

APRS avec un Module TTGO LoRa

Anthony Le Cren F4GOH

1. Introduction

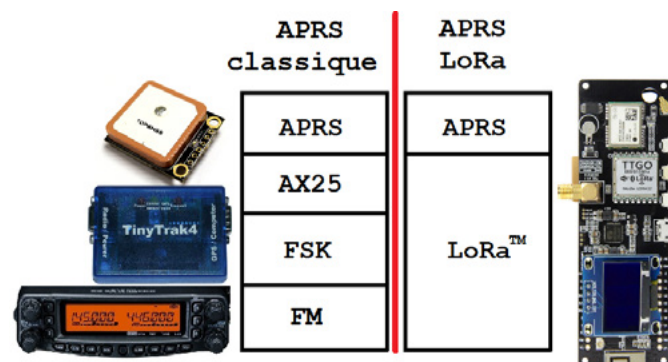
L'APRS (Automatic Packet Reporting System) a été développé par Bob Bruninga WB4APR, en tant que système de communication local en temps réel pour échanger rapidement des données numériques (géolocalisation, balises météo, télémétrie, messages, etc...).

Une balise APRS classique nécessite un émetteur FM (144,800MHz) ainsi qu'un TNC (Terminal Node Controller) utilisant la modulation FSK (frequency-shift keying). Depuis quelques années on constate une prolifération de modules avec comme base le microcontrôleur ESP32.

Parmi ces modules, il existe le TTGO T-Beam réunissant tous les éléments pour réaliser une balise APRS compacte :

- ▶ ESP32.
- ▶ Modem LoRa SX1278 délivrant 20 dBm.
- ▶ GPS.
- ▶ Gestionnaire d'alimentation.
- ▶ Afficheur OLED I²C en option.
- ▶ Support de batterie 3,7 V.

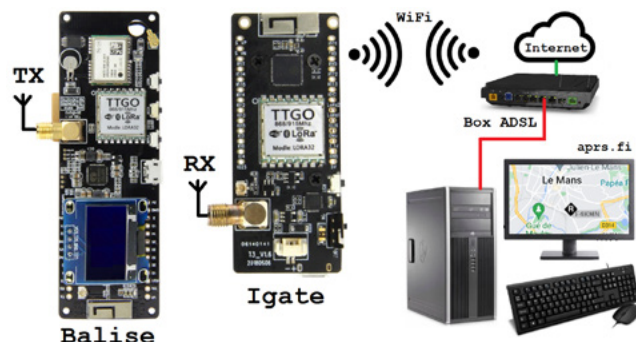
Il en résulte une diminution du volume matériel très conséquente comparé à un dispositif classique FM. L'utilisateur se contentera d'implanter le logiciel dans le microcontrôleur ESP32 et de réaliser la mise en boîtier.



Comparaison de matériel entre une balise classique FM et LoRa.

Peter OE5BPA, initiateur du projet, a eu l'idée d'utiliser la technologie dédiée aux IOT (objets connectés) pour transmettre des trames APRS et ainsi pouvoir utiliser des modules TTGO existants (1).

2. Rappel de la chaîne de transmission APRS

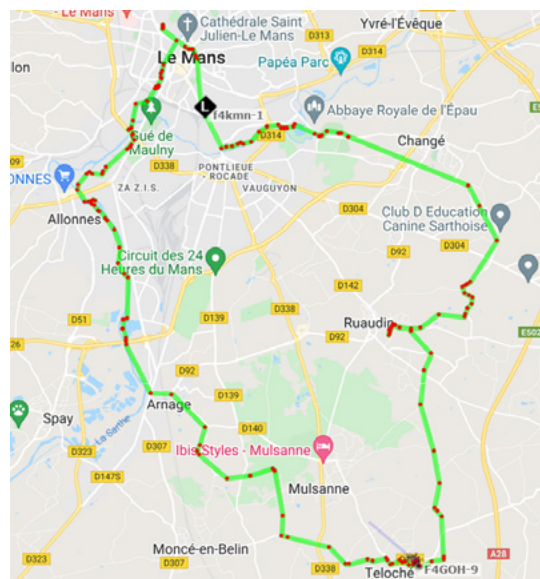


Chaîne de transmission APRS.

