

9b SpectrumLab. Fonctions avancées.

V1.0 Sept 14. Par Kurt Ritter he9dyd

Introduction.

Le but est d'amener le signal audio qui sort d'un Rx sur un écran de PC de la façon la plus lisible et détaillé possible, de façon à ce que l'OM assis devant l'écran puisse l'analyser visuellement et ainsi voir de quoi il retourne.

Cela demande un peu de Hardware voir Fig.1, un Software par exemple SpectrumLab, un peu d'expérience, et beaucoup de patience. (6a)

Certains signaux sont détectable directement en AM ou en FM et d'autres doivent être hétérodynés avec un BFO par exemple en mode CW ou SSB et dans ces cas il est important de connaître la fréquence exacte du BFO.

Attention : Le spectre audio ne correspond pas exactement au spectre HF. En transmissions à bande étroite (moins de 25 KHz) on y trouve toutes fois des similitudes qui permettent d'imaginer la forme du spectre HF.

Le Hardware.

Les exemples qui suivent ont été réalisées par l'intermédiaire du dispositif ci-dessous qui était raccordé sur la sortie Line 600Ω d'un récepteur JRC NRD-525 équipé de filtres MF de 0.5 – 1 – 2 et 4 KHz.

Les lignes audio qui entrent et qui sortent du boîtier doivent être torsadées ou blindées.

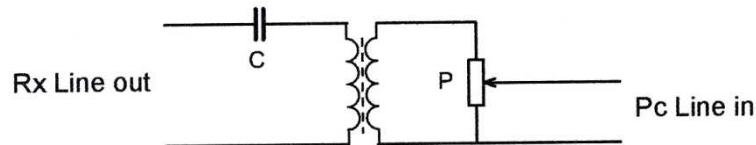


Fig.1 Séparation galvanique entre le Générateur et le PC. Evite les ronflements dus aux boucles de masse.

C Condensateur 1 à 10 μ F100V par exemple Wima MKS4. (Pas indispensable selon la sortie du Rx.)

P Potentiomètre pour ajuster le niveau pour la carte Son. 1K Ω pour Line 600 Ω .

Transfo 1/1 est un Neutrik NTE1 (Distrelec n° 11 11 68 prix 20 CHF).

1 La fonction moyenne. (Average)

Cette fonction est définie par *Internal average (#FFTs)* le nombre introduit définit le nombre de mesures avant l'affichage de la valeur moyenne ainsi calculée. Dans l'exemple ci-dessous j'ai introduit 32 mesures.

Elle joue à peu près le même rôle que le filtre vidéo sur les analyseurs à balayage.

Sans cette définition l'instrument fonctionne en mode Amplitude, (Fig.5) il affiche l'amplitude de chaque Bins a un instant donné ce qui complique l'interprétation du spectre.

