# Le « squelch »

F5BEZ V1.4 2022

Une des traductions littérales est 'étouffer' et en technique '**silencieux**'
Notes pour la notion de squelch vhf / uhf **nbfm** sur un **Rx** fixe ou mobile.
Notes pour application sur un **relais** avec en exemple le 'R3' mono-antenne Rx Tx

## Pour un Rx

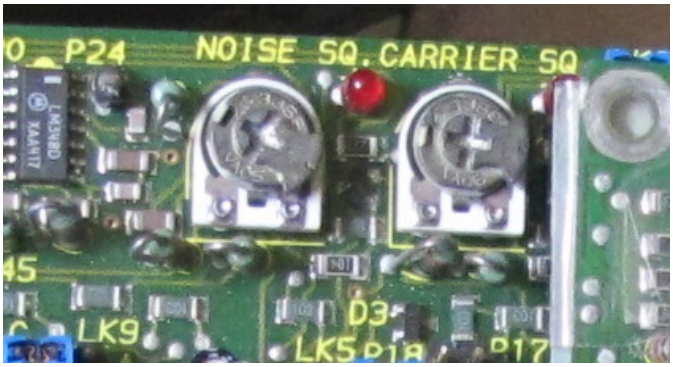
Rx de station, de mobile, pocket, aprs, etc ou la partie Rx relais prise seule
en labo au générateur **par câble** ( donc pas par l'antenne )

**Mesures 1** squelch 'ouvert' de base le **squelch de bruit** ( noise ) à la sortie F.I. discriminateur, avec le 'souffle' caractéristique qui est la somme des 'bruits' de la Rx . Noter le **seuil** limite pour un signal nbfm de déviation D +- 2,7kcs avec une tonalité ( tone ) de 1 khz et pour un signal audio notable ( subjectif ) ou au scope ou A.S., **mesuré** 10 à 12dB SINAD **signal sur bruit.**
Un bon récepteur donne **S4 -123dBm** pour une audio assez audible au bruit.

**Mesures 2** **ajuster** le squelch façade pour juste '**couper**' le bruit, remonter le niveau au géné pour 'ouvrir' . Noter aussi **l'hystérésis** et le **délai** c'est-à-dire rabaisser lentement au géné pour retrouver la coupure et observer la '**latence**'. Un bon squelch de bruit a un hystérésis faible mais au prix d'un délai de 1 à 2 sec environ. C'est le **coup de 'souffle'** à la coupure tx du correspondant…
Si le niveau de squelch est haut, inversement on a une sensibilité apparente diminuée, un hystérésis plus large mais avec un passage audio à silence immédiat.

En labo toujours même manip pour le **niveau** ( level ) ou **'S'** strengh ( force )
La plupart des puces FI ont une **sortie DC** proportionnelle au signal ( RSSI )..
Entre la limite au bruit (S1-S2 **CW** ) et le début du point de saturation (S9 +40) où ce DC ne monte plus. Ce signal DC est utilisé pour le **S-mètre**. La dynamique ( l'étendue ) et la **linéarité** dépendent de la qualité du chip FI. et des circuits 'log'.
Courbe DC vs level ( niveau ) Elle est calibrée sur un A.S. et évaluée en dBm..
Ce signal normalement peu intégré, a peu de délai sur les variations de niveau.

NB dans certains cas le squelch de bruit ( noise ) est désactivé au profit d'un squelch de niveau ' ( level, carrier ) Le ' seuil ' est réglé pour une liaison fixe connue 'confortable' au dessus du bruit, dans ce cas l'hystérésis est très faible et les passages rx tx très rapides sans bruits des commutations.




2 types de **sq**uelch

**Mesures 3** recommençons ces manips mais via une **antenne extérieure.**
Au générateur injecter un signal sur une 2ième antenne et non pas au Rx..
Il y a donc **apport de 'bruit' extérieur** , le QRN notamment météo et QRM électrique et en mobile les bruits de fond issus du mobile et de l'environnement.
**Ajuster le squelch façade** pour '**couper**' . On notera la différence avec mesures 2
Ici on aura donc une différence, ce n'est pas la valeur absolue mais les écarts relatifs qui nous intéressent.

