Révolution : un récepteur TVA 10 GHz ultra-sensible !

Voici la description d'un récepteur TVA 10 GHz ultra-sensible basé sur l'utilisation de matériel prévu pour la réception de la télévision par satellite. Sa sensibilité dépasse tout ce qu'il est possible de faire avec des moyens amateurs.

L'IDÉE DE BASE

En novembre 1991, un entrefilet publié dans l'»Old-Man» (revue des radio-amateurs suisses) avait attiré notre attention. Il s'agissait de la description d'une liaison moonbounce (en réflexion contre la lune) sur 10 GHz réussie par Walter Hanselmann, HB9AGE. On y mentionnait que son récepteur était précédé d'un préamplificateur constitué d'un convertisseur TV-SAT modifié. Or, cela faisait longtemps que nous désirions faire des essais avec ce genre de matériel afin de constituer un récepteur 10 GHz ultra-sensible. Une discussion avec Walti s'imposait donc, ce qui fut fait en compagnie d'Angel, HB9SLV.

Pour ses essais 10 GHz, Walti a construit un transverter 144/10000 MHz, piloté par un transceiver IC202 et suivi par un amplificateur à tube à ondes progessives délivrant 26 W HF dans une parabole de 3 mètres. L'excellente stabilité est due à un oscillateur thermostaté ce qui permet de trafiquer en bande latérale unique (BLU) ou en télégraphie (CW). En réception, le transverter est précédé d'un préamplificateur constitué par un convertisseur TV satellite (LNB). Prévu à l'origine pour la réception de la bande des 11 GHz (Astra, Intelsat,etc...), ce LNB a été modifié de façon, d'une part, à en suprimer l'oscillateur local et d'autre part à amener sa fréquence centrale dans la bande amateur qui couvre de 10000 à 10500 MHz. Pour ce faire, Walti a coupé la liaison du second étage préamplificateur au mélangeur, relié la sortie du second étage préampli au transverter par une petite boucle et augmenté la longueur des lignes d'accord et d'adaption d'impédance du préamplificateur. Moyennant cela, il a obtenu un facteur de bruit très réduit, de l'ordre de 0,9 dB. Il est clair que ce travail avait nécessité des réglages précis et des instruments de mesure hors de portée du commun des mortels. Nos questions se sont donc portées essentiellement sur les largeurs de bande obtenues. Sans l'avoir essayé, il pensait pouvoir obtenir les mêmes résultats sans modifier l'accord des circuits. Un autre radio-amateur, HB9MIN, l'a réalisé par la suite et ce pronostic a été confirmé. C'est donc pleins d'idées que nous sommes repartis du chalet que Walti possède à «Tête de Ran», sur les hauteurs du Jura Neuchâtelois. Il y aurait encore beaucoup à dire sur son système de rotation d'antenne précis à 0,1 degré près, de poursuite de la lune en mesurant le bruit de ce «corps chaud» et des difficultés rencontrées avant de réussir cette liaison historique Terre-Lune-Terre sur 10 GHz, que les spécialistes considéraient comme impossible avec ces moyens-là. Ce n'est que grâce à une obtination et une ingéniosité hors du commun que Walti a pu réussir ce challenge. Un grand coup de chapeau à un grand bonhomme que nous sommes fier de compter parmi nos amis !

MAIS REVENONS-EN À NOTRE RÉCEPTION 10 GHZ

La figure 1 décrit une installation TV-SAT 11 GHz typique. Le signal incident

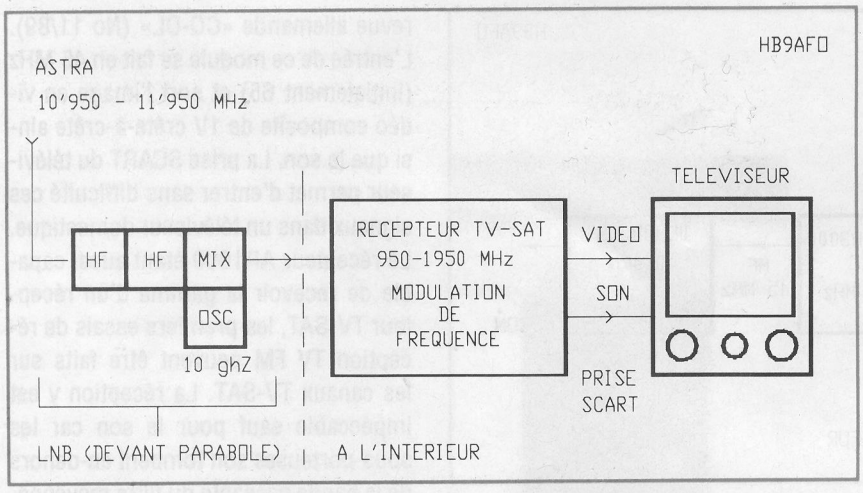


Fig. 1 : Système de réception TV-Satellite.

