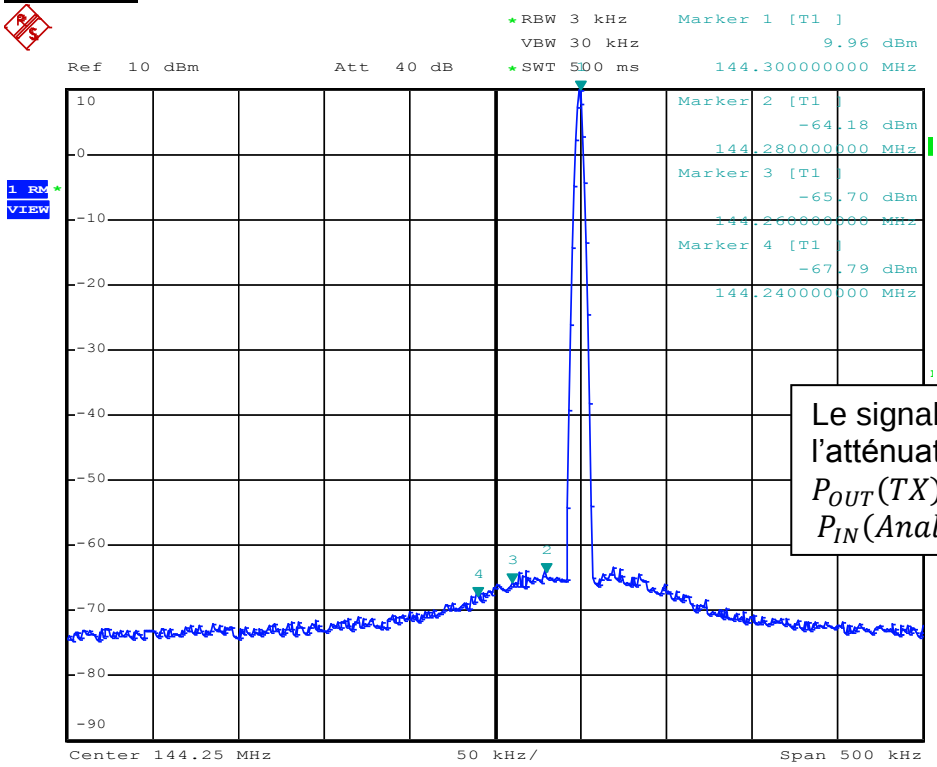
Note : les pics « spurious » sont marqués en rouge

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.

5. Station HB9BLF

Partie TX



Le signal est pris à la sortie de l'atténuateur de puissance -30dB.
$P_{OUT}(TX) = 10W$ (+40dBm)
$P_{IN}(Analyser) = +40 - 30 = +10dBm$

Fig. 5.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

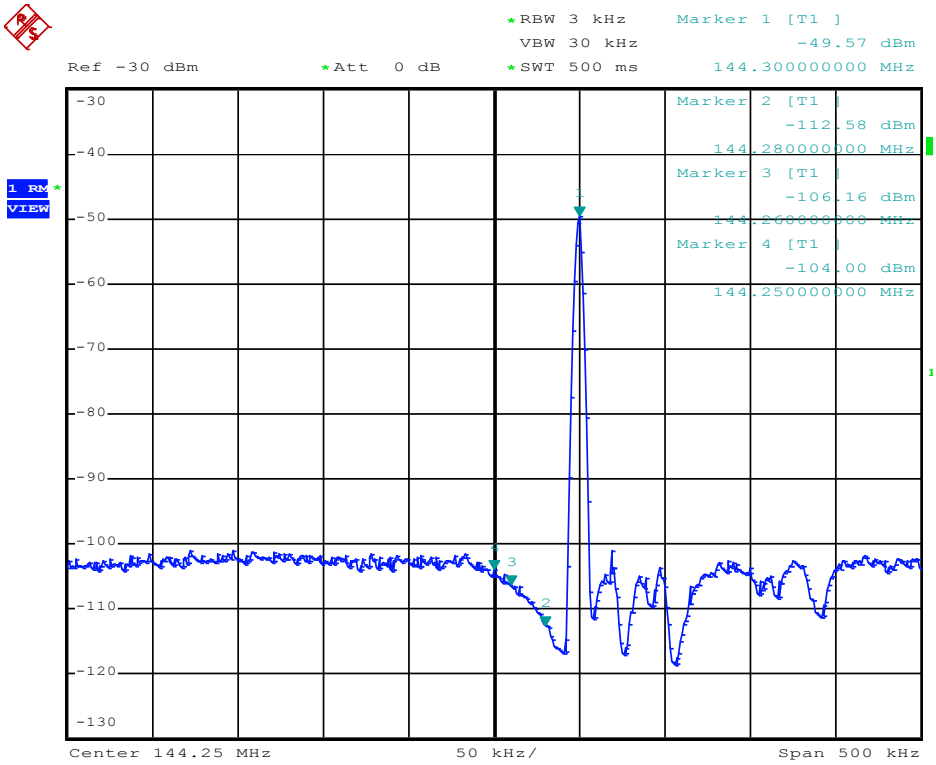


Fig. 5.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

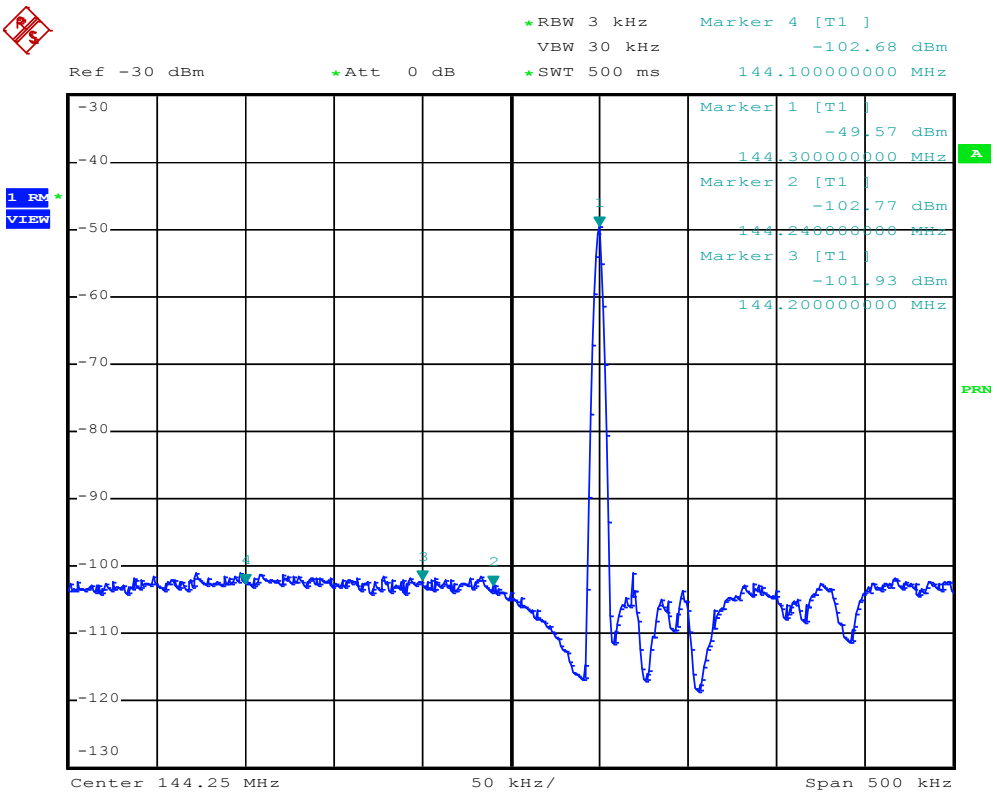


Fig. 5.3 : Idem ; marqueurs placés différemment

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.

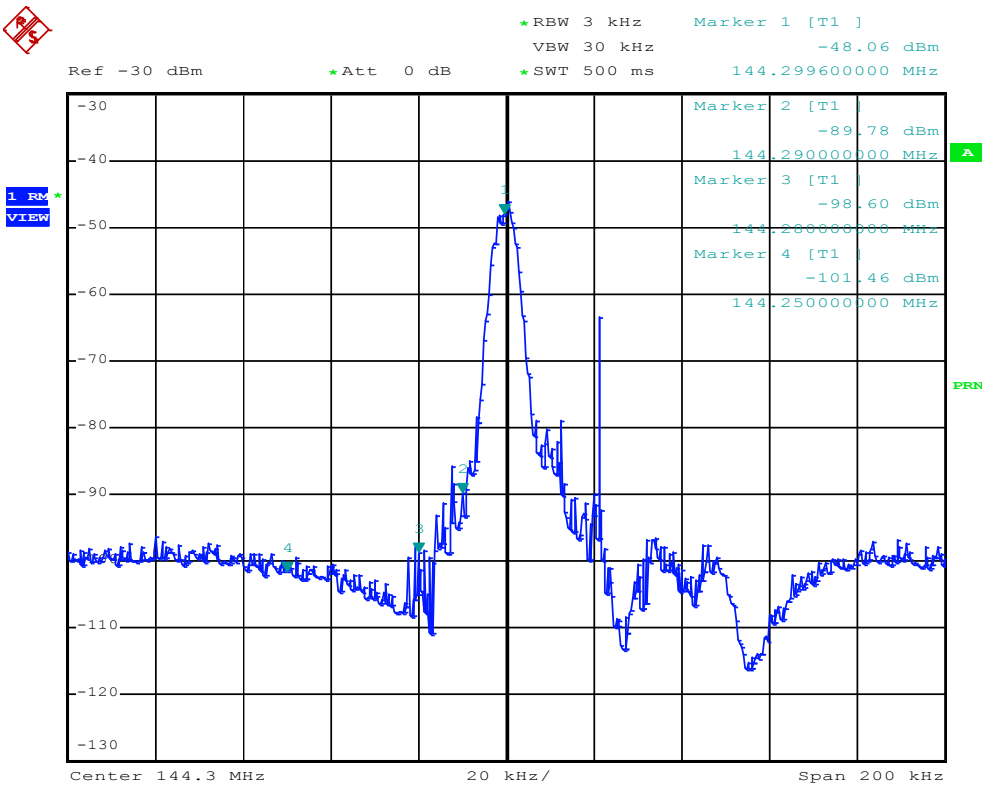


Fig. 5.4 : Spectre du signal SSB à travers le filtre coupe-bande (peak hold)

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…

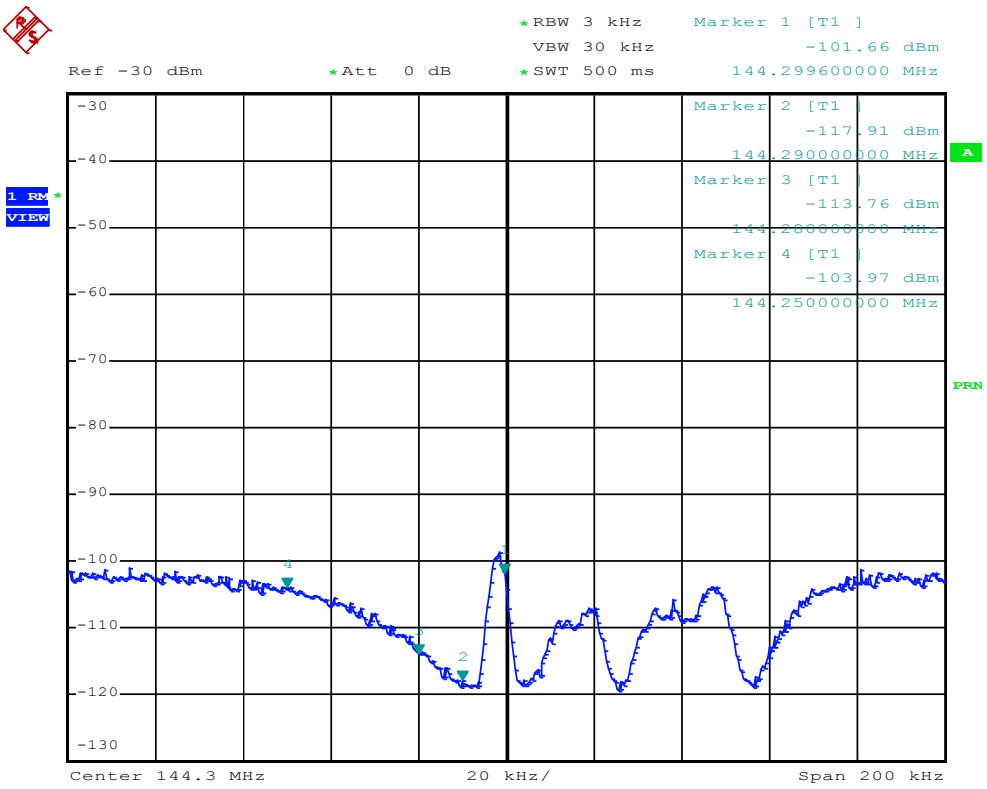


Fig. 5.5 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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 2ème 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 2ème 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 2ème filtre à quartz comme actuellement, mais après le mixer, sur 144MHz.

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 : $Dyn_{RX(\Delta f=20kHz)} = -18 - (-140) = 122dB$

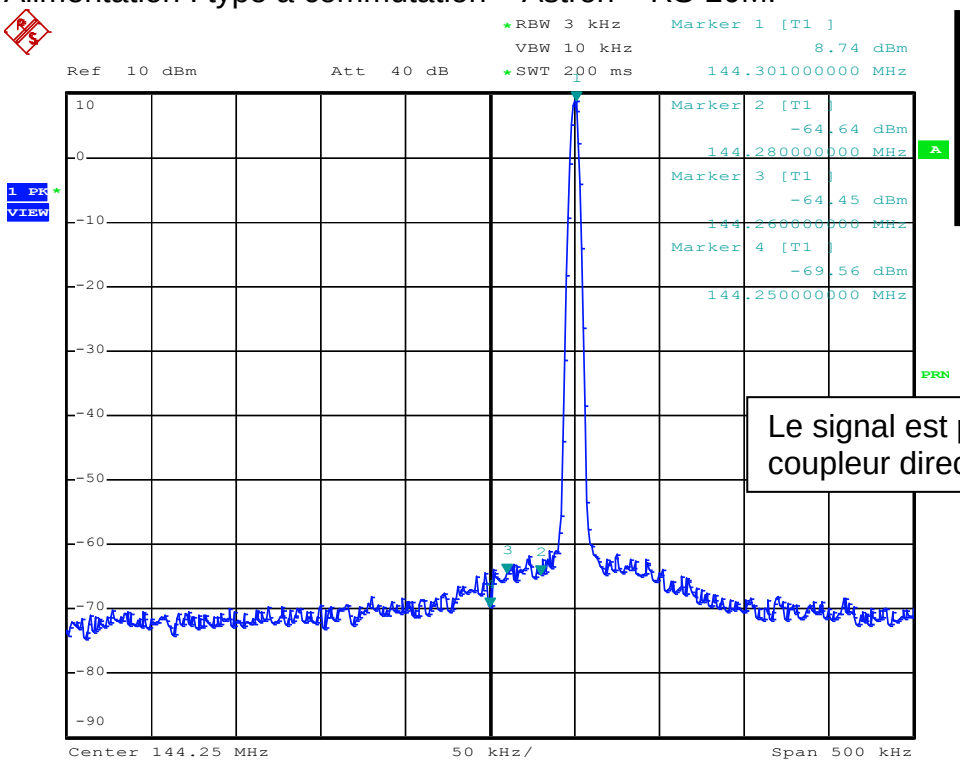
Interferer Offset [kHz]	**Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss**	**Dynamique RX [dB]**
20	-18.2	121.8
50	-15.2	124.8

A 50kHz de distance, on a 3dB de mieux :
$P_{UW} = -15dBm$ → $Dyn_RX(\Delta f = 50kHz) = 125dB$

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

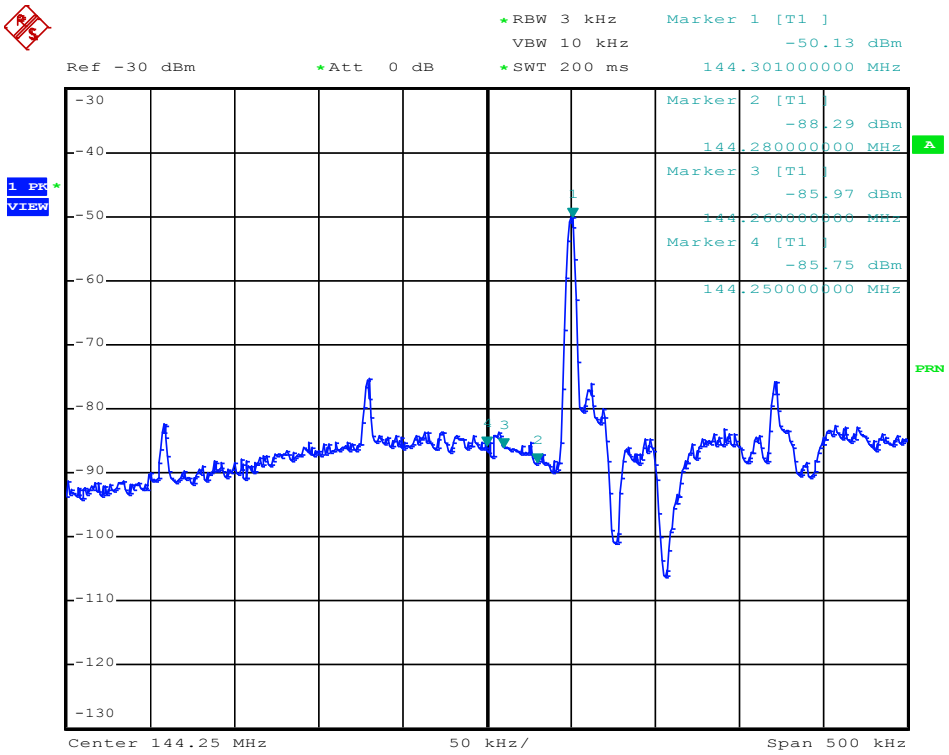


Fig. 6.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le bruit décroit rapidement, suivant la caractéristique en $1/(\Delta f)^2$ du VFO (doubler l'écart en fréquence → -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.

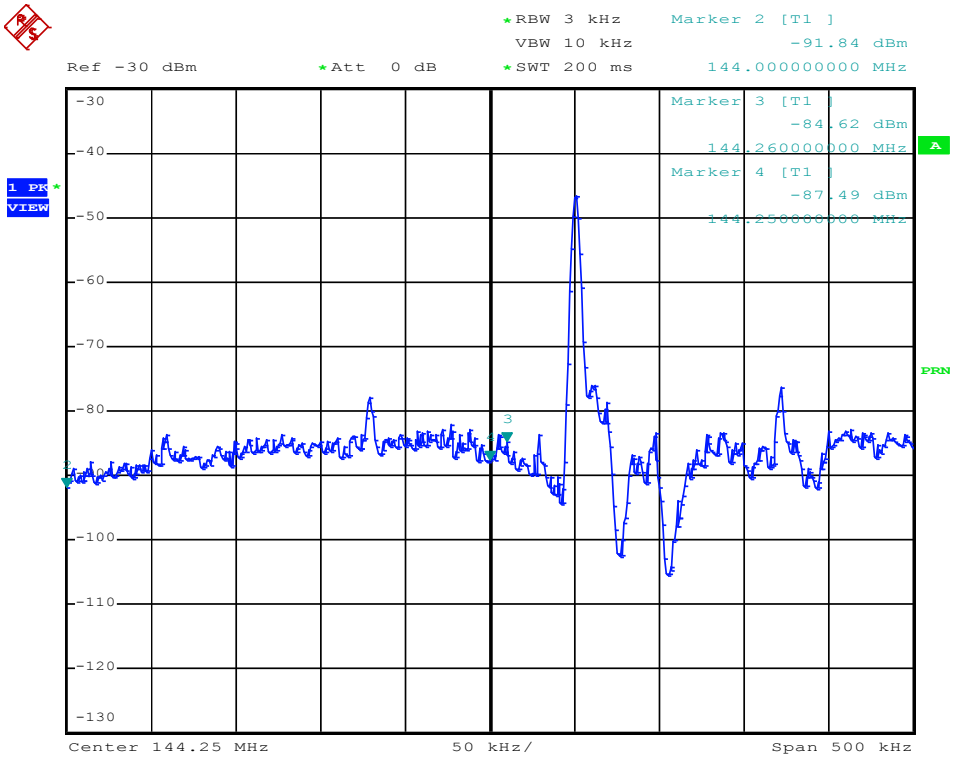


Fig. 6.3 : Spectre du signal SSB à travers le filtre coupe-bande (peak hold)

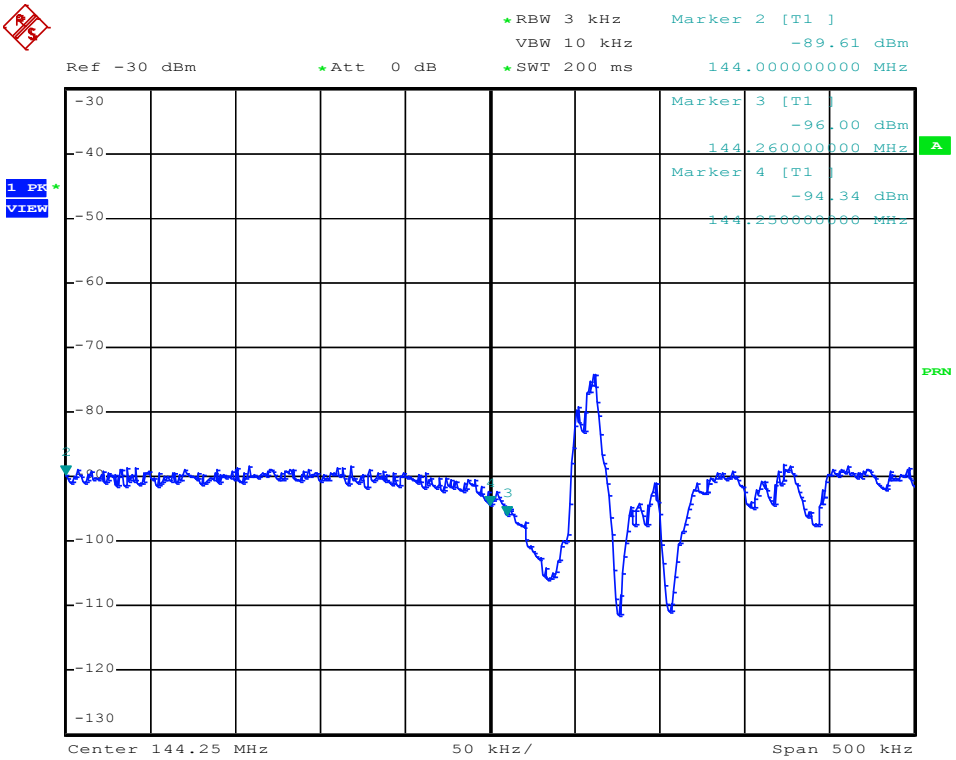


Fig. 6.4 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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.

