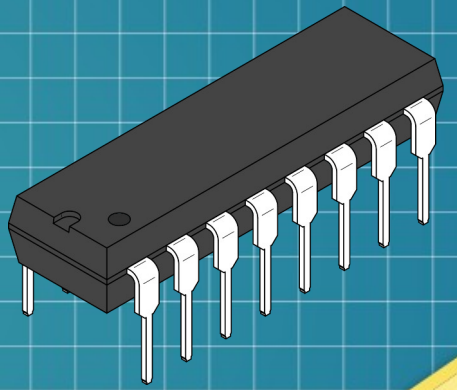
Firmware alternatif et réutilisation d'une radiosonde M20

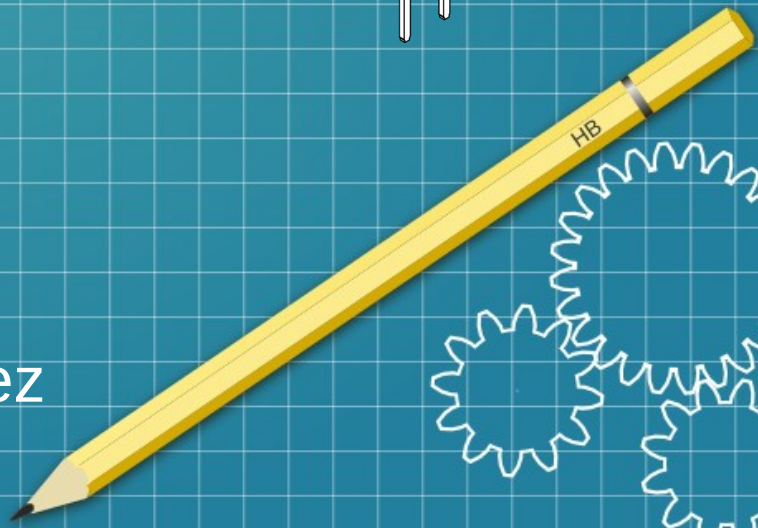


17/05/2025 à

Conf' QRP 2025

par

F4JNT – Axel Rodriguez



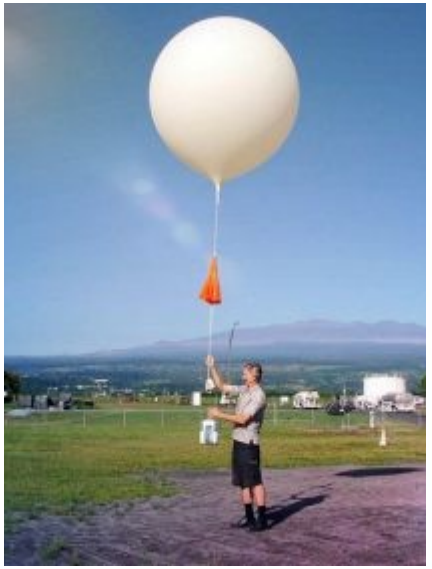
Qu’est-ce qu’une radiosonde ?

- Appareil électronique embarqué permettant la mesure à distance, utilisé en météorologie et recherche pour caractériser l’atmopshére.

- Permet de mesurer :
  - Température
  - Position / Vitesse (GPS)
  - Pression
  - Humidité
  - Ozone
  - ...

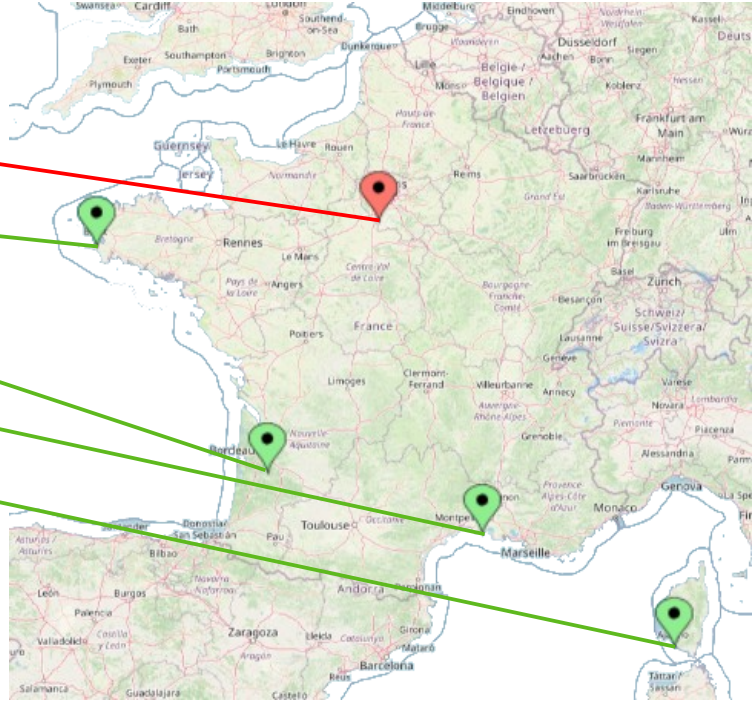
Radiosonde Vaisala RS41

Lancement d’une radiosonde (Lockheed Martin)



D’où sont lancées ces radiosondes ?

