

Des réseaux mobiles alternatifs (presque) libres avec LORA

Rencontres Hivernales du Libre 27.1.2024

Mathias Coinchon (HB9UFQ)

Agenda

- Explication sur LORA et ses différentes variantes, utilisations
 - LoraWan
 - Lora APRS (radioamateur)
 - Meshtastic
- Comment faire des transmissions en pratique, cas d'utilisation
- Démo (si le temps le permet ou alors offline)

C'est qui Lora ?

LPWAN (Low Power Wide Area Network)

- Désigne les protocoles de transmission sans-fils à faible débit, faible puissance pour la transmission à large échelle.
- Beaucoup de systèmes, standardisés ou propriétaires.
- LoraWan est le plus répandu actuellement de par sa démocratisation et ses performances.
- Autres systèmes: SigFox , Dash7

Comparaison (non exhaustive)



NB-IoT

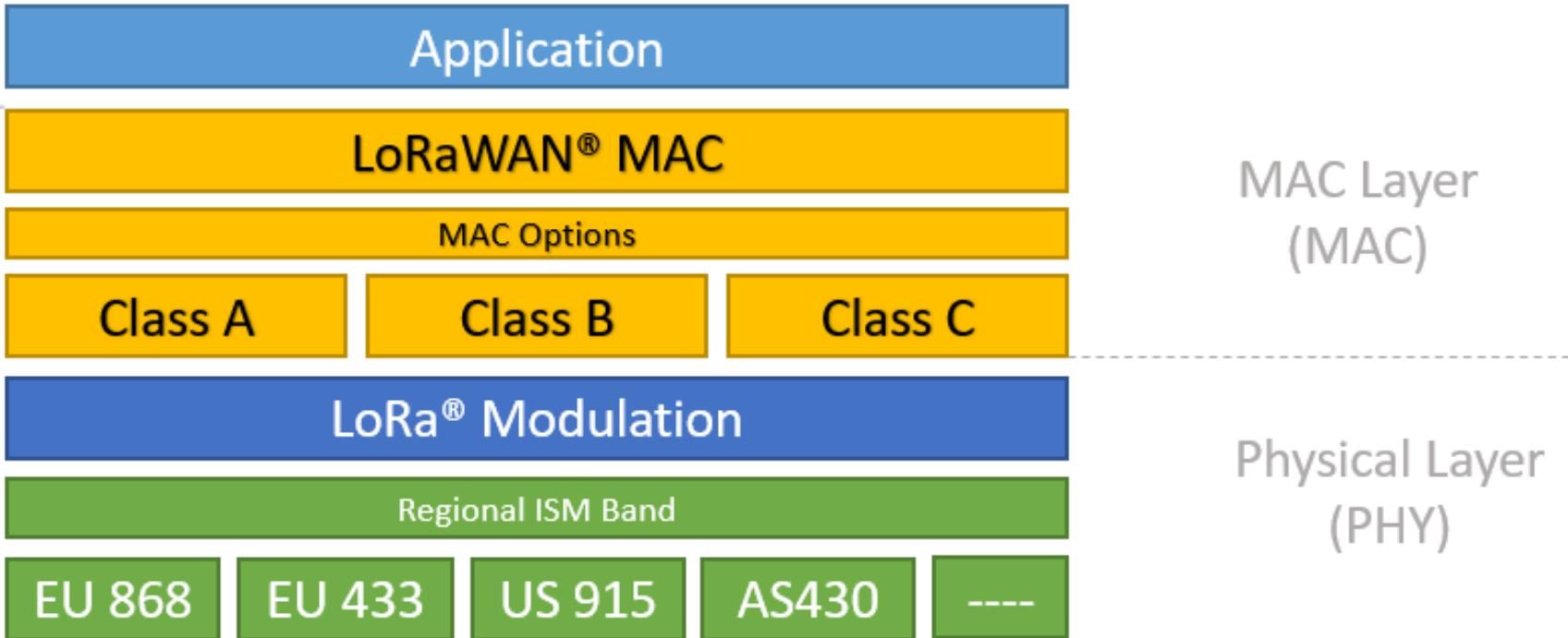


	LoRa / LoRaWAN	Sigfox	NB-IoT	LTE-M	RPMA	Weightless-P	Symphony Link
Origin	France	France	USA (Global)	USA (Global)	USA	UK	USA
Proprietary or open	LoRa – proprietary LoRaWAN - open	Net – proprietary Devices – open	Open	Open	Proprietary	Open	Proprietary
Cellular	No	No	Yes	Yes	No	No	No
Spectrum	Unlicensed	Unlicensed	Licensed	Licensed	Unlicensed	Unlicensed	Unlicensed
Range, km	urban: 2-5 rural: 15	urban: 3-10 rural: 30-50	urban: 1-5 rural: 10-15	urban: 2-5	urban: 1-3 rural: 25-50	urban: 2	urban: 2-5 rural: 15
Speed, uplink / downlink	50 kbps / 50 kbps	300 bps / –	250 kbps / 250 kbps	1 Mbps / 1 Mbps	634 kbps / 156 kbps	100 kbps / 100 kbps	100 kbps / 100 kbps
Power consumption	●●●	●	●	●●●	●●	●	●●
Security	●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Availability of devices	●●	●●●	●●	●	●●	●	●●
Price*	●●	●	●●	●●●	●●●	●	●●
Areas of application	Precision farming, manufacturing automation, pipeline monitoring	Predictive maintenance, capacity planning, demand forecasting	Electric metering, manufacturing automation, retail PoS	tracking objects, wearables, energy management, utility metering, city infrastructure	Digital oilfield, connected cities, usage-based insurance, agriculture	Smart grid, healthcare, automotive, smart cities, asset tracking	Industrial control systems, lighting control, alarm systems
Supporting companies	IBM, Semtech, Cisco, HP, Orange, Kerlink, Actility	STMicroelectronics, Texas Instruments, Atmel, Silicon Labs	Huawei, Ericsson, Qualcomm, Vodafone	Verizon, AT&T, Nokia	Ingenu	Accenture, Sony Europe, uniik, ARM, Telensa	Link Labs

Source:flespi.com

LORA (LOng RAnge)

