

Le S-mètre, a quoi ça peut servir ?

Robert BERRANGER, F5NB

Article paru dans Radio-REF de septembre 2007.

Si je mets ma casquette professionnelle, j'aurais tendance à dire "à rien". Si je mets ma casquette radioamateur, je dirais "c'est indispensable". D'ailleurs, quand j'ai adapté du matériel professionnel pour ma station HF amateur, la première chose que j'ai faite a été de lui adjoindre un S-mètre...

- Le S-mètre, qu'est-ce qu'il indique ?
- *Il indique le niveau du signal à l'entrée du récepteur*
- Et où se situe l'entrée du récepteur ?
- *En principe à l'endroit où le système antenne passif est connecté.*
- Donc si j'ai un préampli dans mon antenne, c'est l'entrée de mon préampli ?
- *Normalement, oui.*
- Et, c'est une mesure intéressante à connaître ?
- *Euh, non, mais...*

Ce « mais » ouvre le débat.

Nous poursuivrons en considérant séparément le S-mètre en HF puis en VHF et au dessus.

Le S-mètre en HF.

Ce qui caractérise les liaisons HF radioamateurs, c'est d'une part, qu'elles se font presque toujours par réflexion ionosphérique, et d'autre part, que la transmission s'effectue en mode BLU ou compatible.

Une normalisation de fait s'est créée pour l'étalonnage du S-mètre. L'échelle est logarithmique et graduée de S1 à S9. Chaque pas correspond à une différence de niveau de 6 dB (rapport de 2 en tension). Le point S9 correspond à un niveau d'entrée de 50µV sur une impédance de 50Ω, soit -73 dBm. Pour des niveaux plus élevés, des graduations sont faites tous les 10 dB. La lecture est directe de S1 à S9, puis indirecte au dessus, en annonçant S9 + XX dB.

Si la réponse en amplitude du S-mètre fait l'unanimité, il n'en va pas de même pour son temps de réponse. Cela n'a aucune importance pour des signaux CW, mais pour des signaux transitoires comme la parole, cela peut occasionner des différences de mesure. Sans entrer dans les détails, je vais tenter de résumer la problématique au niveau du S-mètre.

Si l'on examine un signal phonie, on peut définir une puissance PEP qui correspond à la puissance efficace de la crête de l'enveloppe⁽¹⁾ et une puissance moyenne qui est l'intégration de la puissance efficace sur une longue durée. On peut aussi définir une puissance moyenne de crête. Celle-ci correspond à une intégration de la puissance sur un temps relativement court. Plus le temps est court, et plus on se rapproche de la puissance PEP. Plus le temps est long, et plus on se rapproche de la puissance moyenne. Le temps d'intégration correspond au temps de réponse du S-mètre⁽²⁾. L'ARRL définit une constante de temps de réponse de 10 ms.

Donc la réponse du S-mètre sera fonction non seulement du niveau HF PEP, mais aussi du contenu de la modulation. C'est à dire que la valeur sera différente suivant le locuteur et le taux de compression⁽³⁾, mais les variations resteront inférieures à un point S (6 dB).

Comment le S-mètre effectue la mesure ?

Tout d'abord, s'agissant du signal que l'on écoute, la mesure devra se faire derrière le filtre de canal (dernier filtre à quartz). Ensuite il nous faudra générer, ou trouver, une tension proportionnelle au logarithme de la puissance d'entrée. La première idée qui vient à l'esprit est d'utiliser la tension de CAG, mais ce n'est pas la panacée.

Soit sur la figure 1, le synoptique générique d'un récepteur HF BLU large bande.

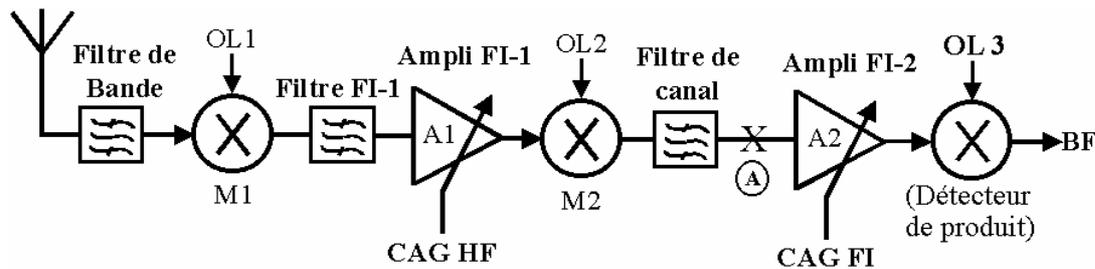


Figure 1

Soit maintenant sur la figure 2, l'allure du niveau BF en fonction du niveau d'entrée.