**Mesures 4** augmenter le niveau jusqu'à ouvrir, noter aussi l'hystérésis.
Il sera plus important s'il y a apport de bruit extérieur important.
A l'usage on positionne le squelch à un niveau de **'confort'** , mais cela revient à **'limiter'** le seuil 'd'usage' du récepteur ! Un signal faible sera **'découpé'**.

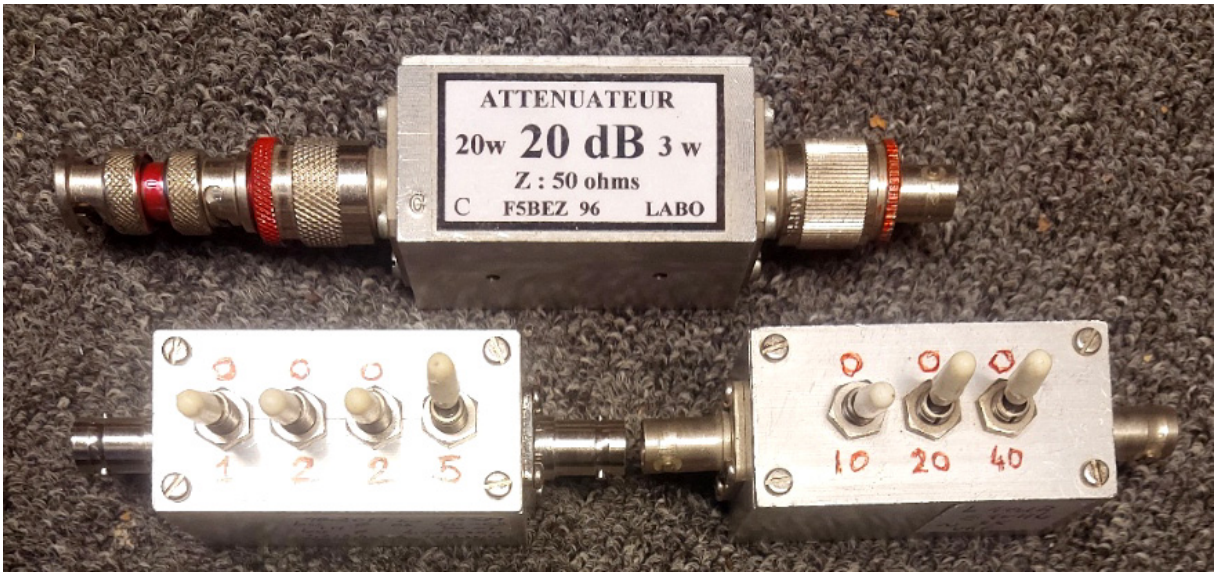
NB les Rx comportent un pot 'BF' audio HP, et souvent un pot 'Squelch' concentrique ( FT290) ou dédié. Cette méthode analogique disparaît sur d'autres Rx pocket ou station. Le squelch est accessible alors par des **'menus '** dans les réglages ( setup ) par **paliers**, mais **ouvert** en pas ' 0 ' , pratique pour les réglages et les mesures. De plus différents type de squelchs sont possibles, de **niveau**, de **bruit**, comme vu mais aussi en plus sur la présence de signaux ( **ctcss** ) ou de tonalité (**cts**) ou combiné.