- 5 sites Météo-France, 2 lancement tous les jours : 12h00 et 00h00 UTC:
  - Trappes (M10)
  - Brest (M20)
  - Bordeaux (M20)
  - Nîmes (M20)
  - Ajaccio (M20)



- Autres sites occasionnels :
  - Militaires (camps, DGA, ...)
  - Scientifiques (CNES, CNRS, observatoires...)

Pourquoi chasser les radiosondes ?

- Dépollution, car les sondes ne sont pas récupérées !
- Réutilisation des composants (GPS, capteurs…).
- Exercice de radiogoniométrie / chasse au renard.
- Préparation à un vol radioamateur.
- Balade...

Quels outils pour suivre les radiosondes ?

- Sur le terrain : Yagi + HT (f = 400-406 MHz)

- Solution a base de carte ESP32 (TTGO, Heltec...)
  MySondy GO (https://mysondy.altervista.org/)

- Avec RTL-SDR : Radiosonde Auto-RX

https://github.com/projecthorus/radiosonde_auto_rx

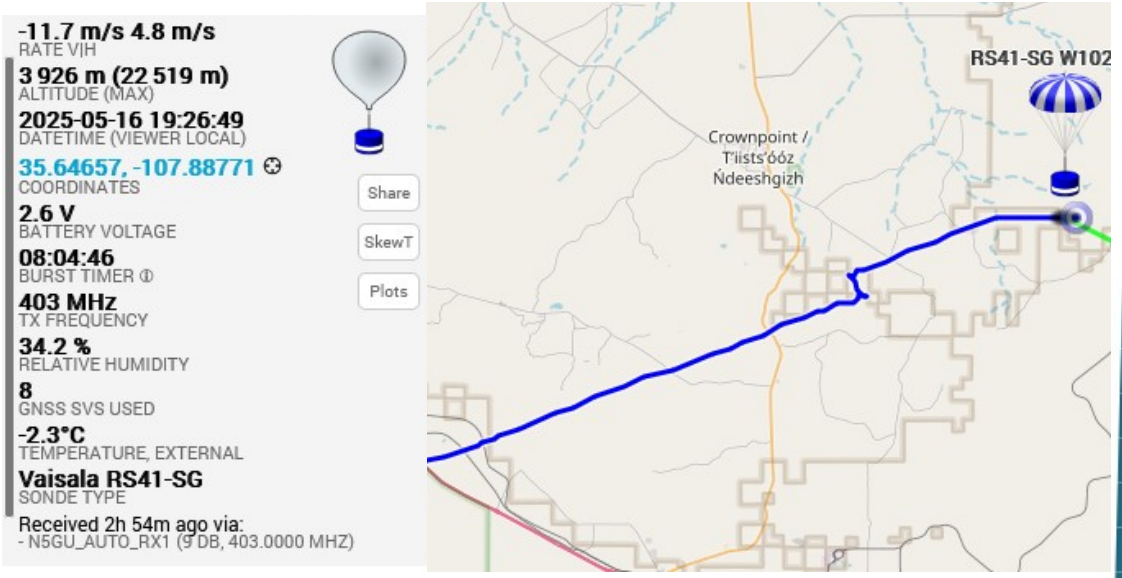
- Via Internet : Sondehub (https://sondehub.org)

sondehub

Sondehub

- Site alimenté par les volontaires utilisant Radiosonde Auto-RX

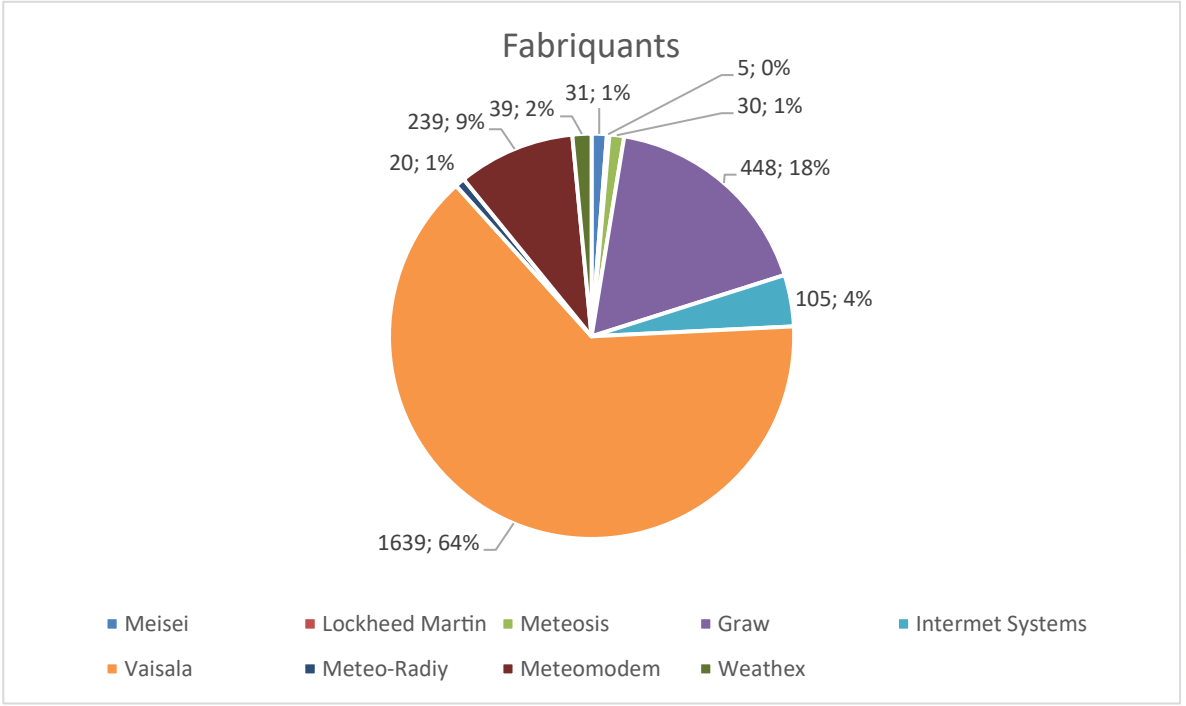
- Permet d’afficher :
  - La trace et données d’une sonde en temps réel
  - La prévision de la zone de retombée d’une sonde
  - La prévision du trajet des sondes d’un site de lancement