est mélangé à celui produit par un oscillateur dont la fréquence est de 10,0 GHz pile. Afin de recevoir la bande de 10,95 à 11,95GHz, la fréquence intermédiaire variable doit être comprise entre 950 et 1950 MHz, fréquences couvertes par le récepteur TV-SAT qui est relié au téléviseur domestique par une prise SCART (Péritel) ou par l'intermédiaire d'un modulateur UHF. Le récepteur est équipé d'un synthétiseur capable de recevoir tous les canaux TV-SAT et d'un amplificateur-démodulateur de modulation de fréquence. Les transmissions TV satellite s'effectuent en modulation de fréquence et non en modulation d'amplitude comme c'est le cas pour la TV terrestre à la norme CCIR. La fréquence la plus basse couverte est donc de 10000 + 950 MHz ce qui fait 10950 MHz. Nous ne sommes pas très loin du haut de la bande amateur qui est à 10500 MHz (moins de 5 % d'écart). Compte-tenu des bandes passantes des circuits accordés à ces fréquences, nous pensions que la réception de la bande amateur serait possible sans modification du LNB, moyenant une petite dégradation de son gain. Dans tous les cas, le facteur signal/bruit serait bien meilleur que celui obtenu avec nos convertisseurs à diode Schottky, soit 1 à 2 dB au lieu de 12 à 16 ! C'est du moins ce que nous pensions.

Nous avons donc commandé un LNB et une antenne prévus pour la réception du satellite ASTRA. Ces équipements sont maintenant vendus très bon-marché en Allemagne puisque ce satellite retransmet essentiellement des canaux germanophones. Une destruction accidentelle d'un LNB dûe à une mauvaise modification n'est donc plus une catastrophe financière pour un budget amateur... Les premiers essais de réception de satellites TV furent couronnés de succès. Avec un peu de patience et de systématique, nous avons pu régler 20 canaux sur le récepteur TV-SAT, même sans boussole ! La qualité des images est excellente, supérieure à celle de la réception terrestre et même, soit dit en passant, à celle d'un téléréseau! Si les images TV que vous recevez chez vous sont pleines de «fantômes», vous avez tout intérêt à installer une parabole TV-SAT plutôt qu'une forêt d'antennes VHF-UHF. En plus des canaux normaux, vous disposerez de chaînes étrangères dont quelques-unes diffusent le son en plusieurs langues : anglais, allemand, français, hollandais (Eurosport ou TV-sport par exemple). Malheureusement, les canaux des satellites qui retransmettent les émissions francophones se situent aux environs de 12 GHz et nécessitent un autre modèle de LNB. Et ce dernier ne convient pas à la réception du 10 GHz amateur car sa fréquence centrale est trop élevée.

Après cette première réception, la preuve était faite que notre système TV-SAT fonctionnait parfaitement dans sa fonction première. Le facteur de bruit annoncé par le fournisseur est de 1 dB (1,3 dB avec le polarisateur) ce qui est à proprement-parler formidable à cette fréquence. Il restait à l'essayer sur la bande amateur. Pour ce faire, nous avons construit le coupleur décrit par la figure 2, le schéma-bloc de l'ensemble complet étant représenté par la figure 3.

Le coupleur est nécessaire car l'alimentation du LNB se fait en «fantôme», par l'intermédiaire de l'âme du câble coaxial. Il faut donc que la composante continue soit séparée de l'UHF. Le LNB Sharp utilisé comporte l'illuminateur de la parabole ainsi qu'un polarisateur. Il s'agit d'un solénoïde entourant une barre de ferrite qui change la polarisation du signal arrivant lorsqu'il est parcouru par un courant. Il suffit de faire passer la tension d'alimentation du LNB de 12 à 18V pour passer d'une polarisation verticale à une horizontale.

