

# L'émission réception SDR appliquée au transpondeur satellite QO-100 (bande étroite)

7 mars 2020



Christian F5UUI

Rencontre Spatial Radioamateur  
Electrolab Nanterre



**AMSAT**  
Francophone

▶ **F1UII, F5UII**

– Licence en 1993



@f5uui

[#QO100](#)



▶ **Radioamateurs du Haut-Rhin**

▶ **Equipier opérateur CQ WW de FY5KE**



**Radioamateurs  
du Haut-Rhin**



# Jean-Pierre F5AHO



REF 68, le 20 mai 2016



F8KCF 74 - Hyper et Satellites du 11 Novembre 2017

## ▶ **Le satellite QO 100**

- Projet Phase 4A, objectifs, lancement
- Caractéristiques, couverture
- Fréquences, synoptique de principe

## ▶ **La réception SDR**

- Moyens de réception
- Réceptions de modes numériques
- SDR Console et câbles son virtuels

## ▶ **L'émission SDR**

- L'émission, SSTV, CW
- Comparatifs LimeSDR mini / Adalm Pluto
- Amplifications, Paraboles
- Logiciels
  - SDR Console
  - Logiciels F5OEO



▶ Chapitre 1

# **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**

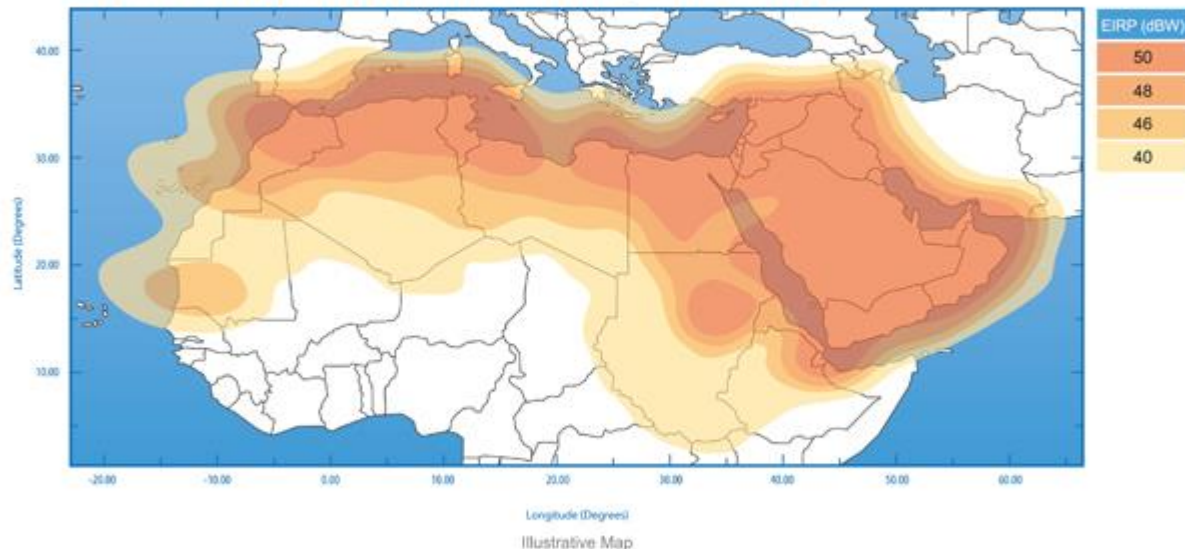
**Es'Hail 2 (12-18 GHz)**

**62 chaînes**

**Egalement**

**télécommunications de gouvernement et d'armée qatariennes**

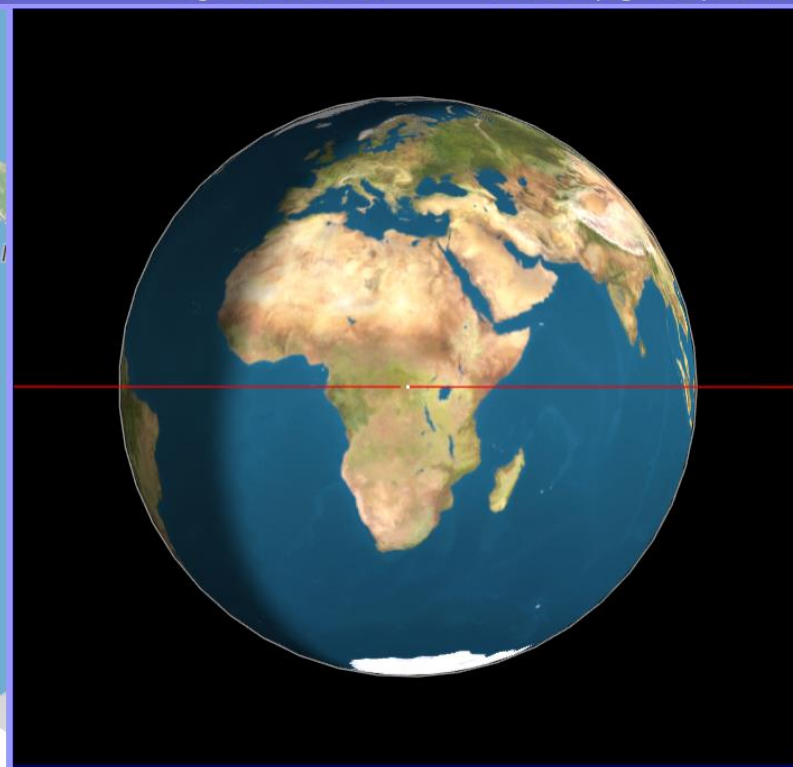
**Es'hail-2 Ku-Band Downlink Coverage Over MENA**



# Chapitre 1

## Le satellite QO 100 / Couverture

Sun, 23/02/2020 08:18:28	Latitude [deg]	0	Altitude [km]	35784.1	DEC J2000 [d:m:s]	-6:39:02	Sun El.[deg]	9.4 (Day)
Sun, 23/02/2020 07:18:28	Longitude [deg]	25.74	Azimuth [deg]	154.1	RA J2000 [h:m:s]	19:19:54	Loaded SAT :	1
0s (RealTime Position)	2458902.80449	JD	Elevation [deg]	36.3	Magnitude	Undefined	Observer	(registered) 18089



<http://www.satflare.com/track.asp?q=43700#TOP>

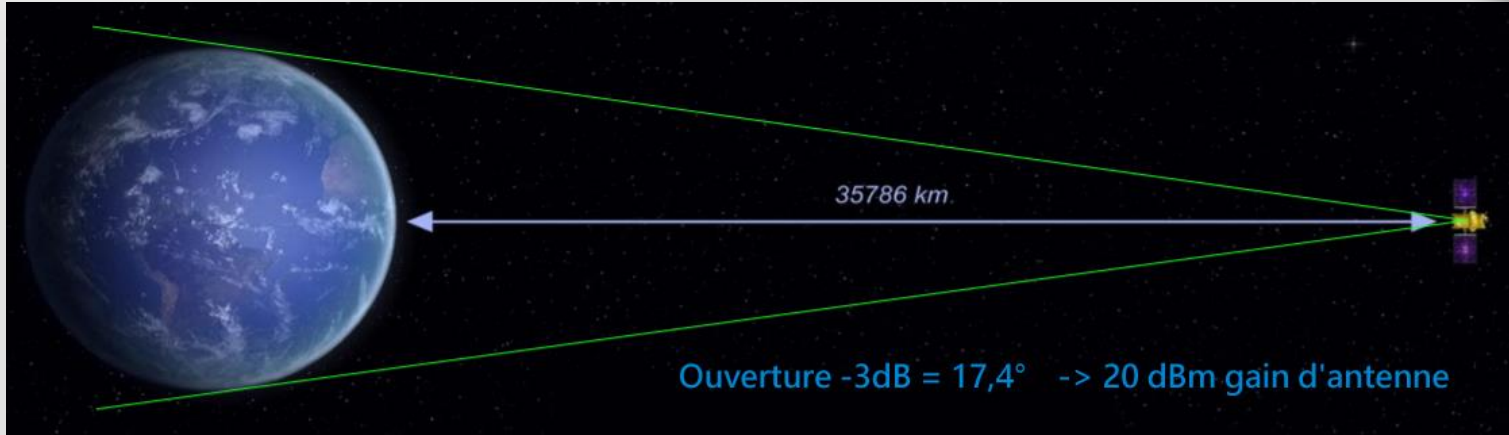
### **Antenne descente 10 GHz**

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

### **Antenne montée 2,4 GHz**

- Antenne cornet
- Polarisation circulaire droite

*Photo d'illustration*



## Station au sol redondante : Doha au Qatar

Parabole de 2,4m



## Station au sol principale: Bochum en Allemagne (Esero)



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

## **LEILA Indicateur de surpuissance** **LEIstungs Limit Anzeige**

- **Générateur de balises limites**

- CW
- BPSK 400 bits/s (format P3D/AO40)

- **Tonalités de dépassement de puissance**

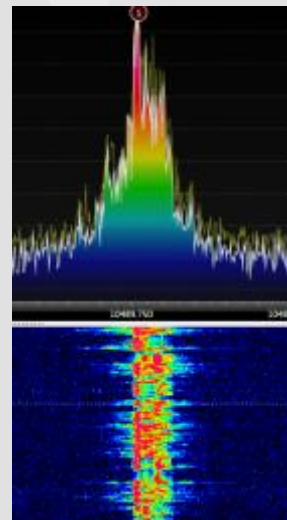
- Analyser la bande passante du transpondeur NB et envoyer Tonalités de signalisation sur toutes les stations qui utilisent trop de puissance sur la liaison montante