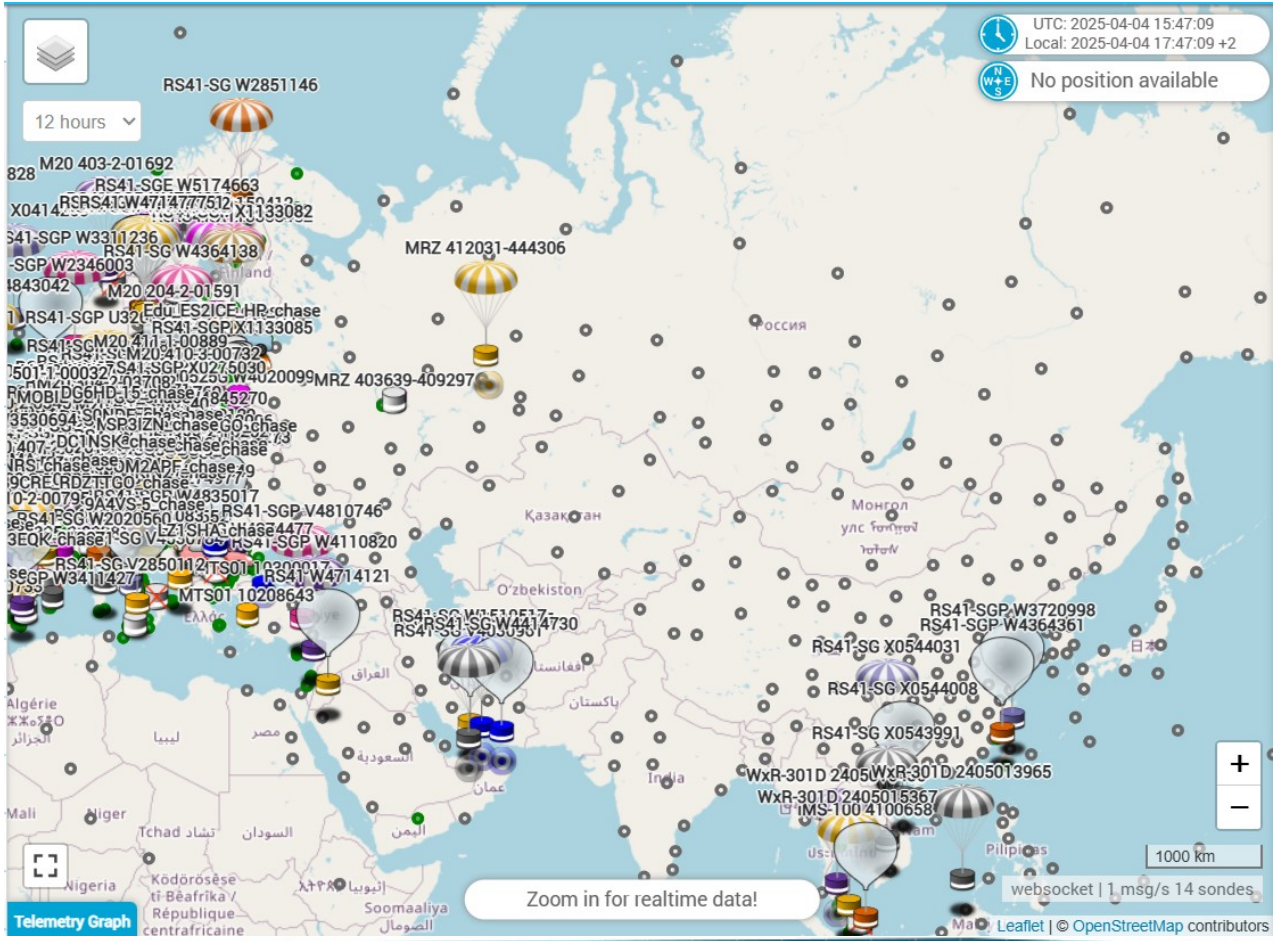
Les radiosondes dans le monde

Extraction des données Sondehub sur une semaine.

