

LE SDR (radio logicielle)



Mais c'est très simple

F5ULS

jacques.espiau@gmail.com

5/2012

TABLE DES MATIERES

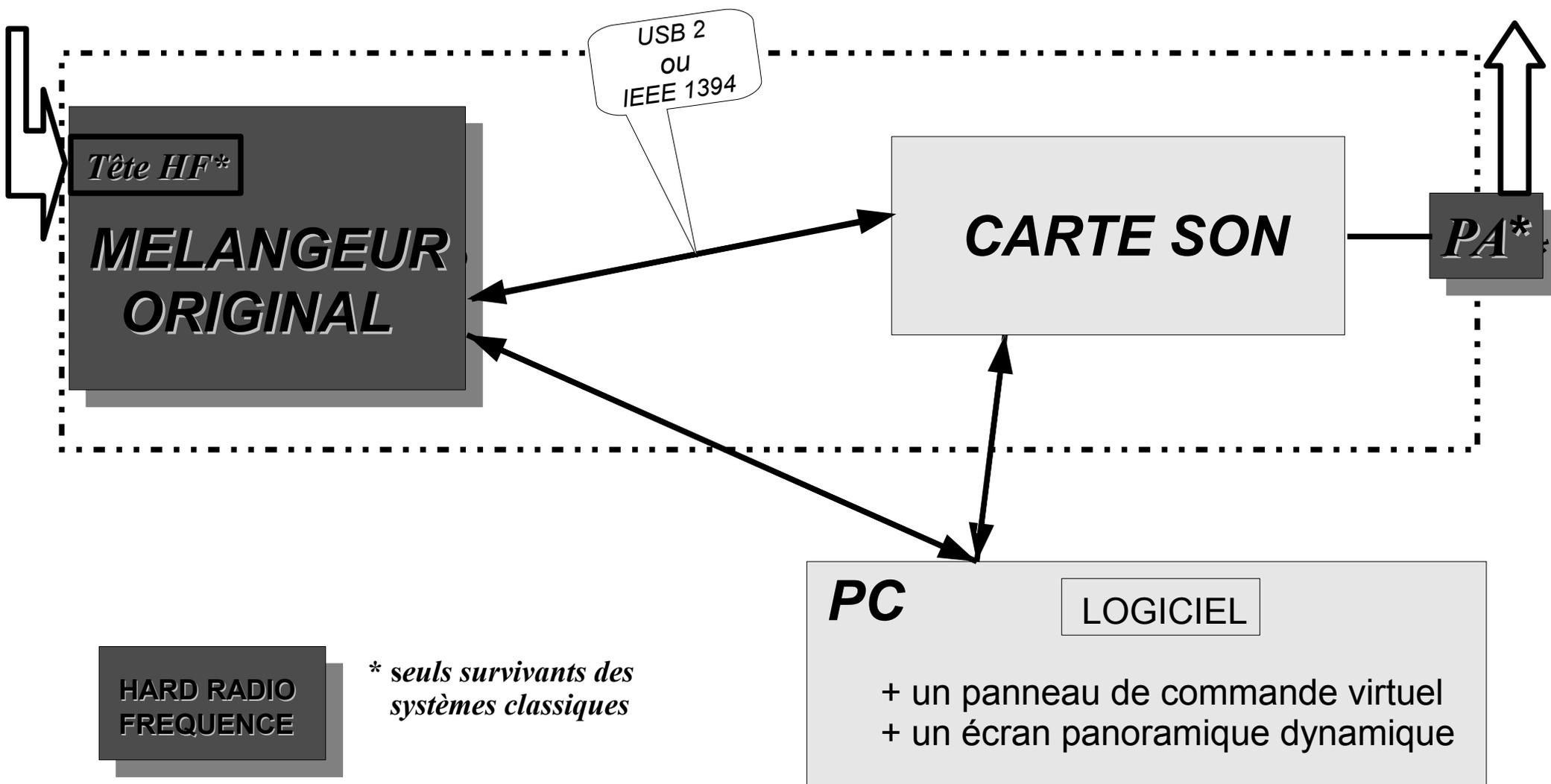
<i>Les quatre composants d'un SDR</i>	<i>03</i>
<i>Architecture.....</i>	<i>04</i>
<i>I) Le mélangeur.....</i>	<i>06</i>
<i>II) La carte son.....</i>	<i>09</i>
<i>III) Le PC.....</i>	<i>10</i>
<i>IV) Le logiciel.....</i>	<i>16</i>
<i>Ce que l'on remarque immédiatement.....</i>	<i>18</i>
<i>Avant de mettre sous tension un SDR.....</i>	<i>27</i>
<i>Produits industriels disponibles sur le marché.....</i>	<i>29</i>
<i>Bibliographie.....</i>	<i>30</i>
<i>Annexe: RADIO-REF : "le SDR pour tous"</i>	

Les quatre composants d'un SDR

- I) *un mélangeur / détecteur quadratique par échantillonnage à conversion directe.***
- II) *une carte son.***
- III) *un PC.***
- IV) *un logiciel.***

Architecture (1/2)