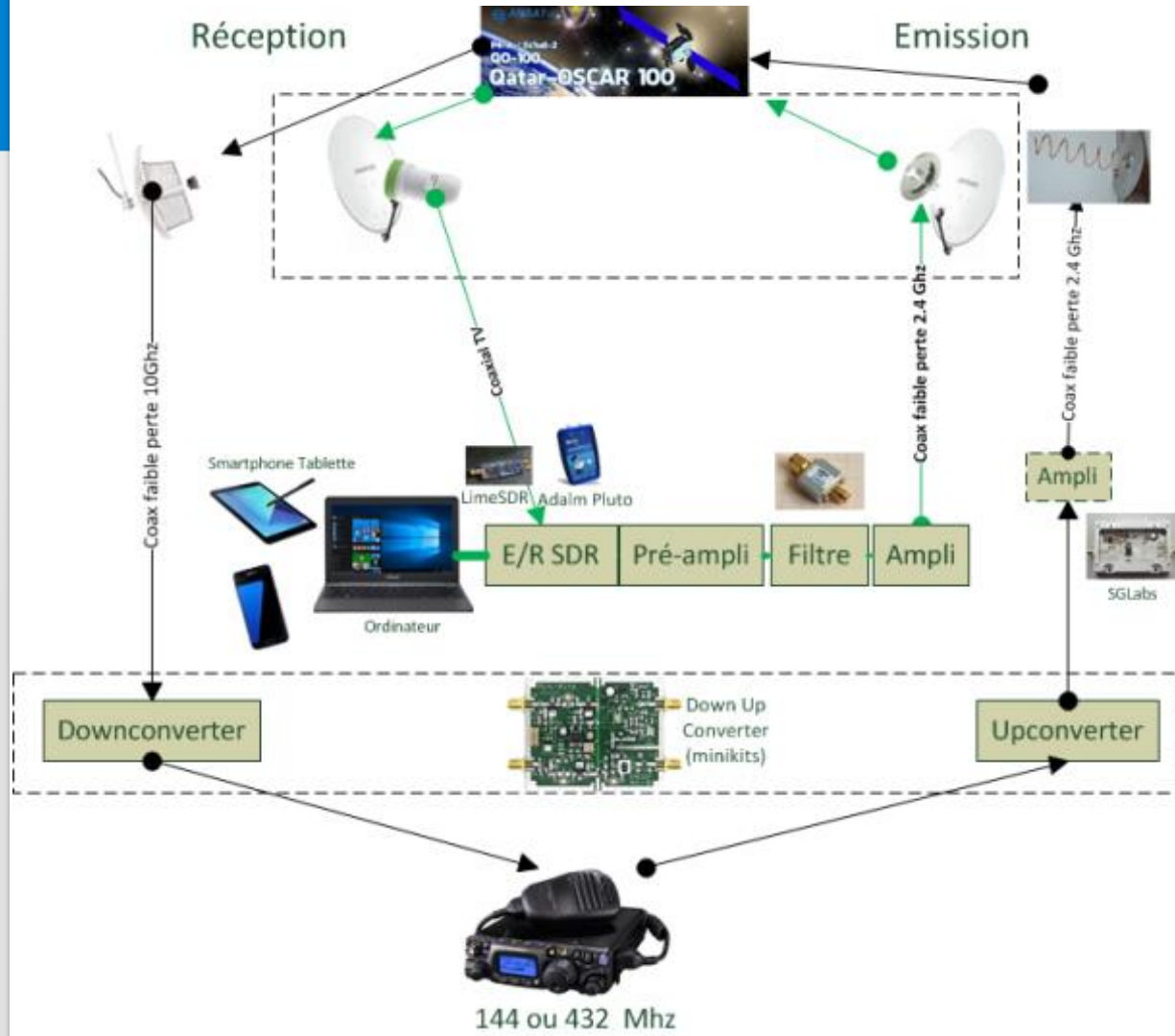
**500 kHz depuis 14/02/2020**

Bande étroite (NB)	Limite basse (MHz)	Limite haute (MHz)	Polarisation
Montée au satellite	2 400,000	2 400,500	RHCP
Descente du satellite	10 489,500	10 490,000	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.
- Pas de transmission sous la balise CW basse et au-delà de balise CW haute
- Garder 5 kHz de garde aux balises



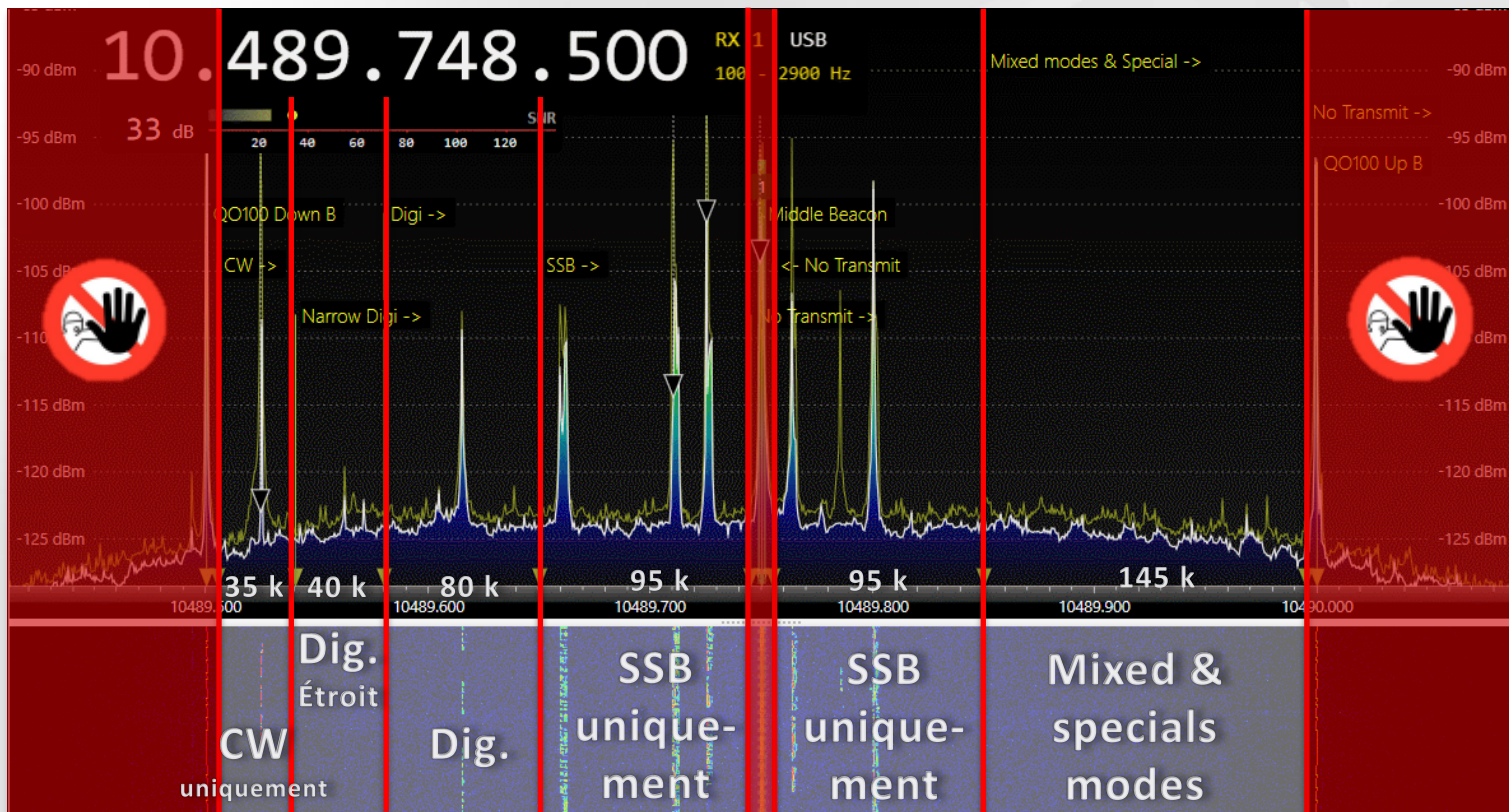
# Chapitre 3 La réception



Synoptique de principe

# Chapitre 2

## Trafiqer en SSB et autres modes

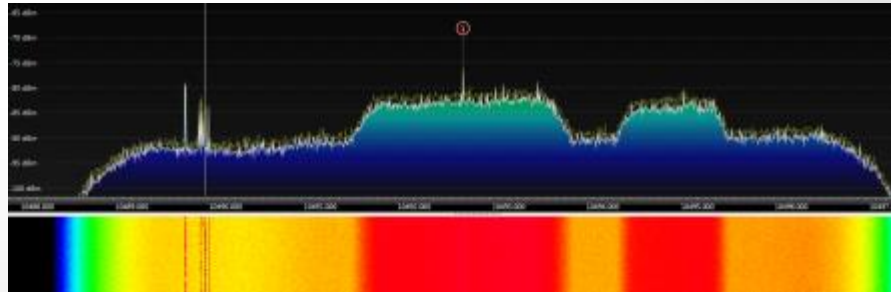


490 k



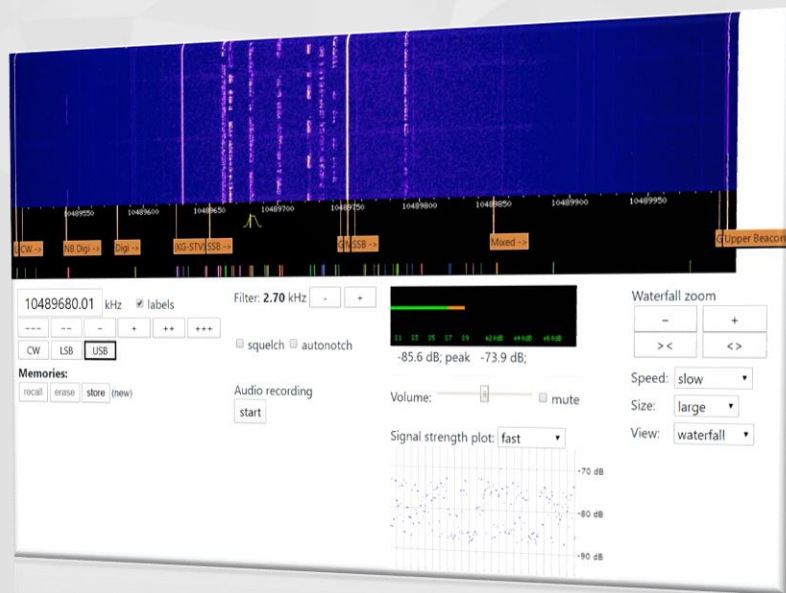
## ▶ Chapitre 3

# La réception SDR 10 GHz



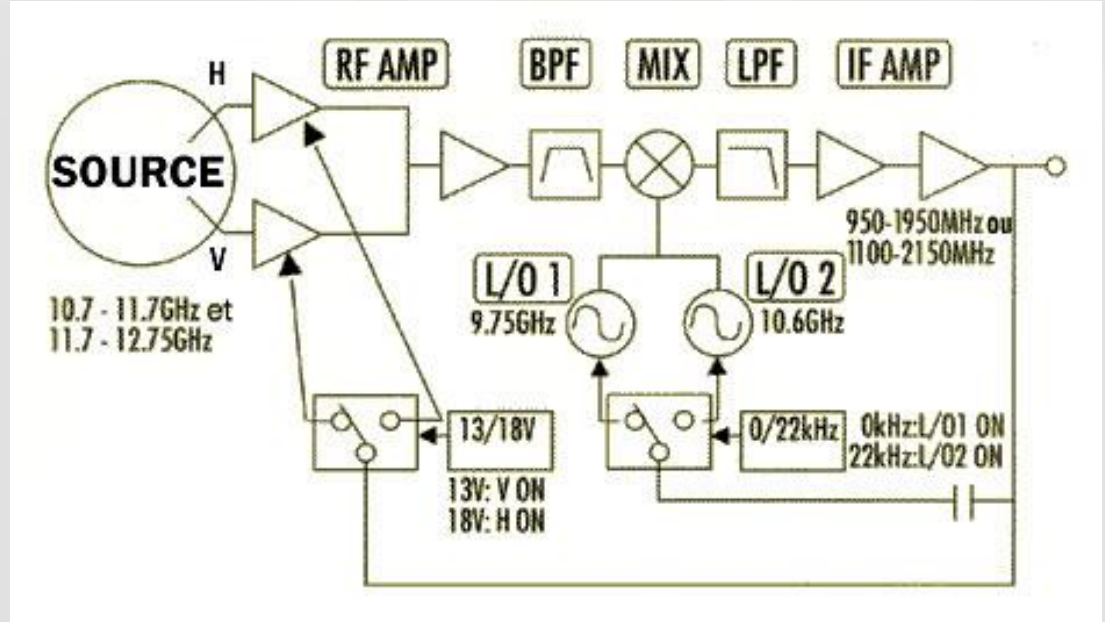
### ► Web SDR

- <https://eshail.batc.org.uk/nb/>
- <http://websdr.is0grb.it:8901/>
- <http://yo9hzn.net-communication.ro:8073/>
- <http://f6klo.ham-radio-op.net/>
- <http://f4kji.fr:8902/indexqo100.html>
- <http://177.20.168.179:8902/> (Brazil)



