

Première liaison TV 10GHz via le Mont Blanc

Michel Vonlanthen HB9AFO (mvonlanthen@vtx.ch)

Bussigny/Le Grand-Saconnex - Dank DATV (Digital TV) konnte erstmals ein TV-QSO auf einer Strecke von 156km auf dem 3cm-Band übertragen werden; die Reflexion am Mont Blanc hat dies möglich gemacht. Bisher war nur SSB und CW möglich aber mit den letzten Verbesserungen des DATV-Empfangs und nach vielen Versuchen, konnte dieses QSO zwischen HB9AFO und HB9IAM realisiert werden.



Fig. 1 - HB9AFO monte la parabole 10GHz réglable en site et azimuth

Durant l'été 2018, l'activité DATV a été très intense dans notre région (Haute-Savoie, Savoie et bassin lémanique). Nous avons effectué des essais pratiquement chaque jour, F5DB et moi, souvent rejoints par HB9IAM et F6BIG. Nous utilisons la voie de service de 144,750 FM et quelquefois le TG DMR 9410, bien pratique pour pouvoir discuter tous ensemble. La plupart du temps nous renvoyons les signaux reçus sur le site TiouneMonitor de F6DZP, qui affiche les niveaux et les images reçues. Chacun peut ainsi les voir sur Internet et suivre la progression de nos essais: www.vivadtv.org/tutioune.php?what=map (cliquer sur la bulle verte qui sautille).

du QRM, je peux en situer la provenance et mesurer son niveau avec le récepteur de trafic. C'est aussi très utile pour observer le QSB car, suivant sa période, on peut savoir de quel QSB il s'agit, notamment si c'est celui provoqué par une réflexion sur un avion. En DATV, si le QSB est trop rapide, le récepteur n'a pas le temps de se synchroniser et aucune image n'apparaît. Il est donc utile de savoir pourquoi. Or les récepteurs DATV n'ont aucun moyen de le montrer car leurs bargraphes sont trop imprécis.

A la sortie du convertisseur, il y a tout d'abord un filtre très sélectif (3MHz à -50dB) dont je peux varier électronique

