



Intégration de capteurs IoT avec AWS Cloud mesurez tout, à moindre coût



Aperçu de la présentation

1. Présentation
2. Introduction à l'IoT
3. Présentation de technologies sans fil
4. Présentation d'AWS IoT Core
5. Démonstration - LoRaWAN
6. Conclusion

Présentation

Docteur en Sciences

15x AWS certifié

Solutions Architect chez Necko Technologies



Introduction à l'IoT

Internet of Things

L'Internet of Things désigne un système pouvant être opéré à distance depuis internet.

Exemples:

- Capteur de température
- compteur
- frigo
- voiture
- valve d'irrigations
- Programmable logic controller (PLC)

Internet of Things

L'Internet of Things désigne un système pouvant être opéré à distance depuis internet.

Exemples:

- Capteur de température -> Sans fil
- compteur -> Sans fil
- frigo -> Sans fil
- voiture -> Sans fil
- valve d'irrigations -> Sans fil
- Programmable logic controller (PLC) -> Filaire

Technologies Sans Fil

- Bluetooth
- Zigbee
- WiFi (2.4/5GHz)
- LTE (3G/4G)
- 5G
- LPWAN : LoRa; LoRaWAN; SigFox; AWS Sidewalk

Technologies Sans Fil

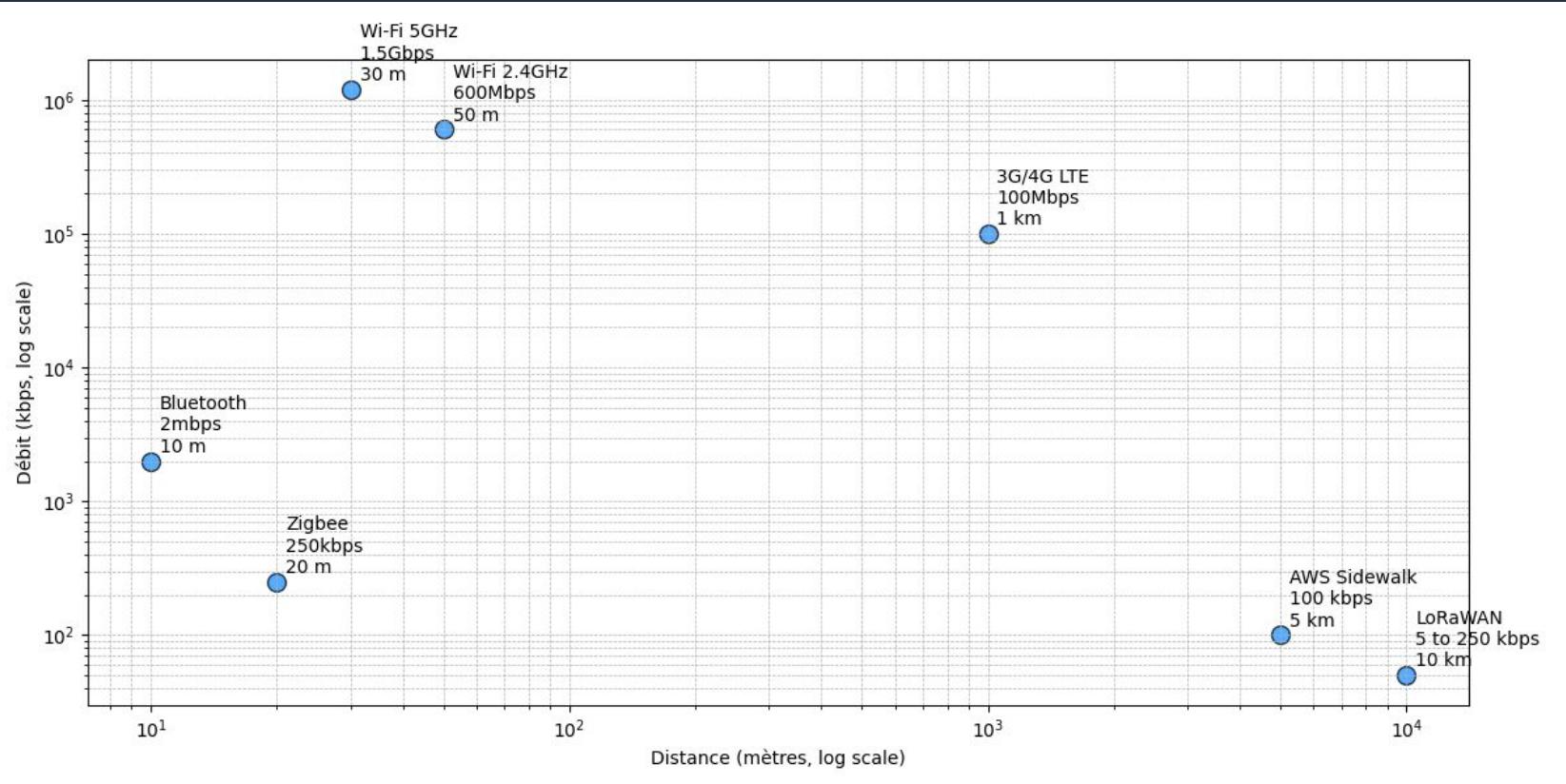
Choix entres:

- Débit
- Distance
- Autonomies (batteries)
- Prix (abonnement, passerelles)

Technologies Sans Fil

	Débit	Portée (m)	Consommation	Coût
Bluetooth	3 Mbps	10	●○○	€
Zigbee	250 Kbps	10	●○○	€
WiFi (2.4/5GHz)	6 Gbps	50	●●●	€
LTE (3G/4G)	100 Mbps	∞	●●●	€€€
5G	20 Gbps	∞	●●●	€€€€
LPWAN	< 50 kbps	10 000	●○○	€€

Choix d'une technologies sans fil



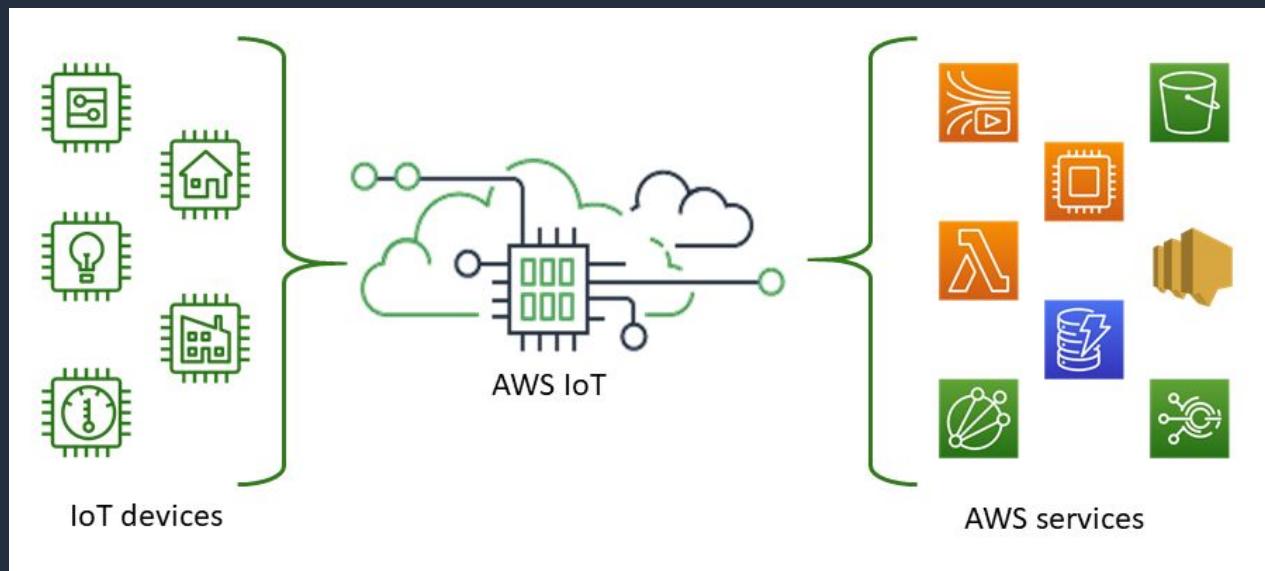
Et dans AWS ?!

