

Le réseau HB9TV - un défi technologique

Pierre-André Probst HB9AZN, Michel Burnand HB9DUG et Paul-André Schmid HB9RXV

C'est en 1993 que l'aventure de relais de télévision d'amateur (ATV) en Suisse romande a commencé. Grâce à l'initiative de quelques OMs passionnés Angel HB9SLV, Hubert HB9IIA, Pierre André HB9AZN, et Serge F1JSR qui ont eu l'idée de créer un groupe nommé **ARALD (Amateur Radio ATV La Dôle)** afin de réaliser un relais ATV à la Barillette/VD pour couvrir le bassin lémanique. L'indicatif à l'époque était HB9IBC. Assez rapidement les OMs autour du lac de Neuchâtel ont exprimé le désir de se connecter à ce premier relais. C'est ainsi qu'un deuxième relais HB9IBC-2 fut installé à Cuarny (près d'Yverdon) qui permettait de retransmettre les signaux de la Barillette en s'affranchissant d'une partie des obstacles dus à notre topographie.

Dans les années 2000 une opportunité s'est présentée de s'installer sur un pylône à Tête-de-Ran/NE. Ce nouveau site nous a non seulement ouvert les portes de la Suisse allemande avec la réception

de HB9F au Schilthorn/BE, mais également la connexion au réseau voisin du Jura Français via F5ZVQ. L'ensemble de ces trois relais ATV fonctionnait en mode FM avec les fréquences d'entrées dans la bande des 1'200 MHz et les sorties sur 10 GHz et 2'300 MHz. En 2013 HB9TV remplaçait HB9IBC et les mires étaient adaptées à ce bel indicatif. ARALD a dû faire face à plusieurs déménagements et aujourd'hui le réseau se compose de HB9TV-1 à la Barillette/VD, HB9TV-2 sur les hauts de Lausanne, HB9TV-3 à Bullet/VD et du dernier venu HB9TV-4 aux Rasses/VD. La configuration actuelle du réseau est reproduite à la **figure 1** (Carte des relais ATV en HB).

Evolution de La technologie et du réseau HB9TV

Le mode de trafic ATV a considérablement évolué ces dernières décennies.

Après la modulation d'amplitude à bande latérale résiduelle (VSB) identique à celle du réseau de télévision publique terrestre est apparue la modulation

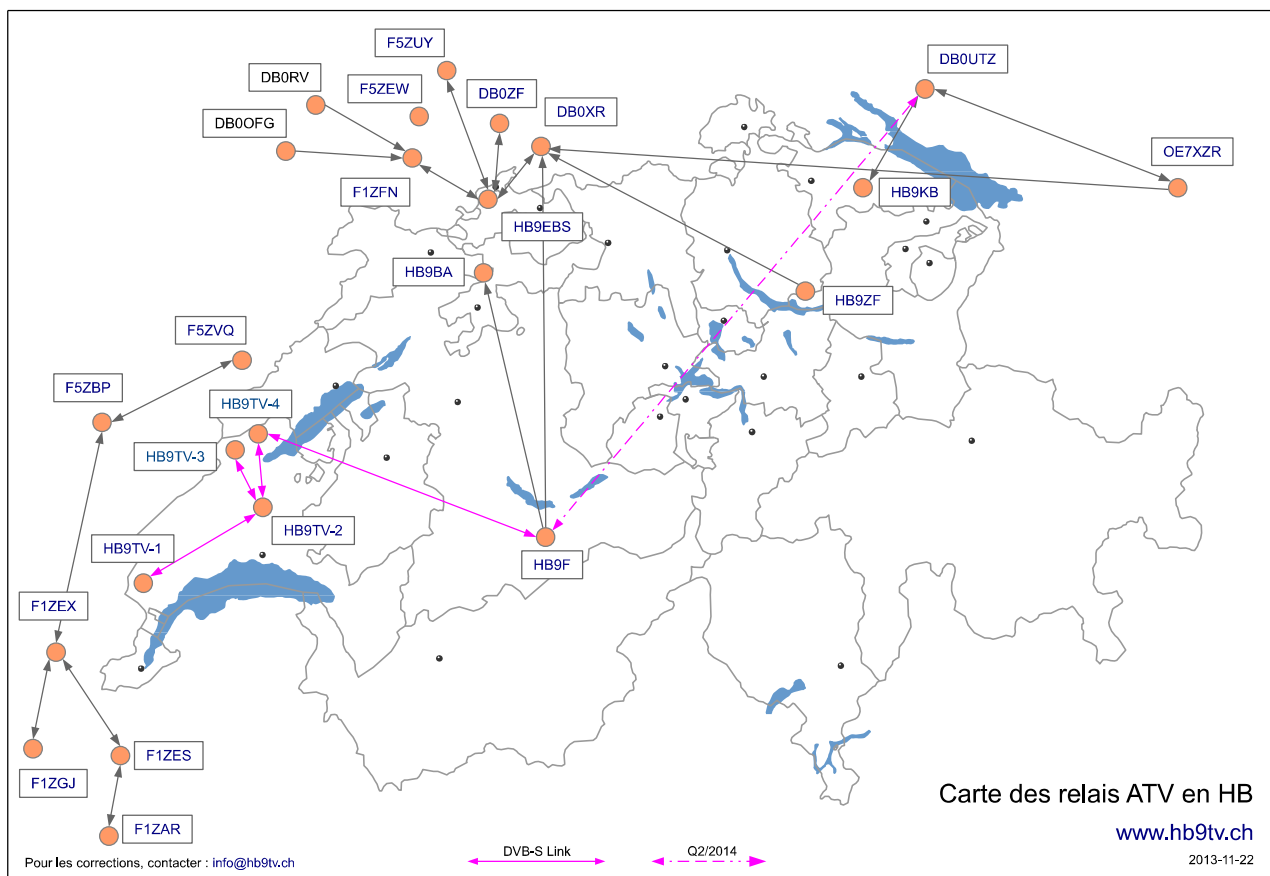
de fréquence suite à l'introduction de la TV par satellite. Mais c'est avec les progrès rapides des technologies numériques que l'ATV a vraiment connu son plus grand développement. Grâce aux techniques de modulation standardisées par l'ETSI (normes DVB), il est aujourd'hui possible de transmettre en DATV de la vidéo à qualité équivalente à celle de la TV commerciale dans les plages de fréquences attribuées aux radioamateurs.