Notons ici l'importance de la '**déviation**' , un signal nbfm '**wide**' ( large ) pourra sortir des limites du **filtre FI** (455kcs) et va perturber le discriminateur, un signal même au dessus du seuil, sera découpé de ce fait, donnant une **fausse info** de signal faible.
Inversement un signal **'narrow'** ( étroit ), va rentrer dans les caractéristiques du filtre, mais la sortie du discriminateur ne donnera pas un niveau de bf suffisant.
Ne pas confondre 'remplissage' audio et 'déviation'. Ce dernier point est à associer aux **normes d'espacement** des canaux 12,5kcs , anciennement 25kcs

NB f5sdh Un signal **wide** veut dire une répartition de l'énergie sur plusieurs porteuses. Pour un indice de modulation supérieur à 2.4 (m>2.4), la porteuse **centrale** diminue, les porteuses supérieures issues de la modulation augmentent. Le filtre FI rabote ces porteuses et réduit la puissance du signal qui parait alors plus faible. En NBFM m<= à 2.4, avec un m= 2.7, l'effet commence à se faire sentir.

Pour un appareil spécifié relais (comme le fx5000), la partie audio est complexe, le signal bf de sortie passe par des égaliseurs par bandes audio et des amplis op. de régulation de niveau : **alc** audio. Au mieux la bf de sortie garde le **niveau** et le **timbre** constants. Les circuits de détection de bruit 'suivent' les variations RF dans une certaine limite.

**Mesures 5** recommencer avec un 2ème tx ' perturbateur ', sur une 3ième antenne, calé sur un signal éloigné de 1 canal ( 12,5kcs ) et / ou de 25kcs. Tx dont on pourra ajuster le niveau. Ici on aborde la notion de **'sélectivité'** et la qualité des circuits Rx, la F.I. notamment. Il vaut mieux faire la manip sur table récepteur squelch 'ouvert' avec un scope ou un A.S. et sonde. Elle est importante pour établir les performances par rapport aux canaux adjacents. ( perturbation RX3 dans notre cas )




Atténuateurs de réglage

## Pour un relais

Maintenant si on ajoute une **émission forte** sur une **fréquence proche** à 600Kcs, on va mettre à l'épreuve la sélectivité et les qualités des étages HF du RX
Les **cloisonnements** et les **blindages** ne suffisent pas, il faut atténuer le 'bruit' de l'émission, on parle alors de bruit de **'pied de porteuse'** : le signal du TX même de qualité aura encore des bruits à 600Kcs plus bas. La qualité du driver Tx xtal, pll ne suffit pas, les étages amplificateurs par définition vont aussi rajouter du bruit et des intermodulations. Toute la difficulté est cet écart entre le seuil du squelch -122dBm et +45dBm au Tx soit 167dB à répartir sur 6 'tubes' pour faire simple, 28dB par tube. et encore -50dBm de 'bruit' du Tx à la fréquence Rx à rejeter (par exemple) …

Il faut **'découpler' et 'filtrer'**

un **1er moyen** consiste à utiliser **2 antennes** dont on aura réglé les écartements pour donner le moins de couplage, complété de filtres **'réjecteurs'.**

un **2nd moyen**, en **mono antenne**, utilise des **filtres à cavités**.
Plus l'écart en fréquence est faible, plus il faut monter en qualités et réglages…

Une **3ième** méthode consiste à utiliser un **écart** important ( 9,6 Mhz ) entre F Rx et F Tx, C'est possible en UHF comme sur le RU71 où l'on complète avec des filtres à cavités **'réjecteurs'.**

**NB** Les 1ers relais en VHF avaient un écart de 1,6Mhz ( plus facile ! )

Les filtres à cavités :

Duplexeur :
Cavités du R3 ( 6 'tubes' )
( rénovation f5sdh 2022 )

Diplexeur :
Pour 2 bandes simultanées

Réjecteur ou notch :
Pour ' creuser ' une fréquence proche de la fréquence voulue.

## Sécurité

Les circuits du squelch ‘bruit’ ont un ‘ trigger’ ( gâchette, déclencheur ) donnant un **état 0 fermé** ou **1 ouvert** qui sera interprété pour le tx ( ptt direct suiveur ) ou par une ‘logique’ .

Que se passe-t-il si **l’émission rajoute du bruit ?** Le réglage idéal du squelch ( mesures 2 ) est perturbé et on est en situation de la mesure 5, le signal **reste à 1** alors même qu’il n’ y a plus d’émission en entrée. Ce **cercle vicieux** maintient ouvert le Tx, l’état est dangereux pour les matériels, surtout en mode direct ptt suiveur.

