Trafiquer sur le satellite Qatar Oscar

Soirée à thème du 14 juin 2019,
par Olivier F6CNG, Christian F5UII

Radioamateurs
du Haut-Rhin

Edition 1.1

Démonstration de contacts via Qatar Oscar 100

1. Réception SSB avec clé RTL sur Android
2. Emission/Réception Transverter
3. Emission/Réception SDR
4. Réception DATV

Voir compte-rendu avec photos et vidéo : ref68.com

Sommaire

- **Découvrir le satellite QO 100**
  - Projet Phase 4A, objectifs, lancement
  - Caractéristiques, couverture
  - Fréquences
- **Mettre en œuvre**
  - Pointage du satellite
  - Bilan de liaison

Sommaire

- **Trafiquer en SSB et autres modes**
  - Rappel réglementaire
  - Synoptique de principe
  - Réception
  - Emission
- **Trafiquer en DATV et autres modes**
  - DATV
  - Réception
  - Emission
- **Acheter par commandes groupées REF 68**

Chapitre 1

Découvrir le satellite QO 100

3 tonnes
15 kW batteries Li-ion, panneaux solaires
35 transpondeurs pour zones Moyen-Orient et Afrique du Nord
2 transpondeurs Amateur Phase 4A / Qatar Oscar 100

Es'HailSat [Qatar Satellite Company]

QARS [Qatar Amateur Radio Society

A71AU Abdullah bin Hamas Al Attiyah QARS President

AMSAT-DL [AMSAT Allemagne]

DB2OS Peter Guelzow AMSAT-DL President

Constructeur Japonais MELCO Mitsubishi Electric Corporation

Lancé le 15 novembre 2018 à 21h46 (Paris) par
SpaceX sur Falcon 9 v1.2 depuis pas de tir 39A
KSC en Floride
NORAD ID: 43700
Int'l Code: 2018-090A

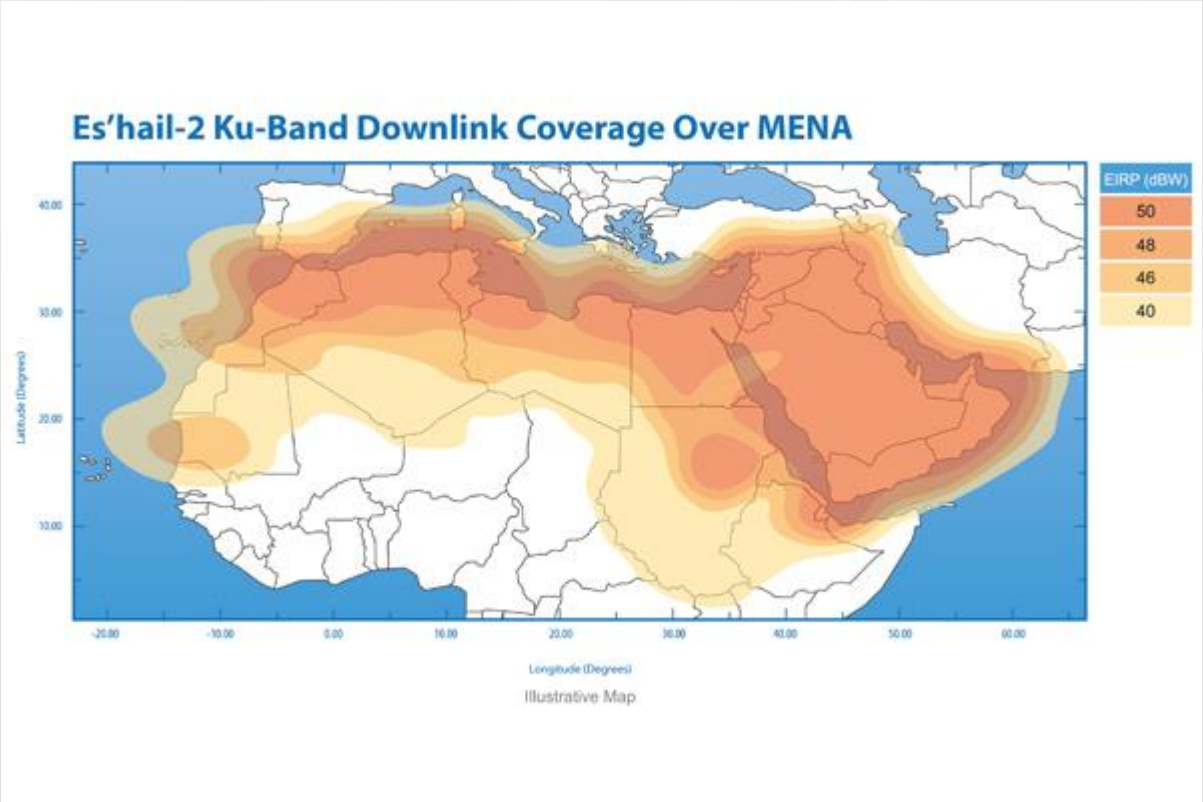
25.8° Est

Couverture des transpondeurs commerciaux

Es'Hail 2 (12-18 GHz)

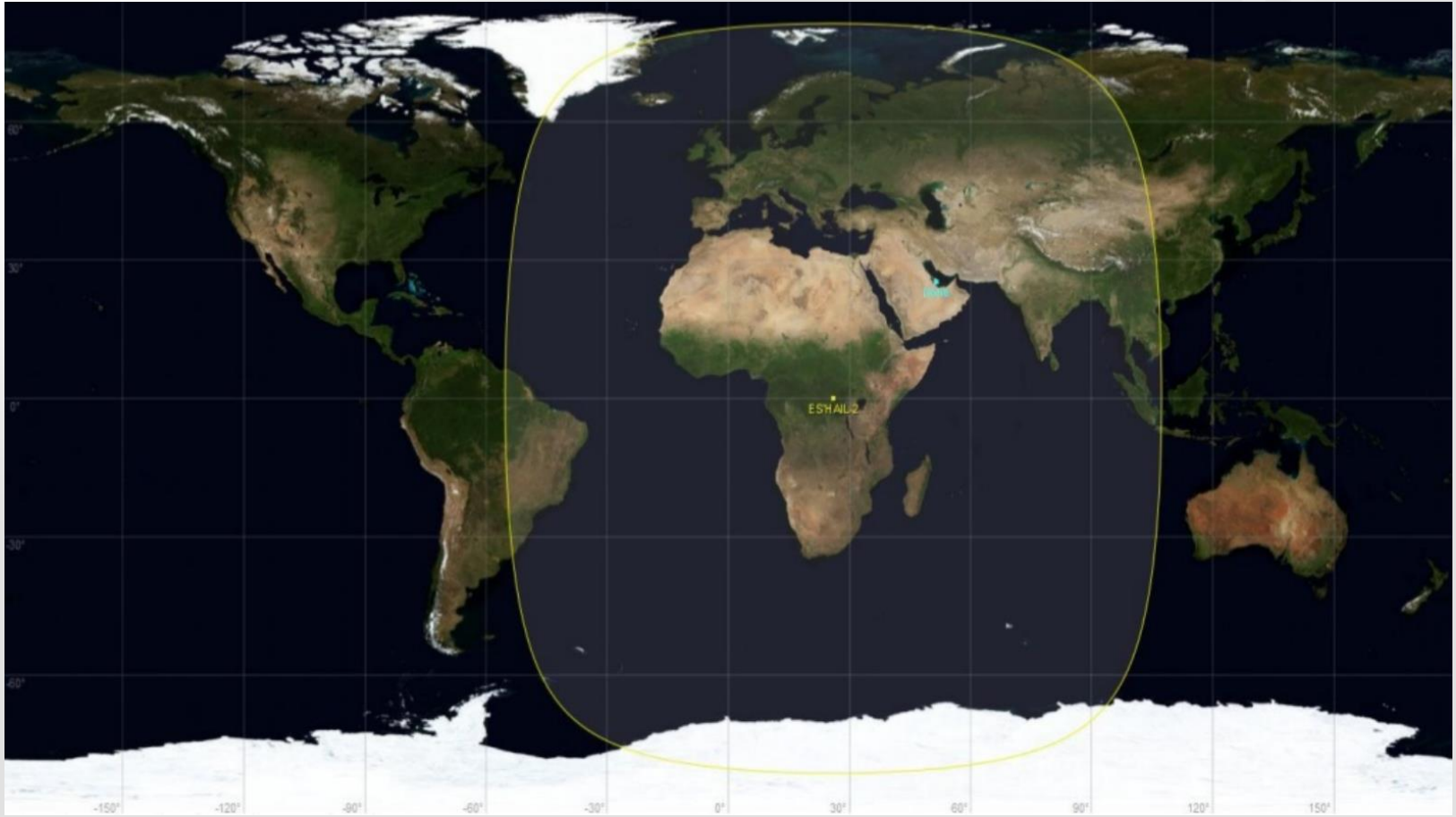
62 chaînes

Egalement télécommunications de gouvernement et d' armée qatariennes

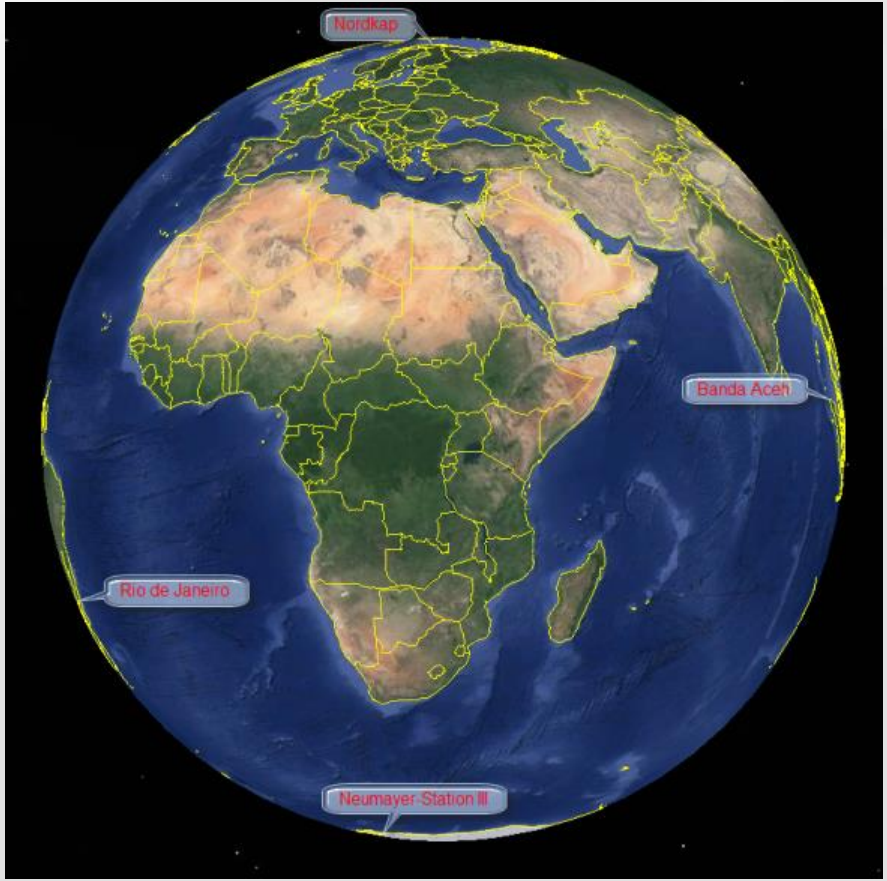


Chapitre 1

Découvrir le satellite QO 100 / Couverture



Découvrir le satellite QO 100 / Couverture



Antenne descente 10 Ghz

- Puissance crête de 100 W
- Antenne cornet de 17dBi
- Polarisation verticale

Antenne montée 2,4 Ghz

- Antenne cornet
- Polarisation circulaire droite

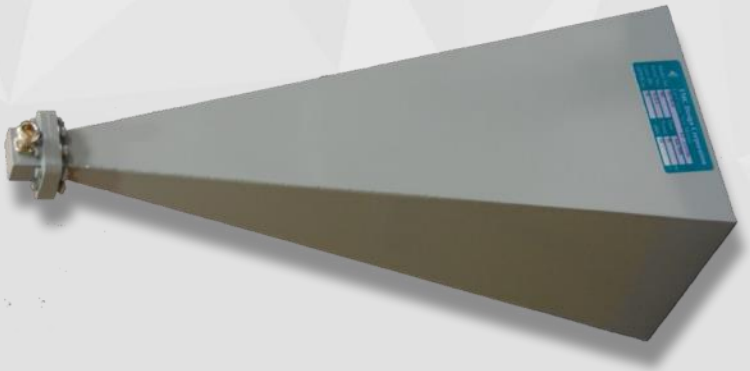


Photo d'illustration

Station au sol principale :
Doha au Qatar

Parabole de 2,4m

Station au sol redondante : Bochum en Allemagne (Esero)

3m sur 2,4GHz et 2,5 sur 10GHz

LEILA LEIstungs Limit Anzeige

Indicateur de surpuissance

- **Générateur de balises limites**
  - CW
  - BPSK 400 bits/s (format P3D/AO40)
- **Tonalités de dépassement de puissance**
  - Analyser la bande passante du transpondeur NB et envoyer Tonalités de signalisation sur toutes les stations qui utilisent trop de puissance sur la liaison montante

Nota : A date (05/2019), la fonction de surveillance de dépassement de puissance n'est pas en service