Un des éléments clé a été l'arrivée d'équipements DATV à la portée des bourses des radioamateurs. Suivant ces tendances, le réseau de l'ARALD a passé en 2008 en mode numérique.

Aux équipements des relais de la Barillette et de Tête-de-Ran se sont ajoutés des récepteurs numériques sur 1'280 respectivement 1'255 MHz (en plus des entrées FM). Les sorties ont passé également en DVB-S sur 10'390 et 10'230 MHz.

Dans le cadre de ces modifications HB9TV-2 et HB9TV-4 sont devenus

Figure 1



des passerelles transparentes, alors que HB9TV-1 et HB9TV-3 restent des relais traditionnels avec des entrées accessibles aux utilisateurs en modulation FM et QPSK (DVB-S). La passerelle HB9TV-4 permet maintenant d'échanger des images avec HB9F au Schilthorn dans les deux sens et surtout de recevoir tous les canaux de ce relais, en particulier les images de DBØUTZ (mise en service prévue pour le 2^{ème} trimestre 2014).

Malheureusement, pour le moment ARALD a perdu, avec le déménagement de HB9TV-3, la liaison avec la France. Des solutions sont actuellement à l'étude.

La **figure 2** représente les antennes de HB9TV-3 à Bullet et la **figure 3** les transpondeurs linéaires qui équipent HB9TV-2 sur les hauts de Lausanne.

Trafic sur les relais HB9TV

Réception

Rien de plus facile que de recevoir les signaux 10 GHz avec une installation similaire à celle destinée à la réception de la TV numérique par satellite.

L'élément critique de la chaîne de réception est le convertisseur (LNB) dont la fréquence de l'oscillateur local doit être plus basse que les modèles standard. On trouve sur le

marché de matériel radioamateur des LNB modifiés avec des fréquences locales généralement entre 9'000 et 9'300 MHz.

Dernièrement, il est apparu une solution ne nécessitant aucune modification du LNB, grâce à un LNB comprenant un PLL suivi d'un convertisseur SUP-2400.

Les références ainsi que d'autres informations sur ce sujet se trouvent sur le site hb9tv.ch [1]. A titre d'exemple, une copie d'écran du signal reçu de HB9TV-1 et analysé par TransEdit [2] est reproduite à la **figure 4** (v. page 4).

Le **tableau I** (v. page 5) contient les paramètres des signaux DVB-S émis par les trois relais.

Emission

Il n'existe pas d'émetteurs ATV ou DATV prêts à l'emploi sur le marché à des prix abordables. Il reste donc à réaliser son TX soi-même sur la base de modules en vente chez les fournisseurs de matériel radioamateur.