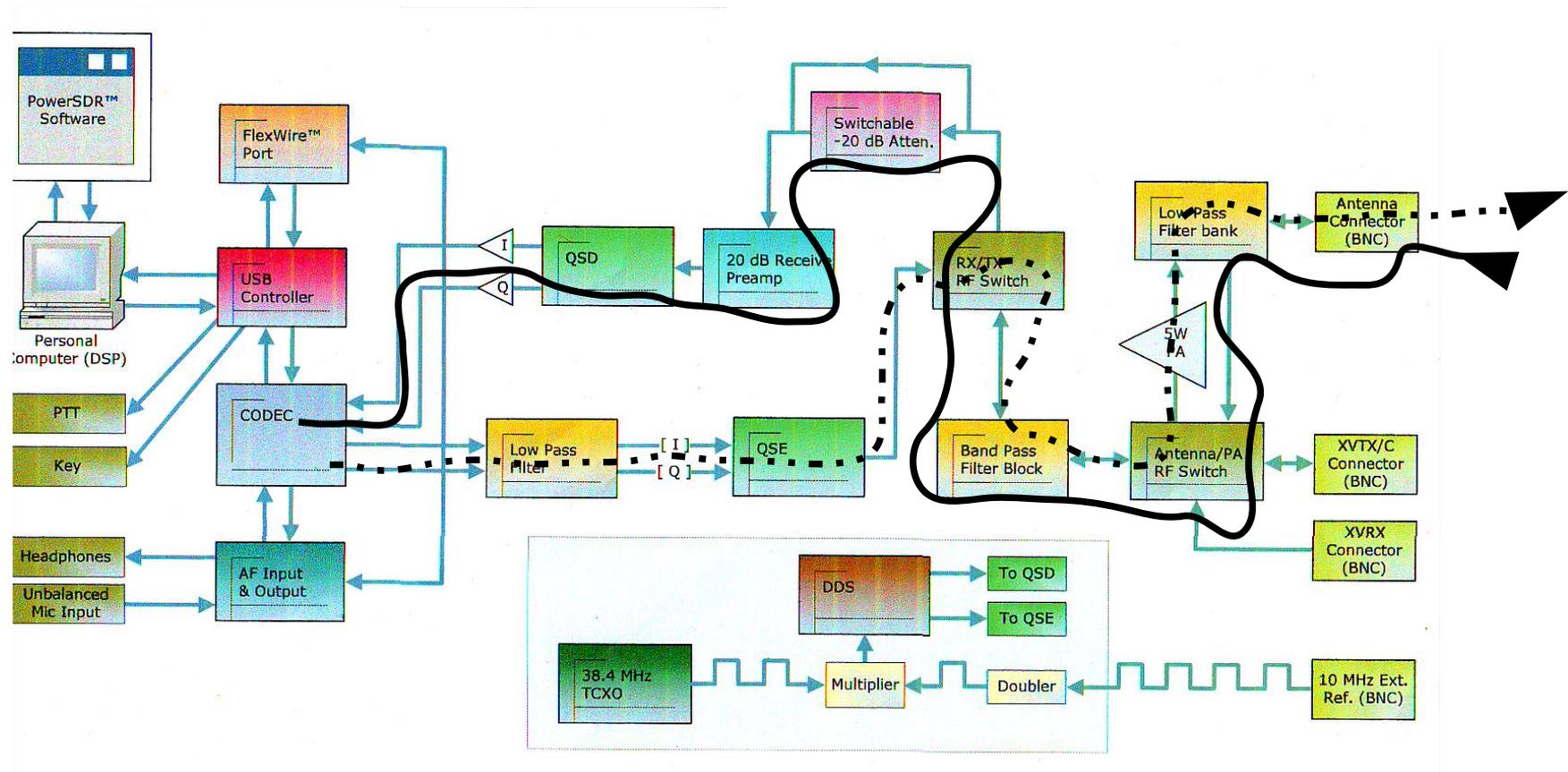
La chaîne d'émission n'est pas détaillée ici : l'innovation c'est la réception



Architecture (2/2)

Flex-1500

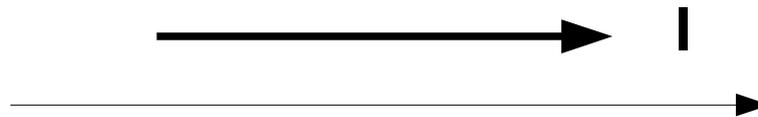
Circuit d'émission - - - - - Circuit de réception _____



Les signaux I et Q sont produit pour la réception et pour l'émission

I) Le mélangeur (1/3)