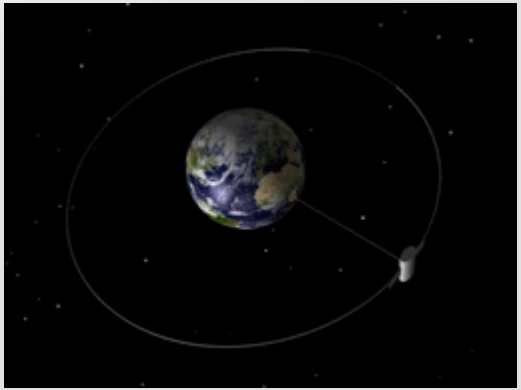
Chapitre 2

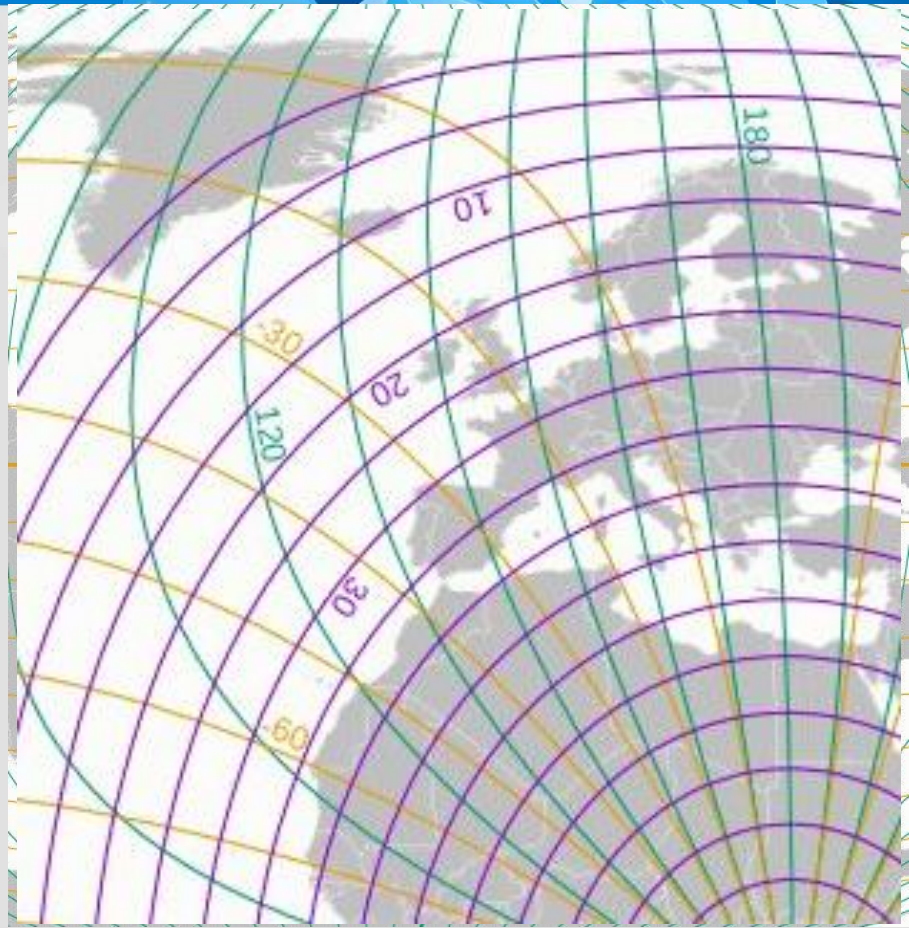
Mettre en œuvre

Pointage

https://satlex.de/fr/

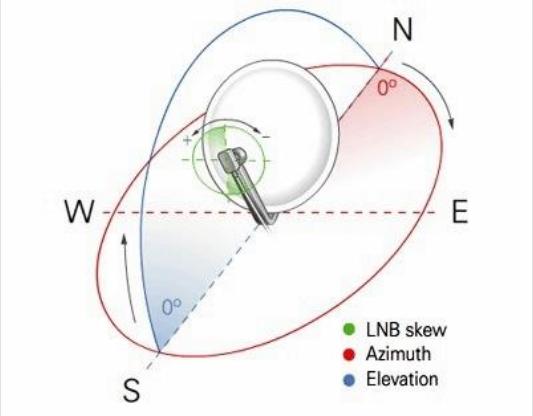
https://en.dishpointer.eu/

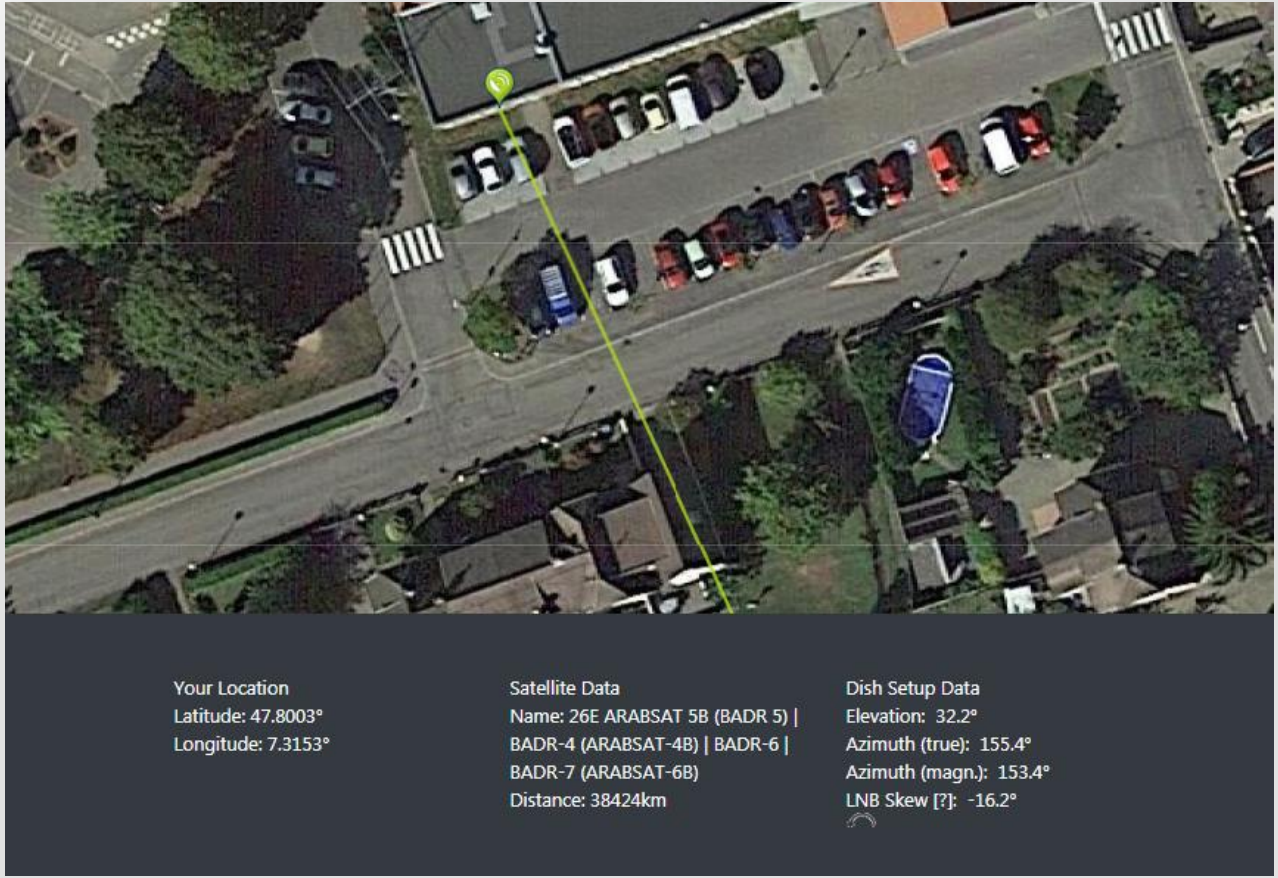




Mettre en œuvre / Pointage

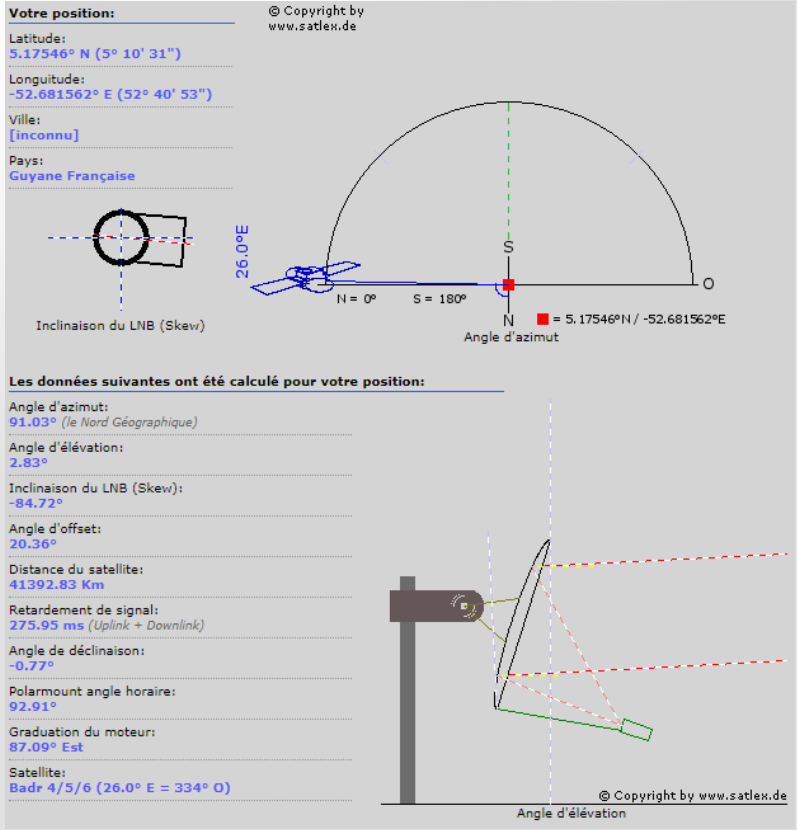
F6KDL



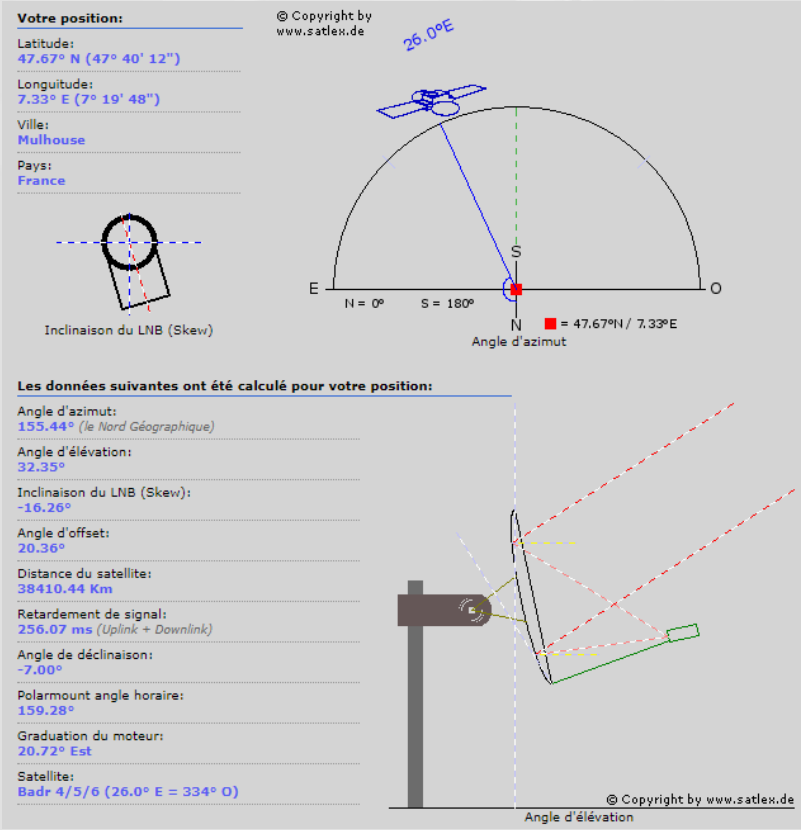


Mettre en œuvre / Pointage

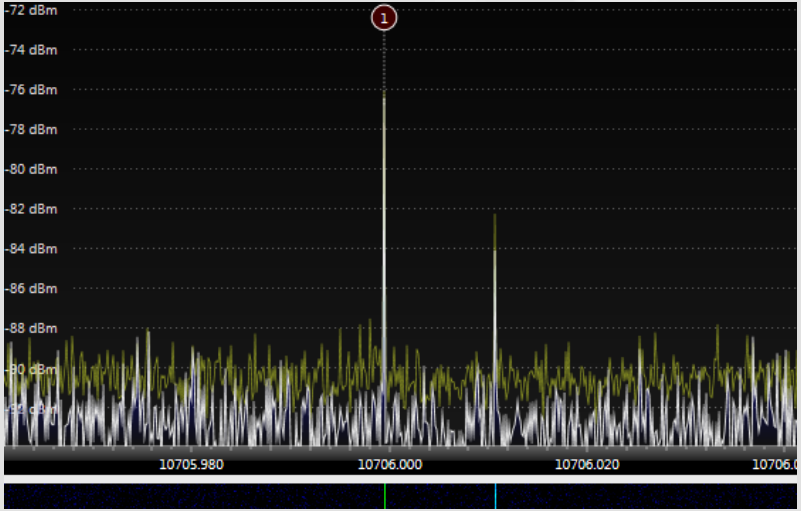
Kourou



Mulhouse



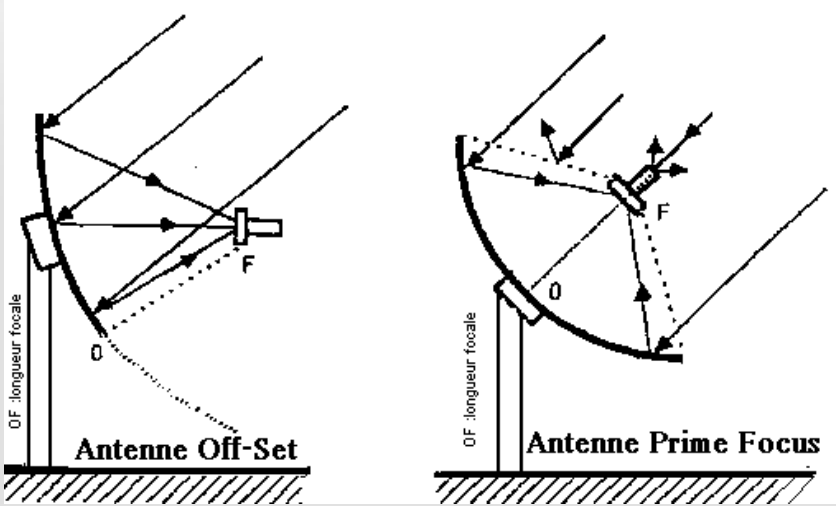
- **Angle de skew**
  - Explication F5AHO https://youtu.be/0kX6lsW7TCI
- **Balise 10 706 000kHz**



Parabole

k : rendement du système d'illumination (source), en moyenne 0,55
D : diamètre du réflecteur parabolique
λ : longueur d'onde d'utilisation

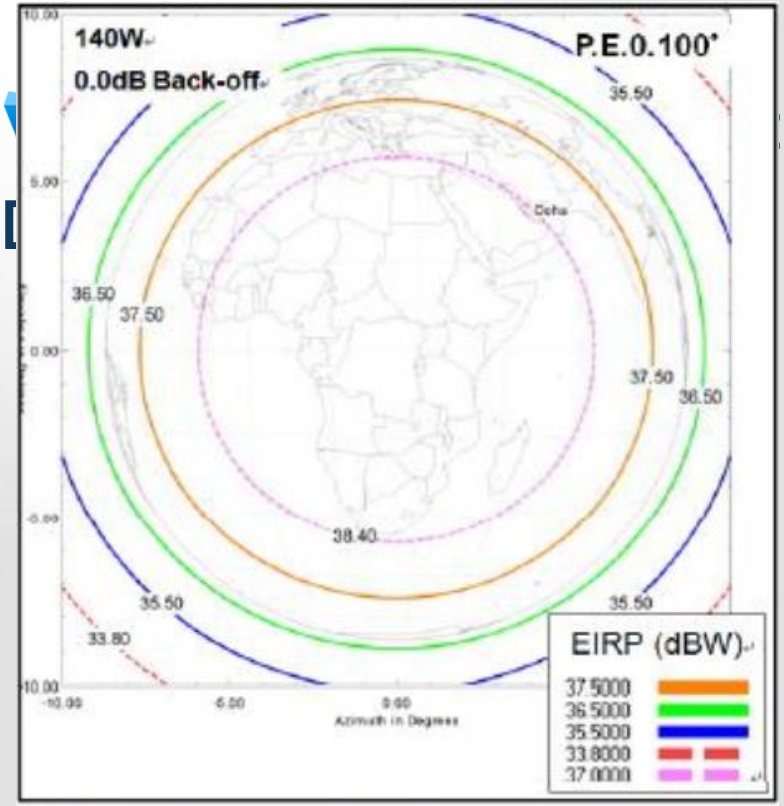
$$G = 10 \cdot \log\left(k \cdot \left(\frac{\pi \cdot D}{\lambda}\right)^2\right)$$



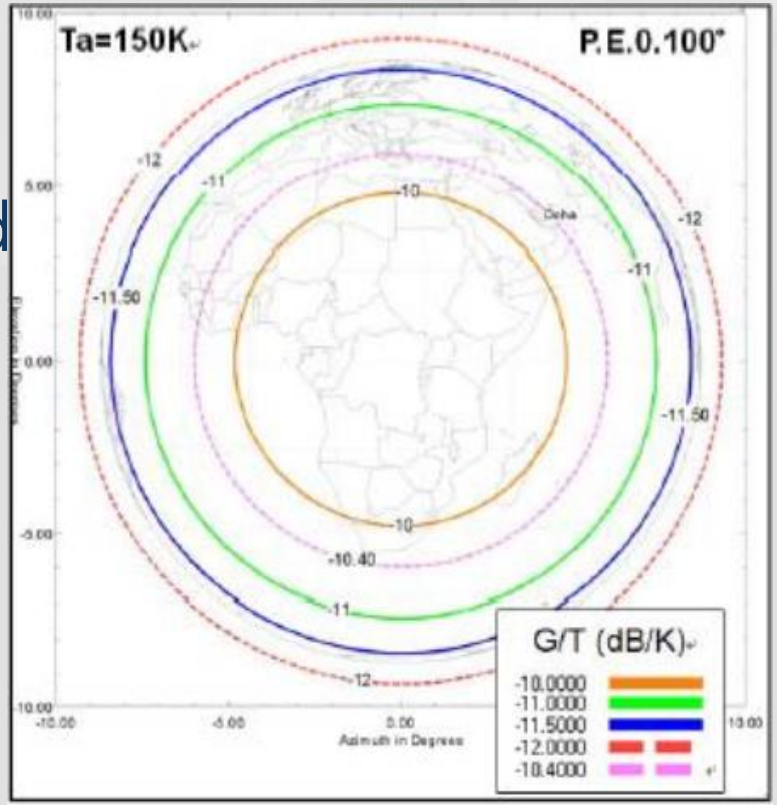
- chaque fois que le diamètre est **doublé**, le gain est de **6 dB** (Eq Px4)
- chaque fois que l'on ajoute **12,24 %** au diamètre, le gain est de **+1 dB**.

ion)

~61d



D/L (X-band) Global Beam



U/L (S-band) Global Beam

- Bilan desc

Downlink: EIF

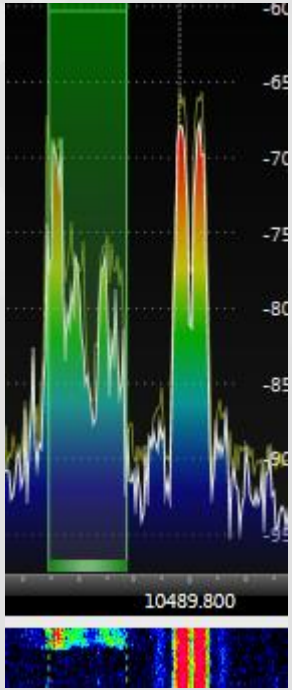
Uplink (EOC, SFD = -106 dBW/m2)			Downlink (EOC)		
Freq	2.4	GHz	Freq	10.5	GHz
Dish size	0.75	m	TWTA output power	100	W
Ant gain	23.64	dBi	OBO	6	dB
HPA Output Power	10	W	On-board losses	1.5	dB
Uplink path losses	1.5	dB	S/C Ant. Gain	17	dBi
Ground EIRP	32.14	dBW	S/C EIRP	29.5	dBW
			Power sharing	50	channels
			S/C EIRP per channel	12.5	dBW
Earth-S/C distance	41126	Km			
Free Space Loss	192.3	dB	Free Space Loss	205.1	dB
95% availability att	0.12	dB	95% availability att	0.55	dB
S/C G/T	-12	dB/K	Ground Sta. G/T	13.98	dB/K
C/N0	56.3	dBHz	C/N0	49.4	dBHz
Channel Bw	2.5	KHz	Channel Bw	2.5	KHz
C/N per user (PEP)	22.3	dB	C/N per user (Avg.)	15.4	dB

- Bilan descente (réception)

Downlink: EIRP~ 31dBW ~61dBm

Bilan montée (émission) par l'expérience

1W 120cm => SNR ~ 16dBm (peak SSB)



2.5W/120cm

http://www.satsig.net/linkbugt.htm

Chapitre 3

Trafiquer en SSB et autres modes (CW, SSTV, PSK …)

Rappel de réglementation de l'émission radioamateur 2300 - 2450 MHz

Attribution à titre secondaire au sens du RR.

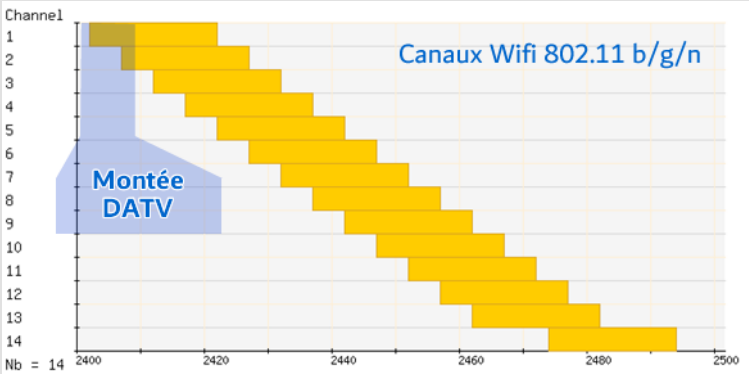
Les stations radioélectriques du service d'amateur ne doivent pas causer de brouillage préjudiciable aux stations d'un service primaire et ne peuvent pas prétendre à la protection contre les brouillages préjudiciables causés par ces stations conformément au RR (dispositions S5- 28 à S5-31) qui prévoit que « les stations d'un service secondaire (...) ont le droit à la protection contre les brouillages préjudiciables causées par les stations de ce service (...) ou des autres services secondaires ».

Le service d'amateur par satellite peut fonctionner dans les bandes 435-438 MHz, 1260-1270 MHz, 2400- 2450 MHz, à condition qu'il n'en résulte pas de brouillage préjudiciable aux autres services utilisateurs. Dans ces bandes, le service d'amateur a un statut secondaire et tout brouillage préjudiciable causé par les émissions d'un satellite doit être immédiatement éliminé (disposition S5-282 du RR)

Puissance maximale sortie émetteur 120 W (50,8dBm)

Autres utilisateurs

- **802.11 b/g/n : Wifi 2400-2494 MHz**
  - Canaux 1 et 2
- **Bluetooth**



Mettre à jour sa déclaration d'installation

- Puissance d'émission PAR maximum UHF

Champs électromagnétiques

- L'exposition du public aux champs électromagnétiques est limitée par le décret 2002-775
  - 2-300 Ghz : **61 V/m**

Déclaration d'installation
et/ou changement d'adresse

ANFR

Identification du radioamateur :

Indicatif* : _____ N° certificat* : _____

Nom* : _____ Prénom* : _____

Adresse personnelle du radioamateur :

Adresse* : _____

Code postal* : _____ Ville* : _____

Téléphone fixe : _____ Téléphone portable : _____

Courriel (e-mail) : _____

Coordonnées de l'installation :

Adresse (voie ou lieu dit) : _____

Code postal* : _____ Ville* : _____

Coordonnées géographiques :

Longitude * : ___ ° ___ ' ___ " ___ Est (E/W) ☐ Ouest (E/W) ☐

Latitude * : ___ ° ___ ' ___ " ___ Nord (N/S) ☐ Sud (N/S) ☐

Système WGS 84 (Coordonnées exprimées en degrés, minutes, secondes) ou système de votre utilisation et de référencement dans le système de référence ETRS89 (Pour digitaliser, transformer)

Fréquence en MHz	Puissance maximale en W	Hauteur au-dessus du sol en m	Gain en dBi
0 à 30 MHz			
30 à 300 MHz			
300 à 1000 MHz			
1000 à 2000 MHz			
2000 à 3000 MHz			

Dans l'attente de l'obtention d'autres valeurs, une ou plusieurs valeurs doivent être renseignées.

Je certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements fournis ci-dessus et reconnais avoir été informé(e) des dispositions relatives au respect des valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis parles installations radioélectriques fixes par le décret 2002-775 du 3 mai 2002.

A _____ le _____ Signature

Les champs précédés d'un astérisque (*) doivent être obligatoirement renseignés.

Formulaire Ex. 01

PIRE et distance limite

– puissance électrique * gain de l'antenne dans la direction considérée.

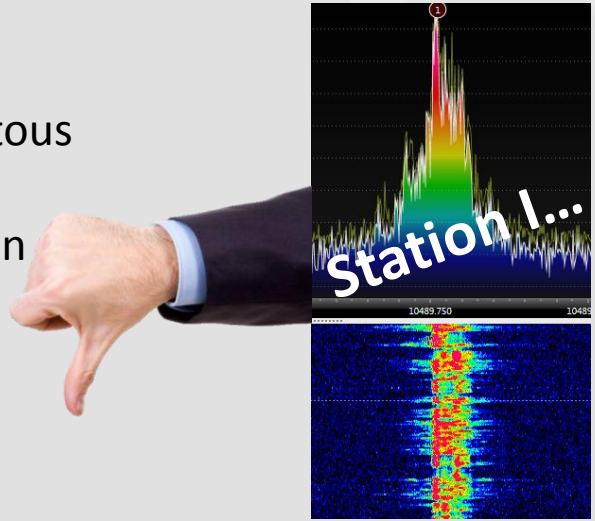
$$E = \frac{\sqrt{30 * PIRE}}{d}$$

Puissance (W)	Distance (m)
1	0.6
5	1.2
10	1.7
100	5.3
120	5.8

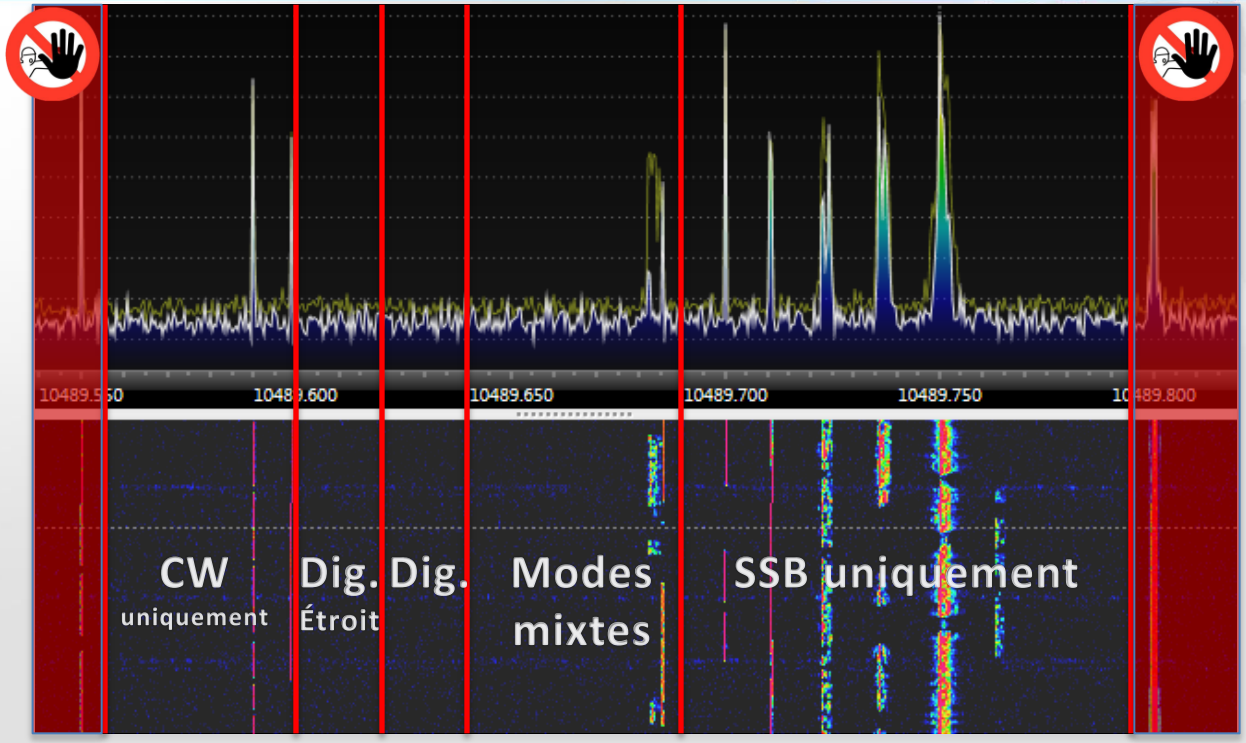
Limite d'exposition: **61 V/m**

Bande étroite (NB)	Limite basse (MHz)	Limite haute (MHz)	Polarisation
Montée au satellite	2 400,050	2 400,300	RHCP
Descente du satellite	10 489,550	10 489,800	Verticale

- Pas de FM, pas de modes numériques DSTAR, DMR, ou tous modes de plus de 2700 Hz.
- Pas de fullduplex, car vous devez surveillez votre signal en descente.
- Ne pas transmettre plus fort que la balise.