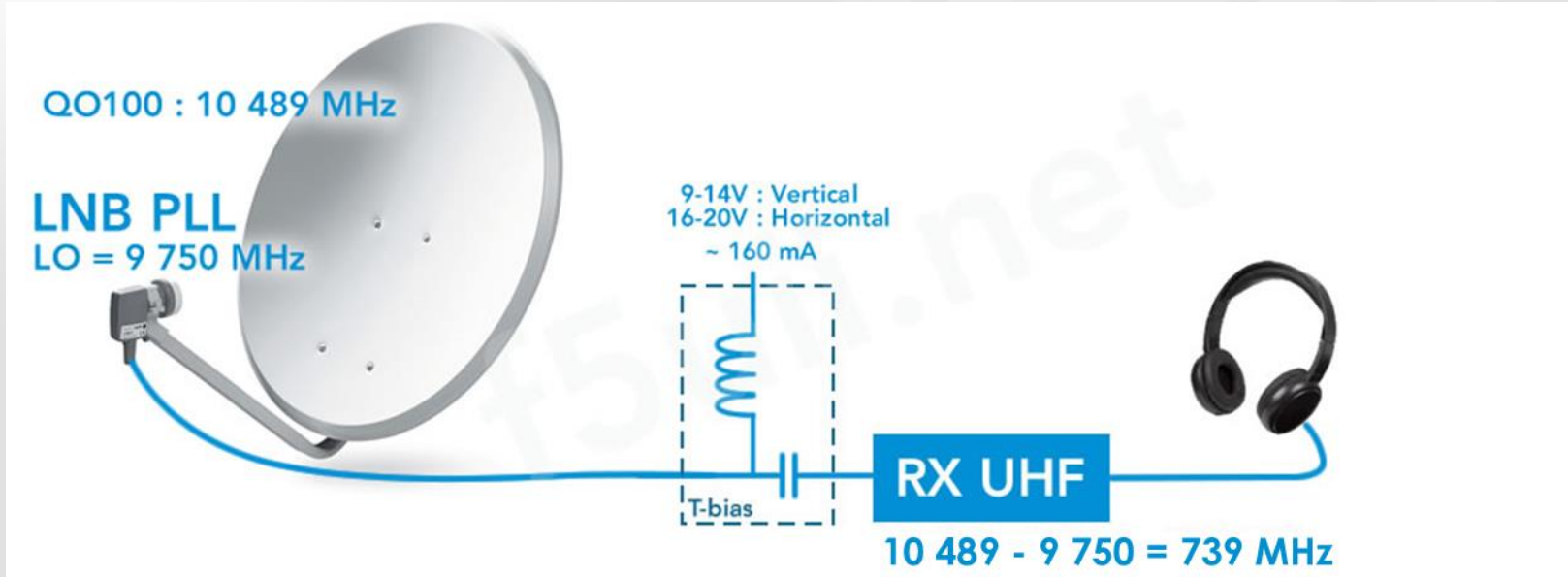
## ▶ Tête LNB PLL (Phased Locked Loop)

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



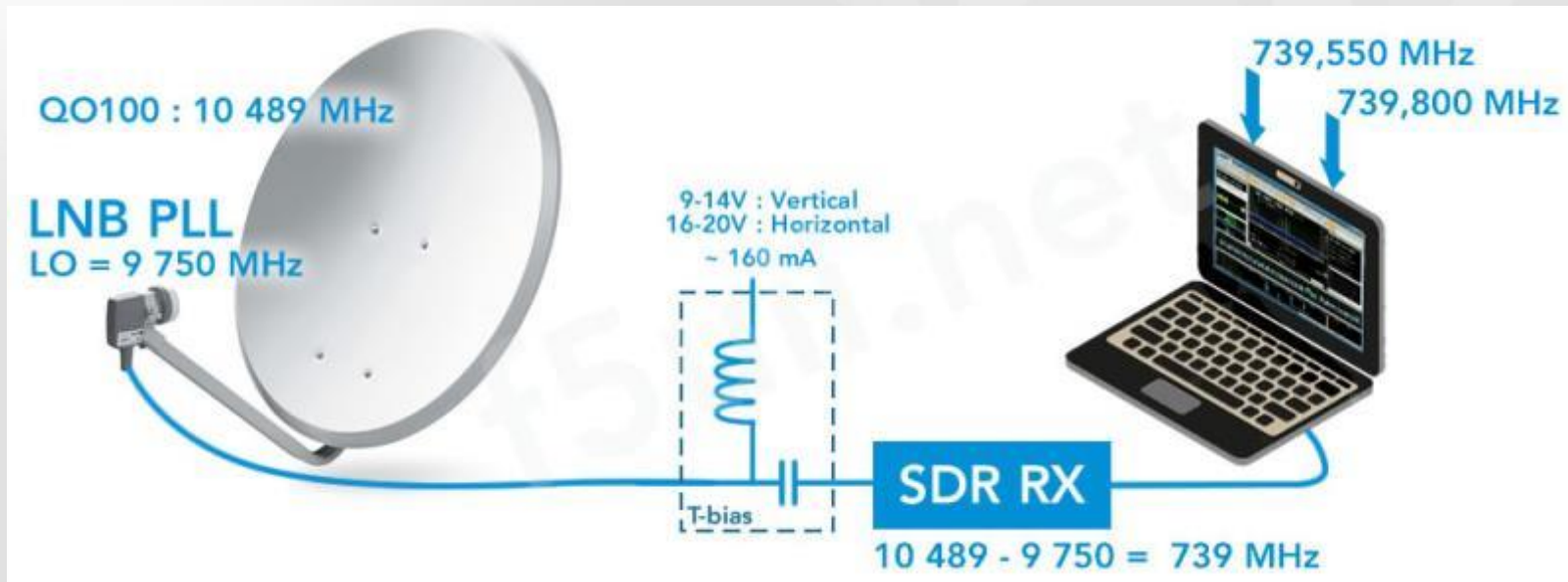
## ▶ Tête LNB PLL

- Téléalimentée (T-bias) avec récepteur 739MHz



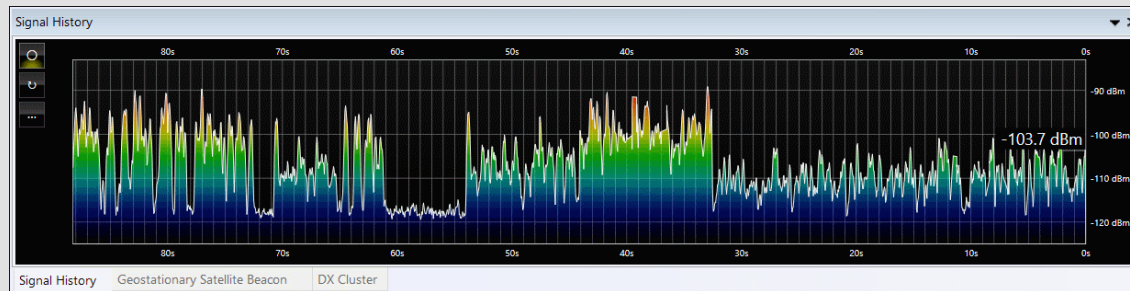
## ▶ Tête LNB PLL

- Téléalimentée (T-bias) avec récepteur SDR réglé sur 739MHz



## ► SDR Console

- Stabilisation de la réception
- Signal chronogramme
- Multi récepteurs simultanés
- Pilotage série émetteur externe
- Equaliseurs audio (in/out) / Pseudo Stéréo / Enregistrement



# Chapitre 2

## La réception - SDR Console

The screenshot displays the LimeSDR-Mini SDR Console v3.0.18 interface. The main window shows a waterfall plot with a frequency range from 10489.000 to 10490.000 MHz. The plot shows several peaks, with the most prominent one at 10489.657271 MHz. The plot is labeled with '30 dB' and '37.3'. The interface includes a top menu bar with options like Home, View, Receive, Transmit, Rec/Playback, Favourites, Memories, Tools, and Help. The left sidebar contains settings for RX and TX, including antenna selection, filter settings, and gain. The right sidebar features a Transmit section with a frequency of 10.489.690.550 MHz and a DX Cluster section with a list of stations. The bottom of the interface shows system information like CPU usage (13.5%) and audio output (124ms).

**Receive**  
RX 1 ▾ 9750 MHz 0 - 3143 Hz  
**10.489.710.000**  
VoiceMeeter Input (VB-Audio VoiceMeeter...)  
IF Display  
External Radio  
Mode  
Filter  
Radio  
RX Ant. Auto  
TX Ant. Auto  
RX Filter: 80%  
Vis gain: 0 dB  
Gain: < 8 dB  
RIT: +00.000  
XIT: +00.340  
GPIO: Other Rx 0-0-0-0-0-0-0-0  
RX1: 27.5°C, LO +2.5Hz

**Waterfall**  
30 dB  
37.3  
10489.500 10489.600 10489.700 10489.800  
12:08:40z  
12:08:30z  
12:08:40z  
12:08:30z  
10489.000 10489.500 10490.000 10490.500  
x5  
-69.1 dBm

**Transmit**  
TX ▲ 8089.5 MHz 100 - 2900 Hz  
**10.489.690.550**  
Sync RX  
Sync RX  
TX  
Drive: 100

**DX Cluster**  
Cluster: 1ecluster.fs1en.org:7373  
Login: FSUII  
Close Show spots Text  
DX de Y0SCFI: 144174.0 Y04FYQ  
DX de DK5KF: 14050.0 DL2508TH  
DX de RA1AFR: 14091.6 3690S  
DX de HF1D: 144174.0 DG4KLL  
DX de PA3CJH: 7834.7 VO1AH  
DX de YO9BCH: 14230.0 E28XMG  
DX de SP9TBT: 7148.0 GT5QK/P  
DX de YU1AAK: 7126.0 YT19YOTA  
DX de W4UCC: 7074.0 J01BH  
DX de PY1FC: 14190.0 DL2508TH  
DX de JH8BQX: 1840.0 W8VK  
ICV de DK6UCY-1 (123 : K=1 exp<0 =  
DX de DF0DA: 7023.0 DL0FF  
DX de SP9QMP: 14208.0 9A19YOTA  
DX de EA3EAN: 7125.0 EASRK8/7  
DX de EA2DT: 14292.0 EAB/H89E  
DX de OK1FU: 7126.0 YT19YOTA  
DX de P85X: 14255.0 YP2B20HP  
DX de W4RNI: 7033.8 VE3MT  
DX de RA6ADQ: 14208.0 9A19YOTA  
DX de W4RN: 7029.7 VE3EJ  
DX de YO2LLL: 14214.0 YP1989TH  
DX de EA3EAN: 7125.0 EASRK8/7  
DX de PA3CJH: 7175.0 VA2CZ  
DX de OZ23OP: 7152.0 DH0YOTA  
DX de ON3CRD: 7126.0 YT19YOTA  
DX de K2TRD: 14280.0 LZ1HR  
DX de IN3HV: 14245.0 GW1AKT/P  
WV de VE7CC (123 : SFI=72, A=3, I  
DX de EA1DHB: 14292.0 EAB/H89E  
DX de EA7BH0: 144300.0 EB78KY  
DX de SP9TBT: 14248.5 W5SDMM  
DX de EA1RX: 144174.0 PA1ITX  
DX de K4RUM: 3527.3 N4KS  
DX de ON3CRD: 7152.0 DH0YOTA  
DX de GN3YDX: 7023.8 W0ET  
DX de OH455: 5357.0 BA45D  
DX de RH1QH: 7075.3 UA9ZCT  
DX de YO33AI: 7033.3 RS4F/P  
DX de OZ23OP: 14208.0 9A19YOTA  
DX de JH8BQX: 1840.0 OH6CT  
DX de DL6BF: 144174.0 F4EZJ  
DX de W3PL: 7013.5 YE3AA  
DX de IU7G53: 14210.0 VU2HW  
DX de DL5CH: 14077.4 524/G3AB  
DX de OZ23OP: 14262.0 PB0YOTA