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:		**-135.7**	[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

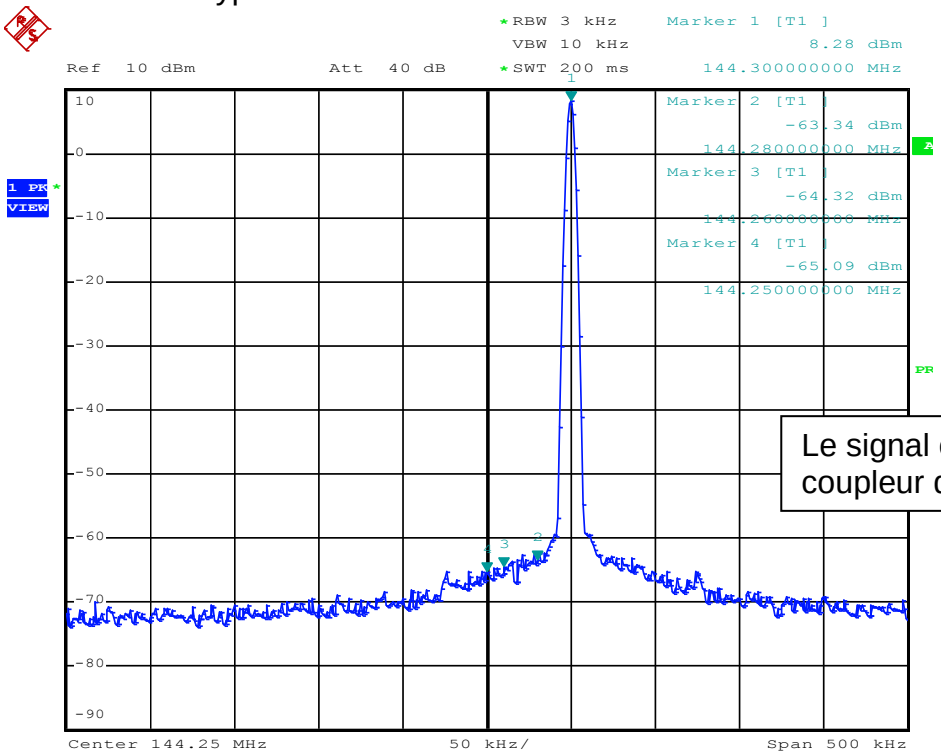
Ces niveaux de blocage de -45dBm à $\Delta f = 20kHz$ et -37dBm à $\Delta f = 50kHz$ sont insuffisants pour un service contest en point haut. Si vous ajoutez un préampli externe de réception, je vous laisse imaginer le désastre…

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

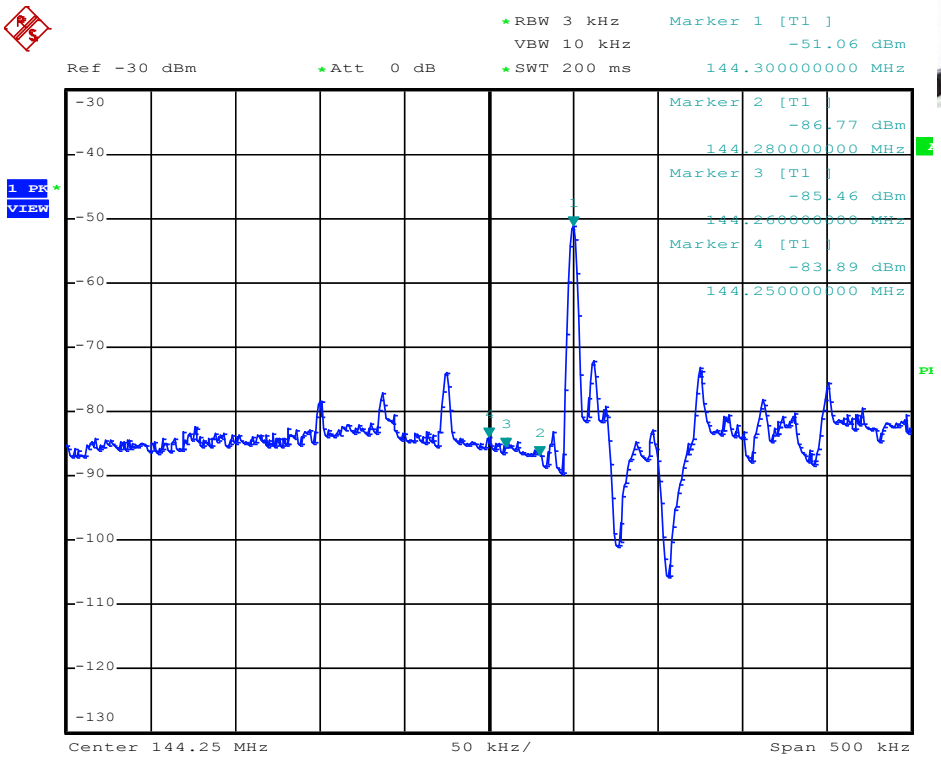


Fig. 7.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

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

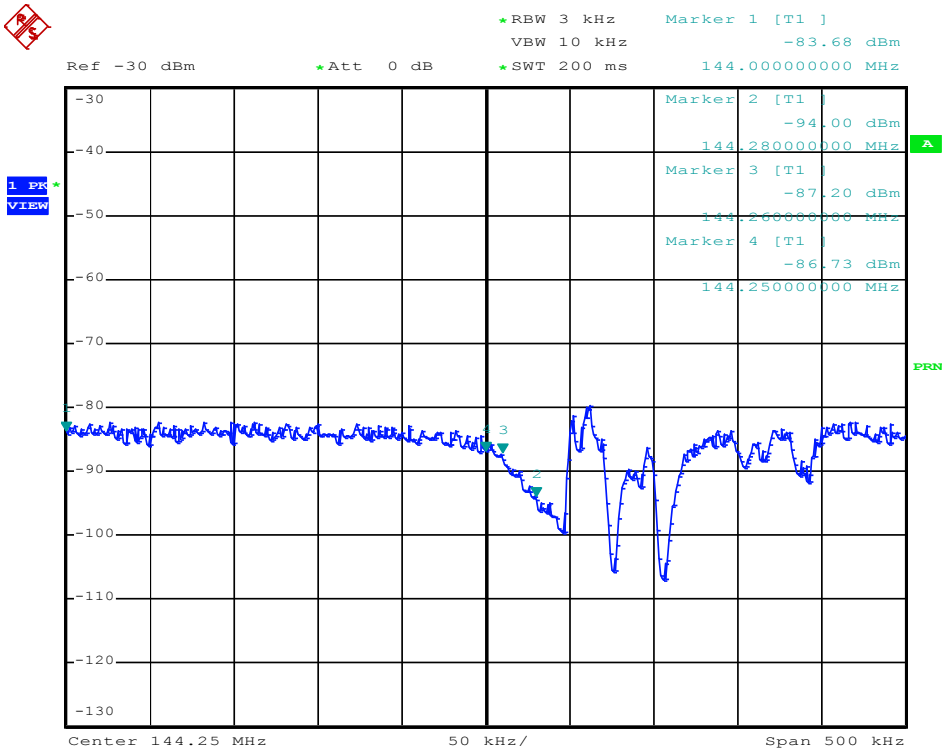


Fig. 7.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

Du bruit blanc sur toute la bande…

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…

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

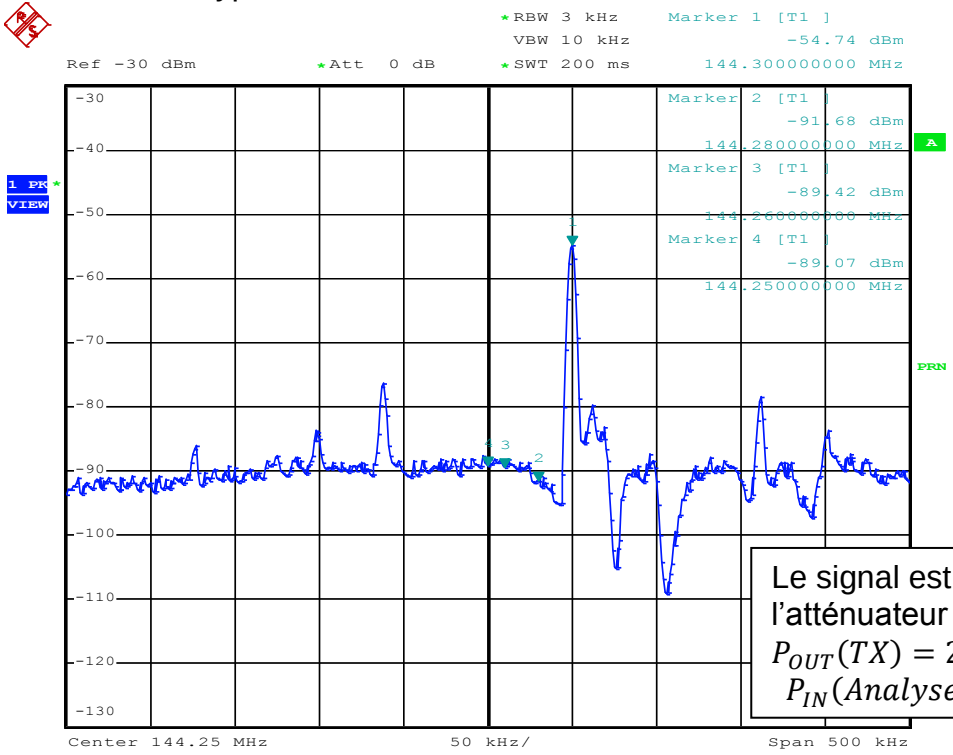
Ces niveaux de blocage de -49dBm à $\Delta f = 20kHz$ et -40dBm à $\Delta f = 50kHz$ sont insuffisants pour un service contest en point haut.

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



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. 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 décroit 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

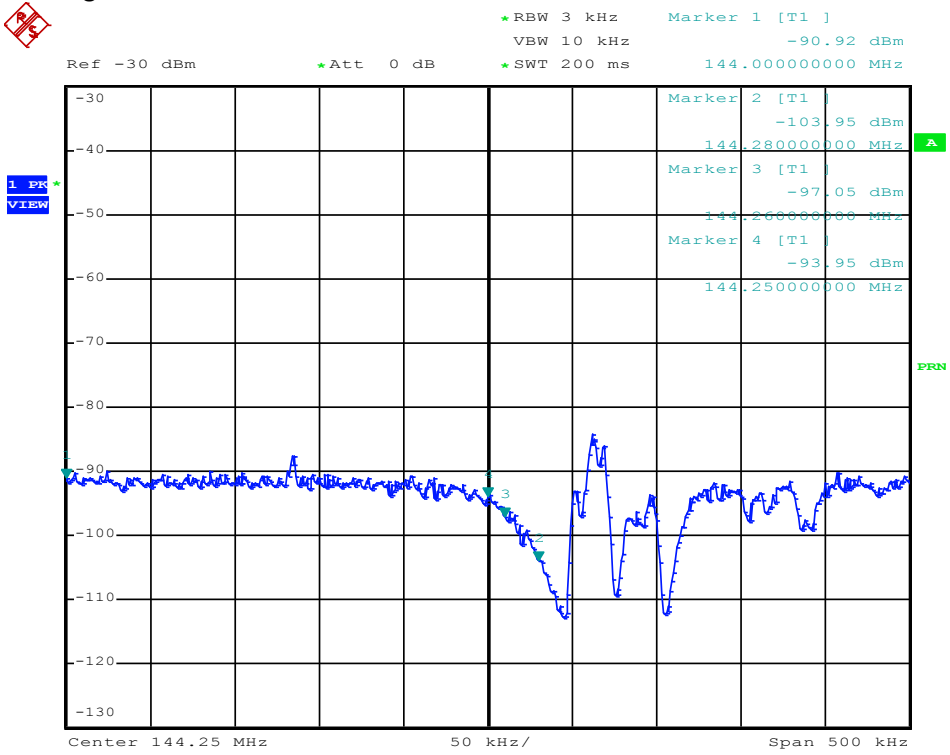


Fig. 8.2 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation
(Du bruit blanc sur toute la bande…)

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…

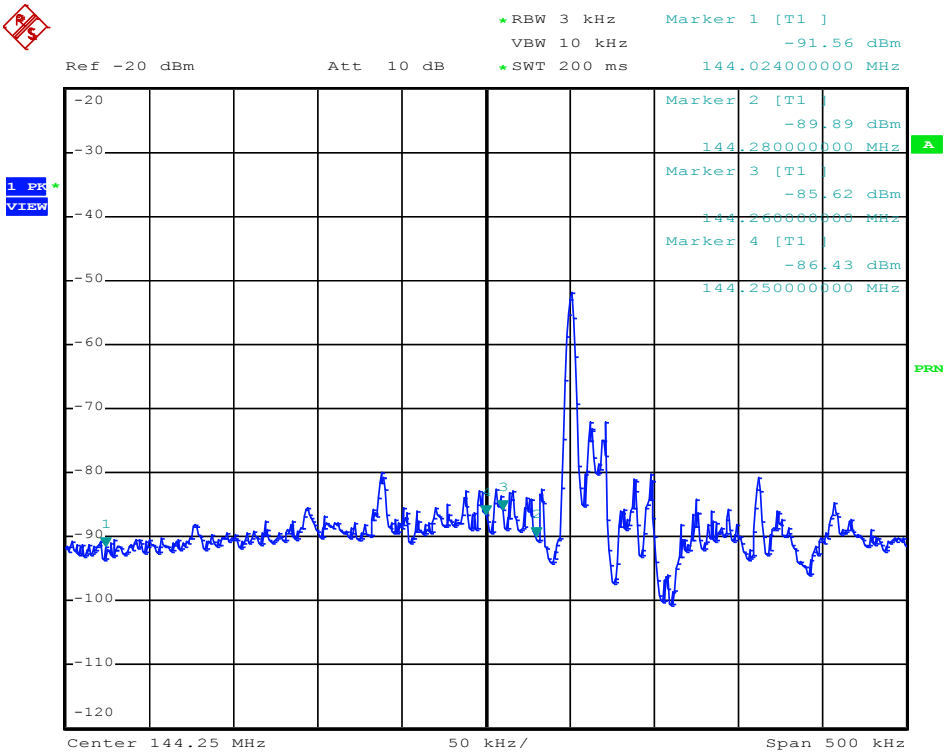


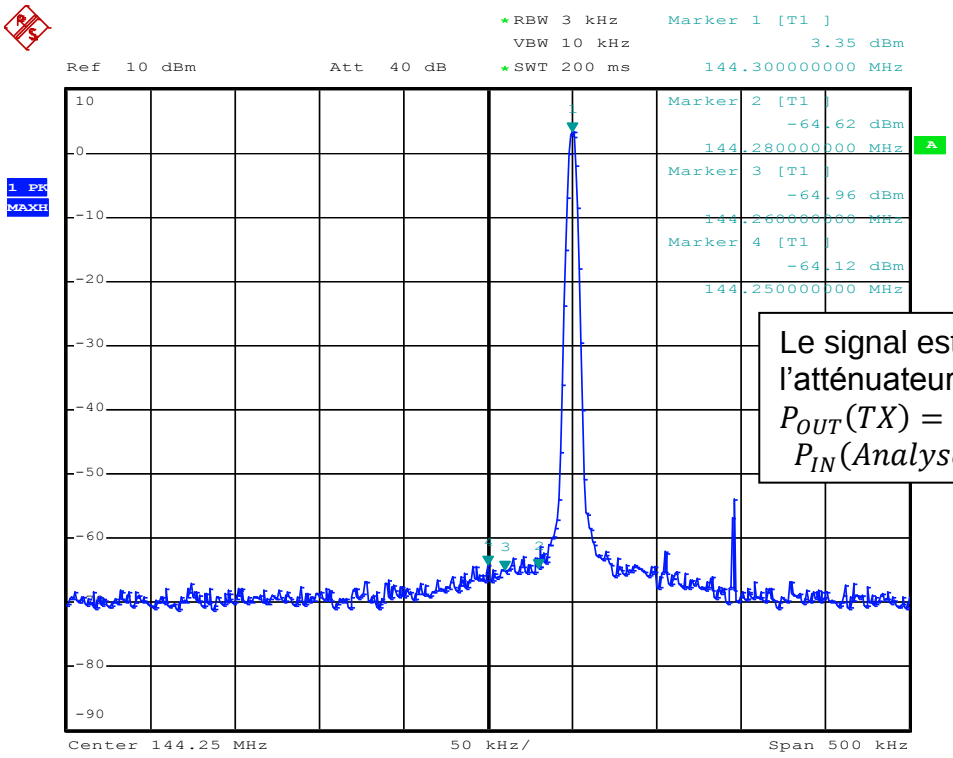
Fig. 8.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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

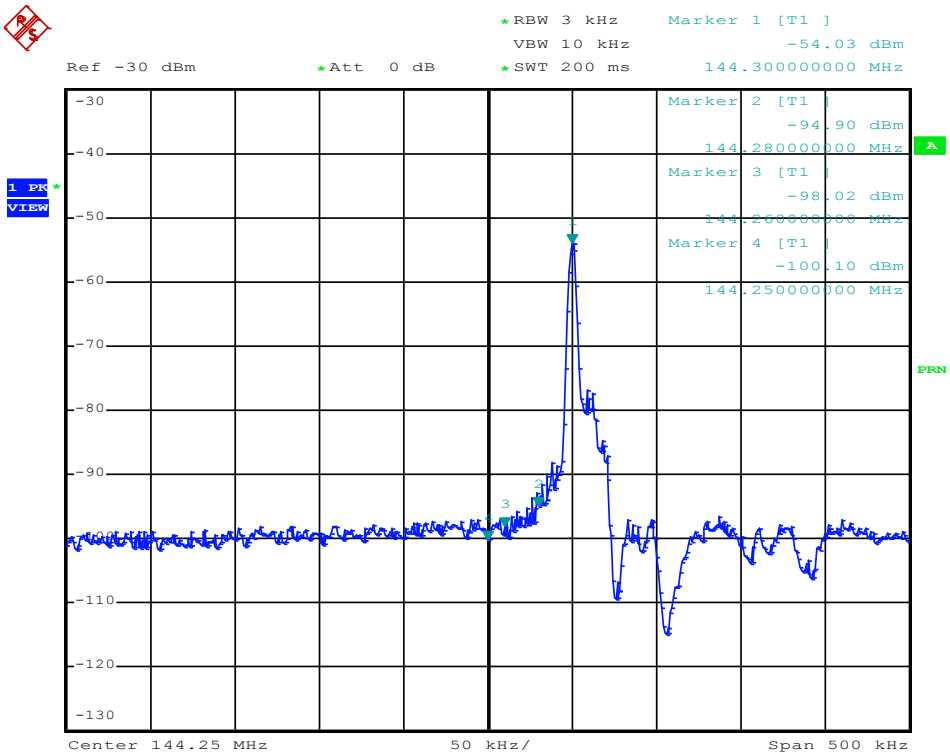


Fig. 9.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

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

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

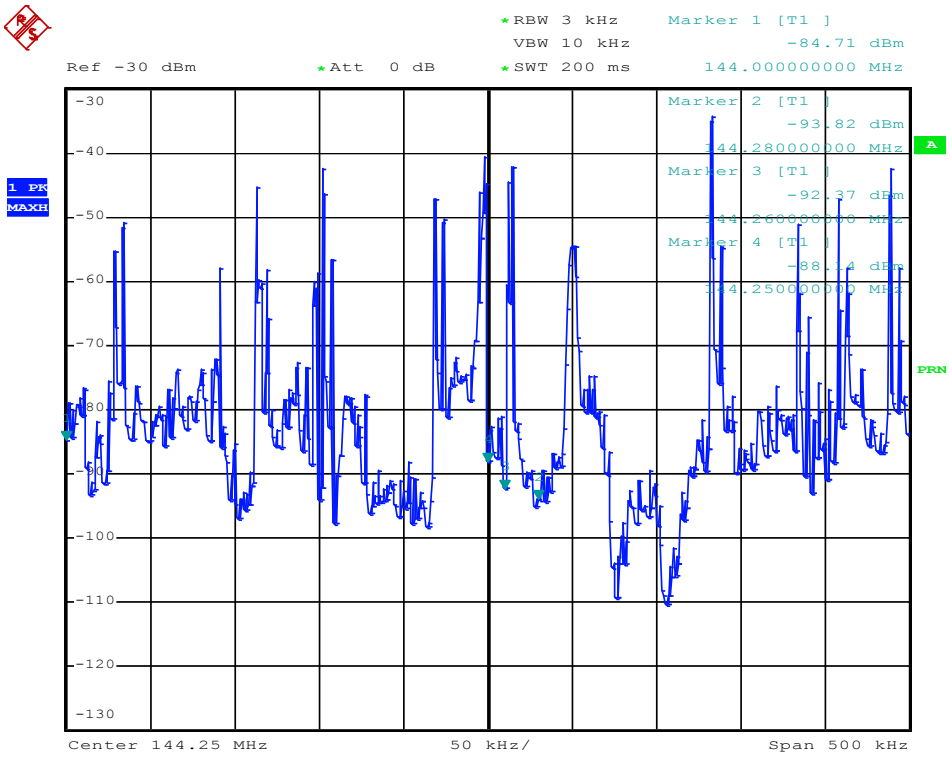


Fig. 9.3 : Spectre du signal avec modulation CW « CQ »

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.

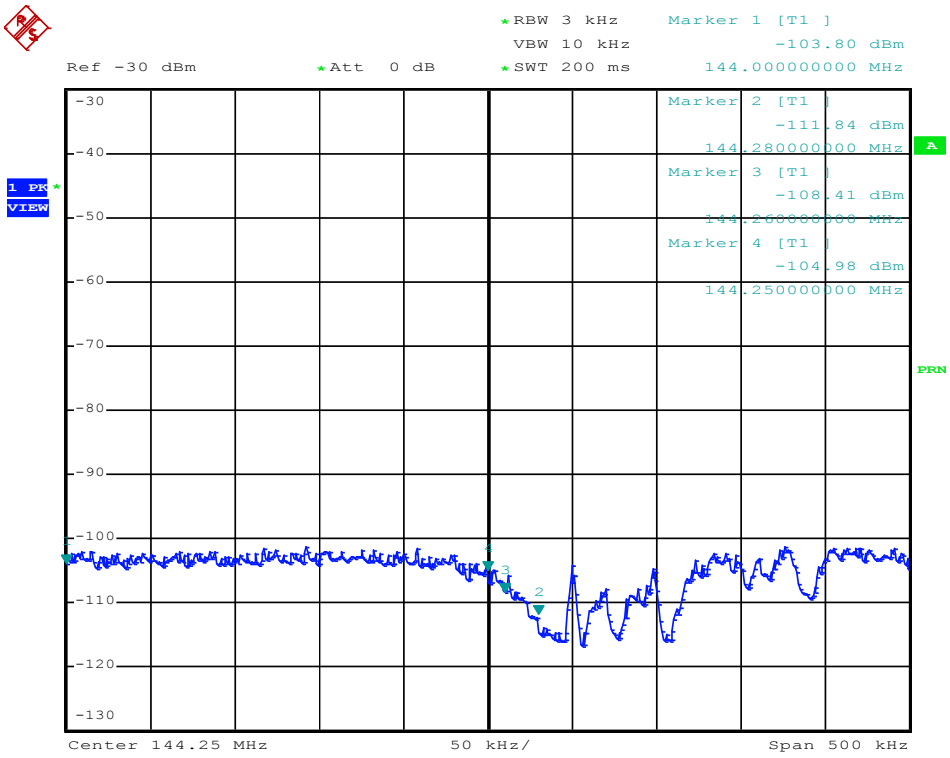


Fig. 9.4 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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.