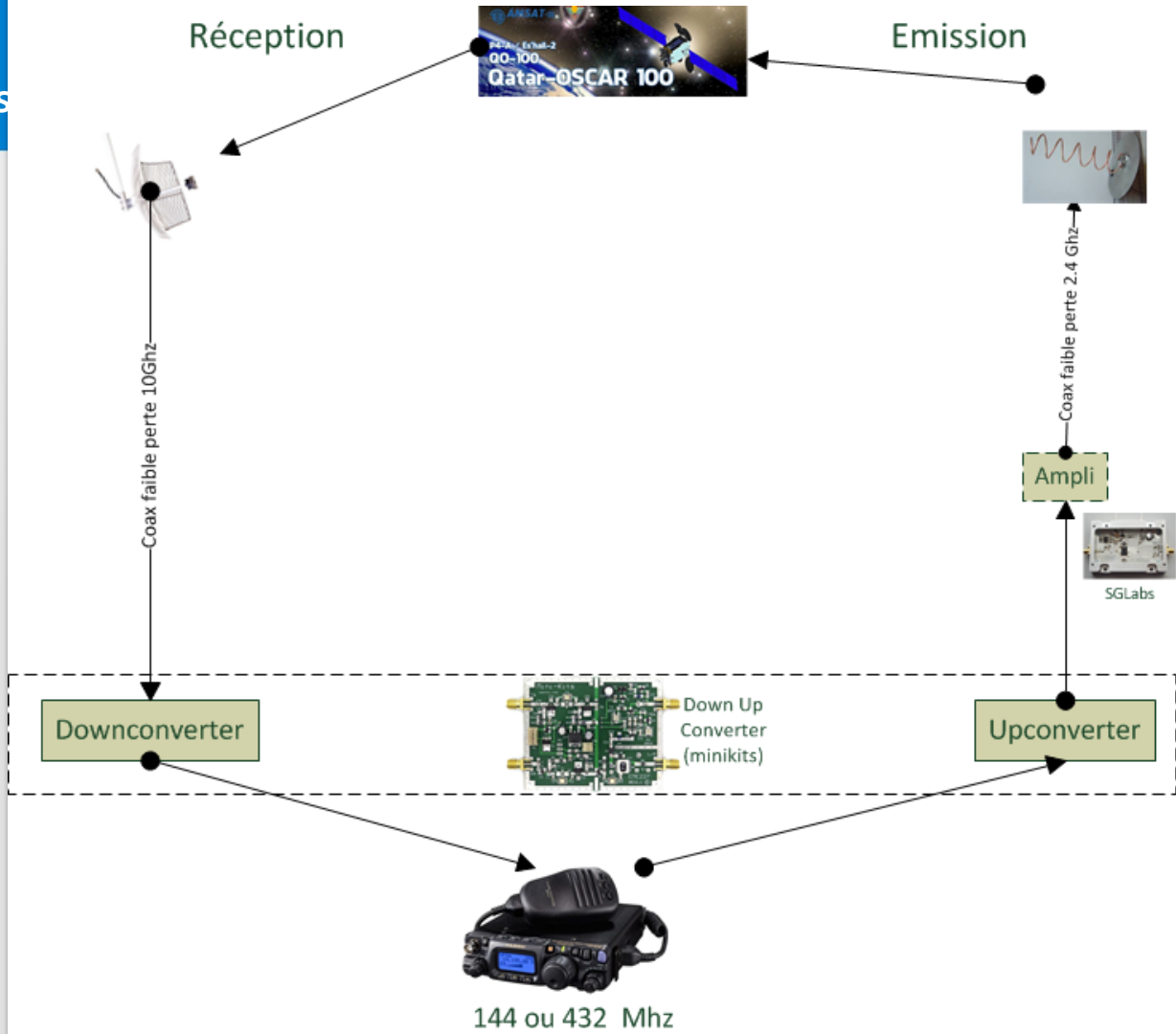
Trafiquer en SSB et autres modes



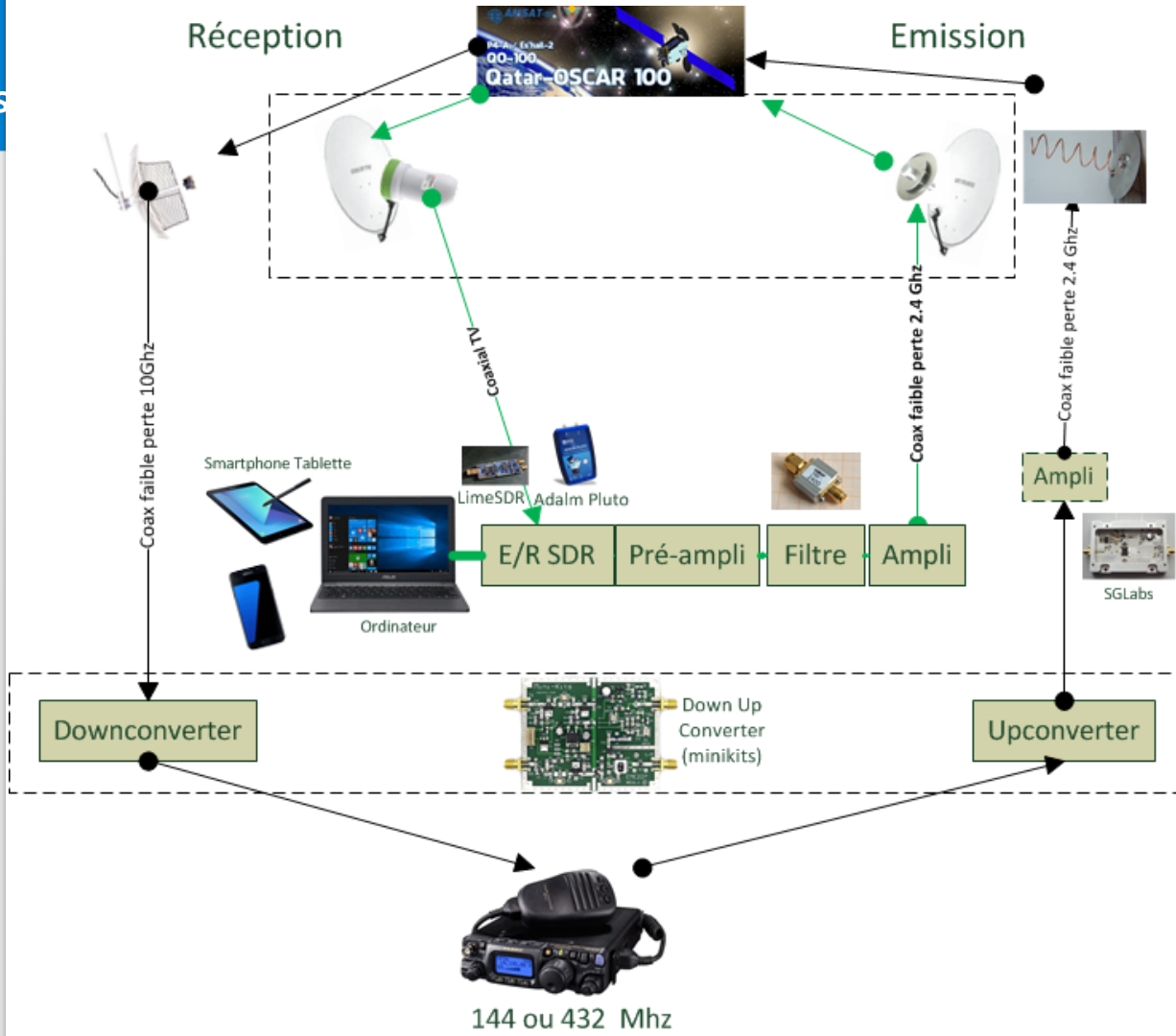
Plan de bande sur le site Amsat-DL : Lien

Plan de bande sur le site Amsat-DL : Lien

Uplink [MHz]	Downlink [MHz]	Notes
Pas d'émission !	10489,550 – 10489,555	Balise basse CW
2400,055 – 2400,100	10489,555 – 10489,600	CW uniquement
2400,100 – 2400,120	10489,600 – 10489,620	Modes numériques étroits (500 Hz max. BW)
2400,120 – 2400,140	10489,620 – 10489,640	Modes numériques (2700 Hz max. BW)
2400,140 – 2400,190	10489,640 – 10489,690	Modes mixtes (2700 Hz max. BW)
2400,190 – 2400,295	10489,690 – 10489,795	SSB uniquement
Pas d'émission !	10489,795 – 10489,800	Balise haute, 400 Bit/s BPSK



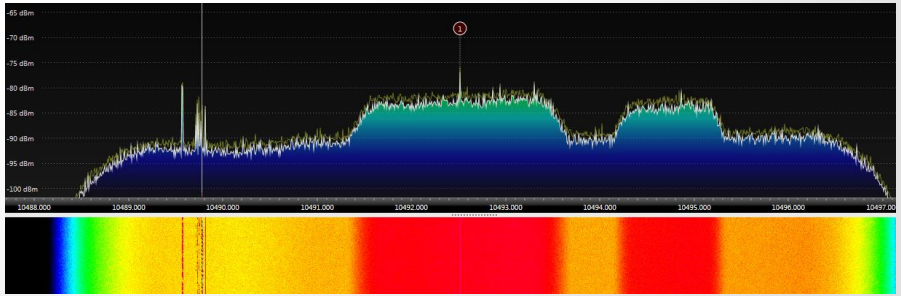
Synoptique de principe



Synoptique de principe

Chapitre 3.1

La réception 10 GHz



Cornet, et son probe

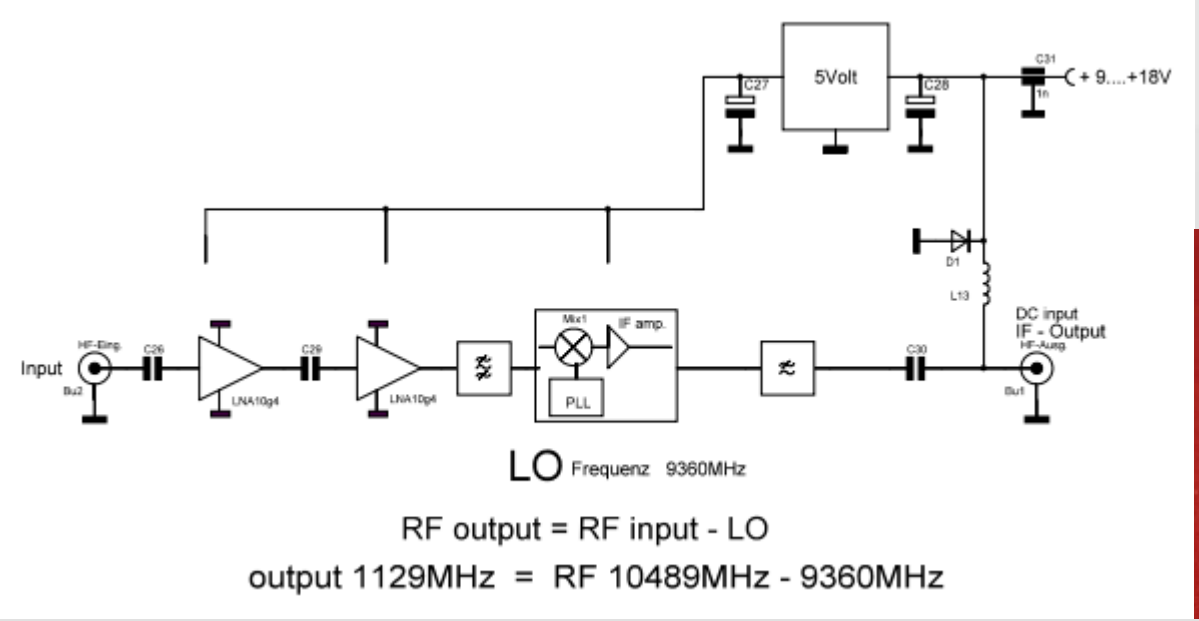
- 1 voire 2 probes à 90° si deux usages NB/WB

Antennes doubles

Bi-bandes 2,4 /10 G par DJ7GP

Bi-bandes 2,4 /10 G par DC5GY

Down converter



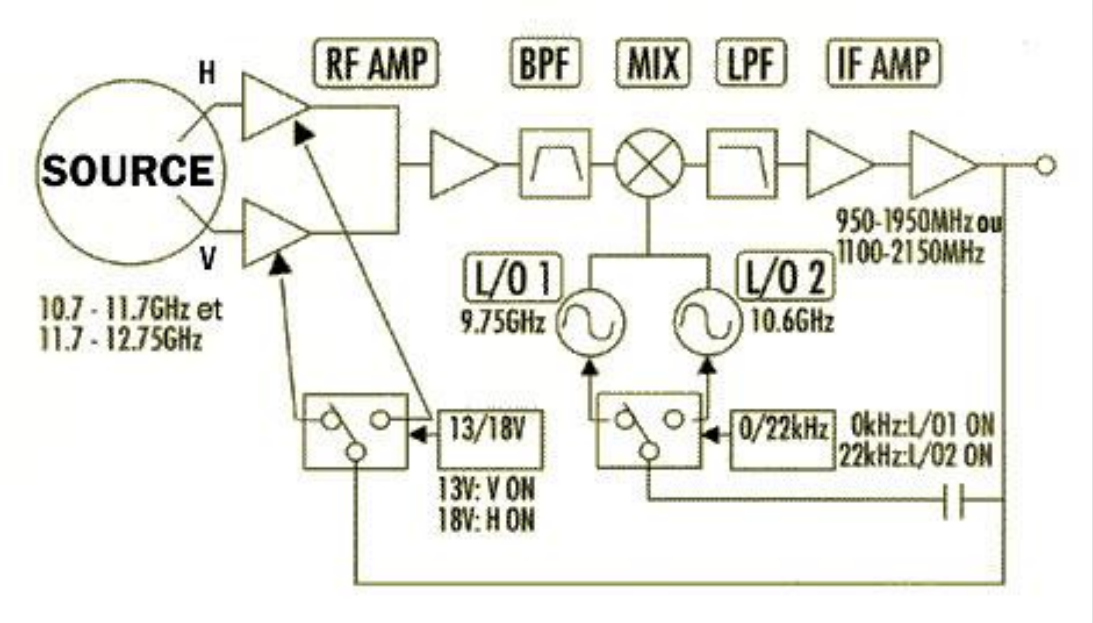
DG0VE (SK)

Down converter

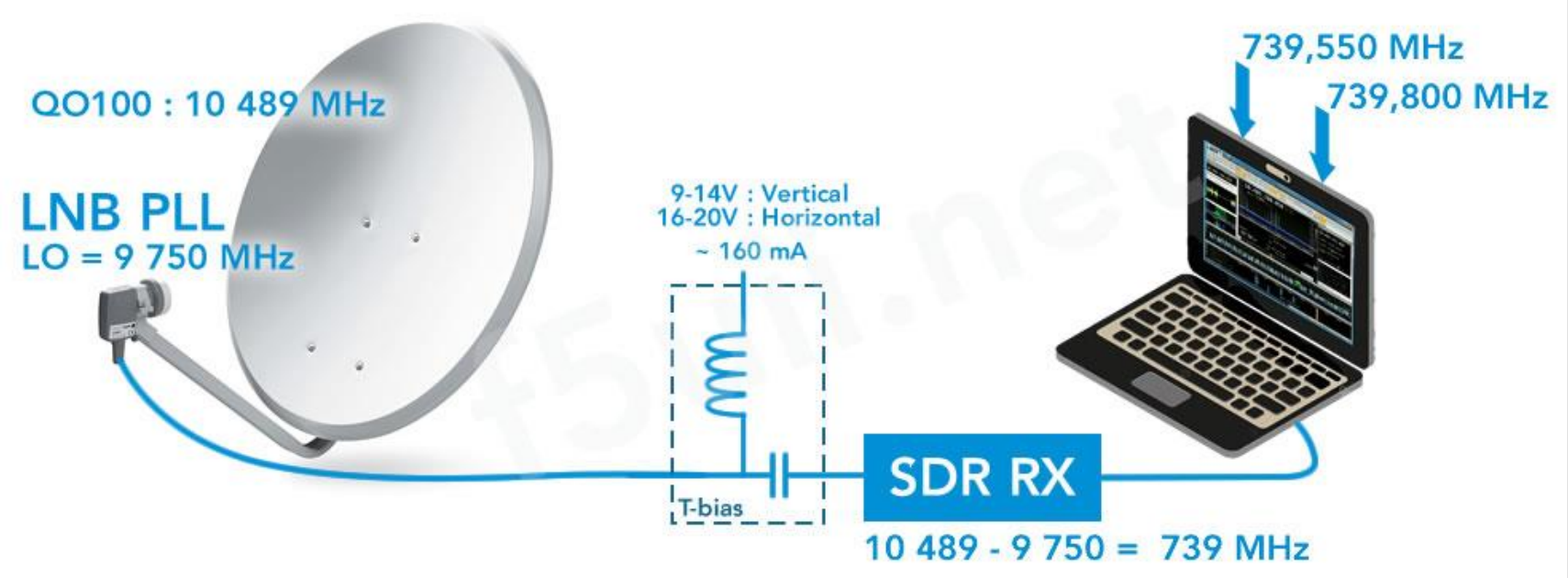
- PE1CMO

Tête LNB PLL (Phased Locked Loop)

– Eviter la techno DRO (Dielectric Resonator Oscillator), instable

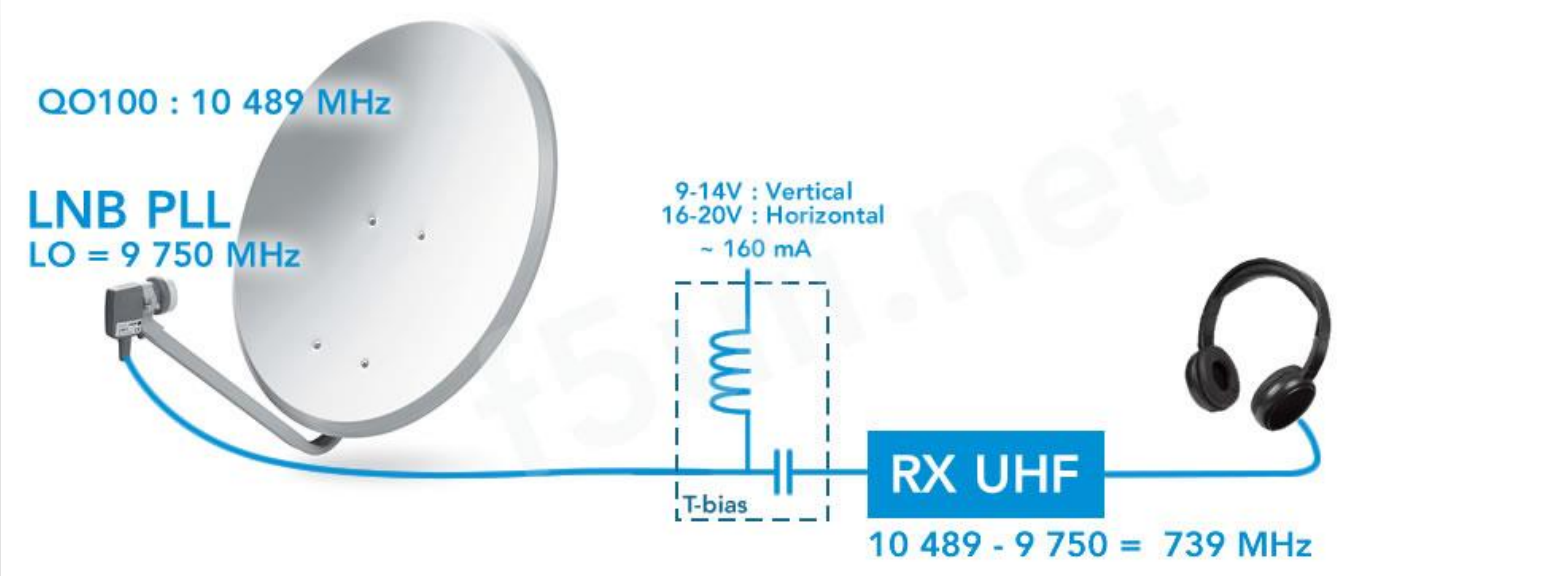


Tête LNB PLL


QO100 : 10 489 MHz
LNB PLL
LO = 9 750 MHz
9-14V : Vertical
16-20V : Horizontal
~ 160 mA
T-bias
SDR RX
739,550 MHz
739,800 MHz
10 489 - 9 750 = 739 MHz