Fabriquant	Origine	#	%
Meisei	Japon	31	1,2%
Lockheed Martin	Etats-Unis	5	0,2%
Meteosis	Turquie	30	1,2%
Graw	Allemagne	448	17,5%
Intermet Systems	Etats-Unis	105	4,1%
Vaisala	Finlande	1639	64,1%
Meteo-Radiy	Russie	20	0,8%
Meteomodem	France	239	9,4%
Weathex	Corée du Sud	39	1,5%
Total		2556	100 %



Quelques zones de vide



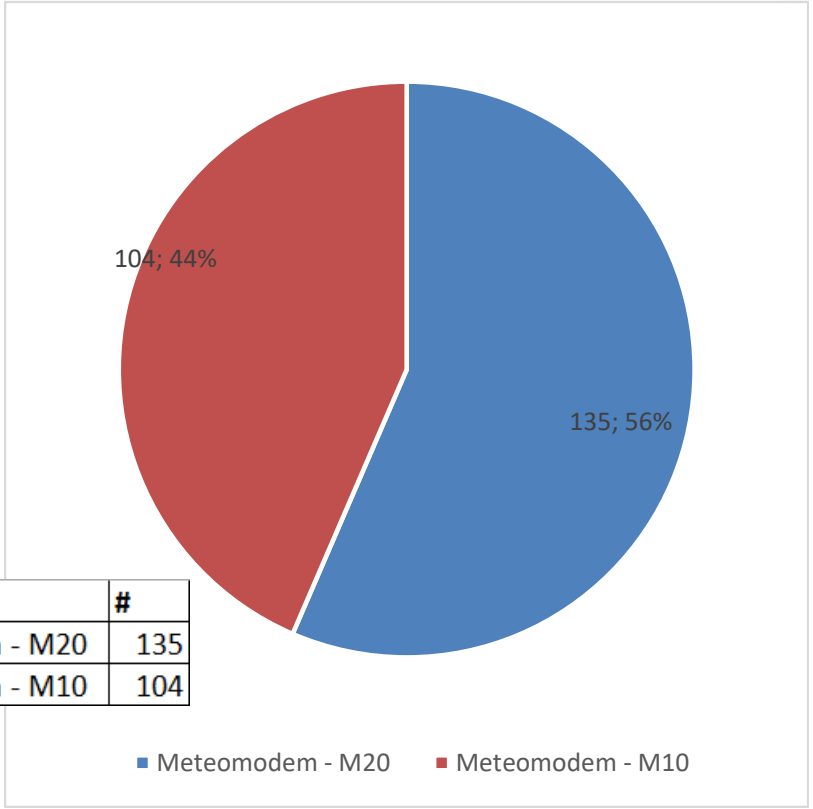
Les radiosondes françaises

- M10 (ancienne génération)
  - Introduite en 2011 (?)
  - µC MSP430 : possibilité de reprogrammer la sonde

- M20 (nouvelle génération)
  - Introduite en 2020
  - Plateforme STM32

Les radiosondes françaises

- M20
  - France (Métropolitaine)
  - Pologne
  - Slovénie
  - Espagne (Catalogne)
- M10
  - France (DOM/TOM + Met.)
  - Mongolie
  - Serbie
  - Espagne (Murcia)



Modèle	#
Meteomodem - M20	135
Meteomodem - M10	104

Premiers pas : M20, quésaco ?

Image SP6QKX

Premiers pas : M20, quésaco ?