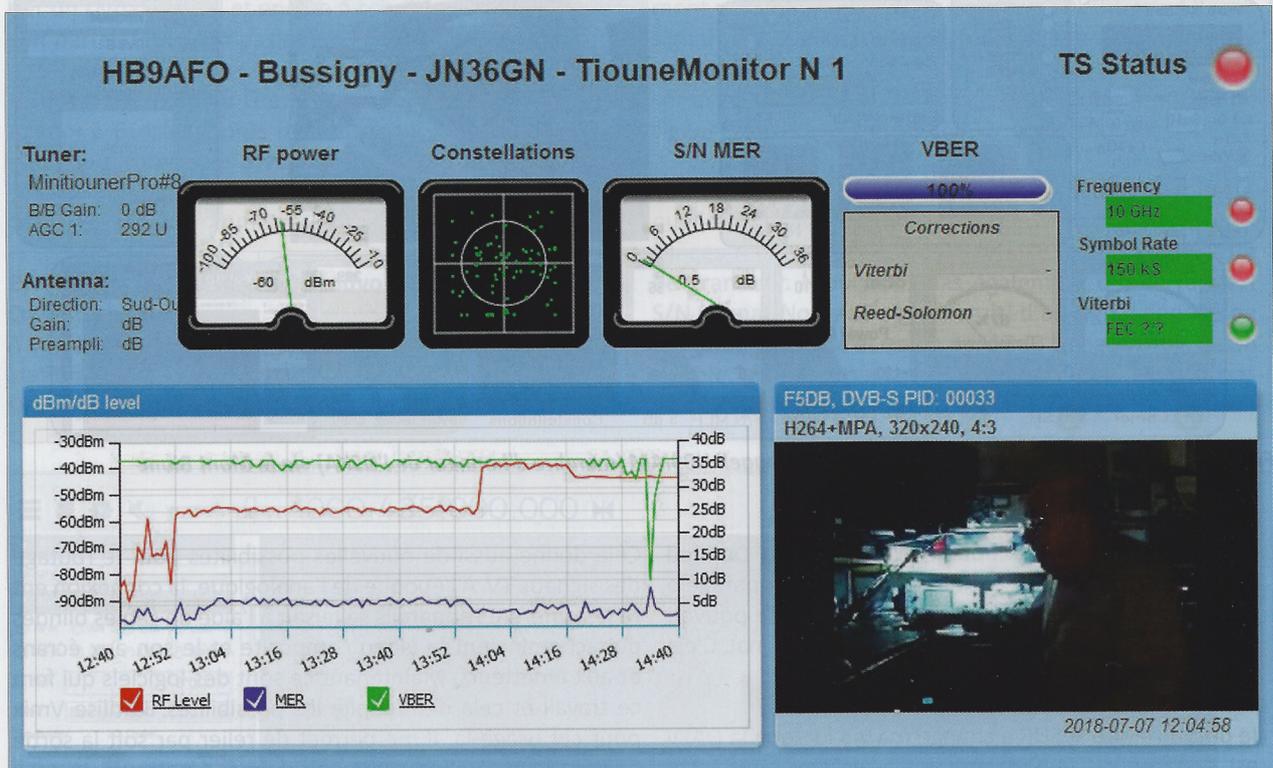


Fig. 2 - TiouneMonitor

Amélioration constante des équipements

Durant toutes ces expérimentations, je n'ai eu eu cesse d'améliorer mes équipements de réception, grattant décibel après décibel jusqu'à pouvoir entendre le souffle généré par la végétation environnante, signe que la réception est très sensible. De son côté Bernard améliorerait constamment la stabilité et la puissance de son émission. Je dispose maintenant d'un ensemble de réception DATV (et autres modes) de très haute tenue, avec une précision de calage de quelques Hertz sur toutes les bandes et une haute sensibilité. Ce système est assez original puisqu'il utilise un récepteur semi-pro AR5001DX comme convertisseur toutes bandes, suivi, sur sa sortie FI de 45MHz (fréquence intermédiaire), d'un convertisseur 45-437MHz. C'est sur cette dernière que je cale mes récepteurs DATV, ce qui m'évite de devoir les reprogrammer lors de chaque changement de fréquence.

Autre avantage de taille, je peux écouter la fréquence reçue et ainsi déceler un signal utile dans le bruit. S'il y a

ment la fréquence centrale. C'est hyper pratique pour éliminer tout QRM indésirable, spécialement dans la bande 430 MHz et plus bas. Je peux bien sûr, mettre ce filtre hors service à l'aide d'un commutateur, qui le court-circuite via deux relais montés tête-bêche (afin de conserver une bonne isolation). Le fait que ce filtre soit inséré à cet endroit me permet de l'utiliser pour n'importe-quelle fréquence reçue puisque cette dernière est toujours convertie en 437 MHz. En l'absence de convertisseur, je serais obligé d'avoir un filtre pour chaque bande reçue. Ce filtre a été décrit dans Radio-Ref 4/2017.

A la suite, tous calés en parallèle sur 437 MHz, se trouvent les récepteurs DATV: Pour le DVB-T c'est un Hides et un SR-Systems et pour le DVB-S c'est le merveilleux Minitiouner développé par F6DZP et „kitté“ par F1CHF (première version) et par le REF (seconde version). Question définition, „le Minitiouner“ c'est le démodulateur physique et „Minitioune“, c'est son logiciel.