Tête LNB PLL

– Téléalimentée (T-bias)

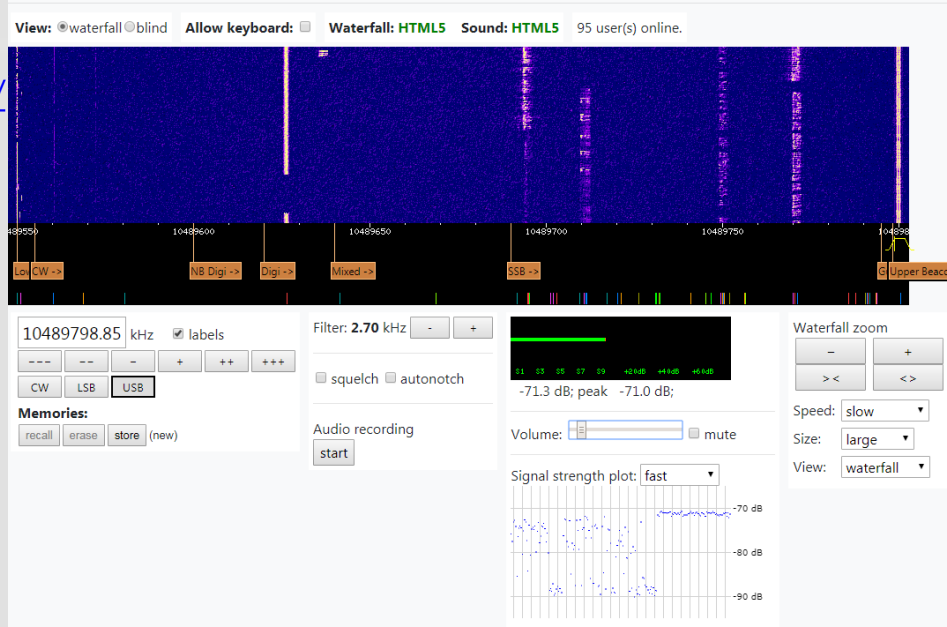


SDR

- SDR Console de G4ELI
- SDR Angel de F4EXB
- Tous logiciels SDR
  - gkSDR de F4GKR
  - HDSDR
  - SDR Sharp
  - SDR Uno
  - …

Web SDR

- https://eshail.batc.org.uk/nb/
- http://yo9hzn.net-communication.ro:8073/
- http://f4kji.fr:8902/indexqo100.html



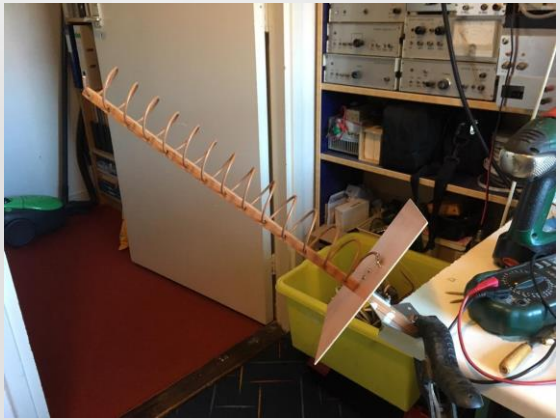
Chapitre 3.2

L’émission 2,4 GHz

Antenne hélice 2,4 GHz

- 16 tours RHCP ~16 dBi

DH0GB



PA3FYM

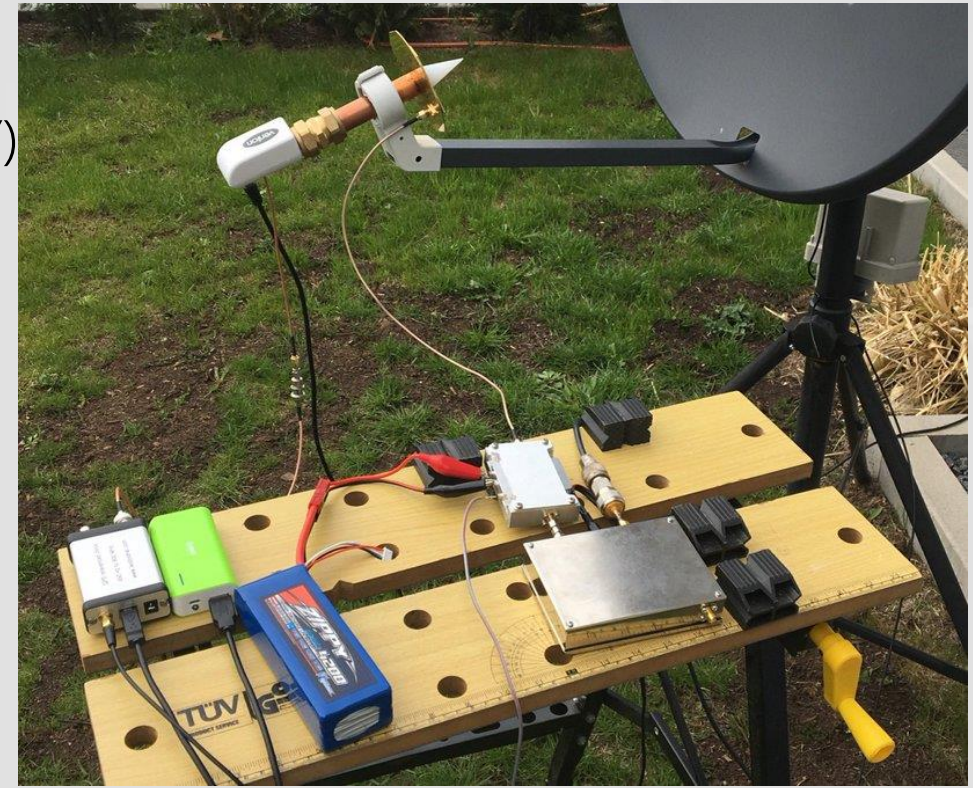
F4EGG

Antenne Wifi 2,4 GHz

- Polarisation verticale (-3dB)

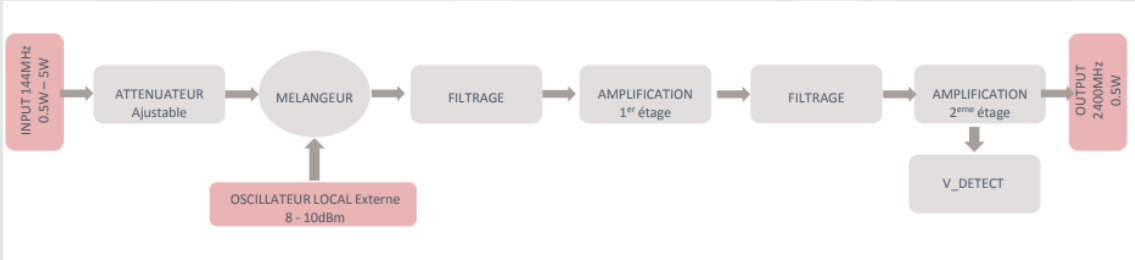
Antenne Patch

– Polarisation circulaire (POTY)



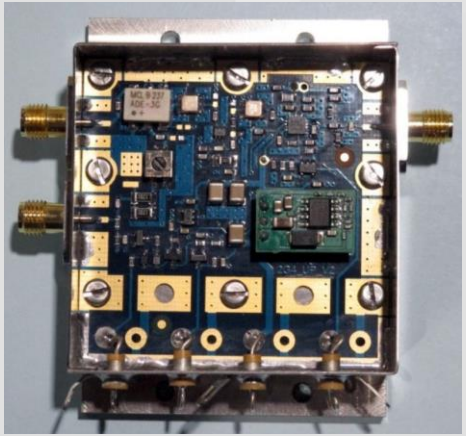
Up Converter

- F6BVA
- F1OPA
- Kuhne Electronik
- PE1CMO (bientôt)



MKU LNC 10 QO-100

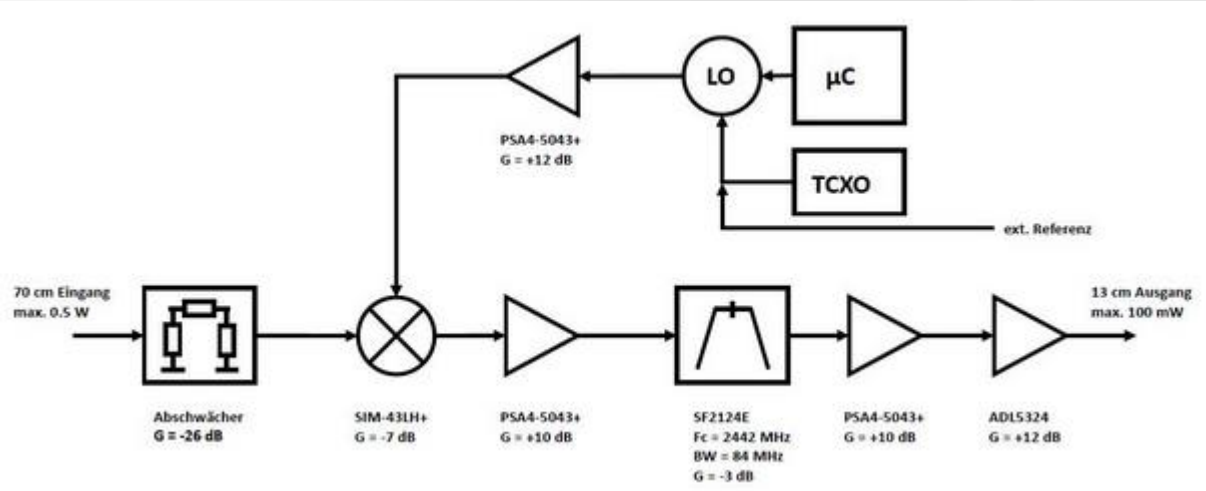
MKU UP 2424 A, B



F1OPA

Up Converter

AMSAT-DL



Non disponible
06/2019

Transverter 2,4 Ghz

SG Laboratory TR2300
432 MHz Transverter V1.4

Kuhne Electronic
MKU 23 G4

Up et down converter 10G / 2,4 G

PE1CMO, TX 20W

Emetteur SDR

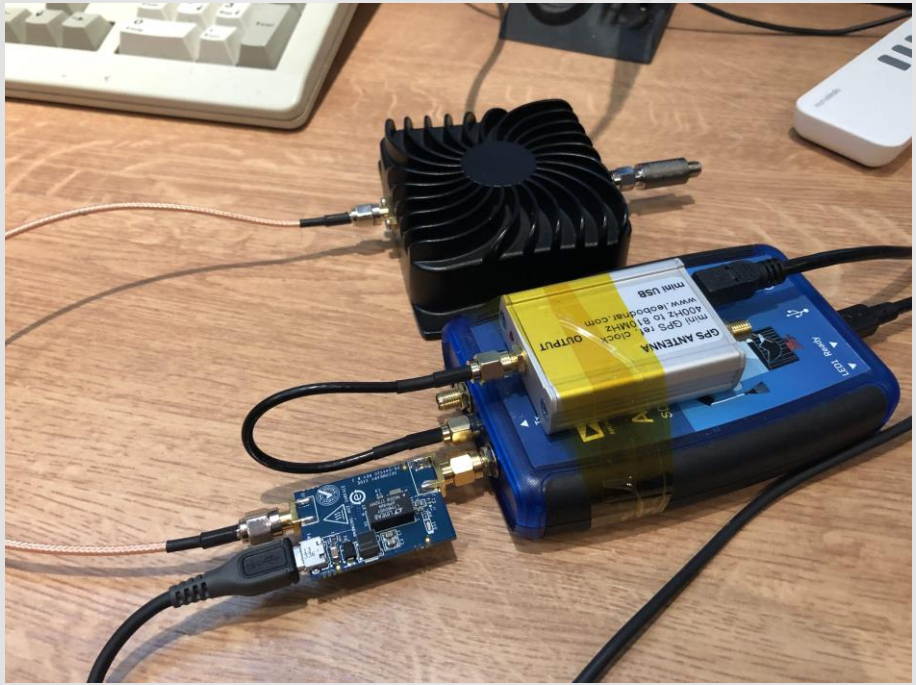
LimeSDR

Adalm Pluto
(Amazon ou ebay ou Mouser)

Emetteur SDR

Le préampli CN0417 intègre déjà un filtre 2400MHz

- Adalm-Pluto
- CN0417
- AB003
- GPSDO Leo Bodnar

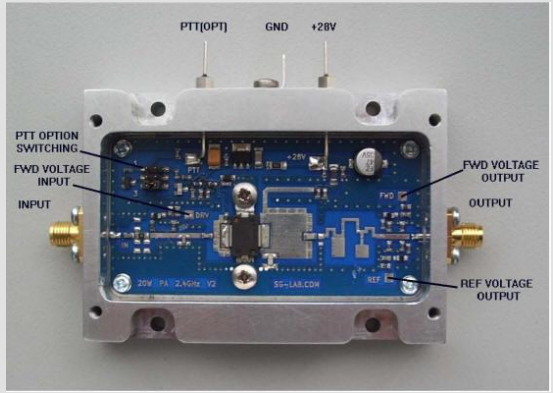


DL4TMA

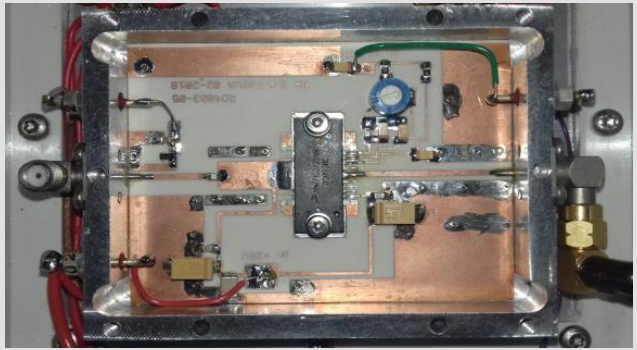
Amplificateur 2400

- Kuhne
- SG Labs 20W
- F6BVA
- Wifi chinois EDUP

10W Kuhne



20W SG Labs



30W(28VDC) F6BVA

Amplificateurs Booster 2400 Wifi chinois

- EDUP AB003 (Aliexpress ou ebay) (Max 3.5W)
- Autre modèle (Max 2.5W) (Aliexpress ou ebay)

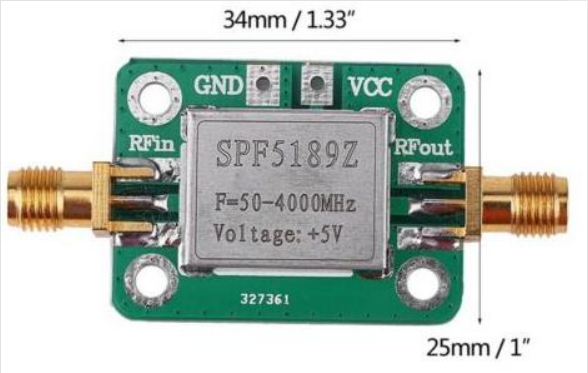
Input power: Min: 3dBm; Max: 20dBm
Transmit gain: 17dB typical

Input power: Min: 3dBm; Max: 20dBm
Transmit gain: 13dB typical

Préamplificateurs LNA

- SPF5189 (Aliexpress ou ebay)
- Analog Device CN0417 board (intègre un filtre)

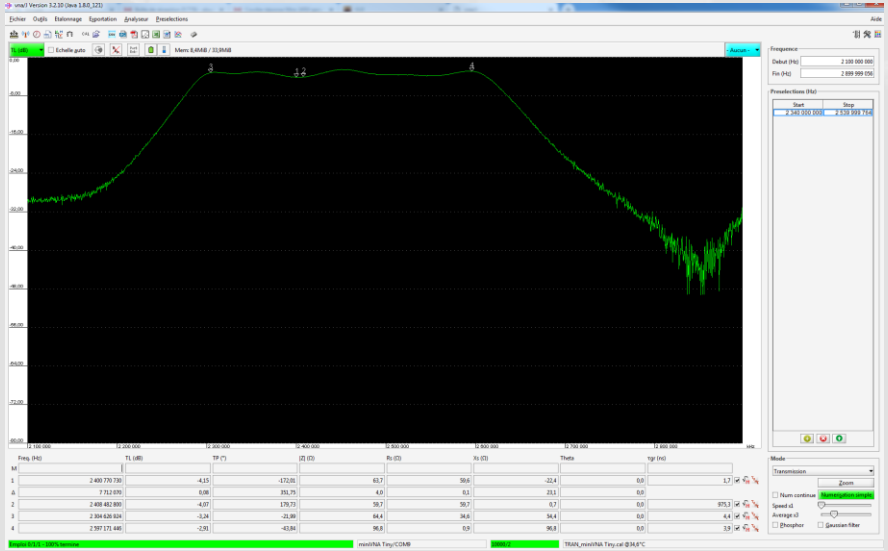
USB Powered 2.4 GHz RF Power Amplifier
, Analog Device CN 0417 - **Gain: 20dB**



Gain: 10dB

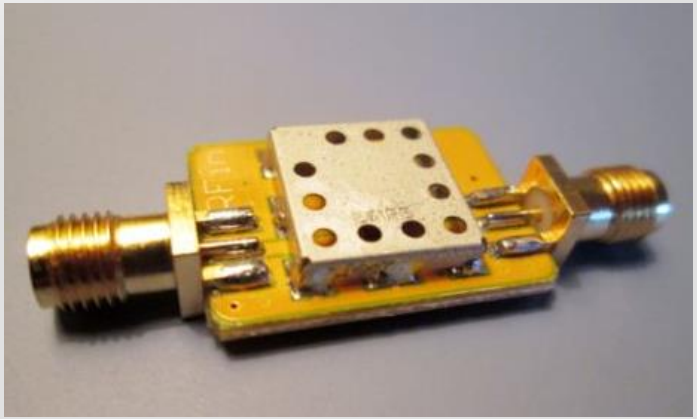
Filtre passe-bande 2400 NMRF FBP-2400

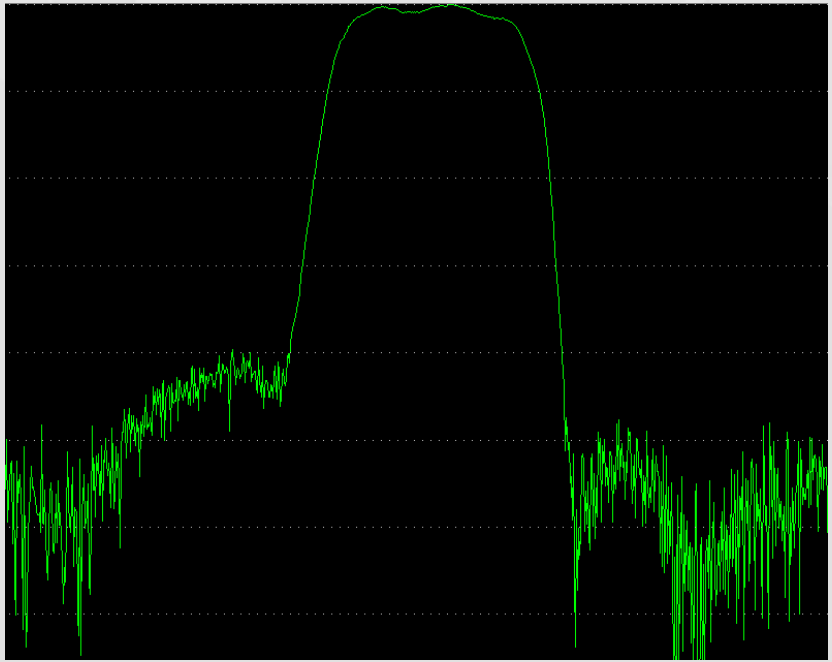
- Insertion Loss **4 dBm** à 2400
- Return Loss -20 dBm (SWR 1.2)
- (Aliexpress ou ebay)



Filtre passe-bande 2450 GPIO LABS (Canada)

- Insertion Loss **2.4 dBm** à 2400
- Return Loss -20 dBm (SWR 1.2)
- (ebay)

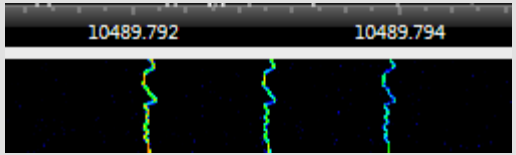




La stabilisation de l'émission et de la réception

- En CW, si vous voulez que votre tonalité soit précise à 10Hz près à 10 Ghz, il faut une stabilité de la fréquence de 10/10^{E}9=10^{E}-8 soit un 1/100ème de milliardième sur toute la chaine d'émission ou de réception
- Un quartz ne suffit pas: 10^{E}-5 ou 10^{E}-6 sur une courte période
- En cas de mélange avec un LO, il faudra aussi tenir compte du LO
- Solution économique: asservir les oscillateurs à une source très stable, en priorité ceux qui sont exposés aux variations de température