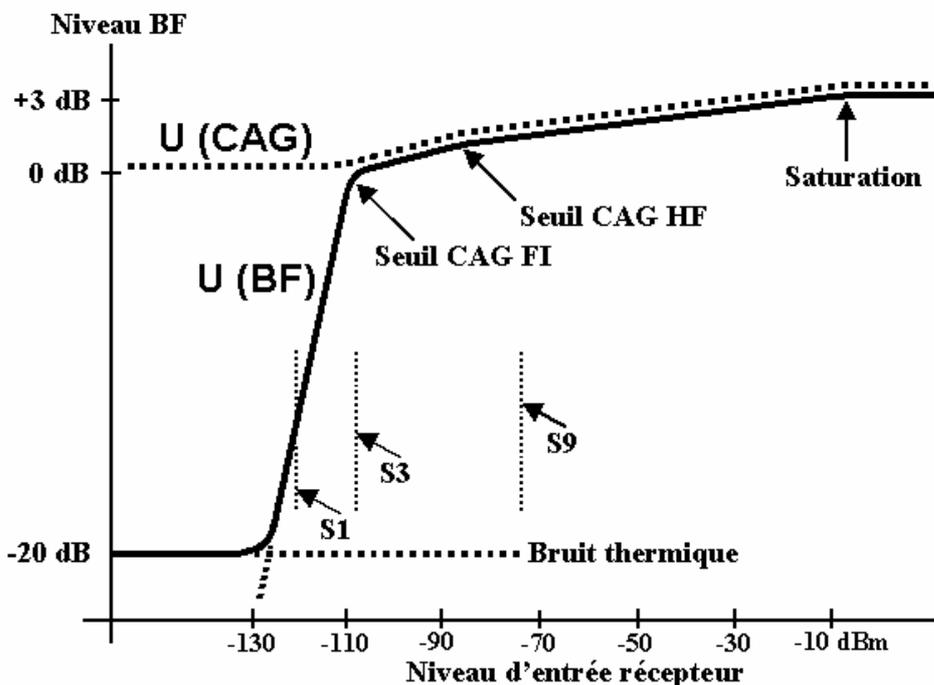


Figure 2

En pointillé, nous avons la tension de CAG. Nous voyons que celle-ci, non seulement n'est pas à pente constante, mais elle "démontre" à un niveau de signal correspondant à S3 environ. En prenant une fraction des deux CAG, HF et FI, nous pouvons avoir une pente constante, mais nous aurons toujours un seuil. Ce n'est pas très grave, et il suffit de graduer le S-mètre en conséquence. Mais dans les récepteurs du commerce, cela n'est pas souvent fait, le S-mètre a une échelle régulière qui démarre à S1 et naturellement, il est faux.

Il y a des artifices plus ou moins acrobatiques pour récupérer une tension vaguement LOG pour les faibles niveaux. Mais la véritable solution technique passe par le système de la figure 3 qui est inséré au point A de la figure 1.

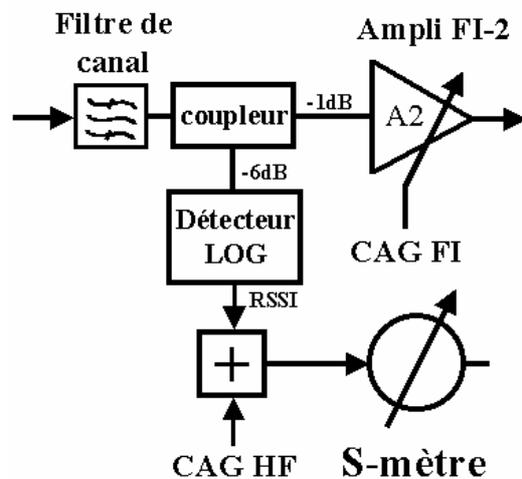


Figure 3

Le détecteur LOG est un circuit intégré du type ampli FI limité (AD608, par ex.) dont on prend la sortie RSSI (force du signal). On peut le faire précéder d'un préampli faible bruit pour améliorer la précision aux faibles niveaux. Si le récepteur est à simple changement de fréquence, donc sans CAG HF, il n'y a pas d'additionneur.