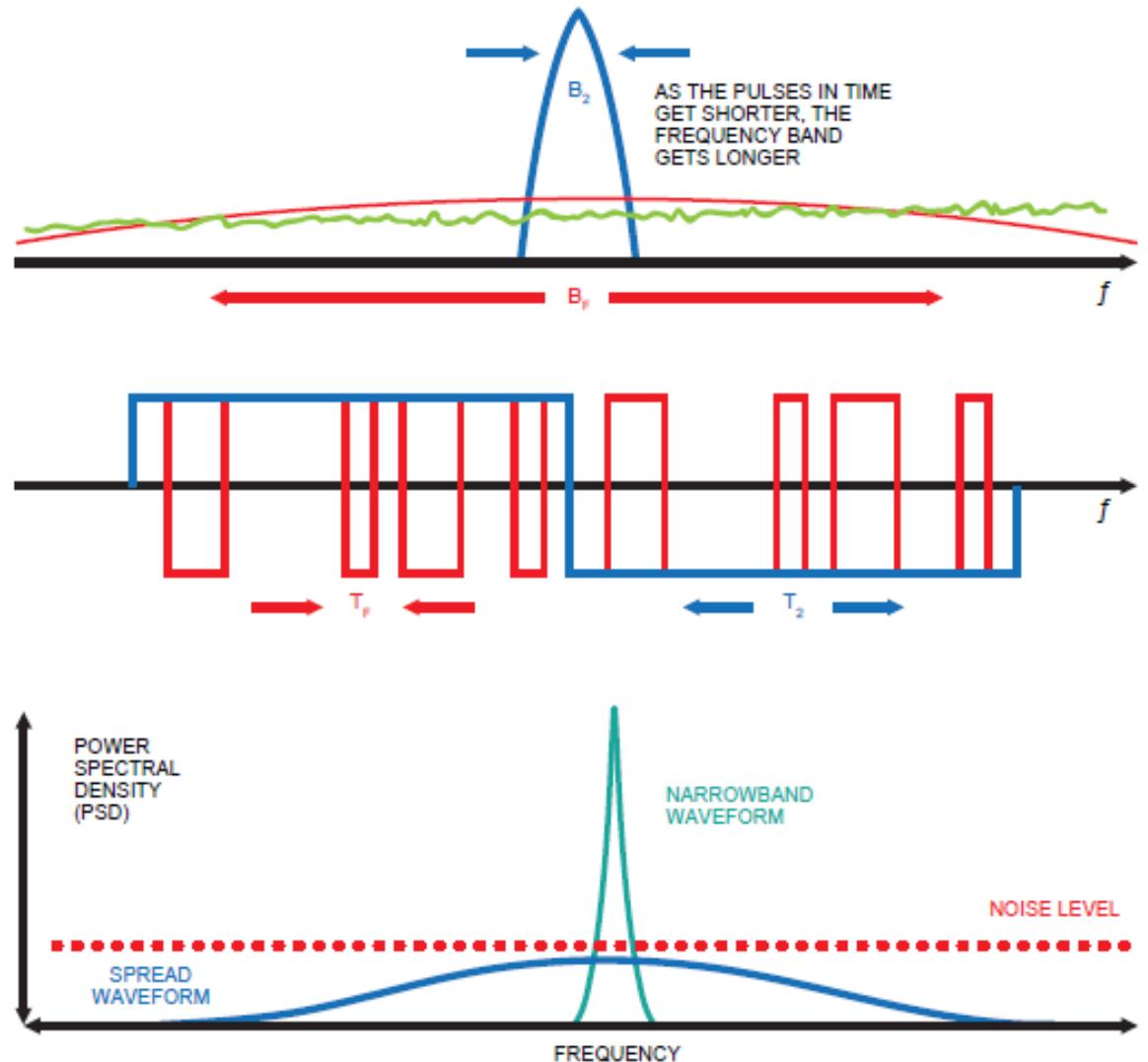
- Un système de transmission propriétaire développé par Cycleo, acquis par Semtech
- Un système prévu pour l'Internet des Objets (IoT) à large échelle
- Système de transmission « Spread Spectrum ».
- Prévu pour les bandes « libres » 433MHz et 868MHz en Europe
- Faible consommation d'énergie
- Ne pas confondre avec LoraWAN, le protocole de communication « au dessus », standardisé et ouvert.
- Famille des LPWan (Low Power Wide Area Network)



Couche physique Lora (PHY)

La modulation « spread spectrum »

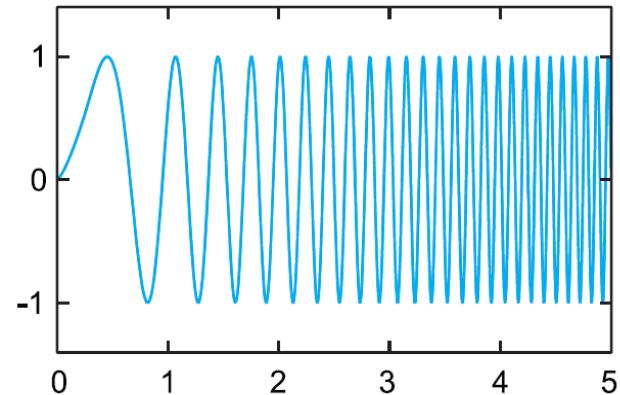
- Energie étalée
- Robustesse aux perturbations