La balise ou station mobile (TTGO T-Beam) envoie périodiquement sa position géographique (longitude-latitude). La station fixe (Igate avec un module TTGO ne disposant pas de récepteur GPS) reçoit la position et via sa liaison Wi-Fi reporte celle-ci sur Internet dans les serveurs APRS.

L'utilisateur se connecte sur aprs.fi avec un navigateur, puis consulte la position de la station mobile recherchée. Un utilisateur extérieur ne se rend pas forcément compte de la technologie utilisée (FM ou LoRa). Il est cependant nécessaire d'avoir suffisamment d'Igate LoRa afin de relayer l'information dans les meilleures conditions.

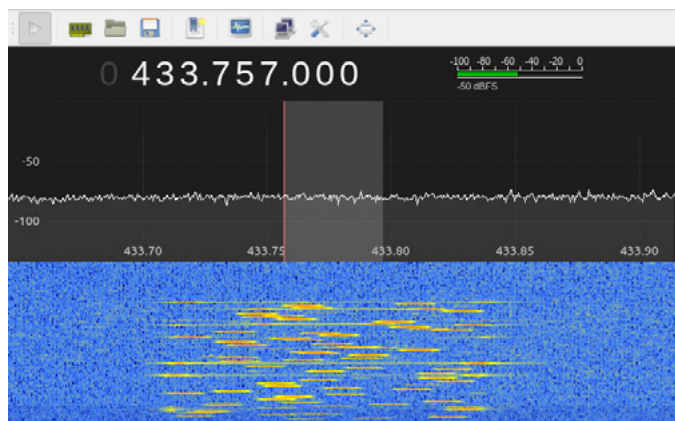
J'ai testé la balise autour de mon QRA en mobile. La réception était satisfaisante dans un rayon de 10/15 km. Bien sûr, l'antenne n'était pas celle d'origine, mais une antenne Jpole 70 cm, toujours avec 20 dBm.



Test autour du Mans avec un Igate au lycée Touchard - Washington F4KMN.

3. La modulation LoRa

LoRa signifie Long Range ou « longue portée » en français. Il s'agit d'une technologie qui permet aux objets connectés d'échanger des données de faibles tailles en bas débit. La radio LoRa repose sur une transmission à étalement de spectre.



Modulation LoRa dans le waterfall de GQRX.

Pour en savoir plus sur la technologie Lora, je vous conseille de lire l'excellent livre réalisé par Sylvain MONTAGNY à l'université Savoie-Mont Blanc (2). Pour les développeurs, vous trouverez une description de la bibliothèque LoRa utilisée dans le projet par Philippe Simier (8).

La plupart du temps, les modems LoRa couvrent la bande de radiofréquence industrielle, scientifique et médicale (ISM) sur 868 MHz, mais il existe des modules SX1278 utilisant la bande amateur UHF 430/440 MHz. Il faudra donc être très vigilant lors de l'achat du TTGO afin d'avoir la bonne plage de fréquence pour l'émetteur et le récepteur.

4. Programmation logicielle de l'igate

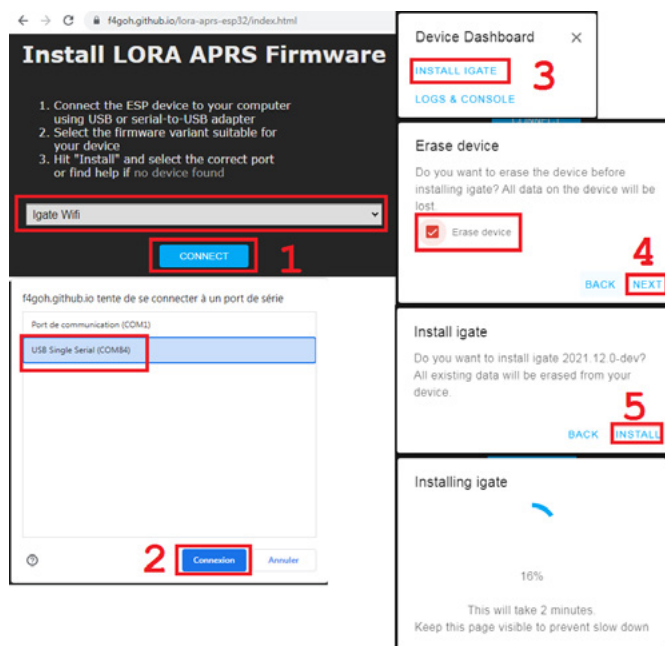
Je vous conseille de commencer par programmer le TTGO Igate en premier lieu et ainsi vérifier si la connexion Internet est correcte via le Wi-Fi.