Le problème commercial du S-mètre réside dans le fait que sa précision n'a aucune importance sur la qualité de la réception. Aussi, il n'y a pas de raison de grever le prix de revient, et cette solution n'est adoptée que si l'ampli FI limité est nécessaire par ailleurs, par exemple pour la réception de la NBFM.

Temps de réponse du S-mètre.

Dans le cas où il mesure la CAG, son temps de réponse dépend de celle-ci. Or celui de la CAG n'est pas constant en absolu, mais plutôt relatif (μs par dB), en conséquence, la mesure est crête pour les bas niveaux, et moyenne de crête pour les forts niveaux.

Si l'on utilisait un circuit comme celui de la figure 3, il faudrait faire suivre le RSSI d'un détecteur de moyenne de crête comme pour les Vumètres en audio.

Nous avons sur la figure 4 les temps de réponse typiques de deux CAG pour de faibles désensibilisations.

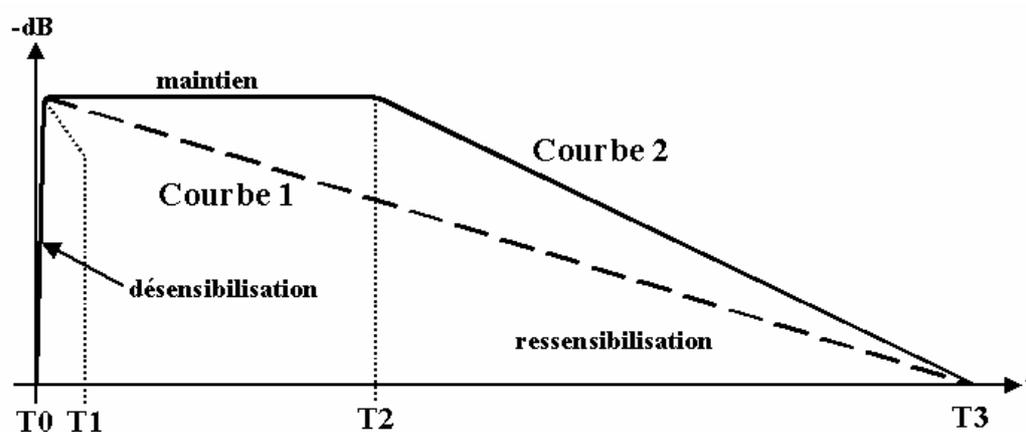


Figure 4

La courbe 1 est la courbe d'une CAG standard et la courbe 2, celle d'une CAG plus élaborée. Le temps de désensibilisation T1 correspond au temps de montée du filtre de canal (plus long, nous aurions un dépassement du signal). Nous avons typiquement -40dB / ms. T2 est compris entre 300 et 600 ms et T3 plus d'une seconde. Avec la courbe 2, pour un débit régulier de la parole, la CAG garde une valeur quasi constante et le S-mètre est facile à lire. Avec la courbe 1, la CAG est une succession de dents de scies au rythme de la parole, ce qui rend la crête du S-mètre moins lisible.

Action du Gain HF.

En général le bouton de gain HF force la CAG HF. Donc cela devrait avoir pour effet de positionner le S-mètre. Sa lecture alors n'est significative que si le signal d'entrée a encore une action sur la CAG. A cause du seuil de la CAG FI, la linéarité reste mauvaise, même s'il était correctement étalonné avec gain HF au maxi.

Mise en service d'un préampli ou d'un atténuateur.

La plupart des récepteurs n'agissent pas sur le S-mètre, et celui-ci devient encore plus faux. Un pis-aller consiste à corriger mentalement la valeur lue. Avec un S-mètre du type de la fig. 3, on pourrait imaginer une compensation automatique qui lui permettrait de garder sa précision.

En conclusion, il est illusoire d'espérer se servir du S-mètre comme appareil de mesure, sans d'infinies précautions. Mais on peut s'en servir comme indicateur à niveau constant, et la mesure se fera alors par insertion d'un atténuateur ajustable à l'entrée du récepteur.

