

Récepteur DATV de rêve

Michel Vonlanthen HB9AFO (www.hb9afo.ch)

Les progrès de la DATV (Digital Amateur TV) sont fulgurants. La largeur de bande a pu être considérablement réduite ce qui permet des transmissions sur toutes les bandes. S'il fallait autrefois une largeur de bande de 18 MHz voire plus (ATV FM analogique) il est aujourd'hui possible avec 150 kHz de largeur de bande de transmettre des images en couleur d'excellente qualité. L'article décrit la réalisation de modules permettant l'adaptation d'un décodeur DATV à un récepteur de trafic servant de convertisseur toutes bandes.

Dans le monde radioamateur, les progrès de la DATV (Digital Amateur TV ou télévision numérique), sont fulgurants. Grâce à quelques "locomotives" qui font bénéficier notre communauté de leurs connaissances très pointues, notamment F6DZP à qui nous devons le développement du récepteur DVB-S Minitiouner qui permet de recevoir de très bas SR (bande passante très réduite), il est maintenant possible de transmettre des images animées en couleur de plus en plus bas en fréquence car la largeur de bande nécessaire diminue drastiquement. Actuellement le minimum est de 125 kS/s (kilo Symboles par seconde) ce qui fait une largeur de bande d'environ 160 kHz. Cela signifie qu'on peut facilement trouver une place libre dans la bande 144 MHz et même sur 50 et 28 MHz. Nos essais portent sur ces bandes là actuellement et sont fort prometteurs. Notre espoir est de pouvoir échanger des images TV à grande distance en bénéficiant de la propagation des ondes-courtes.

Travailler sur plusieurs bandes signifie disposer de plusieurs convertisseurs de réception et d'émission pour y recevoir et transmettre des signaux DATV. Il faut les construire et ensuite les commuter pour passer d'une bande à une autre. Une bande ça va, deux bandes ça se complique et 3 bandes cela devient une "usine à gaz" de câbles et de commutations.



Le récepteur AOR AR-5001DX

Disposant d'un excellent récepteur de trafic, l'AOR AR-5001DX qui couvre de 40 kHz à 3 GHz sans trou, j'ai eu l'idée de l'utiliser comme convertisseur universel devant mes récepteurs DATV. Pour cela je capte le signal reçu sur sa sortie IF à 45,05 MHz située à l'arrière du récepteur et prévue pour y connecter un analyseur panoramique et je l'envoie dans un convertisseur 45-437 MHz puisque c'est sur cette fréquence que mes récepteurs DATV sont réglés. De cette façon, tout signal DATV reçu par l'AR-5001DX peut être décodé par le récepteur DATV qui suit, en l'occurrence le Minitiouner de F6DZP commandé par un PC. En parallèle je branche également un récepteur DVB-T (TNT) dont la bande passante est plus large (2 MHz) mais qui est bien plus efficace que le DVB-S en zone montagneuse car il tire profit des réflexions contrairement au DVB-S qui se bloque dès que le signal est distorsionné par des réflexions multiples. Cette différence d'efficacité provient de la conception de ces deux normes. Le DVB-S (S pour Satellite) est utilisé pour les liaisons satellite-sol telles qu'on les pratique avec les récepteurs TV satellite domestiques. Le signal reçu par la parabole est faible mais n'est pas affecté de distorsions, la réception se faisant à vue directe, sans obstacles. Cette norme favorise donc la détection d'un signal "propre" mais noyé dans le bruit.

Au contraire, le DVB-T (T pour Terrestre) est utilisé pour des liaisons terrestres, la fameuse TNT, TV Numérique Terrestre, dont le signal peut être affecté de distorsions dues aux réflexions multiples. Cette norme a donc été conçue

pour tirer profit de la moindre réflexion afin d'améliorer la détection. En mobile par signal DVB-T sera bien mieux reçu qu'un signal DVB-S, qui lui se bloquera au moindre multipath.

En conclusion, vouloir un récepteur DATV universel veut dire disposer de deux récepteurs en parallèle en sortie du convertisseur: un récepteur DVB-S (le Minitiuoner de F6DZP piloté par PC et précédé d'un convertisseur SUP-2400) et un récepteur DVB-T (un Hides HV-110). Et comme l'AR-5001DX peut se syntoniser sur n'importe-quelle fréquence comprise entre 40 kHz et 3 GHz, je peux recevoir tout ce qui s'y présente. A condition bien-sûr qu'on puisse transmettre de la DATV dans la bande concernée.