Une logique **compte du temps** et fera tomber le Tx, même avec un signal ou du bruit perturbateur. Un signal entrant devra avoir **en plus** du 1750hz pour ‘ouvrir’ à nouveau le relais.

**CTCSS** Continuous Tone Code Squelch System
Dans le cas d’un signal le plus faible reçu avec le ctcss décodé, si un ‘bruit’ de l’émission perturbe la réception, le ctcss sera alors **masqué** et plus décodé.
L’émission retombe et le cycle recommence, on aura alors un **battement** du tx.
Le niveau audio du ‘sous-ton’ envoyé peut favoriser ou pas certain TX dans le cas de signaux faible reçu…

## Objectif et performances

L’objectif évidemment est de recevoir au mieux et d’émettre sans s’auto - perturber pour une écoute confortable de loin ou en mobile… Comme on ne peut avoir une réjection parfaite, on aura une **‘désensibilisation’** du rx et/ou un apport de bruit audio sur les signaux faibles. Le squelch de bruit est donc ajusté **avec** l’ émission et sans signal de réception. Idéalement sans différence avec ou sans émission…
En pratique on aura le niveau d’ouverture ( Rx seul ) et le niveau de maintient c'est-à-dire pour avoir en retour le même signal avec le Tx.. En s’assurant que sans signal au Rx , que le relais ‘retombe’ , c'est-à-dire que le tx ne le maintient pas ouvert…
Un écart de 1 à 1,5 dB est déjà **difficile** et diminue d’autant le bon seuil initial du Rx…

**NB** Un relais numérique devrait être préalablement qualifié en analogique comme décrit, au seuil le plus bas, la recherche du meilleur signal bruit de signaux faibles est un objectif.

