RUBRIQUE n°925 • Novembre 2018

ACTIVITÉ ATV/DATV EN FRANCE PAR FRANÇOIS F6AQO : f6aqo@r-e-f.org

Après un été favorable sur le plan météorologique et en trafic télévision, la transition vers l'automne s'est effectuée dans la douceur des températures estivales dont les faibles écarts n'ont pas vraiment favorisé les phénomènes de propagation. Le premier rendez-vous de septembre était le concours national TVA, mais le nombre de participants n'a pas augmenté par rapport à l'épreuve de 2017. La propagation n'était pas là, mais l'activité a couvert les bandes de fréquences de 70 cm à 3 cm.

La fin du mois a également relancé de solides discussions sur le forum de la liste ATV Yahoo sur des sujets variés concernant la propagation des signaux de TV numérique en zones montagneuses. Le mois d'octobre, donnant lieu à la grande réunion HAMEXPO du Mans (72), a permis aux OM adeptes de la Télévision de se retrouver et de profiter d'une présentation animée par F6DZP sur la qualité des images numériques, observations faisant suite à trois mois de recherches. Il a donné des explications permettant de comprendre pourquoi les images transmises en bas débit ne peuvent prétendre à une qualité maximale. Toutes ces observations sont d'ailleurs consultables sur le lien suivant : http://www.vivadatv.org/viewtopic.php?f=56&t=551 Jean-Pierre a également présenté une étude comparative d'essais sur la linéarité des amplificateurs de puissance, sujet éminemment intéressant pour tous ceux qui souhaitent s'équiper en émission. Sur le plan « souvenir » en images, Rolf F9ZG a animé le parking de stationnement de HAMEXPO en effectuant quelques QSO télévision.

Mais le dégagement géographique médiocre de la zone ne répondait pas vraiment à cet exercice. Des QSO ont été malgré tout réalisés en 438,5 MHz et plus difficilement en mode numérique. Images 437 MHz transmises par F9ZG mobile et reçues dans l'Essonne par F3YX) :



N°1 - parking HAMEXPO - 437 MHz, reçu par F3YX.



N°2 - Jean-Louis F1AIW à bord de F9ZG/M.

Ce mois-ci, certains OM que je remercie ayant répondu à l'appel de contributions à cette chronique, je vous propose de découvrir les résultats de leurs travaux respectifs en liaison avec la présentation de leurs équipements, espérant ainsi ouvrir la porte à de nouvelles vocations et initiatives de la part de ceux qui ont envie de partager leur passion. Il n'y a pas de grosses ou de petites stations en TV.

Il y a des projets, des réalisations et leurs acteurs.

Cette chronique vous appartient et vous attend pour vivre. Mon rôle se cantonne à la présenter de façon la plus agréable possible pour les lecteurs.

Ce mois-ci, vous avez droit à deux contributions intéressantes :

- 1- 60 km avec seulement 4 mW sur 2,3 GHz en DATV, par Michel HB9AFO.
- 2- DATV, DEFI A LA TVA? Par Frank F1SSF.

60 km avec seulement 4 mW sur 2,3 GHz DATV! Par Michel Vonlanthen HB9AFO.



Le présent article décrit la progression des essais et des améliorations techniques qu'il a fallu faire pour réaliser un QSO en DATV (Digital Amateur TV) de 60 km dans la bande des 2,3 GHz avec seulement 4 milliwatts en émission.

Ce sont les performances extraordinaires de la norme numérique du DVB-S qui ont permis de réaliser ce QSO avec une puissance si faible. Et aussi, il faut le dire, l'acharnement que nous avons mis à peaufiner nos équipements et notre expérience du trafic. Par comparaison, il faudrait une puissance de plus de 10 watts pour commencer à voir une image sur ce trajet en analogique. Là, nous avons échangé chaque jour et pendant des mois, des images de superbe qualité et en couleurs. Il faut dire qu'en numérique, soit on reçoit une image parfaite, soit on ne reçoit rien : c'est du tout ou rien. En analogique, on peut pointer l'antenne en se basant sur le souffle résiduel de l'image, en numérique ce n'est pas possible. Il faut donc utiliser un analyseur de spectre, un SDR (Software Defined Receiver) en l'occurrence, pour apprécier l'amplitude du signal entrant et orienter l'antenne au mieux.