Historiquement, on a émis en TV analogique AM dans la bande 430 MHz, puis sur 1200 MHz FM, puis plus haut, sur 10 et 24 GHz entre autres. La DATV est plus délicate à transmettre que la TV analogique d'antan car il faut des oscillateurs très stables et très propres ainsi que des amplificateurs de puissance ultra linéaires. C'est pour cela que la migration vers le numérique se fait relativement lentement. Pour ma part j'ai réussi des liaisons DATV sur 10 GHz, 1,2 GHz, 430 MHz et maintenant 50 MHz.

Le synoptique de ce récepteur DATV universel comprend donc le récepteur AR5001DX, le convertisseur 45-437 MHz réalisé à l'aide de modules HF universels précédemment décrits, et les deux récepteurs DATV , DVB-S et DVB-T, en parallèle sur la sortie du convertisseur. En plus, j'utilise un récepteur SDR (Software Defined Receiver) en parallèle avec les 2 récepteurs DATV afin de visualiser le spectre reçu ce qui permet de pointer l'antenne au maximum de signal. Il s'agit d'un SDR Air Spy et du logiciel SDRSharp, tous deux parfaits pour cette utilisation.

Le convertisseur

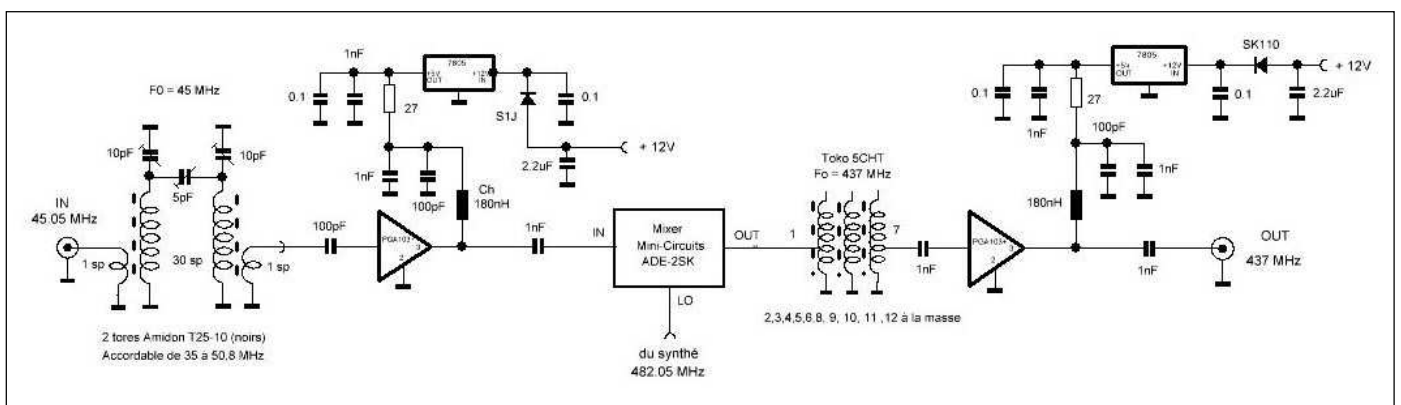
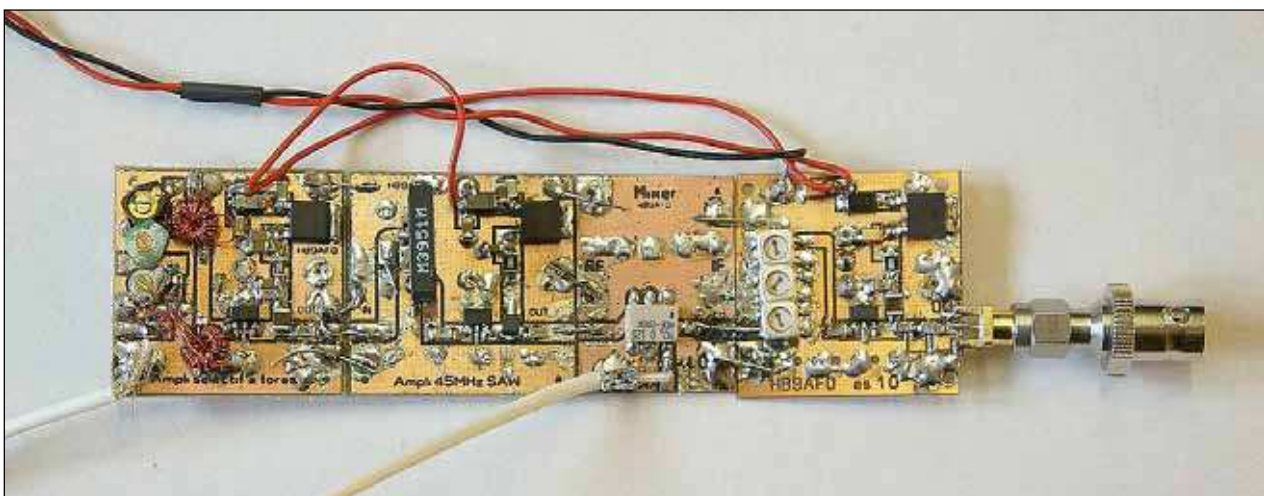
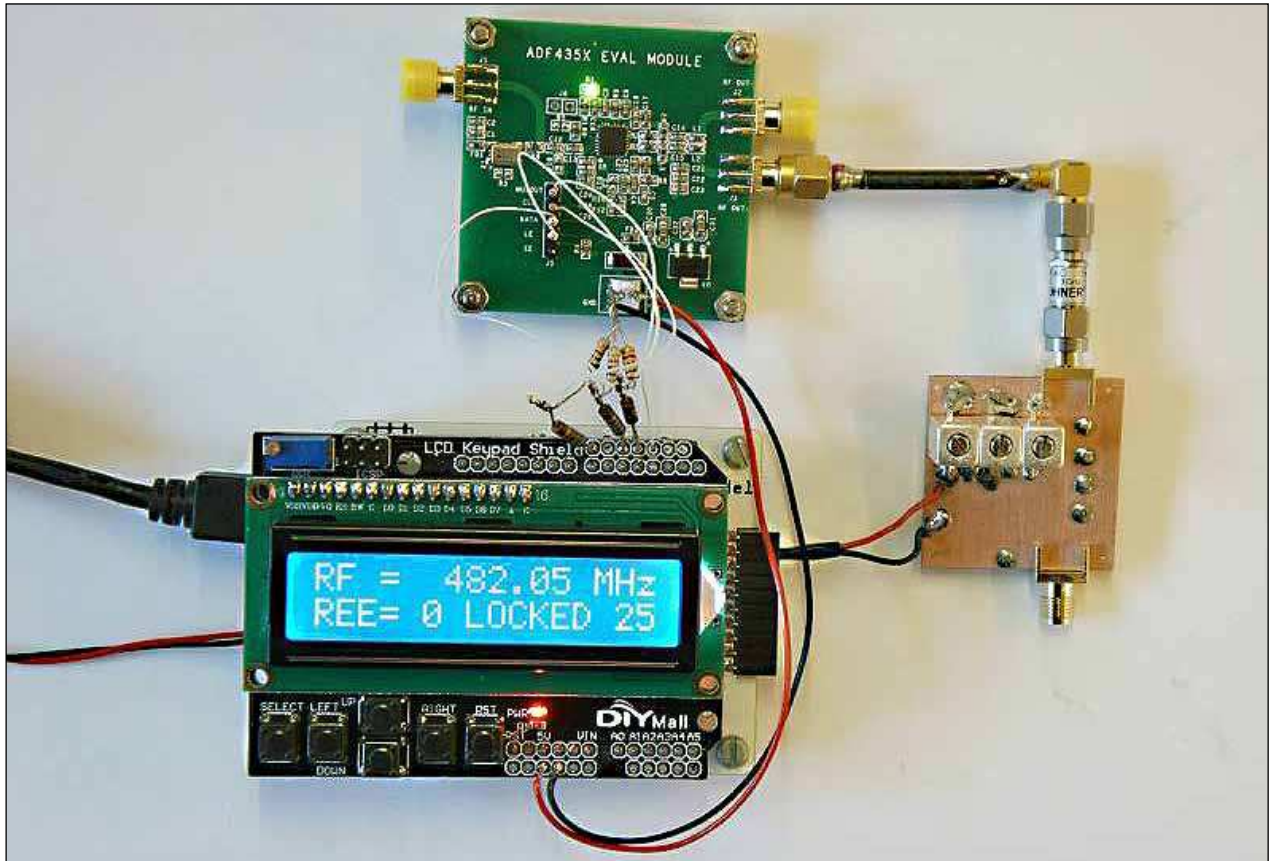