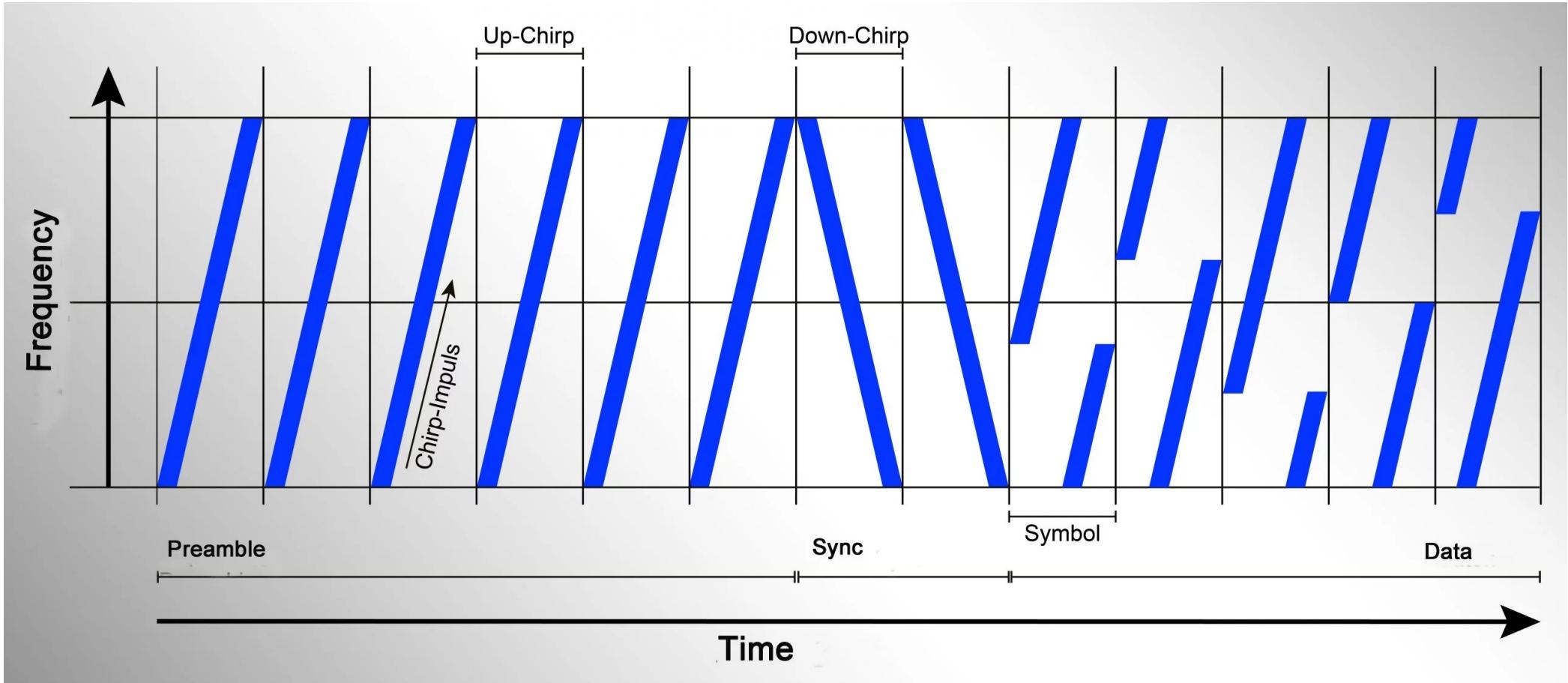
Source: semtech.com

Chirp Spread Spectrum (CSS)

- Un séquence « chirp »
(fréquence montante)
- Résistant au multipath et
Doppler



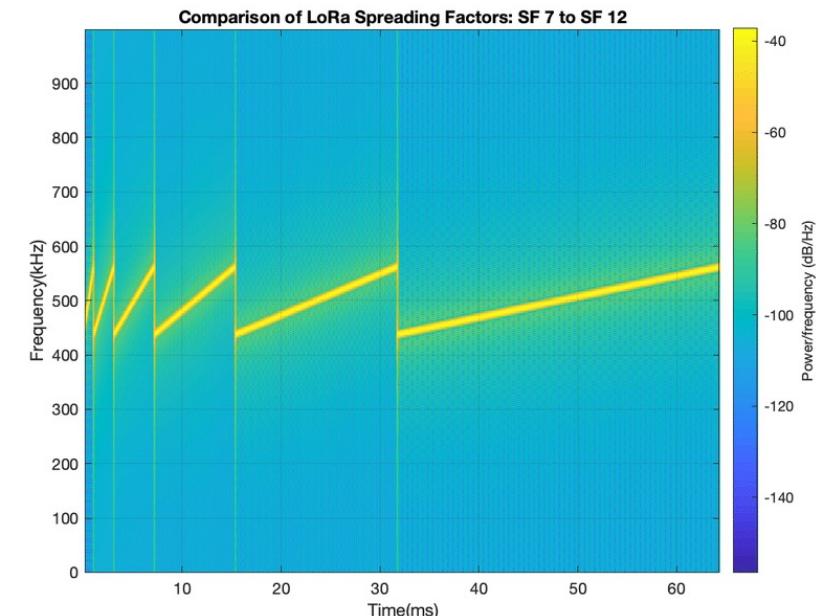
Signal Lora



Source: mokosmart.com

Caractéristiques Lora PHY (couche physique)

- Bandes passantes de 125kHz , 250kHz (ou 500kHz)
- Facteur d'étalement dans le temps (SF: Spread Factor) de 7 à 12
 - Etalement haut => plus de robustesse mais moins de débit
- Codage d'erreur CRC 4/5, 4/6, 4/7,
- Paramètres en fonction des applications
- Faibles quantités de données !



Source: researchgate.net

Data Rate (DR)	Modulation	Spreading Factor (SF)	Bande passante	Débit physique (bit/s)
0	LoRa	SF12	125 kHz	250
1	LoRa	SF11	125 kHz	440
2	LoRa	SF10	125 kHz	980
3	LoRa	SF9	125 kHz	1 760
4	LoRa	SF8	125 kHz	3 125
5	LoRa	SF7	125 kHz	5 470
6	LoRa	SF7	250 kHz	11 000
7	FSK	50kbit/s		50 000
8	Réservé pour utilisation future			

Quelle distance ?

- Dépend du mode de transmission (débit), de l'antenne, de la topologie du terrain, du bruit électromagnétique ambiant et de la fréquence.
- En pratique: 2-30km
- Record: 1336km
(source: thethingsnetwork.org)



La législation pour transmettre (OFCOM)

- Pas besoin de licence. Fréquences harmonisées en Europe
- Fréquence: 868.1 à 868.5MHz (le plus courant)
 - Puissance: 25mW
 - Duty cycle (taux de transmission): max 1% du temps
- Fréquence: 433.05Mhz à 434.790MHz (moins courant)
 - Puissance: 10mWatts
 - Duty cycle (taux de transmission): max 10% du temps
 - (Les radioamateurs n'ont pas ces limites sur 433MHz)

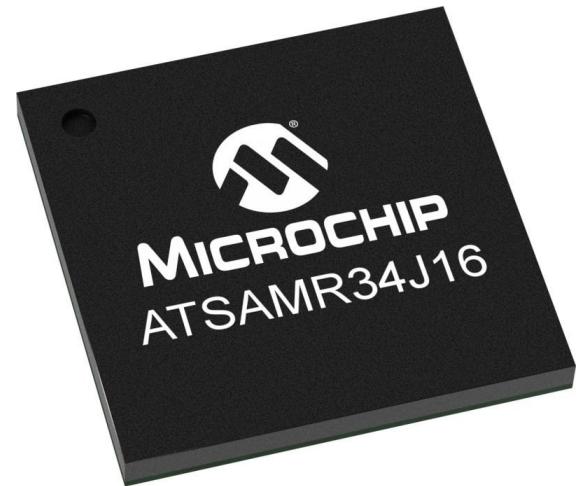
Matériel

- Une multitude de chips existent qui équipent divers modules



STM32WL

World's first LoRa SoC



Quelques modules

- Modules en ESP32 avec chip Lora
- Lilygo, Heltec



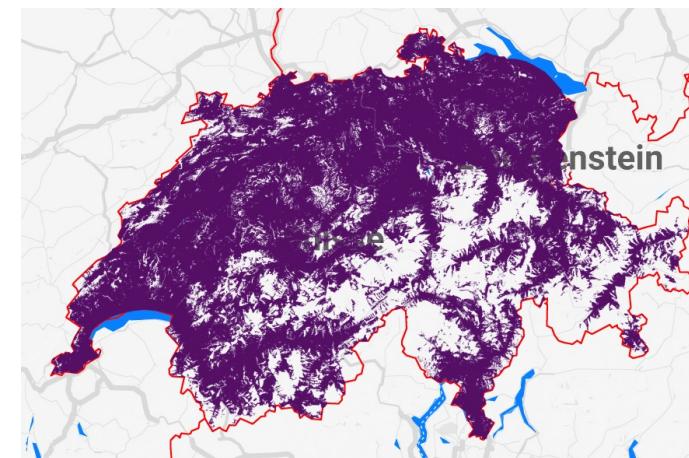
Les différentes utilisations du Lora

LoraWAN

LoraWAN



- Le « Lora » tel que souvent appelé et qu'on connaît habituellement.
- Des antennes récupèrent les messages et les font transiter vers le client par l'architecture du prestataire réseau.
- Applications: tracking, télémétrie, agriculture, domotique,...
- Réseau communautaire The Things Network (TTN), Helium
- Réseau commerciaux (Swisscom,...)
- Réseau privés (SIG, etc)