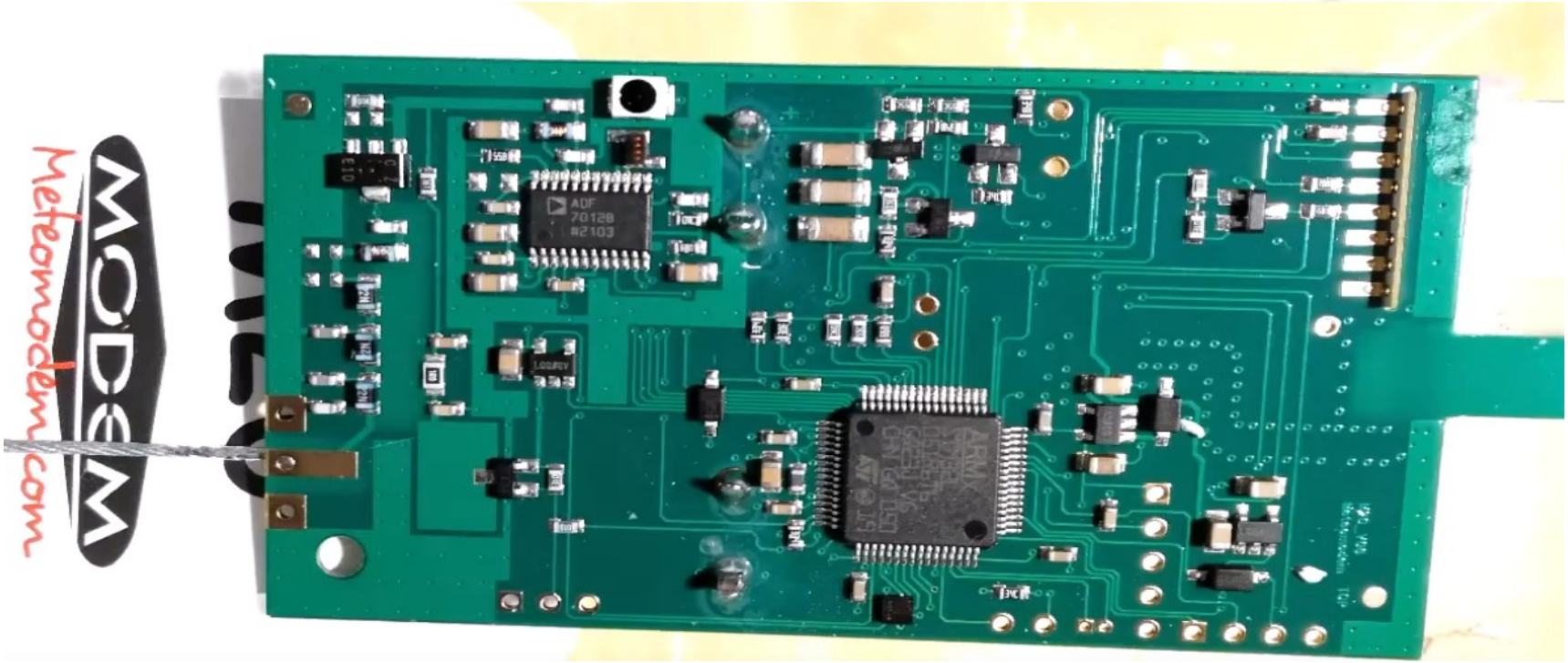


Image SP6QKX

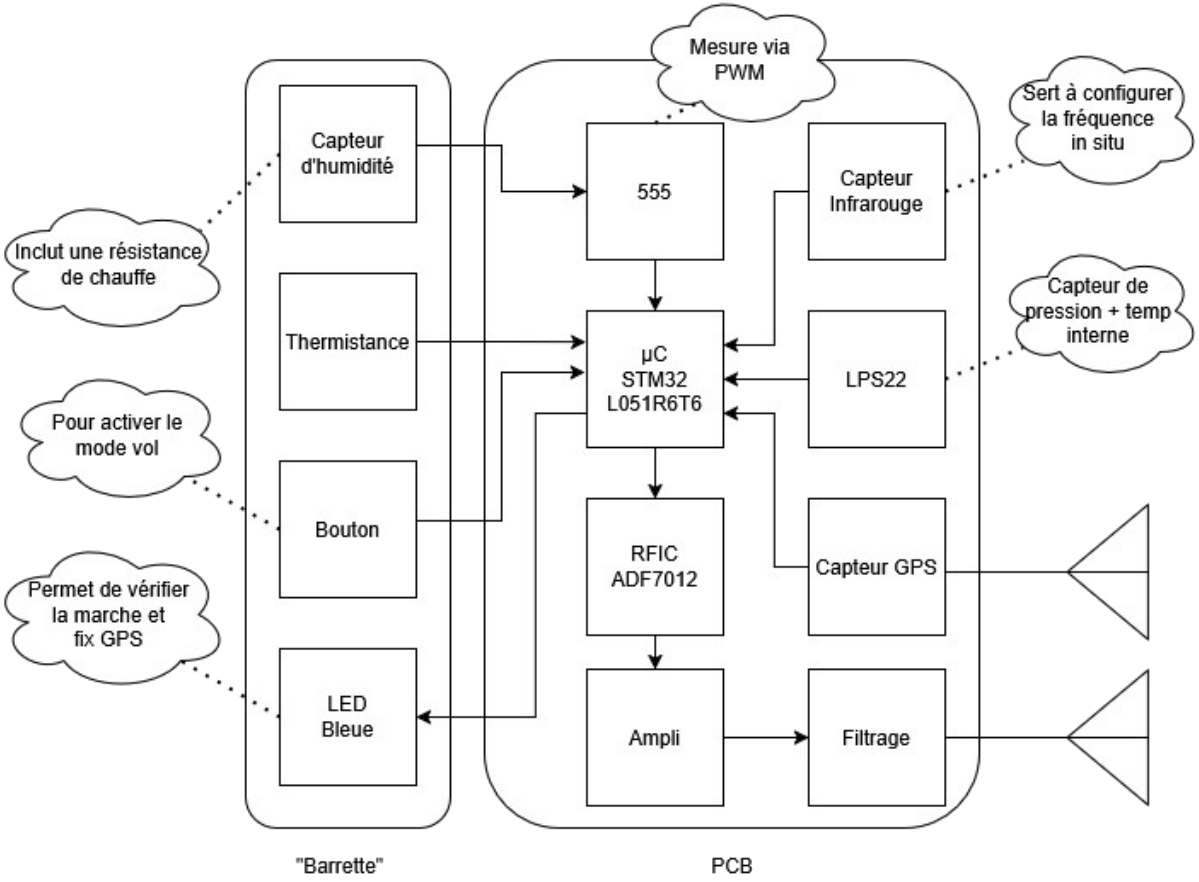
Premiers pas : Rétroingénierie

- Travaux de Tobias OE3TEC en 2020

- Le PDF « magique » : https://www.egimoto.com/dwld/17528ed1858138.pdf

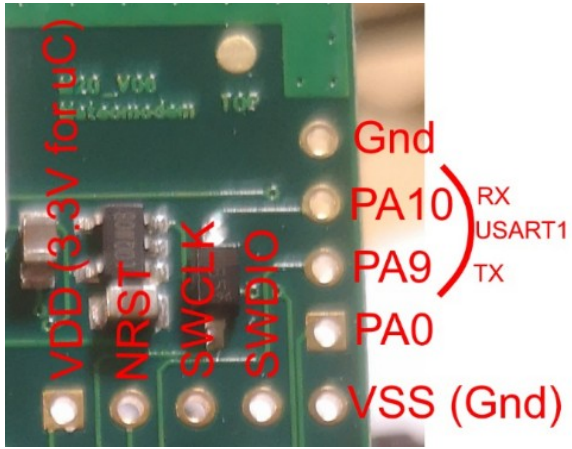
- Princpaux ICs :
  - STM32L051R6T6 d’ST Microelectronics : Microcontrôleur
  - ADF7012 d’Analog Devices : Transmetteur FSK/OOK
  - LPS22 : Capteur pression & température

Premiers pas : Rétroingénierie



Une super carte d'évaluation !

De plus, les broches de programmation sont accessibles :



Premiers pas : Reprogrammation fréquence TX de la M20

- Par « Michel » en 2022
- Script Python pour générer le binaire à flasher sur le STM32
- Utilisation d’un programmateur soit :

Officiel

« Officiel » ;)

http://keraman.free.fr/m20/m20.html

Premiers pas : GPS via UART

- Développé par Jarek Surmacz en 2022

- Récupère la position GPS et l’envoie via l’UART du STM32

https://github.com/infrat/m20-playground

Premiers pas : Trames POCSAG

- Développé par Joel M. (*joyel24*) et Salim F4IFB en 2022

- Peut envoyer une trame POCSAG mais peu de documentation.

https://github.com/joyel24/meteomodem_m20_custom_firmware

Firmware « *M20 Horus* »

- Développé par Paweł SQ2IPS and Jędrzej SQ2DK depuis Mars 2024

- Implémentation de :
  - La lecture des capteurs (GPS, température, humidité, pression)
  - Emission de trames utilisant le protocole radioamateur Horus Binary v2

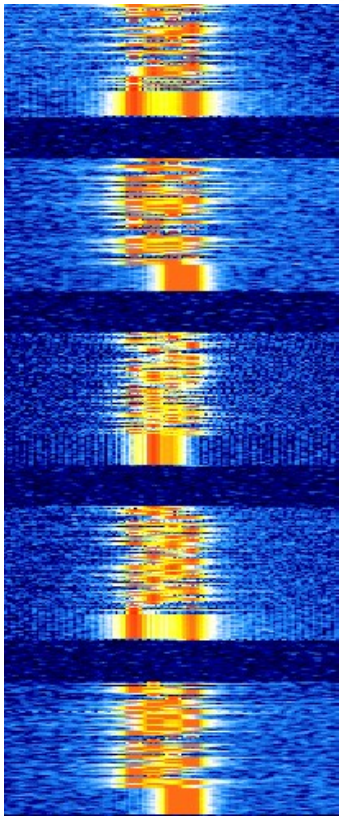
https://github.com/sq2ips/m20-custom-firmware

Horus ?