Schéma complet du convertisseur (sans le LO)



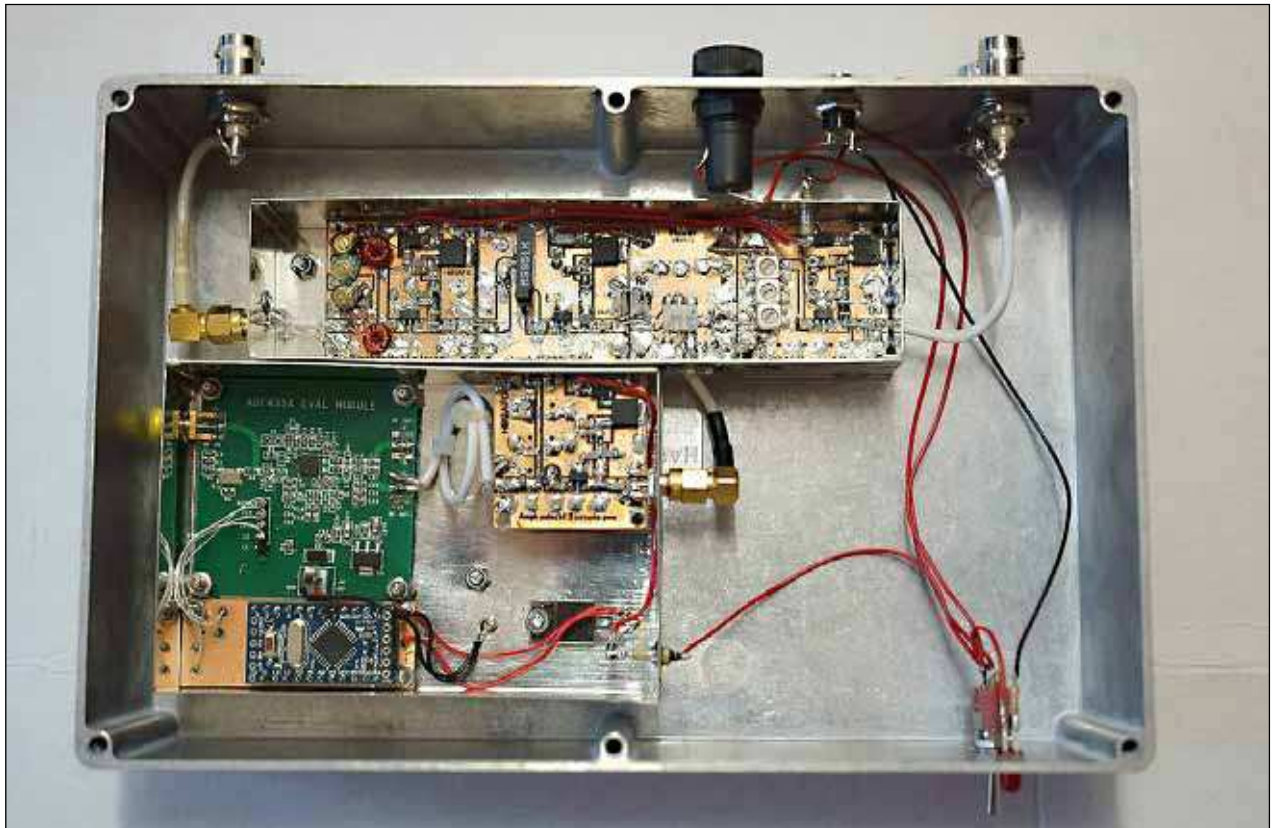
Le prototype du convertisseur (l'ampli SAW a été enlevé)

Il est constitué de modules universels précédemment décrits: un amplificateur à filtre de bande 45 MHz à tores de ferrite, un mélangeur passif à diodes et un amplificateur à filtre de bande à 3 circuits réglés sur 437 MHz. L'oscillateur local est un synthétiseur ADF-4351 suivi d'un filtre de bande 482 MHz et piloté par un microordinateur Arduino Mini Pro (le plus petit des Arduino). Ce dernier ne fait que de programmer les 6 registres du synthétiseur au démarrage afin d'obtenir la fréquence de pilotage de 482.05 MHz.