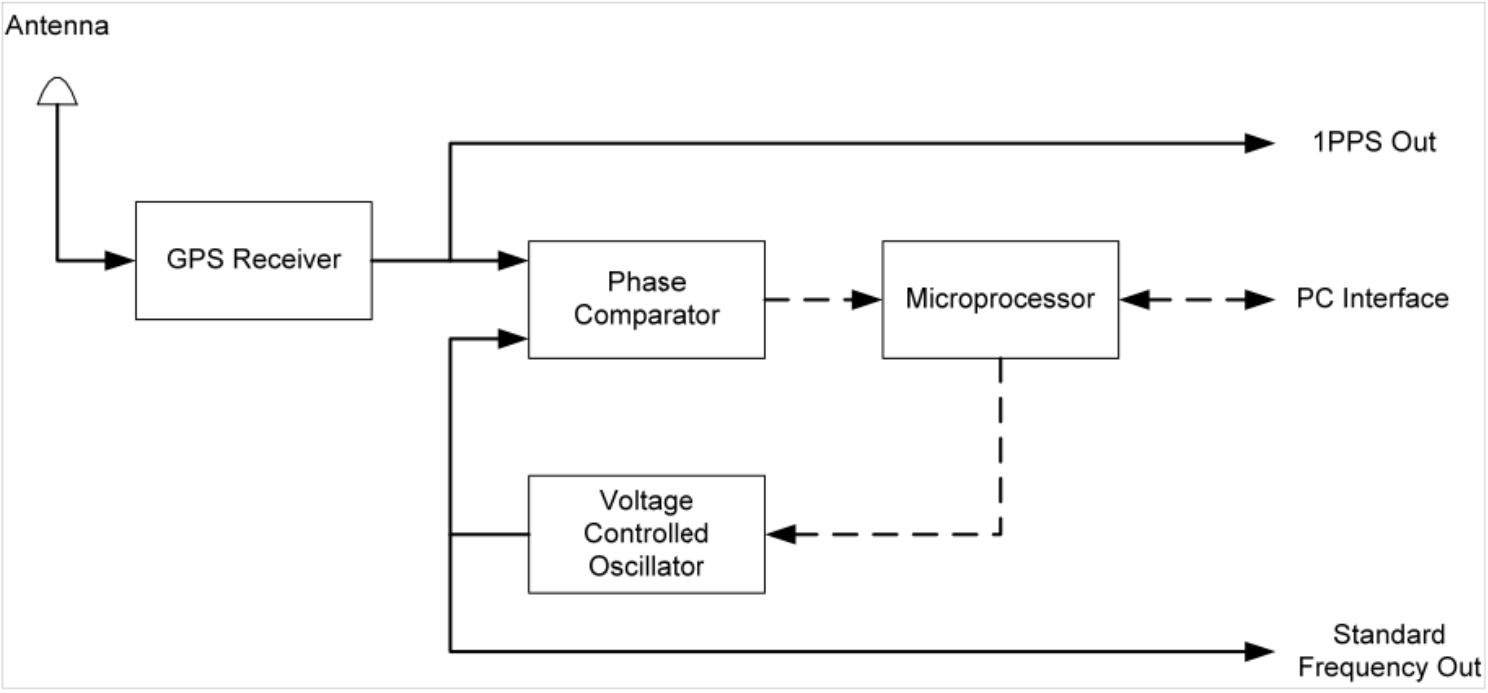
Pour éviter ceci !



Les sources:

Oscillator Type	Rubidium	Cesium	GPSDO
Frequency offset with respect to UTC(NIST) (1 day average)	5×10^{-9} to 5×10^{-12}	1×10^{-12} to 5×10^{-14}	1×10^{-12} to 5×10^{-14}
Stability at 1 second	5×10^{-11} to 5×10^{-12}	5×10^{-11} to 5×10^{-12}	1×10^{-10} to 1×10^{-12}
Stability at 1 day	5×10^{-12}	8×10^{-14} to 2×10^{-14}	8×10^{-13} to 5×10^{-14}
Aging/year	$< 1 \times 10^{-10}$ to 5×10^{-10}	None, by definition. However, the frequency of a cesium oscillator drifts by a small amount (typically by parts in 10^{17} over the course of a day).	None, the output is steered to compensate for aging and frequency drift.
Phase noise (dbc/Hz, 10 Hz from carrier)	-90 to -130	-130 to -136	-90 to -140
Life expectancy	> 15 years	5 to 20 years; 10 years is typical	> 15 years
Produces an ontime pulse without being synchronized to another source?	No	No	Yes
Produce frequency accurate to within $\pm 1 \times 10^{-11}$ for 24 hours or longer?	Yes, with periodic adjustment	Yes	Yes
Cost (USD)	$2,000 to $10,000	$30,000 to $75,000	$3,000 to $15,000

La source GPS Disciplined Oscillator:



Les sources- solution Hardware GPS Disciplined Oscillator

Sortie 10MHz
BG7TBL Chinois

€ 79

LeoBodnard
400 Hz to 810 MHz output

£ 99

LimeNET Micro
(Emetteur Récepteur SDR)

310$ (intégré)

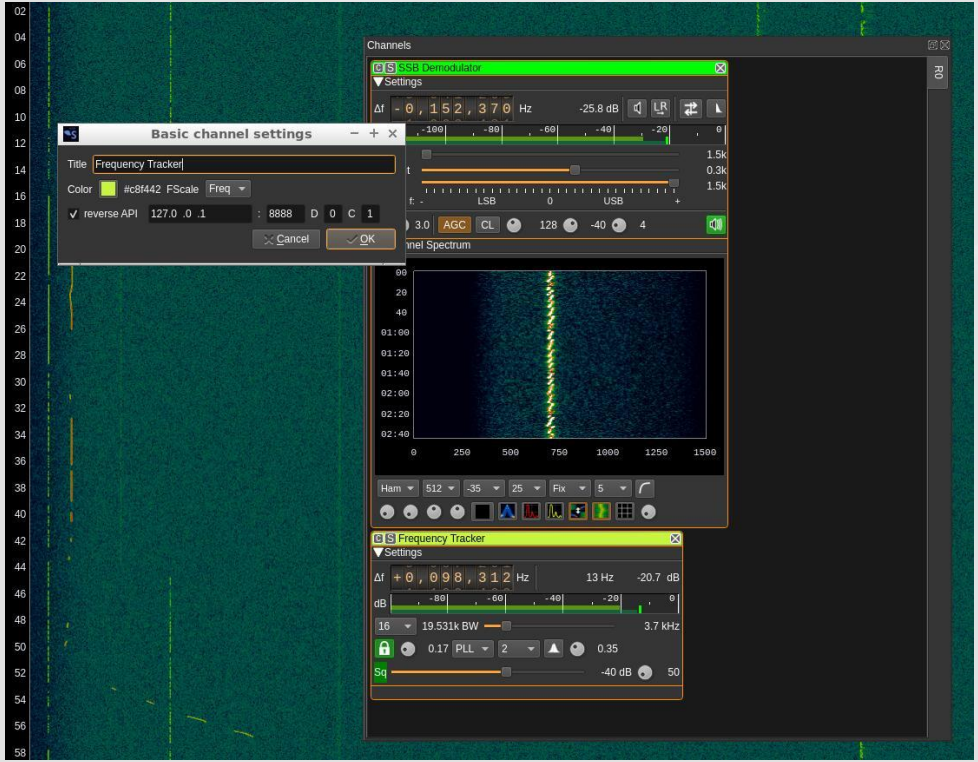
Stabilisation de la réception au LNB

- Injecter la fréquence 25MHz (27 ou autre) stable ou remplacer par TCXO (0.5ppm)
- En profiter pour amener le signal en bande U…

Ref	RF	LO	IF	Bemerkungen
23,5MHz	10.489.550kHz	9.165.000kHz	1324,550MHz	
23,543590MHz	10.489.550kHz	9.193.000kHz	1296,550MHz	ZF kommt im 23cm Afu Band heraus
23,571795MHz	10.489.550kHz	9.200.000kHz	1289,550MHz	ZF kommt im 23cm Afu Band heraus
23,6MHz	10.489.550kHz	9.204.000kHz	1285,550MHz	
23,7MHz	10.489.550kHz	9.243.000kHz	1246,550MHz	
23,8MHz	10.489.550kHz	9.282.000kHz	1207,550MHz	
23,9MHz	10.489.550kHz	9.321.000kHz	1168,550MHz	
24MHz	10.489.550kHz	9.360.000kHz	1129,550MHz	Signal „wabbelt“
24,1MHz	10.489.550kHz	9.399.000kHz	1090,550MHz	
24,2MHz	10.489.550kHz	9.438.000kHz	1051,550MHz	
24,3MHz	10.489.550kHz	9.477.000kHz	1012,550MHz	
24,4MHz	10.489.550kHz	9.516.000kHz	973,550MHz	
24,5MHz	10.489.550kHz	9.555.000kHz	934,550MHz	
24,6MHz	10.489.550kHz	9.594.000kHz	895,550MHz	
24,7MHz	10.489.550kHz	9.633.000kHz	856,550MHz	
24,8MHz	10.489.550kHz	9.672.000kHz	817,550MHz	
24,9MHz	10.489.550kHz	9.711.000kHz	778,550MHz	
25MHz	10.489.550kHz	9.750.000kHz	739,550MHz	Auslieferungszustand
25,1MHz	10.489.550kHz	9.789.000kHz	700,550MHz	
25,2MHz	10.489.550kHz	9.828.000kHz	661,550MHz	
25,3MHz	10.489.550kHz	9.867.000kHz	622,550MHz	
25,4MHz	10.489.550kHz	9.906.000kHz	583,550MHz	
25,5MHz	10.489.550kHz	9.945.000kHz	544,550MHz	
25,6MHz	10.489.550kHz	9.984.000kHz	505,550MHz	
25,7MHz	10.489.550kHz	10.023.000kHz	466,550MHz	
25,769231MHz	10.489.550kHz	10.050.000kHz	439,550MHz	ZF kommt im 70cm Afu Band heraus
25,787179MHz	10.489.550kHz	10.057.000kHz	432,550MHz	ZF kommt im 70cm Afu Band heraus
25,8MHz	10.489.550kHz	10.062.000kHz	427,550MHz	

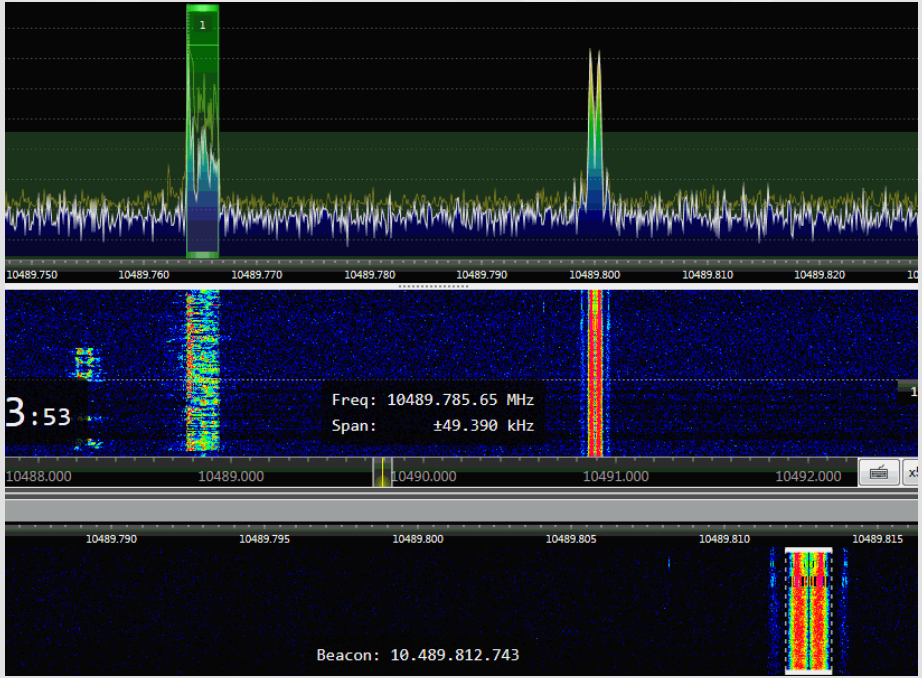
Stabilisation logicielle de réception

- Avec SDR Angel de F4EXB Edouard
  - Fonction « Frequency tracker »
  - [Voir en ligne sur GitHub]



Stabilisation logicielle de réception

– Avec SDR Console (3.0.7 et plus récent) de G4ELI



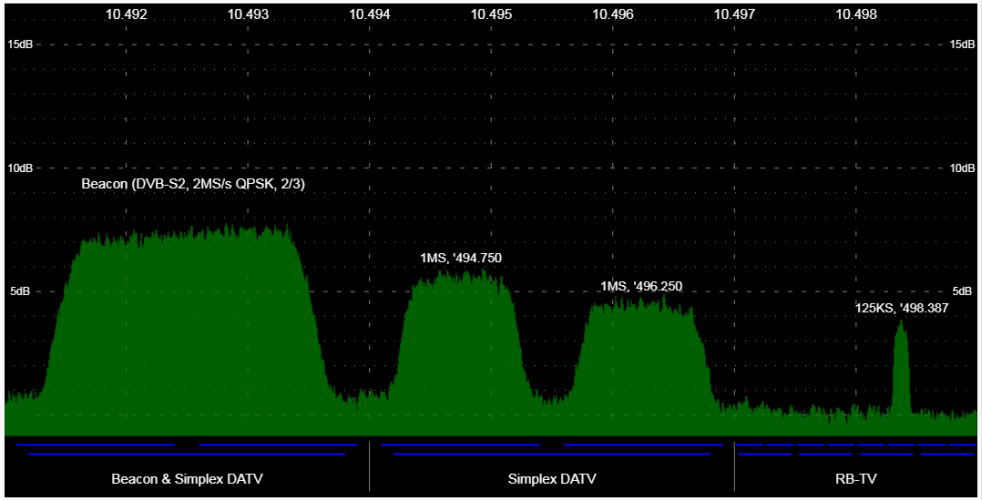
- Nick G0HIK en SOTA G/LD-049 le 14/02/2019
- C5WP

Chapitre 4

Trafiquer en télévision DATV

Plan de bande

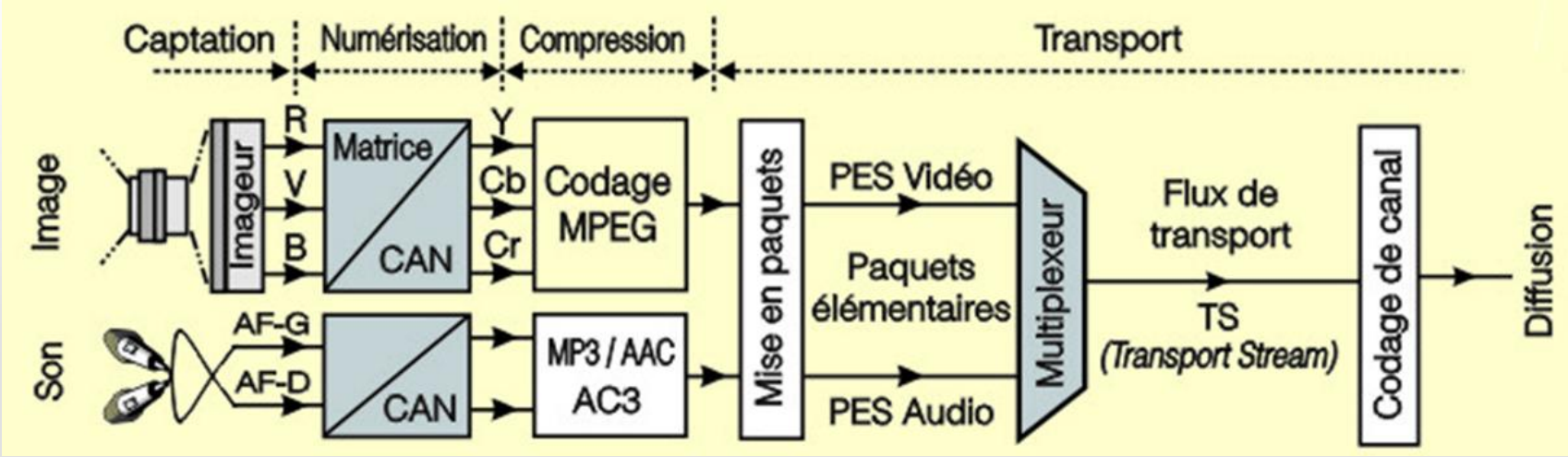
Bande large (WB)	Limite basse (MHz)	Limite haute (MHz)	Polarisation
Montée au satellite	2 401,500	2 409,500	RHCP
Descente du satellite	10 491,000	10 499,000	Horizontale



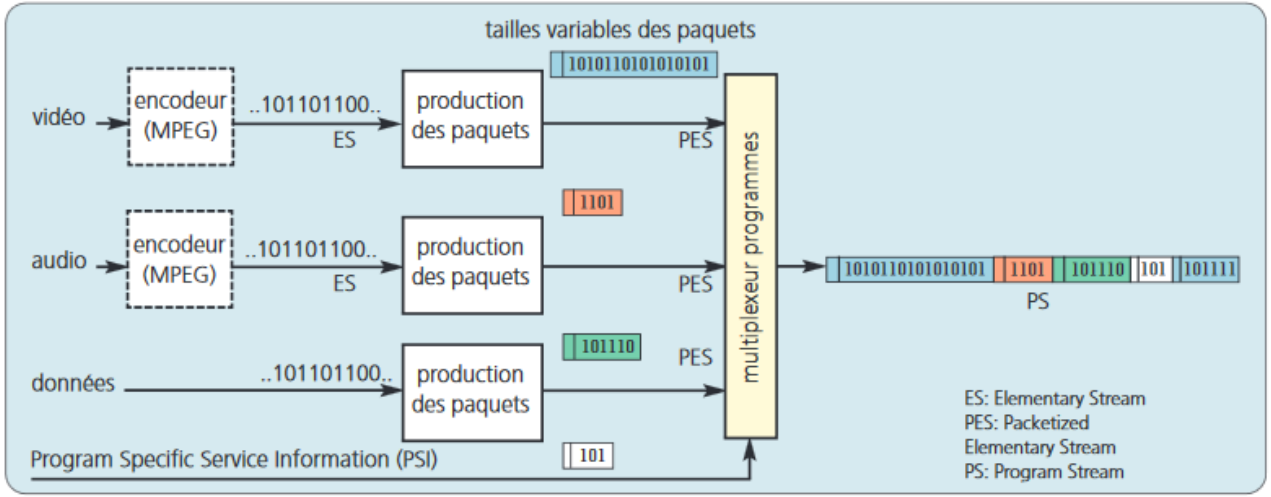
Généralités

- ATV (Amateur TV): analogique ou digital?
  - émission TV analogique à haute définition (HD) : bande passante environ 40Mhz
  - émission DATV (Digital Amateur TeleVision) environ 2,5 Mhz de bande passante en HD, compatible avec les bandes amateur
- Modulation en vidéo:
  - le flux vidéo issu des caméras est déjà digital (capteur CMOS)
  - principe général: comme le SDR, on utilise des modulateurs quadratiques I+Q qui créent un flux d'info résultat de la modulation
  - pour compresser ce flux et ainsi utiliser des signaux plus courts, on utilise des codeurs
- le codage dépend de la définition souhaitée, de la bande passante, du mode de transmission, etc…

Compression et codage



Transmission par paquets



- Le FEC (Forward Correction Error) exprime le rapport entre les blocs utiles (contenant le flux vidéo par exemple) et le total des blocs transmis
- Le PID (Packet Identifier) permet de connaître le FEC et le SR (Symbol Rate)

Transmission par paquets

Une porteuse sinusoïdale dont l'amplitude et la phase varient peut s'écrire de la manière suivante

