

# RÉCEPTION SATELLITES MÉTÉO

Guillaume F4JJJ



# RÉCEPTION SATELLITES MÉTÉO



PRÉSENTATION DES  
SATELLITES



DESCRIPTION DES  
PROTOCOLES UTILISÉS



MATÉRIEL & LOGICIEL



MISE EN ŒUVRE



# PRÉSENTATION DES SATELLITES

## Satellites météo sur la bande VHF :

- Satellite Américain NOAA POES.
  - Trois encore actif à ce jour
  - Lancé entre 1998 et 2009
- Satellite Russe METEOR
  - 1 Satellites actif à ce jour
  - Lancé en 2014 → Meteor M2

Tous ces satellites exploitent la bande VHF fréquence 137 Mhz



# SATELLITES NOAA POES

## NOAA POES :

- National Océanic and Atmospheric Administration Polar Operational Environmental Satellites
- Trois Satellites actif à ce jour :
  - NOAA 15 (lancé le 13 mai 1998) → 137.62 Mhz
  - NOAA 18 (lancé le 20 mai 2005) → 137.9125 MHz
  - NOAA 19 (Lancé le 6 février 2009) → 137.1Mhz
- Caractéristique :
  - Orbite Polaire à une altitude entre 830 Km et 870 Km
  - Orbite Héliosynchrone
  - 14 révolutions par jours (1h30 par révolution)
  - Passe par la même zone 2 fois par jour et couvre une zone d'environ 2900 Km
  - Puissance d'émission de 5 Watts



# SATELLITES METEOR



## Satellite Russe Meteor M2 :

- Lancé en Juillet 2014
- Orbite Polaire entre 819 Kms et 827 Kms
- 14 Revolution par jours

Frequence 137,1 Mhz et 137,9125 Mhz

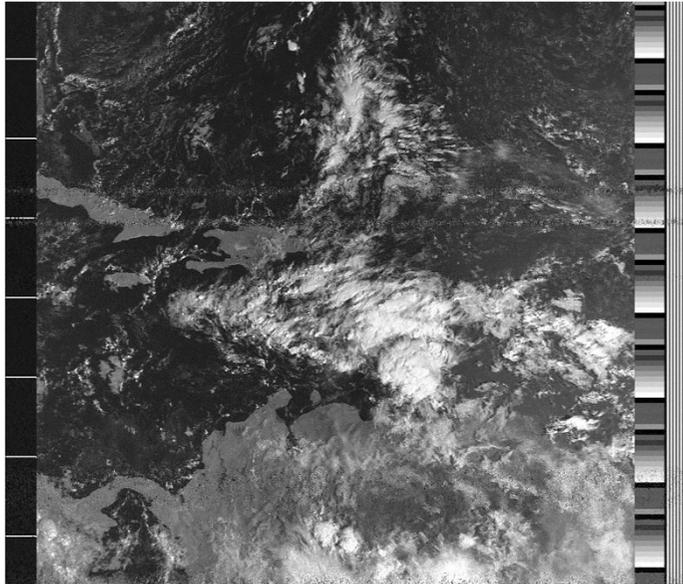


# PROTOCOLE DE TRANSMISSION

Deux type de protocoles :

APT (Automatic Picture Transmission)

Protocole analogique crée dans les années 1960



LRPT (Low Rate Picture Transmission)

Protocole de transmission de données  
Numérique Année 2000



# AUTOMATIC PICTURE TRANSMISSION

APT crée par la Nasa dans les Années 1960

- Modulation Analogique basé sur une modulation de fréquence (Fonction du Satellite) entre 137.1 et 137.9 Mhz
- Une sous porteuse modulé en amplitudes à 2400 Hz qui se charge de moduler la donnée de l'image.
- L'image est défini en niveau de gris sur 8 bits par pixel.
- Génération de l'image à la vitesse de 2 lignes par secondes.
- Une partie de la transmission est réservé pour le synchronisation et la télémétrie l'autre pour l'image