Nous nous limitons ici au cas de la DATV qui présente le plus d'intérêt. Depuis environ une dizaine d'années, on trouve sur le marché un ensemble de cartes qui code le signal vidéo et audio selon la norme MPEG-2 et génère un signal DVB-S avec modulation QPSK (4 phases). Aujourd'hui, de nombreux OMs sont équipés de ces modules [3].

L'investissement restant important, des efforts considérables ont été investis ces dernières années par des radioamateurs dans le développement de solutions basées sur du logiciel. Il existe aujourd'hui plusieurs systèmes qui ont fait leurs preuves et pour lesquelles les composants critiques sont disponibles (p.ex. circuit imprimé) [4, 5, 6, 7].

Pour compléter la station d'émission, il faut encore un ampli de puissance délivrant quelques Watts et une antenne 23 cm (p.ex. antenne panneau ou yagi). Ces derniers éléments se trouvent facilement chez les fournisseurs traditionnels. Pour les amplificateurs de puissance, il ne faut pas oublier que la modulation QPSK est très exigeante du point de vue linéarité et que, par rapport à la SSB, seulement environ ¼ de la puissance peut être utilisé.

La **figure 5** (v. page 5) représente la carte avec interface USB pour le PC et le modulateur QPSK développée par le club des ATVistes anglais (BATC) [4].

Le **tableau II** (v. page 6) donne un aperçu des paramètres des signaux d'entrées des trois relais.

QSOs et commutations DTMF

Grâce à des commutations pilotées par DTMF sur 144.575 MHz, il est possible d'établir différents types de liaisons sur le réseau:

- trafic local sur HB9TV-1 et HB9TV-3 avec priorité aux entrées DVB-S par rapport à la FM
- échange bilatéral d'images entre HB9TV-1 et HB9TV-3 via HB9TV-2
- échange bilatéral d'images entre HB9TV-1 ou HB9TV-3 et HB9F au Schilthorn via HB9TV-2 et HB9TV-4.

Dans le sens HB9TV → HB9F, il est possible d'envoyer à HB9F un des quatre canaux en provenance de HB9TV-2 reçu sur 2'380 MHz:

1. Mire HB9TV-2
2. Entrée FM HB9TV-1
3. Entrée DVB-S HB9TV-1
4. Entrée HB9TV-3

Pour faire passer le récepteur SAT d'un canal à l'autre, il faut envoyer le code DTMF 402. Dans l'autre sens, la passerelle HB9TV-4 reçoit sur 2'350 MHz un signal du Schilthorn composé également de 4 canaux:

1. Entrée numérique: SILT HB9F Digital
2. Entrée numérique ou analogique: SILT HB9F A/D
3. Link avec le relais DBØUTZ: DBØUTZ via HB9F
4. Link avec HB9TV: HB9TV via HB9F



Figure 2: Antennes HB9TV-3 à

Bullet/VD

[Photo: HB9DUG]



Figure 3: Transpondeurs linéaires de HB9TV-2 sur les hauts de Lausanne
[Photo: HB9DUG]

Le réseau HB9TV - un défi technologique (2)

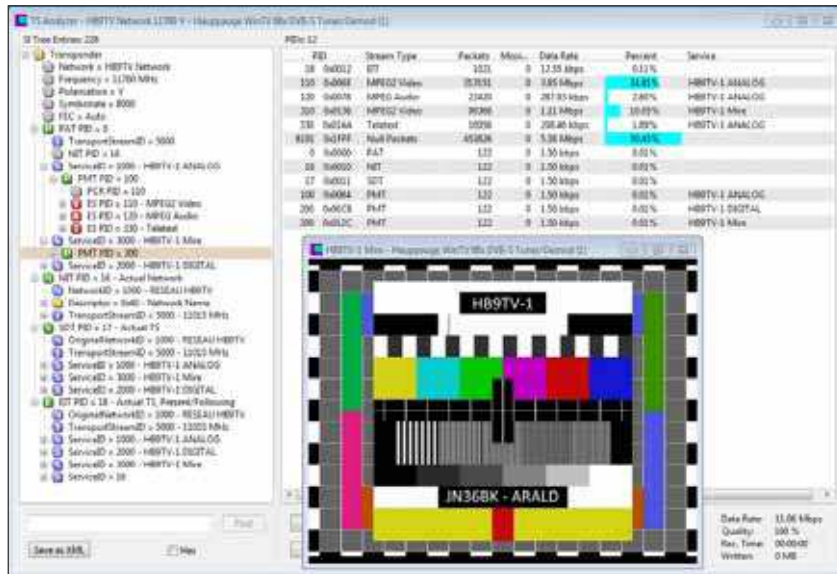


Figure 4: Réception du signal de HB9TV-1 et analyse des paramètres DVB-S avec TransEdit

Le passage d'un canal à l'autre se fait avec le code DTMF 401.