Le cadre des essais.

Mon correspondant le plus régulier est Bernard F5DB, de la Roche-sur-Foron (74) en JN36DA, et c'est avec lui que j'ai fait l'essentiel de ces expérimentations sur 2,3 GHz. Nous nous retrouvions quasiment chaque jour sur 144,750 MHz en FM. Pierre HB9IAM, du Grand-Saconnex près de Genève, était souvent des nôtres, de même que Jean-Pierre F6BIG d'Annecy. Mon QTH de Bussigny (JN36GN) est distant de 60 km de celui de F5DB et masqué par une chaîne de montagnes appelée « Les Voirons ».

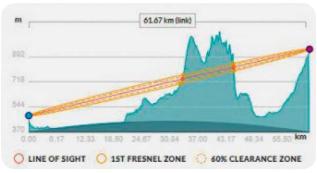


Figure 1 : profil F5DB - HB9AFO.

L'équipement de réception.

Dans le shack, la chaîne de réception est la suivante :

- 1. Récepteur tous modes semi-professionnel AR-5001DX, qui couvre de 40 kHz à 3150 MHz sans trou avec une résolution de 1 Hertz, et avec une excellente sensibilité. Son S-mètre est étalonné en points S, en dBµV et en dBm.
- 2. Convertisseur FI qui transpose la fréquence intermédiaire du récepteur de 45,05 MHz à 437 MHz.
- 3. Filtre très étroit (3 MHz à -50 dB) réglable électroniquement. Il a été décrit dans le Radio-REF de juillet 2017. Il est en général hors service, un relais en entrée et un autre en sortie permettant de le court-circuiter.
- **4. Splitter** à 4 sorties permettant de mettre les quatre équipements suivants en parallèle sur 437 MHz :
- SDR Air Spy et logiciel SDR Sharp pour voir le signal entrant (fonction analyseur de spectre) et mesurer son rapport signal/bruit.
- Récepteur DVB-S: Minitiouner Pro + logiciel Minitioune
 + PC. C'est grâce à cet ensemble, développé par F6DZP, que les radioamateurs peuvent recevoir du DVB-S à bande étroite, ce que nous appelons « Low SR ».
- Récepteur DVB-T (H.264) : Hides HV-122.
- Récepteur DVB-T (MPEG-2) : SR Systems.

Lorsque nous effectuons des essais de transmission en DVB-S, nous envoyons systématiquement par Internet ce qui est reçu sur **Tiounemonitor**, le site de F6DZP.

Ainsi, n'importe qui dans le monde est en mesure de suivre nos essais via Internet et de voir les images reçues.

De plus, Tiounemonitor affiche la courbe de l'amplitude du signal en fonction du temps (RF level), celle correspondante du MER (qualité) ainsi que celle du VBER (niveau des corrections Viterbi). Cela permet de suivre l'évolution du signal au fil du temps.

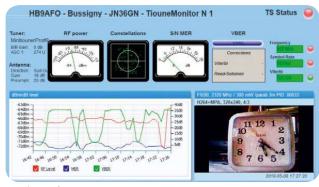


Figure 2 : exemple de ce qu'on peut voir sur Tiounemonitor.

Premiers essais : de zéro à quelque chose.

Jusqu'ici, je n'avais encore jamais expérimenté la bande 2300 MHz en direct car je n'y avais aucun correspondant. Par contre, le relais HB9TV-1 situé à La Barillette avait une sortie en FM sur 2308 MHz, si bien que j'ai maintenant une antenne et un convertisseur disponibles puisque le relais a été démantelé. C'est ce qui nous a donné l'idée, à Bernard F5DB et moi, de tenter la liaison en direct sur 2,3 GHz. Il faut dire que nous sommes déjà QRV en DATV sur 28, 50, 144, 430, 1200 MHz et 10 GHz. Le 2300 MHz manquait encore à notre « tableau de chasse » et c'est ce qui nous a incités à pratiquer cette bande, d'autant plus que c'est celle qu'il nous faudra utiliser pour envoyer des signaux DATV au satellite géostationnaire Hailsat qui doit en principe être lancé fin 2018.