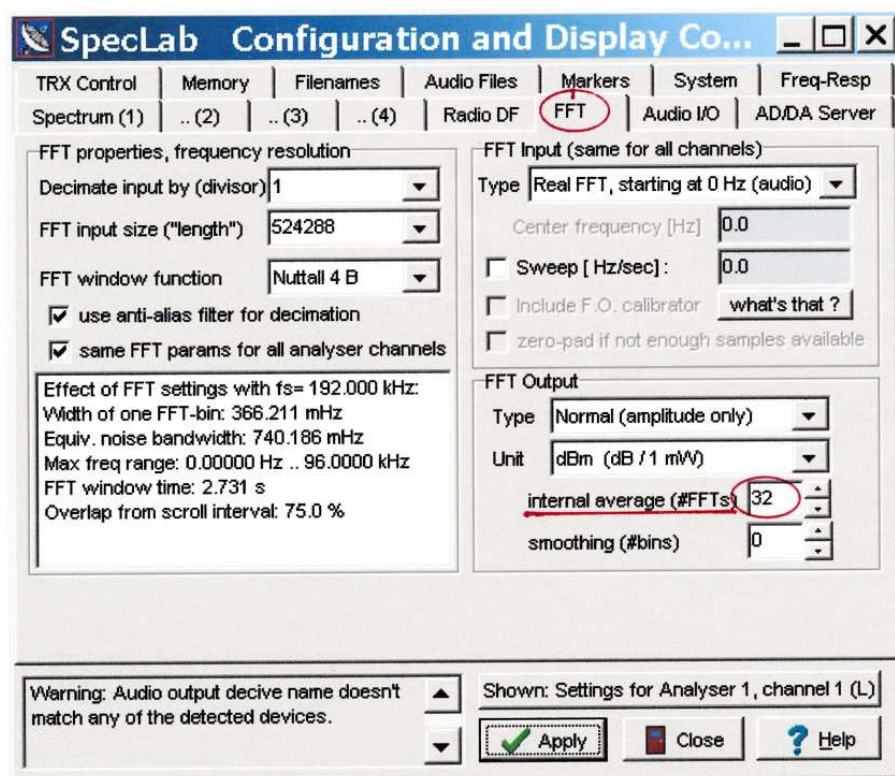


Fig.2 Les settings pour les Fig. 3 et 4.

Comparez les effets des changements de settings des Fig.2, 6 et 9 sur les caractéristiques de l'instrument ; desquels dépend la valeur du filtre de résolution en particulier *Equiv.noise bandwidth* exprimé en milli Hertz qui indique le niveau de détail du spectre qui sera affiché sur l'écran. (Dans l'exemple ci-dessus 0.74 Hz)

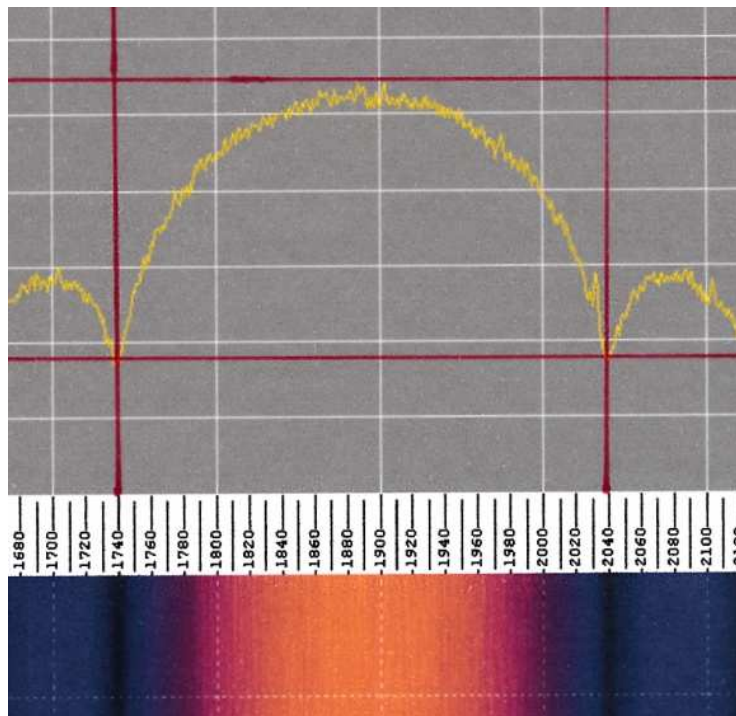


Fig.3 PSK a bande étroite sur VLF BFO 1900 Hz. Mesure Average 32x.

Dans le carré rouge se trouve la partie du spectre qui nous intéresse.

On voit immédiatement que le spectre n'est pas centré sur 1900 Hz qui est la fréquence du BFO.

La différence est de l'ordre de 10 Hz. On peut aussi mesurer sans problème la largeur du spectre à n'importe quel niveau.