Pour cela deux possibilités :

- ▶ Utiliser le programme original de Peter sur son site Github. Mais il faudra au préalable installer Visual studio code, recompiler le programme et modifier un fichier de configuration JSON. Ce n'est pas une chose aisée pour tout OM (1).
- ▶ Utiliser un outil de programmation en ligne prêt à l'emploi. En effet, à partir du code source de Peter, j'ai créé ma propre « version » facilitant la programmation logicielle (3).

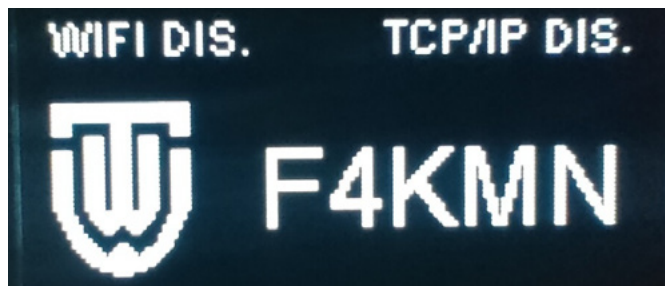
Après avoir branché le module avec un câble USB sur le PC, vérifier l'installation des pilotes USB série COM. Les utilisateurs de Windows10 et Linux n'auront pas de problème particulier. Noter le numéro du port COM nouvellement installé.

Avec le navigateur Chrome, saisir l'adresse URL (4), sélectionner « **Igate WiFi** » dans le menu déroulant. Cliquer sur « **connect** », choisir le bon port COM et suivre la procédure de programmation conformément aux copies d'écran ci-contre.



Les différentes étapes pour programmer le logiciel de l'igate.

Une fois programmé, l'écran OLED affiche le logo du lycée F4KMN. Il faut maintenant configurer l'igate en utilisant un terminal série comme par exemple Putty à un débit de 115200 Bauds.



Ecran d'accueil du radio-club du lycée Touchard - Washington F4KMN.

L'igate est programmé, il reste la configuration en ligne de commandes avec un terminal série.



GILET REPORTER UNISEXE

Taille, couleur, indicatif et prénom à préciser à la commande.
Délai de personnalisation : 5 à 10 jours ouvrés.

PEF031

32,00€

Port compris

```

COM84 - PuTTY
ets Jun  8 2016 00:22:57

rst:0x1 (POWERON_RESET),boot:0x13
configsip: 188777542, SPIWP:0xee
clk_drv:0x00,q_drv:0x00,d_drv:0x00
mode:DIO, clock div:2
load:0x3fff0018,len:4
load:0x3fff001c,len:2668
load:0x40078000,len:7304
load:0x40080000,len:5312
entry 0x40080274
Set SPI pins!
Set LoRa pins!
frequency:
433775000
LoRa init done!
Tache RX en fonctionnement
Tache Afficheur en fonctionnement

>Press m key to enter menu
....help command for info

>help

```

Pour accéder au menu de configuration, il faudra appuyer sur la touche « m » dès le démarrage de l'ESP32.

Taper la commande **help** pour avoir de l'aide sur la configuration, il y a un exemple de configuration qui s'affiche. Au minimum, il faudra configurer :

- ▶ Le point d'accès SSID Wifi avec le mot de passe.
- ▶ L'indicatif (**callsign**).
- ▶ La position géographique de l'igate (longitude, latitude en degrés minutes décimales).
- ▶ Activer la connexion Internet.
- ▶ Afficher le bilan des modifications (commande **show**).

La prise en compte des paramètres se fait lors de la sortie du menu en tapant **exit**.