Nous avons donc débuté nos essais le 18 avril 2018.

Les conditions étant encore précaires, je n'ai rien reçu depuis ma station, rien de rien !... Je suis donc parti en portable au-dessus de Vich, bien en vue du QTH hautsavoyard de Bernard, afin de tenter de l'entendre pour la première fois sur 2,3 GHz. J'avais emporté mon récepteur AR-5001DX, alimenté en 12 V. F5DB envoyait 2 watts dans une parabole de 3 mètres de diamètre. Je devais écouter son émission en position Wide FM car son oscillateur était un ancien émetteur TV dont la fréquence est triplée, donnant un spectre HF assez étendu. J'avais trois antennes à tester : une Flexa Yagi de 1,80 mètre de long, une antenne « boîte de peinture » de construction maison et une source de parabole professionnelle. Avec la Flexa, la meilleure des trois antennes, F5DB arrivait presque 40 dB au-dessus du souffle. Je le recevais même lorsqu'il n'utilisait que la source comme antenne, sans le réflecteur parabolique, ce qui était de bon augure.

De 7 à 14 dB.

Après ce tour de chauffe, les essais se sont poursuivis depuis mon QTH de Bussigny. Avec la Flexa sur le toit, sans préamplificateur et avec un câble qui avait 8 dB de perte, je reçus Bernard avec 7 dB de rapport signal/bruit (S/B ou S/N), en porteuse pure, pas encore en TV. Il avait troqué son ancien oscillateur instable contre la carte « DATV Express », parfaite pour cet usage, avec un petit PA de 500 mW. Je pouvais dorénavant le recevoir en position USB ce qui me facilitait grandement la recherche dans le bruit de fond.

J'installai ensuite en tête de mât un préampli large bande de construction maison équipé d'un PGA103+ et télé alimenté. Ce montage permit d'augmenter le S/N à 14 dB, soit 7 dB de plus. Le plus amusant, c'est qu'en coupant la télé alimentation du préampli, le signal de Bernard passait encore avec 2 dB de S/N. Je soupçonnai cependant que le gain n'était pas suffisant pour compenser les pertes dans le câble et choisis de rajouter un second amplificateur derrière le premier.

Et là, catastrophe : le MMIC a claqué sans l'ombre d'une hésitation ! J'en ai trouvé la cause peu après sur le toit. Les signaux « hors bande » en provenance des stations de la bande FM de radiodiffusion et d'aviation notamment, étaient tellement élevés qu'ils avaient créé une surtension sur le second étage et détruit le MMIC. J'avais déjà connu ce type mésaventure lors d'essais précédents. Le PGA103+ est un MMIC extrêmement sensible aux pointes de tension.

RUBRIQUE n°925 • Novembre 2018

De 20, puis 30 dB, aux premières images.

J'ai alors remplacé la Flexa Yagi par une antenne hélice Wimo de 1,25 mètre de long qui avait semblé donner de meilleurs résultats au départ, ce qui s'est avéré être un effet de propagation après coup. La Flexa Yagi restait la meilleure des antennes.

J'ai alors décidé d'installer un ancien convertisseur 13-23 cm de DGOVE à la place du préampli de toit.

Le résultat a été catastrophique : impossible de recevoir quoi que ce soit tant le convertisseur était saturé de tous côtés par des signaux parasites. J'ai alors pris la décision de le transformer en simple préamplificateur à trois étages, en coupant l'alimentation de l'oscillateur et en court-circuitant l'étage de sortie accordé sur 1200 MHz. Avec cependant un succès mitigé, puisque la porteuse de F5DB arrivait maintenant avec un S/N de 20 dB, sans toutefois que son spectre TV ne soit visible.

Après quelques modifications, je parvenais enfin à obtenir les 40 dB de gain annoncés par DGOVE ce qui me permit de constater une augmentation très nette du bruit à l'enclenchement du préampli, signe que les pertes du câble de descente étaient plus que compensées. La porteuse de Bernard arrivait maintenant 30 dB au-dessus du bruit et le 8 mai, je pouvais enfin recevoir sa première image DATV sur 2322 MHz, avec un SR de 150 kS/s et un rapport S/N de 6 dB.