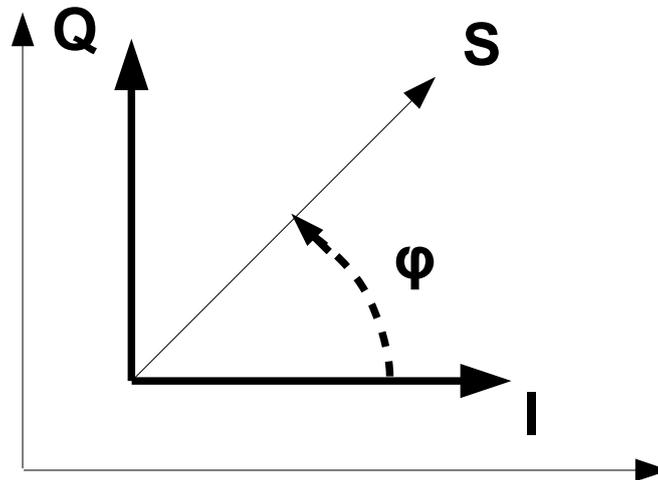
- ▶ *A l'instant T , le mélangeur / détecteur **classique** extrait un seul signal: une amplitude en phase.*



On est obligé de construire un système de démodulation spécifique par modulation. C'est lourd et rigide

I) Le mélangeur (2/3)

- ▶ A l'instant T , le mélangeur / détecteur **quadratique** extrait deux signaux :
 - l'un en phase (I) [*In phase*].
 - l'autre déphasé de 90° (Q [*Quadrature*]).
- ▶ Le signal (S) est l'information nécessaire et suffisante pour caractériser n'importe quelle modulation.

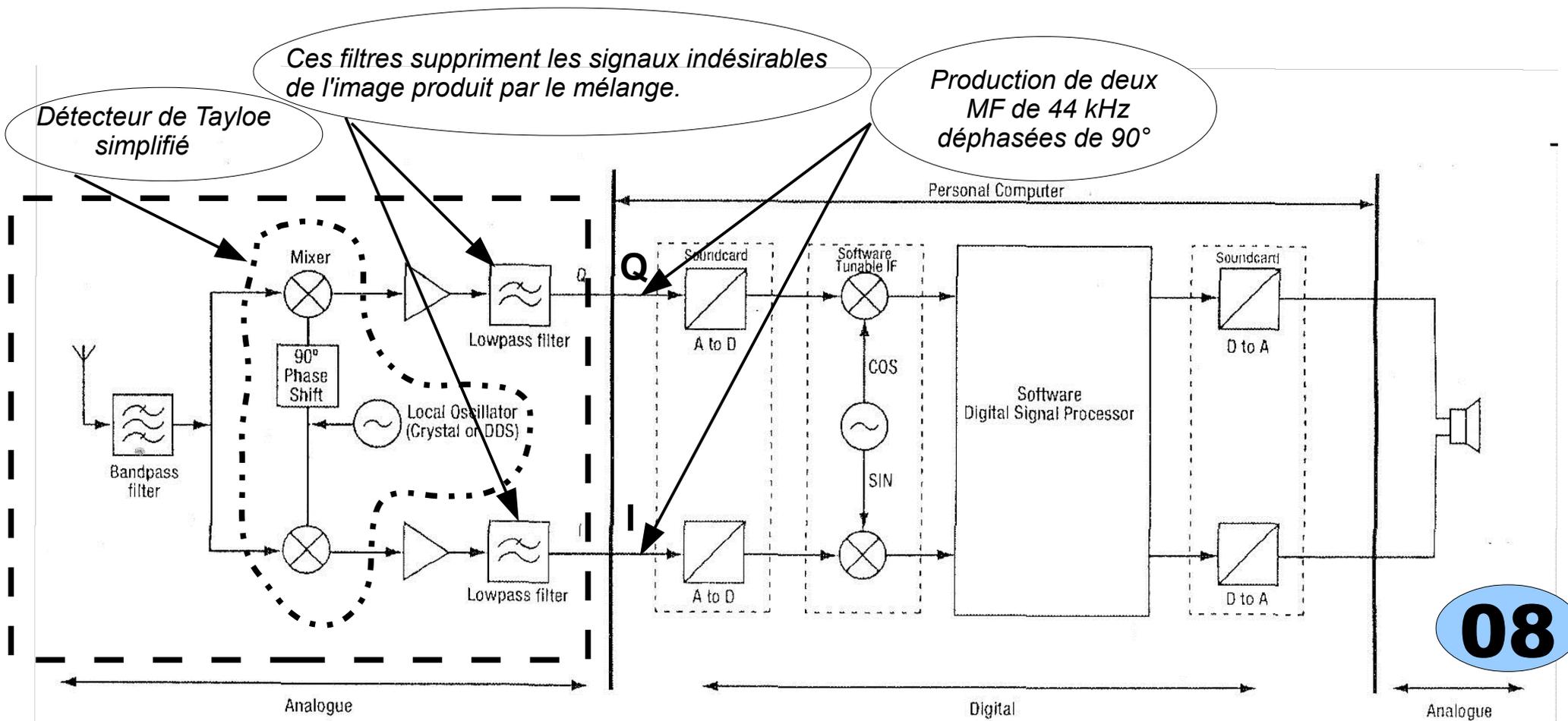


un seul système pour n'importe quelle modulation

Le mélangeur (3/3)

- ▶ Le détecteur de Tayloe (N7VE) réalise simultanément quatre fonctions sur les chaînes **I** et **Q** :
 - échantillonneur.
 - mélangeur.
 - détecteur d'amplitude.
 - détecteur de phase.
- ▶ C'est un détecteur de produit, en fait un convertisseur de fréquence.