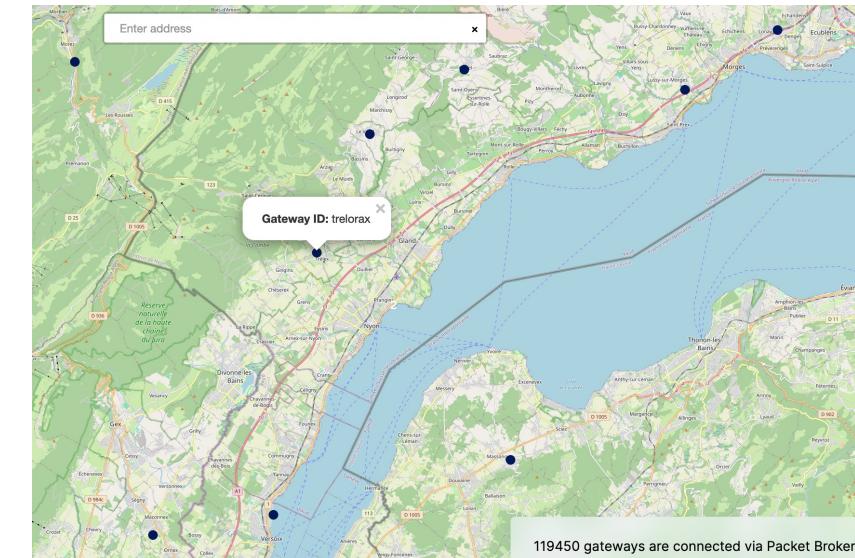
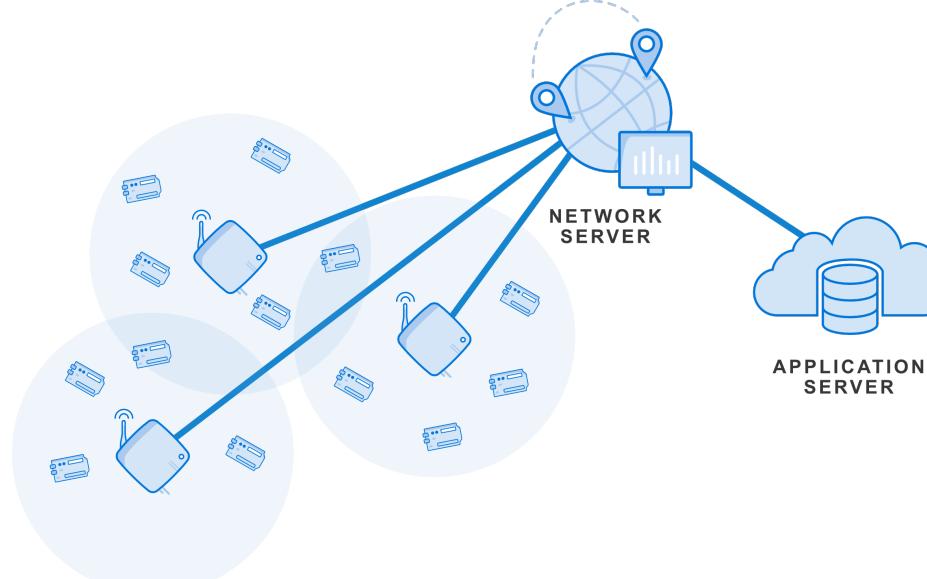


Réseau Swisscom

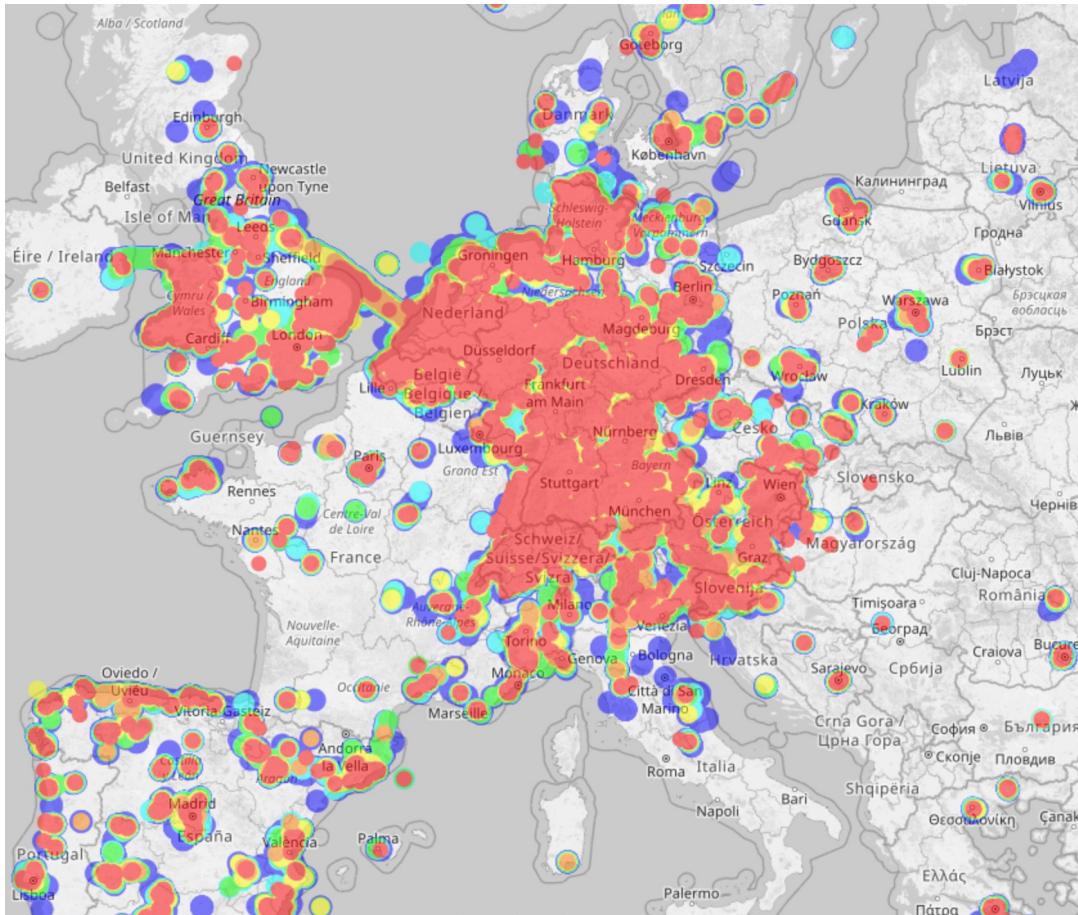
The Things Network



- Réseau communautaire LoRaWAN libre, membres qui relaient les messages
- Présence dans 86 pays, 21'2000 gateways, communautés locales
- <https://www.thethingsnetwork.org/community/Lausanne/>