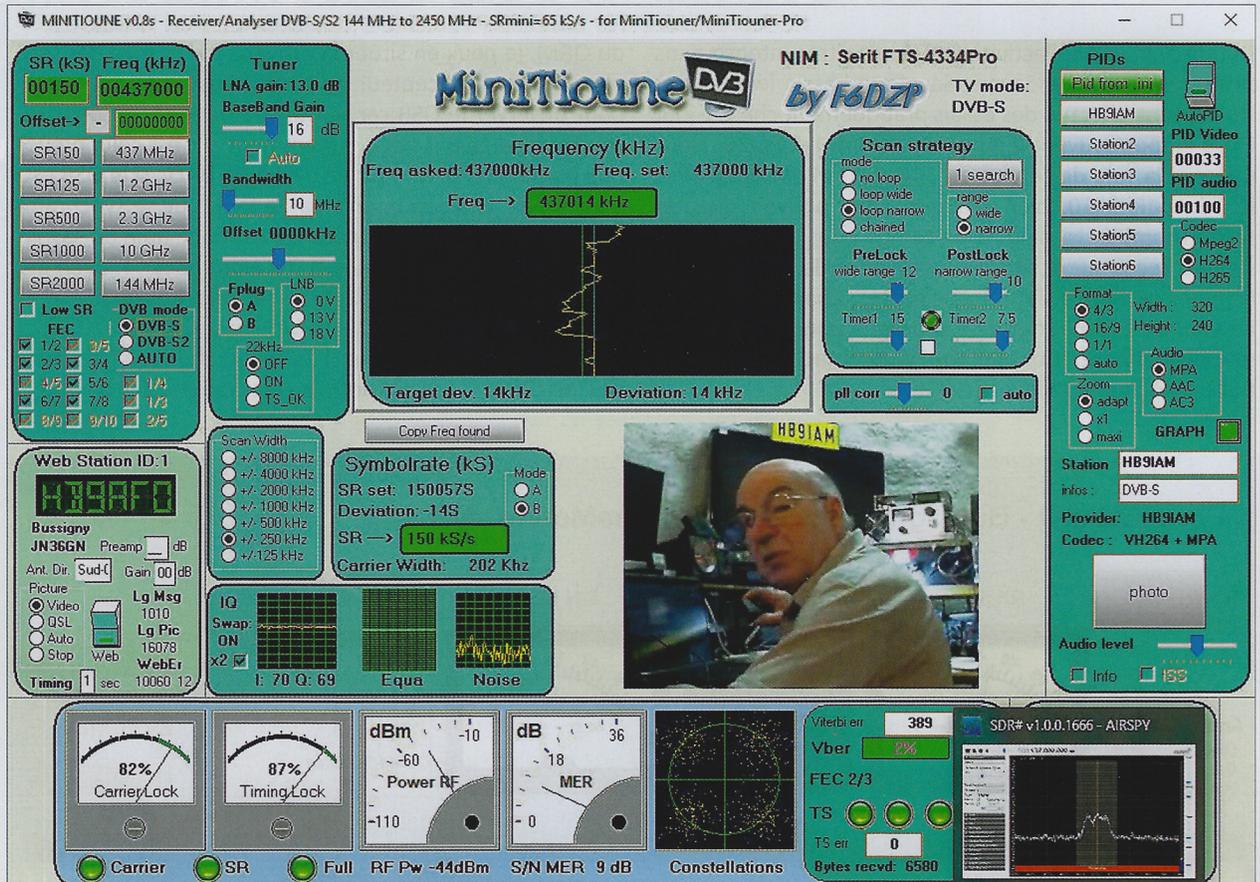


Fig. 3 - Minitioune lors de la réception de Pierre Binggeli HB9IAM (membre d'honneur de l'USKA) via le Mont Blanc

Il y a également un récepteur SDR (Software Defined Receiver ou récepteur défini par logiciel) en parallèle, ce qui me permet de voir le spectre reçu et de pouvoir ainsi orienter mes antennes au meilleur du signal. C'est un Air-Spy piloté par le logiciel SDR#.

Je dois dire que le SDR a changé ma vie lorsque la DATV est apparue car auparavant je n'avais rien pour juger de l'amplitude du signal reçu. Je travaillais à l'aveugle ce qui m'a dissuadé de passer à la DATV pendant assez longtemps. Maintenant je peux apprécier les variations à un décibel-près et ainsi mesurer très précisément le rapport signal/bruit de ce qui arrive au récepteur.

Le Minitiouner a l'inconvénient de devoir être piloté par logiciel, ce qui rend son utilisation quelquefois acrobatique en portable à l'extérieur car le logiciel tourne sur un laptop, dont l'écran est peu lisible lorsqu'on est au soleil, peu pratique lorsqu'on a de gros doigts et peu pratique car il faut l'alimenter et qu'on ne sait jamais où le poser, surtout la souris... Je préférerais de loin pouvoir le commander, à l'ancienne, à l'aide de bon vieux boutons. Mais en contrepartie du pilotage soft on dispose des immenses possibilités des logiciels. Cela se traduit déjà par celle de pouvoir copier un écran et de le transformer en image JPG, indispensable pour conserver des témoignages de ses expérimentations (et aussi pour en faire des articles).