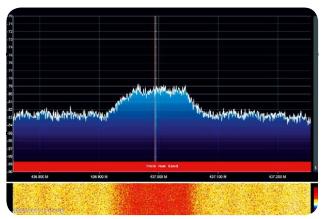


Figure 3: premier spectre du signal DATV de F5DB sur 2,3 GHz.

Doutes sur l'affichage du niveau de RF.

Stimulé par une remarque de F6BIG qui doutait de la validité de mes mesures (sur Tiounemonitor, la courbe du RF Level ne correspondait pas au rapport signal/bruit que je signalais sur l'air), je lançai des investigations afin de trouver la cause de cette bizarrerie. Le niveau affiché sur Tioumonitor restait systématiquement à -40 dBm +/- 1 dB alors que je signalais des variations de plusieurs dB. Après bien des recherches, je constatai que l'harmonique 3 (1446 MHz) de l'oscillateur local à 482 MHz du convertisseur avait un niveau beaucoup trop élevé à la sortie du convertisseur. En fait, c'est cet harmonique que le Minitouner Pro mesurait, et non pas le signal utile qui se situait aux environs de 6 à 10 dB au-dessus du bruit. Le Minitiouner Pro indiquait en fait, le niveau du signal le plus fort qui se trouve dans sa bande passante, c'est pour cela que le rapport S/N du signal utile était masqué par l'amplitude élevée de cette porteuse parasite. Une porteuse qui dépasse de 35 dB le signal utile (testé à +/- 200 kHz et 2 MHz) ne perturbe pas la réception! Par contre, son amplitude vient s'additionner à celle du signal utile et masque ce dernier sur l'affichage du « RF level » du Minitioune.

Comparaison d'antennes.

F5DB arrivait maintenant 13 dB au-dessus du bruit en SR 150, ce qui donnait un confortable MER de 13 dB sur MiniTutioune. Il envoyait alors 2 watts (mesurés en sortie de TX) à sa parabole de 3 mètres de diamètre. Sur 2300 MHz, le signal est souvent affecté d'un QSB rapide qui rend la comparaison entre antennes difficile. Afin de pouvoir passer rapidement d'une antenne à une autre, j'ai installé sur le toit un commutateur télécommandé à 3 entrées.



Figure 4: comparaison entre antennes.

J'ai tout d'abord comparé une antenne Flexa Yagi de 1,8 mètres de long et 18 dBd de gain (« dBd » = par rapport à un dipôle) fixée sur le côté du mât, avec une autre Flexa identique mais fixée de manière plus traditionnelle, avec le bras de force en dessous : les résultats sont identiques.

Ensuite, j'ai fait une comparaison entre deux Flexa et une antenne hélice de 1,25 mètres de long : 3 dB de moins avec l'hélice, ce qui est logique vu la perte théorique de 3 dB entre la polarisation horizontale du signal arrivant et la polarisation circulaire de l'antenne hélice.

Dernière comparaison entre une antenne plate (30 x 30 cm, 17,5 dBi de gain et 21 degrés d'ouverture) et la Flexa Yagi. Les deux antennes placées l'une à côté de l'autre à 1 mètre de distance. Résultat : la Flexa surpasse l'antenne plate de 4 dB. A cette étape, je recevais les images de F5DB avec un S/N de 14 dB.

Premières images de HB9IAM.

Après plusieurs tentatives, je suis parvenu à recevoir la porteuse d'HB9IAM de Genève, avec 8 dB au-dessus du bruit de fond sur 2320 MHz et j'ai même pu lui donner un rapport de 41 lorsqu'il est passé en SSB, mais avec un très fort QSB vraisemblablement dû aux avions, puisqu'il jouxte la piste de l'aéroport de Cointrin. Cela me donna l'idée d'observer ce même phénomène sur le signal de F5DB avec lequel je constate quelquefois du QSB « avions » mais moins fréquemment qu'avec HB9IAM. Sur les conseils de Philippe F5AOD, j'ai alors installé le génial logiciel Air Scout de DL2ALF qui permet de voir les passages des avions dans un périmètre donné et surtout, d'estimer les réflexions possibles avec un correspondant donné. On peut le télécharger gratuitement sur le Net.