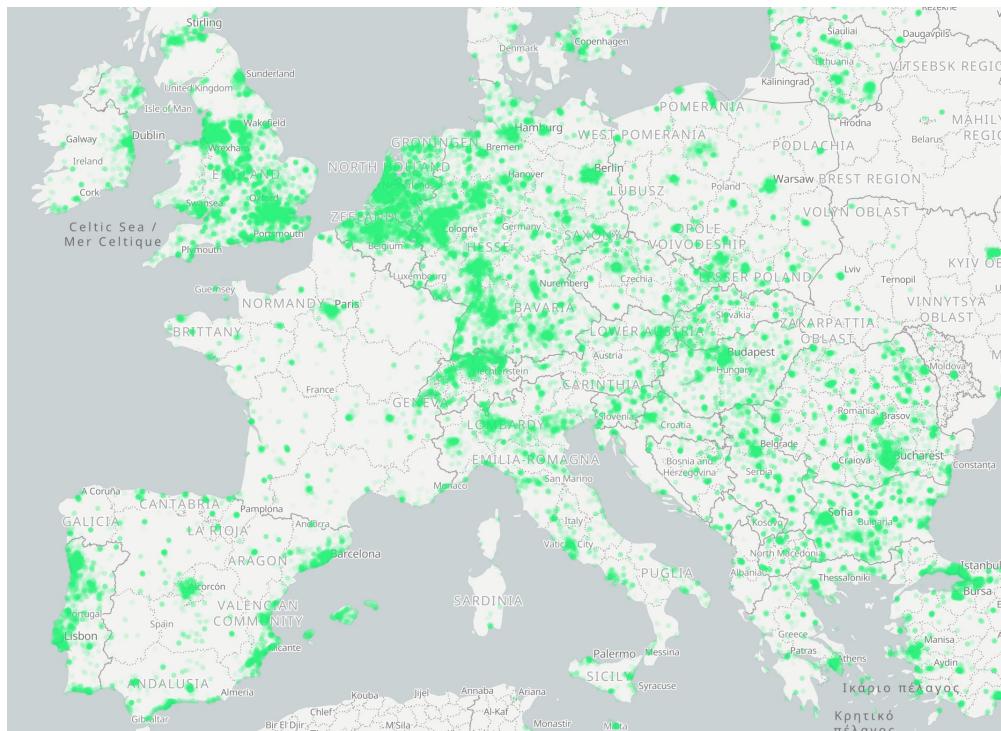


The Things Network



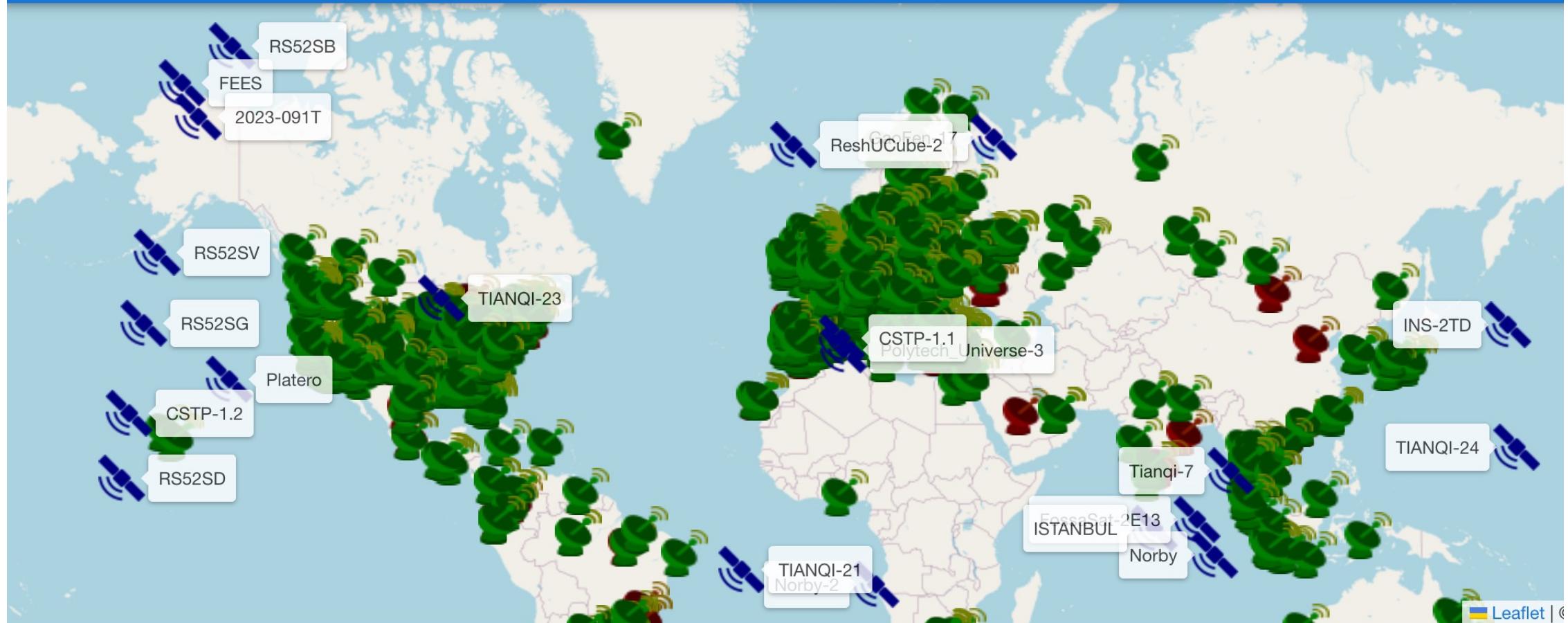
Helium

- Un réseau qui rénumère les contributeurs (relais) par des tokens
- Helium mining
 - Proof of coverage
 - Relais de donnée