Cela donne aussi de nouvelles possibilités pour le routage des signaux TV. A l'époque de l'analogique, la connexion entre les différents appareils se faisait à l'aide de câbles blindés qui acheminaient la vidéo composite et le son aux écrans et aux émetteurs. Maintenant ce sont des logiciels qui font ce travail et cela démultiplie les possibilités. J'utilise Vmix pour cet usage-là. Il me permet de relier par soft la sortie de Minitioune à n'importe-que de mes émetteurs. Je peux également injecter tout ce que je veux dans mes émetteurs soft (DATV-Express et LimeSDR Mini): mire, images de caméras, image de l'écran du PC, sorties d'autres softs, des photos, des vidéos, etc. Ce logiciel gratuit est très flexible et facile à prendre en mains. Si j'en avais encore la force - on ne sait jamais, quelquefois d'anciens volcans se réveillent - je développerais une interface Arduino pour le Minitiouner et laisserais ainsi le PC dans une boîte noire. On pourrait alors passer ses commandes à Minitioune à l'aide de boutons et plus à l'aide d'une souris. Quel confort ce serait!... Je ne dis pas que je suis le pape à cet égard, mais c'est toujours leur ergonomie qui ont fait le succès des logiciels que j'ai développés durant ma vie professionnelle.

Performances spectaculaires de la TV numérique

Tout ce préambule pour expliquer les performances hors des sentiers battus que nous avons réalisées en quelques mois, la plus spectaculaire étant la transmission de signaux TV à grande distance en réflexion contre le Mont Blanc. Cette percée technologique est devenue possible grâce à la diminution de la bande passante. A l'époque de la TV

analogique, il fallait 8 MHz pour transmettre de l'AM et 18 MHz pour de la FM. Nous avons réalisé cette liaison, HB9IAM et moi, en travaillant en low SR, à 150ks/s, ce qui fait une bande passante d'environ 200kHz. Par rapport à l'AM cela nous donne un gain de 17 dB et de 20 dB pour la FM. Par rapport à un signal SSB, le signal DATV a un handicap de 20 à 30 dB, ce qui signifie que pour avoir une chance de pouvoir réaliser un QSO en DVB-S 150ks/s (kilo Symboles par seconde) il faut que le signal DATV soit environ 1000 fois plus puissant que le signal SSB. Mais en plus il y a le décodage TV qui perd encore quelques dB. Expérience faite, il faut avoir au minimum 4 à 6 dB de rapport signal/bruit pour que le Minitioune puisse démoduler un signal DVB-S, et encore à condition que ce dernier soit parfait et ne soit pas affecté de QSB.

HB9IAM est situé au Grand-Saxonnex, près de Genève, et moi à Bussigny, près de Lausanne. Etant donné que nous ne sommes pas à vue, le QSO DATV 10GHz ne peut se faire qu'en réflexion contre le Mont Blanc. La distance totale est de 156 kilomètres.

Estimation des chances de pouvoir réaliser un QSO en DATV

A vue de nez, lorsqu'on est en contact phonie avec une station, on peut estimer ses chances de réaliser un QSO DATV en mesurant l'amplitude de son signal. Il suffit

condition qu'il soit fiable et étalonné en dB (décibels), mais il sera beaucoup plus simple et précis d'utiliser un SDR dont l'avantage est de visualiser le spectre du signal arrivant. Cela peut éviter des erreurs d'interprétation.

Par exemple, je suis en QSO phonie en 144 avec un OM qui arrive très fort. Je lui demande alors de me mettre son TX DATV en route sur 10GHz mais avec une porteuse au lieu de la modulation TV. Je peux ainsi aisément repérer son signal dans le bruit, orienter ma parabole pour le recevoir au mieux et mesurer l'amplitude de sa porteuse. Si cette dernière fait plus de 30dB de rapport signal/bruit, je sais alors que le QSO TV est éventuellement possible. Il peut alors passer en DVB-S low SR, son signal sera 30dB plus faible, mais si je le vois encore sur l'écran de mon SDR, je peux commencer à me synthoniser avec Minitioune. Ce dernier exige entre 4 et 6dB de signal (S/N) pour être capable de le démoduler.