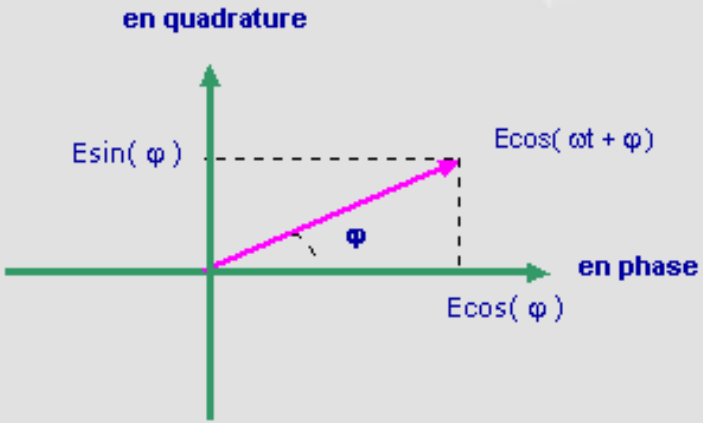
$$e(t) = E.\cos[\omega_0 t + \varphi(t)]$$

$$= E\cos(\varphi(t)).\cos(\omega_0 t) - E.\sin(\varphi(t)).\sin(\omega_0 t)$$

$$= E\cos(\varphi(t)).\cos(\omega_0 t) + E.\sin(\varphi(t)).\cos(\omega_0 t + \pi/2)$$

$$= I(t).\cos(\omega_0 t) + Q(t).\cos(\omega_0 t + \pi/2)$$

E : amplitude
ω : pulsation = 2 π f
φ : phase



Ces 3 paramètres peuvent être modulés :
amplitude, fréquence et phase

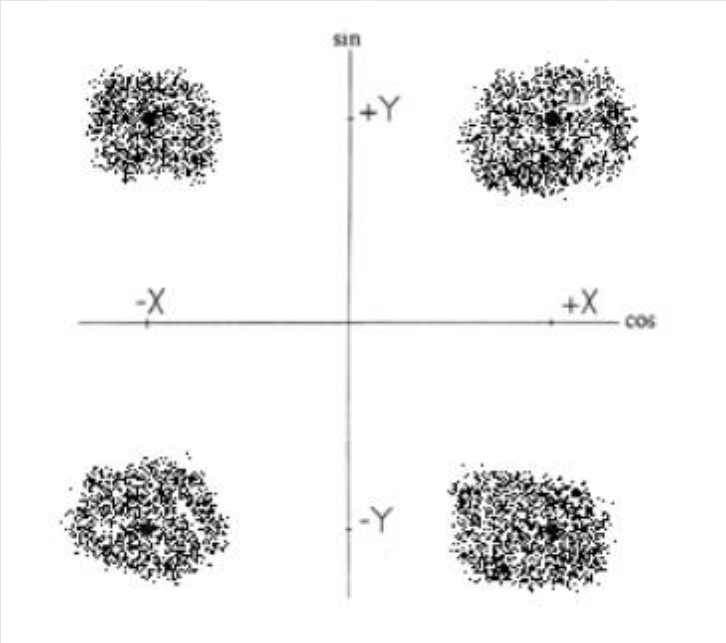
type de modulation	i(t)	q(t)	porteuse e(t)
AM sans porteuse (Cos wave I axis)	signal modulant BF par ex. $i(t) = \cos(\Omega t)$	$q(t) = 0$	$e(t) = i(t).E\cos(\omega t) = E\cos(\Omega t)\cos(\omega t)$ $= 0{,}5\cos(\omega+\Omega)t + 0{,}5\cos(\omega-\Omega)t$
AM sans porteuse (Sin wave Q axis)	$i(t) = 0$	signal modulant BF par ex. $q(t) = \sin(\Omega t)$	$e(t) = E\sin(\Omega t)\sin(\omega t)$ $= -0{,}5\cos(\omega+\Omega)t + 0{,}5\cos(\omega-\Omega)t$
Bande Latérale Unique (I leads Q)	signal modulant BF par ex. $i(t) = \cos(\Omega t)$	signal modulant déphasé de $\pi/2$	$e(t) = E\cos(\omega+\Omega)t$ bande supérieure
Bande Latérale Unique (Q leads I)	signal modulant déphasé de $\pi/2$	signal modulant BF par ex. $q(t) = \cos(\Omega t)$	$e(t) = E\cos(\omega-\Omega)t$ bande inférieure
QPSK numérique	2 niveaux	2 niveaux	4 phases différentes, amplitude constante 1 état de porteuse = transmission de 2 bits
$\pi/4$ QPSK numérique	5 niveaux	5 niveaux	8 phases différentes, amplitude constante 1 état de porteuse = transmission de 3 bits
16 QAM numérique	4 niveaux	4 niveaux	16 états différents (amplitude et phase) 1 état de porteuse = transmission de 4 bits

QPSK - Quaternary Phase Shift Keying

Modulation à déplacement de phase à 4 états

C'est la combinaison de 2 modulations d'amplitude à porteuse supprimée.

Les deux modulations, appelés I et Q, sont déphasées de 90°.

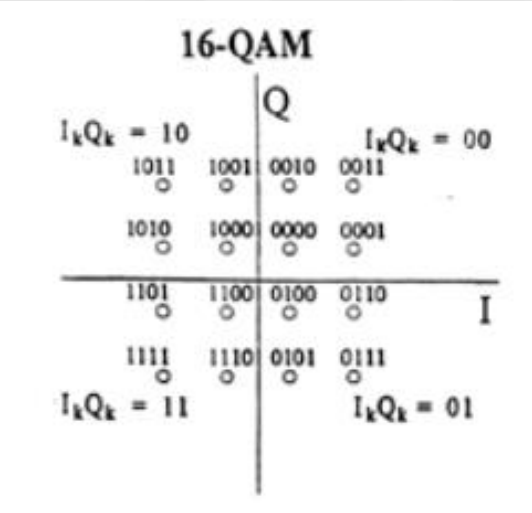


QAM - Quadrature Amplitude Modulation

Composée de 2 modulations d'amplitude à porteuse supprimée en quadrature comme pour le QPSK. L'équation reste donc

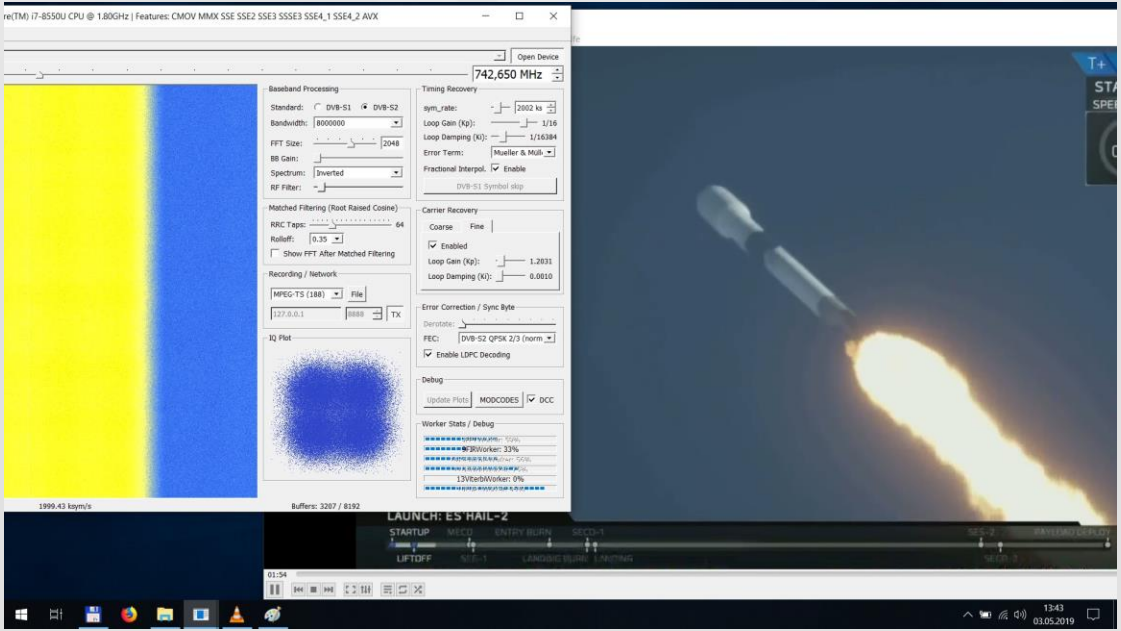
$$s(t) = x\cos(!\,t) + y\sin(!\,t)$$

La différence est que l'on va augmenter le rendement du code en donnant
2 valeurs à l'amplitude et 2 valeurs à la phase, soit **4 bits par symbole**.



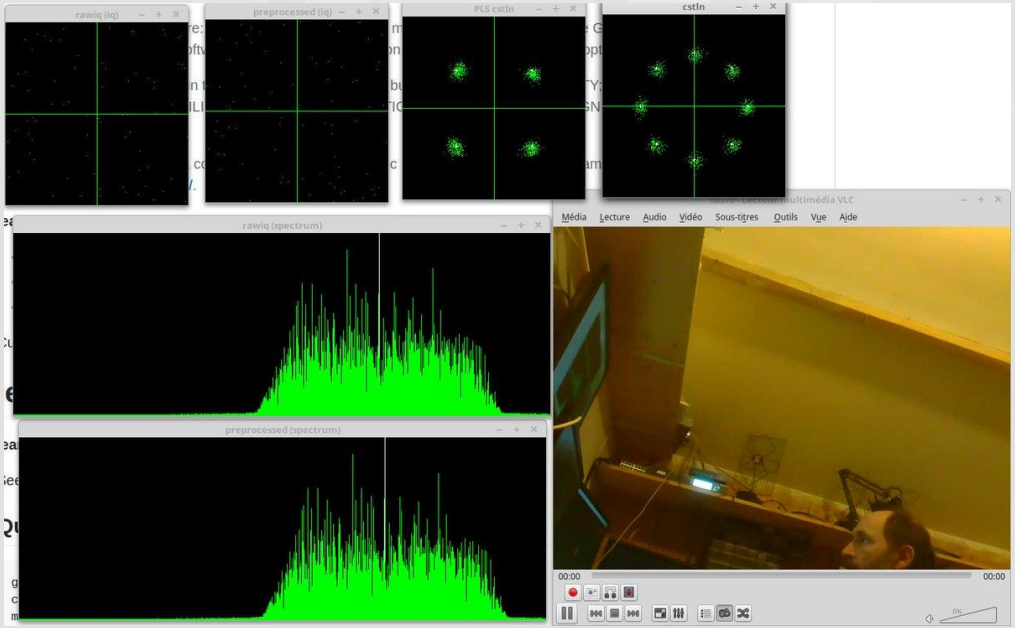
Réception DATV par DVB-S Demod GUI Amsat

- Sur windows, démodulateur DVB-S (S2 test) [Lien Forum]
- Récepteur SDR
  - RTL
  - AirSpy Mini, R2
  - SDRPlay (sauf RSP2Pro)
  - LimeSDR



Réception DATV par LeanDVB

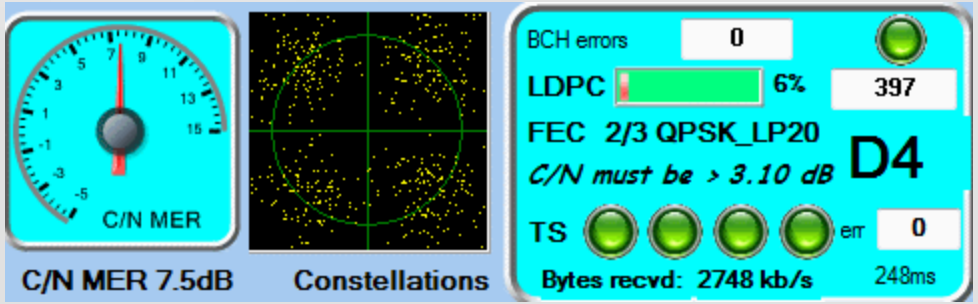
- Sur Linux, démodulateur DVB-S/S2, par F4DAV
  - Récepteur SDR
- Bibliothèque LeanSDR exploitée par SDRAngel de F4EXB



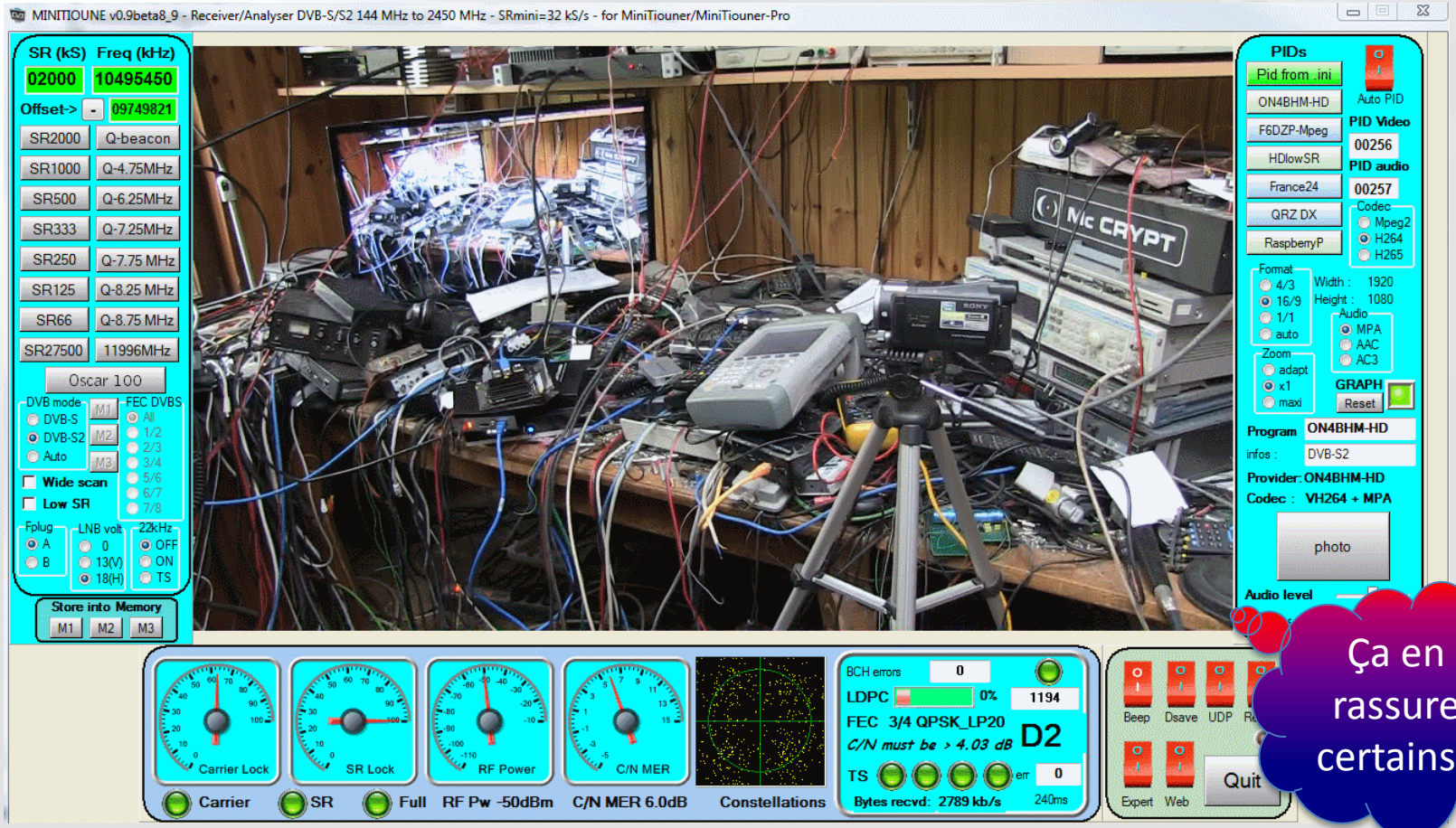
http://www.pabr.org/radio/leandvb/leandvb.en.html

Réception DATV avec tuner NIM FTS-4334

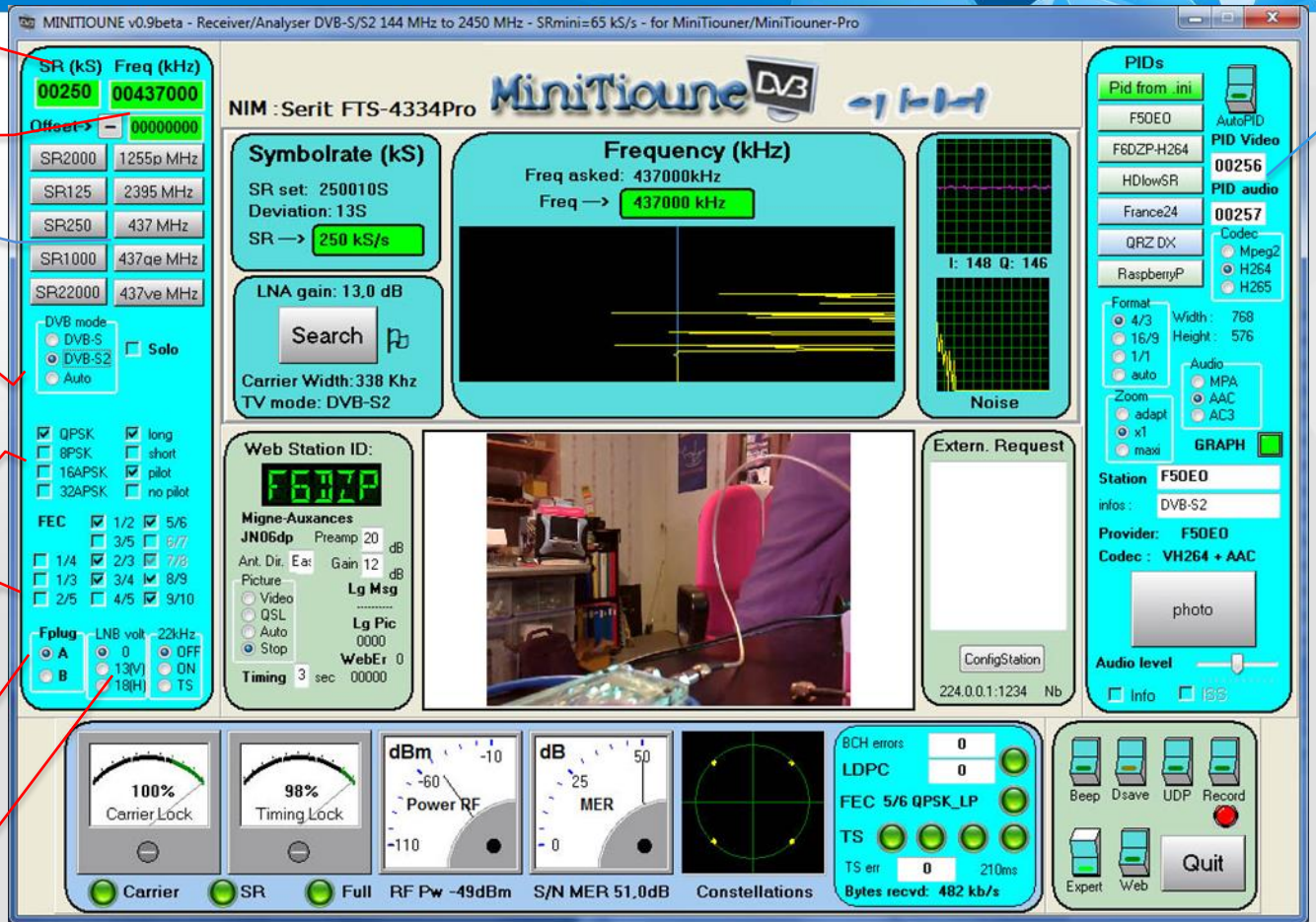
- Sur windows Logiciel Minitioune (F6DZP)
  - Carte Minitiouner Pro (F6DZP, F1TE) Couverture de 144 à 2450 MHz
  - https://boutique.r-e-f.org/
  - http://www.vivadatv.org/



Trafiquer en télévision DATV



Ça en rassure certains?