Depuis HB9TV-4, le signal est ensuite envoyé sur l'entrée 10'420 MHz de HB9TV-2.

Pour ce faire l'émetteur de HB9TV-4 doit être enclenché avec le code DTMF 405.

Finalement depuis HB9TV-2 le canal choisi en provenance du Schilthorn peut être envoyé sur HB9TV-1 (code DTMF 204) ou HB9TV-3 (code DTMF 205).

Le **tableau III** (v. page 7) donne un aperçu de la configuration du réseau et des commandes DTMF.

D'autres informations et les modes d'emploi se trouvent sur le site hb9tv.ch [1].

Perspectives et conclusions

Il faut être conscient que le réseau, dans son état actuel, est le résultat d'une évolution sur une période de plus de 20 années. C'est un ensemble de relais cohérent qui n'a pas son pareil à l'heure actuelle en Suisse. Il offre de nombreuses possibilités pour le trafic ATV/DATV local, régional, national et international impossibles jusqu'ici. Durant cette période la technique a considérablement évolué et d'autres

relais ont vu le jour en Suisse et à l'étranger. Le réseau HB9TV a été adapté dans la mesure du possible à ces nouvelles technologies, il est, en effet, parfois difficile de modifier une partie du réseau sans devoir remettre en question la conception globale.

L'ARALD suit de près ces nouvelles tendances et planche déjà sur le concept d'une nouvelle génération de relais, entièrement numériques, dont la configuration et la maintenance seraient basées sur la toile.

Remerciements

La réalisation, décrite ici, est le résultat d'un formidable travail d'équipe et de nombreux intervenants ont contribué à son succès.

L'ARALD aimerait tout d'abord rendre hommage aux quatre OMs qui sont à l'origine du projet, à savoir: Angel HB9SLV, Hubert HB9IIA, Pierre-André HB9AZN et Serge F1JSR.

Nous remercions tout particulièrement Pierre HB9IAM qui a été le père de la numérisation du réseau et qui a construit les extensions des équipements nécessaires à cette dernière.

Notre gratitude également aux nombreux radioamateurs qui ont

mis leur savoir faire à disposition de la construction des parties d'équipements et du montage, ce sont en particulier Arnold HB9STX, Ernest HB9AQN, Frédéric HB9EOF, Hervé F4CXQ, Jean-Philippe HB9AGZ, Jean-Pierre HB9RKR, Michel HB9BOI, Wolfgang HB9RCT et tous ceux qui ont œuvré de près ou de loin à la réussite de ce projet.

Un des éléments clé du succès aura été la mise à disposition des sites, merci mille fois à Kurt HB9AFI, représentant un groupe d'OMs, Martial HB9TUH et à notre regretté ami Bernard HE9FKR. Un grand merci également à nos amis responsables du relais HB9F, en particulier Roland HB9MHS, pour l'excellente collaboration lors de la mise en oeuvre de la liaison avec le Schilthorn.

Finalement, ARALD exprime ses vifs remerciements aux nombreux donateurs pour leur soutien financier à la réalisation du réseau HB9TV.

Références:

- [1] www.hb9tv.ch
- [2] www.dvbviewer.com (TransEdit: outil d'analyse de signaux DVB-S de DVBViewer)
- [3] www.sr-system.de (Modules SR-Systems)
- [4] www.batc.org.uk (Solution BATC: «DigiLite UK»)
- [5] <http://datv-express.com> (Projet DATV-Express)
- [6] www.idesign.org/DigiLiteZL (Solution ZL «DigiLite ZL»)
- [7] www.txdatv.fr (Solution F1DOJ)

Das ATV-Relais-Netz HB9TV: eine technische Herausforderung

Michel Burnand HB9DUG, Pierre-André Probst HB9AZN und Paul-André Schmid HB9RXV (Übers. HB9AZN)

Das Abenteuer ATV-Relais begann 1993 in der Romandie. Damals wurde die ARALD-Gruppe (Amateur Radio ATV La Dôle) durch die vier passionierten Funkamateure Angel HB9SLV, Pierre-André HB9AZN, Hubert HB9IIA und Serge F1JSR gegründet. Das Ziel war, ein erstes ATV-Relais auf La Barillette/VD zu bauen, um die Genfersee Gegend zu versorgen. Das damalige Rufzeichen war HB9IBC. Relativ rasch kam der Wunsch von Funkamateuren rund um den Neuenburger See, auch von diesem ersten Relais zu profitieren. Somit entstand eine zweite Anlage HB9IBC-2 in Cuarny (oberhalb Yverdon) zur Weiterverbreitung der Signale von La Barillette in dieser Gegend.