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

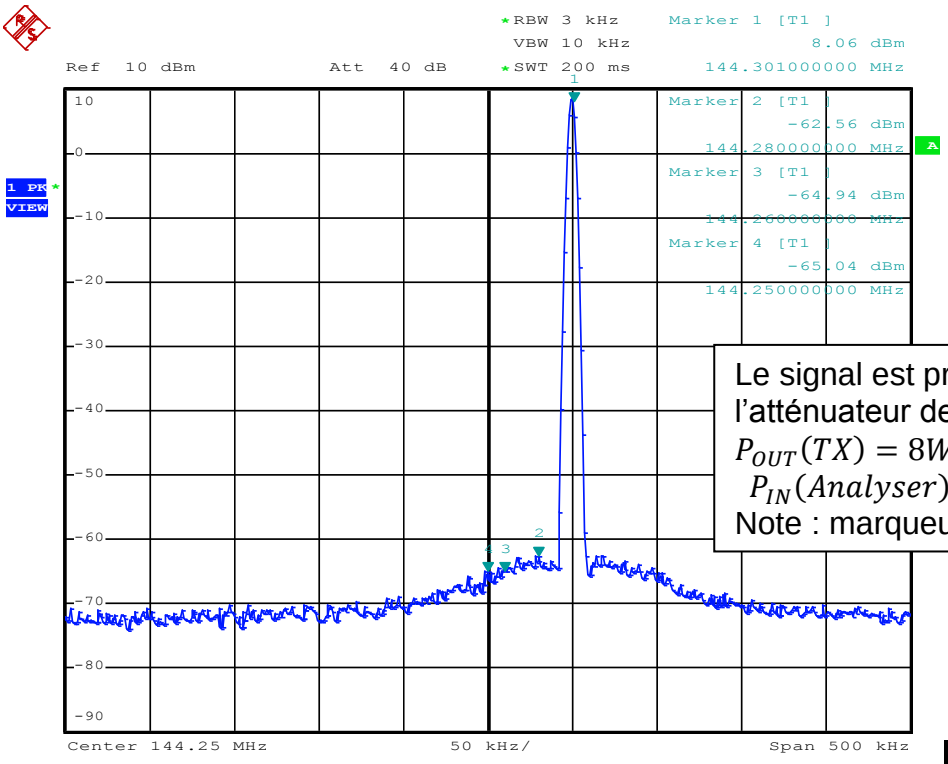
Un signal interférant de niveau -30dBm diminue le SNR de 3dB.
La dynamique vaut alors : $Dyn_{RX}(\Delta f = 20kHz) = -30 - (-137) - 3 = 104dB$

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

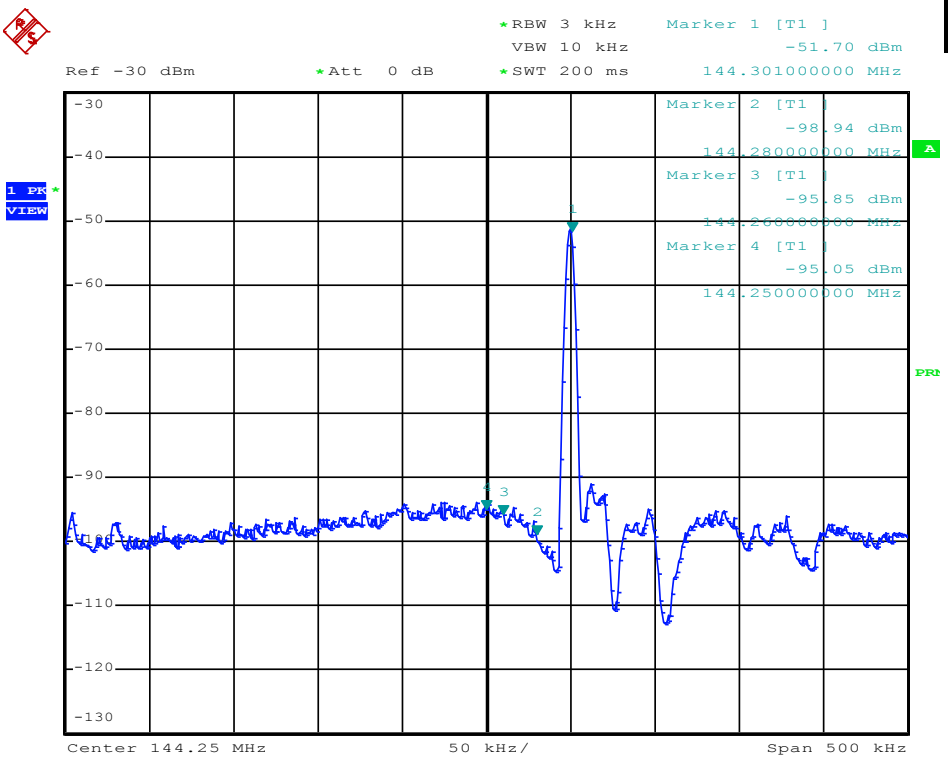


Fig. 10.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

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

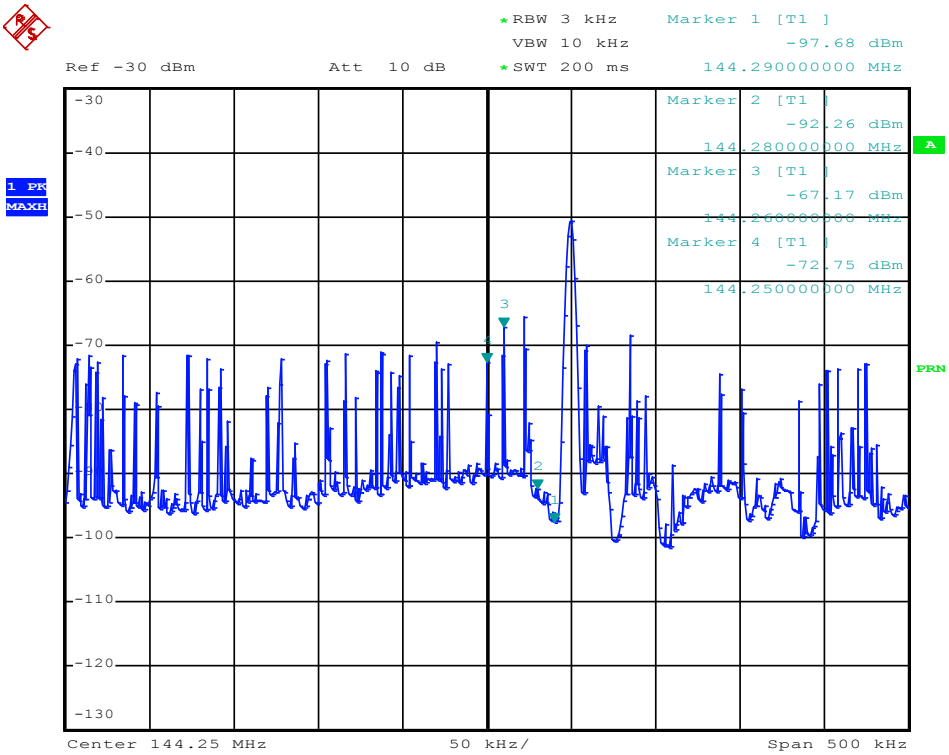


Fig. 10.3 : Spectre du signal avec modulation CW « CQ »

La manipulation CW fait des clicks 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.

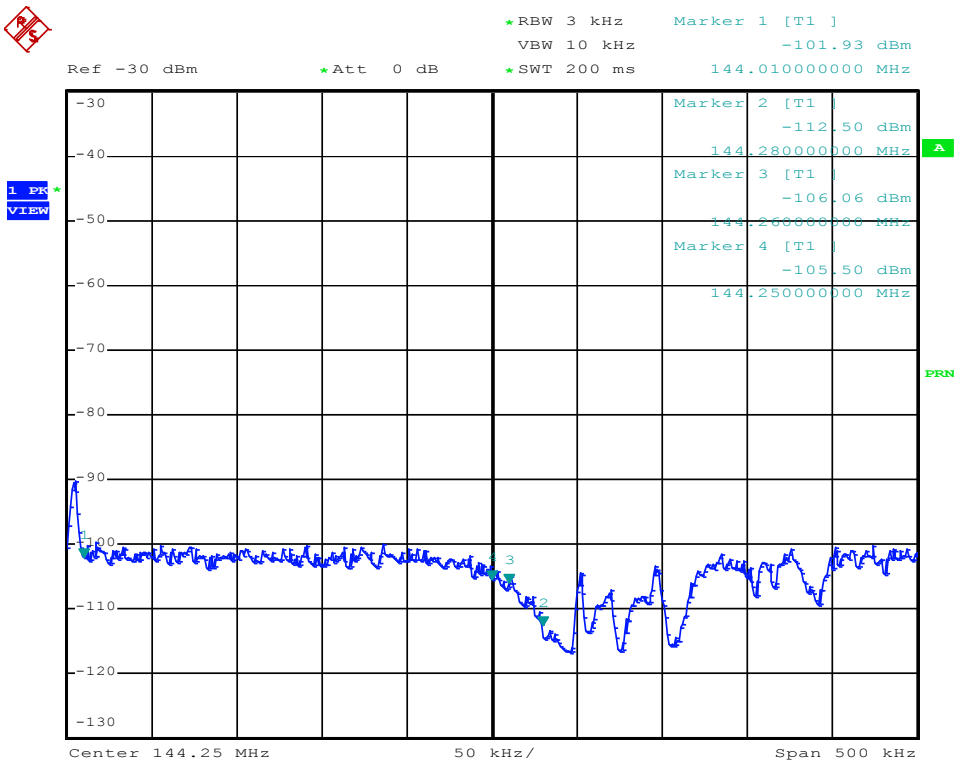


Fig. 10.4 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

Pas mal ; assez propre, mais insuffisant…

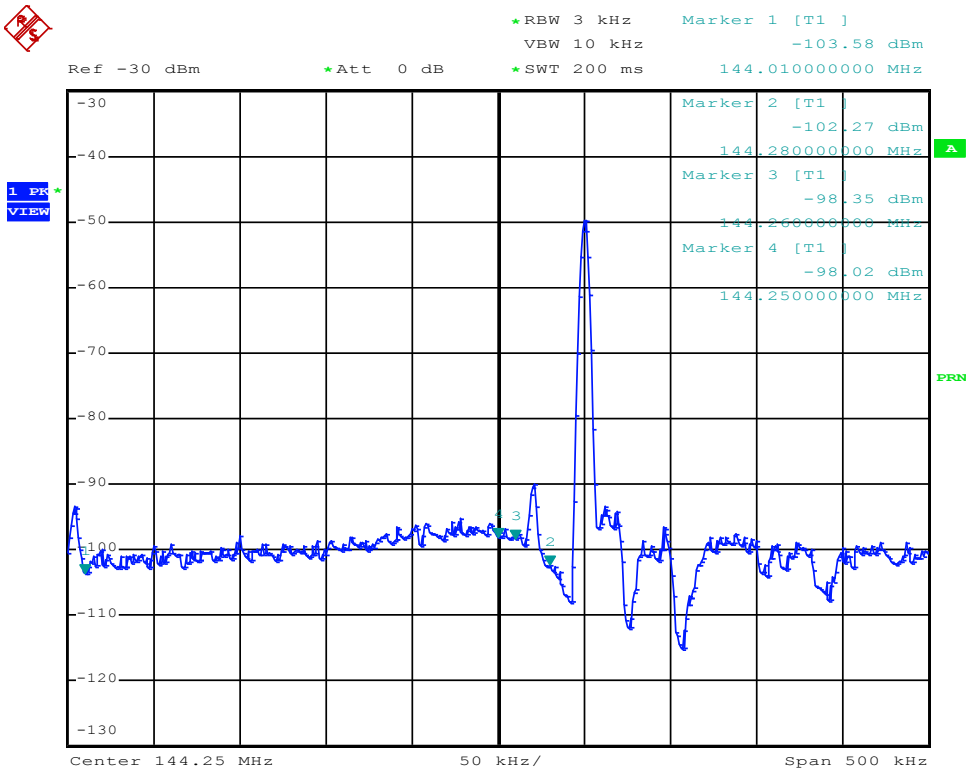


Fig. 10.5 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

Avec modulation, c’est propre !

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 !

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

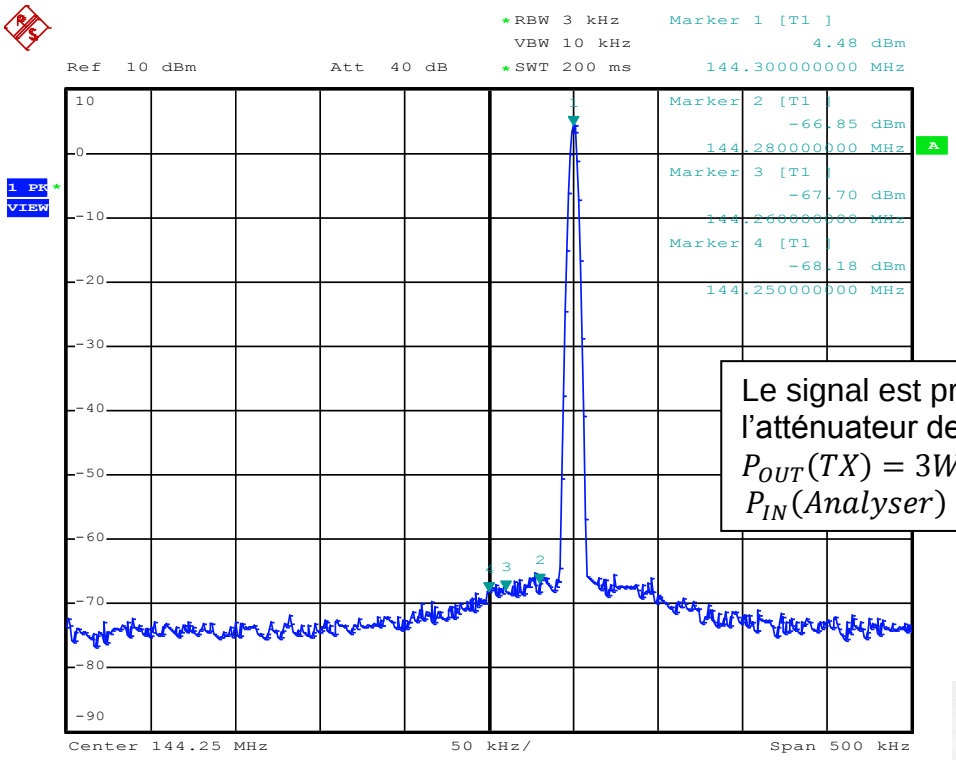
Le résultat est moyen… Avec l'interférence à un offset de 20kHz, un niveau de -41dBm provoque une augmentation de bruit de 3dB. A un offset de 50kHz, il faut 5dB de plus. La dynamique de réception est moyenne. Un peu décevant par rapport à la dynamique de la partie émission.

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

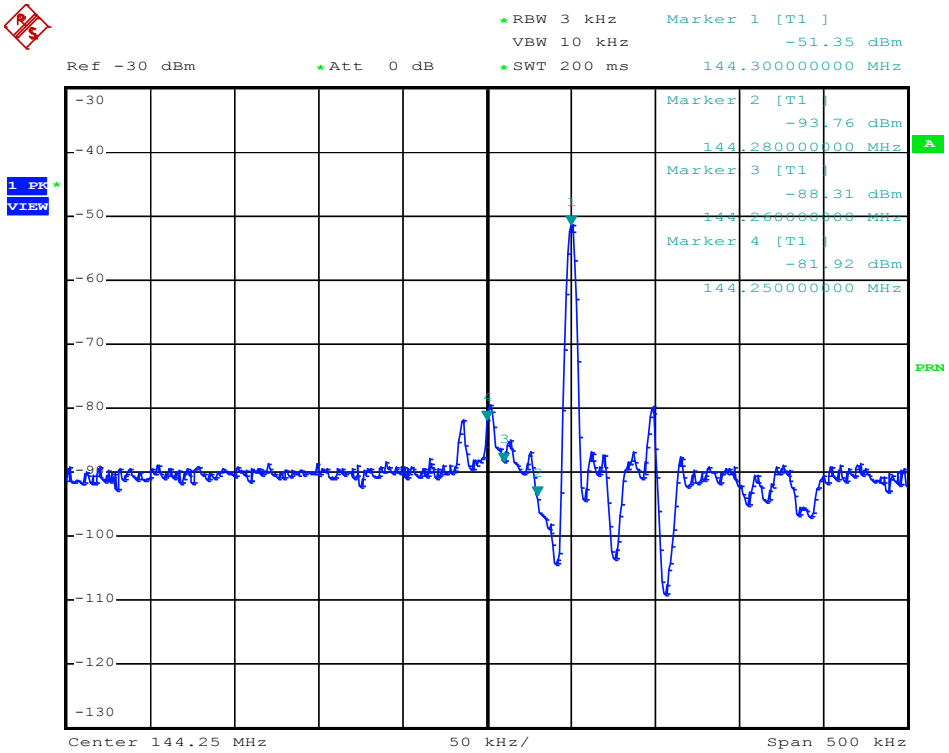


Fig. 11.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

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.

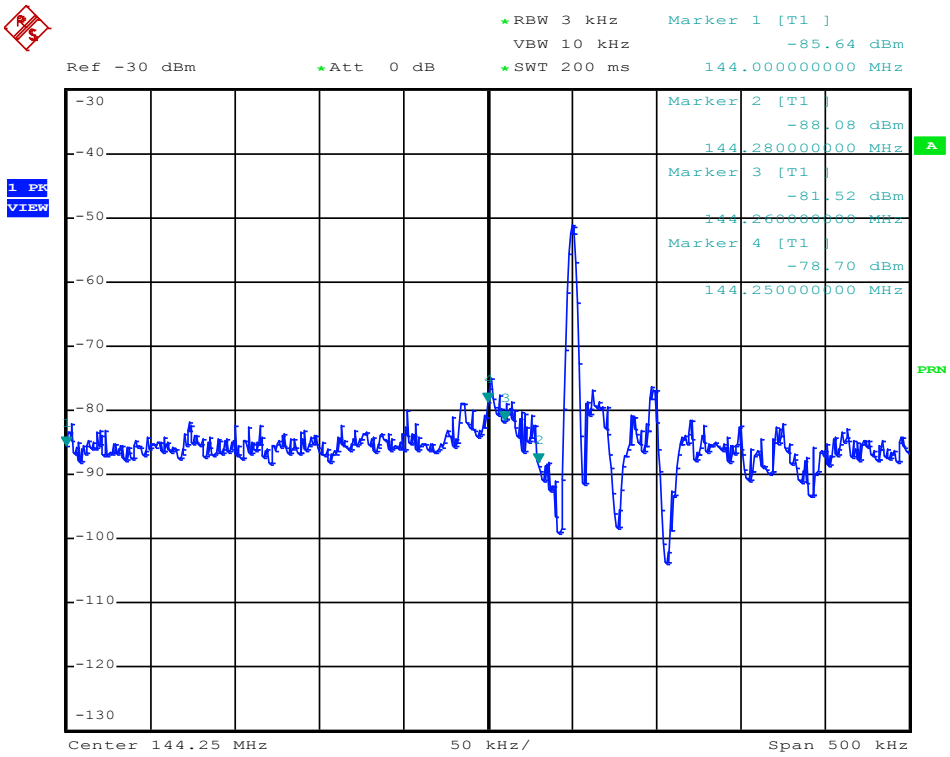


Fig. 11.3 : Spectre du signal avec modulation CW « CQ »

La manipulation CW est propre, sans clicks

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

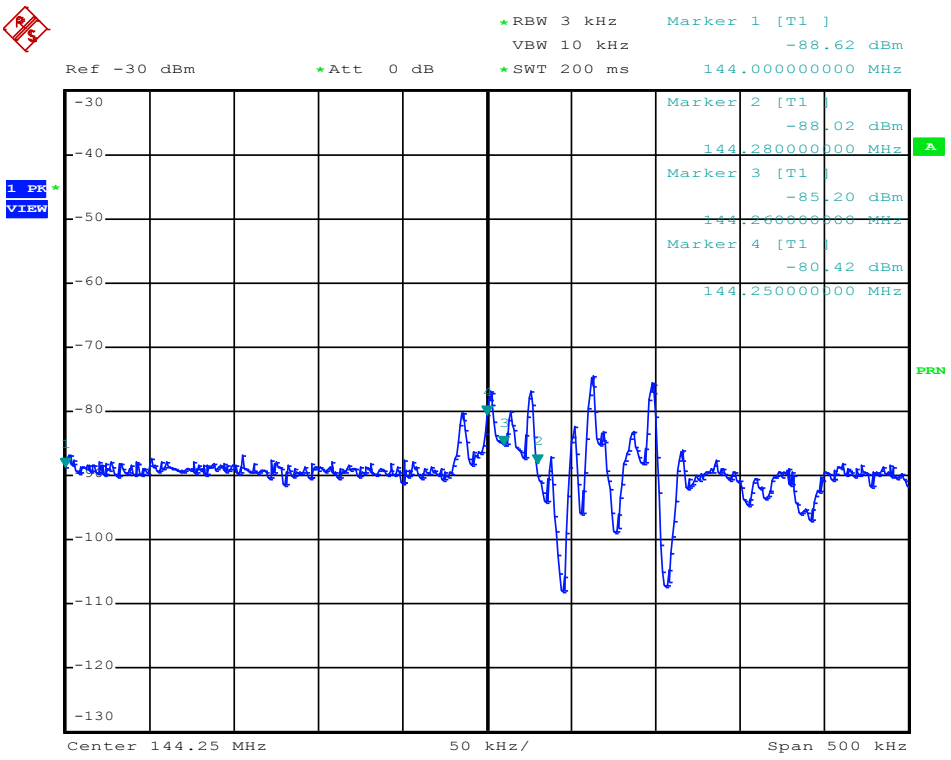


Fig. 11.4 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

Petite collection de raies parasites + du bruit blanc « large-bande »

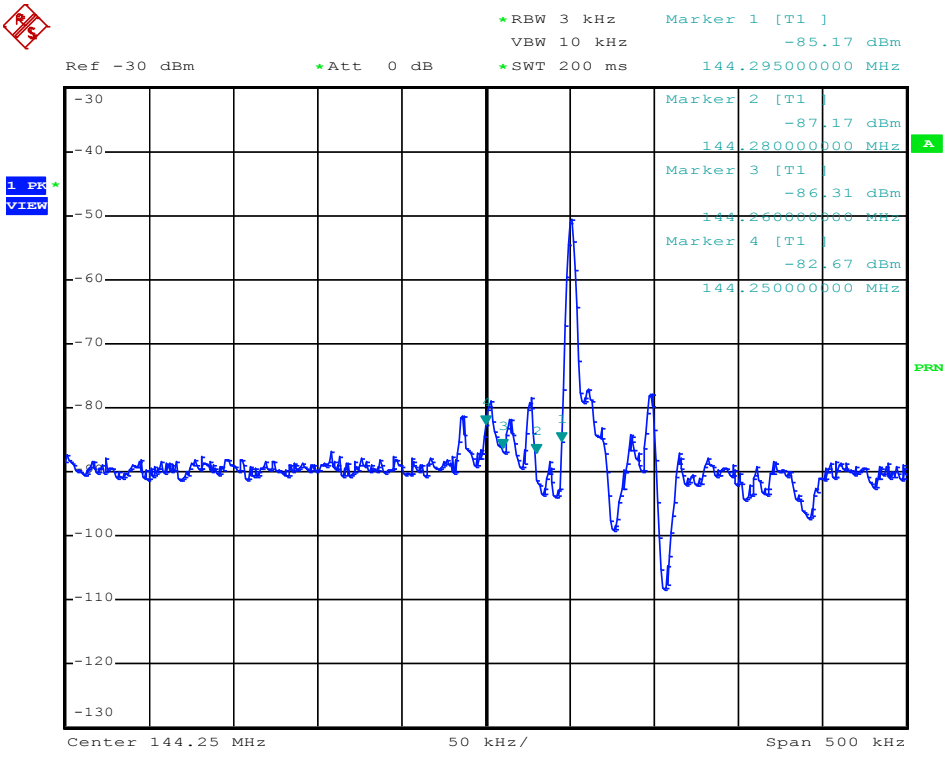


Fig. 11.5 : Spectre du signal en mode SSB avec modulation

Avec modulation, c'est propre, mis à part les problèmes relevés auparavant...

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…

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:	**-128.2**	**-138.2**	[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…

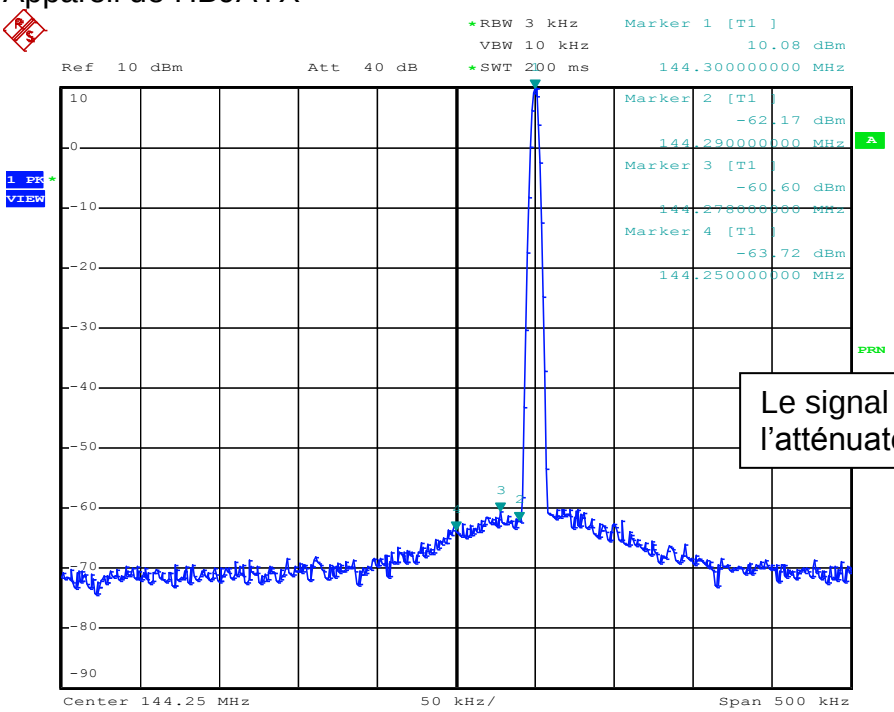
Interferer Offset [kHz]	**Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss**	**Dynamique RX [dB]**
20	-31.2	96.5
50	-30.2	97.5

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

12. FT-225 RD ; modèle original

Partie TX

Appareil de HB9AYX



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

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

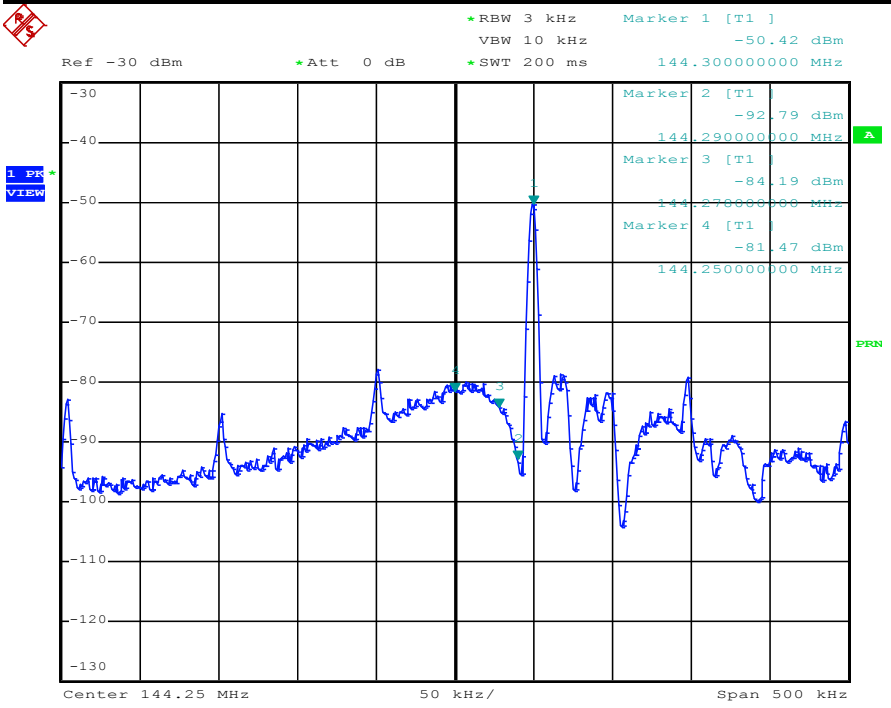


Fig. 12.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

Le tableau suivant est tiré des graphiques précédents. Il donne le niveau de bruit généré par le TX à différentes fréquences. Le bruit décroit en suivant la caractéristique en $1/(\Delta f)^2$ du VFO, jusqu'à atteindre le niveau de -100dBc (dB relatif au niveau de la porteuse) sur 144.150MHz. Ensuite on a le bruit blanc avec un niveau de -102 … -105dBc.