Voir l'article ci-joint de RADIO-REF



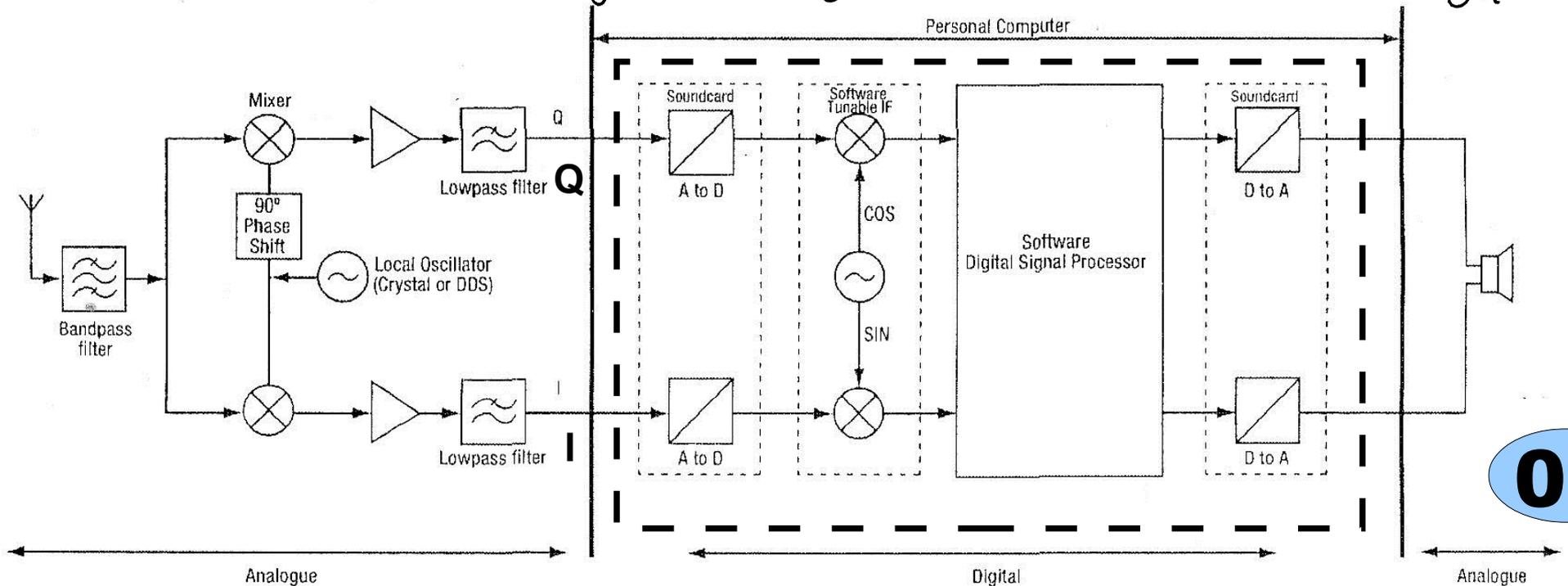
II) La carte son

Elle réalise un filtrage numérique optimum.

Elle sera physiquement soit :

- solidaire du mélangeur.
- celle du PC.

On injecte deux signaux I et Q de 44 kHz (loi de Nyquist)



III) Le PC (1/6)

SOURIS

Panneau de commande virtuel

LOGICIEL

FlexRadio Systems™ PowerSDR™ v2.2.3 FLEX-1500: 5110-1098

Setup Memory Wave Equalizer XVTRs CWX Mixer Antenna FlexControl ESC Report Bug About

START

VFO A: 14,148 394
20M CW TX

VFO Sync Tune Step: 1Hz
VFO Lock 7.000000 Save Restore

VFO B: 14,162 595
TX: 20M Extra SSB

RX1 Meter TX Meter
Sig Avg Fwd Pwr
-99 dBm

MON TUN
MOX
MUT

AF: 0
AGC-T: 40
Drive: 100
AGC Preamp
Fast 0

SQL: -138

RX: PA
TX: PA

Pan: Center Zoom: 0.5x 1x 2x 4x

SPLT A > B
0 Beat A < B
IF->V A < B
XIT 0 RIT 0
0 0
CPU %: 31.5

NR ANF Panadapter
NB NB2 AVG Peak
SR BIN TNF +TNF

Mic 10
DX 3
CPDR 2
DEXP -40

Transmit Profile
Default
Show TX Filter on Display
RX EQ TX EQ
VAC

160 80 60
40 30 20
17 15 12
10 6
VHF+ WWV GEN

LSB USB DSB
CWL CWU FM
AM SAM SPEC
DIGL DIGU DRM

5.0k 4.4k 3.8k
3.3k 2.9k 2.7k
2.4k 2.1k 1.8k
1.0k Var 1 Var 2
Low 150 High 2850
Width:
Shift:

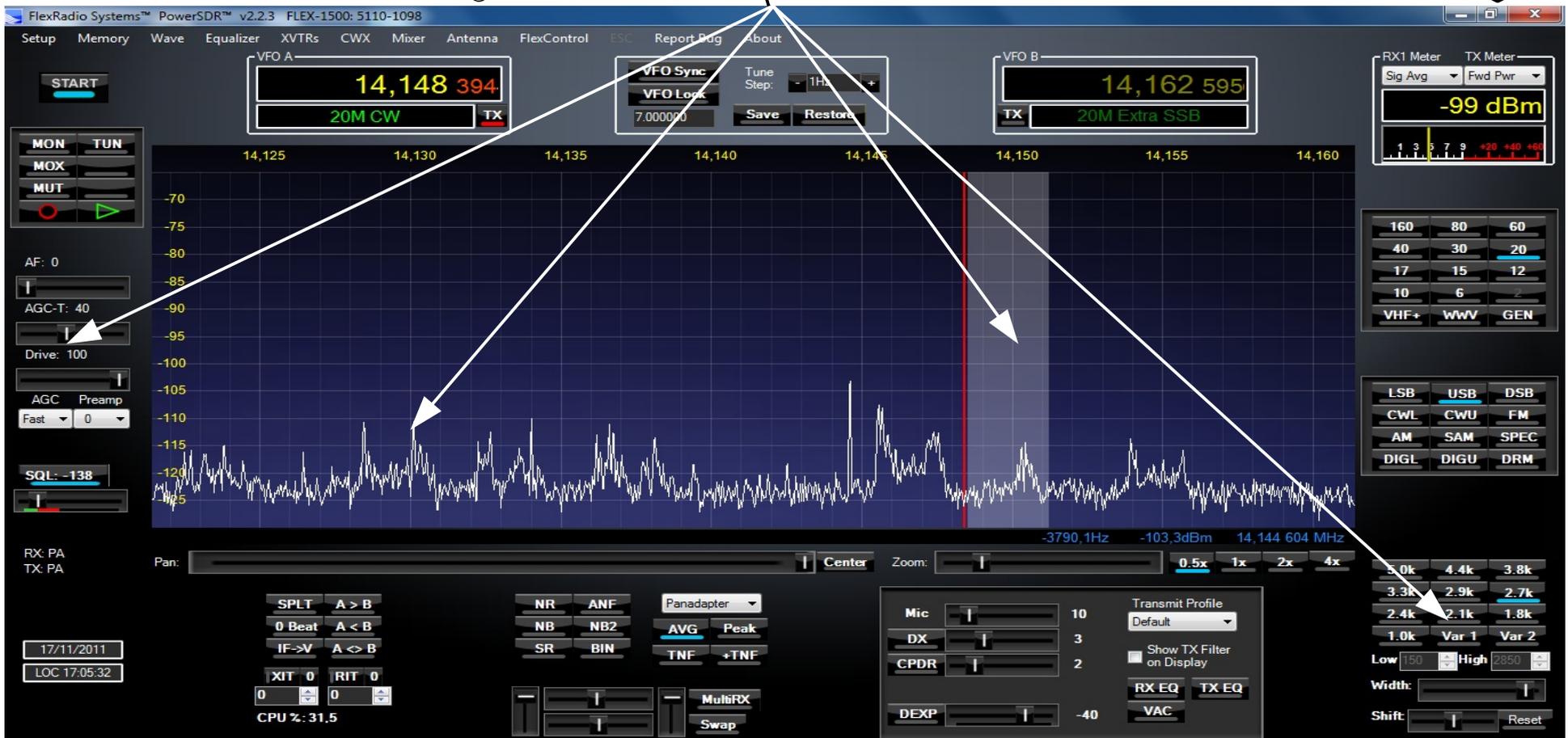
III) Le PC (2/6)