Anfangs der 2000er Jahre bot sich die Gelegenheit ein weiteres Relais auf einem Masten auf dem Tête-de-Ran/NE zu installieren. Dieser Standort öffnete den Zugang zur deutschen Schweiz mit dem Empfang des ATV Relais HB9F auf dem Schilthorn. Gleichzeitig konnte auch eine Verbindung mit dem Netz der ATV-Relais im französischen Jura via F5ZVQ installiert werden.

Damals waren die 3 Relais mit FM-Technologie ausgerüstet, die Eingänge lagen im 1'200 MHz und die Ausgänge im 10 GHz, respektive 2'300 MHz Frequenzband.

ARALD erhielt vom BAKOM im 2013 das Rufzeichen HB9TV. Die Relais Parameter wurden anschliessend angepasst. In seiner 20-jährigen Geschichte musste ARALD mehrmals neue Standorte suchen.

Zurzeit besteht das ATV-Netz aus HB9TV-1 La Barillette/VD, HB9TV-2 les Hauts de Lausanne, HB9TV-3 Bullet/VD und dem Neuling HB9TV-4 Les Rasses/VD. Die heutige Netzstruktur ist in der **Figur 1** (s. Seite 2) dargestellt.

Die Entwicklung der Technologie und des HB9TV-Netzes

Das Amateur-Fernsehen hat sich in den letzten Jahrzehnten stark weiterentwickelt.

Nach der Amplitudenmodulation (Restseitenband VSB), wie sie für die



Figure 5: DATV mittels PC: vom BATC entwickelte Karte mit USB-Interface und QSPK-Modulator [Foto: HB9DUG]

Verbreitung von terrestrischem TV benützt wurde, kam die FM-Modulation mit der Einführung vom Satelliten Fernsehen. Dank den rasanten Fortschritten der digitalen Signalverarbeitung, hat sich ATV wesentlich verändert. Das vom ETSI standardisierte Modulationsverfahren DVB-S erlaubt heute, Video-Signale auf den für den Amateurverkehr zugeteilten Frequenzen, mit der gleichen Qualität, wie das kommerzielle Fernsehen zu übertragen.

Ein Schlüsselement in dieser Entwicklung war die Verfügbarkeit von DATV-Ausrüstungen auf dem Markt für Funkamateure, zu erschwinglichen Preisen.

Das ARALD-Netz wurde im 2008 entsprechend weiterentwickelt. Auf La Barillette und Tête-de-Ran sind die Eingänge auf 1'280 MHz respektive 1'255 MHz mit digitalen Satelliten-Empfängern ausgerüstet worden (zusätzlich zu den FM-Eingängen). Die Sendeseite auf 10'390, beziehungsweise 10'230 MHz, wurde ebenfalls auf DVB-S umgebaut.

Bei dieser Erweiterung sind HB9TV-2 und HB9TV-4 reine Gateways geworden, während HB9TV-1 und HB9TV-3 typische Relais mit Zugängen für FM und DVB-S geblieben sind. Dem wurde Rechnung getragen, dass nicht alle Benutzer mit DVB-S senden können.

Ferner erlaubt HB9TV-4, Bilder mit dem Relais HB9F auf dem Schilthorn auszutauschen und die 4 Kanäle, darunter der direkte Link mit DBØUTZ auf dem HB9TV Netz zu empfangen (Inbetriebnahme des DBØUTZ Links für das 2. Quartal 2014 geplant). Somit wurde das schweizerische Netz international!

Leider haben wir mit dem Umzug von HB9TV-3 die Verbindung mit Frankreich verloren. Lösungen werden zur Zeit gesucht. **Figur 2** (s. Seite 3) zeigt die Antennen von HB9TV-3 in Bullet und **Figur 3** (s. Seite 3) gibt einen Überblick der linearen Transpondern von HB9TV-2 oberhalb Lausanne.

QSOs über die HB9TV-Relais

Empfang

Es ist relativ einfach 10 GHz DVB-S Signale mit einer ähnlichen Ausrüstung wie für den Empfang von digitalen Satelliten-TV-Programmen zu dekodieren.