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	-85.2	-13.1	**82.1**
144.260	-81.5	-5.1	**86.4**
144.250	-81.5	-3.6	**87.9**
144.240	-82.0	-2.8	**89.2**
144.200	-86.6	-1.8	**94.8**
144.150	-91.9	-1.6	**100.3**
144.100	-94.8	-1.5	**103.3**
144.000	-97.0	-1.5	**105.5**

Le tableau suivant est une mesure du bruit en mode SSB sans modulation.

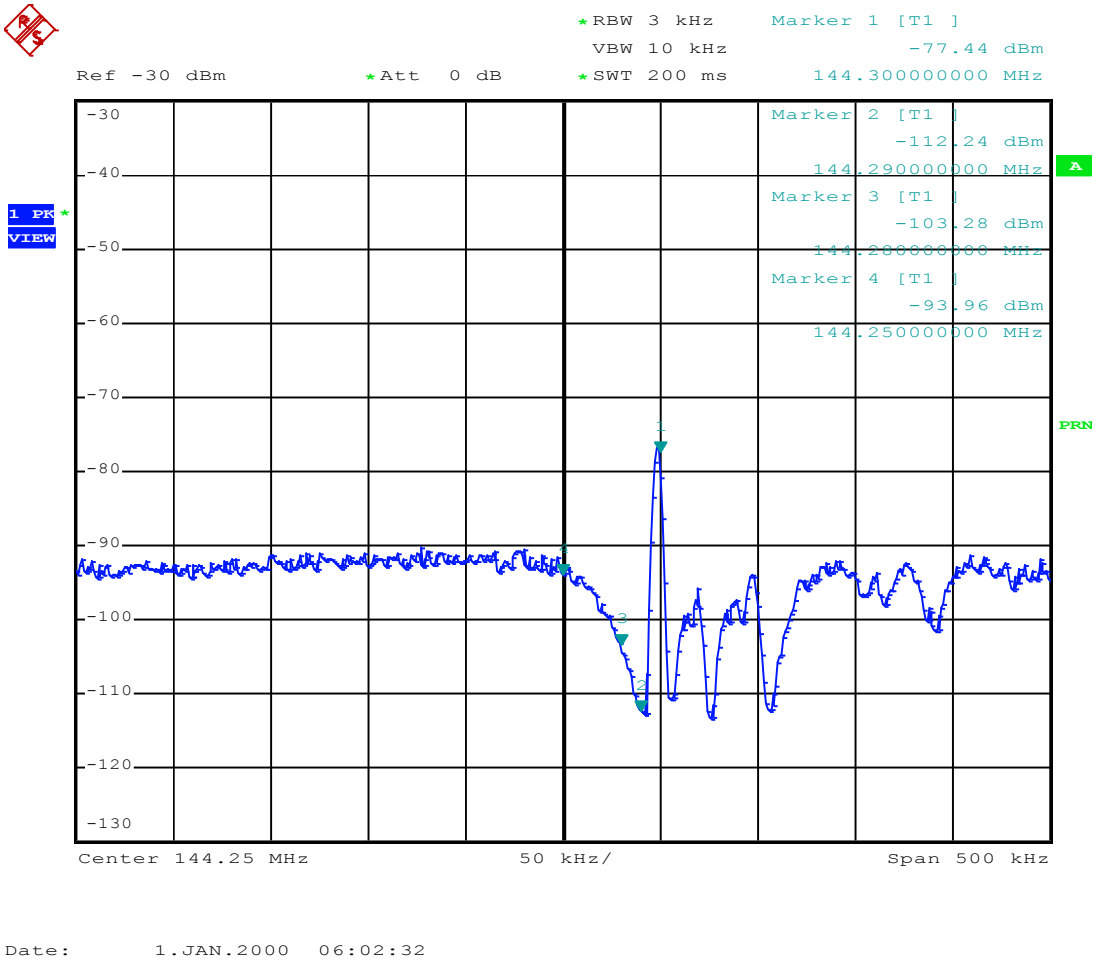


Fig. 12.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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

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	-112.0	-23.9	**98.1**
144.280	-103.3	-13.1	**100.2**
144.250	-94.0	-3.6	**100.4**
144.200	-92.0	-1.8	**100.2**
144.100	-93.0	-1.5	**101.5**
144.000	-93.0	-1.5	**101.5**
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	**Noise level [dB]**	**XTAL notch filter attenuation [dB]**	**S/N ratio [dB] (Dynamique TX)**
144.290	-95.2	-23.9	**81.3**
144.280	-88.2	-13.1	**85.1**
144.250	-84.2	-3.6	**90.6**
144.200	-87.0	-1.8	**95.2**
144.100	-91.0	-1.5	**99.5**
144.000	-92.0	-1.5	**100.5**

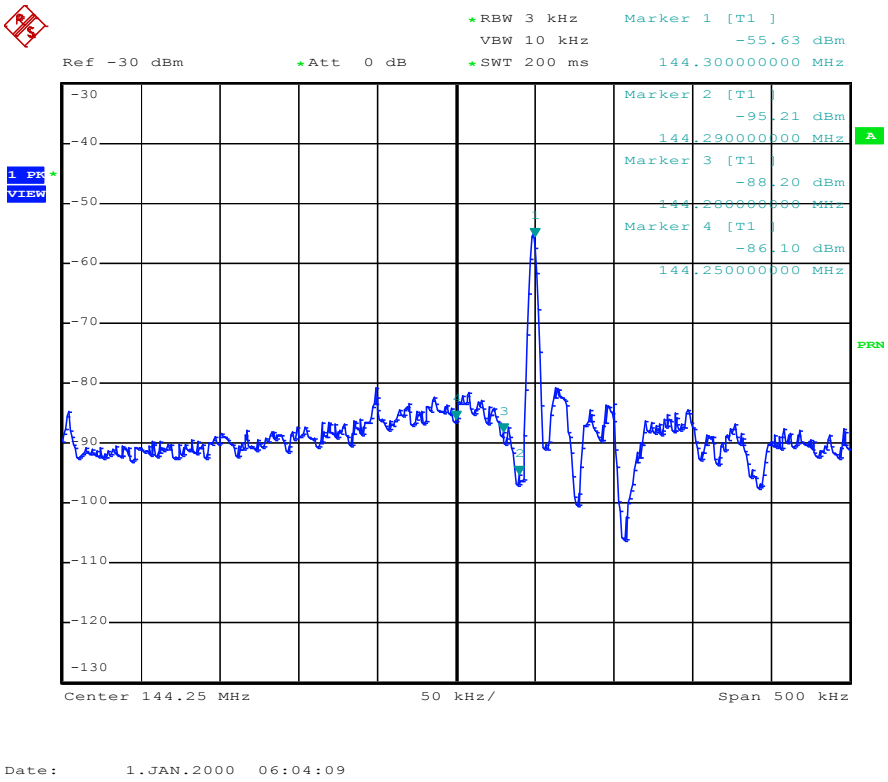


Fig. 12.4 : Spectre du signal en mode SSB avec modulation

La modulation SSB est propre.
On avait aussi testé la version FT-225RD avec la platine Mutek. C'était moins bon (Bruit 3 à 4dB plus élevé en mode TX)

Partie RX : version standard

Sensibilité

Conditions	**Standard**	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-122.5	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-126.7	[dBm]
SSB input noise level of RX:	**-136.2**	[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	-40	-4.2	-54.2	1
	-37		-51.2	2
	-34		-48.2	**3**
	-31		-45.2	5
	-28		-42.2	7
	-24		-38.2	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	-34	-4.2	-48.2	1
	-31		-45.2	2
	-28		-42.2	**3**
	-25		-39.2	5
	-22		-36.2	7
	-18.5		-32.7	10

Sensibilité bonne, mais les niveaux de blocage de -48dBm à $\Delta f = 20kHz$ et -42dBm à $\Delta f = 50kHz$ sont **insuffisants** pour un service contest en point haut.

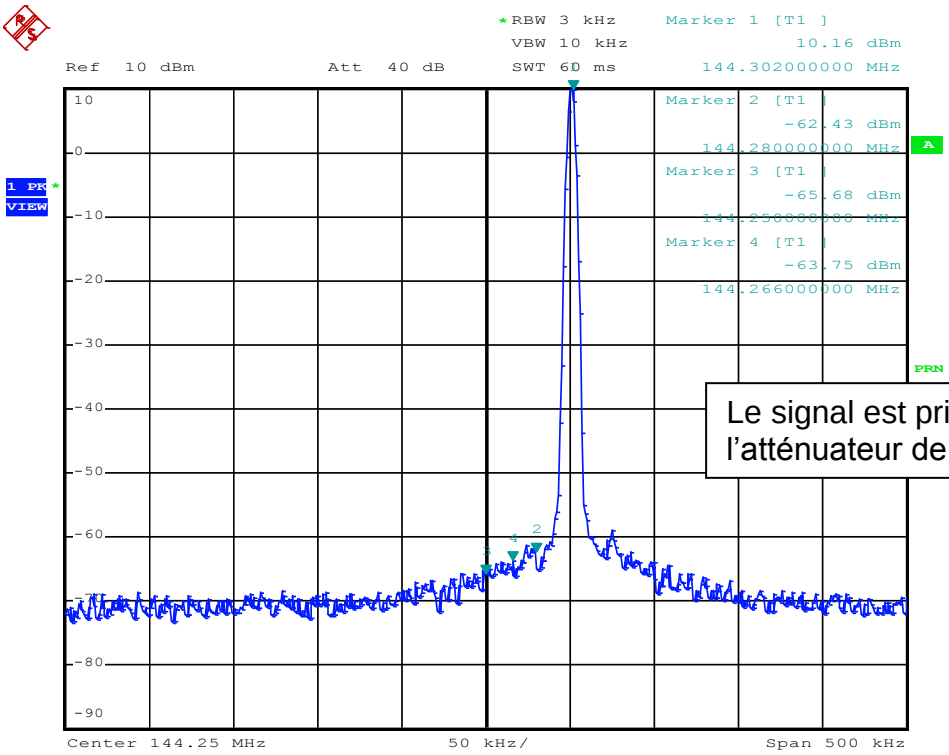
Interferer Offset [kHz]	**Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss**	**Dynamique RX [dB]**
20	-48.2	**88.0**
50	-42.2	**94.0**

Note : nous avons aussi testé la version avec la platine Mutek. Résultat = encore pire !
Niveaux de blocage de -64dBm à $\Delta f = 20kHz$ et -58dBm à $\Delta f = 50kHz$

13. FT-991 A

Partie TX

Alimentation : linéaire



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

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

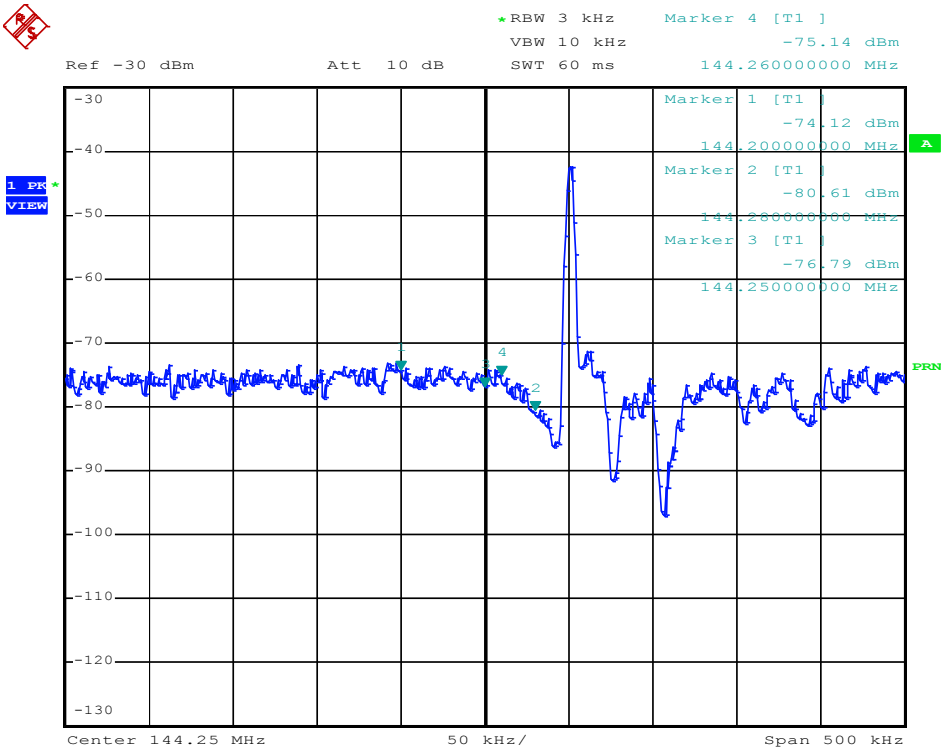


Fig. 13.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

Ouh là ! Du bruit blanc avec un niveau pathologiquement élevé !

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 décroit, 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

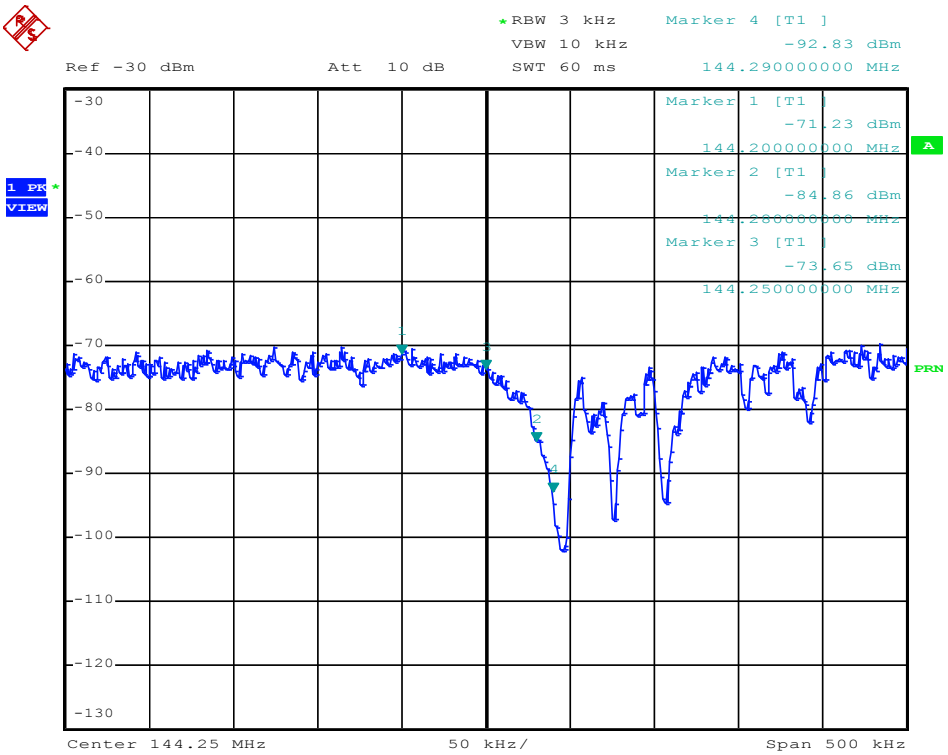


Fig. 13.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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

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**

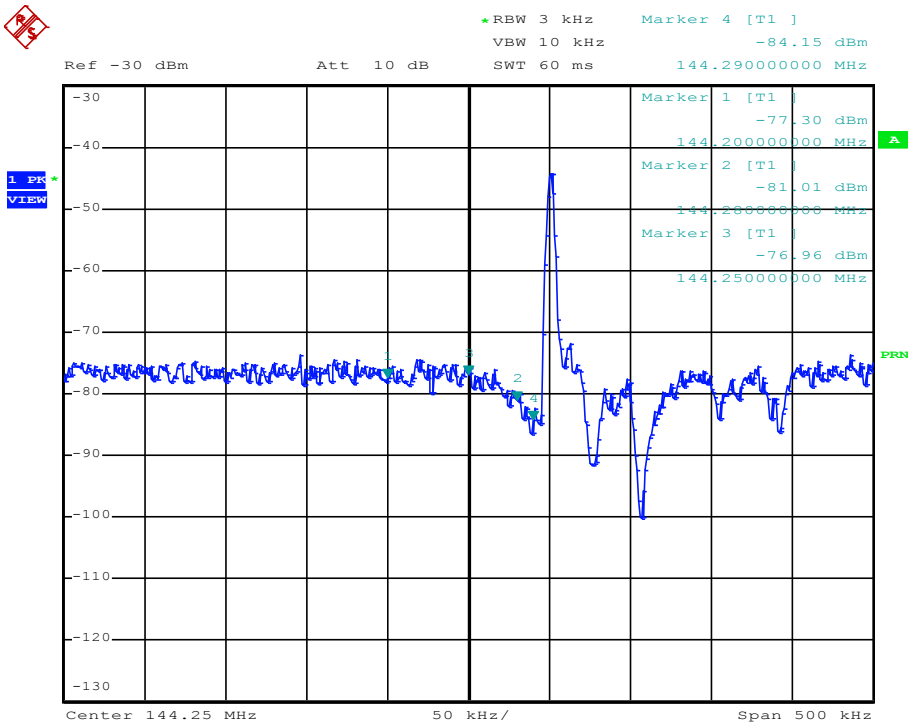


Fig. 13.4 : Spectre du signal avec modulation SSB

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…)

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

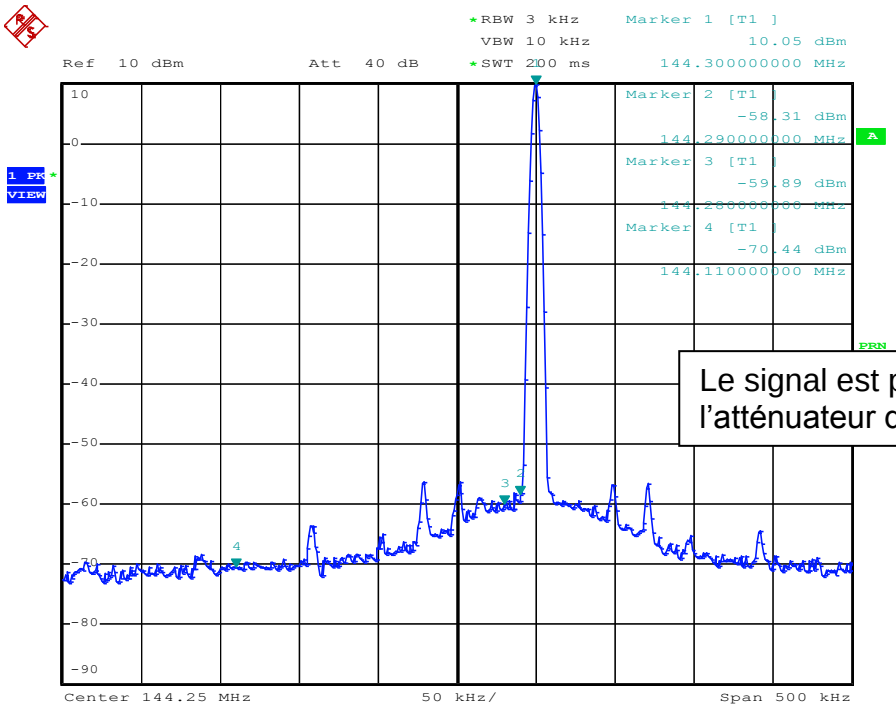
Ces niveaux de blocage de -54dBm à $\Delta f = 20kHz$ et -44dBm à $\Delta f = 50kHz$ sont médiocres.

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 Original

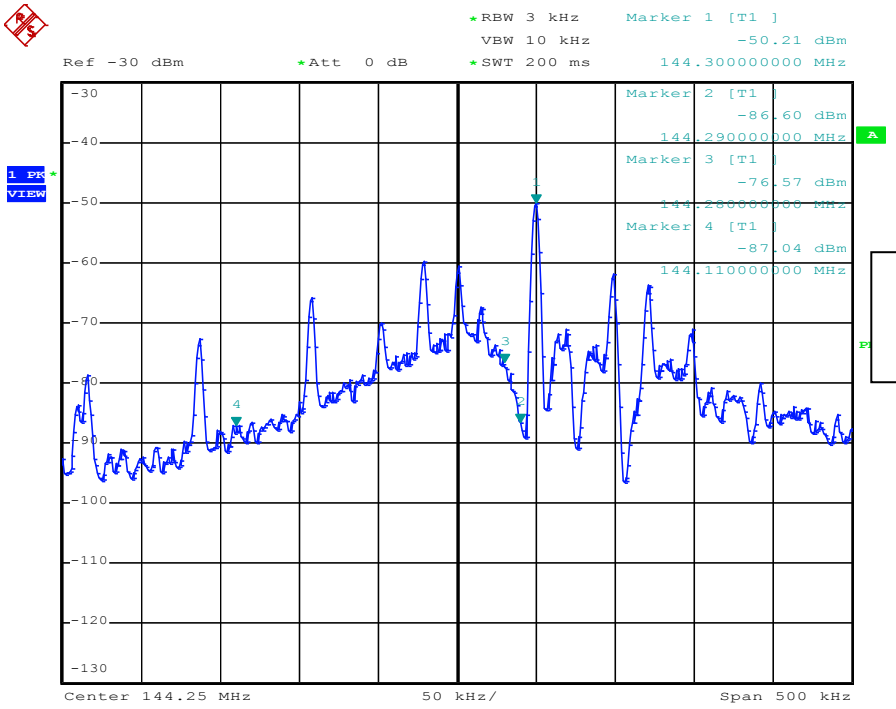
Partie TX

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



Plein de pics parasites!

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

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 pris les points à côté de 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	-76.6	-13.1	**73.5**
144.260	-71.2	-5.1	**76.1**
144.250	-72.4	-3.6	**78.8**
144.240	-72.8	-2.8	**80.0**
144.200	-77.7	-1.8	**85.9**
144.150	-85.0	-1.6	**93.4**
144.100	-90.0	-1.5	**98.5**
144.000	-95.0	-1.5	**103.5**

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

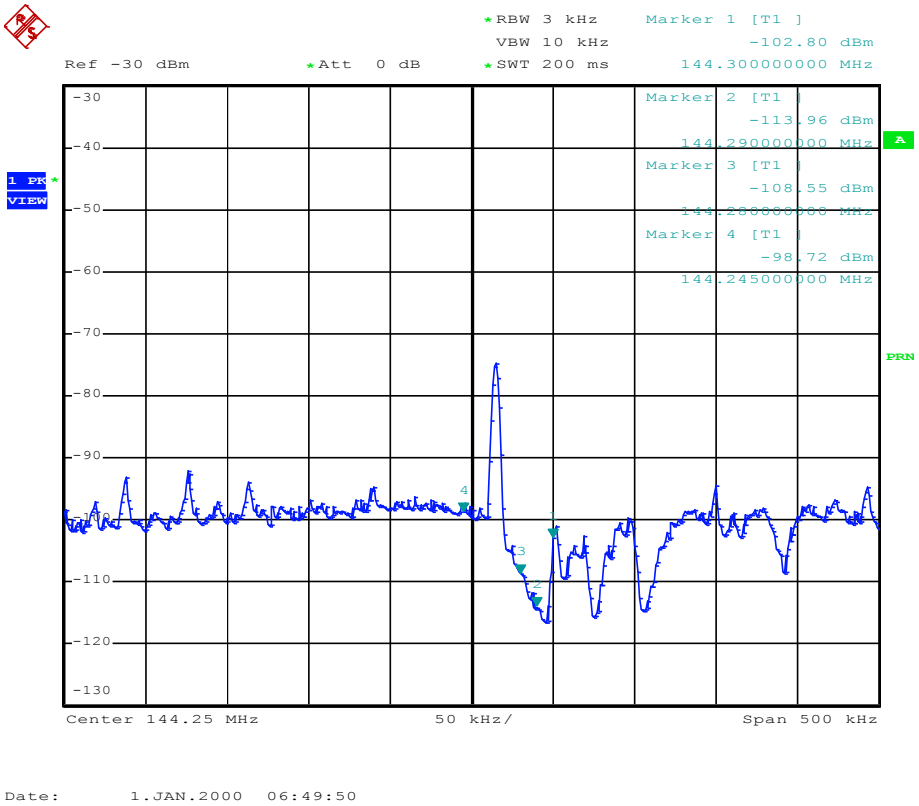


Fig. 14.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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

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	-114.4	-23.9	**100.5**
144.280	-107.5	-13.1	**104.4**
144.250	-98.6	-3.6	**105.0**
144.200	-98.0	-1.8	**106.2**
144.100	-100.0	-1.5	**108.5**
144.000	-101.0	-1.5	**109.5**
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	**Noise level [dB]**	**XTAL notch filter attenuation [dB]**	**S/N ratio [dB] (Dynamique TX)**
144.290	-94.6	-23.9	**80.7**
144.280	-89.3	-13.1	**86.2**
144.250	-87.4	-3.6	**93.8**
144.200	-87.0	-1.8	**95.2**
144.100	-97.0	-1.5	**105.5**
144.000	-98.0	-1.5	**106.5**

Le niveau de bruit est 6 - 10dB plus bas en SSB qu'en CW.
Les pics parasites sont probablement causés par une injection parasite de signaux d'horloges digitaux dans la partie RF.