- Développé par une équipe pilotée par Mark VK5QI afin de remplacer le RTTY pour ballons
- Modulation 4-FSK 100 bauds, espacement « standard » de 270 Hz
- Transmet des trames de 32 octets toutes les 3 secondes. (trames binaires, non ASCII)

Besoin d’un recepteur BLU !

https://github.com/projecthorus/



Spectrogramme (sigidwiki.com)

Format trames Horus Binary v2

Trame de 32 octets:

Octet	Taille (octets)	Description
0	2	Identifiant charge utile
2	2	Numéro de séquence
4	1	Heure
5	1	Minute
6	1	Seconde
7	4	Latitude
11	4	Longitude
15	2	Altitude (m)
17	1	Vitesse (km/h)
18	1	Nombre de satellites GPS
19	1	Température (°C)
20	1	Tension de la batterie
21	9	**Données utilisateur**
30	2	Somme de contrôle CRC16-CCITT

Données spécifique firmware M20 :

#octet	Taille (octets)	Description
21	2	Vitesse d'ascension
23	2	Température extérieure
25	1	Humidité extérieure
26	2	Pression
28	1	Octet de remplissage
29	1	Octet de remplissage

2 octets de libre !

Perspectives : Des choses de libre !

- Nous avons :
  - 2 octets libres dans la trame Horus
  - Accès a plein de broches intéressantes :
    - UART :
      - PA10 - USART1 RX
      - PA9 - USART1 TX
    - GPIO :
      - PA0, PA11 – Non-utilisé
      - PB2, PB3, PB7, PB10, PB11 - Non-utilisé
    - Alim : Vbat et GND

- Il serait possible de créer un nouveau capteur !

Firmware « *M20 Horus* »

- **Firmware expérimental !**
- **Espacement 4-FSK de 244 Hz**
- Lecture du capteur d’humidité manquante.
- Stabilité en fréquence laisse à désirer (XO M20)
- A développer : APRS et CW.
- Aucune optimisation de la consommation pour l’instant.