SOURIS

Panneau de commande virtuel + un écran panoramique dynamique

LOGICIEL

FGANF utilise un écran tactile liyama

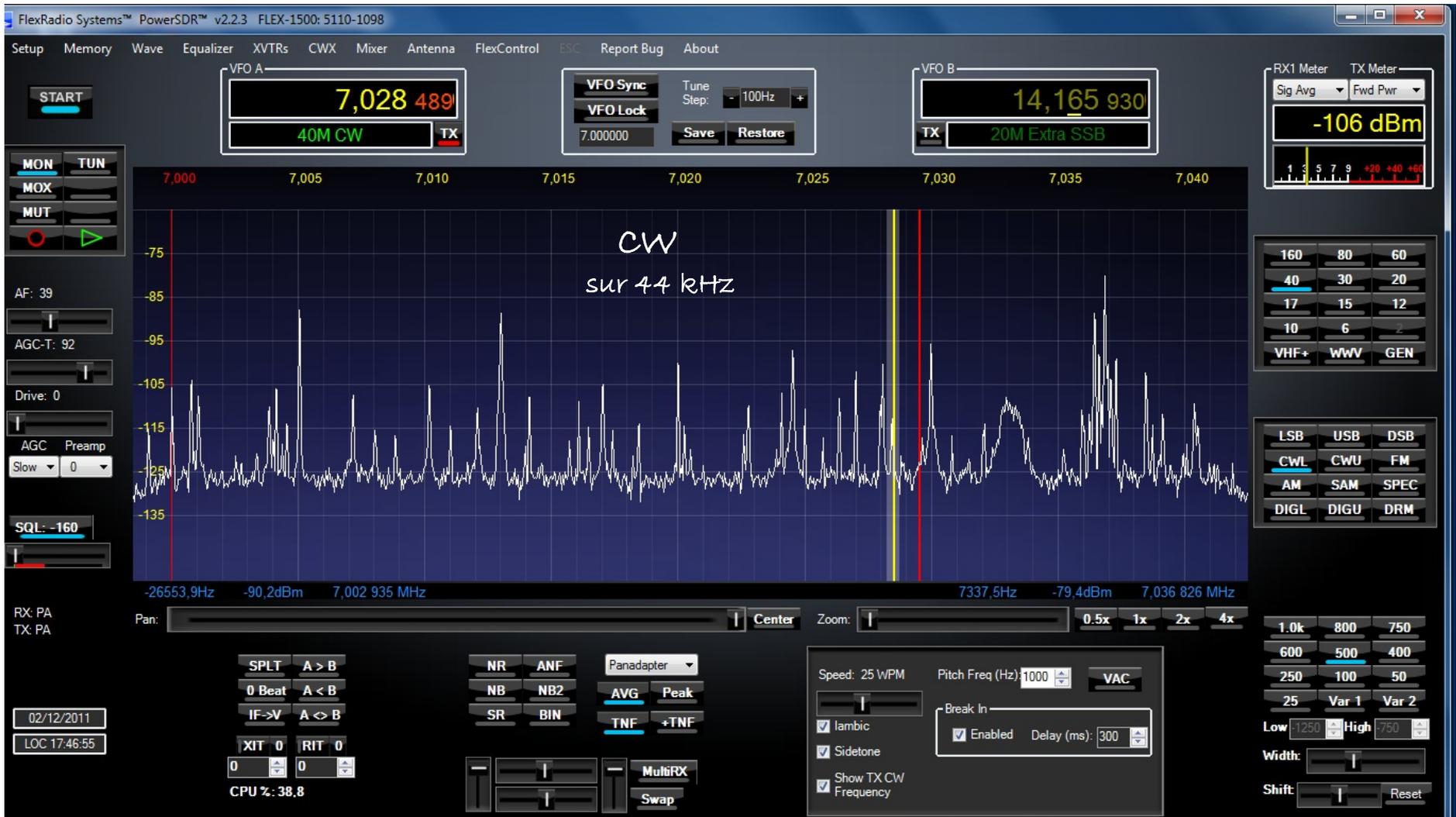


Le principe de l'écran panoramique à été utilisé sur l'Hallicrafters S-35, le Yaesu YO-901 et le Kenwood SM-220. Il équipe aujourd'hui le modèle P3 d'Elecraft, mais en restant toujours passif

III) Le PC (3/6)



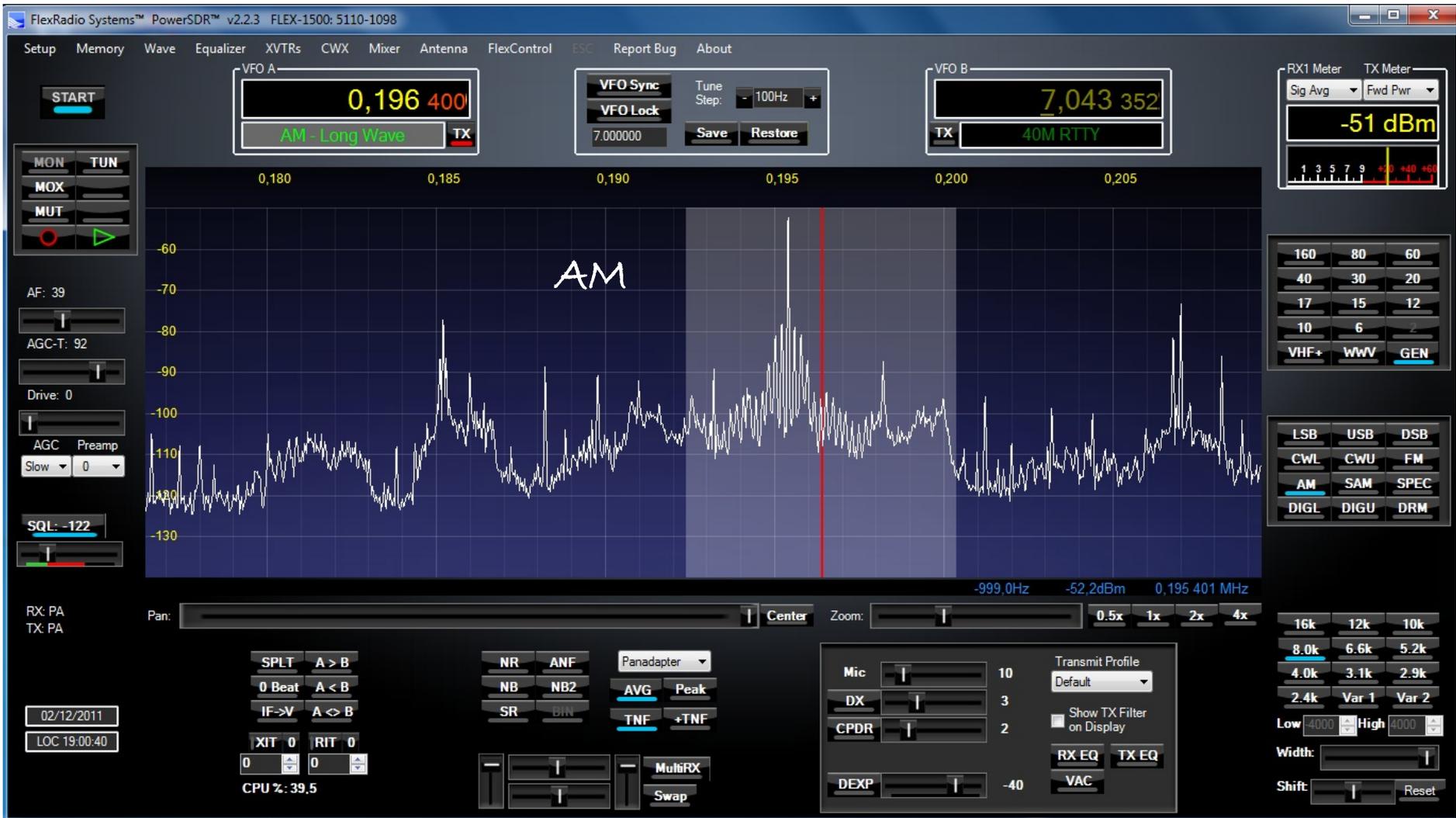
III) Le PC (4/6)