Utilisation du S-mètre en HF.

Le report.

C'est le niveau du signal du correspondant, reçu à l'entrée du récepteur. Si le report est isolé, on peut tout juste le constater, mais on ne peut en tirer aucune conclusion technique. En effet, la qualité mesurée d'une liaison dépend de plusieurs facteurs (en plus de la précision du S-mètre) :

- puissance d'émission
- gain du système antenne émission
- affaiblissement de propagation
- gain du système antenne réception

La valeur d'un report n'a d'intérêt que si l'on peut la comparer à d'autres valeurs, soit individuelles, soit statistiques. Ainsi, si votre correspondant occasionnel vous dit : "Je vous reçois, 59 +, ça marche très fort chez vous", ou "votre antenne XX fonctionne très bien", ces dernières affirmations sont en général des non-sens techniques, elles doivent être considérées comme des formules de politesse.

Pour comparer à la réception deux stations HF, il faut qu'elles soient très proches l'une de l'autre, moins de 30 km. Et du fait de leurs systèmes antennaires forcément différents, un écart constaté dans une liaison particulière peut s'inverser pour une autre liaison. Finalement, c'est l'OM lui-même qui peut analyser les performances de sa station en fonction des contacts qu'il réalise. Cela peut demander beaucoup de temps.

Il est donc illusoire de vouloir utiliser son S-mètre comme mesureur de champ, et même si cela était, la mesure du champ reçu ne renseignerait sur la qualité de sa station que dans des cas particuliers, jamais rencontrés dans la pratique radioamateur courante.

Cas d'un filtrage de canal post-CAG.

Ce cas se rencontre lorsqu'on utilise un filtrage par DSP à la sortie d'un récepteur analogique, pour améliorer le filtrage de canal, par exemple, pour recevoir plus confortablement de la graphie avec un filtre BLU. Nous avons le schéma de principe sur la figure 5.

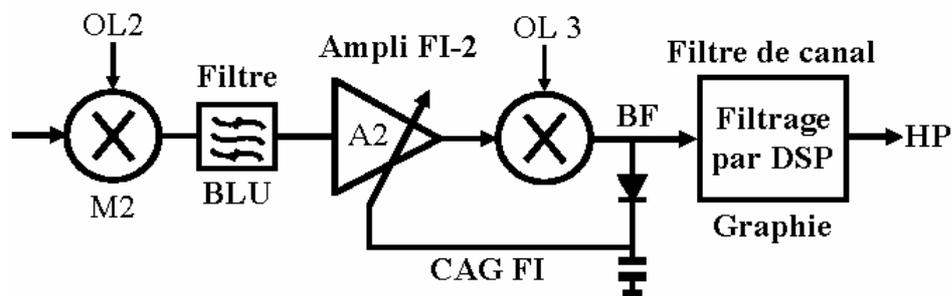


Figure 5

Examinons le cas où deux stations graphie passent dans le filtre BLU. L'une est celle que l'on écoute, l'autre ne nous intéresse pas (donc considérée comme un brouilleur), mais elle arrive 12 dB plus fort que la première. Le filtrage par DSP va nous l'éliminer. Mais, qu'advient-il de la CAG ?

La CAG va agir sur le signal le plus fort, c'est-à-dire, sur le brouilleur. Alors notre signal utile va être diminué de 12 dB, mais on peut le compenser en augmentant le volume HP.

Et le S-mètre ? Il est certainement connecté sur la CAG. Alors, il indique le niveau de réception du brouilleur et pas de notre signal utile, soit une erreur de 2 points S en trop.

Mesures sur antennes.

Il y a deux façons de faire les mesures.

- Soit par lecture directe du S-mètre. Alors, il faut que celui-ci soit bien étalonné, ce qui est extrêmement rare.
- Soit en utilisant le S-mètre comme indicateur à niveau constant et en insérant des atténuateurs dans le circuit (émetteur ou récepteur).

La première façon est la plus rapide et est à utiliser quand on ne peut pas espérer la collaboration du correspondant (la majorité des cas en DX). La deuxième façon est plus précise, mais nécessite des conditions de propagation stables.