Ce raisonnement a l'avantage d'être vrai pour n'importe quelle propagation mais il faut cependant que les puissances relatives porteuse-DATV soient du même ordre de grandeur. N'oublions pas également que le rapport S/N (Signal/Noise ou signal/bruit) d'un signal dépend de sa bande passante et qu'on perd 3dB à chaque fois qu'on double la bande passante. Un signal d'une bande passante de 2MHz (SR1500) aura donc 10dB de moins que

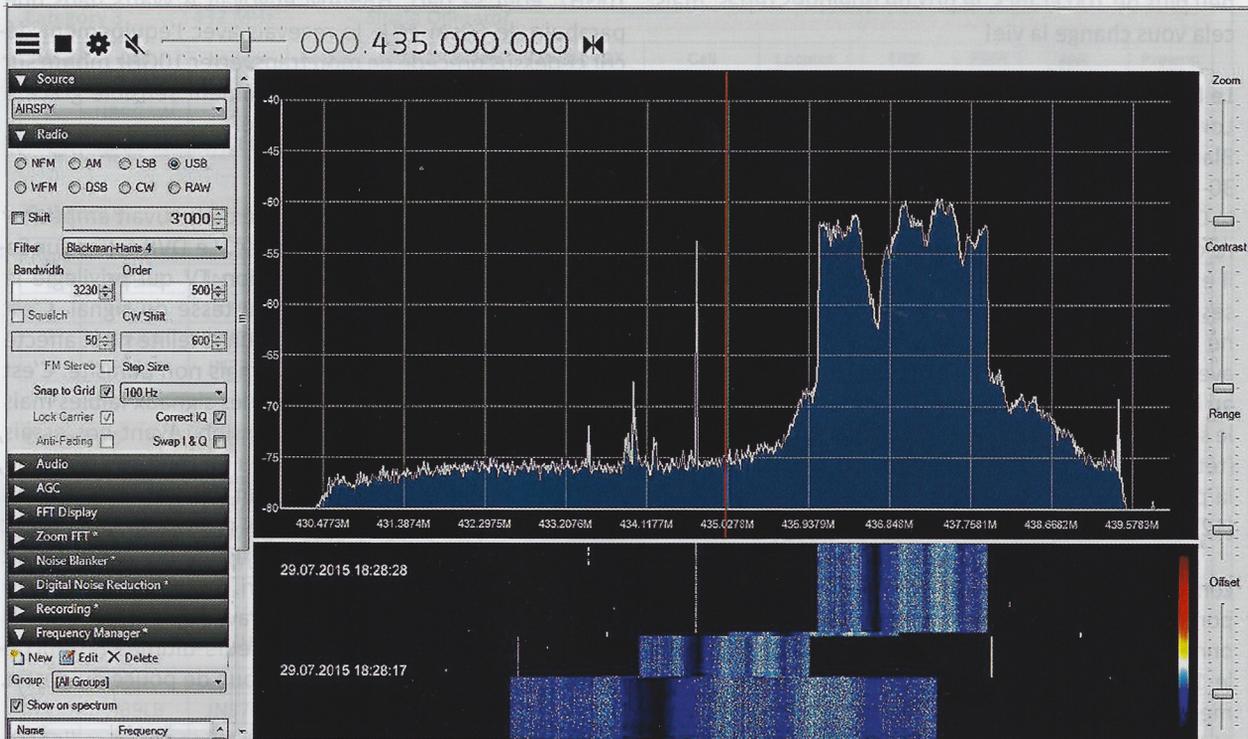


Fig. 4 - Le logiciel SDR et le SDR Air-Spy

d'envoyer une porteuse ou n'importe quel signal dont l'amplitude reste constante (de la phonie FM par exemple) sur la fréquence où devrait se dérouler le QSO TV et de mesurer son amplitude. Si elle dépasse 30dB, on a une chance de pouvoir faire le QSO en DATV low SR. On peut effectuer cette mesure avec le s-mètre d'un récepteur à

le même à 200kHz (SR150). Ce n'est pas rien en TV. Cette valeur de 30dB est une approximation grossière qui gagnerait à être affinée pour chaque équipement et pour chaque bande. Ainsi, chacun pourrait déterminer si un QSO DATV est possible rien qu'en mesurant l'amplitude d'une porteuse qu'il entend.