CPU: 13.5% Audio: 124ms

## ► Modes via QO-100

- SSB / CW
- RTTY, PSK31, FT8, ROS, ...
- FAX, SSTV, Feldhell hellschreiber
- KG-STV, Easypal
- FreeDV
- Tout ce qui < 2.7 kHz

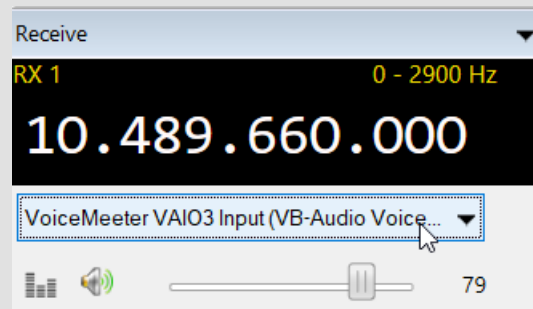
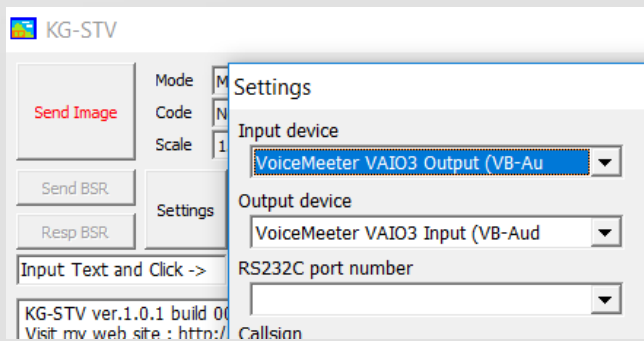
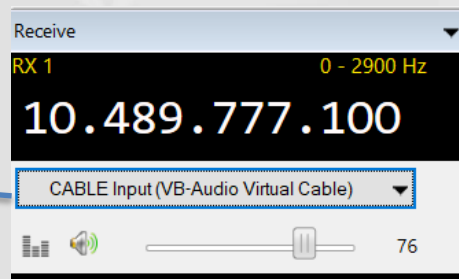
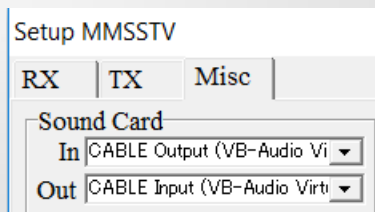
Attention à la stabilité en fréquence





## ▶ Câbles audio virtuel

- Sortie audio récepteur SDR vers entrée audio décodeur



## ► Logiciels câbles audio virtuels

- [Vb-audio.com](http://vb-audio.com)
  - VB Cable
  - Voicemeeter
- [Jack Audio Kit](#)

VoiceMeeter VAI03 Input (VB-Audio VoiceMeeter VAI03)

VoiceMeeter Input (VB-Audio VoiceMeeter VAI0)

CABLE Input (VB-Audio Virtual Cable)

VoiceMeeter Aux Input (VB-Audio VoiceMeeter AUX VAI0)





▶ Chapitre 3

# **L'émission SDR 2,4 GHz**

## ▶ Emetteur SDR



## Exemple SSTV

- Sortie d'un encodeur vers entrée audio émetteur SDR

The screenshot displays the MMSSTV software interface, which is used for transmitting SSTV (Slow Scan Television) signals. The main window is titled "F5UII (F5UII.MDT) - MMSSTV Ver 1.13A".

**Left Panel (RX 1):** Shows the receiver frequency at 10.489.634.950 MHz. The input is set to "CABLE Input (VB-Audio Virtual Cable)". A spectrum analyzer shows a signal centered around 100 kHz. Below it, an "IF Display" shows a waterfall plot with a signal at 10489.635 MHz.

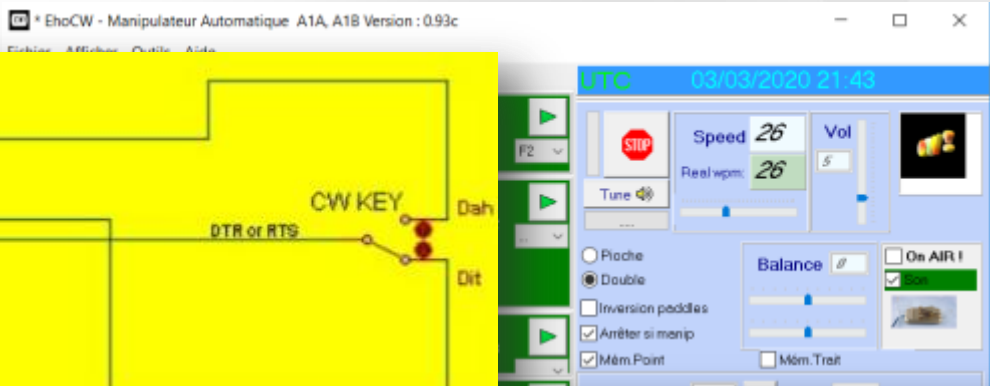
**Main Window:** Features a "TX Mode" menu with options like "Auto", "Robot 36", "Robot 72", "AVT 90", "Scottie 1", "Scottie 2", "ScottieDX", "Martin 1", "Martin 2", and "MP140". A "Log" section includes fields for "Call" (His595), "Name" (Qth), and "Note". The "QSL" field is empty, and "RxID/TxID" is set to "14.230". The "DSP" menu is set to "AFC LMS".

**Right Panel (Transmit):** Shows the transmitter frequency at 10.489.637.100 MHz. The input is set to "VoiceMeeter Output (VB-Audio Voic...". The "Proc" menu is set to "VQX" with a "2.9kHz" filter. The "Gain" is set to 48 dB, and the "Proc" level is 0. The "Drive" level is 44.

**Bottom Panel:** Displays a grid of images, including a landscape, a boat, and a house, which are being transmitted as SSTV frames.

## Exemple CW

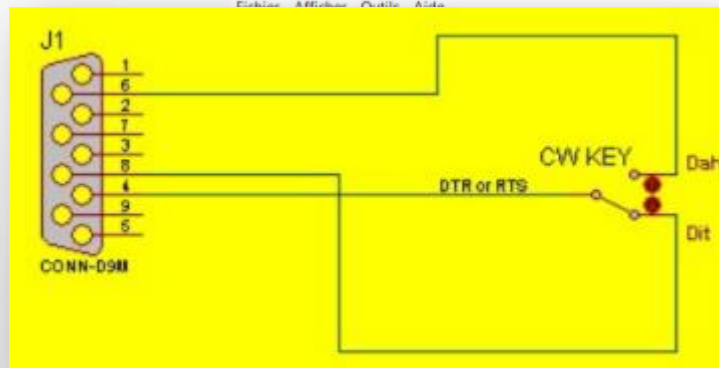
- Sortie de EhoCW vers entrée audio émetteur SDR



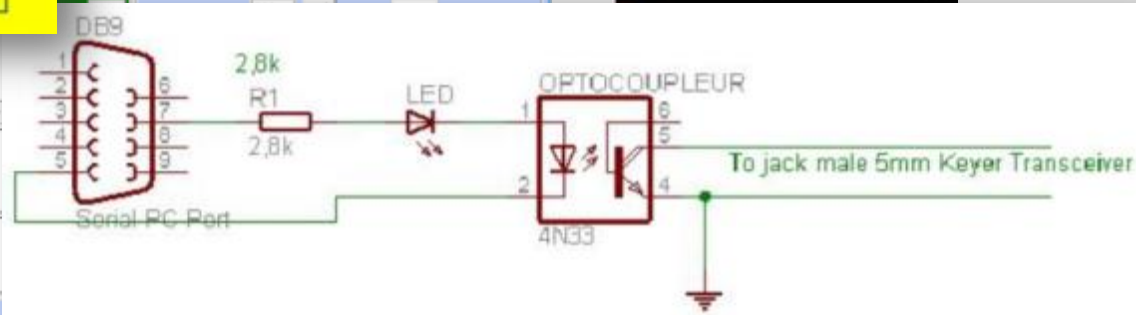
The screenshot shows the EhoCW software interface. The title bar reads "EhoCW - Manipulateur Automatique A1A, A1B Version : 0.93c". The main window displays "UTC 03/03/2020 21:43". There are several control panels: a "STOP" button, "Speed" set to 26, "Vol" set to 5, "Real rpm: 26", and "Balance" set to 0. There are also checkboxes for "On AIR!", "Ploche", "Double", "Inversion paddles", "Arrêter si manip", and "Mém Point".



The screenshot shows a "Transmit" window with a frequency of 10.489.637.100 MHz. The window includes buttons for "Sync RX", "RX → TX", "TX → RX", "LSB", "USB", "AM", "FM", "CW", and "TX". There are also "Tone" buttons and a "Drive" slider set to 44.