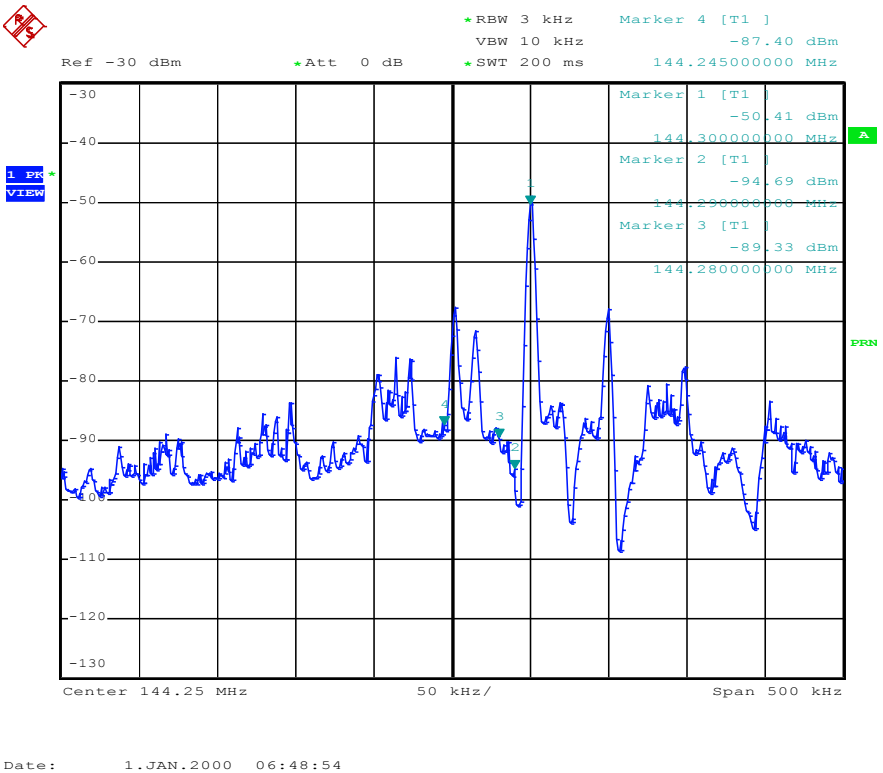


Fig. 14.4 : Spectre du signal en mode SSB ; CQ-Call.

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	-31	-4.2	-45.2	1
	-28		-42.2	2
	-26		-40.2	**3**
	-23		-37.2	5
	-20		-34.2	7
	-17		-31.2	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	-19	-4.2	-33.2	1
	-16		-30.2	2
	-13.5		-27.7	**3**
	-10		-24.2	5
	-7		-21.2	7
	-3		-17.2	10

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	-40.2	**98.0**
50	-27.7	**110.5**

Note : nous avons aussi testé la version avec la platine Mutek. Mêmes résultats à $\Delta f = 50kHz$; 2dB de mieux à $\Delta f = 20kHz$

15. IC-251 E

Partie TX

Alimentation : linéaire 12V

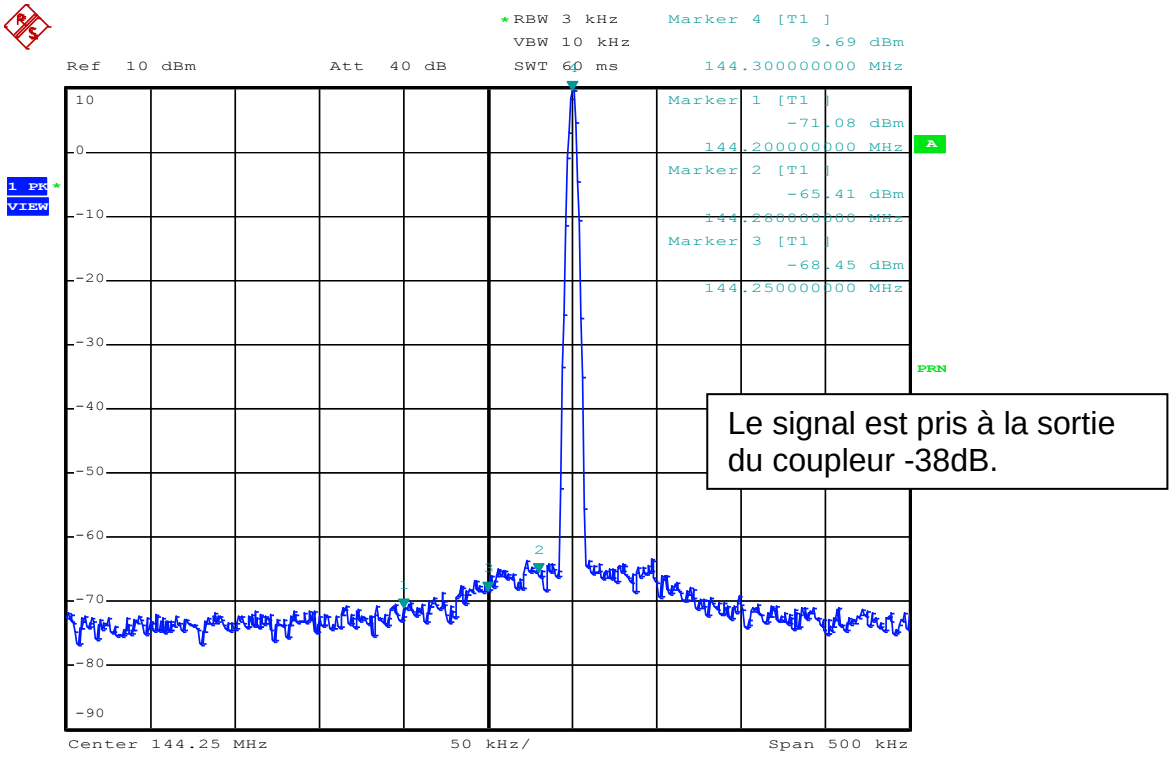


Fig. 15.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

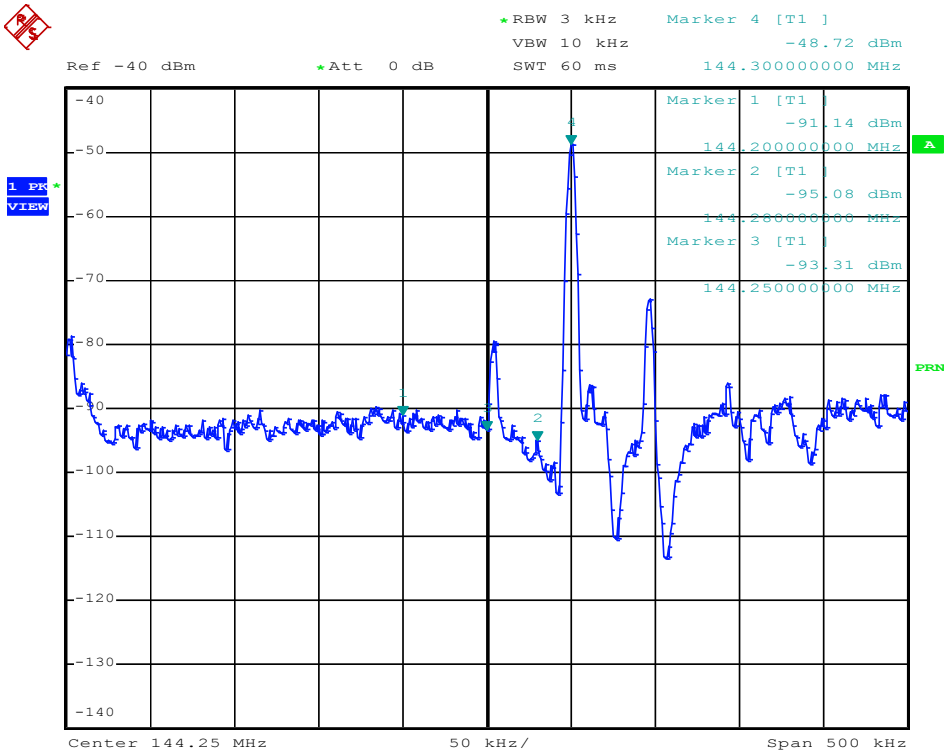


Fig. 15.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

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.

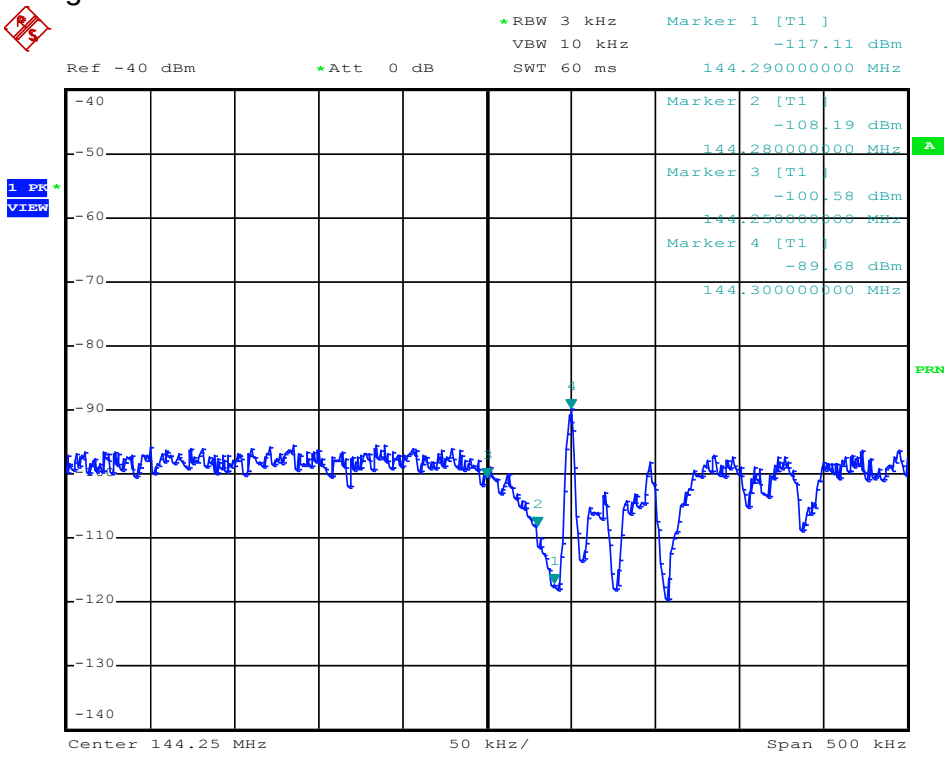


Fig. 15.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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

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 ?)…

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

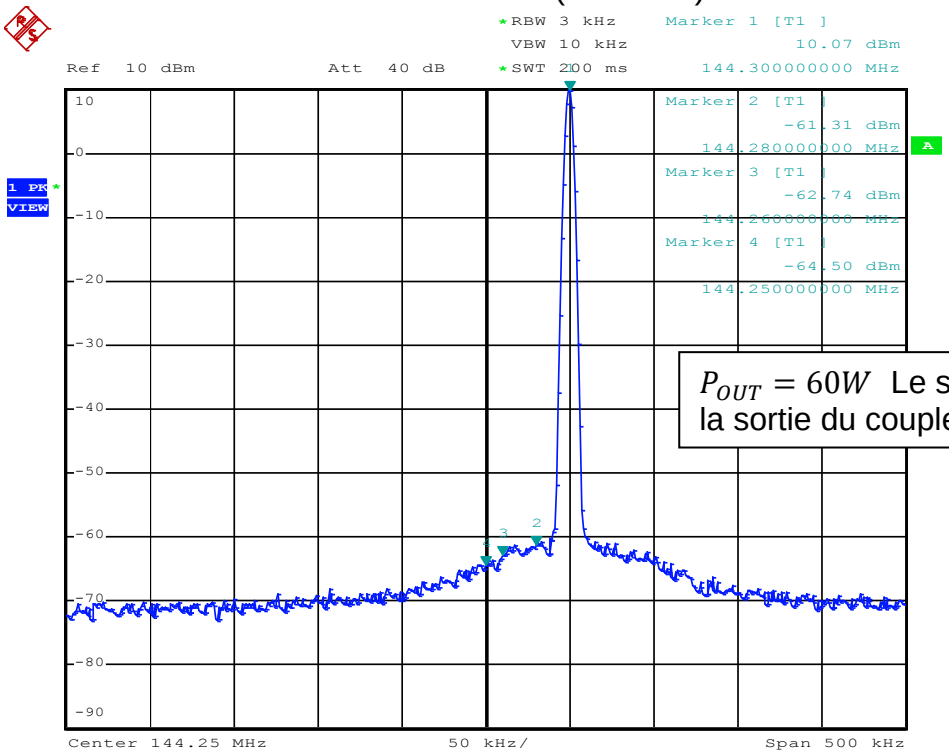
sa dynamique de 109dB à $\Delta f = 50kHz$ le classe dans la catégorie des « bons » récepteurs.

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

16. IC-7400

Partie TX

Alimentation : « Diamond » GZV-2500 (Switched)



$P_{OUT} = 60W$ Le signal est pris à la sortie du coupleur -38dB

Fig. 16.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

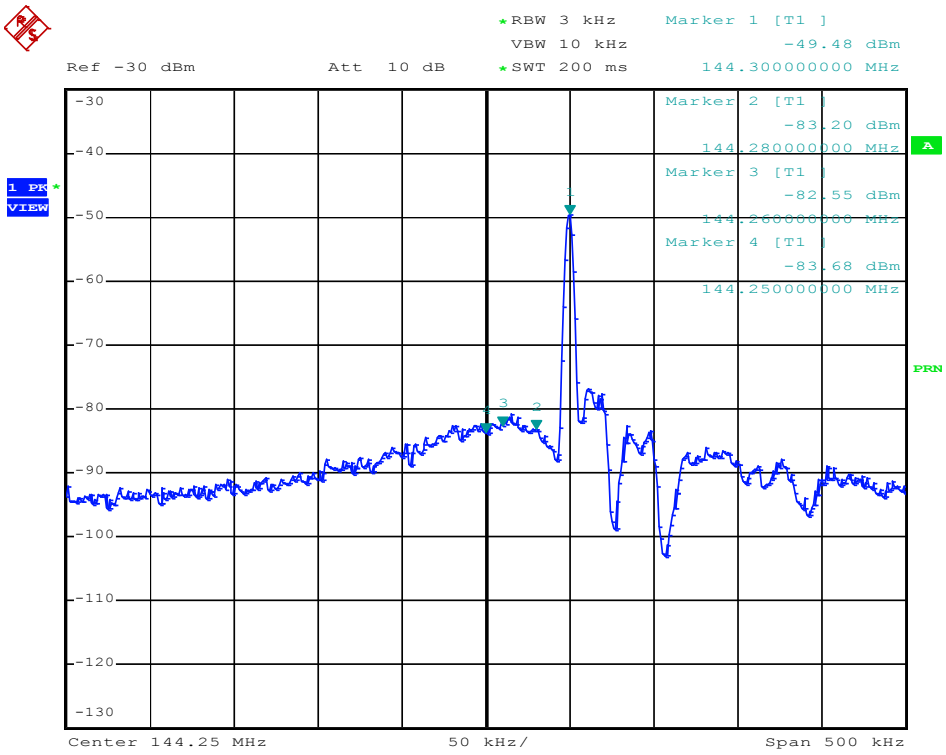


Fig. 16.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

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 jusqu'à un offset en fréquence de 200kHz environ. Dans la bande CW, le bruit blanc s'ajoute au bruit du VFO et limite la dynamique à 102dB.

En CW, la dynamique est insuffisante, avec une réjection du bruit de 90dB à un offset de 50kHz de la porteuse et de 96dB à un offset de 100kHz.

CW, 60W out, through -38dB coupler. Ref carrier level: +10dBm			
Frequency [MHz]	**Noise level [dB]**	**XTAL notch filter attenuation [dB]**	**S/N ratio [dB] (Dynamique TX)**
144.280	-83.2	-13.1	**80.1**
144.260	-82.6	-5.1	**87.5**
144.250	-83.7	-3.6	**90.1**
144.240	-83.1	-2.8	**90.3**
144.200	-87.6	-1.8	**95.8**
144.150	-91.0	-1.6	**99.4**
144.100	-92.2	-1.5	**100.7**
144.000	-93.6	-1.5	**102.1**

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

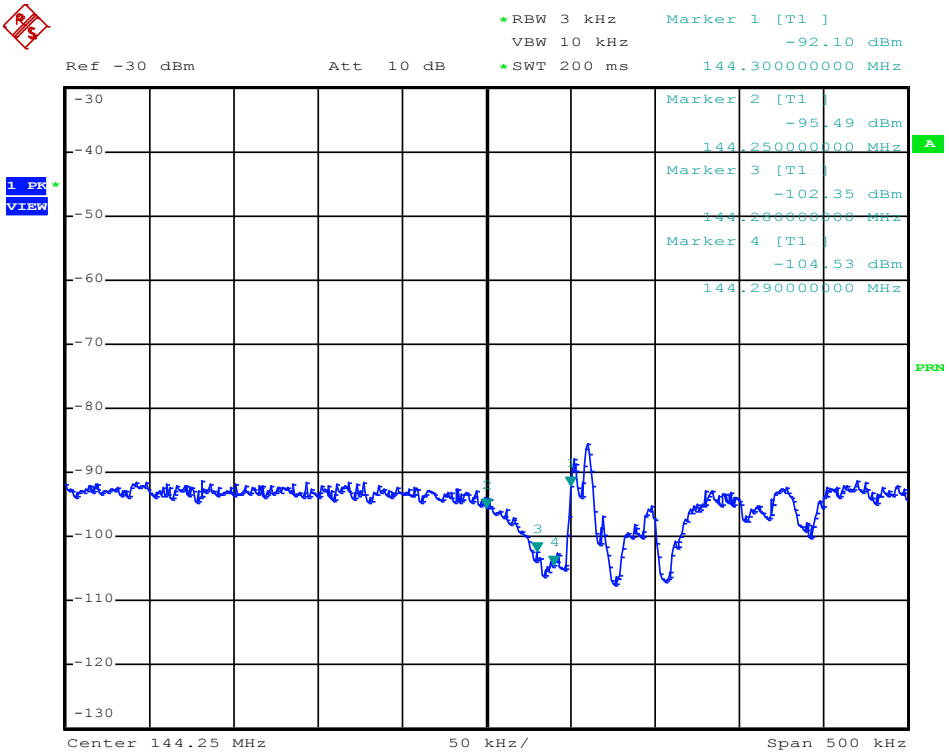


Fig. 16.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

Voir le tableau de la page suivante.

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	-104.5	-23.9	**90.6**
144.280	-102.4	-13.1	**99.3**
144.250	-95.5	-3.6	**101.9**
144.200	-93.4	-1.8	**101.6**
144.100	-93.6	-1.5	**102.1**
144.000	-93.0	-1.5	**101.5**
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	**Noise level [dB]**	**XTAL notch filter attenuation [dB]**	**S/N ratio [dB] (Dynamique TX)**
144.290	-86.1	-23.9	**72.2**
144.280	-84.8	-13.1	**81.7**
144.250	-83.4	-3.6	**89.8**
144.200	-86.4	-1.8	**94.6**
144.100	-90.9	-1.5	**99.4**
144.000	-93.4	-1.5	**101.9**

Le niveau de bruit blanc de la partie TX en mode SSB sans modulation est de -102dBc. C'est assez « moyen », mais d'autres TX sont nettement pires…

La modulation SSB est propre. Avec modulation, le bruit dominant est celui du VFO avec comme en CW, une réjection de ce bruit de -90dBc et -95dBc à des offsets de respectivement 50kHz et 100kHz (ce qui est aussi assez « moyen »…)

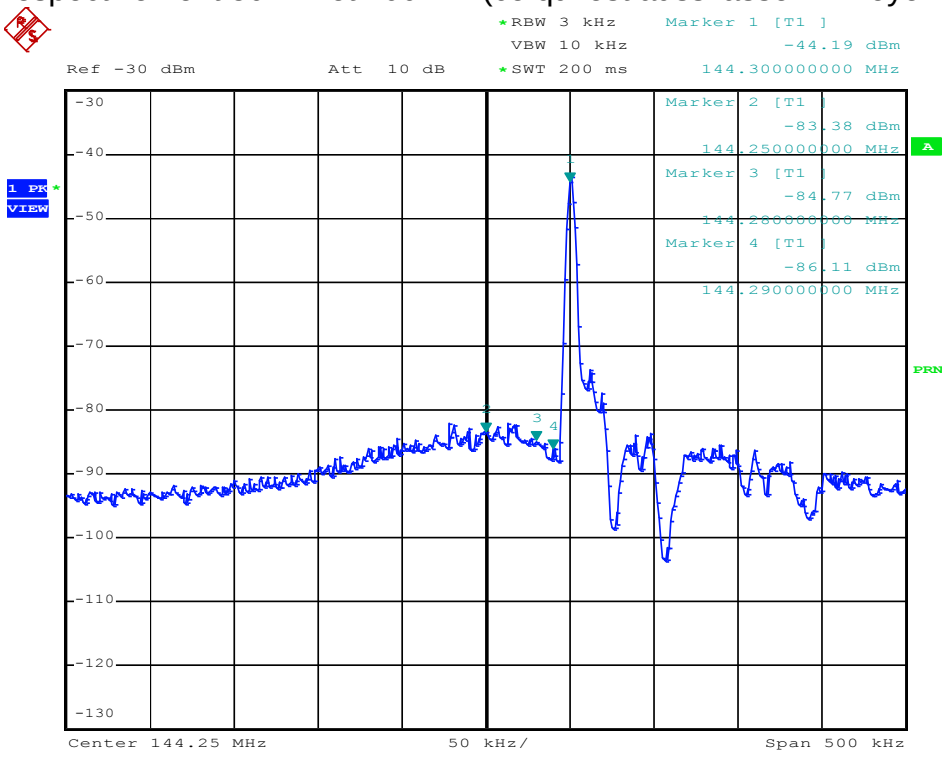


Fig. 16.4 : Spectre du signal en mode SSB ; CQ-Call.

Partie RX

Sensibilité

Conditions	**Preamp OFF**	**Preamp ON**	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-117.5	-124.0	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-121.7	-128.2	[dBm]
SSB input noise level of RX:	**-131.2**	**-137.7**	[dBm]

Blocage

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

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$); Préamp = OFF				
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
	-20		-34.2	10

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$); Préamp = OFF				
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
	-25		-39.2	2
	-22		-36.2	**3**
	-18.5		-32.7	5
	-16		-30.2	7
	-12.5		-26.7	10

L'immunité aux signaux forts est assez « bof », avec un niveau de blocage de -36dBm à $\Delta f = 50kHz$, ce qui correspond à une dynamique de 95dB.