Après des semaines d'efforts supplémentaires, j'ai enfin pu recevoir le signal DATV de Pierre HB9IAM. Comme avec F5DB, nous ne sommes pas en visibilité directe et séparés par une soixantaine de kilomètres. La dernière étape a été pour lui de mettre en service un PA plus puissant et pour moi de décentrer l'antenne plate du mât afin de l'éloigner des obstacles qui masquent l'horizon.

L'élément décisif a cependant été de varier la fréquence afin d'en trouver une où le spectre reçu était acceptable. Sur la fréquence initiale, il était affecté d'une profonde crevasse qui empêchait la réception. Sur les conseils de F5DB, nous sommes montés progressivement en fréquence jusqu'à trouver celle qui donnait le signal le plus élevé et avec un spectre susceptible d'être décodé par le Minitiouner. Les premiers essais par pas de 1 MHz n'ont pas permis de trouver ce point idéal. Ce n'est que lorsque nous avons recherché la bonne fréquence en nous déplaçant par bonds de 20 kHz que nous sommes tombés sur celle qui m'a permis de voir les images de Pierre!

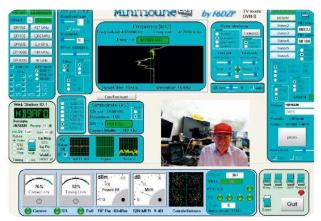


Figure 5 : premières images de HB9IAM.

De 25 à 30 décibels.

Le 29 mai, j'ai reçu Bernard avec 21 dB de S/N avec l'antenne plate et 25 dB avec la Flexa Yagi. Sa porteuse pure arrivait 46 dB au-dessus du souffle, ce qui était le record du moment. Pour y arriver, Bernard avait fait passer sa puissance à 7 watts et moi j'avais gratté encore quelques petits dB.

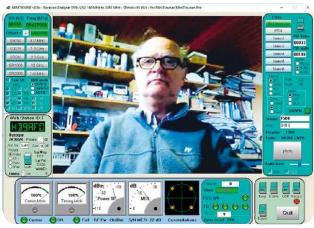


Figure 6 : images reçues de F5DB sur 2,3 GHz.

La zone de Fresnel des antennes 2,3 GHz orientées en direction de F5DB passait très près d'un énorme cèdre, ce qui m'a incité à installer un nouveau mât sur le toit mais à l'opposé du premier. J'y ai monté la seconde Flexa Yagi, identique à la première, ce qui allait me permettre de comparer les deux emplacements.

Dans un premier temps j'ai équipé cette nouvelle antenne avec le premier préamplificateur que j'avais, le convertisseur DGOVE modifié. Je fus déçu du résultat, car l'amplitude du signal de F5DB était inférieure à celle que je recevais avec la première Flexa. J'ai alors décidé de permuter les préamplis afin de savoir si c'était eux qui donnaient un avantage à telle ou telle antenne. La réponse fut positive. La nouvelle antenne équipée du préampli le plus performant (DB6NT) récemment acquis donnait des résultats supérieurs à l'autre.

Le nouveau mât est équipé d'un câble coaxial d'excellente qualité, un Hyperflex 10, donné pour 28 dB de pertes aux 100 mètres à 1 GHz. Il fait 18 mètres de long, ce qui est presque deux fois plus que celui qui relie le mât initial. Avant de permuter les préamplis, le socle de bruit arrivant des deux antennes du début avait une amplitude très supérieure à celui de la nouvelle antenne. Après permutation, les deux groupes ont donné à peu près le même niveau, indiquant que le gain supérieur du préampli DB6NT par rapport au DG0VE compensait parfaitement la perte due à la longueur double du câble coaxial de la nouvelle antenne (18 mètres contre 10 mètres).

A partir de là, les résultats ont été systématiquement en faveur de la nouvelle antenne.

Montage d'une parabole.

Tous mes copains me disaient qu'une parabole était supérieure à une Yagi à 2,3 GHz. Le dernier essai à faire était donc d'échanger la nouvelle Flexa Yagi contre une parabole offset Visiosat de 92/104 cm. Restait encore à l'équiper d'une source 2,3 GHz ce qui fut fait avec une antenne patch que j'avais utilisée il y a 24 ans pour recevoir le relais TV HB9IBC sur 2308 MHz. Cette patch avait été développée par HB9RKR dans ce but, et elle était configurée en polarisation circulaire. Je l'ai montée telle quelle afin de faire rapidement les premiers essais.