III) Le PC (5/6)

The screenshot displays the FlexRadio Systems PowerSDR v2.2.3 interface for a FLEX-1500 radio. The main window shows a spectrum plot with a CW signal at 7,032,078 MHz. A yellow shaded region highlights the signal, and a green box indicates an "RF Tracking Notch" at 7,032,016 MHz, 50 Hz wide. Handwritten text "zoom CW + notch + pitch" is present over the plot. The interface includes various control panels: VFO A (7,032,078 MHz, 40M CW TX), VFO B (7,043,352 MHz, 40M RTTY TX), RX1 Meter (-104 dBm), and a mode selection panel (LSB, USB, DSB, CWL, CWU, FM, AM, SAM, SPEC, DIGL, DIGU, DRM). The bottom panel shows settings for Speed (25 WPM), Pitch Freq (1000 Hz), and Break In (Enabled, 300 ms delay). The CPU usage is 40.5%.

III) Le PC (6/6)



IV) Le logiciel (1/2)

- ▶ Toutes les modulations peuvent être modélisées mathématiquement, donc elles sont manipulables par logiciel.
- ▶ **C'est 99 % de la puissance de traitement du SDR.**
- ▶ **C'est en fait le cœur du système.**

IV) Le logiciel (2/2)

- ▶ Il gère les filtrages + les modulations + le panneau de commande virtuel + l'écran panoramique.
- ▶ Logiciels disponibles :
 - PowerSDR pour les produits FlexRadio.
 - Winrad et HD SDR pour les autres produits.
- ▶ Ils sont gratuits et compatibles avec Windows XP / 7.

Ce que l'on remarque immédiatement (1/9)

**Sélectivité et réduction du bruit par rapport
aux double et triple étages classiques (1/5)**

► ***Un seul étage HF performant:***

- ***les bruits de phase et de distorsion sont divisés par deux à trois.***
- ***la fréquence image est éliminée.***
- ***moins de 1 dB de perte de conversion contre 6-7 dB dans les mélangeurs classiques.***
- ***90 % des trajets radiofréquences sont numériques.***

Ce que l'on remarque immédiatement (2/9)

Sélectivité et réduction du bruit par rapport aux double et triple étages classiques (2/5)

- ▶ **Filtrage numérique : le facteur de forme des filtres est inférieur à 1,2.**
- ▶ **Aucun pompage (son de cloches) sur les filtres et l'AGC grâce à la qualité des convertisseurs A/D et D/A.**

Le DSP des récepteurs classiques sont peu efficace à cause des convertisseurs Digital /analogique et analogique / digital peu performants

Ce que l'on remarque immédiatement (3/9)

Sélectivité et réduction du bruit par rapport aux double et triple étages classiques (3/5)

- ▶ *Compte tenu de la puissance du filtrage numérique, l'intermodulation dépend moins de la tête HF et des filtres additifs (roofing).*

L'intermodulation n'est plus un critère pertinent avec le SDR

- ▶ *Le SDR ne comporte aucun circuit oscillant: il est donc apériodique. Il sera moins sensible au QRN (F3LW).*

Pas de production d'onde amortie

Ce que l'on remarque immédiatement (4/9)