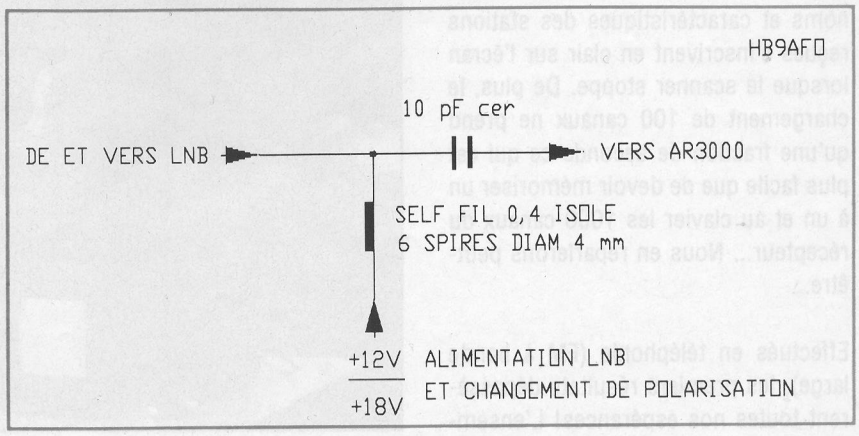


Fig. 2 : Coupleur pour LNB.

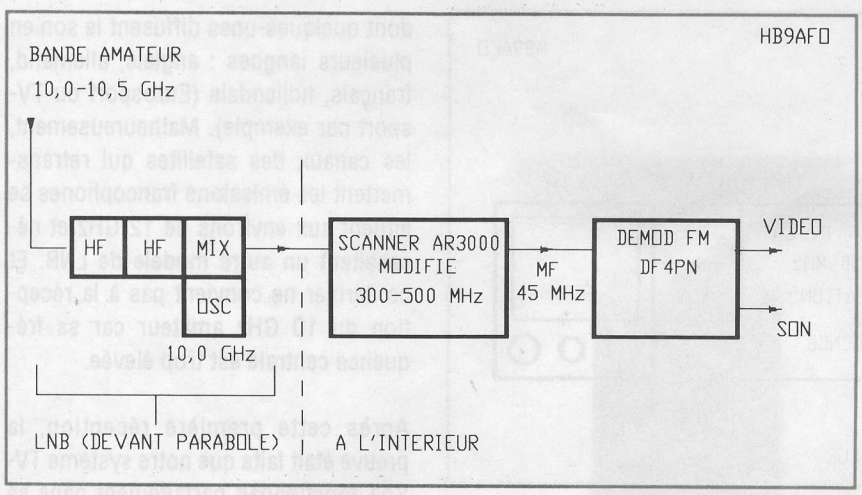


Fig. 3 : Système de réception 10 GHz.

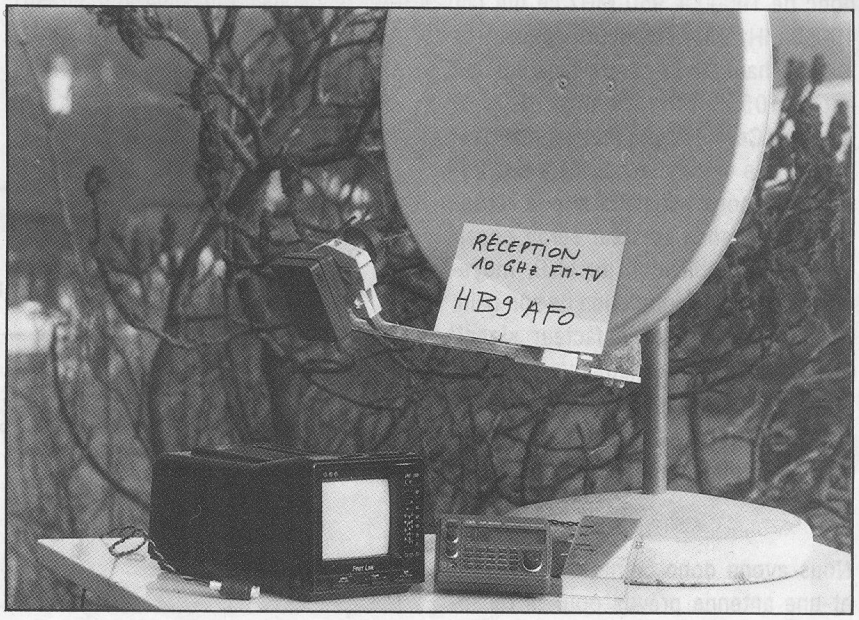
Mais la méthode peut différer d'une marque de LNB à une autre.