Le prototype de l'oscillateur local

Dans la version finale du convertisseur, l'affichage et le clavier, utiles en période de prototypage, ont été retirés.



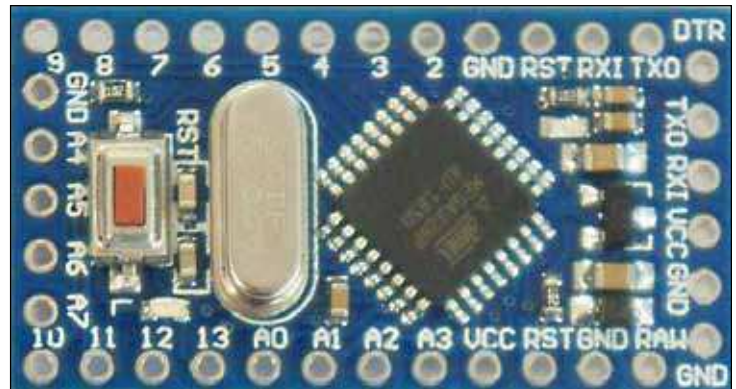
Le convertisseur terminé

L'Oscillateur local

Il est constitué d'un synthétiseur ADF-4351 (acheté sur E-Bay pour 40 €) piloté par un microordinateur Arduino Mini Pro, le plus petit des Arduino.



Le synthétiseur ADF-4351

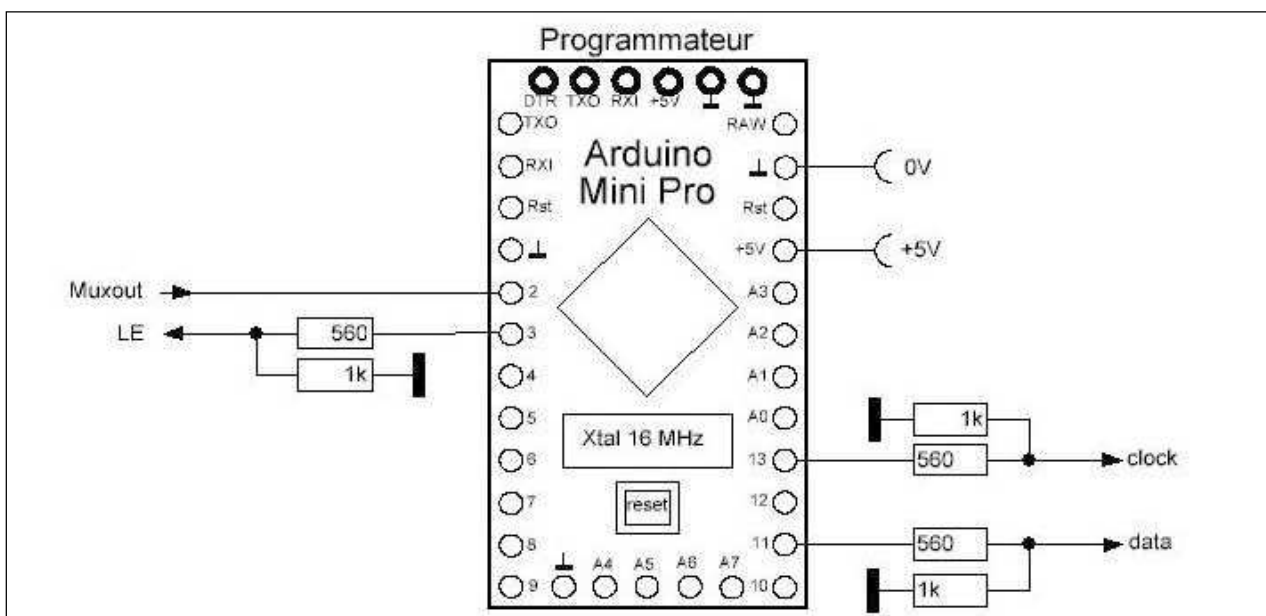


L'Arduino Mini Pro

La sortie 482.05 MHz est filtrée par un filtre de bande à trois circuits en hélice à pins. Habituellement, dans cette application, j'utilise plutôt un filtre passe-bas passif, calculé pour éliminer au maximum l'harmonique 3 très puissante car le synthé sort des signaux carrés. Je calcule ce filtre à l'aide du logiciel gratuit Elsie de Tonne Software ainsi que du calculateur de selfs on-line de ON4AA.