HPE CUAGN = MY QSL SURVE VIA BORD +  
DRU = HPE CUAGN VY 73 = GD DX = +  
%OMCALL de %CALLSIGN \* 73 Tu (see  
< >  
%OMCALL DE %CALLSIGN %RST %OMCALL DE %CALLSIGN  
%OMCALL DE %CALLSIGN %RST %OMCALL DE %CALLSIGN



## ▶ Emetteurs / récepteur full-duplex SDR



LimeSDR

LimeSDR USB 100 kHz – 3.8 GHz / 311 €

LimeSDR Mini 10 MHz - 3.5 GHz / 168 €



Adalm Pluto

70 MHz to 6000 / 135 €

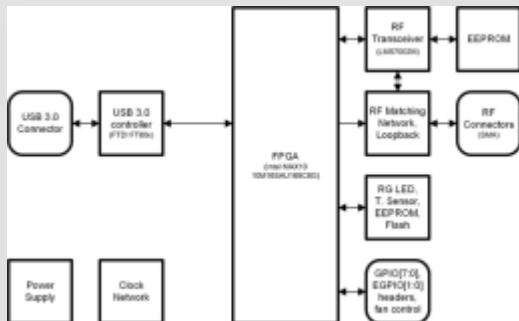
([Amazon](#) ou [ebay](#) ou [Mouser](#))

## ▶ Emetteurs / récepteur full-duplex SDR

### LimeSDR mini

<https://wiki.myriardf.org/LimeSDR-Mini>

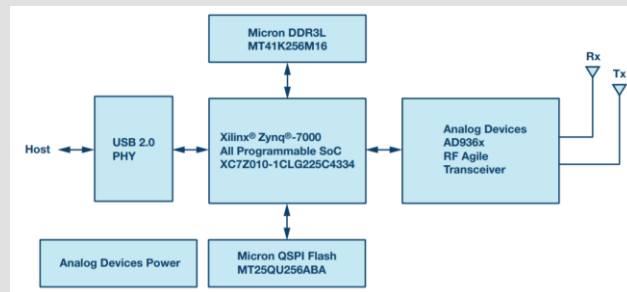
10 MHz - 3.5 GHz    69mm x 31.4mm  
RF Transceiver LMS7002M MIMO FPRF  
FGPA : Intel Altera MAX 10 - 12 bits  
USB 3.0 FTDI FT601  
GPIO 8x / FAN control 45/55°C  
40.00MHz VCTCXO Rakon RTX5032A (+/- 0.1 à 3 ppm)



### Adalm Pluto

<http://bit.ly/AdalmPluto>

325 MHz - 3.8 GHz    117mm x 79mm x 24mm  
(70 MHz – 6.0GHz AD9364)  
RF Transceiver AD9363 - 56MHz DAC/ADC  
FGPA : Xilinx® Zynq Z-7010 FPGA  
USB 2.0  
24MHz TCXO RAKON RXO3225M +/- 25 ppm





## ▶ Emetteurs / récepteur full-duplex SDR

### LimeSDR

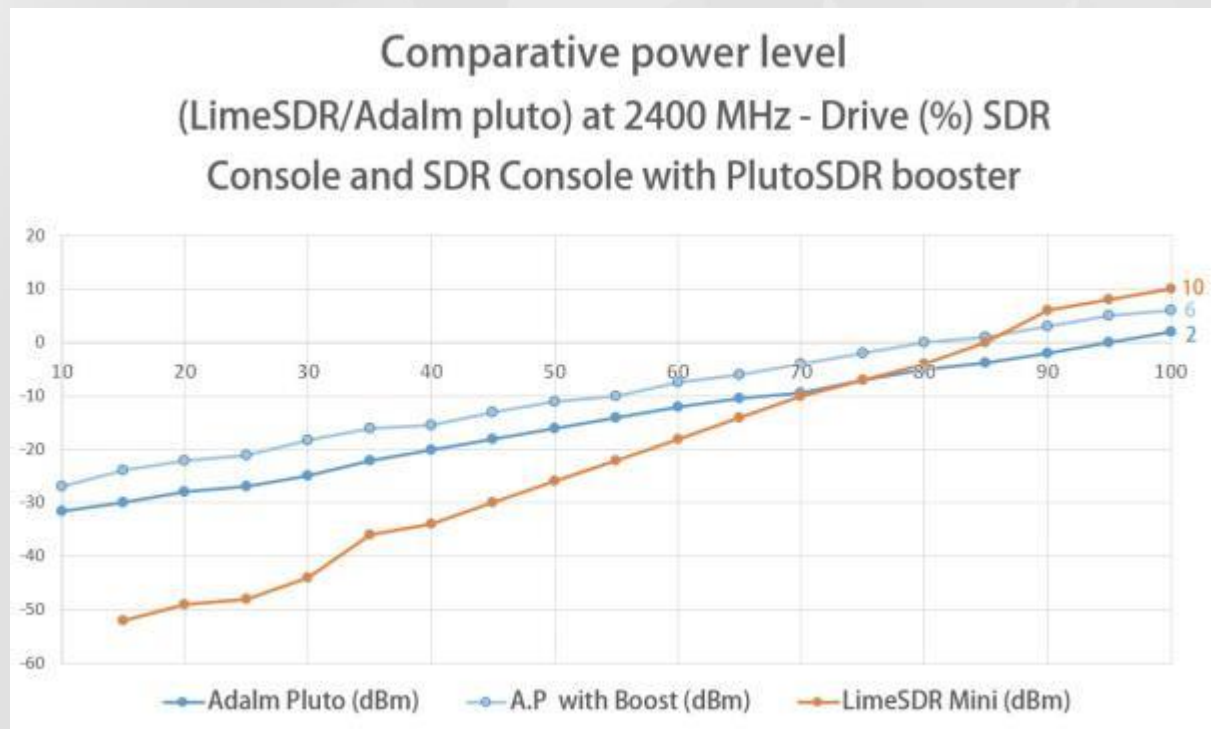
- + Full duplex
- + Utilisable en NB (SSB, digi) et WB DATV
- + Niveau de sortie max de + 10dBm
- + Plutôt stable en fréquence
- Communique en USB uniquement (Rallonge possible [par câble USB actif](#))
- Chauffe (ajouter petits radiateurs, ventilateur)

### Adalm Pluto

- + Full duplex
- + Utilisable en NB (SSB, digi) et WB DATV
- Niveau de sortie max +2 (+6) et -10 dBm en DATV
- Pas stable (TCXO de +/-25 ppm, à remplacer, ou adapter entrée GPSDO)
- + Communique USB ou en Ethernet (ajout d'un adaptateur et alimentation USB 5V)

## ► Puissances sur 2400 MHz

LimeSDR mini  
Adalm Pluto  
Avec Tune de SDR Console



## ▶ LimeSDR Mini 2,5W

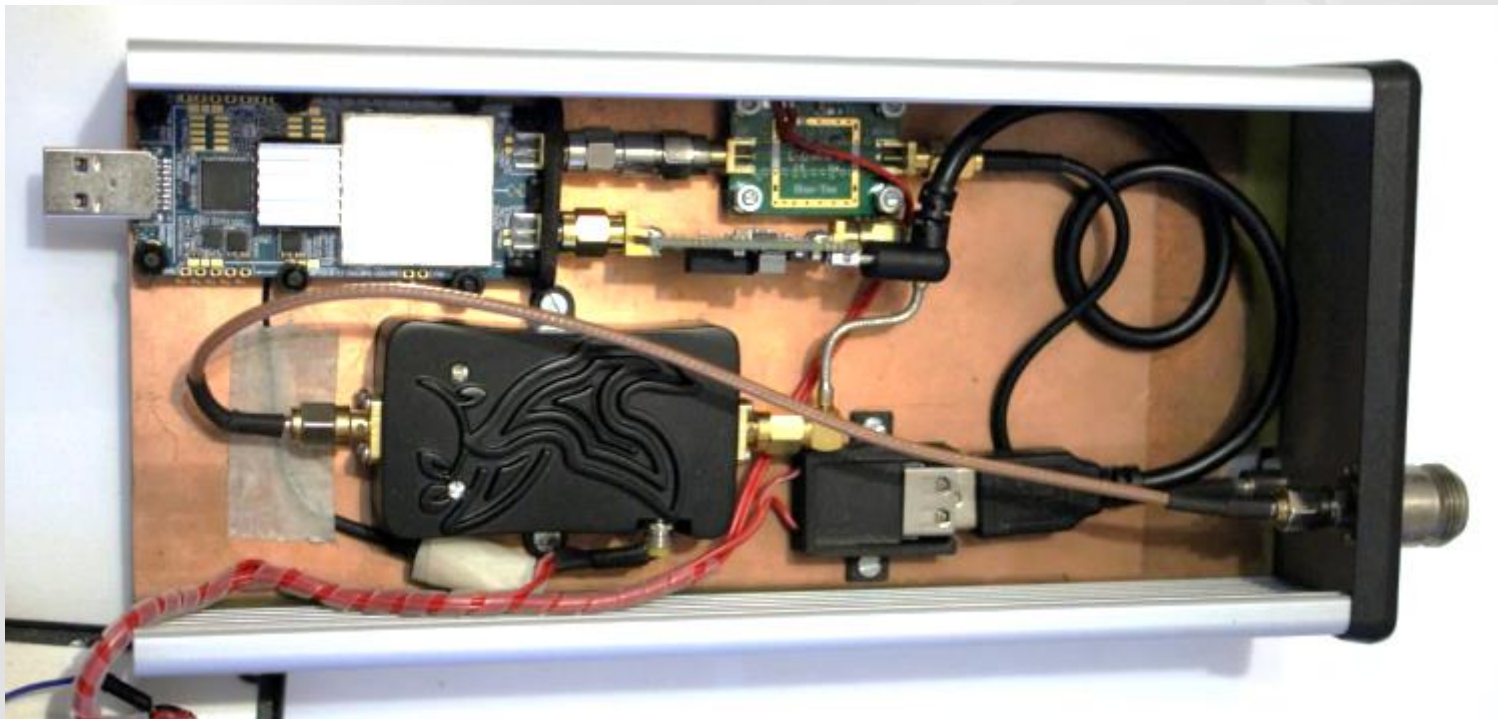


20 x 11 x 8 cm



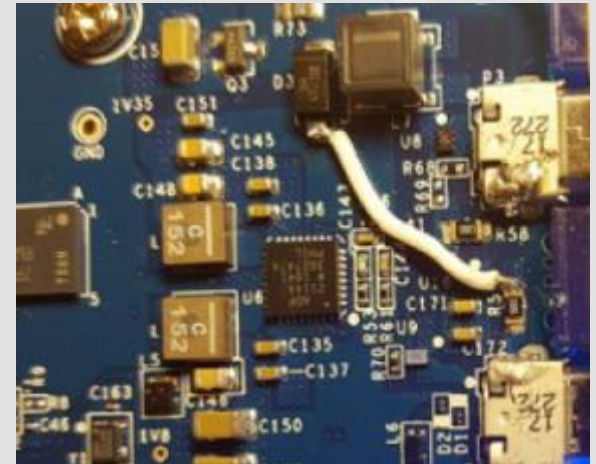
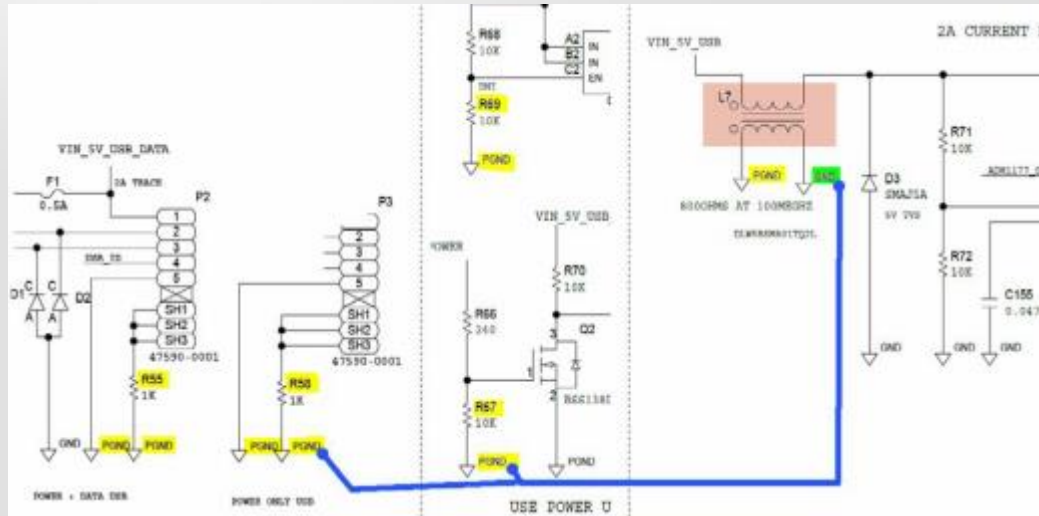
# Chapitre 3