L'oscillateur local du LNB génère une porteuse pure de 10,0 GHz exactement. Un signal incident de 10500 MHz peut donc être reçu à condition de caler le récepteur sur 500 MHz. Le modèle que nous avons utilisé est un récepteur-scanner AOR AR3000. Il couvre de 100 kHz à 2036 MHz sans trou ce qui en fait un récepteur universel incomparable, ceci d'autant plus qu'il est tous modes (AM, FM, BLU, CW) et très sensible. Grâce à son transistor Gasfet d'entrée, un signal de 0,1 µV envoyé par un générateur Hewlett-Packard produit un signal BF de 6 dB de rapport S/B au minimum. Un autre autre avantage de cet engin est de pouvoir le commander par un ordinateur, via une ligne série RS232C. Nous avons d'ailleurs réalisé un logiciel de pilotage par PC qui rend la recherche des stations extrêmement confortable. Les noms et caractéristiques des stations reçues s'inscrivent en clair sur l'écran lorsque le scanner stoppe. De plus, le chargement de 100 canaux ne prend qu'une fraction de seconde ce qui est plus facile que de devoir mémoriser un à un et au clavier les 1000 canaux du récepteur... Nous en reparlerons peut-être...

Effectués en téléphonie (FM à bande large), les premiers résultats dépassèrent toutes nos espérances! L'ensemble parabole offset de 60 cm, LNB et AR3000, comparé à notre système traditionnel à diode Schottky se montra supérieur de plusieurs dizaines de décibels ! La porte était ouverte aux liaisons extraordinaires! Encore fallait-il pouvoir décoder la TV en modulation de fréquence. Pour ce faire, nous avons prélevé la fréquence intermédiaire de 45 MHz à l'intérieur de l'AR3000, ce qui n'est pas une mince affaire vu la densité des composants à montage de surface (CMS). Ce signal étant disponible sur une prise à l'arrière du récepteur, il était dès lors possible d'adjoindre un démodulateur TV FM au récepteur. Pour ce faire, nous avons repris un montage décrit par DF4PN dans la revue allemande «CQ-DL» (No 11/89). L'entrée de ce module se fait en 45 MHz (initialement 65) et sort l'image en vidéo composite de 1V crête-à-crête ainsi que le son. La prise SCART du téléviseur permet d'entrer sans difficulté ces signaux dans un téléviseur domestique. Le récepteur AR1000 étant aussi capable de recevoir la gamme d'un récepteur TV-SAT, les premiers essais de réception TV FM peuvent être faits sur les canaux TV-SAT. La réception y est impeccable sauf pour le son car les sous-porteuses son tombent en-dehors de la bande passante du filtre moyenne-fréquence du récepteur. La qualité est identique sur la bande amateur ! Ce n'est qu'en dessous de 10300 MHz que le gain du LNB chute sérieusement. La conclusion est lumineuse : de 10300 à 10500 MHz, l'utilisation d'un LNB TV-SAT est possible SANS AUCUNE MODIFICATION de ce dernier, du moins pour le modèle que nous avons utilisé, un Sharp type BSCH86Z00. Un monde nouveau s'ouvre donc aux amateurs de 10 GHz.

RÉSULTATS 10 GHZ

Avec un petit émetteur TV de 100 µW (micro-Watts !) et une antenne cornet de 8 cm la distance de 5 km a été cou-



L'ensemble de réception 10 GHz complet.

verte sans aucune difficulté, et ceci avec un signal B5 couleur (B5 signifie «image parfaite, sans souffle). Les signaux de FC1JSR (130 mW et cornet de 50 cm) ont été reçus B2 à 50 km mais SANS ANTENNE (uniquement avec l'illuminateur de la parabole !) et B5 couleur à 135 km ! Nous avons même réalisé une liaison de 25 km sans visibilité optique (de Thonon à Lausanne) en nous servant d'un immeuble en guise de réflecteur! Aller plus loin n'est plus qu'une question de sommets mais jusqu'alors, nous étions bloqués par l'hiver...