J'ai sélectionné un Arduino Mini Pro afin que le microordinateur prenne un minimum de place et ne consommation pas trop de courant. Le logiciel est réduit à sa plus simple expression: il génère la fréquence programmée et c'est tout. Il faut modifier le code source pour changer de fréquence, mais c'est très simple à faire, il suffit de modifier sa valeur dans le code source. C'est documenté dans le code.

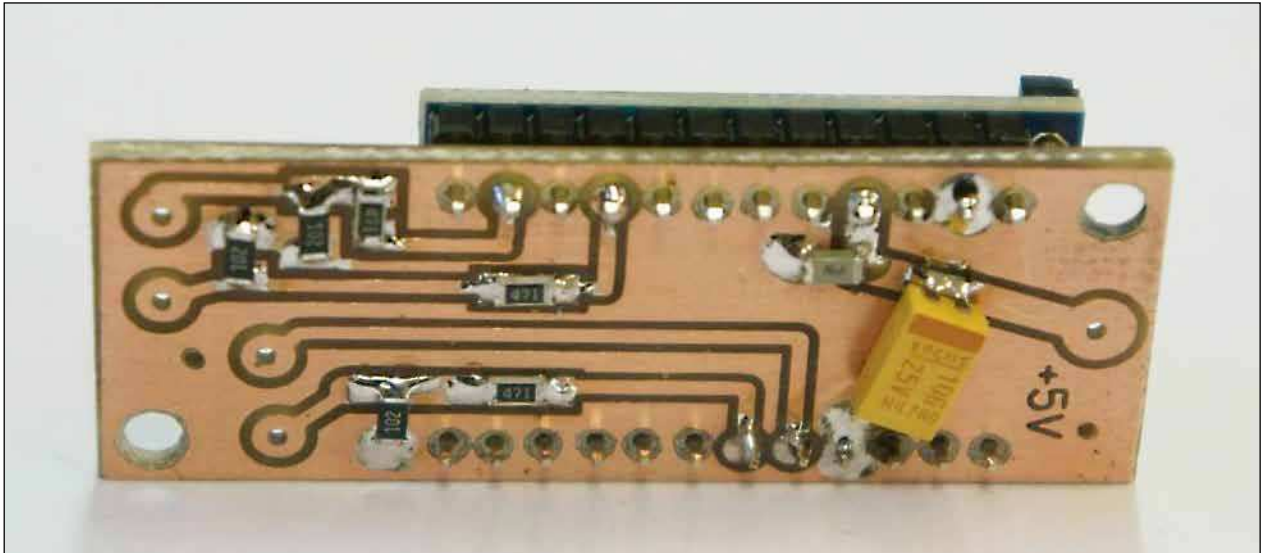
Le Mini Pro que j'utilise est le dernier modèle de sa catégorie, il travaille à 16 MHz et sa logique est à 5 Volts. De ce fait il est nécessaire d'insérer des abaisseurs de tension entre le microordinateur et l'ADF4351, qui lui fonctionne avec une logique de 3.3 V. Un régulateur de tension de 5 Volts permet d'alimenter le tout à partir du 12 Volts. La consommation, sous 5V, est de 50mA, programmeur compris.