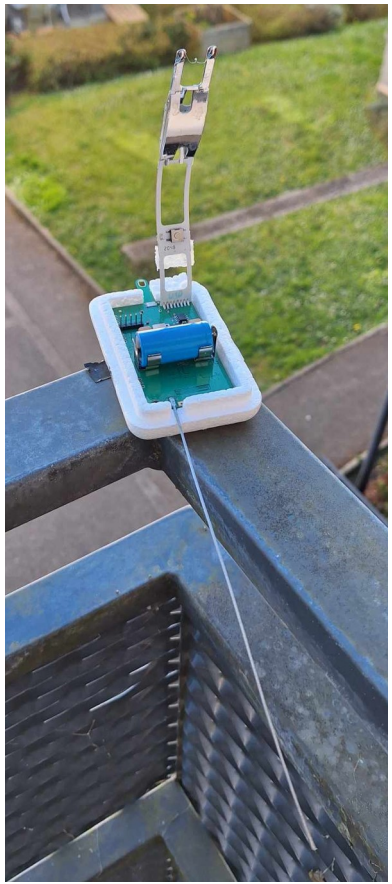
Experience

- 1ère étape : Télécharger le dépôt Git
- 2nde étape : Paramètrer le fichier « config.h »
- 3e étape : Compiler le code à l'aide du conteneur Docker mis à dispostion.

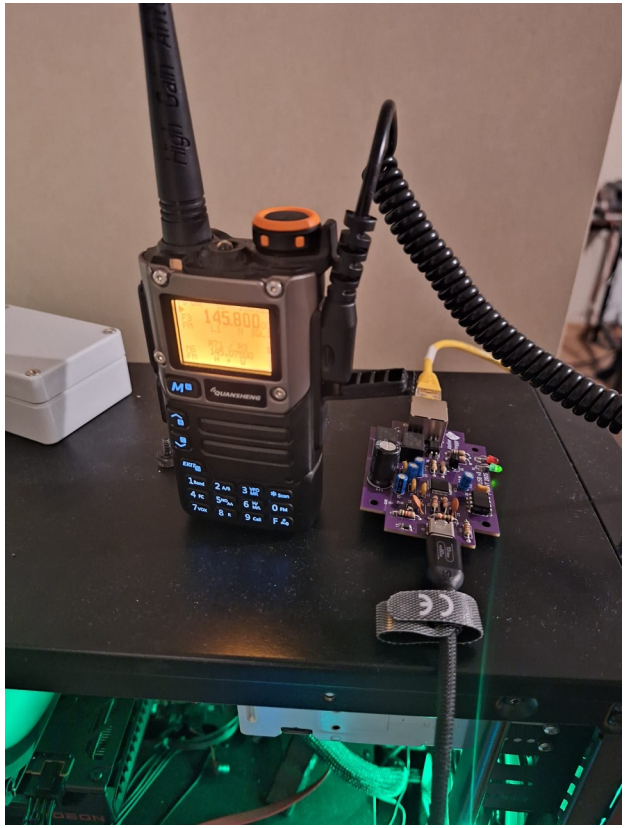
La manip est très bien documentée sur le Github

```
#define PAYLOAD_ID 256

#define TIME_PERIOD 6

#define GPS_TYPE 1

#define QRG_FSK4 435100000

#define PA_FSK4 10
#define RF_BOOST_ACTIVE 1

#define ADF_FREQ_CORRECTION 19

#define LED_MODE 2
#define LED_PERIOD 5
#define LED_DISABLE_ALT 1000
```

Experience



- Sonde flashée avec ce firmware sur le balcon
- UV-K5 firmware F4HWN + interface USB/radio maison



Experience

Horus Telemetry GUI - v0.4.1
Audio
Audio Device:
CABLE Output (VB-Audio Virtual (MME)
Sample Rate (Hz): 48000
Input Level (dBFS): -6 GOOD
Modem
Mode: Horus Binary v1/v2
Baudrate: 100
Enable Mask Estim.:
Tone Spacing (Hz): 244
Manual Estim. Limits:
Stop
SondeHub Other Rotator
Enable SondeHub Upload:
Callsign: F4JNT
Latitude / Longitude: 0 0
Altitude: 0
Antenna:
Radio:
Radio Dial Freq (MHz):
Re-upload Station Info
Save Settings
Spectrum
Spectra
F1 F2 F3 F4
Power (dBFs)
Frequency (kHz)
SNR Plot
SNR
SNR (dB)
Time (s)
1.6
Data
Latest Packet (Raw): 00011A000F3024F3854042B85CD1BF66000008128F13006B0000EA240000872D (13.5 dB SNR)
Latest Packet (Decoded): $$4FSKTEST-V2,26,15:48:36,48.13081,-1.63564,102,0,8,18,2.80,0.19,10.7,0,945.0*D547
Last Packet Age: 00:00:03
Position
Callsign Time Latitude Longitude Altitude Bearing Elevation Range (km)
4FSKTEST-V2 15:48:36 48.13081 -1.63564 102 --- --- ---
Telemetry
Batt Voltage Satellites Temperature Ascent Rate Ext Temperature Ext Humidity Ext Pressure
2.80 8 18.0 0.19 10.7 0 945.0
Log
16:43:33 [ERROR] Horus UDP - Zero Latitude/Longitude, not sending.
16:45:50 [ERROR] Horus UDP - Zero Latitude/Longitude, not sending.