<https://www.helium.com/>

TinyGS

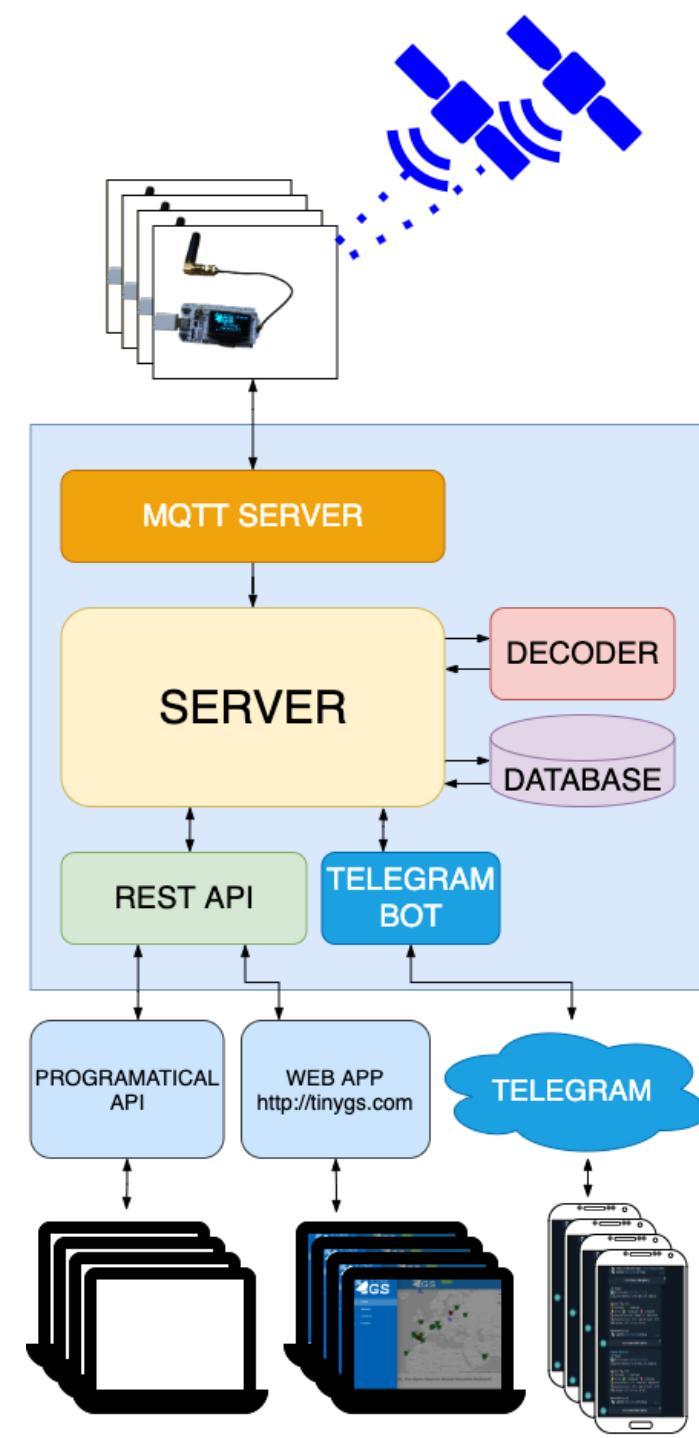


Welcome to TinyGS, the Open Source Global Satellite Network

TinyGS

- Un réseau ouvert de stations terrestres (de particuliers)
- Signaux Lora en provenance de satellites et autres objets volants avec du Lora
- Les signaux reçus sont relayés à un serveur
- Télémétrie principalement

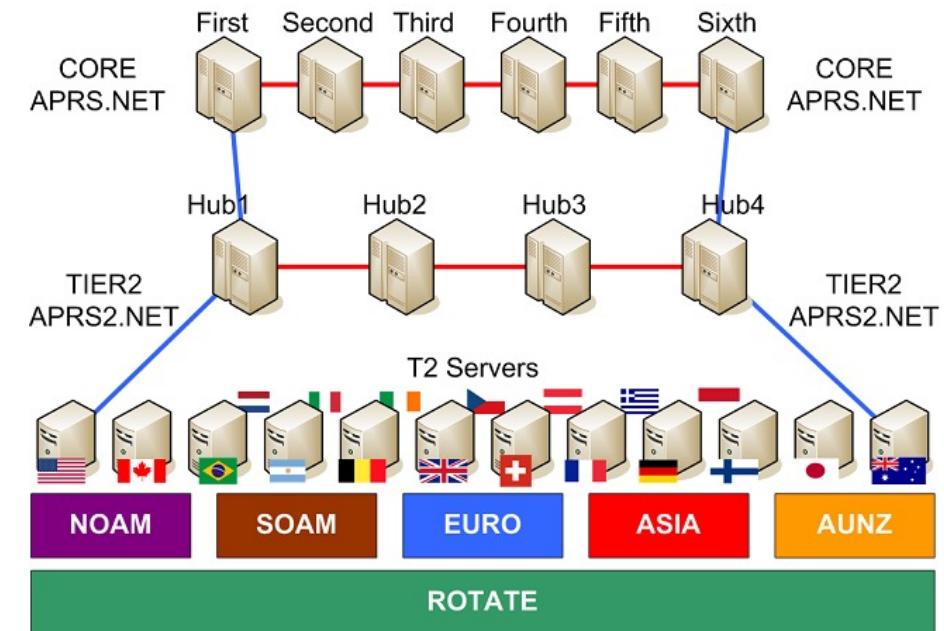
<https://tinygs.com/>



Lora APRS (radioamateur)