Restent bien-sûr les fluctuations de la propagation qui font monter et descendre les signaux. J'ai moult fois expérimenté avec F5DB et HB9IAM qu'il suffisait d'attendre un peu pour voir un signal remonter. On peut aussi déplacer sa fréquence et rester sur celle qui donne le meilleur résultat car le QSB sélectif est redoutable. On ne le voit pas si on ne visualise pas le spectre du signal arrivant.

Si on en a la possibilité, on peut également déplacer l'antenne. On s'apercevra alors que sur un mât la réception est meilleure que sur un autre pour une station donnée, mais que cela s'inverse quelquefois. Eh oui, la vie n'est pas un long fleuve tranquille!... Une chose est cependant sûre: sans pouvoir visualiser le signal arrivant, la réception DATV tient du hasard. Il faut impérativement pouvoir disposer d'un analyseur de spectre pour affiner le pointage de l'antenne et pour nous, radiomateurs désargentés, cet engin s'appelle un SDR (Software Defined Receiver). Ça ne coûte qu'un peu plus de 100 Francs, le prix de quelques repas, mais cela vous change la vie!

Le Mont Blanc

Lors des journées de trafic 10GHz F6BSJ via le Mont Blanc, les stations les plus puissantes ont des niveaux de 30-40dB au-dessus du bruit en SSB, ce qui signifie que le QSO en DATV serait possible avec elles. Mais ce genre de trafic par réflexion a deux handicaps. D'une part il est affecté d'un QSB déformant qui crée des crevasse dans le spectre et d'autre part la polarisation tourne constamment. Le premier effet, on peut l'observer avec un SDR. On en voit un exemple sur le spectre situé au bas à droite de la figure 3. Pour mettre en évidence le second, il faut effectuer la réception avec un PLL-LNB (tête satellite grand public), dont on peut faire varier la polarisation en changeant la tension d'alimentation (12V-18V).

Lorsque j'ai reçu le signal DATV de HB9IAM, il avait un rapport S/N de 8dB ce qui veut dire que sans les QSB mentionnés plus haut, j'aurais pu recevoir ses images pendant le 100% du temps. En réalité, je devais attendre le moment où le QSB sélectif donnait un minimum de crevasse et où le QSB „polarisation“ était à son maximum. Mis à part ce handicap, qui pourrait être partiellement corrigé



Fig. 5 - Transverter 10GHz

en augmentant le bilan de liaison, les images étaient de superbe qualité, en couleur et avec le son.

A ma connaissance c'est la première fois qu'une telle liaison est réalisée car, faire 156km en réflexion contre le Mont Blanc, demanderait une puissance de 200 Watts en AM et 400 en FM et personne n'a cette puissance-là sur 10GHz. Pour sa part, HB9IAM envoyait 4 Watts dans une parabole de 60cm et je le recevais avec l'équipement décrit ci-dessus précédé de mon transverter 10GHz monté sur une parabole de 92cm, particulièrement sensible grâce à son préamplificateur à guide d'onde.

Conclusion

Il y avait encore un autre paramètre qui pouvait empêcher ce genre de liaison: le codage utilisé. Le DVB-S (S pour Satellite) est un mode de transmission TV qui privilégie la sensibilité au détriment de la robustesse du signal. C'est logique puisqu'un signal arrivant d'un satellite n'est affecté ni de QSB ni de QRM. Il est faible mais non parasité. C'est pour cela que cette norme favorise les signaux faibles mais corrige peu les erreurs de transmission. Avant nos essais, le DVB-S était considéré comme peu utilisable en réflexion, donc peu adapté au trafic en région montagneuse (où on utilise plutôt le DVB-T). Nous avons prouvé qu'en affûtant bien ses équipements et son expérience de trafic, il était possible de contourner cet à-priori. La vie est ainsi faite quelquefois: il suffit d'y croire, de travailler d'arrache-pieds à pousser ses équipements dans leurs ultimes retranchements et de bénéficier d'un petit coup de pouce du destin.

Mais comment diable font ceux qui ne sont pas radioamateurs pour arriver à vivre sans ce genre de plaisir? ■