Mesures de gain :

En HF, les mesures de gain sur antenne isolée sont quasiment impossibles à faire. On peut mesurer un gain relatif par comparaison avec une antenne à gain connu. Il faut que les antennes soient de même type et de même polarisation. Par exemple on peut mesurer le gain d'une YAGI par rapport à un simple dipôle. Le problème est de trouver un moyen pour disposer les antennes d'une manière identique (même direction, même hauteur et même dégagement). Ou opérer par remplacement, mais alors, il faut être sûr que les conditions de propagation n'ont pas changé entre temps. Cette manière de faire sera réservée pour une propagation par onde de sol à faible distance (<1 km)⁽⁴⁾.

Mesures de directivité.

En HF, il n'y a guère que l'atténuation dans les pointes et le rapport AV / AR qui peuvent être appréciés. Et encore, faut-il tenir compte du fait que ces valeurs sont très dépendantes de l'angle de site. Ainsi, un rapport AV / AR peut être de 20 dB pour un DX lointain et de

seulement 10 dB pour un DX régional. Elles peuvent être aussi très dépendantes de l'environnement et être différentes en fonction de l'azimut.

Pour l'atténuation dans les pointes⁽⁵⁾, il faut profiter d'une source d'émission puissante, stable et sans QRM, puis contrôler que le S-mètre chute significativement quand on tourne l'antenne de 90°.

Pour le rapport AV / AR, noter le S-mètre en réception AR, puis venir en réception AV et insérer un atténuateur dans l'antenne pour la même lecture au S-mètre. La valeur de l'atténuateur correspond au rapport AV / AR. Vous serez étonné de la faible valeur mesurée par rapport à celle lue généralement sur le S-mètre⁽⁶⁾.

Autres mesures.

Propagation.

Elles se font avec la réception des balises (ou de stations connues aux conditions restant inchangées) et par comparaison avec les mesures habituelles.

Bruits de fond (atmosphérique, industriel, cosmique).

Elle se font par comparaison avec les mesures habituelles et en tenant compte de celles sur la propagation.

Modulation (préampli micro, compresseur).

Si l'on suppose que la puissance d'émission PEP reste inchangée (ce qui devrait être le cas pour toute station bien réglée) l'effet sur le S-mètre reste très limité et variable (bien inférieur à un point S) car il ne résulte que du temps de réponse du S-mètre.

Gain d'un ampli de puissance HF.

Utiliser un S-mètre pour faire cette mesure est un non sens. Il est en effet bien plus précis de faire la mesure avec un wattmètre, même rudimentaire, à la sortie de son émetteur. On entend souvent des reports qui augmentent de plusieurs points S quand la station émettrice passe de 100 W à 500 W avec l'ajout d'un ampli. Cela dénote une erreur de mesure (ou une panne) quelque part, soit à l'émission, soit à la réception (plus souvent), car l'écart (+7 dB) représente à peine plus d'un point S. Cela peut être aussi un report de complaisance, pour faire plaisir à l'autre OM⁽⁷⁾.

Conclusions.

Nous voyons qu'en HF, on ne peut pas mesurer grand chose avec son S-mètre, à part faire des statistiques sur un grand nombre de liaisons. Par ailleurs, un report du genre « Votre signal semble élevé, mais vous êtes brouillé par une station proche » est bien plus précis qu'un « Je vous reçois 59⁽⁸⁾, pouvez-vous me répéter votre prénom et votre QTH ? ».

Mais, pour celui qui connaît bien ses conditions de réception, un simple coup d'œil à son S-mètre permet de voir ce qu'il en retourne sur la bande. C'est pourquoi il est indispensable.

Le S-mètre en V/UHF.

Ce qui caractérise ces fréquences, c'est que la propagation se fait le plus souvent par onde de sol, et la hauteur des antennes est telle que l'on peut les considérer comme rayonnant en espace libre. Ce n'est pas toujours vrai, et il faut analyser ses conditions de transmission pour contrôler que l'on est bien en onde de sol directe et que l'antenne soit bien dégagée des obstacles, dont le sol.

En VHF et au dessus, les bruits de fond, galactiques et atmosphériques, sont bien plus bas qu'en HF, et le niveau moyen des signaux de réception aussi. En conséquence, la position S9

du S-mètre est étalonnée pour une puissance d'entrée de -93 dBm, soit une tension de $5\mu\text{V}$ avec une impédance de 50Ω .

Utilisation du S-mètre en V/UHF.