Figure 7: la source patch.

Afin de préparer la parabole pour le 10 GHz et aussi pour faire des essais de réflexion via des avions ou des orages (Rain Scatter), je l'ai équipée de deux moteurs : un pour l'azimut et un pour le site. Puis j'ai remplacé la source patch en polarisation circulaire par une patch en polarisation horizontale, ce qui m'a fait gagner encore 2 dB, ce qui est logique puisqu'à l'autre extrémité de la liaison Bernard F5DB utilise une antenne en polarisation horizontale.

RUBRIQUE n°925 • Novembre 2018



Figure 8: moteurs site-azimut.

Après pas mal de discussions, F5DB et F4CXQ m'ont tous deux conseillé d'adopter un cornet comme source pour la parabole et c'est ce que j'ai fait. Bernard a relevé les cotes du cornet qu'il y a sur son antenne Tonna et Hervé m'a envoyé l'abaque permettant de calculer les dimensions du cornet. J'ai alors fabriqué ce cornet « à la Tonna ».

Le guide d'onde est un parallélépipède rectangle de 95 x 43 x 91 mm construit avec du circuit imprimé doubleface de type FR4 de 1,5 mm d'épaisseur. Centrée sur le grand côté, à 30 mm du fond (un quart d'onde), se trouve la probe qui capte la HF. C'est un simple fil argenté de 1 mm de diamètre et de 29 mm de long soudé sur une prise châssis SMA. L'ouverture de la partie « cornet » mesure 154 x 120 mm. La mesure du ROS a donné 15 dB, ce qui fait un TOS de 1.5:1, fort correct. Le cornet est centré sur 2360 MHz mais le TOS est quasiment constant entre 2300 et 2400 MHz.



Figure 9 : le cornet et le préampli 2,3 GHz.

CONCLUSION.

C'est vraiment la parabole qui donne le meilleur résultat comparé à toutes les autres antennes, ce qui est logique vu sa taille et donc son gain. J'ai fait l'essai de monter un PLL-LNB à côté de la source afin de pouvoir recevoir le 10 GHz en même temps que le 2,3 GHz. Cela fonctionne parfaitement, les deux sources ne se gênent pas. Je vais encore remplacer le PLL-LNB par la source SQG de mon transverter 10 GHz. Ce sera un peu plus difficile question fixation car la source 10 GHz est fixée à un relais en guide d'onde, ce qui rend le tout plus volumineux qu'un LNB. Mais au moins je pourrai trafiquer en même temps sur les deux bandes sans être obligé de monter et démonter le transverter 10 GHz. Ce sera bien plus confortable.



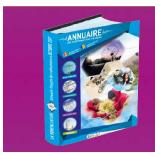
Figure 10 : les deux sources côte à côte.

Au final, j'ai pu recevoir les images de F5DB alors qu'il n'avait que 4 mW à la sortie de son émetteur.

C'était vraiment le minimum possible. Pour y arriver, nous avons choisi la meilleure propagation du jour en jouant sur l'heure du QSO et recherché la meilleure fréquence en nous déplaçant par bonds de 20 kHz.

C'est ainsi qu'en l'espace de 4 mois nous avons constamment amélioré nos équipements et sommes passés de zéro à la réception d'images parfaites transmises avec seulement 4 milliwatts sur 2,3 GHz, sur un trajet de 60 km masqué par une chaîne de montagnes. C'est une sacrée performance! Nous avons travaillé dur pour parvenir à ce résultat mais je ne vous cache pas que nous y avons pris beaucoup de plaisir...

Michel Vonlanthen HB9AFO - www.hb9afo.ch



NOMENCLATURE 41^{ème} EDITION

Dans plus de 440 pages, elle contient : • les listes des radioamateurs français ;

- les listes des radioamateurs andorrans ;
- les listes des radioamateurs monégasques ;
- les plans de bandes et documents IARU ;
- divers documents utiles.

Vous pouvez la commander à notre secrétariat.

Port non compris