

Mise en service d'un I-Gate et d'un tracker LoRa-APRS

Julien Sansonnens HB9HRD (julien@jsansonnens.ch)

LoRa est une technologie de radiocommunication qui connaît un intérêt croissant dans le cadre de l'IoT («internet des objets»). En tant que spécialistes des nouvelles technologies par voie hertziennes, il n'est pas étonnant que les radioamateurs s'y intéressent toujours plus. Ainsi, des développements récents et particulièrement intéressants ont lieu, permettant de faire transiter des trames APRS à l'aide d'une couche LoRa. Dans cet article, nous présentons brièvement LoRa-APRS ainsi qu'une solution de mise en service d'un I-Gate et d'un tracker adaptés à cette modulation.

LoRa («Long Range») désigne une couche matérielle de radiocommunication permettant la transmission de données à l'aide de puissances d'émission et de débits faibles (300 bps à 5 kbps). Typiquement, dans le cadre de l'IoT, LoRa est utilisé pour transmettre sur quelques kilomètres un très faible volume de données, par exemple provenant d'un capteur (température, pression, etc.), à l'aide de puissances réduites. Ces caractéristiques entraînent une consommation électrique modeste permettant d'envisager une autonomie sur pile de plusieurs mois, voire années. LoRa repose sur un protocole propriétaire appartenant à *Semtech Corporation* (brevet racheté en 2012 à l'entreprise française *Cycleo*) et fonctionne à l'aide d'une modulation dite à étalement de spectre: le principe consiste à utiliser une bande passante plus large que nécessaire pour coder le signal: cette redondance permet de rendre le signal plus résistant à différentes perturbations (*multi-path fading*, effet Doppler, distorsion). En théorie, LoRa permet de démoduler un signal jusqu'à -20dB sous le niveau de bruit ! La bande passante typique utilisée est de 125 kHz.

En Suisse, deux bandes de fréquences peuvent être utilisées par LoRa dans les plages dites «ISM» (industrial, scientific and medical): autour de 433 MHz (EU433) et autour de 868MHz (EU868). Ces deux plages sont utilisables librement sans concession dans le respect de la norme LoRa: la puissance maximale autorisée est de 10 mW erp en 433 MHz et de 25 mW erp en 868 MHz. La plage des 433 MHz nous intéresse particulièrement car ici, les radioamateurs disposent d'une allocation secondaire. Pour ce projet, nous allons travailler «chez nous» dans la bande de 433 MHz: les caractéristiques de propagation des ondes sur cette bande sont par ailleurs un peu plus intéressantes qu'en 868 MHz en terrain dégagé, mais les antennes sont un peu plus longues.

L'APRS est un système de radiocommunication numérique développé pour les radioamateurs par Bob Bruninga WB4APR (SK) dès 1984. Basé sur la norme de packet radio AX.25, l'APRS permet l'envoi de différentes informations entre stations. L'utilisation la plus commune consiste à partager une position géographique (téléométrie) mais le système permet d'autres usages, notamment l'échange de messages courts de type «SMS». L'APRS a été pensé avant la démocratisation de l'internet et est

conçu pour fonctionner de manière autonome, ce qui le rend intéressant en cas de catastrophe, les trames étant relayées de station en station, par voie RF, jusqu'à destination.

Alors que l'APRS «traditionnel» fonctionne en FM sur une fréquence unique (en Europe) de 144.800 MHz, des développements récents permettent d'utiliser LoRa comme support physique. Pourquoi faire passer de l'APRS sur une couche LoRa? Avant tout, parce que c'est possible! Le radioamateurisme s'exerce par l'expérimentation, l'apprentissage et le développement de nouvelles technologies, depuis l'époque des pionniers. Cette solution présente par ailleurs plusieurs avantages techniques et financiers: consommation réduite, miniaturisation des équipements, autonomie décuplée, très faible coût à l'achat des composants, etc. Il est donc probable qu'une partie croissante du trafic APRS transitera à l'avenir en LoRa, en parallèle aux trames VHF.

Montage de l'I-Gate et du tracker LoRa-APRS

L'installation d'un I-Gate (passerelle entre le réseau APRS sur Internet et la voie RF LoRa) et d'un tracker (module d'envoi de la position GPS) constitue un projet réalisable sans trop de difficulté, en un temps court et à bas coût. C'est un projet idéal pour une section locale ou un OM appréciant «la bricole» et n'ayant pas peur de faire quelques essais et erreurs avant d'arriver au but.