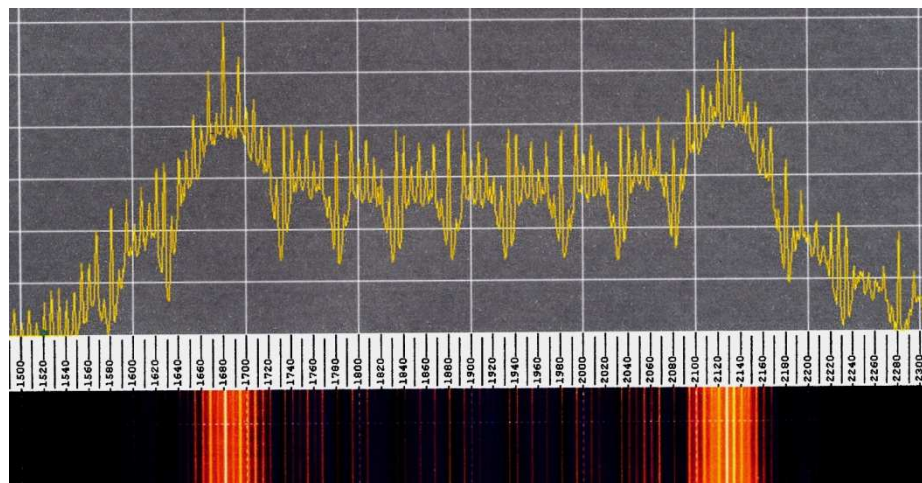


Fig.4 FSK (RTTY) avec un Shift 450 Hz. BFO 1900 Hz. Mesure Average 32x

On voit sur la partie Waterfall que la transition entre les deux fréquences n'est pas très propre.

Les limites de SpectrumLab.

Pour illustrer ce qui suit on va analyser un Signal STANAG 4285 capté sur 7556.5KHz.

Ce mode de transmission est centré sur 1800 Hz avec une bande passante de 3000 Hz il tient donc parfaitement dans le filtre MF de 4 KHz.

J'ai choisi ce mode de transmission pour illustrer cet exposé, parce qu'il est largement utilisé sur les ondes courtes par les forces de l'alliance de l'Atlantique Nord OTAN alias NATO. La France l'utilise aussi pour ses liaisons avec leurs Dom Tom.

Ces émissions sont évidemment cryptées ce qui pose un sérieux problème de décryptage en cas de fading sélectif (7). Pour pallier à ce problème on utilise le principe de l'OFDM (5) qui subdivise la porteuse en une série de sous porteuses HF dont chacune peut être modulée en phase, en amplitude, ou avec un mélange des deux. On retrouve ces sous porteuses dans le spectre audio présenté ci-dessous.

En répartissant le message numérique sur un certain nombre de sous porteuses et le répétant à plusieurs endroits dans le spectre on arrive à une très grande fiabilité de la transmission.

Ce procédé a donné une nouvelle jeunesse aux ondes courtes.

Pour le SWL il n'est évidemment pas question de décrypter ces messages ; mais les liaisons avec les Dom Tom français ont un préambule non crypté que certains softs arrivent à lire.

On trouve bien entendu d'autres modes de transmission numériques qui utilisent le principe OFDM.

Le but du jeu consiste à identifier et de comprendre ces modes de transmissions à défaut de les décrypter.

Les émissions STANAG ne sont pas permanentes mais elles peuvent durer plusieurs heures et subitement s'arrêter.