Interferer Offset [kHz]	**Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss**	**Dynamique RX [dB]**
20	-44.2	**87.0**
50	-36.2	**95.0**

17. TS-790

Partie TX

Alimentation : « Diamond » GZV-2500 (Switched)

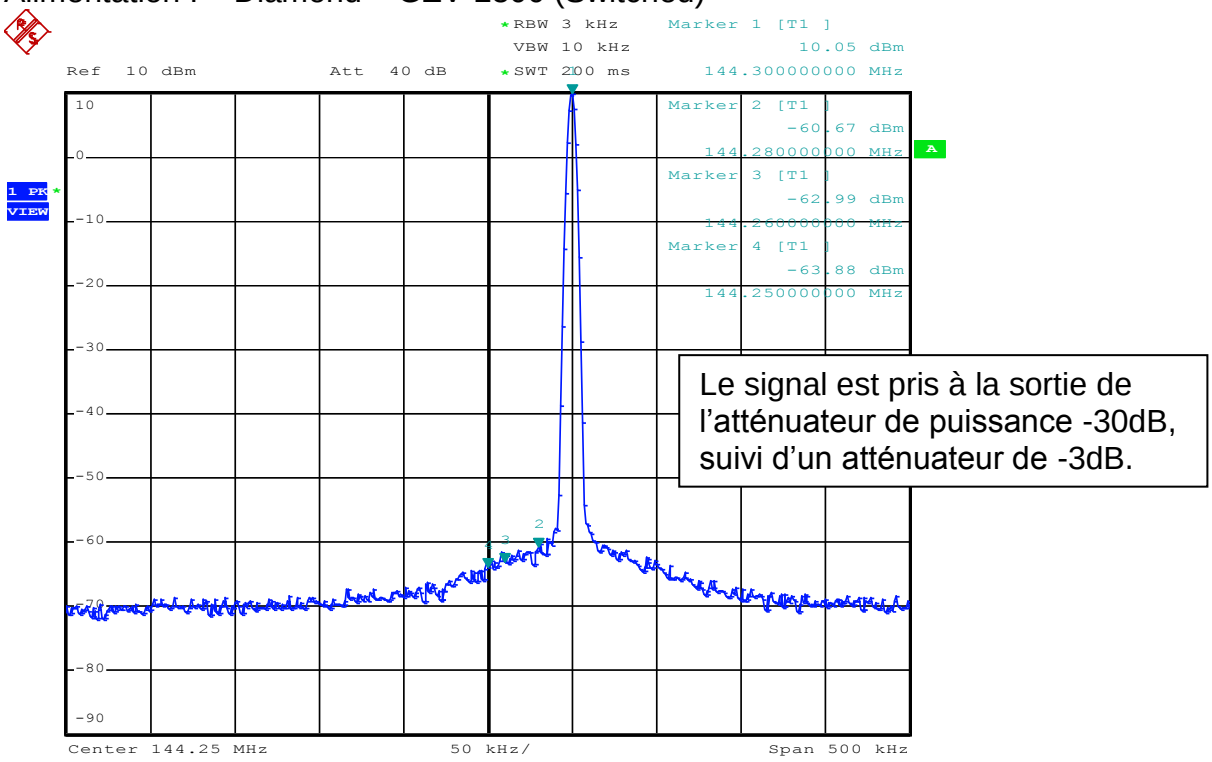


Fig. 17.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

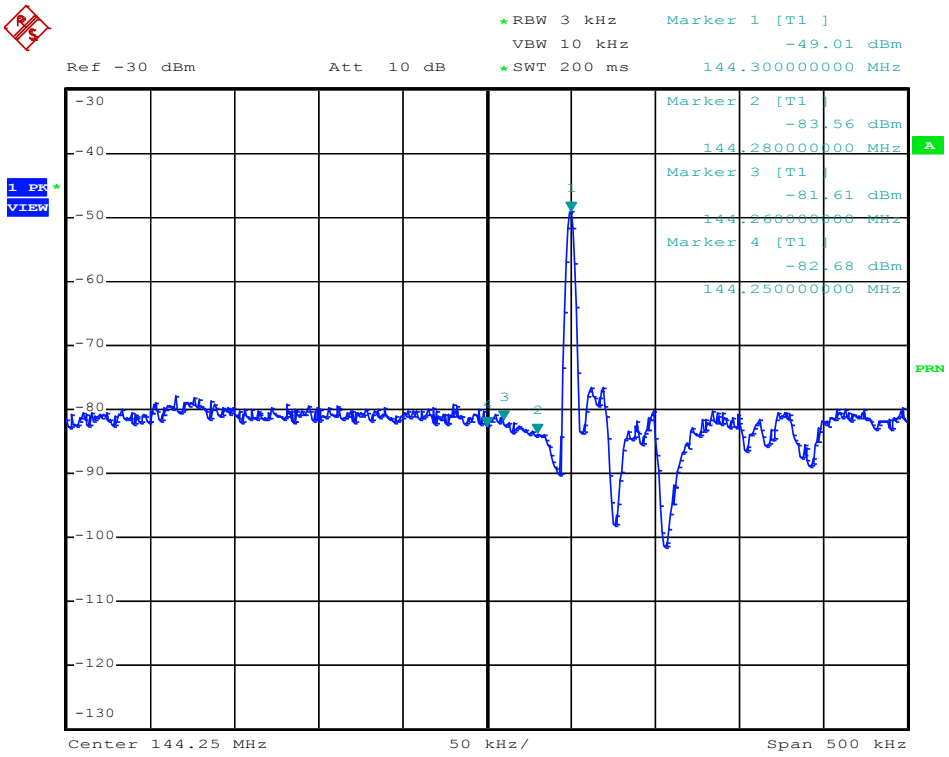


Fig. 17.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

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 jusqu'à 144,250MHz. Ensuite, c'est le bruit blanc large bande du reste de la chaîne TX qui domine avec un niveau de -90dBc.

C'est 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	-83.6	-13.1	**80.5**
144.260	-81.6	-5.1	**86.5**
144.250	-82.7	-3.6	**89.1**
144.240	-81.2	-2.8	**88.4**
144.200	-81.4	-1.8	**89.6**
144.150	-81.9	-1.6	**90.3**
144.100	-80.3	-1.5	**88.8**
144.000	-81.6	-1.5	**90.1**

La figure suivante est une mesure du bruit en mode SSB sans modulation.
Ce n'est pas brillant ; c'est même franchement dégeulasse !

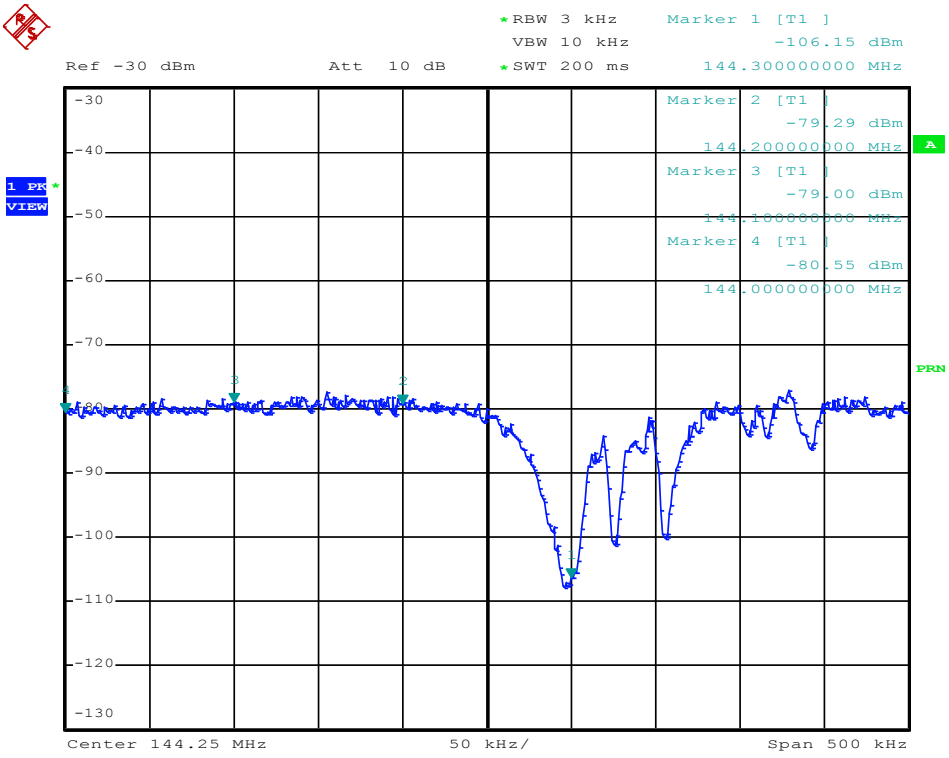


Fig. 17.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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	-98.5	-23.9	**84.6**
144.280	-90.6	-13.1	**87.5**
144.250	-79.9	-3.6	**86.3**
144.200	-79.3	-1.8	**87.5**
144.100	-79.0	-1.5	**87.5**
144.000	-80.6	-1.5	**89.1**
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	**Noise level [dB]**	**XTAL notch filter attenuation [dB]**	**S/N ratio [dB] (Dynamique TX)**
144.290	-95.8	-23.9	**81.9**
144.280	-86.7	-13.1	**83.6**
144.250	-81.5	-3.6	**87.9**
144.200	-80.7	-1.8	**88.9**
144.100	-81.5	-1.5	**90.0**
144.000	-83.0	-1.5	**91.5**

En SSB et sans modulation, le niveau de bruit est même pire qu'en CW avec un niveau entre -86 et -89dBc. ***Beurk !*** La modulation SSB est propre, mais comme évoqué plus avant, c'est le bruit blanc large bande généré par la chaîne TX qui domine.
Hypothèse pour expliquer ce niveau de bruit : ***génération SSB avec la méthode « phasing » sans filtre à quartz dans la partie IF du TX ?***

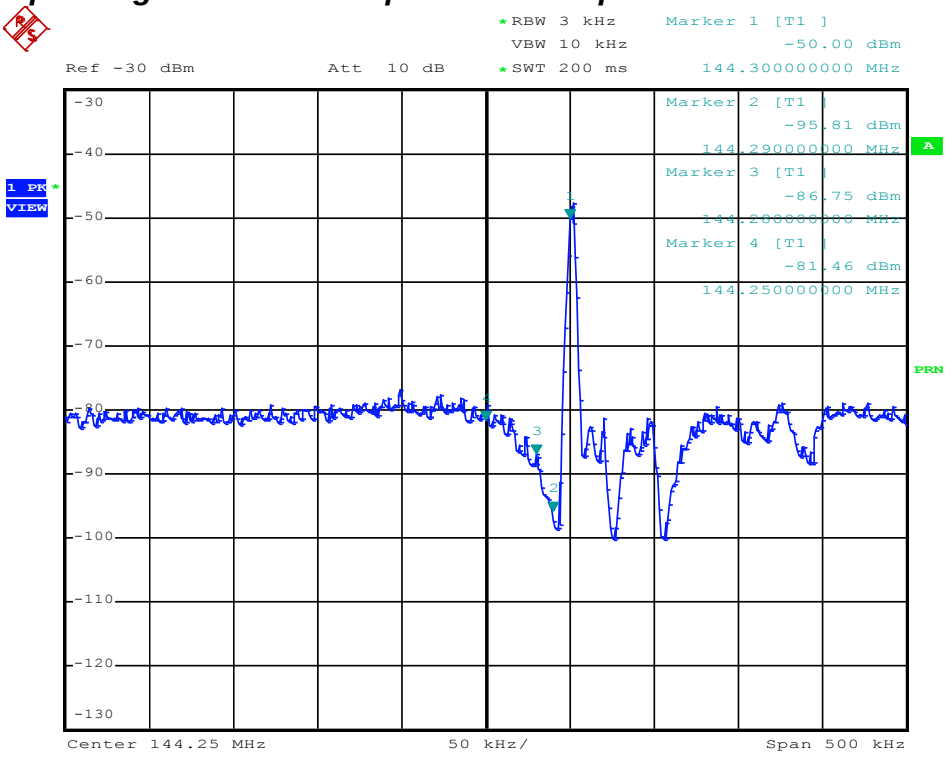


Fig. 17.4 : Spectre du signal en mode SSB ; CQ-Call.

Partie RX

Sensibilité

Conditions	**Normal**	**144MHz-atten.**	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-124.5	-117.5	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-128.7	-121.7	[dBm]
SSB input noise level of RX:	**-138.2**	**-131.2**	[dBm]

Blocage

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

Interferer Offset: 20KHz ($f_{RX} = 144.280MHz$); Pos. = „144MHz-atten“				
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	2
	-13		-27.2	**3**
	-9		-23.2	5
	-7		-21.2	7
	-3		-17.2	10

Interferer Offset: 50KHz ($f_{RX} = 144.250MHz$); Pos. = „144MHz-atten“				
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
	-9		-23.2	2
	-7		-21.2	**3**
	-3		-17.2	5
	0		-14.2	7

Un niveau de blocage de -21dBm à $\Delta f = 50kHz$, ce qui correspond à une dynamique de 110dB. ***C'est un des meilleurs récepteurs que nous avons mesuré !***

Interferer Offset [kHz]	**Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss**	**Dynamique RX [dB]**
20	-27.2	**104.0**
50	-21.2	**110.0**

Hélas, ***il est dommage que la partie TX de cet appareil soit si dégueulasse…***

18. TS-2000

Partie TX

Alimentation : « PTS150 » de Microset (Switched) ; appareil de HB9CVC

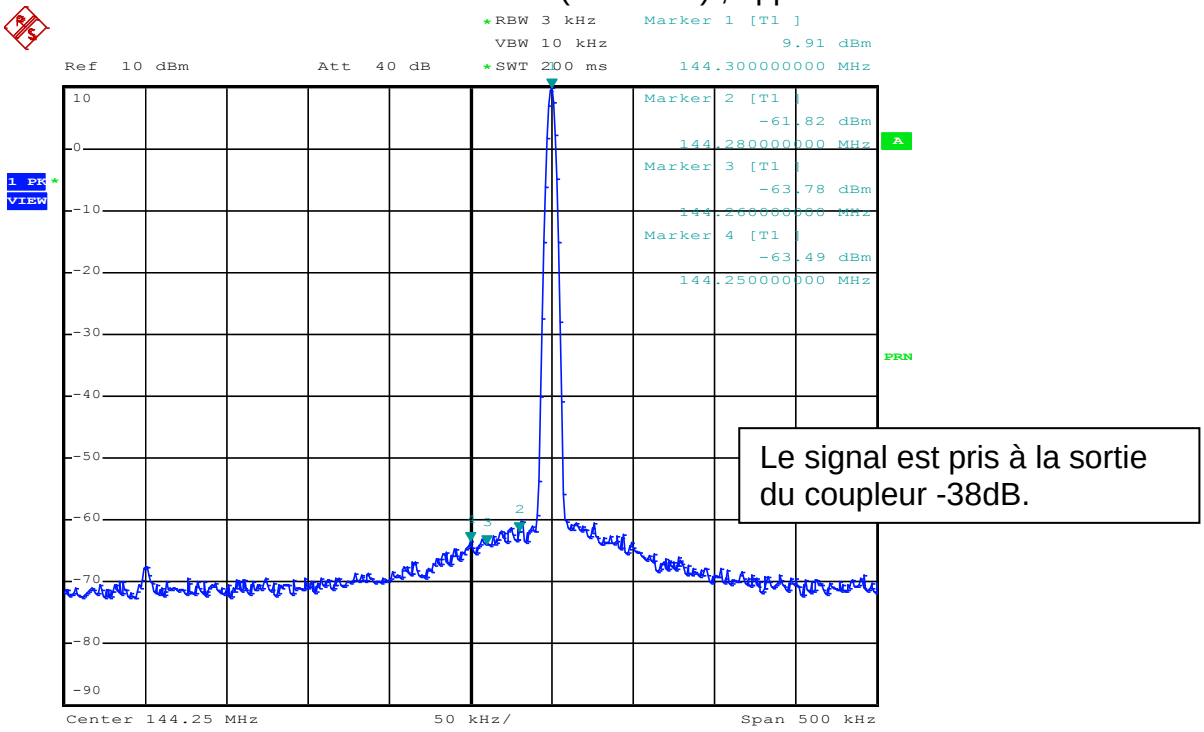


Fig. 18.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

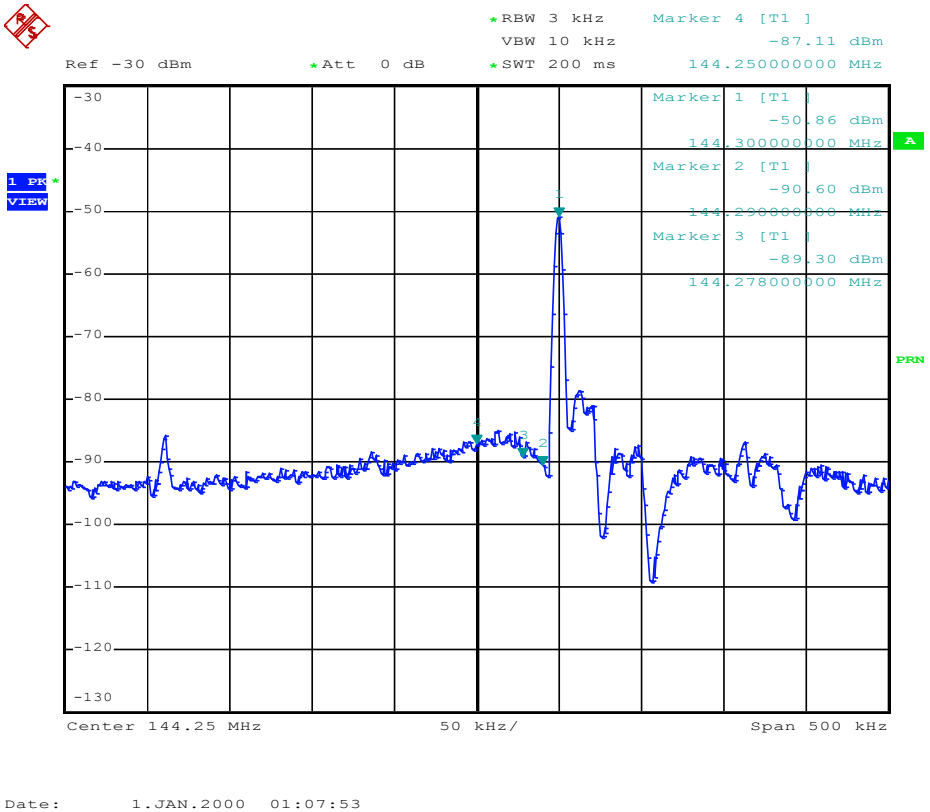


Fig. 18.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

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 jusqu'à 144,250MHz. Plus bas, on tombe sur le bruit blanc du reste de la chaîne TX avec un niveau de **-100dBc**, ce qui le classe dans les meilleurs TX mesurés jusqu'à présent.

CW 70W out through -38dB coupler ; Ref carrier level: +10dBm			
Frequency [MHz]	**Noise level [dB]**	**XTAL notch filter attenuation [dB]**	**S/N ratio [dB] (Dynamique TX)**
144.280	-87.0	-13.1	**83.9**
144.260	-86.9	-5.1	**91.8**
144.250	-87.5	-3.6	**93.9**
144.240	-88.6	-2.8	**95.8**
144.200	-89.6	-1.8	**97.8**
144.150	-91.4	-1.6	**99.8**
144.100	-93.2	-1.5	**101.7**
144.000	-94.0	-1.5	**102.5**

La figure suivante est une mesure du bruit en mode SSB sans modulation. Voir le tableau et les commentaires à la page suivante.

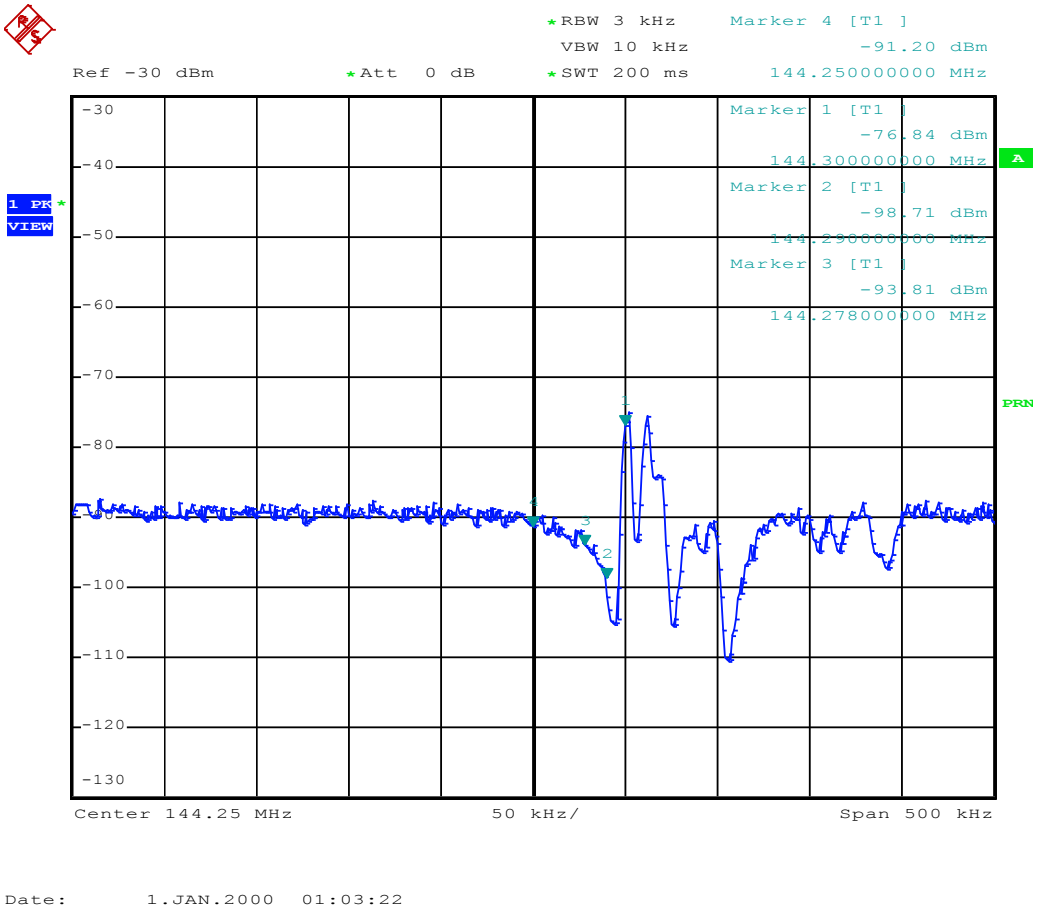


Fig. 18.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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	-99.0	-23.9	**85.1**
144.280	-93.7	-13.1	**90.6**
144.250	-90.1	-3.6	**96.5**
144.200	-89.0	-1.8	**97.2**
144.100	-89.0	-1.5	**97.5**
144.000	-89.0	-1.5	**97.5**
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	**Noise level [dB]**	**XTAL notch filter attenuation [dB]**	**S/N ratio [dB] (Dynamique TX)**
144.290	-97.0	-23.9	**83.1**
144.280	-92.1	-13.1	**89.0**
144.250	-90.0	-3.6	**96.4**
144.200	-90.0	-1.8	**98.2**
144.100	-90.0	-1.5	**98.5**
144.000	-90.0	-1.5	**98.5**

Sans modulation, on tombe sur le bruit blanc large bande de la chaîne TX à partir de 144,250MHz, avec un niveau de -97dBc. C'est cohérent avec ce qui a été mesuré en CW. La modulation SSB est propre.

Insuffisant, mais comparé à d'autres TX, pas mal du tout !

Sans modulation, le niveau de bruit blanc ne baisse pas lorsque l'on baisse la puissance TX. Baisser la puissance TX pour driver un PA LDMOS qui a davantage de gain qu'un PA à tube provoquera une augmentation du bruit blanc large bande !

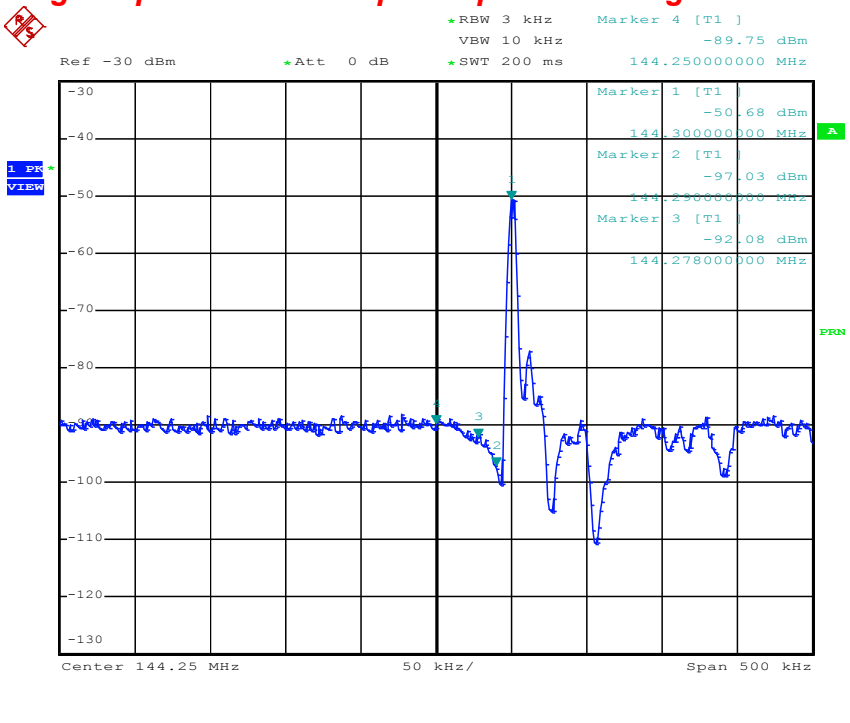


Fig. 18.4 : Spectre du signal en mode SSB ; CQ-Call.