*En Suisse, on compte aujourd'hui environ 60 I-Gate LoRa-APRS sur le territoire. Les régions de Bâle et Zurich sont particulièrement bien couvertes. En Suisse romande, quelques OM et clubs exploitent un I-Gate mais la couverture reste lacunaire. Au Tessin, nous n'avons pas connaissance d'équipements en fonction (**Photo 1**). Comme un I-Gate peut être configuré en mode passif (uniquement RX), cet équipement n'est pas une station non-desservie et peut donc être installé librement, sans demande de concession à l'OFCOM. Un I-Gate installé au domicile d'un radioamateur consomme très peu d'énergie et de bande passante internet mais est utile à l'ensemble de la communauté... Sharing is caring !*

Nous allons travailler avec des modules LORA32 et T-Beam de marque *Lilygo*: l'utilisation d'un autre type de matériel sort du cadre de cet article. Nous proposons

d'utiliser le matériel suivant, qui peut être commandé sur plusieurs sites de commerce en ligne bien connus^{1, 2}:

Référence	≈ CHF
I-Gate: LILYGO® TTGO LoRa32 V2.1_1.6 Version 433 MHz	15.-
I-Gate: alimentation 230V Micro-USB	12.-
Tracker: LILYGO® TTGO Meshtastic T-Beam V1.2-Carte de Développement ESP32 LoRa, Appareil avec Wifi, BLE, GPS, Écran OLED, 433MHz (choisir la version avec écran OLED déjà soudé), chipset SX1278	33.-
Tracker: antenne UHF pour portable	8.-
Tracker: batterie 18650 3.7V flat-head	15.-
TOTAL	83.-

Quelques remarques

- L'antenne de l'I-Gate n'est pas incluse dans la liste du matériel. L'I-Gate ainsi que le tracker sont fournis avec une antenne de qualité médiocre: nous recommandons l'achat d'antennes UHF plus performantes.
- Batterie lithium 18650: attention, cette référence existe en plusieurs dimensions. Il faut choisir la dimension standard (18 x 650), et prendre la version «flat-head» sans circuit PCB. Le circuit de protection PCB allonge la longueur, la batterie ne rentre plus dans son emplacement.

Compilation du firmware et configuration des modules

Sous Windows, la compilation du firmware ainsi que la programmation des modules s'effectue à l'aide de MS Visual Studio Code, téléchargeable librement. Nous utiliserons le code développé par Ricardo Guzman (CD2RXU)³. Il s'agit d'un fork du code LoRa-APRS original de Peter Buchegger (OE5BPA) qui offre plus de fonctionnalités, un meilleur support matériel et une optimisation de la taille des trames. Dans github, cliquez sur «code», puis «download zip», ceci pour le tracker comme pour l'I-Gate. Les modules sont connectés à l'ordinateur par port micro-USB. Si le périphérique n'est pas reconnu, il faut installer le driver pour matériel «CH9102⁴». Pour des raisons de place, nous renonçons à détailler dans cet article la procédure de compilation des firmwares et leur installation. Plusieurs tutoriels existent sur le web. Nous recommandons par exemple les pages suivantes:

- <https://www.egloff.eu/> cliquer sur «la technique», puis «APRS»
- <https://on5vl.org/lora-aprs-le-guide-pratique/>
- <https://hb9tjm.net/lora-igate/>
- <http://www.f5kmy.fr/spip.php?article509>

Concernant la configuration, la plupart des paramètres



sont intuitifs. En APRS, l'indicatif peut être complété avec un «SSID», permettant d'identifier le type de station: conformément aux spécifications APRS, nous recommandons d'utiliser le SSID «-12» pour le tracker (par ex: «MYCALL-12») et le SSID «-10» pour l'I-Gate.

Configuration du tracker: quelques remarques

- «symbol»: choix du pictogramme qui apparaîtra sur une carte APRS: la recommandation est d'utiliser une voiture (>) ou un piéton ([]). Pour l'I-Gate, le symbole est configuré automatiquement (un «L» rouge pour un I-Gate RX&TX, un «L» noir pour un I-Gate RX).
- «comment»: permet d'ajouter un message aux trames de télémétrie. Afin de ne pas allonger la durée de transmission et diminuer l'autonomie de la batterie, nous recommandons de laisser vide.
- «smart_beacon»: permet d'adapter «intelligemment» le temps entre deux émissions en fonction des déplacements du tracker. Les paramètres doivent être choisis selon le type de déplacement (piéton, voiture...). Plusieurs tutoriels peuvent être trouvés sur le web avec des paramètres conseillés.
- «displayEcoMode»: permet d'éteindre l'écran après X secondes. Nous recommandons d'utiliser cette option.

Configuration de l'I-Gate: quelques remarques

- «StationMode»: attention les modes «2» (RX & TX) et «3» (Digipeater) s'apparentent à des stations non-desservies et nécessitent un indicatif attribué par l'OFCOM aux clubs de radioamateurs. Le mode « 1 » peut être utilisé avec son indicatif personnel, suivi du SSID «-10».
- «passcode»: plusieurs sites web permettent de générer ce mot de passe⁵.
- «reportingDistance»: spécifie la distance maximale des trackers que nous reportons sur le réseau APRS. Etant donné que le maillage est encore parcellaire, en particulier en Suisse romande, nous suggérons d'augmenter ce paramètre à 60 km, même s'il est peu probable que des trames puissent encore être reçues à cette distance.