Lorsque nous sommes en BLU, la problématique du S-mètre est la même qu'en HF. En FM, nous avons une FI à gain limité qui utilise en général un circuit intégré. Celui-ci a une sortie « RSSI » (niveau relatif LOG de la force du signal) à laquelle il suffit de connecter le S-mètre. On a alors une échelle linéaire en décibels, donc en points S, qui démarre à S1. Le problème, c'est que bien souvent, la lecture se fait à l'aide d'un bar-graph qui a une réponse en « marches d'escalier », impropre pour faire une mesure précise. Donc, on ne pourra se servir utilement du S-mètre que si celui-ci est analogique (galvanomètre).

Le report.

Très souvent, nous avons un préamplificateur au ras de l'antenne, suivi d'une ligne avec des pertes non négligeables. Naturellement rien de cela n'est pris en compte dans l'étalonnage du S-mètre (le fabricant ne peut pas le deviner). Il appartient donc à l'OM d'avoir une idée précise du gain de son préampli et des pertes de la ligne pour soustraire la différence (gain-pertes) à la valeur indiquée par le S-mètre.

Si l'on est en propagation par onde de sol, avec un niveau bien au dessus du bruit, des comparaisons de reports en fonction de la distance nous renseigneront sur le fonctionnement des stations. Si l'on constate une anomalie dans une liaison, il faudra au moins deux liaisons différentes de chaque côté pour lever le doute entre émetteur et récepteur.

Si l'on est « au ras des pâquerettes, ou en propagation DX avec divers modes de réflexions, la lecture du S-mètre ne nous fournit qu'une indication sur la qualité de la propagation.

Les niveaux de réception des balises aux positions géographiques connues, nous permettent d'établir rapidement une carte grossière de la propagation et de tenter notre chance dans les bonnes directions (l'art de l'OM).

Mesures sur antennes.

Elles ne peuvent se faire qu'en propagation par onde de sol, et si possible avec un trajet bien dégagé entre les deux stations. La meilleure précision sera obtenue, comme en HF, en utilisant le S-mètre comme indicateur à niveau constant et en insérant des atténuateurs dans l'entrée du récepteur.

Les mesures et les méthodes seront les mêmes qu'en HF, sauf que l'on peut espérer avoir des résultats significatifs, les antennes V/UHF étant plus dégagées et considérées « en espace libre ». Autrement dit, on pourra faire des diagrammes de rayonnement, et des mesures comparatives de gain, en remplaçant une antenne par une autre à gain connu (dipôle demi-onde). Si les mesures sont faites dans un intervalle de temps restreint, on présume que les conditions de propagation sont restées inchangées.

On peut le vérifier en faisant une double mesure. Par exemple :

- étalonner la liaison avec un dipôle demi-onde
- mesurer le gain en dBd de notre antenne remplaçant le dipôle, avec insertion d'un atténuateur à la réception.
- contrôler l'étalonnage en remettant le dipôle et en supprimant l'atténuateur.

Chaque fois que l'on veut une mesure précise, ne pas oublier de contrôler son étalonnage après la mesure.

Autres mesures.

En procédant de la même manière que pour le gain d'une antenne (trois étapes), on peut mesurer le gain d'un préampli de réception ou d'un ampli d'émission, toujours avec insertion d'atténuateurs à l'entrée du récepteur et niveau constant sur le S-mètre.

Autres fonctionnalités du S-mètre.

Nous avons vu que l'on pouvait sous certaines conditions, utiliser le S-mètre pour faire des mesures. Mais pour un radioamateur, ce n'est pas sa seule utilité.

Fonction administrative.

Cette fonction intéresse surtout le chasseur de DX et de diplômes.

Pour valider une liaison, il faut au minimum qu'il y ait eu échange, et des indicatifs, **et des reports**.