Relais	F [MHz]	SR [Ms/s]	FEC	Canaux	PID V	PID A	PID PCR
HB9TV-1	10390	8	3/4	- Entrée FM	110	120	110
				- Entrée DVB-S	33	49	33
				- Mire HB9TV-1	310	-	310
				- Télétext	330	-	310
HB9TV-2	2380	12	3/4	- Entrée FM HB9TV-1	110	120	110
				- Entrée DVB-S HB9TV-1	33	49	33
				- Entrée HB9TV-3	1057	1073	1057
				- Mire HB9TV-2	610	-	610
				- Télétext	620	-	610
HB9TV-3	10239	8	3/4	- Entrée FM ou DVB-S	33	49	33
				- Mire HB9TV-3	201	-	201
				- Télétext	300	-	201

Tableau I: DVB-S Parameter der Ausgangssignale der HB9TV-Relais

ATV-Relais-Netz HB9TV: eine technische Herausforderung (2)

Das kritische Element in der Empfangskette ist der LNB-Konverter, dessen lokale Frequenz bekanntlich tiefer liegen soll als bei kommerziellen Modellen. Auf dem Funkamateurmärkte findet man modifizierte LNB, üblich sind lokale Frequenzen im Bereich 9'000 bis 9'300 MHz. Kürzlich kam eine elegante Lösung zum Vorschein: ein LNB mit PLL gefolgt von einem Konverter SUP-2400. Weitere Informationen zu diesem Thema befinden sich auf der HB9TV Homepage hb9tv.ch [1].

Figur 4 (s. Seite 4) zeigt den Empfang von HB9TV-1 mit der Analyse-Software TransEdit [2].

Die für den Empfang von DVB-Signalen wichtigsten Parameter der drei Relais sind in **Tabelle I** (s. Seite 5) zusammengefasst.

Senden

Betriebsfertige ATV/DATV-Sender zu erschwinglichen Preisen sind leider nicht auf dem Markt erhältlich. Somit bleibt als einziger Weg der Selbstbau aus Modulen, die man auf dem Funkamateurmärkte findet.

Wir beschränken uns hier auf DATV, die sicher für den Leser am interessantesten sein dürfte.

Seit zirka 10 Jahren ist im Fachhandel ein Set von Karten zu kaufen, das die Kodierung von Video und Audio nach der MPEG-2 Norm übernimmt und einen DVB-S Signal mit QPSK-Modulation (4 Phasen) generiert. Heute sind viele Funkamateure mit diesem Produkt ausgerüstet [3].

Da die Preise aber immer noch relativ hoch sind, wird seit längerer Zeit an software-basierten Lösungen getüftelt. Heute existieren verschiedene Systeme, die sich bewährt haben und für welche die kritischen Komponenten in den meisten Fällen erhältlich sind (z.Bsp. Leiterplatte) [4, 5, 6, 7].

Zur Vervollständigung der Station braucht es noch einen Leistungsverstärker mit einigen Watt Ausgangsleistung sowie eine passende 23cm

Antenne (z.Bsp. Yagi oder Flachantenne). Solche Elemente sind leicht auf dem Funkamateurmärkte zu finden.

Was die Endstufe betrifft, darf nicht vergessen werden, dass die QPSK-Modulation sehr anspruchsvoll ist, bezüglich Linearität, und dass im Vergleich zu SSB nur ca 25% der maximalen Ausgangsleistung benützt werden kann.

Figur 5 (s. Seite 5) zeigt die bestückte Leiterplatte des DATV Systems vom BATC (British Amateur Television Club) mit USB-Schnittstelle und QPSK-Modulator.

In **Tabelle II** sind die DVB-S Eingangs-

Relais	F [MHz]	SR [Ms/s]	FEC	PID V	PID A	PID PCR	Canaux
HB9TV-1	1280	8	3/4	33	49	33	Son sur 6.5 MHz
HB9TV-2	10420	8	3/4	33	49	33	-
HB9TV-3	1255	8	3/4	33	49	33	Son sur 6.5 MHz

Tableau II: DVB-S Parameter der Eingangssignale der HB9TV-Relais

parametern der drei HB9TV Relais zusammengestellt.

Netzkonfiguration und DTMF Steuerungen

Mit Hilfe von DTMF-Steuerungen auf 144.575 MHz können verschiedene Verbindungen über das Netz geschaltet werden:

- lokaler Verkehr auf HB9TV-1 und HB9TV-3 mit Priorität der DVB-S Eingängen

- Austausch in beiden Richtungen von Bildern zwischen HB9TV-1 und HB9TV-3 via HB9TV-2

- Austausch in beiden Richtungen von Bildern zwischen HB9TV-1 oder HB9TV-3 und HB9F auf dem Schilthorn via HB9TV-4 und HB9TV-2

Von HB9TV zum Schilthorn hat der Benutzer die Wahl zwischen den vier Kanälen die von HBTV-2 auf 2'380 MHz gesendet werden:

1. Testbild HB9TV-2
2. Eingang FM von HB9TV-1
3. Eingang DVB-S von HB9TV-1
4. Eingang FM/DVB-S von HB9TV-3

Mit dem DTMF-Code 402 kann der Empfänger zum nächsten Kanal geschaltet werden (zyklisch 1→2→3→4→1→2...).