CONCLUSIONS

L'utilisation de matériel prévu pour la réception de la TV satellite ouvre de nouvelles possibilités aux amateurs de 10 GHz. Nul doute que cela procure un regain d'activité sur cette bande calme et discrète où aucun parasite ne sévit, même pas celui du packet radio... Cela vaudrait la peine de demander à l'administration française des PTT d'autoriser le trafic TVA sur cette bande! En prime, un LNB, même peu sensible, peut aussi servir à mesurer des fréquences en le faisant suivre soit par un fréquencemètre digital soit par un récepteur. Dans les deux cas, la «fréquence reçue» est égale à la «fréquence lue» additionnée de 10000 MHz. La précision est de quelques kilohertz ce qui est excellent. La stabilité de l'oscillateur YIG du LNB est bonne et permet également la réception de la modulation de fréquence à bande étroite. Nous n'avons pas fait l'essai de recevoir de la bande latérale unique (BLU) ou de la télégraphie (CW) mais une porteuse pure produit un hétérodynage audible. Lors de nos essais avec une balise réalisée à partir d'un oscillateur quartz 100 MHz, nous avons constaté que l'hétérodynage n'était pas propre et oscillait constamment de quelques dizaines de Hertz autour d'une fréquence centrale. Cela peut être dû soit au quartz de la balise soit à l'oscillateur YIG du LNB. Ce point sera tiré au clair lors de nos prochains essais car il existe quelques stations équipées de transverter BLU en Suisse (HB9AGE par exemple...). Notez que le récepteur TV-SAT lui-même peut être utilisé tel-quel pour recevoir de la TV amateur sur 23 cm puisque cette bande est comprise dans sa plage de réception. Tout au plus faudra-t-il lui adjoindre un préamplificateur car sa sensibilité n'est pas très poussée. Nous l'avons fait nous-même et cela nous permet quotidiennement de recevoir des images TVA de FC1JSR sur 1255 MHz avec une qualité irréprochable. Nous ne sommes cependant pas en visibilité directe, le trajet Thonon-Lausanne (ou Bussigny plus exactement) étant masqué par une colline. Nous faisons donc coup double avec une installation TV-SAT en l'utilisant aussi-bien pour la réception des images TVA sur 10 GHz et 1255 MHz. Et accessoirement on peut même recevoir Eurosport si le contest est calme... Une bonne affaire non ?

Michel VONLANTHEN, HB9AFO

Expédition TV9CEE : les fréquences

L'expédition au sommet du Mont-Blanc, prévue du 1er au 23 août, utilisera l'indicatif TV9CEE. L'ascension elle-même se déroulera du 10 au 20 août, en fonction des conditions météo. Afin que chacun, selon son pôle d'intérêt, puisse suivre cette nouvelle aventure, nous publions ici la liste des fréquences qui seront utilisées. Quant à la QSL spéciale, elle portera les signatures prestigieuses de Roger Frison Roche et Christian Jaque.

TV9CEE PLAN DE FREQUENCES

SI VOUS DESIREZ NOUS RENDRE VISITE:

RADIO-GUIDAGE EN SIMPLEX SUR 145,525 MHz
PAR LE RELAIS HB9G SUR 145,725 MHz

INFORMATIONS DE L'EXPEDITION:

CHAQUE SOIR LECTURE D'UN BULLETIN
A 20H00 LOC SUR 3,650 MHz +/- QRM

INFORMATIONS PACKET-RADIO:
SUR 144,675 MHz

POUR CONTACTER L'EXPEDITION:

CAMP DE BASE A CORDON

PHONE DECA	CW DECA	SSTV DECA	
7,090 MHz	7,005 MHz	3,735 MHz	entre 8 et 9h loc
14,120 MHz	14,005 MHz	14,235 MHz	
21,420 MHz	21,005 MHz	21,340 MHz	apres midi suivant
28,420 MHz	28,005 MHZ	28,680 MHz	propagation

AIGUILLE DU MIDI 3842M

TVA : 438,5 MHz
CAMION RCNEG :CHAMONIX
PIED AIG. DU MIDI
RELAIS HB9G :145,725 MHz

CAMP D'ALTITUDE 3297M AIGUILLE DES GRANDS MONTETS

VHF	UHF	SHF	PHONE DECA	CW DECA
CW 144,030 MHz	CW 432,055 MHz	10 GHz	14,192 MHz	14,030 MHz
BLU 144,335 MHz	BLU 432,220 MHz	FREQUENCE D'APPEL	21,192 MHz	21,030 MHz
		144,335 MHz	28,492 MHz	28,030 MHz
		POUR RV		

CORDEES PENDANT L'ASCENSION

VHF		UHF	SSTV VHF	TVA
SIMPLEX	145,575MHz	SIMPLEX 433,525 MHz	144,525 MHz	1,255 GHz
RELAIS:	GENEVE	RELAIS: SALINS	3W HF	1,5W HF
	LYON	GRENOBLE		
	CHAMBERY	MONTCEAU		
	SALINS	LYON		
	CLERMONT-FERRAND	CLERMONT-FERRAND		
	MONTCEAU	CHAMBERY		
	GRENOBLE	MONTAUD EN VERCORS		

CORDEES AU SOMMET DU MONT-BLANC 4807 M
TOUTES LES FREQUENCES ET MODES ENNONCES CI-DESSUS AVEC EN PLUS:

VHF	UHF	SHF	PHONE DECA	CW DECA	TVA
CW 144,055 MHz	CW 432,075 MHz	10 GHz	14,120 MHz	14,050 MHz	+38,5 MHz
BLU 144,350 MHz	BLU 432,250 MHz	APPEL	ENV 5W/HF	ENV 5W/HF	10W/HF
		144,375 MHz			