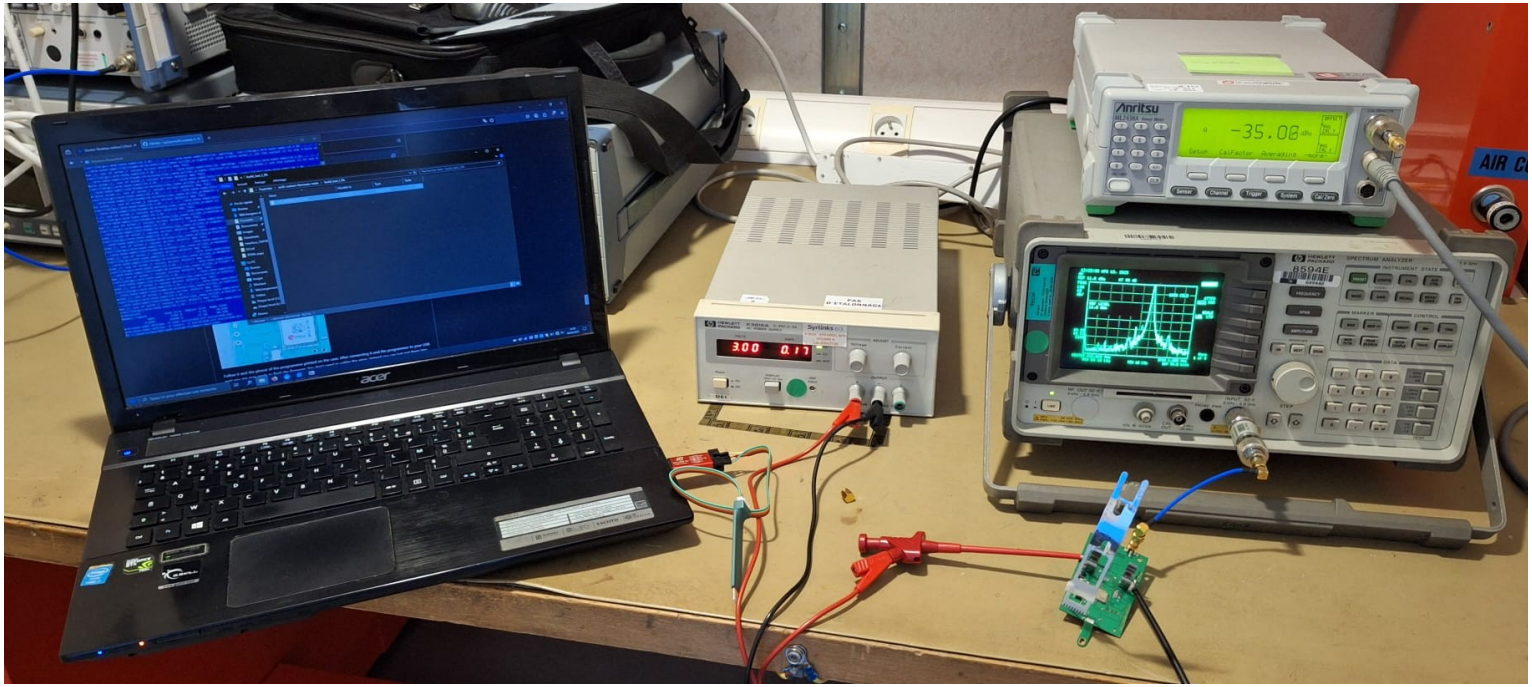
Experience

- Position GPS parfaite

- Capteur de pression probablement endommagé… à moins d’être dans l’oeil d’un cyclone ?

Experience RF

Tests encore en cours...



Perspectives : Amélioration RF ?

- Mesures à 403 MHz vs. 435,1 MHz : ~ 1,7 dB de différence !

@403 MHz :

10,97 dBm = 12,5 mW

@435,1 MHz :

9,28 dBm = 8,47 mW

- Quelles améliorations apporter ?

Perspectives : Amélioration RF ?

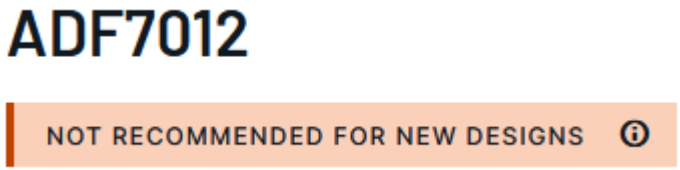
- 1ère étape « évidente » : raccourcir l’antenne de ~17,7 cm à environ 16,5 cm.

- Les autres étapes, impliquant les passifs de la chaîne RF sont beaucoup moins évidentes et en cours de détermination.

Perspectives : Après la M20 ?

- Obsolecence prochaine de l'ADF7012 ?

- En effet, le composant est non recommandé pour les nouveaux designs depuis plusieurs années :



- Composant introuvable sur Mouser/Digikey/Radiospares, LCSC en a parfois une poignée en stock.

Conclusion

- Les radiosondes, c’est super :)
- Un firmware alternatif 100 % radioamateur pour les M20 prêt a voler est disponible.
- Ce firmware apporte de belles perspectives pour la communauté radioamateur.