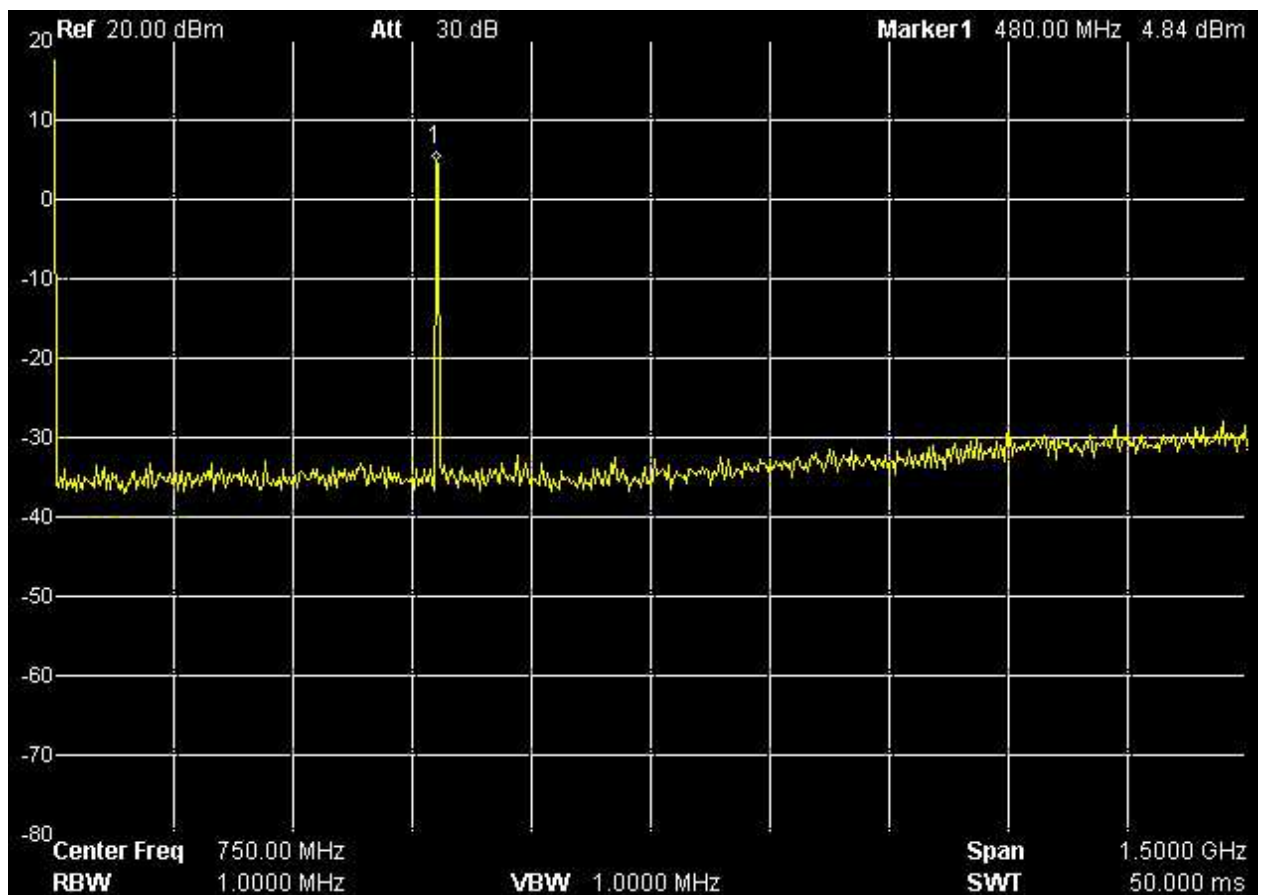
Connexions Arduino-synthé

Le câblage est rapide, il suffit de relier pin to pin les entrées-sorties de l'Arduino à la carte ADF4351 (je le fais en technique wire-wrap). Trois signaux sortent de la carte: clock, data et LE et un y entre: muxout. Ce dernier ne nécessite pas de correction de logique (diviseur résistif $1k/470\Omega$) puisqu'il est issu de la carte ADF4351 avec les niveaux de la logique 3.3 V.