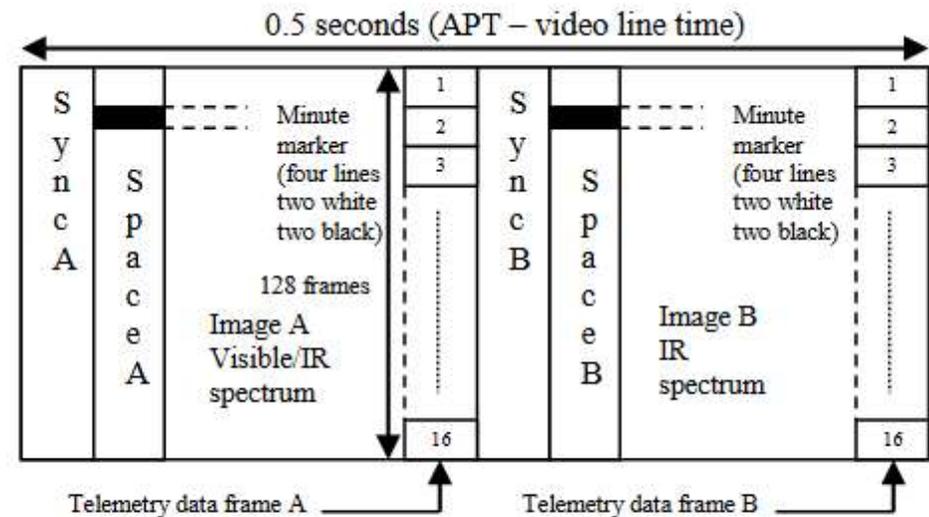


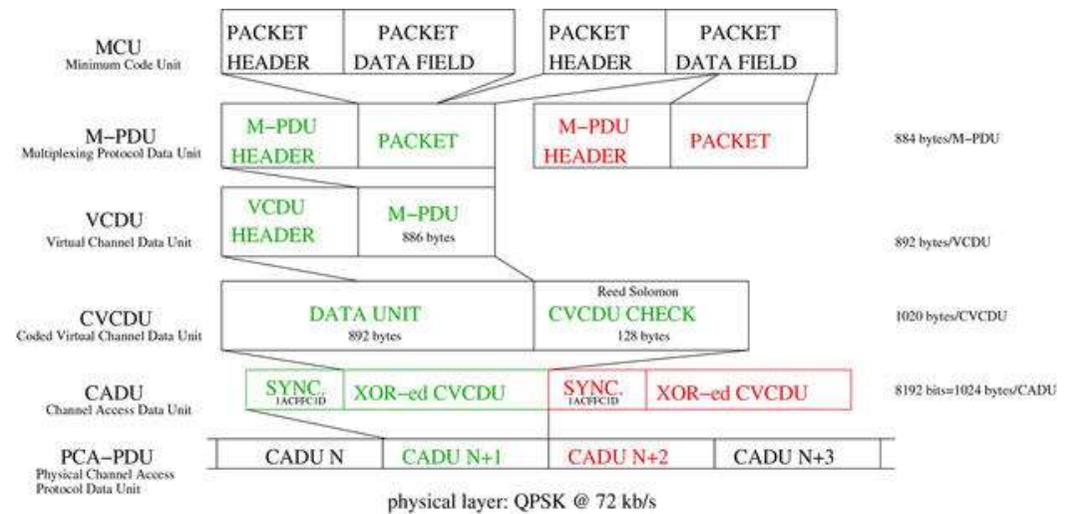
Figure 4. APT data frame format [4]



# LOW RESOLUTION PICTURE TRANSMISSION

LRPT crée fin des années 1990 début 2000:

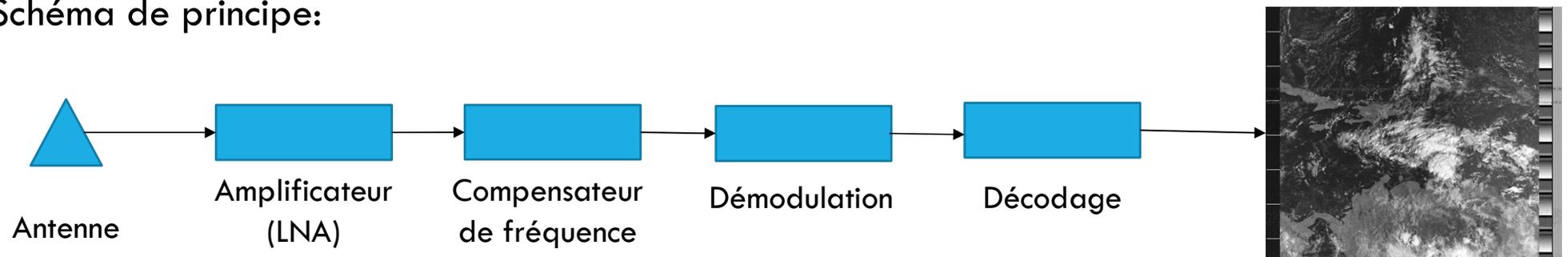
- Protocole de transmission en direct d'image
- Née d'un effort commun entre EUMETSAT et la NOAA
  - Objectif remplacer le protocole de transmission actuel APT
- Protocole numérique définit sur 4 couches
- Modulation en QPSK (4-PSK)
- Vitesse de transmission de 72 Kb/s



# MATÉRIEL

Matériel nécessaire pour la réception.

Schéma de principe:



Et bien sur un moyen de prédiction des passages des satellites.



# ANTENNES

De par la nature de l'orbite des satellites météo (Polaire)

Le satellite va être vu d'un côté de l'horizon et disparaître sur un côté.

La polarisation du signal va donc être amené à changer durant le passage du satellite.

Pour assurer la réception plusieurs type d'antenne son envisageable.



# ANTENNES (1/2)

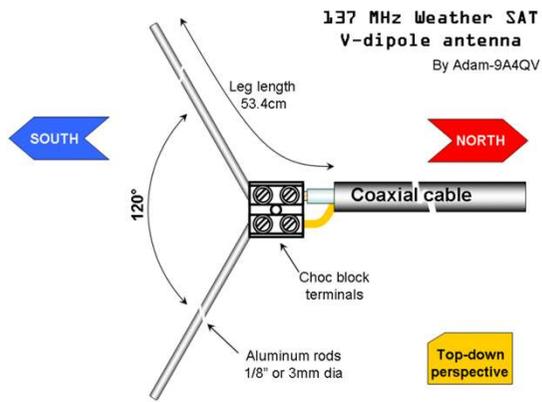


**Turnstile Antenna**



**Double Cross Antenna**

# ANTENNES (2/2)



Dipôle en V



Antenne QFH



# UNE PETITE DERNIÈRE



**Egg Beater**



# LA RÉCEPTION

Nous allons ici présenter des solutions logiciel pour l'acquisition et la démodulation des signaux satellites.

Pour cela une Clef SDR sera utilisé.

Il en existe de plusieurs type et qualité.

Une des plus utilisé car bon marché est la RTL-SDR V3



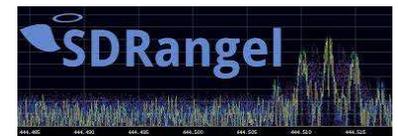
# LOGICIEL

Pour l'acquisition des signaux provenant de la clef SDR plusieurs solutions s'offre à nous :

Acquisition et démodulation directe avec l'application par exemple :

- SDRSharp (Windows)
- SDR ANGEL (Windows et Linux)
- Gqrx (Linux)

Ou acquisition des signaux I/Q de la clef et démodulation avec GNU Radio Compagnon (Compatible Windows et linux)



# LOGICIEL

Pour le décodage logiciel possible :

Wxtoimg (logiciel propriétaire et abandonnée) Compatible uniquement avec windows

WXtoImg

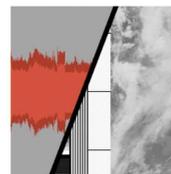


Version:  
PRO

Noaa-apt Logiciel compatible avec linux et windows



Aptdec logiciel compatible linux et windows



**Aptdec**



# LOGICIEL (ONE MORE THING)

Il nous manque encore un élément dans notre chaine :

Quand passe le satellite ?