Débit

Fréquence de réception

Raccourcis

Type de codage

Type de modulation

Facteur de correction

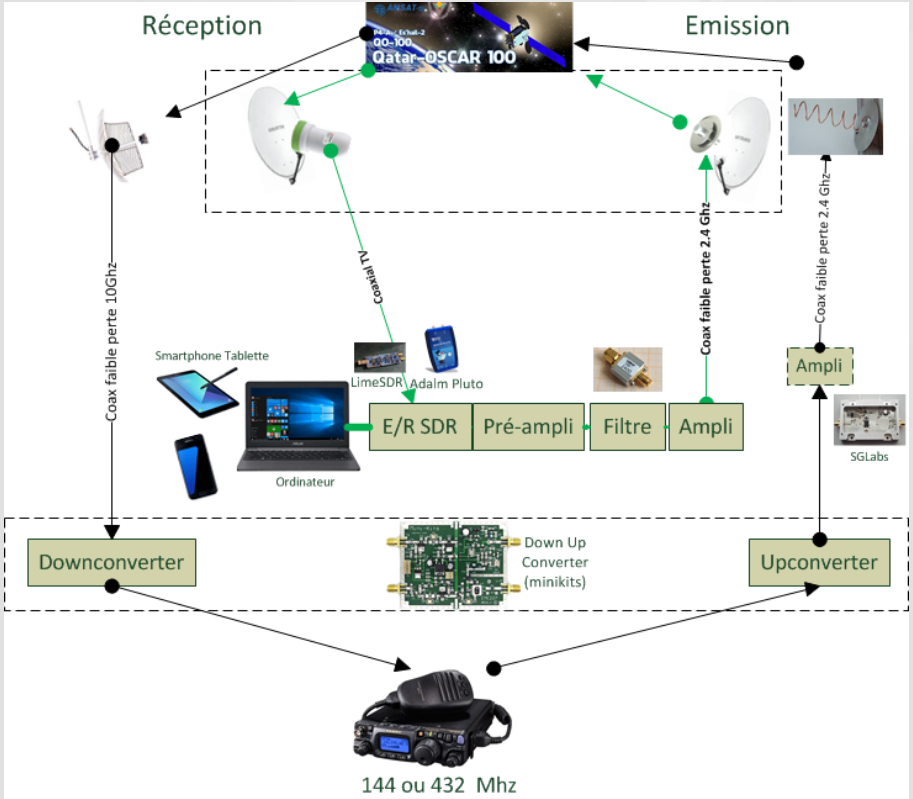
Choix d'antenne de réception

Tension, choix polarisation

Packet identifier

Emission SDR

- S-Band 2.4 GHz WB-Uplink (DATV):
  - wide band modes, DVB-S2
  - peak EIRP of 53 dBW (2.4m dish and 100W) required
  - RHCP polarisation
- 1.2m dish
  250KS DVB-S2
  20 W at feed
  gives 6 dB MER when received on a 1.2m dish
- 500KS DVB-S2
- 40W

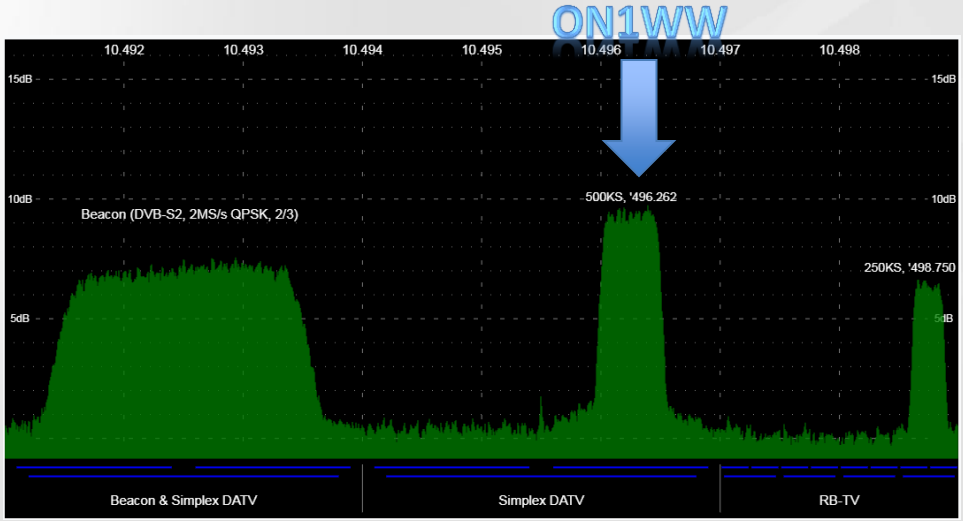


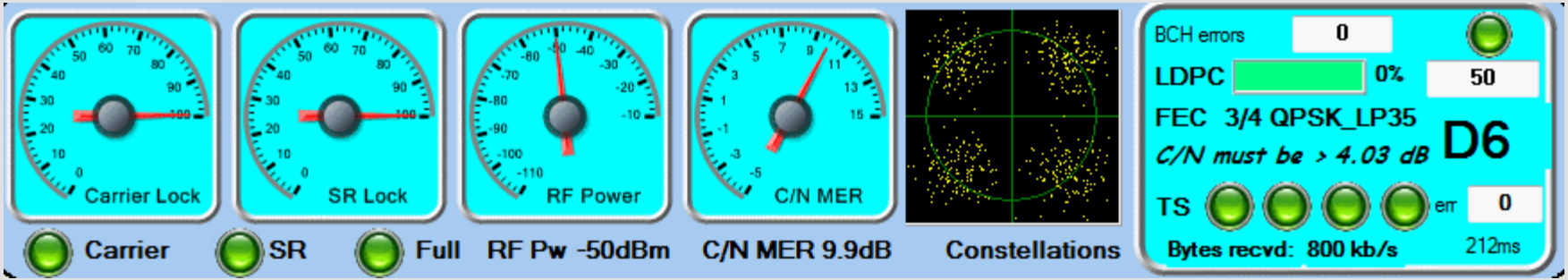
Satellite Es'Hail 2 = Oscar 100

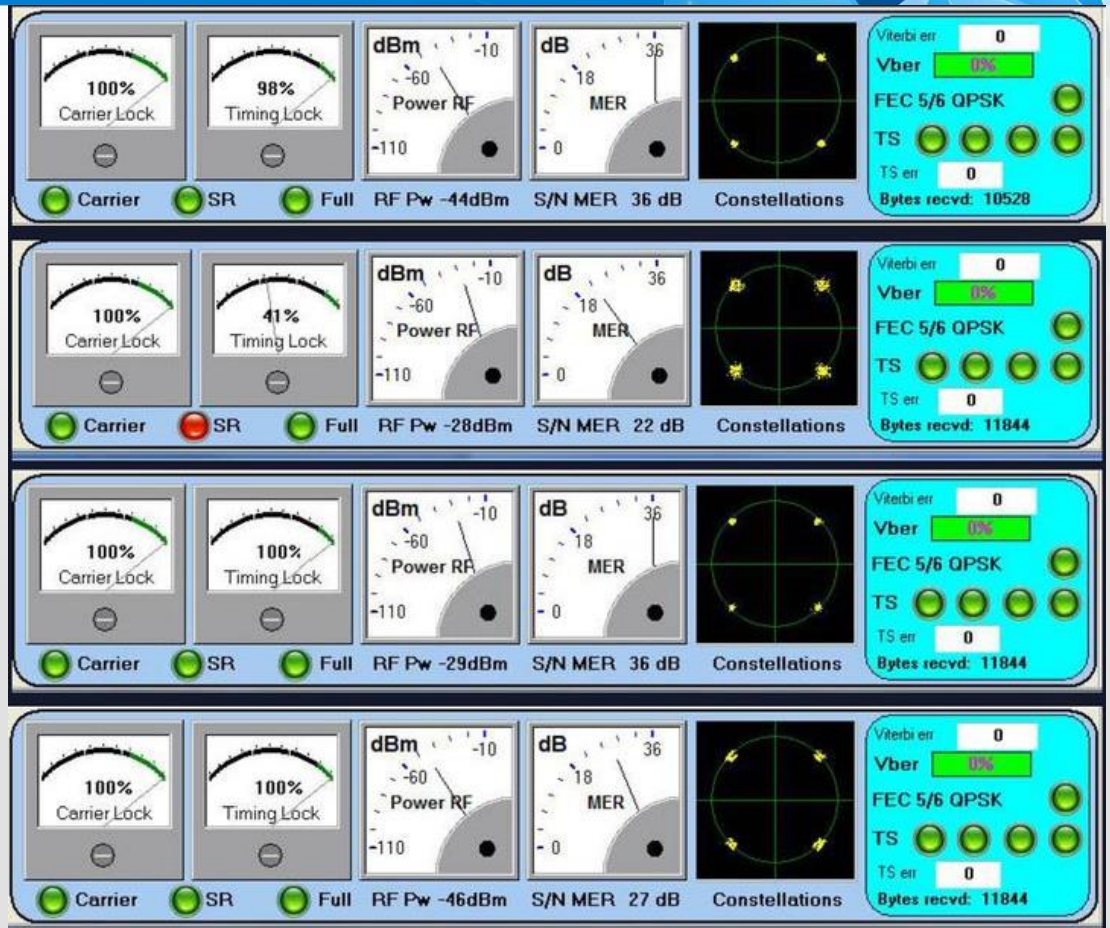
WEB SDR: DATV SSB-CW Tiounemonitor

67 Stations reçues de 13 pays :
A71A (W, 2.4m) / CT1BYM / CT2GHB / DF6SM / DG0OPK / DG2TF / DG3KHS / DL5MLO (60W, 3m) DL9OBU (15W, 3.4m) / EA3HMJ / EA3NE / EA3UM (7W, 3.5m) / EB3FRN (25W, 2.45m) / F1RJ (5W, 3m) / F1FAQ (75W, 1.2m) / F1SSF (40W, 1.4m) / F3YX (30W, 1.80m) / F4HDA (50W, 1.4m) / F4VSG (75W, 0.9m) / F5DB (35W, 1.2m) / F5NVQ / F5OEO (40W, 1.2m) / F6DZP (40W, 1.2m) / F9ZG (10W, 1.8m) / G0AZQ / G0MJW (20W, 2.4m) / G3NWR (12W, 2.4m) / G3WDG / G3ZGZ (25W, 1m) / G4AXN / G4BAO (20W, 1.2m) / G4BVK (30W, 1.1m) / G4CBW (50W, 1.5m) / G4CPE (30W, 1.1m H) / G4EML / G4GUO / G4KLB (60W, 1.2m patch) / G4WIM / G7NTG (70W, 1.2m) / G7JTT (40W, 1.2m) / G8BYI (30W, 1.2m) / G8GKQ (30W, 1.2m) / G8GTZ (30W, 1.2m) / G8LES / GI3VAF 30W, 0.8m) / GI7UGV (30W, 1.1m) / GT3PYE / HB9AZN (40W, 1,2m) / IK0YYY / IK8XLD / IW1DTU (40W, 2.4m) / IW4APQ (18W, 2m) / M0DTS (5W, 3m) / M0LCR/P / M0EYT / OE3GBB (25W, ant wifi) / ON1WW (25W, 3m) / ON4BHM (100W, 3m) / ON8GE (30W, 1,9m) / PA0HKS / PE1ASH (60W, 1.5m) / PE1CHY (?W, 1.9m) / PE1HTB / PE1ITR (20W, 1.4m) / S51L / IK0YYY (75W, 1.5m) / G4EML (25W, 1m) / SV8RV (25W, 1.4m) /

Liste HB9AFO.ch


ON1WW
10.492
10.493
10.494
10.495
10.496
10.497
10.498
15dB
10dB
5dB
Beacon (DVB-S2, 2MS/s QPSK, 2/3)
500KS, '496.262
250KS, '498.750
Beacon & Simplex DATV
Simplex DATV
RB-TV


Carrier Lock
SR Lock
RF Power
C/N MER
Carrier
SR
Full
RF Pw -50dBm
C/N MER 9.9dB
Constellations
BCH errors
0
LDPC
0%
50
FEC 3/4 QPSK_LP35
C/N must be > 4.03 dB
D6
TS
err
0
Bytes recvd: 800 kb/s
212ms



DATVExpress

Adalm Pluto

LimeSDR mini

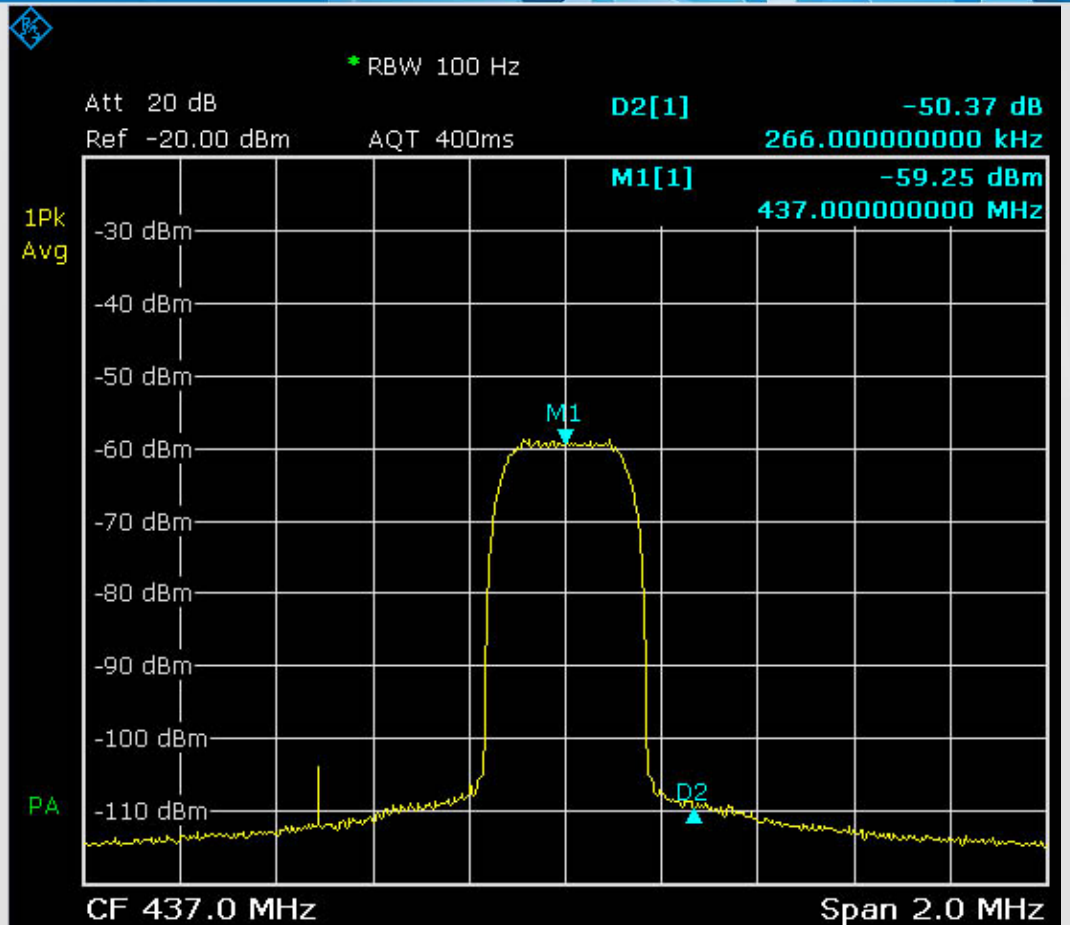
DTA107-S2

Relevés de F6DZP

À SR=88 kS/s

Les FPGA (Field-Programmable Gate Array) sont programmés en majorité pour traiter des débits élevés et ne sont pas compatibles avec des bas débits

À bas débit, l'idéal est de relier le LimeSDRmini à un RaspberryPi et d'utiliser le soft d'Evariste F5OEO



Logiciels F5OEO

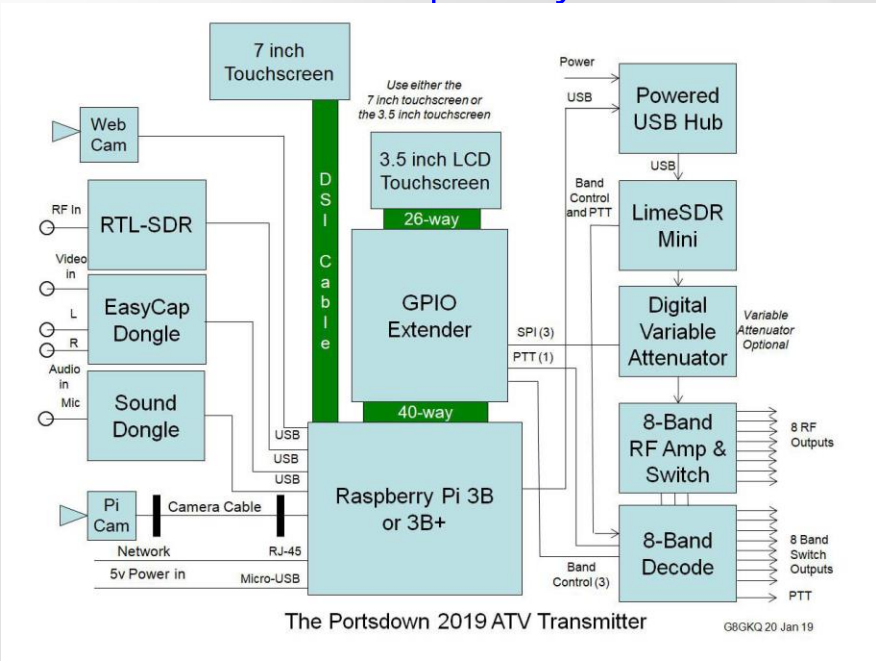
- avc2ts pour la capture, l'encodage et la fabrication du TS
- dvb2iq pour la génération de IQ
- limesdr_send pour la génération de la modulation par Lime SDR mini

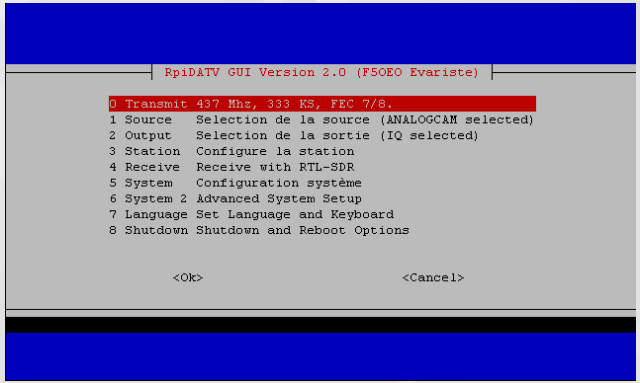
LimeSDR micro

LimeSDR mini

Portsdown

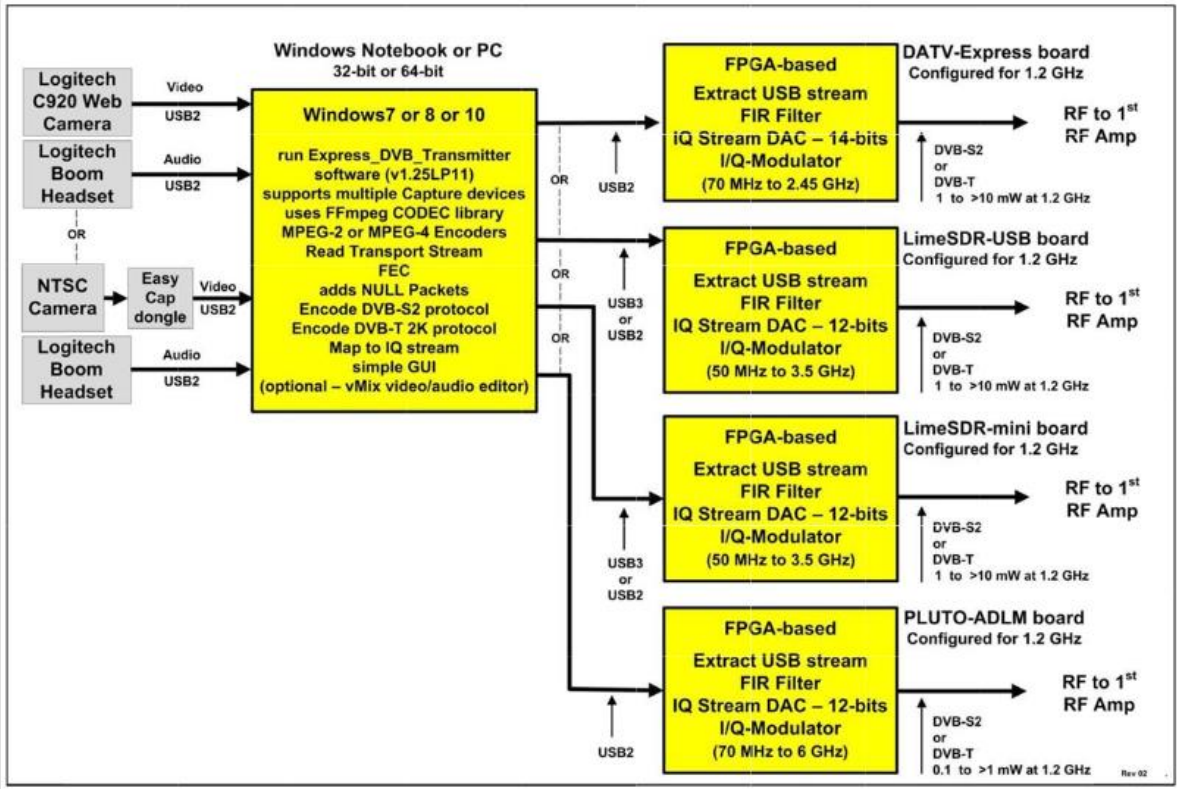
– Installation sur Raspberry Pi 3





Express DVB Transmitter

– Windows



Conseils…

- Les solutions existent, les évolutions fréquentes -surtout logiciel mais aussi matériel -
- La documentation est rarement le fort des développeurs
- Les utilisateurs pionniers sont souvent meilleurs conseillers dans la mise en œuvre
- La patience, les nombreux tests, les OM défricheurs sont vos meilleurs atouts de votre réussite

Chapitre 5

Acheter par commandes groupées REF 68

Modalités sur ref68.com

- Clôture le 26/07/2019

Références pour aller plus loin

- Station sol à Bochum
- Intégration du système au sol
- Plan de bande et guide d'utilisation du transpondeur bande étroite
- Plan de bande et guide d'utilisation du transpondeur bande large
- Vidéo Es'Hail2 Concept hardware de LEILA https://youtu.be/v-9jVw-pK0A
- Cornet d'émission 10 GHz par F5DQK
- Antenne bi-bande DJ7GP en français par F5XG
- Antenne hélice RHCP G3RUH
- L'illumination de parabole par N1BWT
- Up converter 2,4G F1OPA
- The Use of GPS Disciplined Oscillators as Primary Frequency Standards for Calibration and Metrology Laboratories Michael A. Lombardi
- Réception de QO-100 avec SDR Console par F5UII
- Choisir une tête LNB par F4DAV
- Mesures du LNA SPF5189Z par DD1US
- Ampli 30W F6BVA