- «power» (en dBm): ne s'applique qu'aux station Mode «2» et «3»: la norme LoRa prévoit une puissance maximale de 10 dBm sur la bande des 433 MHz. Juridiquement, il existe un flou sur le fait que les radioamateurs, qui disposent ici d'une allocation secondaire, peuvent ou non émettre avec des puissances plus élevées, car deux réglementations s'opposent (régulation LoRa/ISM et régulation de la bande radioamateur). Le matériel est prévu pour supporter jusqu'à 20 dBm: dans le doute, nous recommandons de ne pas dépasser les 10 dBm.
- «spreadingFactor»: peut être défini entre «7» et «12»: plus le spreadingFactor est élevé, plus le nombre de bytes pouvant être envoyé par unité de temps est faible, mais plus la portée augmente. Nous recommandons de conserver 12.
- «bme»: permet d'utiliser un capteur météo BME280.

Utilisation du tracker

L'utilisation de l'I-Gate ne requiert pas d'explication particulière. Pour le tracker, la recharge de la batterie s'effectue par port micro-USB. Attention, comme nous utilisons une batterie non-protégée, il est impératif de **vérifier que la tension ne dépasse pas 4.2 V (risque d'incendie !)**. De même, ce type de batterie ne doit pas être déchargée en-dessous de 3 V (**Photo 2**). Le tracker n'enverra sa position qu'après avoir détecté au minimum 4 satellites GPS (l'indication figure sur l'écran). Lors de la première utilisation, la réception de ces signaux peut prendre du temps (>20 min). L'antenne GPS étant minuscule, il est parfois impossible de faire fonctionner le tracker en intérieur: l'achat d'une antenne externe est recommandé.

Le tracker dispose d'un menu permettant d'accéder à plusieurs fonctions. Le bouton central est utilisé pour naviguer dans ce menu:

Menu 0

- 1 pression courte = Envoi d'une trame de positionnement
- 1 pression longue = changement d'indicatif (parmi les 3 indicatifs enregistrés)
- 2 pressions courtes = accès au Menu 1

Menu 1

- 1 pression courte = lire les messages reçus
- 1 pression longue = effacer tous les messages de la mémoire
- 2 pressions courtes = accès au Menu 2

Menu 2

- 1 pression courte = demande d'un bulletin météo
- 1 pression longue = écoute les trackers proches et indique la distance jusqu'à eux
- 2 pressions courtes = accès au Menu 3

Menu 3

- 1 pression courte = sans effet
- 1 pression longue = écran en mode éco (s'éteint après 4s)
- 2 pressions courtes = accès au Menu 0

Boîtier

Il reste à construire un boîtier pour protéger les modules. La solution la plus élégante consiste à créer des boîtiers ad-hoc à l'aide d'une imprimante 3D. Ne possédant pas ce type de matériel, j'ai fait au plus simple en réutilisant les boîtes en plastique d'emballage des modules. Cette solution n'est pas très «clean» mais elle a l'avantage de ne rien coûter et d'être facile à mettre en œuvre (**Photo 3**). Pour le tracker, le principe consiste à percer un premier trou à hauteur du connecteur SMA. Une fois le module installé dans la boîte, j'ai creusé un deuxième vide pour la prise micro-USB à l'aide d'un cutter, et j'ai collé l'antenne GPS contre une paroi. Il reste à creuser une série de trous d'aération sur le dessus, ainsi que deux trous permettant d'accéder aux boutons «PWR» et «Menu» (les boutons doivent être actionnés à l'aide d'une petite tige... pas très pratique). Pour l'I-Gate, j'ai procédé de manière similaire (**Photo 4**). Je vous souhaite beaucoup de plaisir à expérimenter l'APRS sur LoRa. Pour toute question ou remarque, n'hésitez pas à me contacter par courriel (adresse disponible sur ma page QRZ.com). ■



Photo 2

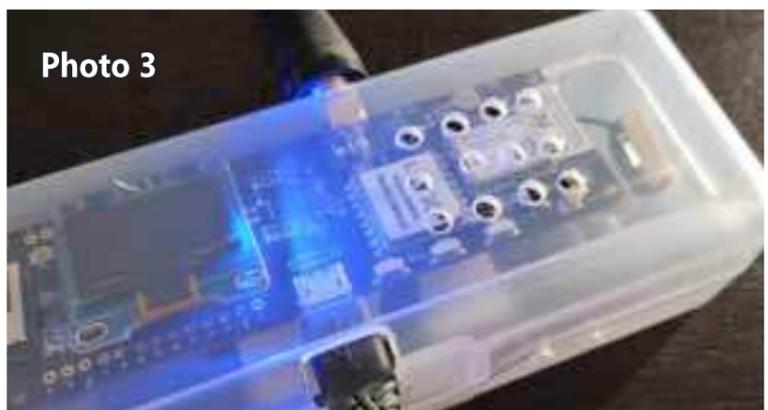


Photo 3



Photo 4

Footnotes

¹ Par exemple <https://bit.ly/3rHKyPD> (Amazon) ou <https://www.aliexpress.com/store/2090076/> (AliExpress)

² Attention, ne pas choisir la version SX1268, plus récente, qui n'est pas (encore) supportée

³ <https://github.com/richonguzman/>

⁴ https://github.com/Xinyuan-LilyGO/CH9102_Driver_pour_Windows

⁵ <https://apps.magicbug.co.uk/passcode/>