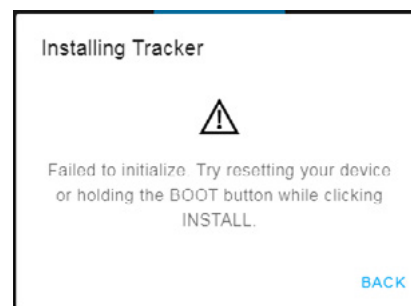
```

>help
Available commands
Set ssid           : ssid mywifi
Set password       : pass toto
Set new callsign   : call f4goh-6
Set latitude in degrees minutes decimal : latitude 4753.41N
Set longitude in degrees minutes decimal : longitude 00016.61E
Set new comment    : comment hello
Set frequency      : freq 433775000
Enable wifi for igate (aprs.fi) : internet 1
Enable local wifi Access Point for AprsDroid : internet 0
When disable igate, local wifi AP are enable
Set server         : server euro.aprs2.net
Set port           : port 14580
Set Digipeater enable (0 or 1) : digi 1
Show configuration : show
Reset default configuration : raz
Exit menu         : exit
>

```

Au minimum, six paramètres sont nécessaires pour configurer l'igate (en rouge)

Une fois configuré le TTGO doit se connecter sur le serveur APRS. Une icône indiquant la position de l'igate doit apparaître sur le site **aprs.fi**.



En cas d'erreur, il faudra relier le GPIO0 au GND avant de programmer le TTGO.

5. Programmation logicielle de la balise

La procédure pour programmer la balise est identique à celle de l'igate. Il faudra d'abord initialiser le GPS avec le programme « **Reset GPS** », puis reprogrammer à nouveau le module avec le logiciel « **Tracker** ».

```

COM3 - PuTTY
$GPGSV,2,2,07,23,49,064,37,27,83,044,37,30,08,324,37*4E
$GPRLL,4753.40978,N,00016.60753,E,064715.00,A,A*6F
$GPRMC,064716.00,A,4753.40965,N,00016.60746,E,0.022,,300822,,A*76
$GPTWC,,T,,M,0.022,N,0.041,K,A*26
$GPGGA,064716.00,4753.40965,N,00016.60746,E,1,06,1.58,55.0,M,46.3,M,,*6A
$GPGSA,A,3,16,23,27,08,10,30,,,,,4.45,1.58,4.16*01

```

Le programme Reset GPS affiche les trames NMEA sur le port série en 115200 bauds.

Taper la commande **help** pour avoir de l'aide sur la configuration ; il y a un exemple de configuration qui s'affiche.

Au minimum, il faudra configurer :

- ▶ L'indicatif (**callsign**).
- ▶ Le symbole/APRS sous forme d'un caractère ASCII.
- ▶ La seconde de transmission.
- ▶ Le commentaire.

La prise en compte des paramètres se fait également lors de la sortie du menu en tapant **exit**.

```

COM3 - PuTTY
>Press m key to enter menu
....help command for info

>help
Available commands
Set new callsign           : call f4goh-6
Set frequency              : freq 433775000
Set user symbol            : symbol >
Set second thing           : second 20
Set new comment            : comment hello
Set Battery measurement in comment (0 or 1) : setbat 1
Set altitude feild in pdu (0 or 1) : pdalt 1
Set Course/Speed feild in pdu (0 or 1) : setcs 1
Set compression position (0 or 1) : setcomp 1
Set dynamic Platform Model : navmod portable
                             navmod stationary
                             navmod pedestrian
                             navmod automotive
                             navmod sea
                             navmod airborne1g
                             navmod airborne2g
                             navmod airborne3g
                             navmod wrist
                             navmod bike

Show configuration        : show
Reset default configuration : raz
Exit menu                : exit
>

```

Au minimum, quatre paramètres sont nécessaires pour configurer la balise (en rouge)

L'intervalle entre deux transmissions est fixe, toutes les minutes. Le paramètre des secondes fixe le moment où transmettre la trame dans la minute. Cela évite d'avoir des collisions entre plusieurs balises à proximité l'une de l'autre.

L'utilisateur pourra également activer l'envoi de l'altitude et l'information de cap et de vitesse. Si la mesure de la tension et du courant consommé est activée, le commentaire ne sera pas envoyé.

Le dernier paramètre est le modèle dynamique du GPS. En effet si la balise est placée dans un ballon sonde, il est absolument nécessaire de changer le modèle par « **airborne1g** » afin de garantir une mesure correcte de l'altitude.