## L'émission



## ► Modification Adalm Pluto – Masses

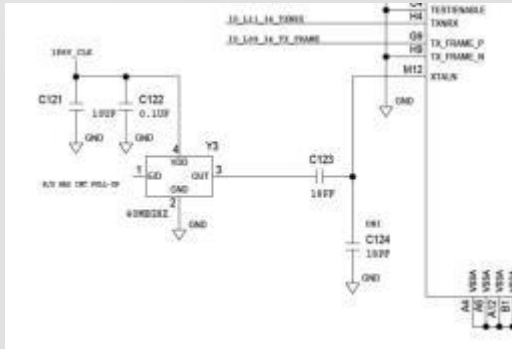
- Relier D3 et R55
  - (F1TE Radio-REF septembre 2019)

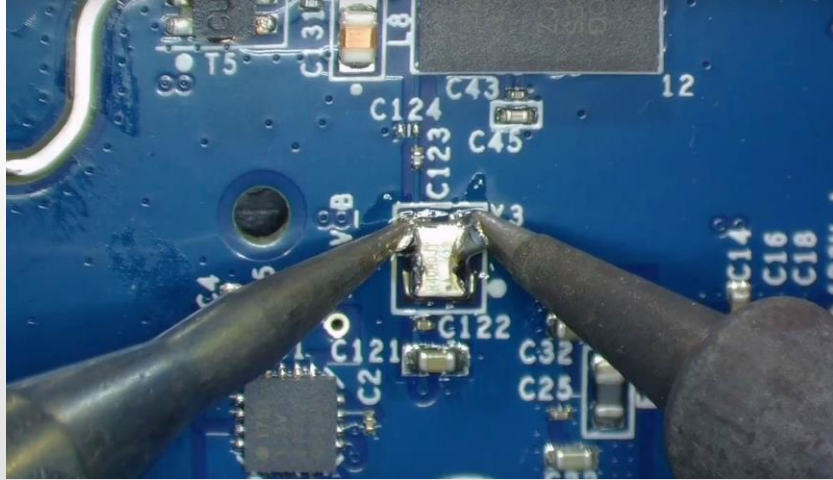


## ► Modification – Stabilité en fréquence

RAKON 3.2 x 2.5mm,  
3.3V

- ABRACON ASTX-13-C-40.000MHz-I05-T 1,8V à +/- 0,5ppm (2,0x1,6x0,8mm)
  - Lien [f1te.org](http://f1te.org)
- MURATA XNCLH40M000THJA1P0 3,0V à +/- 0,2ppm (5,0x3,2x1,5mm)
- Autre idée [F4DAV](#)
  - Désactiver le TCXO en mettant la Pin 1 au GND
  - Injecter source externe 40MHz (GPSDO) à travers C, sur C124, entrée XTALN





Guide remplacement TCXO

F1TE

<http://bit.ly/TCXOAdalmPluto>



DL4TMA

Adalm Pluto + GPSDP

## ► Modifications logiciels Adalm pluto

- Extension en fréquence 70 – 6000 MHz

```
# fw_setenv attr_name compatible  
# fw_setenv attr_val ad9364  
# reboot
```

<https://wiki.analog.com/university/tools/pluto/users/customizing>

- Activer le second cœur de CPU

```
# fw_setenv maxcpus  
# reboot
```



# Chapitre 3

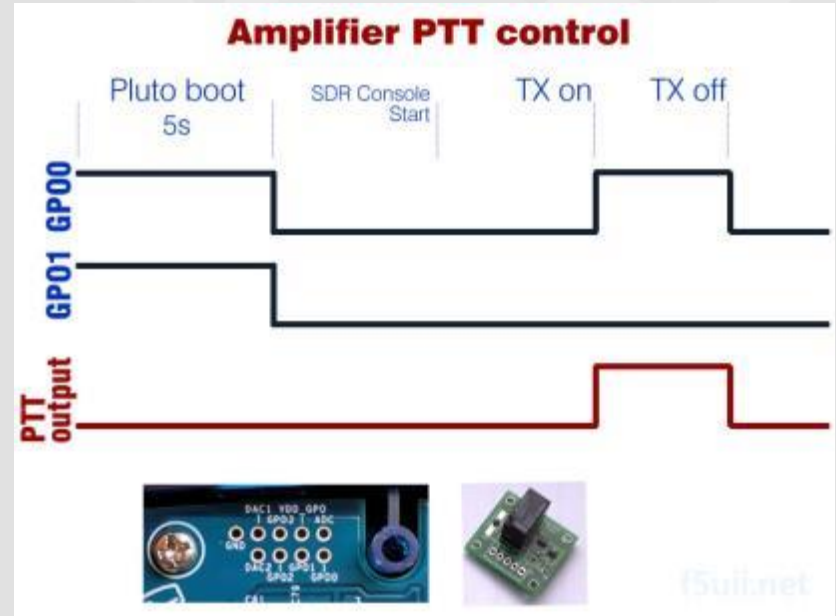
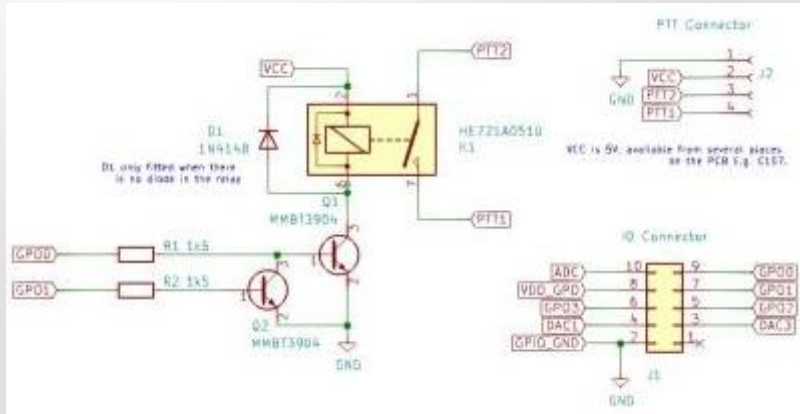
## L'émission



- [MMIC 30 dB \(Boutique REF\)](#)
- [Adaptateur USB 2.0 / RJ45](#)
- [Câble OTG Y](#)

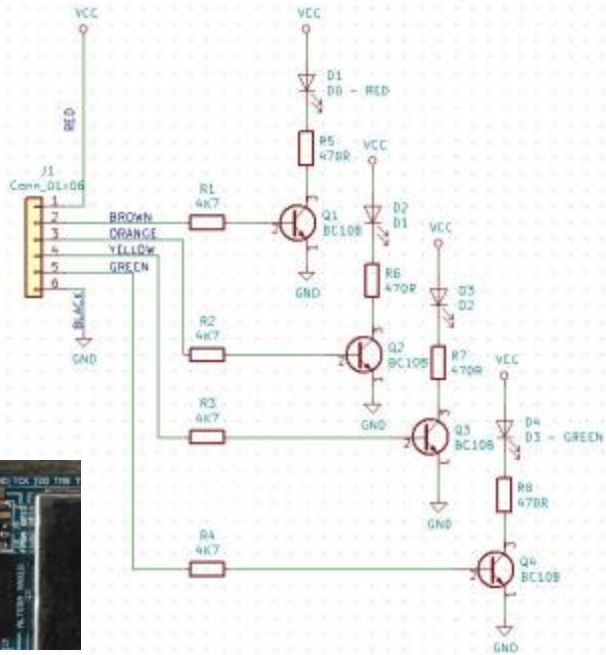
## ► Piloter un ampli. Externe par Adalm pluto

- Installer le firmware F5OEO <http://qra.f5oeo.fr:2080/>



# ► Piloter un ampli externe par LimeSDR

GPIO 0 to Band D0 (brown wire)  
 GPIO 1 to Band D1 (orange wire)  
 GPIO 2 to Band D2 (yellow wire)  
 GPIO7 to the PT1 (green wire)  
 GPIO9 to Gnd (black wire)  
 GPIO 10-10 = 3v3 out (red wire).



LimeSDR

Overview

Antennas

Calibration

Channels

Clocks

Drive

GPIO

Options

Help

### General Purpose I/O pin assignment

Pin Direction (Set all to Write)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Read:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Write:	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

[Reset](#) [View as text](#)

	Low	High	TX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RX	0	1	2
10.1 MHz	10.15 MHz																
14 MHz	14.35 MHz																
18.068 MHz	18.168...																
21 MHz	21.45 MHz																
24.89 MHz	24.99 MHz																
28 MHz	30 MHz																
50 MHz	54 MHz																
144 MHz	148 MHz																
222 MHz	224.25...																
430 MHz	440 MHz																
700 MHz	710 MHz																
902 MHz	994.8 MHz																
1240 MHz	1325 MHz																
2300 MHz	2450 MHz	[X]														[X]	
3400 MHz	3410 MHz																

Close

## ▶ **Paraboles**

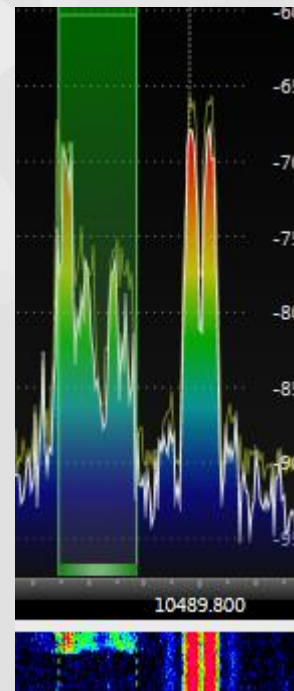
- 2 paraboles RX / TX ou
- 1 parabole avec double feed



## ► **Bilan montée**

Bilan montée (émission) par l'expérience  
1W 120cm => SNR ~ 16dBm (peak SSB)

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



**2.5W/120cm**

## ▶ Préamplificateurs LNA

- SPF5189 ([Aliexpress](#) ou [ebay](#))
- Analog Device [CN0417 board](#) – Intègre un filtre