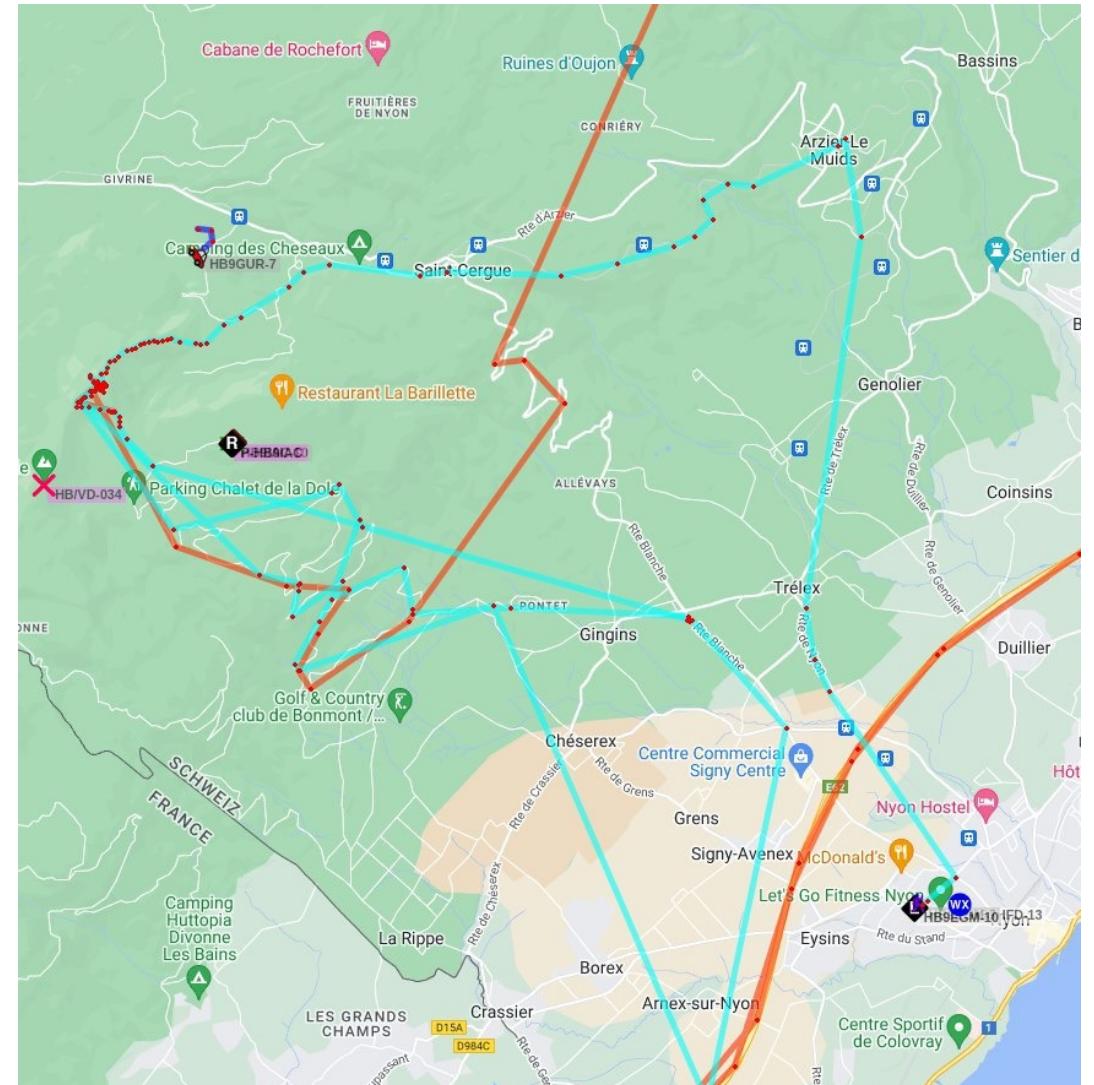
APRS (Automatic Packet Reporting System)

- Un vieux système de reporting radioamateur
- Basé principalement sur le packet radio (AX.25)
 - AFSK sur FM , 1200 bits/s
 - Performances limitées mais répandu chez les radioamateurs
 - Fréquence 144.8MHz en Europe
- Les gateway relaient les message sur un réseau distribué (APRS-IS)
- Aprs.fi, affichage des message sur carte



Mapping Aprs.fi

- Personnes en mouvements
- Stations météo
- Gateways
- Digipeater (répètent les trames)
- Exclusivement radioamateur

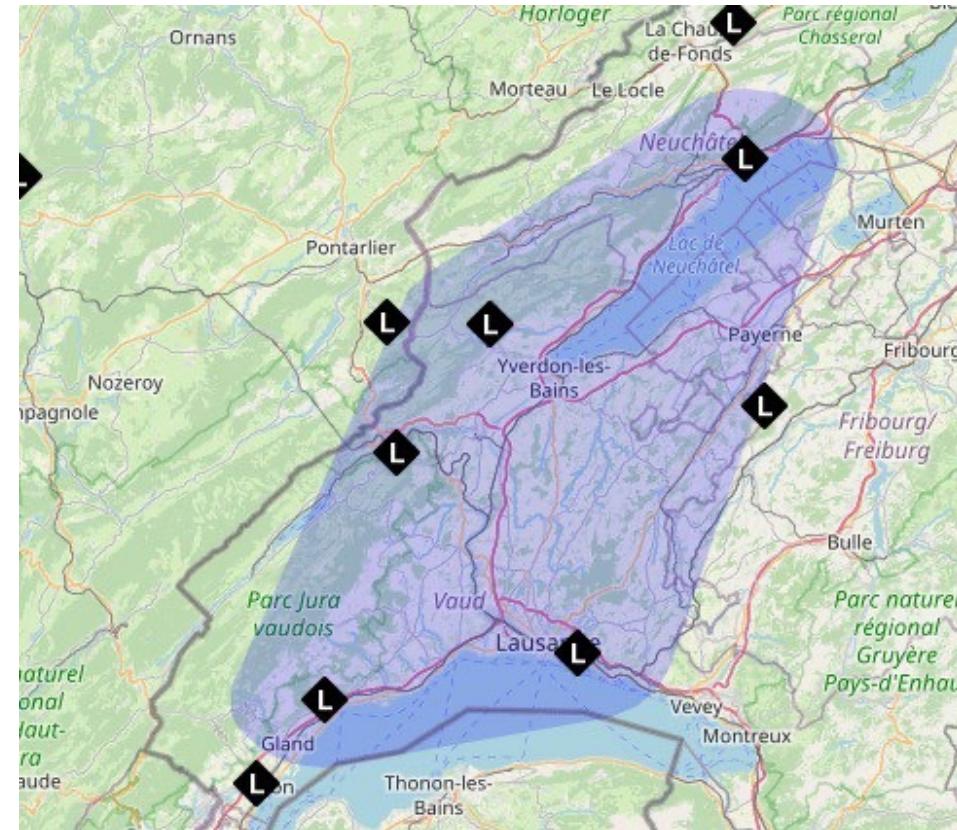


APRS en Lora (433MHz)

- Implémentation APRS pour Lora en open source – Tracker ou Gateway (igate)
- Low power
- Meilleures performances



APRS sur module avec GPS Lilygo T-Beam



Gateways Lora APRS dans la région
Guide d'installation igate:
<https://hb9tjm.net/lora-igate/>