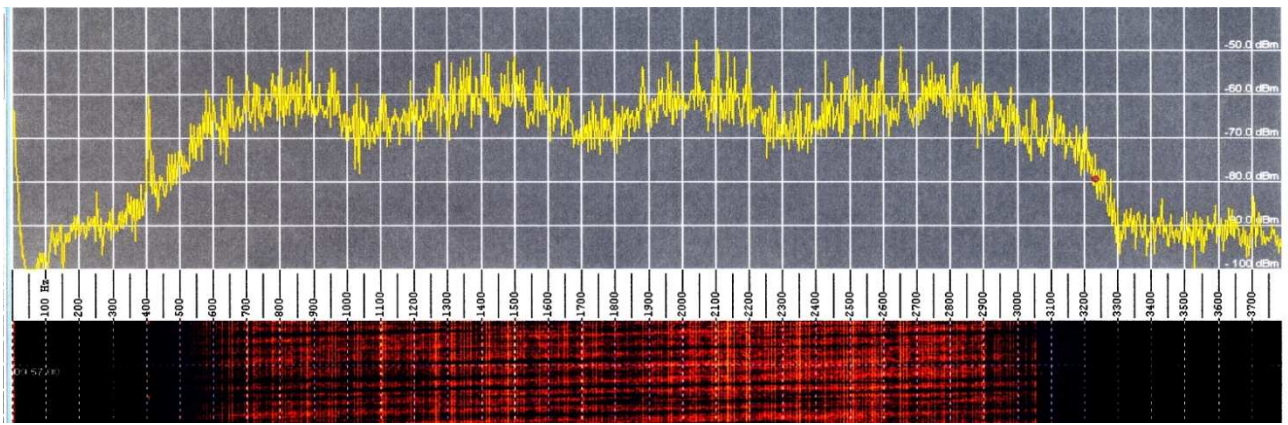


Fig.5 STANAG en mode Amplitude avec les Settings de base. (le spectre change continuellement)

On comprend que l'on ne peut pas mesurer grand-chose sur ce spectrogramme sauf que le niveau du signal varie constamment. Pour mieux comprendre cette modulation il faut « moyenner » l'amplitude du signal en agissant sur les settings *Internal average* et *Decimate input by* pour augmenter la résolution.