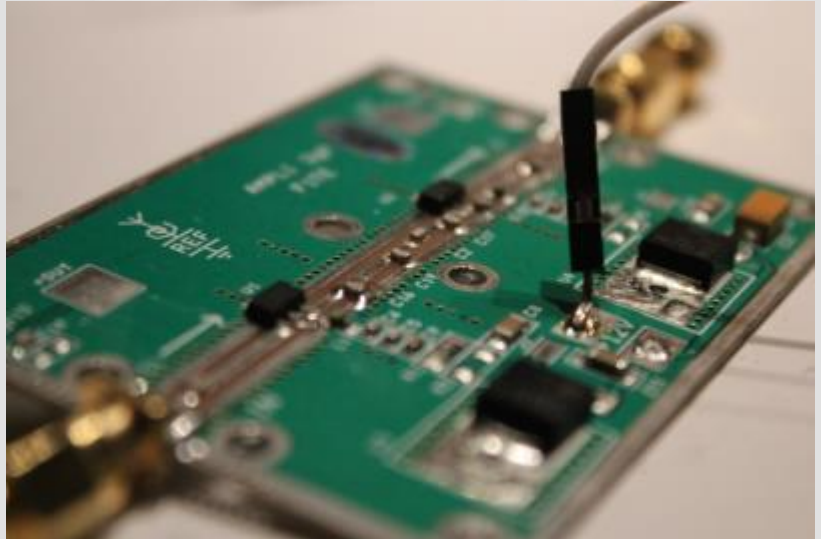
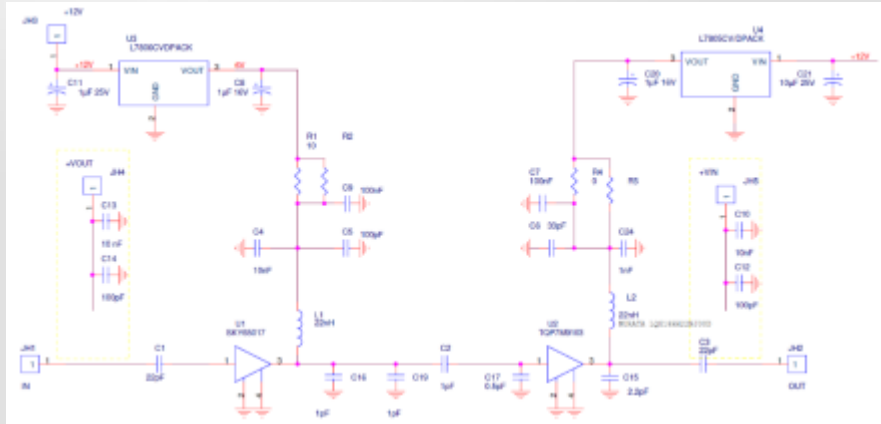
USB Powered 2.4 GHz RF Power Amplifier  
, Analog Device CN 0417 - **Gain: 20dB**



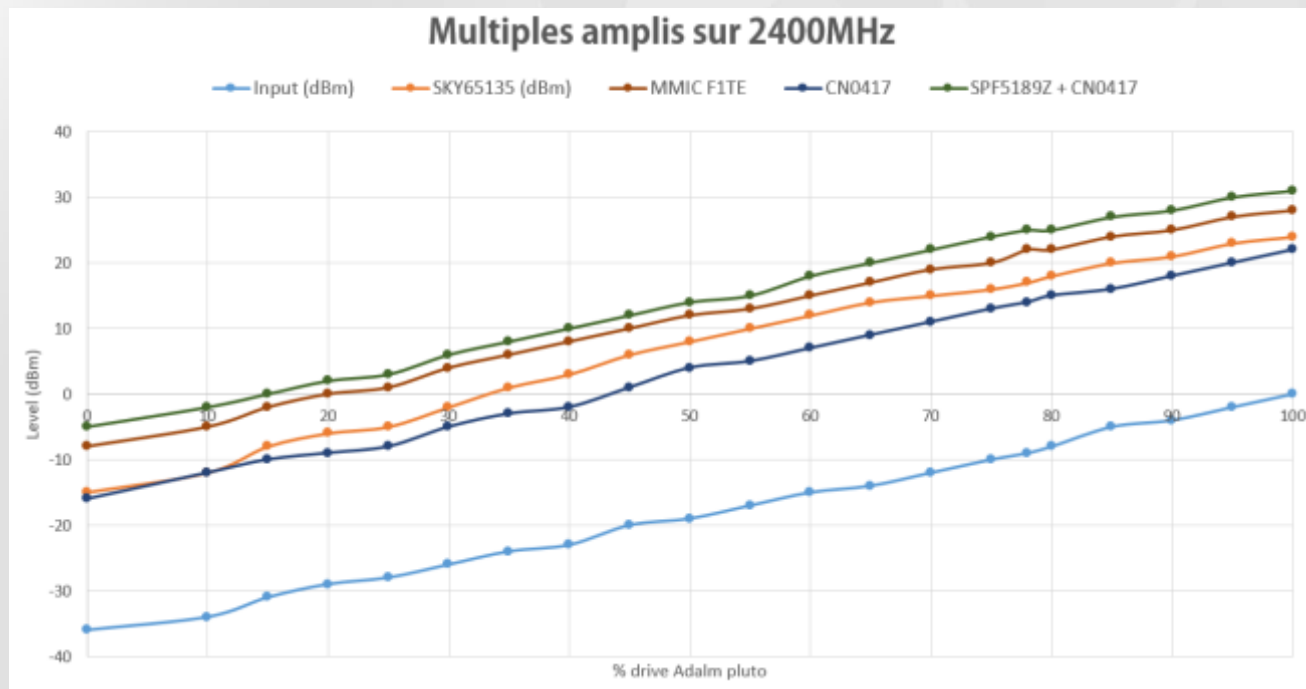
**Gain: 10dB**

## ▶ Amplificateurs MMIC

- MMIC Design F1TE ([Boutique REF](#)) Gain 30dBm 1W 35 €
- SKY65017 + TQP7M9103



## ► (Pré)amplificateurs sur 2400 MHz



Avec Tune de SDR Console  
sur Adalm Pluto



## ▶ Amplificateur 2400

- [Kuhne MKU PA 13CM](#) 339 €
- [SG Labs 20W](#) 126 €
- F6BVA
- Wifi chinois EDUP [EDUP AB003](#) (Aliexpress ou ebay) (Max 3.5W) [AB007](#) (Aliexpress ou ebay) (Max 2.5W)



10W Kuhne

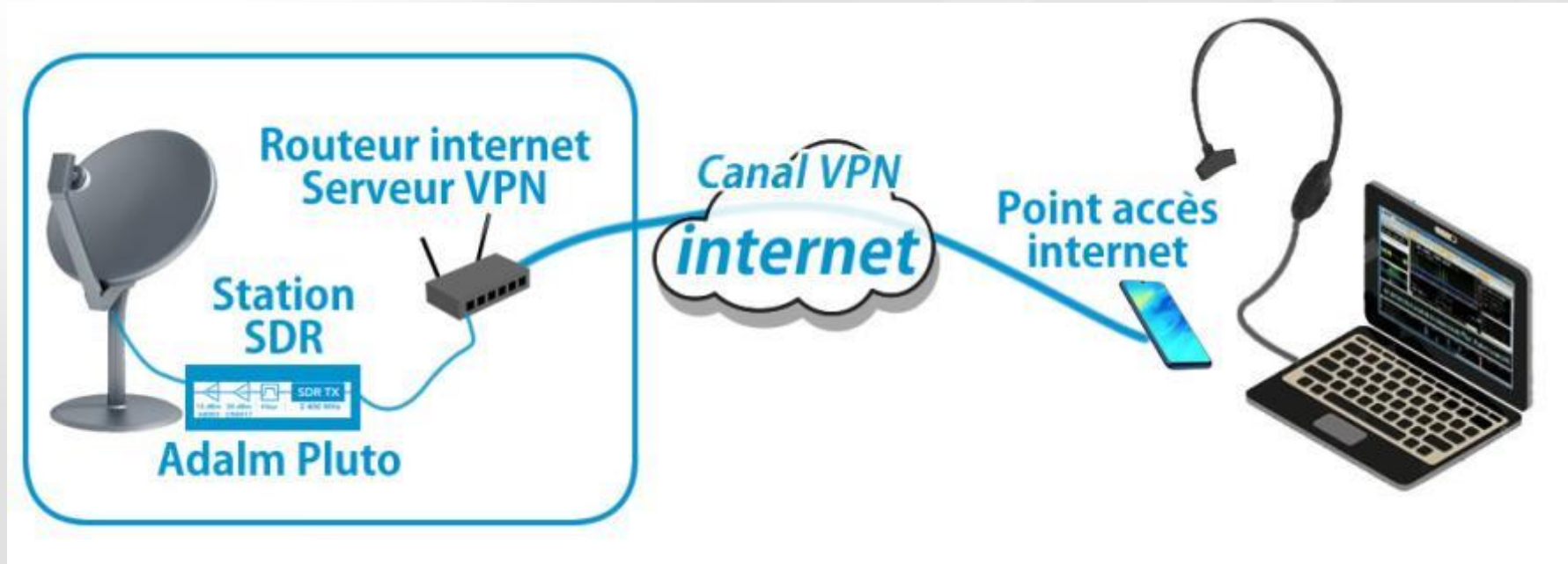


20W SG Labs



30W(28VDC) F6BVA

## ► SDR Console - A distance ?



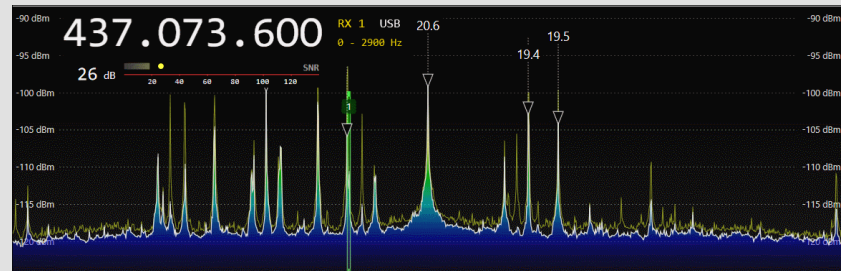
Réseau		E/S réseau de 52 Mbits/s		5% d'utilisation du réseau	
Processus	PID	Adresse	Envoi (octets/s)	Réception (octets/s)	Total (octets/s)
SDR Console.exe	23208	plutodns.home	3 010 444	2 988 687	5 999 131

## ► Logiciels F5OEO LimeSDR Toolbox

- `limesdr_dump` sauvegarde des signaux I/Q
- `limesdr_send` : envoyer des signaux I/Q générés ou sauvegardés
- `limesdr_forward` : relais de signaux numériques et analogiques : transmission des signaux d'entrée I/Q d'un canal RX (fréquences d'entrée) à un canal TX (fréquences de sortie).

```
sudo ./limesdr_forward -f 739.75e6 -F 437e6 -b 8e6 -s 16e6 -g 1 -G 1 -l 5000000 -A BAND2 -a LNAW
```

[https://github.com/f4dvh/limesdr\\_toolbox](https://github.com/f4dvh/limesdr_toolbox)