Cela conduit parfois à des situations amusantes comme celle-ci :

J'étais hivernant en Terre Adélie, contrée très recherchée. J'avais pris rendez-vous avec un groupe de DXers sud américains pour trafiquer selon la méthode de la liste d'appel. A un certain moment, le capitaine donne le tour à un OM qui m'appelle. Bien que mon S-mètre ne décollât pas (seuil S3), je le recevais très distinctement et je lui attribuai un report « 52 » (il y a très peu de bruit dans ces contrées désertiques). Aucune réponse, je renouvelle, toujours rien. Alors le capitaine : « PYxxx, qu'est-ce que vous faites, il vous a passé un report de 52 ? ». Et l'OM : « OK, FT5YF, your report 59, thank you etc. ». La scène m'a fait penser irrésistiblement à la partie de cartes dans le film "Marius" de Pagnol. Il était évident que l'OM ne m'entendait pas. Il devait avoir un ampli de 2 kW, et moi avec mes 400 W, je devais arriver moins de S1 chez lui qui avait beaucoup plus de bruit de fond que moi. Mais, après tout, c'était de ma faute, j'aurais dû avoir une antenne avec 12 dB de gain en plus, ou un ampli de 10 kW. Donc, il a eu droit à sa QSL, comme tous les autres.

Pour le trafic avec les expéditions DX, le report est toujours 59, ce qui évite de regarder son S-mètre. Pour les concours, les organisateurs ont ajouté au report, un numéro d'ordre. Ainsi, il y a beaucoup plus de chances pour que la liaison ait été bilatérale.

Fonction sociale.

C'est une fonction très importante pour un radioamateur. Si vous voulez être considéré comme un OM charmant, je vous donne la recette :

- Si votre S-mètre est généreux, en attribuer tout le mérite à votre correspondant « votre station, votre ampli, votre antenne, etc... marchent très fort ».
- Si votre S-mètre décolle peu, en attribuer la faute à la propagation...
- Si votre correspondant essaie un matériel, micro, compresseur, ampli, etc... faites preuve d'un peu de psychologie en lui donnant l'amélioration en points S qu'il attend. Pour vous trouver des excuses, dites vous que votre S-mètre ne marche pas. Mieux même, ne le regardez pas.

Il y a des OM qui en rajoutent. Entendu sur l'air :

« Je vous reçois 58, et encore, sans préampli, sinon vous êtes un bon 59 + 10 dB, ça marche très fort chez vous ».

Question subsidiaire : Quelle est le gain du préampli de l'OM ? (à supposer que son S-mètre soit juste)⁽⁹⁾.

Autre anecdote :

J'ai fabriqué un compresseur de modulation assez sophistiqué (compresseur égalisant l'amplitude des di-phonèmes) pour les cas où je suis reçu au ras des pâquerettes. Je connais

parfaitement son effet sur le signal (grâce à des mesures), sans avoir besoin de le demander à mon correspondant. Pourtant, je le fais quelquefois, pour tester l'OM, et savoir s'il est possible d'avoir une discussion technique.

Donc, ce jour là, je demande un report de modulation avec et sans compresseur. Mon correspondant me répond d'une voix mal assurée, et un peu inquiète : « Je ne vois aucune différence au S-mètre, simplement à l'oreille, on a l'impression d'une augmentation de niveau, avec une modulation un peu plus assourdie, mais restant parfaitement compréhensible ». C'était un report parfait, et nous avons fait un excellent QSO technique.

Ceci terminera mon article. Comment m'avez-vous reçu ? 59++, j'espère...

F5NB.

Notes.

- (1) « *Peak Envelop Power* », soit « *Puissance de la crête de l'enveloppe* », et il s'agit d'une puissance efficace, pas d'une puissance crête.
- (2) Pour des signaux CW, la puissance PEP est égale à la puissance moyenne, ce qui fait que le temps de réponse du S-mètre n'a aucune importance. Noter qu'avec des modes comme la FM, la SSTV, le packet, le pactor, le RRTY, et autres modulations numériques amateurs, la puissance HF est constante, comme avec la CW.
- (3) Ou plus souvent le taux d'écrêtage (dans le modulateur, quand ce n'est pas dans le PA).
- (4) Mon entreprise dispose, pour ses essais d'antennes, de zones faisant partie d'un terrain d'aviation, avec des tours en bois de 35m de hauteur.
- (5) Intéressante pour éliminer une station brouilleuse venant d'une autre direction.
- (6) En HF, quand j'entends annoncer un rapport AV / AR supérieur à 20 dB, je deviens sourd.
- (7) Personnellement, je pense que c'est plutôt le prendre pour un imbécile.
- (8) Est-on sûr que la valeur du S-mètre s'applique bien au signal utile, et non au signal brouilleur ?
- (9) 16 dB.