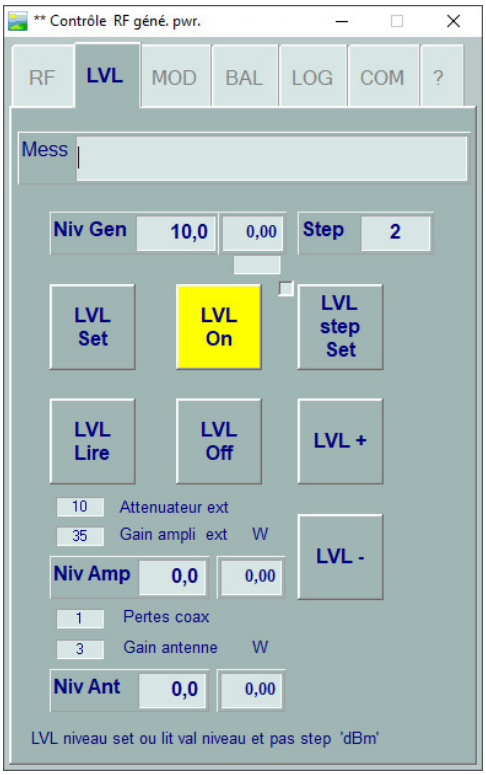
## Réglages

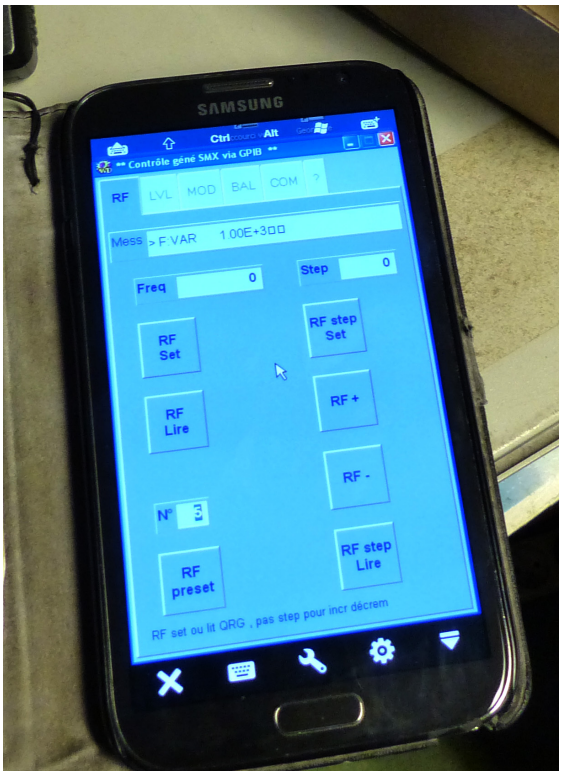
Il est possible de simuler en labo ou sur site avec un **‘ tap’** . Composé d’un bloc alu avec 2 fiches N inséré comme un wattmètre charge ou antenne.
Ce couplage, capacitif très simple non directif, prélève une fraction du signal émis avec une **vis** s’approchant de la **ligne** par une ouverture.
Le tap est d’abord ‘qualifié’ pour 50dB par exemple par la vis pour une fréquence entre TxRx. il ‘voit’ -7 dBm si le Tx envoie 43dBm ( 20W ) sur charge.
Un générateur pourra ‘injecter’ un signal entrant décalé de 50dB, un ‘-120’ testé sera alors un ‘-70’ affiché. Les faibles -7dBm du Tx ne perturberont pas le géné par le jeu de ses atténuateurs sortants.

**NB** Des bancs de mesures spécialisés utilisent une entrée en charge donc de mesure de la puissance, avec un **splitter** et/ou un **circulateur** spécialisé. Le générateur intégré délivre des signaux faibles < 123dBm. Le principe reste le même que le ‘tap’ mais avec plus de précisions et d’adaptation.

Pour **‘qualifier’**, les mesures doivent passer **par l’antenne**, il faut se mettre dans la situation d’un signal distant le plus faible qui **ouvre** le relais, puis qui le **maintient** avec une audio suffisante et surtout qui le laisse **retomber** en l’absence de signal d’entrée. On peut le faire avec un **station distante**, en communication GSM ou avec une voie de service uhf ne perturbant pas le relais, avec un générateur éventuellement suivi d’un petit ampli, ou avec un Tx en QRP calibré suivi d’atténuateurs par pas de 1dB. Ce n’est pas la valeur ‘absolue’ qui compte mais, on l’aura compris, les valeurs **‘différentielles’.**

**NB** Il est possible aussi de **‘télépiloter’** un générateur, ainsi on est sur ‘site’ en situation idéale pour ces réglages et mesures.




soft et appli f5bez :