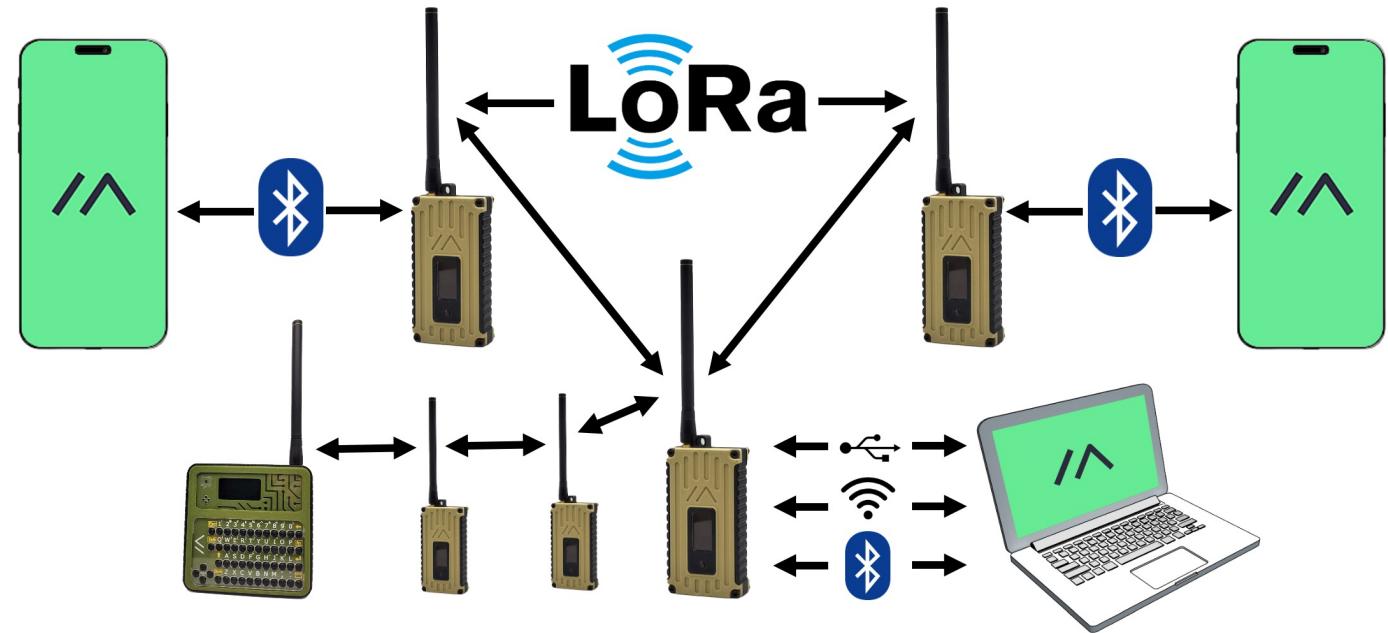
Et encore une autre alternative d'APRS

- CATS: Communication And Telemetry System - Cats.radio
- Workshop après ce talk dans la petite salle



Meshtastic

Meshtastic



- Un système libre et ouvert pour faire des réseaux décentralisés
- Crypté (AES128 / 256), fonctionnalité de messagerie courte
- Implémentation pour divers modules
- Clients libres pour smartphone Android ou iOS, webclient, CLI
 - Contrôle du module par bluetooth, wifi
- Relais par serveur MQTT privé ou public possible

Canaux Meshtastic

- Canaux virtuels (à ne pas confondre avec les canaux Lora)
- Canal Primaire (0): pour les messages communs envoyés à tous (localisation,...), clé commune
- Canaux 1-7: canaux « privés » pouvant être cryptés indépendamment
- Messagerie par canaux

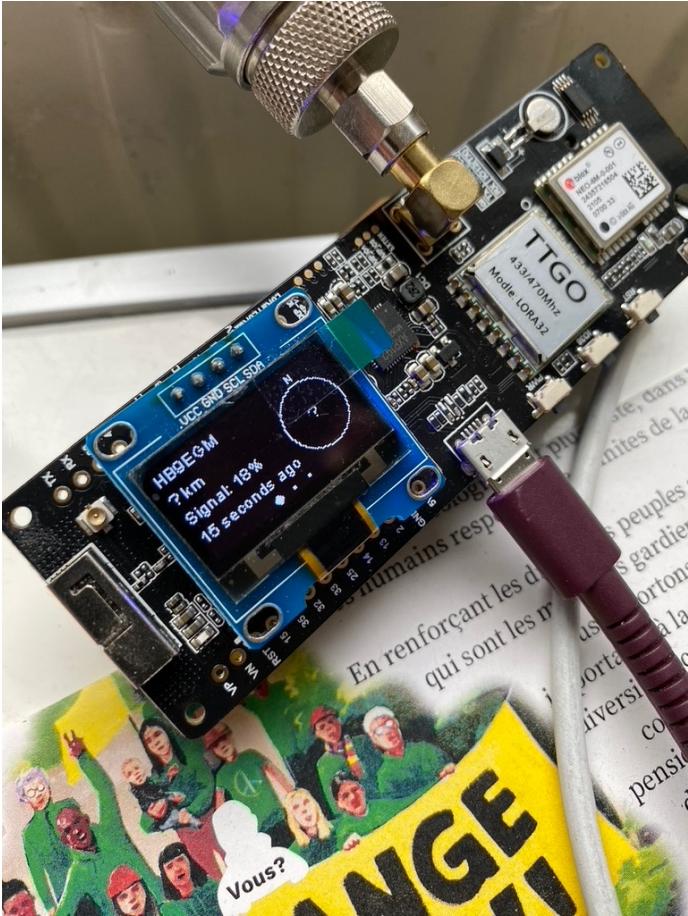
Typologies de nœuds Meshtastic

- Client, interaction avec l'app
- Router, relaie les messages reçus on air (sans mode interactif)
- Client/Router, mode hybride
- Capte/transmet les messages depuis un serveur MQTT
- Mais aussi tracker, muted client, sensor, client caché, lost and found, repeater,...

Modes de transmission Meshtastic

Channel setting	Alt Channel Name	Data-Rate	SF / Symbols	Coding Rate	Bandwidth	Link Budget
Short Range / Fast	Short Fast	10.94 kbps	7 / 128	4/5	250	137dB
Short Range / Slow	Short Slow	6.25 kbps	8 / 256	4/5	250	140dB
Medium Range / Fast	Medium Fast	3.52 kbps	9 / 512	4/5	250	143dB
Medium Range / Slow	Medium Slow	2.95 kbps	10 / 1024	4/5	250	146dB
Long Range / Fast	Long Fast	1.07 kbps (default)	11 / 2048	4/5	250	148.5dB
Long Range / Moderate	Long Moderate	0.335 kbps	11 / 2048	4/8	125	151dB
Long Range / Slow	Long Slow	0.18 kbps	12 / 4096	4/8	125	154dB
Very Long Range / Slow	Very Long Slow	0.09 kbps	12 / 4096	4/8	62.5	157dB

Test Meshtastic entre Genève et Nyon



Mode « radioamateur »
Puissance débridée (<100mW)
Pas de limite duty cycle
Pas de crypto

Meshtastic - Applications

- Les applications IoT courantes (télémétrie, mesures, tracking,...)
 - Communication pour communautés avec infrastructure propre
 - Communication en cas de catastrophe, perte d'infrastructure
-
- (*Meshcom, une variante Meshtastic radioamateur autrichienne*)

Conclusion

- Lora, un système de transmission qui s'est démocratisé
- Multiples applications.
- Pas besoin de licence pour l'utilisation
- Utilisation principale: LoRaWAN sur 868MHz
- Utilisation en augmentation: Meshtastic

The End