In die andere Richtung empfängt das Gateway HB9TV-4 auf 2'350 MHz ebenfalls vier Kanäle von HB9F, die via HB9TV-2 nach HB9TV-1 oder HB9TV-3 gesendet werden können:

1. DVB-S Eingang (SILT HB9F Digital)
2. FM/DVB-S Eingang (SILT HB9F A/D)
3. Link mit dem Relais DBØUTZ (DBØUTZ via HB9F)
4. Link mit HB9TV (HB9TV via HB9F)

Hier ebenfalls lassen sich die 4 Kanäle mit dem DTMF-Code 401 zy-

kisch schalten. Von HB9TV-4 wird der gewählte Kanal auf 10'420 MHz zu HB9TV-2 gesendet. Der Sender kann mit den DTMF-Code 405 und 406 ein- und ausgeschaltet werden. Schlussendlich lässt sich der Kanal vom Schilthorn auf HB9TV-1 mit dem DTMF-Code 204 oder auf HB9TV-3 mit dem DTM-Code 205 weiterschalten.

Die **Tabelle III** (s. Seite 7) ist eine Zusammenfassung der diversen Konfigurationen mit den entsprechenden DTMF-Befehlen.

Weitere wichtige Informationen befinden sich auf www.hb9tv.ch [1].

Perspektiven und Schlussfolgerungen

Es ist wichtig zu erwähnen, dass das heutige HB9TV-Netz das Ergebnis einer mehr als 20-jährigen Entwicklung darstellt. Es bildet ein kohärentes Set von ATV-Relais, das zur Zeit in der Schweiz einmalig ist. Dank seiner Konfigurationen, bietet es zahlreiche Möglichkeiten für den ATV/DATV-Verkehr auf lokaler, regionaler, nationaler und internationaler Ebene, die bis jetzt nicht denkbar waren.

Während dieser Zeitspanne, hat sich die Technologie wesentlich weiterentwickelt und andere Relais wurden

sowohl in der Schweiz als auch im Ausland in Betrieb genommen. Das HB9TV-Netz wurde soweit es ging entsprechend angepasst, es war aber nicht immer ohne weiteres möglich, Veränderungen vorzunehmen ohne das gesamte Konzept in Frage zu stellen.

ARALD verfolgt mit grossem Interesse die neuen Trends in diesem Bereich und hat erste Überlegungen über eine neue Generation von DATV-Relais gemacht, die vollständig digital realisiert sind und deren Konfiguration und Unterhalt auf dem Internet basieren sollten.

Danke!

Das hier beschriebene Netz ist das Resultat einer ungewöhnlichen Team-Arbeit. Zahlreiche Beteiligte haben zum Erfolg des Projektes beigetragen.

ARALD möchte zuerst den vier Initianten danken, die das Projekt gestartet haben, Angel HB9SLV, Hubert HB9IIA, Pierre-André HB9AZN und Serge F1JSR.

Wir bedanken uns ganz speziell bei Pierre HB9IAM, dem Vater der Digitalisierung des Netzes. Er hat das Konzept entwickelt und die dazugehörigen Ausrüstungen gebaut.

Bei der Realisierung der Ausrüstungen und der Montage haben uns viele OMs unterstützt und ihre Zeit und Know-how zur Verfügung gestellt, dies sind Arnold HB9STX, Ernest HB9AQN, Frédéric HB9EOF, Hervé F4CXQ, Jean-Philippe HB9AGZ, Jean-Pierre HB9RKR, Michel HB9BOI, Wolfgang HB9CRT, etc.

Für die sehr gute Zusammenarbeit mit der Relaisgemeinschaft HB9F bedanken wir uns bei Roland HB9MHS. Eine Schlüsselfrage war die Verfügbarkeit von geeigneten Standorten, dafür einen besonderen Dank an Kurt HB9AFI (stellvertretend für eine Gruppe von OMs), Martial HB9TUH und unserem leider verstorbenen Freund Bernard HE9FKR.

Last but not least, einen herzlichen Dank an alle unsere Sponsoren für ihre wertvolle finanzielle Unterstützung.