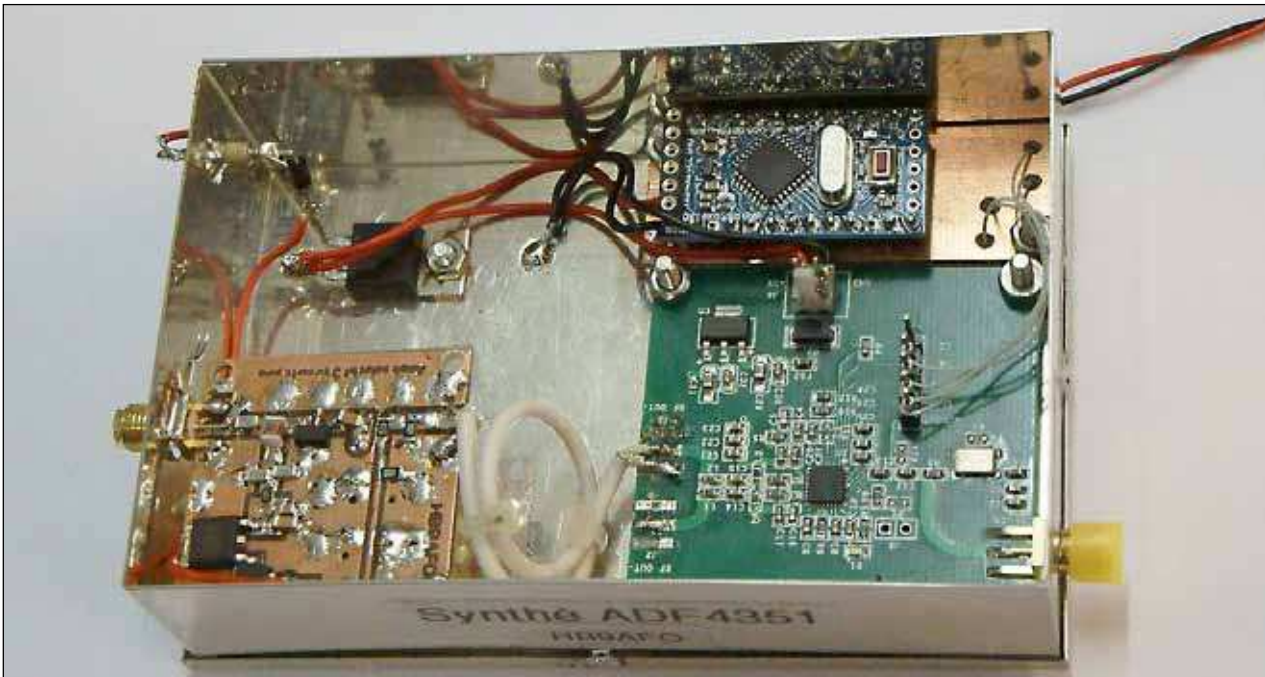
Il faut encore alimenter les deux cartes avec du +5 Volts bien régulé par un régulateur 7805 TO-220.



Circuit-imprimé qui supporte l'Arduino



Pureté du signal de sortie



L'oscillateur local terminé, dans son boîtier Schubert

L'Arduino Mini Pro nécessite un programmeur externe. Ce dernier s'enfiche sur le socle prévu à cet effet sur le circuit-imprimé. Une fois la fréquence programmée, le programmeur peut être enlevé. Pour gagner du temps, j'ai modifié le logiciel écrit par Alain F1CJN (qui m'a aimablement permis de le faire) en ne lui conservant que la partie utile au pilotage du synthé. Les parties affichage LCD et clavier, utiles pendant la phase de développement, ont été enlevées afin de diviser par trois la taille du code source.

Résultats

Ils sont parfaitement conformes à ce qui était prévu. Les signaux présents sur la sortie IF 45 MHz de l'AR5001DX se retrouvent sans déformation et au même niveau à 437 MHz. La réception DATV est parfaite autant en DVB-S qu'en DVB-T. On peut voir ci-après les copies d'écran d'un signal DVB-S reçu de F5DB dans la bande 430 MHz. Il avait une puissance de 70 mW en sortie d'émetteur! A 60 km et avec une chaîne de montagnes entre nous, il fallait le faire! Prochainement je tenterai de faire la même opération avec le récepteur AR3000 que je possède et qui est plus léger (et moins cher) que l'AR-5001DX. Je lui ai fait une sortie IF à 47 MHz à l'arrière car il n'en avait pas à l'origine. La bande passante est de 5MHz à -3dB en position WFM. En NFM elle tombe à 2 MHz, ce qui est de toute façon suffisant pour la réception de signaux à low SR tels que nous les pratiquons. D'autres récepteurs peuvent probablement se prêter à l'adjonction d'un convertisseur sur leur IF à condition qu'ils aient une première fréquence intermédiaire élevée. ■



Le Minitouner reçoit les 70 mW émis par F5DB sur 437 MHz, à 60 km sans visibilité