Partie RX

Sensibilité

Conditions	**Preamp ON**	**Preamp + ATT**	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-120.5	-109.5	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-124.7	-113.7	[dBm]
SSB input noise level of RX:	**-134.2**	**-123.2**	[dBm]

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

Interferer Offset: 20KHz; Setting: Preamp + Att				
XTAL Osc Level [dBm]	**Attenuator setting [dB]**	**PWR-Splitter and cable losses [dB]**	**Interferer level [dBm]**	**Noise increase [dB]**
-10	-24	-4.2	-38.2	1
	-20		-34.2	2
	-17.5		-31.7	**3**
	-14		-28.2	5
	-11.5		-25.7	7
	-7.5		-21.7	10

Interferer Offset: 50KHz				
XTAL Osc Level [dBm]	**Attenuator setting [dB]**	**PWR-Splitter and cable losses [dB]**	**Interferer level [dBm]**	**Noise increase [dB]**
-10	-14	-4.2	-28.2	1
	-10.5		-24.7	2
	-8.5		-22.7	**3**
	-5		-19.2	5
	-2		-16.2	7
	0		-14.2	9

Un niveau de blocage de -23dBm à $\Delta f = 50kHz$, ce qui correspond à une dynamique de 100dB. C'est pas mal.

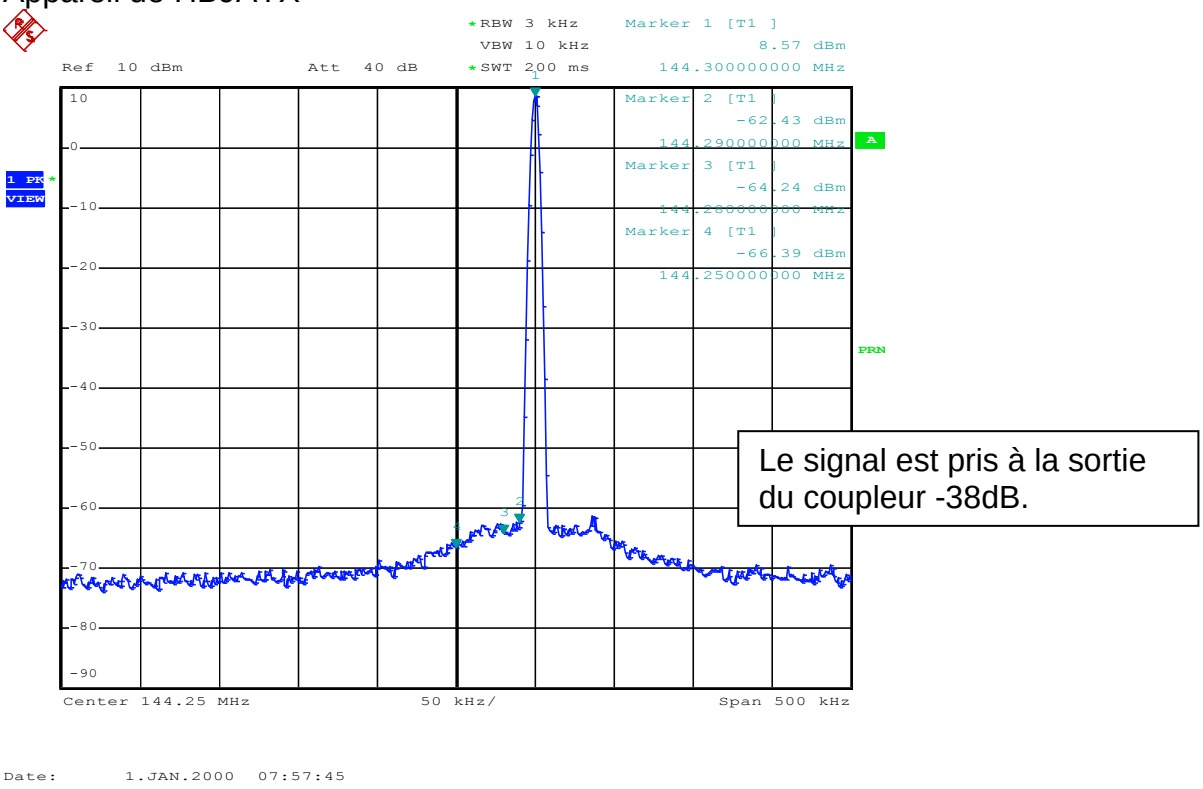
Interferer Offset [kHz]	**Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss**	**Dynamique RX [dB]**
20	-31.7	**91.5**
50	-22.7	**100.5**

Avec un préampli de 20dB au mât d'antenne, mettez le préampli et l'atténuateur ON

19. IC-7000

Partie TX

Appareil de HB9AYX



Le signal est pris à la sortie du coupleur -38dB.

Fig. 19.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

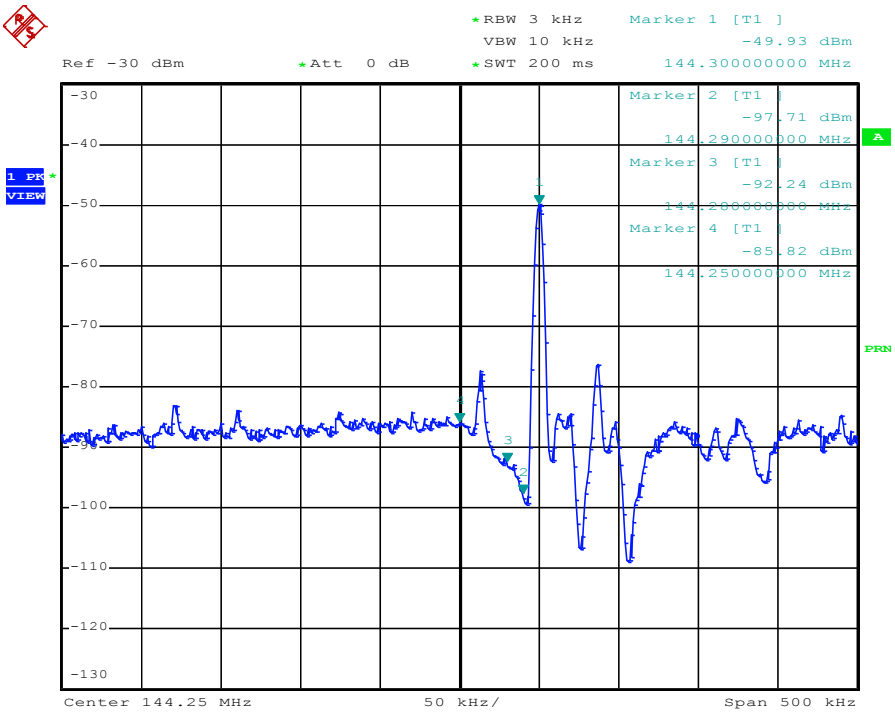


Fig. 19.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

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

CW 40W out through -38dB coupler ; Ref carrier level: +8.6dBm			
Frequency [MHz]	**Noise level [dB]**	**XTAL notch filter attenuation [dB]**	**S/N ratio [dB] (Dynamique TX)**
144.280	-92.2	-13.1	**87.7**
144.260	-86.0	-5.1	**89.5**
144.250	-85.8	-3.6	**90.8**
144.240	-86.0	-2.8	**91.8**
144.200	-86.6	-1.8	**93.4**
144.150	-87.5	-1.6	**94.5**
144.100	-88.0	-1.5	**95.1**
144.000	-89.0	-1.5	**96.1**

La figure suivante est une mesure du bruit en mode SSB sans modulation. Il est étonnement faible ; c'est dans ce mode, le niveau plus bas mesuré de tous les appareils ! Voir le tableau et les commentaires à la page suivante.

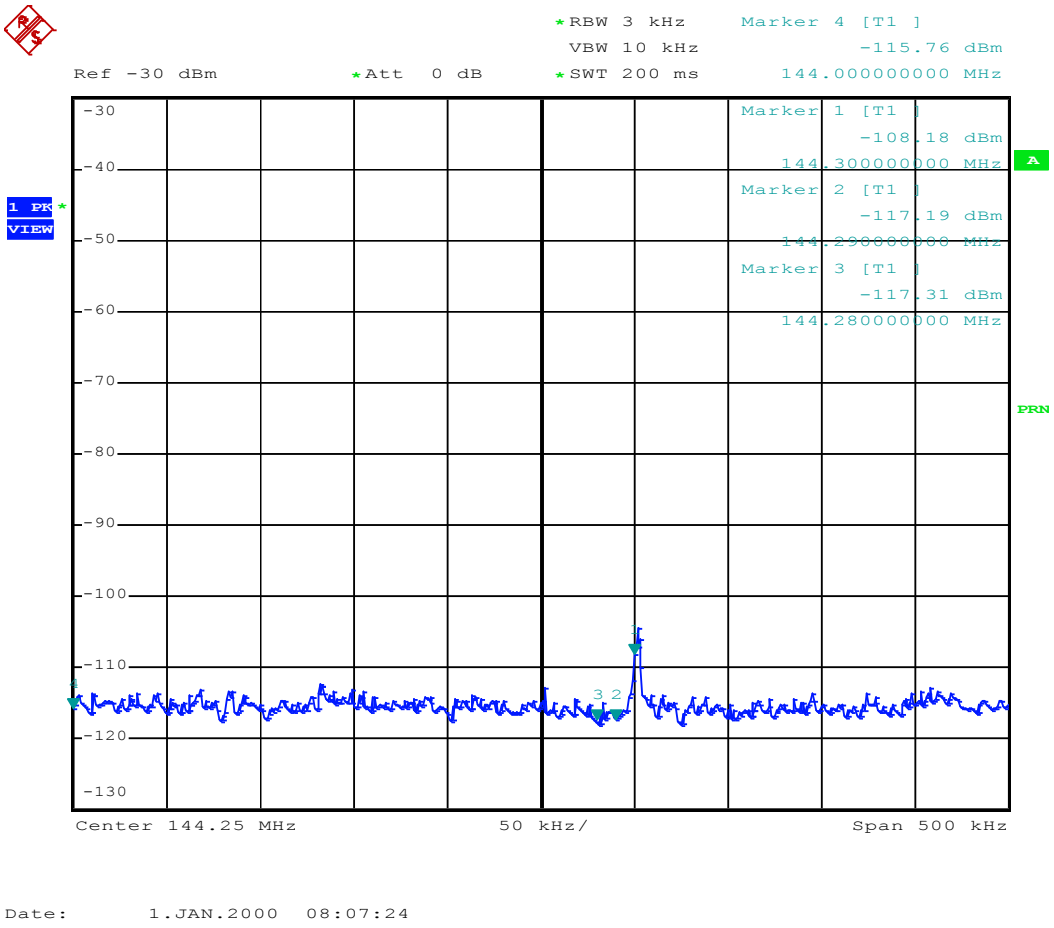


Fig. 19.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

SSB noise, without speech. Ref carrier level: +8.6dBm			
Frequency [MHz]	**Noise level [dB]**	**XTAL notch filter attenuation [dB]**	**S/N ratio [dB] (Dynamique TX)**
144.290		-23.9	
144.280		-13.1	
144.250	-116.0	-3.6	**121.0**
144.200	-116.0	-1.8	**122.8**
144.100	-116.0	-1.5	**123.1**
144.000	-116.0	-1.5	**123.1**
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	**Noise level [dB]**	**XTAL notch filter attenuation [dB]**	**S/N ratio [dB] (Dynamique TX)**
144.290	-97.2	-23.9	**81.9**
144.280	-94.1	-13.1	**89.6**
144.250	-86.0	-3.6	**91.0**
144.200	-86.0	-1.8	**92.8**
144.100	-87.5	-1.5	**94.6**
144.000	-88.0	-1.5	**95.1**

Sans modulation, le bruit blanc large bande de la chaîne TX a un niveau de -123dBc.
C'est mieux que tous les autres TX mesurés ! C'est quoi leur truc ?

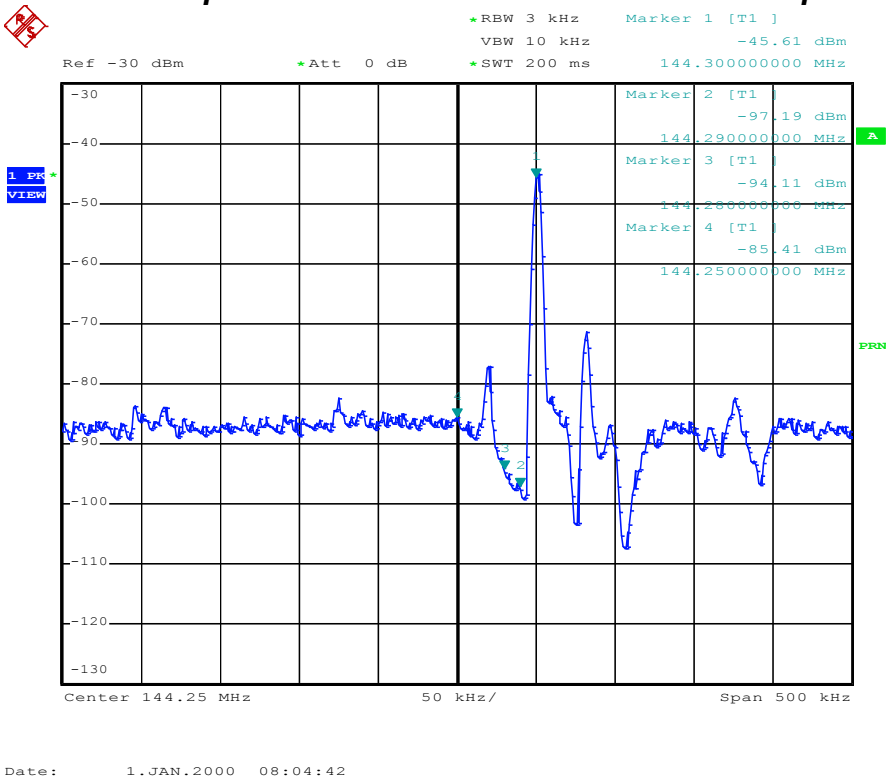


Fig. 19.4 : Spectre du signal en mode SSB ; CQ-Call.

La modulation SSB est propre. Le niveau de bruit en SSB est le même qu'en CW.

Partie RX

Sensibilité

Conditions	**Preamp OFF**	**Preamp ON**	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-116.0	-123.5	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-120.2	-127.7	[dBm]
SSB input noise level of RX:	**-129.7**	**-137.2**	[dBm]

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

Interferer Offset: 20KHz; Setting: Preamp OFF				
XTAL Osc Level [dBm]	**Attenuator setting [dB]**	**PWR-Splitter and cable losses [dB]**	**Interferer level [dBm]**	**Noise increase [dB]**
-10	-30	-4.2	-44.2	1
	-27		-41.2	2
	-24		-38.2	**3**
	-21		-35.2	5
	-18.5		-32.7	7
	-15		-29.2	10

Interferer Offset: 50KHz ; Setting: Preamp OFF				
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
	-20.5		-34.7	**3**
	-18		-32.2	5
	-15		-29.2	7
	-11.5		-25.7	10

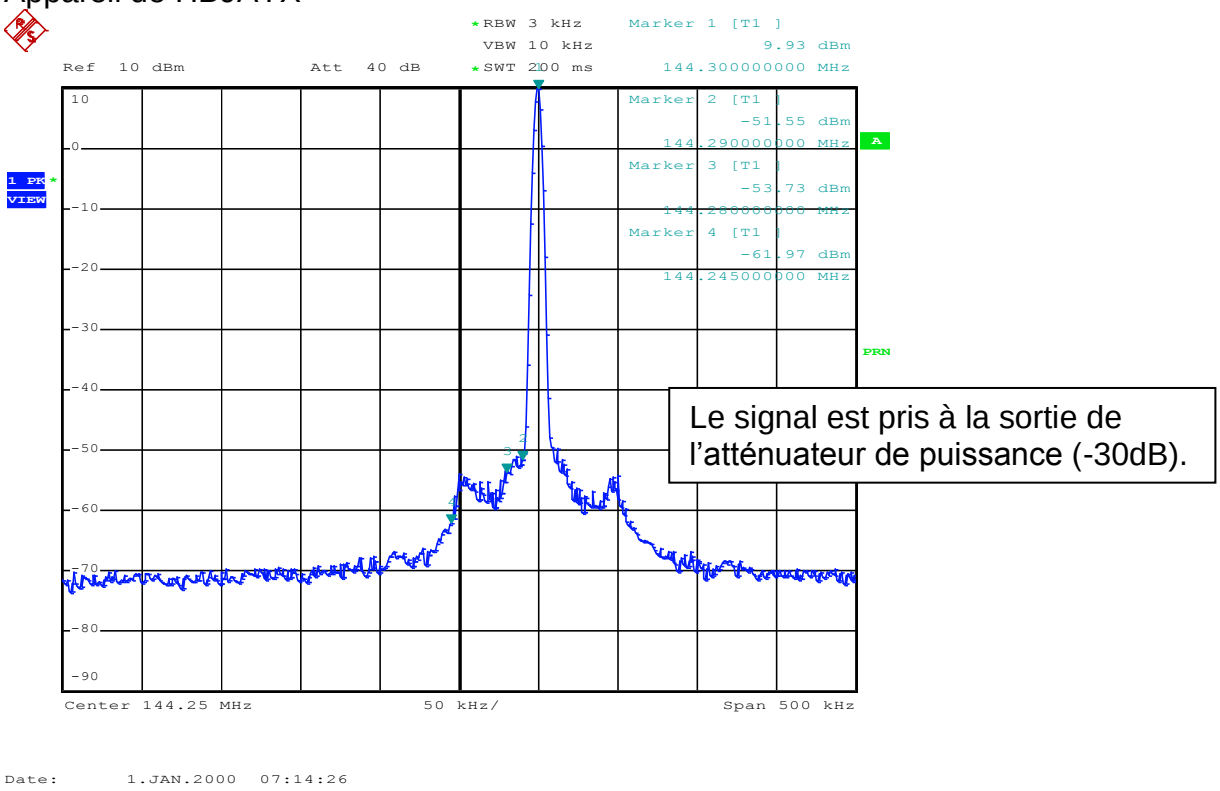
Un niveau de blocage de -35dBm à $\Delta f = 50kHz$, ce qui correspond à une dynamique de 95dB. Insuffisant.

Interferer Offset [kHz]	**Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss**	**Dynamique RX [dB]**
20	-38.2	**91.5**
50	-34.7	**95.0**

20. TS-700

Partie TX

Appareil de HB9AYX



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

Fig. 20.1 : Spectre du signal CW sans le filtre coupe-bande

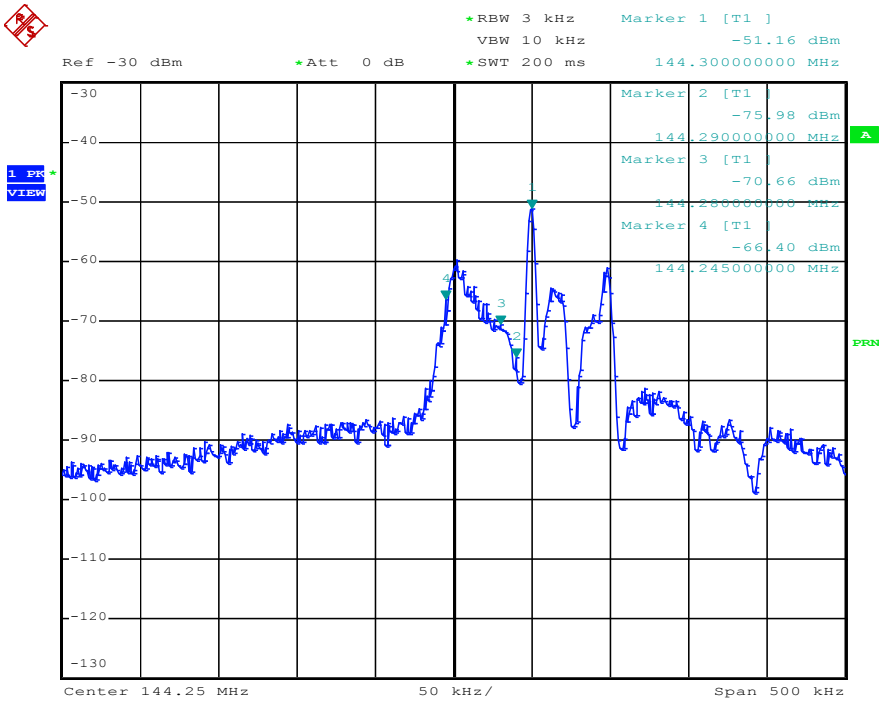


Fig. 20.2 : Spectre du signal CW à travers le filtre coupe-bande

Pas joli le spectre. Pas besoin du filtre Notch pour voir le bruit généré jusqu'à +/-50kHz de la fréquence centrale ! A partir de Δf=100kH, ça va mieux.

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	-70.7	-13.1	**67.6**
144.260	-65.7	-5.1	**70.6**
144.250	-60.8	-3.6	**67.2**
144.240	-74.0	-2.8	**81.2**
144.200	-88.0	-1.8	**96.2**
144.150	-90.0	-1.6	**98.4**
144.100	-92.0	-1.5	**100.5**
144.000	-95.0	-1.5	**103.5**

La figure suivante est une mesure du bruit en mode SSB sans modulation. Voir le tableau et les commentaires à la page suivante.

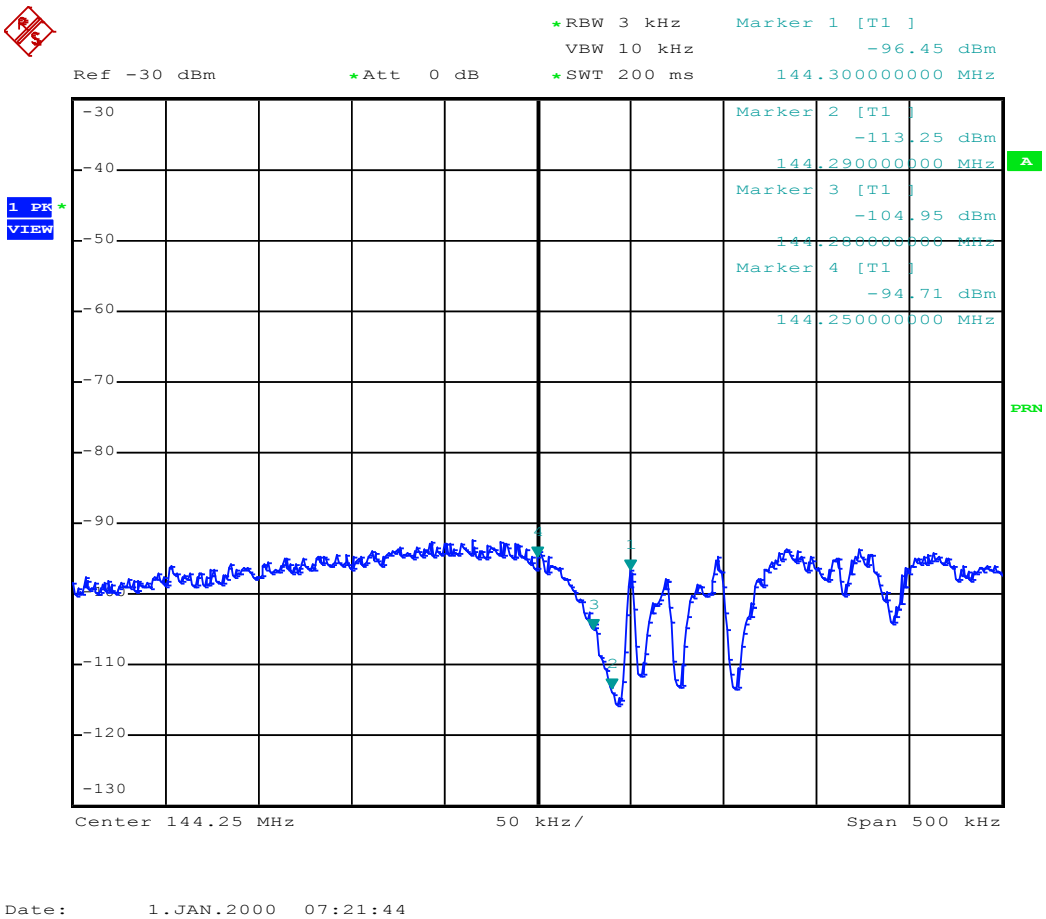


Fig. 20.3 : Spectre du signal en mode SSB sans modulation

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	-113.2	-23.9	**99.3**
144.280	-105.0	-13.1	**101.9**
144.250	-94.7	-3.6	**101.1**
144.200	-94.4	-1.8	**102.6**
144.100	-97.6	-1.5	**106.1**
144.000	-100.0	-1.5	**108.5**
SSB noise, CQ-call			
Frequency [MHz]	**Noise level [dB]**	**XTAL notch filter attenuation [dB]**	**S/N ratio [dB] (Dynamique TX)**
144.290	-83.0	-23.9	**69.1**
144.280	-78.5	-13.1	**75.4**
144.250	-72.3	-3.6	**78.7**
144.200	-91.9	-1.8	**100.1**
144.100	-95.4	-1.5	**103.9**
144.000	-97.9	-1.5	**106.4**

Sans modulation, le niveau bruit blanc large bande de la chaîne TX est entre -102 et -106dBc. Il est un peu moins bruyant en SSB qu'en CW, mais en SSB il faut s'écarter de 100kHz pour avoir un niveau de bruit inférieur à -100dBc. Dégueu.