Plusieurs application sont disponible pour cela :

Orbitron : compatible Windows



Gpredict Compatible windows et linux



WxTrack



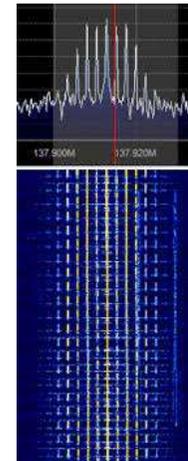
# MISE EN OEUVRE

Démonstration :

Présentation Gpredict.

Configuration GPREDICT Les fichiers TLE (Two Line Element)

Asservissement du logiciel Radio (SdrSharp Avec Gpredict)



# MISE EN OEUVRE

Démonstration d'une méthode autonome d'acquisition d'image satellite NOAA avec la solution Sdr4Space et GnuRadio



# ANNEXES



# SOURCES

[https://fr.wikipedia.org/wiki/NOAA\\_POES](https://fr.wikipedia.org/wiki/NOAA_POES)

[https://noaasis.noaa.gov/POLAR/poes\\_overview.html](https://noaasis.noaa.gov/POLAR/poes_overview.html)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Meteor-M\\_No.2](https://en.wikipedia.org/wiki/Meteor-M_No.2)

[https://www.sigidwiki.com/wiki/File:Meteor\\_M-N2\\_02\\_November\\_2014\\_Orb\\_1656\\_Z09\\_18\\_particolare\\_jpeg\\_123-rectified.jpg](https://www.sigidwiki.com/wiki/File:Meteor_M-N2_02_November_2014_Orb_1656_Z09_18_particolare_jpeg_123-rectified.jpg)

<https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19680010155/downloads/19680010155.pdf>

<https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20020081350/downloads/20020081350.pdf>

<https://lucasteske.dev/2016/01/qfh-antenna-and-my-first-reception-of-noaa/>

<https://connect.ed-diamond.com/GNU-Linux-Magazine/glmf-226/decodage-d-images-numeriques-issues-de-satellites-meteorologiques-en-orbite-basse-le-protocole-lrpt-de-meteor-m2-partie-1-3>

<https://connect.ed-diamond.com/GNU-Linux-Magazine/glmf-227/decodage-d-images-numeriques-issues-de-satellites-meteorologiques-en-orbite-basse-le-protocole-lrpt-de-meteor-m2-partie-2-3>

<https://connect.ed-diamond.com/GNU-Linux-Magazine/glmf-228/decodage-d-images-numeriques-issues-de-satellites-meteorologiques-en-orbite-basse-le-protocole-lrpt-de-meteor-m2-partie-3-3>



# SOURCES

<https://www.rtl-sdr.com/rtl-sdr-tutorial-receiving-noaa-weather-satellite-images/>

[https://web.archive.org/web/20160403221532/http://noaaapt.poes-weather.com/download/jm-dca/MARTES\\_Double\\_Cross\\_Antenna.pdf](https://web.archive.org/web/20160403221532/http://noaaapt.poes-weather.com/download/jm-dca/MARTES_Double_Cross_Antenna.pdf)

<https://brandfetch.com/wxtoimgrestored.xyz>

<https://noaa-apt.mbernardi.com.ar/>

<https://github.com/Xerbo/aptdec>

<https://sourceforge.net/projects/gpredict/files/Gpredict/>

<https://www.satsignal.eu/software/wxtrack.htm>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Param%C3%A8tres\\_orbitaux\\_%C3%A0\\_deux\\_lignes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Param%C3%A8tres_orbitaux_%C3%A0_deux_lignes)

<https://celestrak.org/>

<https://celestrak.org/norad/elements/weather.txt>



# SOURCE

<https://f4iai.fr/>

<https://github.com/SDR4space/FreeVersion/releases/tag/v0.1>

<http://sdr4.space/>

<http://sdr4.space/doc/>