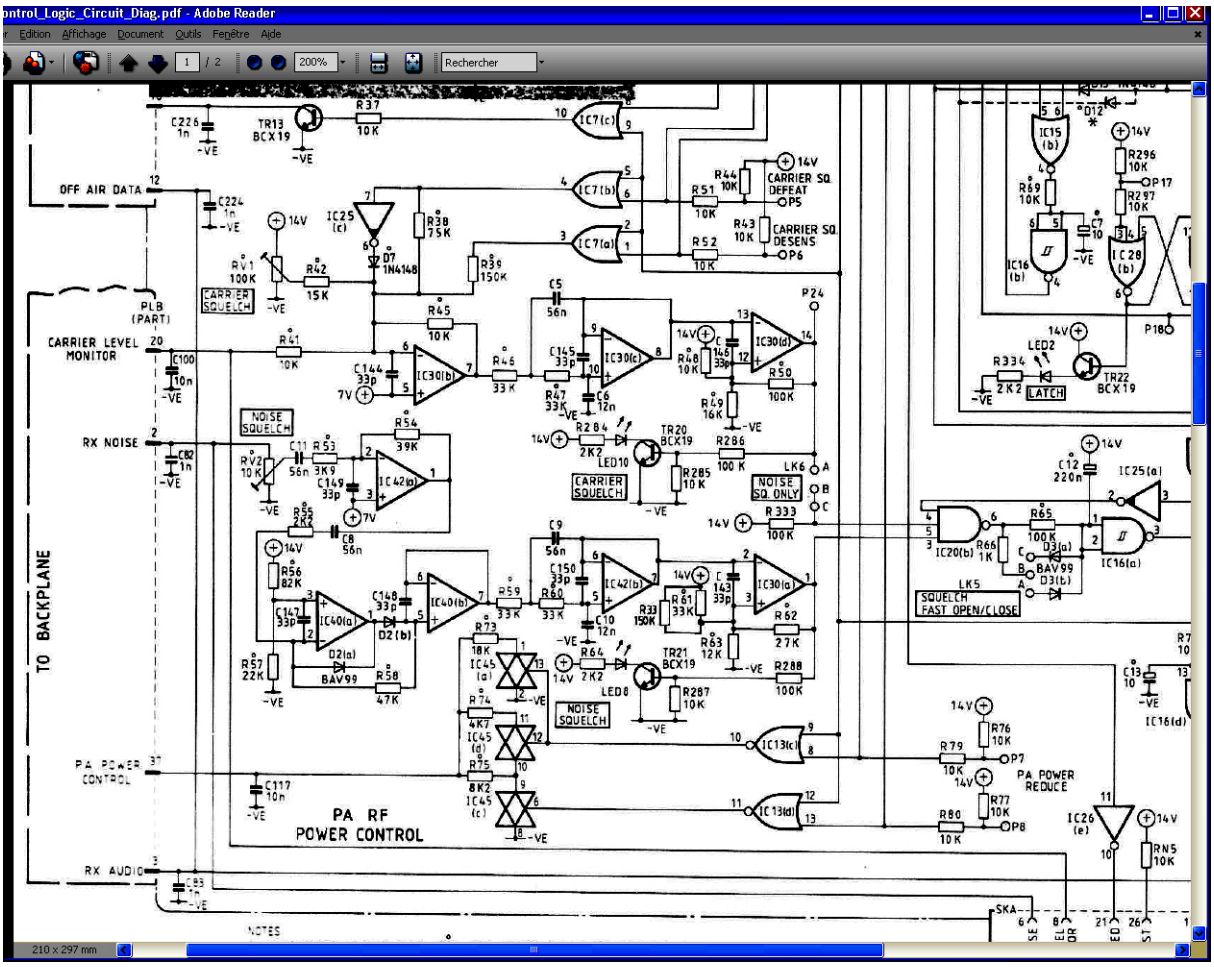
## Maintenance

Des années de ‘ manips et mesures ‘ entre 2 points, le QRA avec une antenne de référence et le ‘relais ‘ permettent un suivi objectif. Différents fichiers EXCEL et les calculs permettent de ‘ noter ‘ les valeurs ‘ à ‘ emmètre ‘ et noter ce qui est ‘ reçu ‘ , de ‘ contrôler ‘ et de ‘ prédire ‘ un **bilan de la liaison**, une ‘ anomalie ‘ ou une continuité des performances… pertes , gains , antennes, Fresnel, propag ( peu). Par exemple une valeur aussi faible que +10dBm à 54 kms relativement à vue et un signal reçu S9+5dBm sont mes références d’équilibre.

## Finalisation

On sera amené à ‘ajuster’ la puissance du Tx, à optimiser les cavités pour atteindre un objectif réaliste. On parlera alors **‘d’équilibre’** Rx Tx . Il est inutile d’émettre plus qu’il ne faut si l’on ne peut pas rentrer. Le correspondant s’il entend de loin et fort pensera qu’il rentre facilement ! Son signal faible et découpé lui fera penser alors que le relais est peu performant… Il faut aussi considérer la **‘couverture’** de cet équilibre, le relief d’un axe dégagé sera favorable alors qu’un autre axe vallonné limitera les performances dans les 2 sens…

**F5BEZ**




Circuits analogiques du squelch du fx5000 ( extraits )