Références pour aller plus loin

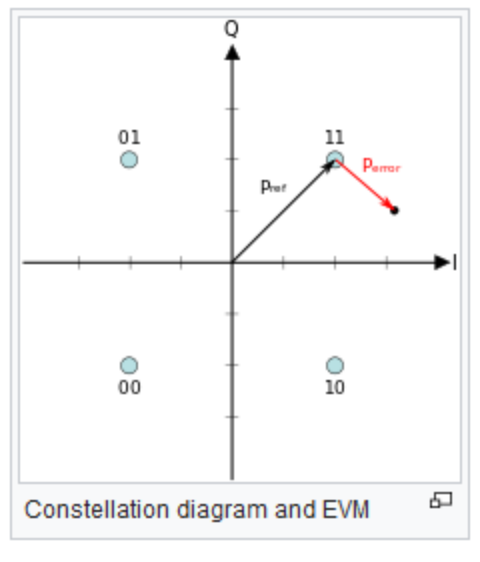
- Logiciel Linux DATV LimeSDR
  - https://github.com/F5OEO/avc2ts
  - https://github.com/F5OEO/libdvbmod
  - https://github.com/emvivre/limesdr_toolbox
- Horloge Rubidium
- GPSDO LeoBodnar
- Quel choix pour l'émission DATV
- Implementation of Video Compression Standards in Digital Television
- DVB-S/S2 Bitrate Calculator
- Forum Viva DATV
- Distribution Raspberry Pi DATV Portsdown
- Les modulations numériques dans les systèmes de communication
- Un début en DATV (Digital Amateur TéléVision) par Yves, F4HSL
- Codage DVB
- Antenne patch POTY
- EVM derivation of multicarrier signals to determine the operating point of the power amplifier considering clipping and predistortion
- Understanding Error Vector Magnitude
- Signal-to-noise ratio SNR S/N

Compléments DATV …

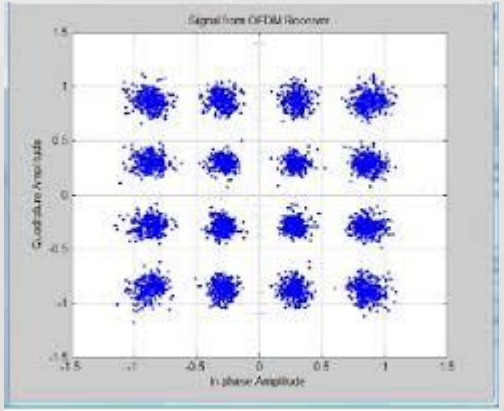
Radioamateurs
du Haut-Rhin

$$\mathrm{EVM(dB)} = 10\log_{10}\left(\frac{P_{\mathrm{error}}}{P_{\mathrm{reference}}}\right)$$

$$\mathrm{EVM(\%)} = \sqrt{\frac{P_{\mathrm{error}}}{P_{\mathrm{reference}}}} \times 100\%$$



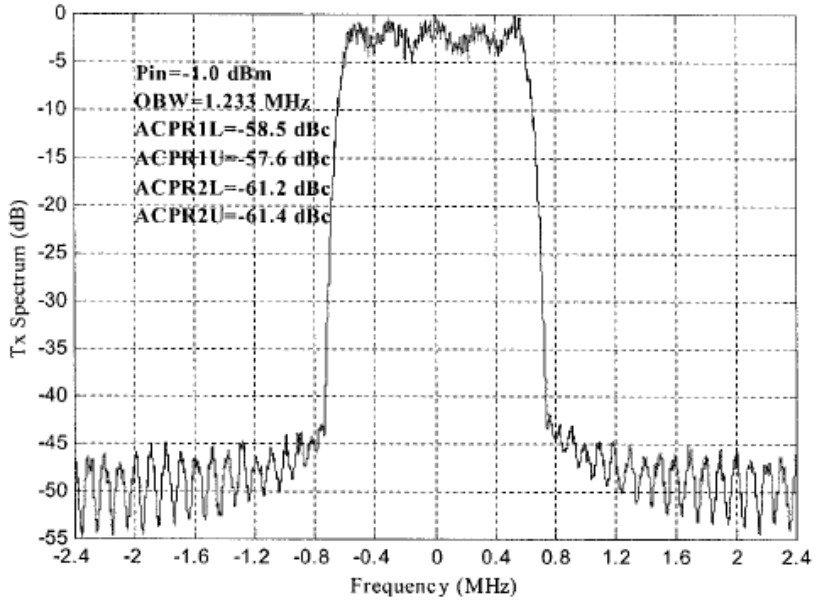
Constellation diagram and EVM



- bruit gaussien : les points de la constellation forment un halo ;
- des interférences mono fréquence non cohérentes apparaissent comme des cercles à la place des points ;
- le *bruit de phase* se caractérise par un diagramme en rotation autour de l'origine ;
- la compression du signal (réduction de l'excursion d'amplitude) se traduit par les coins du diagramme qui se rapprochent du centre (le diagramme s'arrondit).

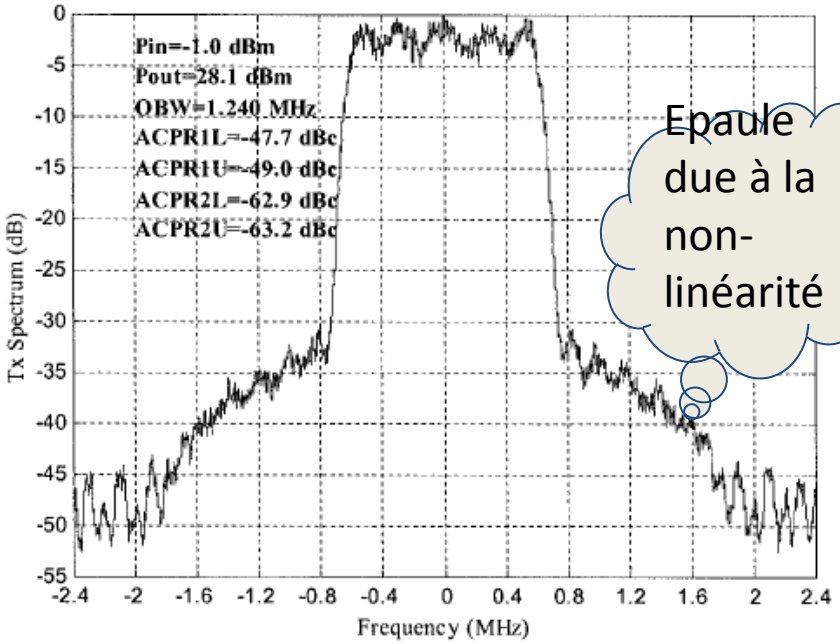
La linéarité du PA: amplitude et **phase**

entrée du PA



(a) CDMA signal spectrum at the input port of the PA

sortie du PA



Epaule due à la non-linéarité

(b) CDMA signal spectrum at the output port of the PA

La linéarité du PA: amplitude et **phase** pour QAM

Règle simple pour la DATV HD: rester à -7dB en dessous du P1dB (point de compression à1dB) soit **Pmax=P1dB/5 en W**

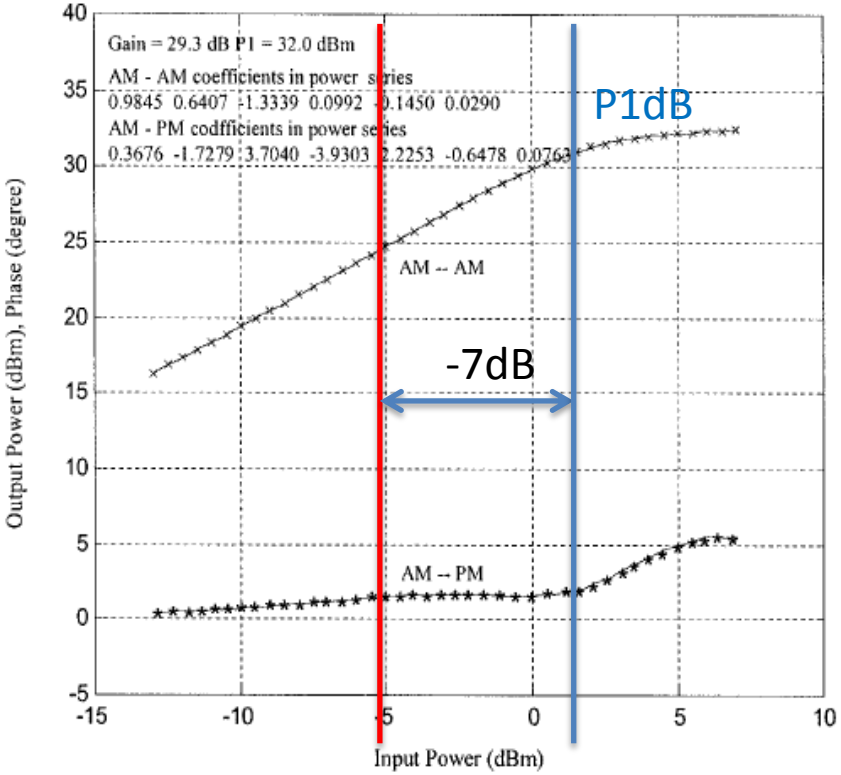
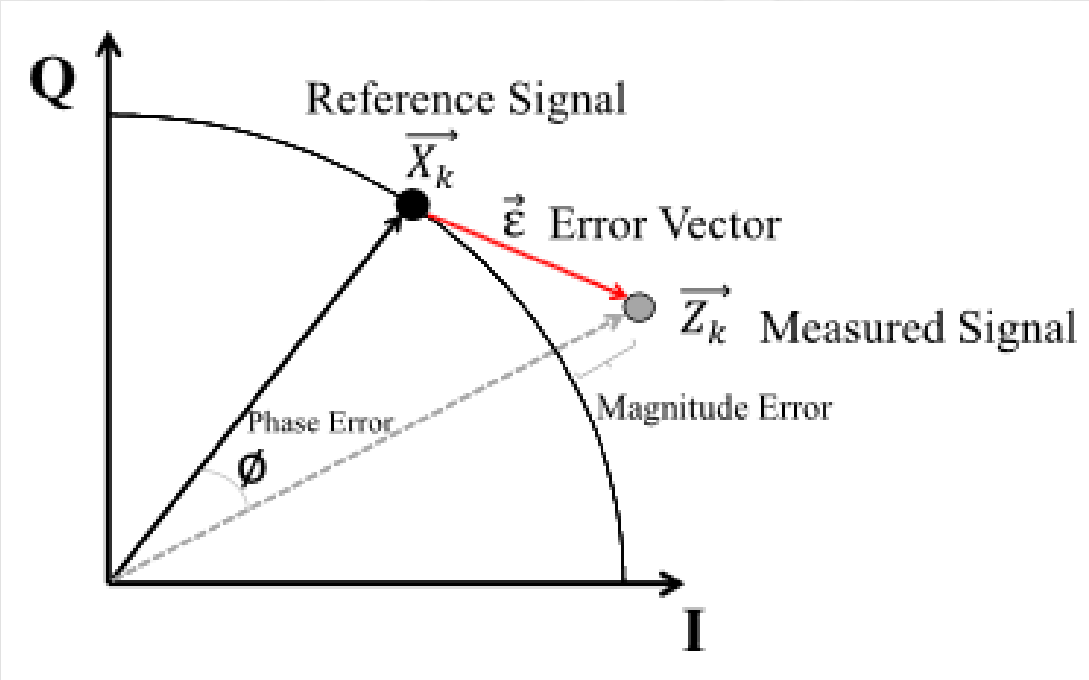


Figure 5.6. AM-AM and AM-PM nonlinear characteristics of a PA

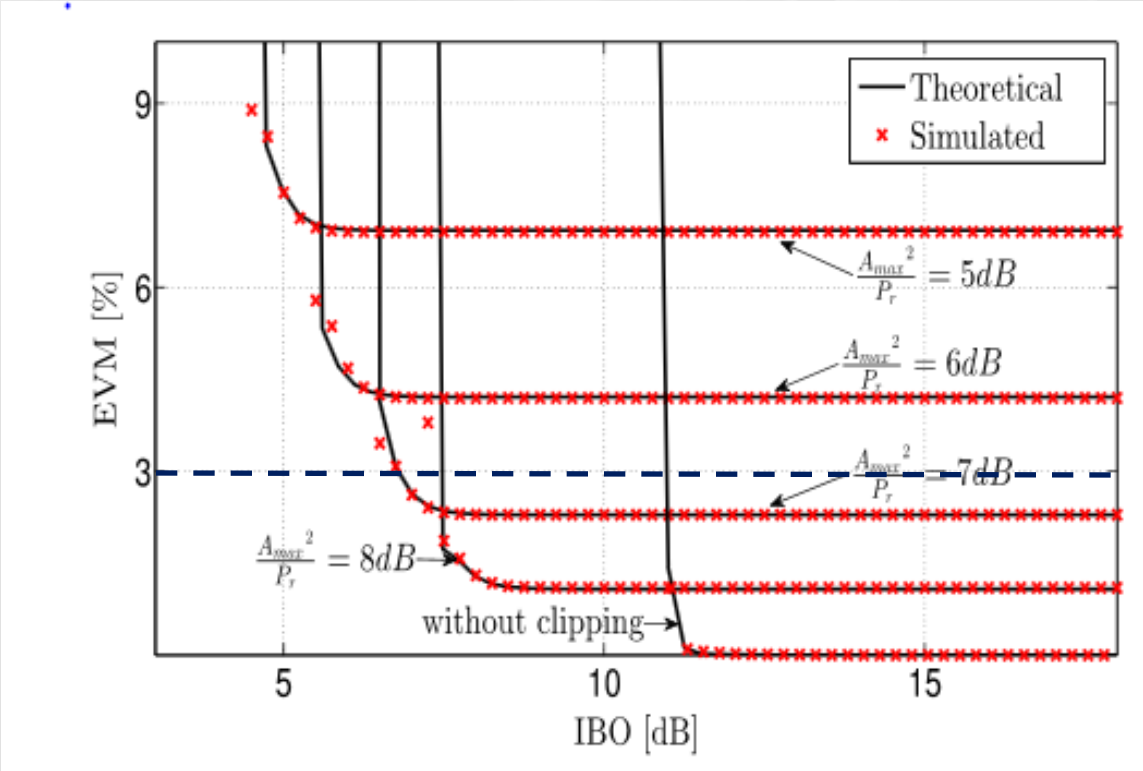
EVM: Error Vector Magnitude

l'instrument de mesure des non linéarités pour les modulations de type IQ



Règle simple pour la DATV HD: rester à -7dB en dessous du P1dB (point de compression à1dB) soit

Pmax (W) = P1dB/5 soit EVM <3%



- BER (Bit Errors Rate) est le nombre d'erreurs de bits rapporté au nombre de bits transmis exprimé en %
- MER (Modulation Error Ratio) inclut toutes les imperfections telles que les écarts d'amplitude, les erreurs de quadrature et la distorsion

$$\mathrm{MER(dB)} = 10\log_{10}\left(\frac{P_{\mathrm{signal}}}{P_{\mathrm{error}}}\right)$$

Puissances exprimées en RMS (root mean square)

- C'est le même indicateur que l'EVM (utilisé par les fabricants d'amplis)
- Rappel: SNR (Signal Noise Ratio)

$$\mathrm{SNR_{dB}} = 10\log_{10}\left(\frac{P_{\mathrm{signal}}}{P_{\mathrm{noise}}}\right)$$

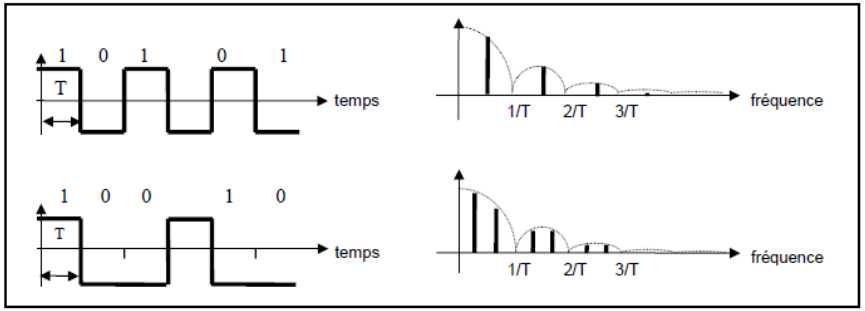
La bande passante requise par un format de modulation donné dépend du débit symbolique, et non du débit binaire :

Débit symbolique = débit binaire / nombre de bits transmis avec chaque symbole

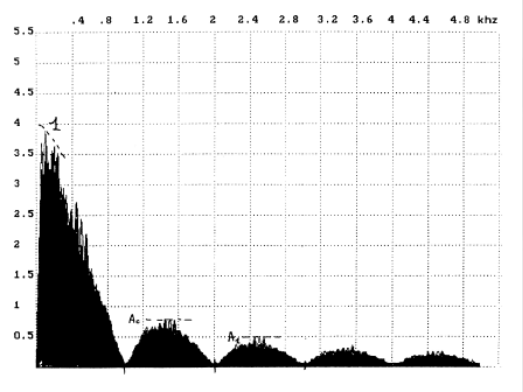
Débit symbolique = **SR** (Symbol Rate):

Liste des normes de la version 10 au mois d'août 2007(extrait)

Normes De Transmission	Description
DVB-S	**Transmission satellite**
DVB-S2	**Transmission satellite version 2**
DVB-T	Transmission terrestre

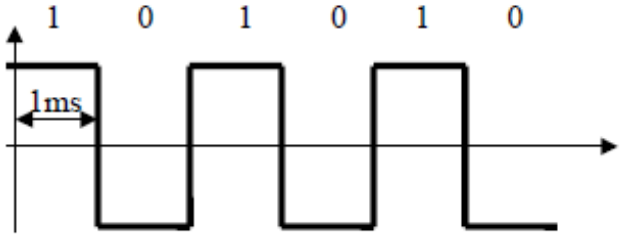


Quelque soit la séquence choisie, le spectre est borné par une fonction sin(X)/X .

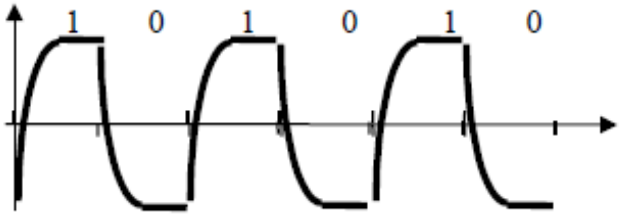


Il est clair que le système de transmission a une bande passante limitée. Par conséquent **le signal numérique ne pourra pas être transmis sans déformation**.

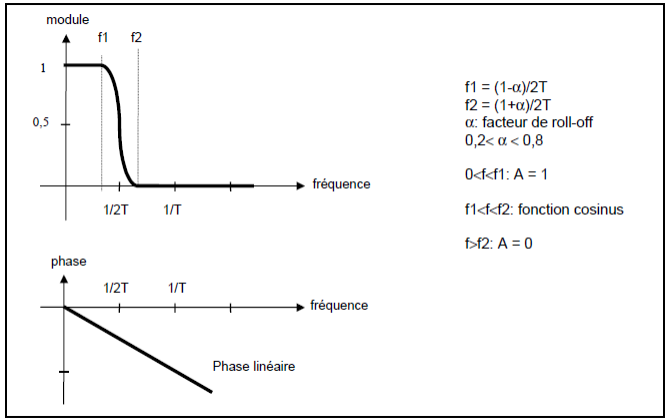
Signal émis x(t)



Signal reçu y(t)



Filtre de Nyquist
dit en cosinus
Filtre numérique

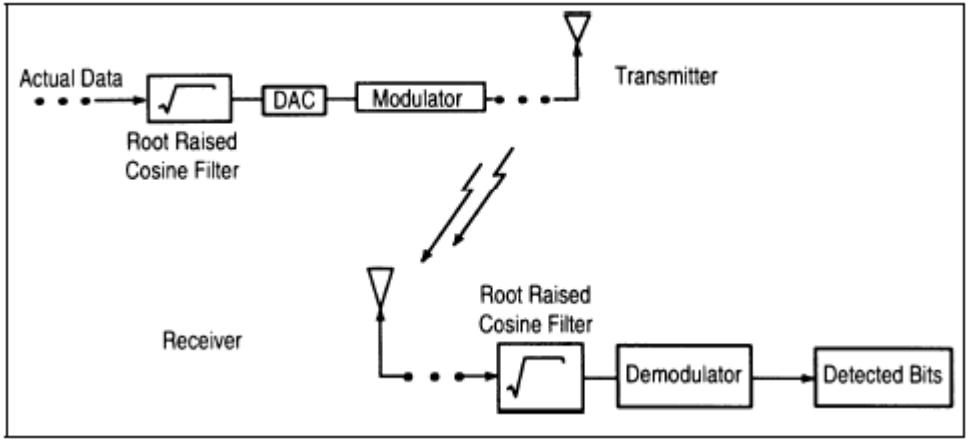


$$B = (1 + \alpha)/2T$$

B=Bande Passante
α = facteur de roll off de 0,35 à 0,5

Filtre de Nyquist
Découpé en 2:

- ½ à l'émission
- ½ à la réception pour **réduire le bruit**



Olivier F6CNG @lavaux77
Christian F5UII @f5uii

Radioamateurs du Haut-Rhin