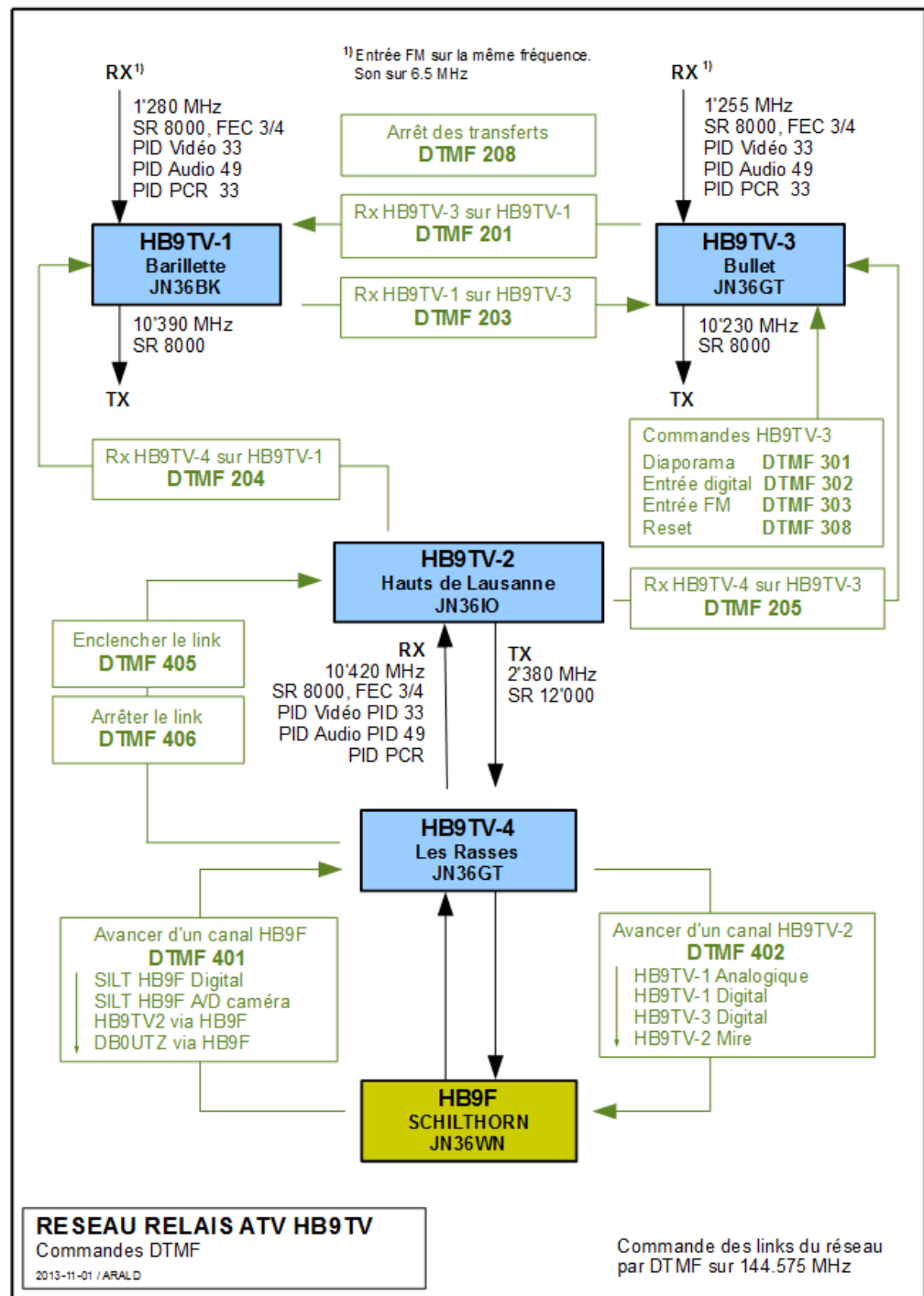


Tableau III: ATV-Relais-Netz HB9TV - Steuerung mittels DTMF

Links:

- [1] www.hb9tv.ch
- [2] www.dvbviewer.com (TransEdit, Analyse-Tool für DVB-S Signale von DVB-Viewer)
- [3] www.sr-systems.de (SR-Systems DATV-Module)

- [4] www.batc.org.uk (DATV mit PC nach BATC „DigiLite UK“)
- [5] <http://datv-express.com> (DATV-Express Projekt)
- [6] www.idesign.org/DigiLiteZL (DATV mit PC „DigiLite ZL“)
- [7] www.txdatv.fr (DATV mit PC nach F1DOJ)