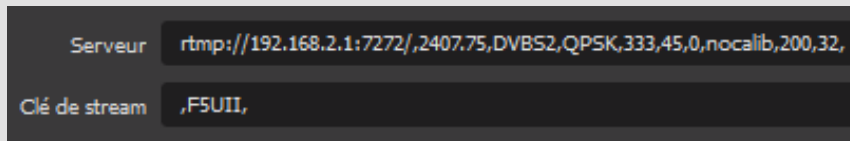


## ▶ Logiciels F5OEO Adalm Pluto

- Firmware développé par Evariste et chargé sur Adalm Pluto



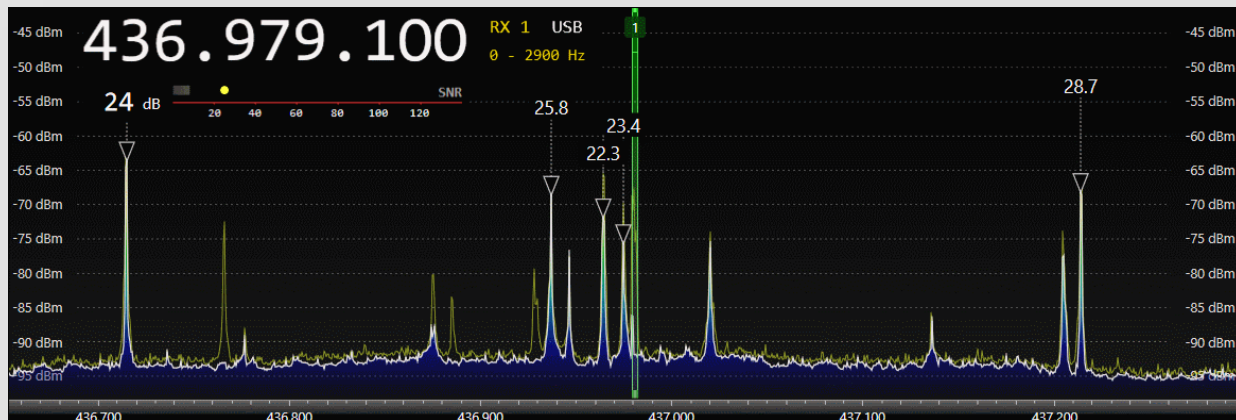
- `rtmp://192.168.2.1:7272/,2407.75,SSB,-10,0,`
- `,F5UII,`



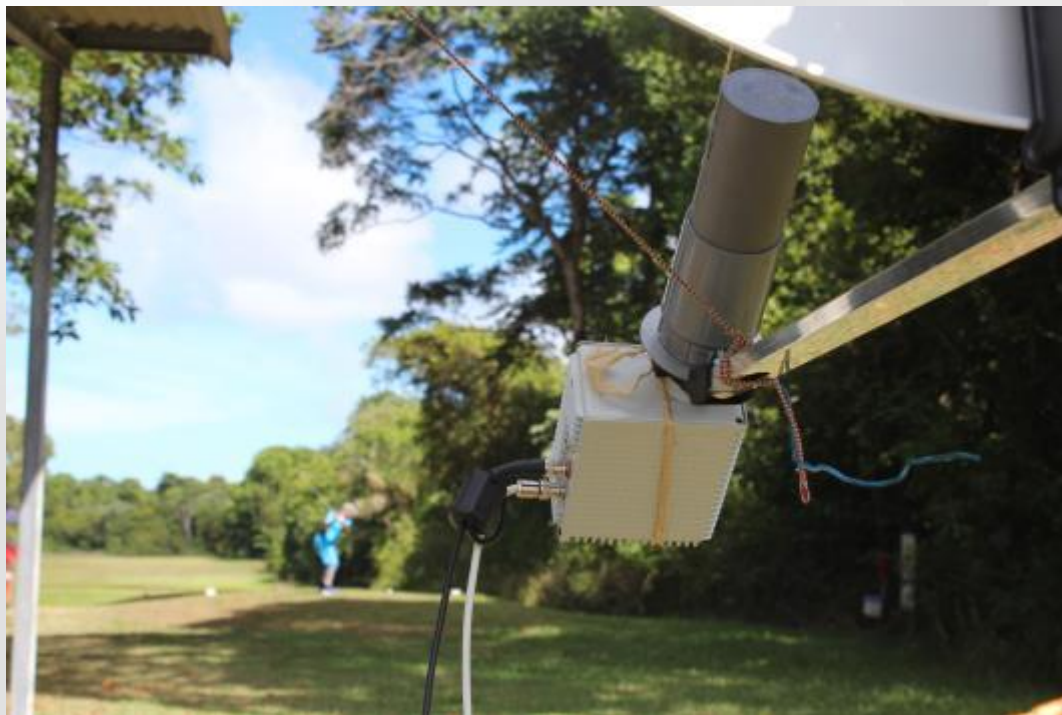
## ► Logiciels F5OEO PlutoSDR

- **rx2tx** relais de signaux numériques et analogiques :  
transmission des signaux d'entrée I/Q d'un canal RX  
(fréquences d'entrée) à un canal TX (fréquences de sortie).

```
./rx2tx -s 2.5e6 -f 739.75e6 -F 437e6 -g 1 -G 1 -b 2.5e6 -r 0.35
```



## ► FY5KE Octobre 2019



# AMSAT-DL Journal

Nr. 4 Jg. 46

Offizielles Magazin der AMSAT-Deutschland e.V.

Satelliten für Kommunikation, Wissenschaft und Bildung

### IN DIESEM HEFT

Software Driftkorrektur:  
SDR Console von G4ELI

QRV über QO-100  
für einen guten Zweck

QO-100: Wie groß muss  
meine Antenne sein?



Neuer QO-100-  
DownConverter V3d

Hanspeter Kühlen,  
DK1YQ, Silent Key

Ein Setup für  
ARISS-Schulkontakte

Neues von den Satelliten

### QO-100-Satelliten-Expedition nach FY




# Questions ?

 @f5uui

 f5uui.net



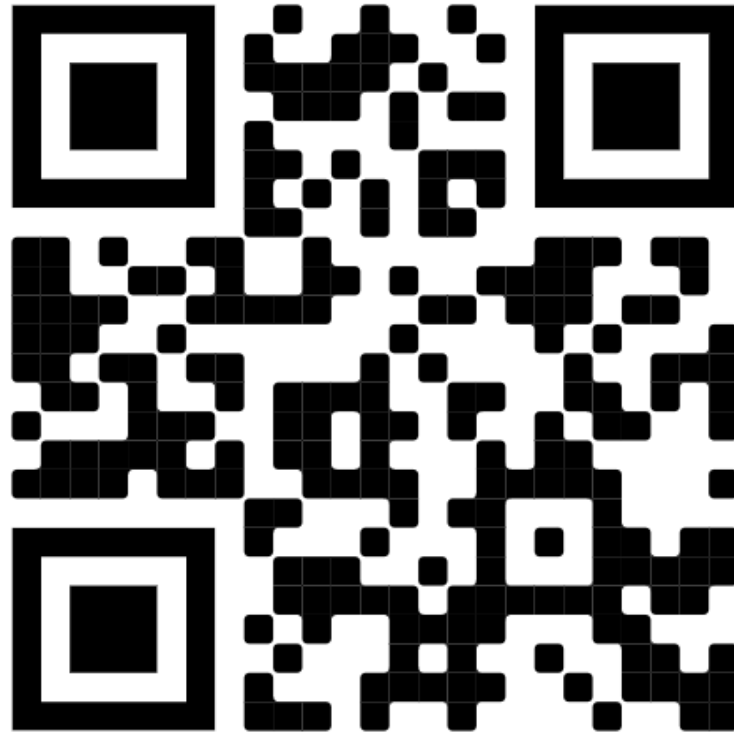
 Français

 English



Téléchargez immédiatement cette présentation

**<http://bit.ly/QO100-SDR>**



**<http://bit.ly/QO100-SDR>**



## Références pour aller plus loin

- ▶ <https://amsat-dl.org/en/bodenarbeiten-an-der-gs-bochum/>
- ▶ <https://amsat-dl.org/p4-a-bodensegment-system-integration/>
- ▶ <https://amsat-dl.org/p4-a-nb-transponder-bandplan-and-operating-guidelines/>
- ▶ <https://amsat-dl.org/p4-a-wb-transponder-bandplan-and-operating-guidelines/>
- ▶ **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**
- ▶ **Reception 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

### installation Lime:

<https://github.com/F5OEO/avc2ts>

<https://github.com/F5OEO/libdvbmod>

[https://github.com/emvivre/limesdr\\_toolbox](https://github.com/emvivre/limesdr_toolbox)

[Cable USB de grande longueur \(Aliexpress\)](#)

### horloges:

<http://www.sprut.de/electronic/referenz/frequenz/rubidium/rubidium.html>

### gpsdo:

[http://www.leobodnar.com/shop/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=301](http://www.leobodnar.com/shop/index.php?main_page=product_info&products_id=301)

### Datv:

[https://wiki.batc.org.uk/images/1/17/Eshailsat\\_CAT16.pdf](https://wiki.batc.org.uk/images/1/17/Eshailsat_CAT16.pdf)

<https://slideplayer.fr/slide/15184304/>

<https://www.intechopen.com/books/recent-advances-in-image-and-video-coding/implementation-of-video-compression-standards-in-digital-television>

[http://www.satbroadcasts.com/DVB-S\\_Bitrate\\_and\\_Bandwidth\\_Calculator.html](http://www.satbroadcasts.com/DVB-S_Bitrate_and_Bandwidth_Calculator.html)

Forum viva datv: <http://www.vivadatv.org/>

<https://github.com/BritishAmateurTelevi.../portsdown> selon la procédure du readme.md de la page

[http://themorrealworld.free.fr/Francais/Cours/Physique/ta-formation/Modulation\\_numerique.pdf](http://themorrealworld.free.fr/Francais/Cours/Physique/ta-formation/Modulation_numerique.pdf).

<http://f6kcz.free.fr/Technique/Debut%20DATV/Debut%20en%20ATV.htm>

version 0.8s de Minitioune ici : <http://www.vivadatv.org/viewtopic.php?f=60&t=521>

### Codage:

[https://www.inter-mines.org/global/gene/link.php?news\\_link=2008245160342\\_RFTronicTransmission.MPEGDVD.pdf&fg=1](https://www.inter-mines.org/global/gene/link.php?news_link=2008245160342_RFTronicTransmission.MPEGDVD.pdf&fg=1)

## Références pour aller plus loin

### Antenne patch:

[https://uhf-satcom.com/blog/patch\\_antenna](https://uhf-satcom.com/blog/patch_antenna)

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0172162#sec005>

### Illustration Fourier:

### EVM:

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01431368/document>

<https://pdfs.semanticscholar.org/1dac/68d836b67fe3bda9a0382180ef68114a0f1f.pdf>

<https://www.electronicdesign.com/engineering-essentials/understanding-error-vector-magnitude>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Signal-to-noise\\_ratio](https://en.wikipedia.org/wiki/Signal-to-noise_ratio)

[Un outil simplifié d'aide au calcul des champs rayonnés est disponible ici.](#)

### Upconverter

<https://forum.amsat-dl.org/cms/index.php?attachment/891-amsat-dl-us-upconverter-pdf/>

<https://www.dxpathrol.pt/index.php/kits>

<https://forum.amsat-dl.org/index.php?thread/2773-bu500-newst-upconverter-by-hides-taiwan/>

<https://hides.en.taiwantrade.com/product/bu-500-13cm-up-converter-for-ssb-cw-fm-fm-atv-dvb-1618393.html>

<https://shop.kuhne-electronic.com/kuhne/en/shop/eshail/>