Dynamic Platform Model Details

Platform	Max Altitude [m]	MAX Horizontal Velocity [m/s]	MAX Vertical Velocity [m/s]	Sanity check type	Max Position Deviation
Portable	12000	310	50	Altitude and Velocity	Medium
Stationary	9000	10	6	Altitude and Velocity	Small
Pedestrian	9000	30	20	Altitude and Velocity	Small
Automotive	6000	100	15	Altitude and Velocity	Medium
At sea	500	25	5	Altitude and Velocity	Medium
Airborne <1g	50000	100	100	Altitude	Large
Airborne <2g	50000	250	100	Altitude	Large
Airborne <4g	50000	500	100	Altitude	Large
Wrist	9000	30	20	Altitude and Velocity	Medium
Bike	6000	100	15	Altitude and Velocity	Medium

Modèles de configuration du GPS, par défaut il est en « Portable », incompatible avec un ballon sonde.

```
>show
Call is           : f4goh-9
Symbol is        : b
Frequency is     : 433775000
Transmit at second : 20
Battery measurement is : Enable
Altitude is      : Enable
Course/Speed is  : Enable
Compression is   : Disable
Dynamic Platform Model is : airborne1g
Comment is      : hello
>
```

Un exemple de configuration pour un ballon sonde.

6. Bilan de la configuration

Lorsque la balise et l'igate sont sous tension, l'affichage de la trame sur l'écran Oled utilise plusieurs pages et ce, afin de faciliter la lisibilité.

```
WIFI EN.    TCP/IP EN.
f4goh-9    1
Bat:4.07V/-99mA
RSSI: -62 dBm

WIFI EN.    TCP/IP EN.
Altitude 78 m
Course 080 °
Speed 080 kts

WIFI EN.    TCP/IP EN.
4753.41N
00016.60E
```

Affichage d'une trame sur plusieurs pages sur l'écran Oled.

Il faudra bien évidemment se rendre sur le site aprs.fi pour vérifier le report correct de la position de la balise.

7. Utilisation avec APRSDroid sur Android

Il est possible d'utiliser un module TTGO sans GPS (même version que pour l'igate) en tant que balise avec un smartphone et le logiciel APRSDroid. Dans ce cas, c'est le GPS interne du smartphone qui est utilisé.

Dans la configuration du module Igate il faudra désactiver la connexion Internet (Enable local wifi Access Point for AprsDroid : internet 0)

Le module TTGO démarre alors en point d'accès WiFi. Avec le smartphone, connectez-vous sur ce point d'accès (SSID : « APRS Droid », mot de passe « totototo ».

Côté APRSDroid, quelques changements dans le menu « paramètres APRS » s'imposent (5) :

- ▶ Préférences de connexion : TNC(texte brut TNC2), TCP/IP
- ▶ Connexion APRS : TCP/IP
- ▶ Serveur KISS TCP à contacter : 192.168.4.1 :14580

Il ne reste plus qu'à envoyer une position avec APRSDroid. Le TTGO est utilisé en tant que passerelle radio/smartphone. Cette situation est très pratique pour localiser les balises en portable sans utiliser de PC avec le menu de cartographie intégré avec APRSDroid.

8. Conclusion :

Il existe de nombreux projets autour du TTGO. Ce module a un bel avenir parmi les « makers » et les fans de « DIY ». Le côté radioamateur n'est évidemment pas oublié en utilisant le protocole APRS existant. L'ensemble permet de réaliser une balise très rapidement et à moindre coût. J'ai réécrit le logiciel avant tout pour le lancement d'un ballon au lycée Touchard - Washington en juin 2022 (6). Mais l'application peut être utilisée dans beaucoup de domaines différents. Il y aura des mises à jour du software en fonction des besoins futurs.

73 et bon trafic en LoRa APRS.

Liens :

- (1) <https://github.com/lora-aprs>
- (2) <http://urls.r-e-f.org/uq230ki>
- (3) <https://github.com/f4goh/lora-aprs-esp32>
- (4) <http://urls.r-e-f.org/bj155qz>
- (5) <http://urls.r-e-f.org/jo321fl>
- (6) <http://urls.r-e-f.org/pe158sj>
- (7) <http://urls.r-e-f.org/ck312hu>