Sélectivité et réduction du bruit par rapport aux double et triple étages classiques (4/5)

- ▶ *L'AGC, les Notch et la souplesse des filtres améliorent le traitement de la phonie dans le bruit et dans les "pile-up".*
- ▶ ***On extrait des signaux CW noyés dans le bruit avec un grand confort audio.***

Ce que l'on remarque immédiatement (5/9)

Sélectivité et réduction du bruit par rapport aux double et triple étages classiques (5/5)

- ▶ **On peut activer les préamplificateurs sans dégrader le rapport signal / bruit, à l'inverse des récepteurs classiques. En fait la qualité du filtrage masque l'augmentation du bruit.**

utile pour les faibles signaux dans les bandes basses

- ▶ *La puissance de filtrage est telle que l'on revalorise des antennes typiquement bruyantes (verticales) même sur les bandes basses.*

Ce que l'on remarque immédiatement (6/9)

Simplicité d'utilisation

- ▶ ***On dispose d'une vue panoramique du trafic sur une largeur de 44 à 96, voire 192 kHz selon la carte son.***
- ▶ ***On maîtrise le trafic que l'on voit et en temps réel.***
- ▶ ***Tout se pilote avec une souris.*** *Plus de bouton*
- ▶ ***L'accès fonctionnel est direct : les menus ne sont plus empilés ou circulaires.***

Ce que l'on remarque immédiatement (7/9)

Fiabilité et coût

- ▶ ***La quantité de composants est divisé par 4 à 5, donc la fiabilité augmente.***

La fiabilité est inversement proportionnelle au nombre d'éléments

- ▶ ***Par construction il n'existe aucun réglage.***
- ▶ ***Le prix de vente est divisée par 2 à 3.***

Ce que l'on remarque immédiatement (8/9)

Potentiels d'évolutions importants (1/2)

- ▶ *C'est un système évolutif. Les mises à jour logicielles (Firmware) produiront:*
 - *des améliorations et des créations fonctionnelles.*
 - *des modulations et des démodulations futures.*

Le software pilote tout

Ce que l'on remarque immédiatement (9/9)

Potentiels d'évolutions importants (2/2)

- ▶ *Ouvertures vers des univers oubliés :*
 - ***l'AGC est complètement paramétrable:
il dispose de cinq réglages.***
 - *cinq Notch sont mobiles et de largeurs variables.*

Avant de mettre sous tension un SDR (1/2)

Ici la radio est au service de l'informatique

On entre dans l'univers informatique, c'est à dire des protocoles

Lire entièrement le manuel d'utilisation

Ce n'est pas un produit " Plug and Play "

- ▶ *pour éviter les absurdités.*
- ▶ *pour optimiser les réglages.*

Avant de mettre sous tension un SDR (2/2)

Raisonner "radio logicielle"

- ▶ *oublier les boutons.*
- ▶ *la raideur des filtres (le facteur de forme) est fonction de la taille de la mémoire tampon.*
- ▶ *le taux d'échantillonnage :*
 - *influence la qualité audio.*
 - *sera donc spécifique à chaque modulation.*

Produits industriels

disponibles sur le marché

Les autres produits sont au stade de prototype ou de diffusion artisanale

- ▶ **Kanga**: récepteur en kit CMS, 80 m (\approx 20 €, Kanga, GB).
- ▶ **Genesis G11**: TX en semi kit + réglages, 10 W, \leq 6 m, toutes modulations (\approx \$300 €, Genesisradio, USA).
- ▶ **PMSDR** : récepteur déca, en semi kit, (\approx 250 €, RFHAM, F6OZF, Bordeaux).
- ▶ **Perseus**: récepteur 10 kHz - 30 MHz, conçu pour le "broadcast" (\approx 825 €, RFHAM).
- ▶ **FlexRadio (RFHAM)** :
 - **1500** : TX \leq 6 m, 5 W, toutes modulations (\approx 650 €).
 - **3000** : TX \leq 6 m, 100 W, ATU, toutes modulations (\approx 1700 €).
 - **5000** : idem + double récepteur, permet de travailler en diversité (\approx 3500 €).

Bibliographie

Documents clairs, pédagogiques et opérationnels

- ▶ ***Ci-joint, "SDR pour tous", par le fondateur de FlexRadio (AC5OG) et très bien traduit par F6AUE (RADIO-REF Décembre 2005).***

- ▶ *La suite, en anglais, pour approfondir : " SDR for the Masses".*
 - QEX Septembre 2002.
 - QEX Novembre 2002.
 - QEX Mars 2003.

- ▶ *Le brevet de Dan Tayloe N° 6,230,000, B1 (© MOTOROLA).*

- ▶ *"Un récepteur SDR pour le 137 kHz", sur le site de F1AFJ (2005).*

- ▶ *"144 to 28MHz receiver converter" , RADCOM 03/2010 (revue du RSGB).*

- ▶ *Sur le site de FlexRadio voir en particulier "FlexRadio FAQs" : une énorme compilation de questions / réponses.*

Je tiens les cinq derniers documents à votre disposition