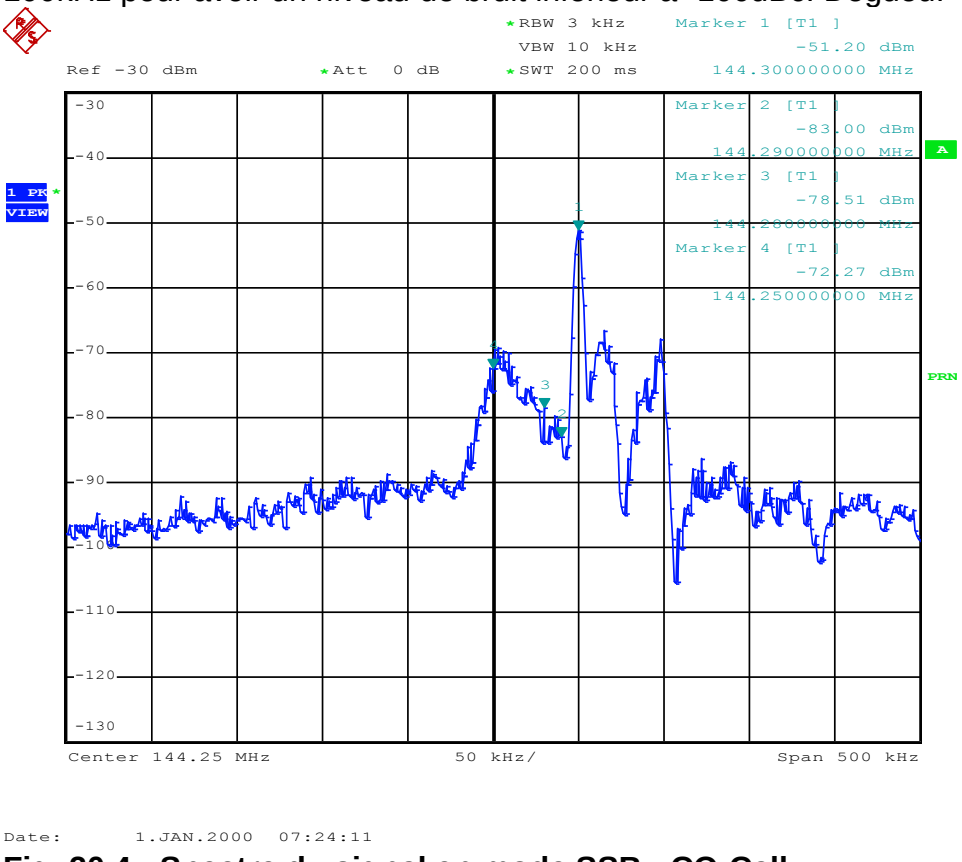


Fig. 20.4 : Spectre du signal en mode SSB ; CQ-Call.

Partie RX

Sensibilité

Conditions	**Standard**	Units
Signal level from HP8920B for S/N=10dB:	-125.5	[dBm]
Loss through power combiner and cables:	-4.2	[dB]
Input RX level for S/N=10dB:	-129.7	[dBm]
SSB input noise level of RX:	**-139.2**	[dBm]

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

Interferer Offset: 20KHz; Setting: ?				
XTAL Osc Level [dBm]	**Attenuator setting [dB]**	**PWR-Splitter and cable losses [dB]**	**Interferer level [dBm]**	**Noise increase [dB]**
-10		-4.2		
	-28		-42.2	**3**
	-25.5		-39.7	5
	-23		-37.2	7
	-19		-33.2	10
Interferer Offset: 50KHz				
XTAL Osc Level [dBm]	**Attenuator setting [dB]**	**PWR-Splitter and cable losses [dB]**	**Interferer level [dBm]**	**S/N [dB]**
-10	-20	-4.2	-34.2	7 *
	-15		-29.2	5
	-12		-26.2	**4**

* Note : Réduction de 3dB du SNR du signal reçu par effets de compression et augmentation du bruit

Un niveau de blocage de -34dBm à $\Delta f = 50kHz$. C'est moyen…

Interferer Offset [kHz]	**Interferer level [dBm] for 3dB sensitivity loss**	**Dynamique RX [dB]**
20	-42	**97.0**
50	-34	**105.0**

21. Conclusions

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

Les fig. 16.1 et 16.2 donnent 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.

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

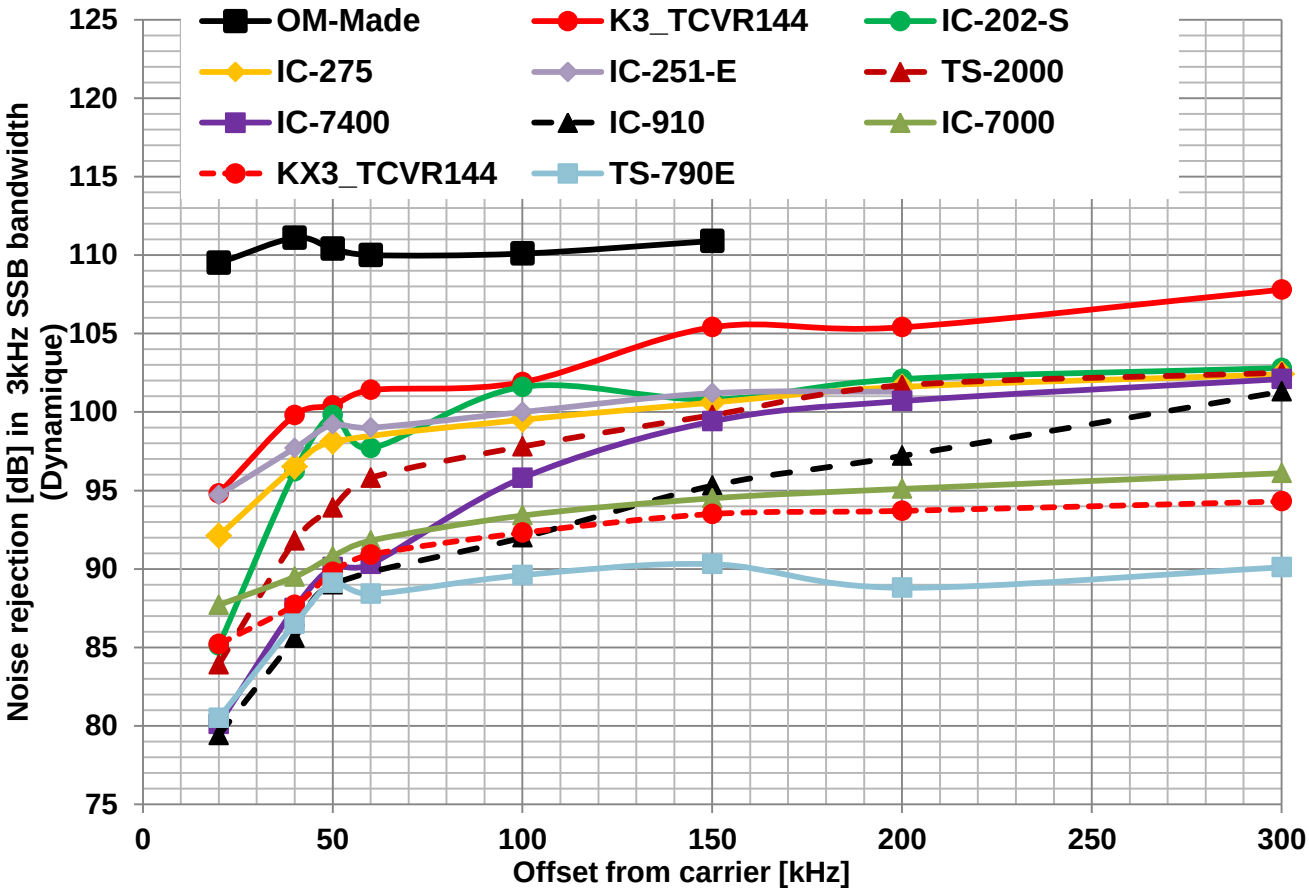


Fig. 16.1 : Dynamique en fonction de l'offset par rapport à la fréquence TX (mode CW)

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 appareils n'atteint une dynamique TX désirée de 120dB.

Quant aux autres TX de cette liste… →

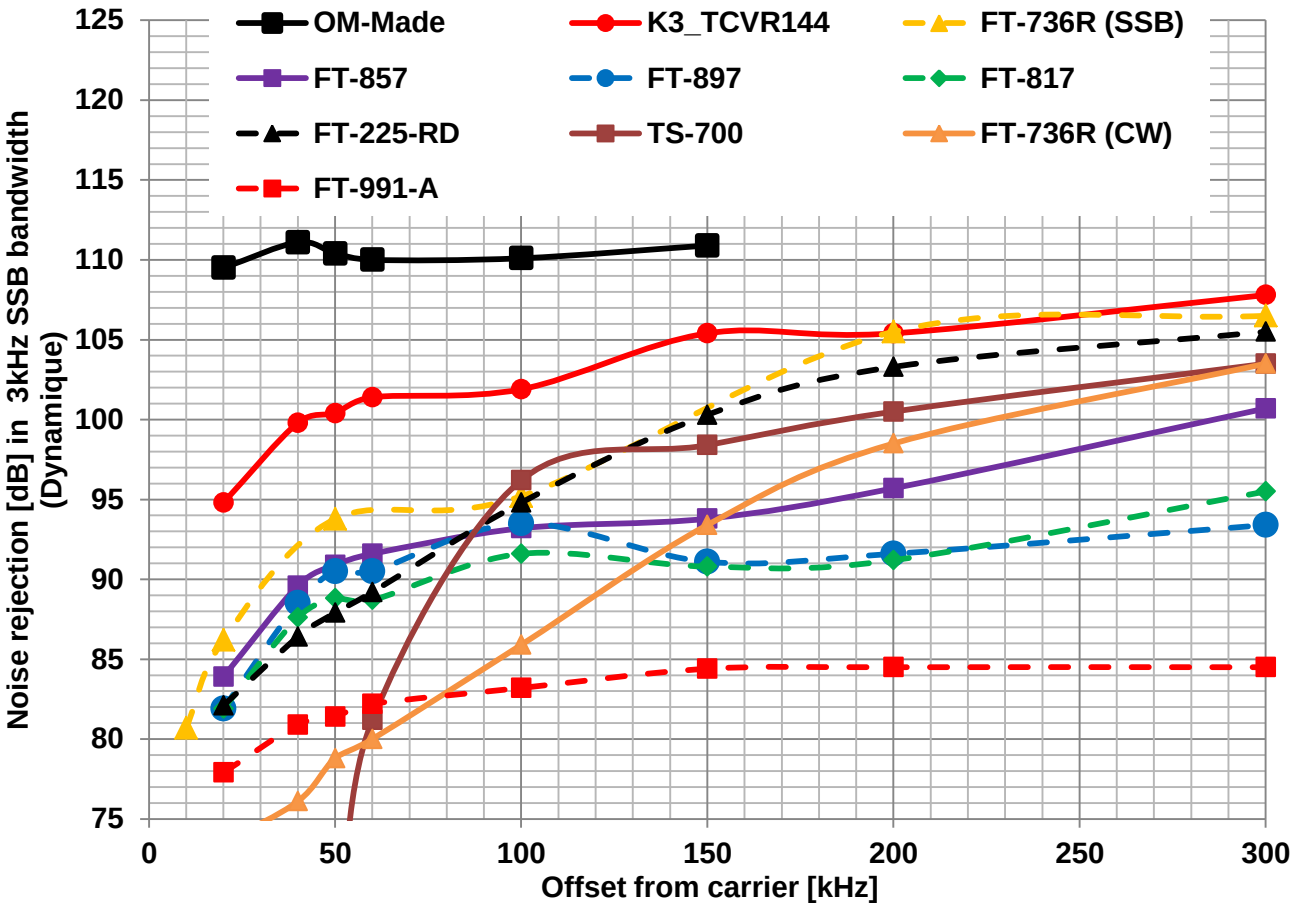


Fig. 16.2 : Dynamique en fonction de l'offset par rapport à la fréquence TX (mode CW)

Aucun des appareils FT-xxx de Kenwood n'atteint une dynamique minimale de 100dB à un offset en fréquence de 100kHz par rapport à la fréquence d'émission.

Le FT-736R a un spectre nettement meilleur en SSB qu'en CW…
Probablement que le signal CW généré à la fréquence IF ne passe pas à travers un filtre céramique, contrairement au signal SSB.

A part le FT-736 (à utiliser SVP en mode SSB, pas en CW), le reste…

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**
IC-7000	-123	-123	dBc
OM-made	-110	-111	
K3-TCVR144	-110	-109	
FT-736-R original	-106	-108	
IC-251-E	-106	-106	
IC-202-S	-104	-105	
TS-700	-102	-106	
IC-7400	-102	-102	
FT-225-RD original	-100	-101	
IC-275	-96	-98	
TS-2000	-97	-97	
FT-857	-97	-96	
FT-817	-94	-94	
KX3-TCVR144	-94	-91	
FT-897	-91	-89	
IC-910	-85	-93	
TS-790E	-87	-87	
FT-991-A	-81	-81	

Les appareils ayant le niveau de bruit de fond le plus bas en mode SSB sont :

- IC-7000 mais seulement sans modulation. Avec modulation son niveau de bruit est autour de -93 … -95dBc (appareil atypique)
- K3+TCVR144MHz
- FT-736-R (mais il a des pics parasites = « oiseaux » tous les 20kHz…)
- IC-251-E
- IC-202-S.

La dynamique des récepteurs

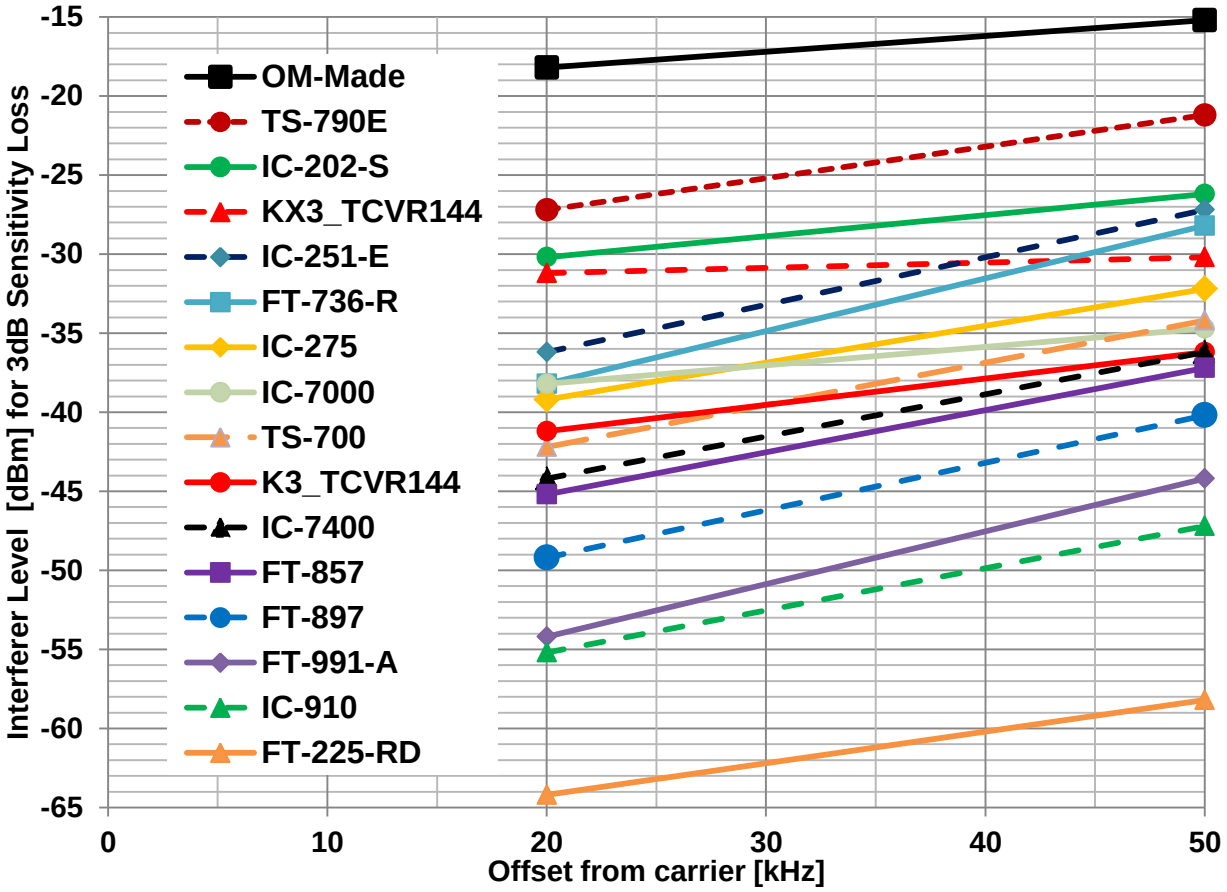


Fig. 16.3 : Immunité aux signaux forts voisins sur la bande

La fig. 16.3 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.

On voit à la fig. 16.3 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 1er pour la bande 144.0 – 144.2MHz et un 2ème 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. 16.3, 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 à -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…

La figure 16.4 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. 16.4 que le K3 et le KX3 ont maintenant des performances quasi identiques.

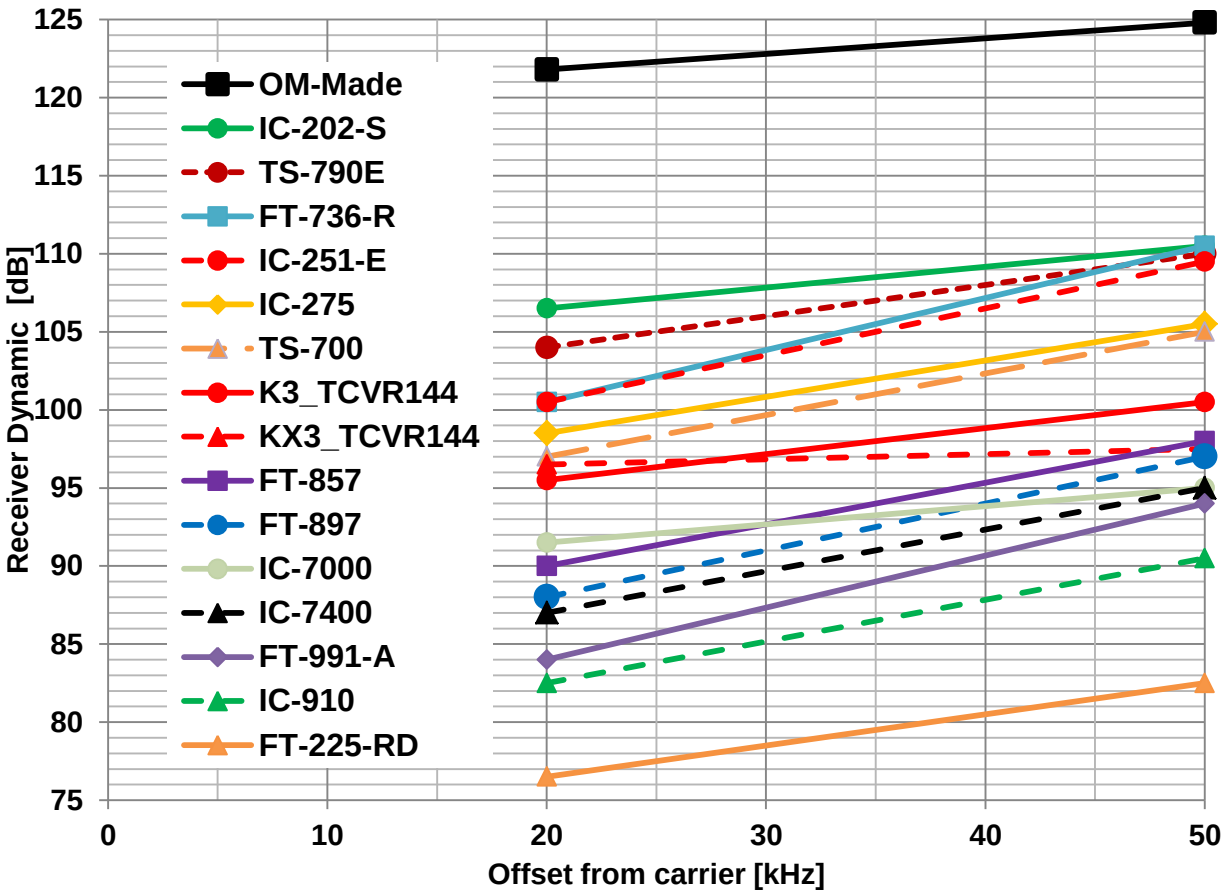


Fig. 16.4 : Dynamique des RX avec bloqueurs à 20kHz et 50kHz de la fréquence

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

Le KX3 et le TS-790^{E} ne sont pas recommandés à cause de leurs spectres « généreux » à l'émission…

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 Δf=50kHz pour 3dB de réduction de sensibilité**	**Dynamique [dB] à Δf=50kHz**
OM-made	Préampli Ga-As	-140	-15	125
	Préampli J-Fet	-132	-5	128
IC-202 S	Standard	-137	-26 (Note 1)	111
TS-790E	Préampli OFF	-131	-21	110
FT-736 R	Standard	-138	-28	110
IC-251-E	Standard	-136	-27	109
IC 275	Attén. OFF	-138	-32	106
TS-700	Standard	-139	-34	105
K3 + TRCVR	Préampli OFF	-137	-36	101
	Préampli ON	-133 (Note 2)	NA	NA
TS-2000	Préamp + ATT ON	-123	-23	100
KX3 + TRCVR	Préampli OFF	-128	-30	98
	Préampli ON	-138	NA	NA
FT-857	Standard	-136	-37	99
FT-897	Standard	-138	-40	98
IC-7000	Préampli OFF	-130	-35	95
IC-7400	Préampli OFF	-131	-36	95
FT-225-RD	Standard	-136	-42	94
FT-991-A	Standard	-138	-44	94
IC-910	Préampli ON	-138	-47	91
	Préampli OFF	-124	NA	NA

Note :

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

Conclusions

La dynamique de la plupart des 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.

En émission, les TX génèrent tous du bruit en-dehors de leur bande d'émission normale et avec des niveaux variables d'un appareil à l'autre. On peut repérer 2 sources de bruits parasites principales :

1. Le VFO génère du bruit autour de sa fréquence, comme tout oscillateur. Ce bruit diminue lorsque l'on s'éloigne de la fréquence centrale, en suivant « normalement » une caractéristique en $1/(\Delta f)^2$, Δf étant l'offset en fréquence par rapport à la fréquence centrale. Tout près de la fréquence, c'est le bruit du VFO qui domine

2. Le bruit thermique généré par la chaîne TX. C'est du bruit « blanc », d'amplitude constante sur toute la bande. Il est généré après le dernier filtre IF de la partie TX. Il 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. C'est le défaut le plus embêtant pour ceux qui opèrent depuis les sommets voisins ; ils essayent de réduire cette perturbation en s'éloignant de la fréquence du gêneur, mais ça ne sert à rien car ce bruit résiduel a une amplitude constante sur toute la bande…

3. On pourrait également citer des erreurs de réglage, comme un niveau d'excitation trop élevé sur le PA, l'utilisation de l'ALC pour régler la fréquence. C'est « la cerise sur le gâteau », mais ce n'est pas le sujet de cette étude.

En réception, c'est le défaut no 1 cité plus haut (le bruit du VFO) qui limite la dynamique, c.-à-d. la faculté de recevoir correctement un signal « DX » de faible amplitude en présence d'un signal (propre !) de forte amplitude sur la bande. En 2ème ligne viennent les effets de saturation de l'entrée du TX par un fort signal.

Cependant, dans tous les RX mesurés, sauf pour l'IC-202, le perturbateur (propre) de forte amplitude provoquait d'abord une augmentation du bruit dans le récepteur, ce bruit diminuant lorsque l'on s'écartait de la fréquence perturbatrice.