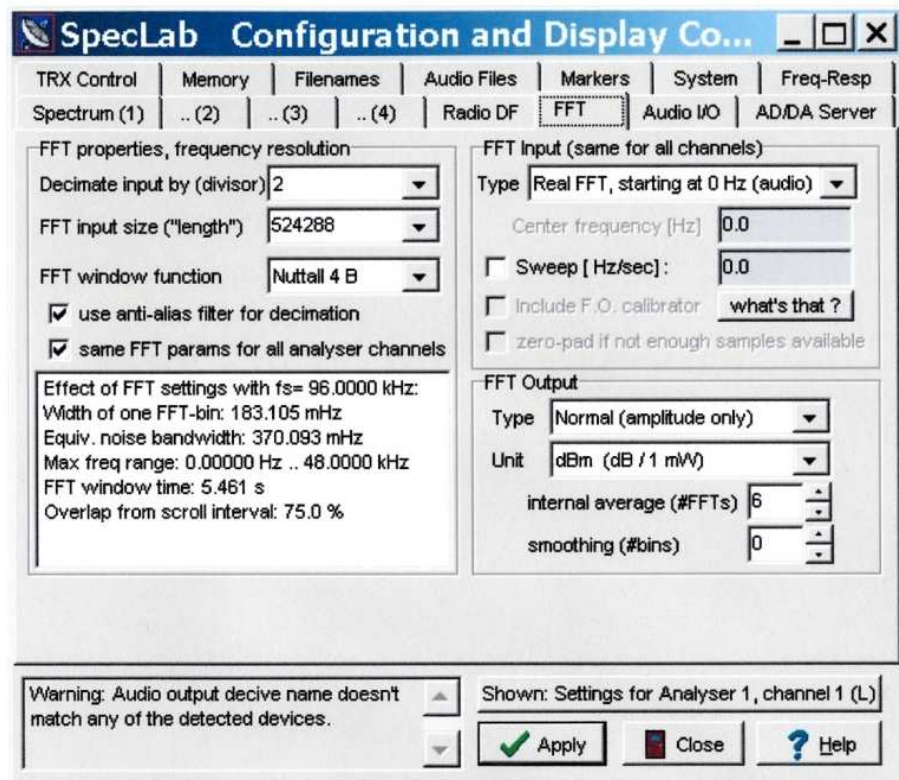


Fig.6 Settings pour les fig. n° 7 et 8

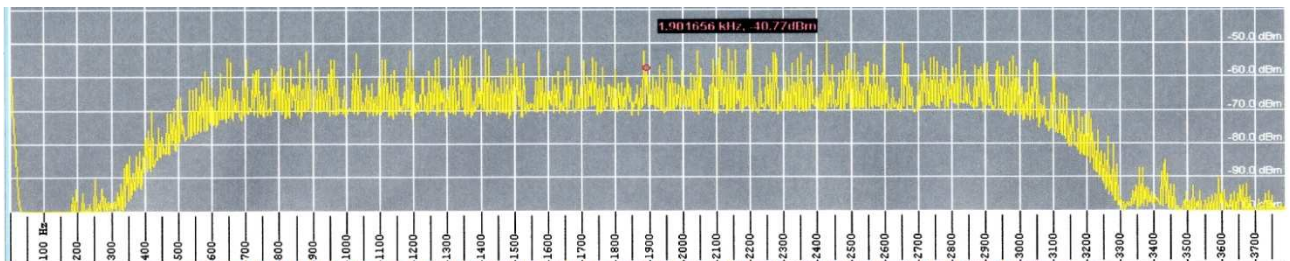


Fig.7 le spectre complet centré sur 1900 Hz. SPAN :3800 Hz

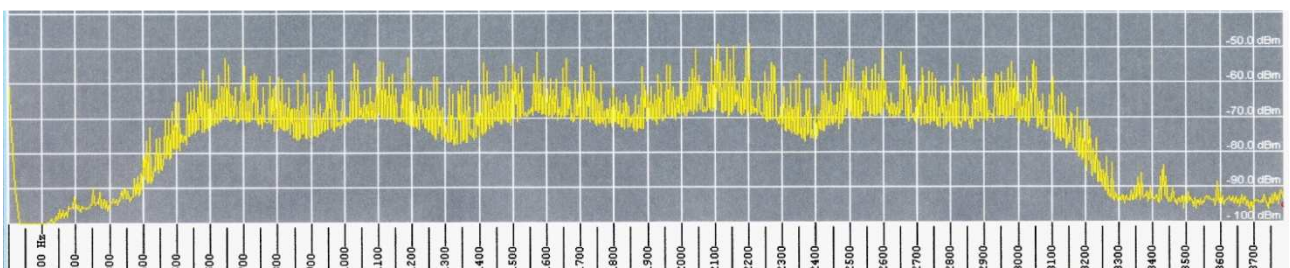


Fig.8 Un exemple de fading sélectif modéré. Centré sur 1900 Hz. SPAN :3800 Hz

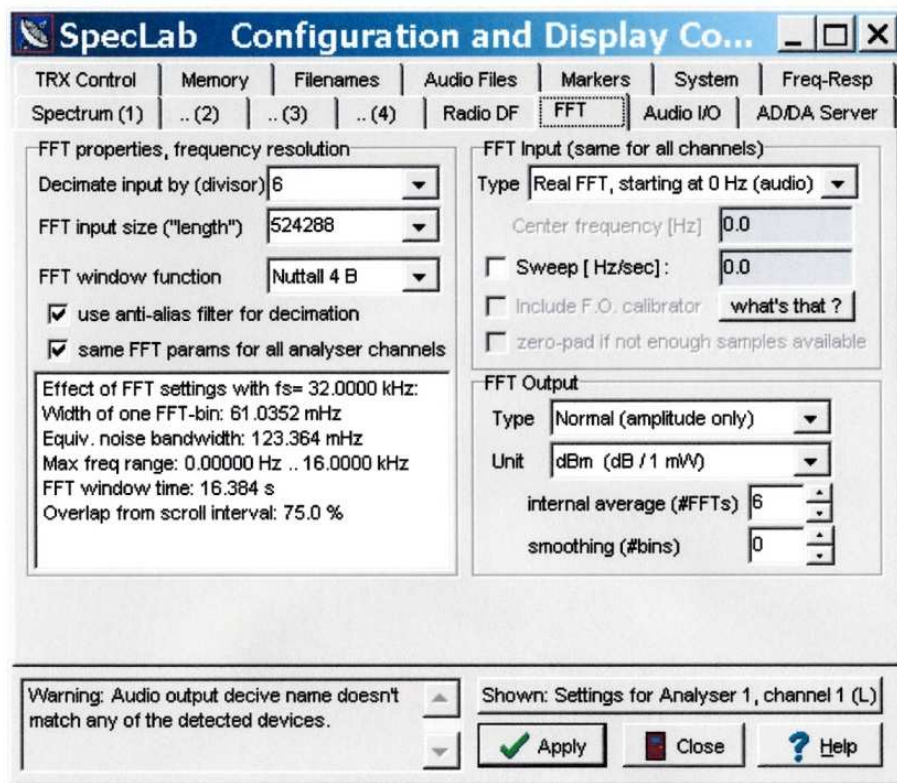


Fig.9 Settings pour les Fig. 10 et 11

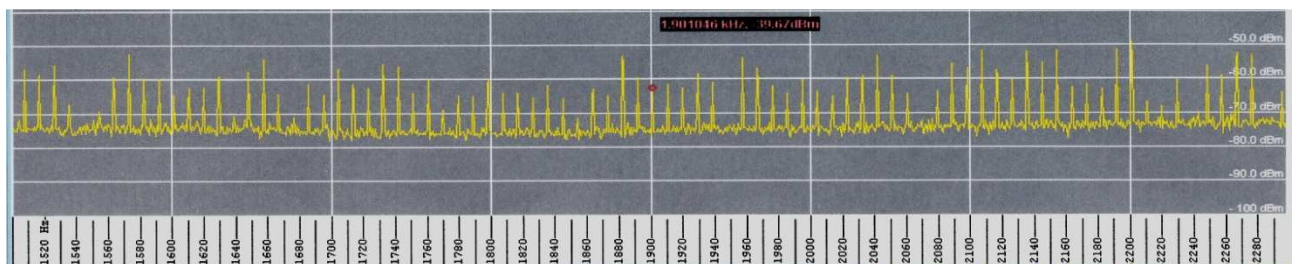


Fig.10 Détail des sous porteuses. Centré sur 1900 Hz. SPAN :800 Hz

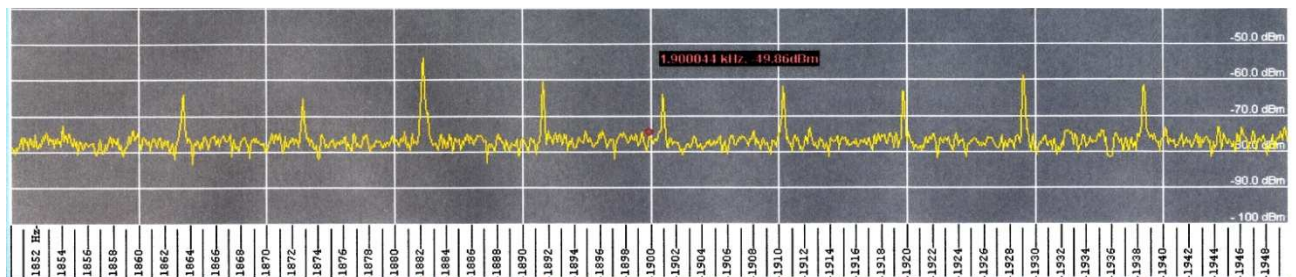


Fig.11 mesure de l'espacement entre les sous porteuses audio. SPAN :100 Hz
Environ 9Hz mesuré avec une résolution de 0.123 Hz.

Conclusions :

En émissions à bande étroite (moins de 25KHz) le spectre audio ne correspond pas exactement au spectre HF mais on y trouve des similitudes qui permettent d'identifier le signal.

En bande large (plus de 25 KHz) le spectre Audio et le spectre HF n'ont plus aucune similitude, on devra de ce fait faire une analyse HF pour déterminer les modes de transmission.

SpectrumLab permet d'identifier les émissions numériques en analysant les signaux au niveau audio.

Des mesures comparatives avec un analyseur FFT audio Picoscope 4262, ont démontré que SpectrumLab est un instrument étonnamment précis qui délivre des spectres bien lisibles et faciles à interpréter.

On remarque aussi que plus on augmente la résolution plus il faut du temps à l'instrument pour faire le travail ; il en est de même avec le Picoscope.

Le temps d'acquisition affiché *FFT Windows time* est beaucoup moins long sur mon PC que ce qui est mentionné dans la fenêtre. (Environ 4x)

(5) Voir : OFDM et OFDMA du même auteur.

(6a) Voir : Les analyseurs de spectre low cost en 2014 du même auteur.

(7) Voir : le Fading sélectif du même auteur.

Contact : ritterk@bluewin.ch