- Bluetooth -> Oui, App mobile -> IoT Core
- Zigbee -> Oui, gateway, zigbee2MQTT -> IoT Core
- WiFi -> Oui, IoT Greengrass -> IoT Core
- 3G ... 5G -> Oui -> AWS for telecom (réseau)
- LoRaWAN -> Oui -> Gateway -> IoT Core for LPWAN
- AWS Sidewalk -> Oui (via produit AWS comme Echo Dot, uniquement au USA).
- AWS IoT ExpressLink -> module hardware pour communiquer avec IoT Core

AWS IoT Core

AWS IoT Core

Un service managé pour connecter vos équipements IoT et gérer les communications.



AWS IoT Core

Un service managé pour connecter vos équipements IoT et gérer les communications.

- MQTT managé qui centralise les messages
- Une communication sécurisée:
 - MQTT / HTTPS / LoRaWAN
 - TLS 1.3, certificat X.509, AWS PrivateLink
- Least privilege: IAM rôles/policies: uniquement les accès nécessaires

MQTT

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

- Publish/subscribe
- Topics et hiérarchie:
 - /lora/temperature/model_x/DevDay
 - Abstraction logique pour router les messages
 - wildcard (+, #) pour écouter plusieurs topics
- Integration avec AWS:
 - Topic -> Event Bridge -> AWS service (lambda/s3/step function...)

MQTT: Exemple

- Topic -> Event Bridge -> AWS service (lambda/s3/step function...)

AWS IoT Core for LPWAN (LoRaWAN)

Qu'est-ce que LoRaWAN ?

LoRaWAN = *Long Range Wide Area Network*

Protocole réseau **bas débit** et **basse consommation** destiné aux objets connectés (IoT)

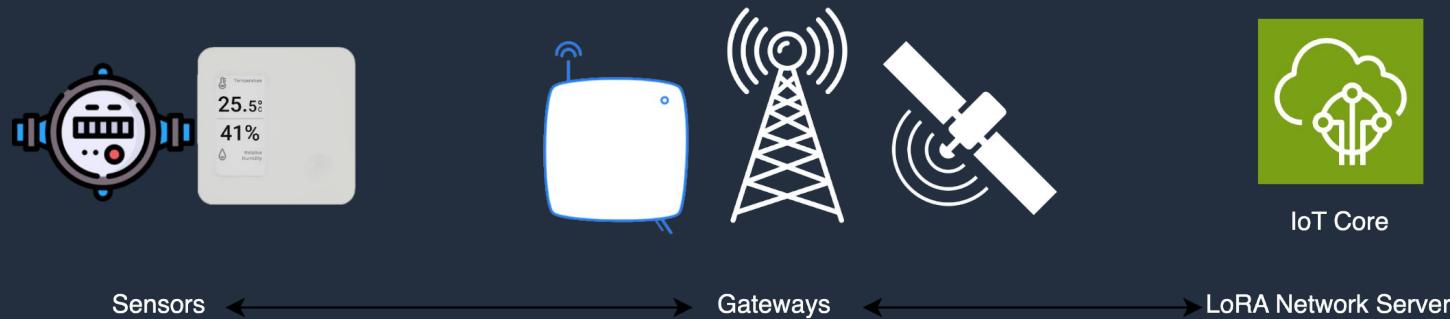
Fonctionne sur des bandes **ISM** (868 MHz en Europe)

Qu'est-ce que LoRaWAN ?

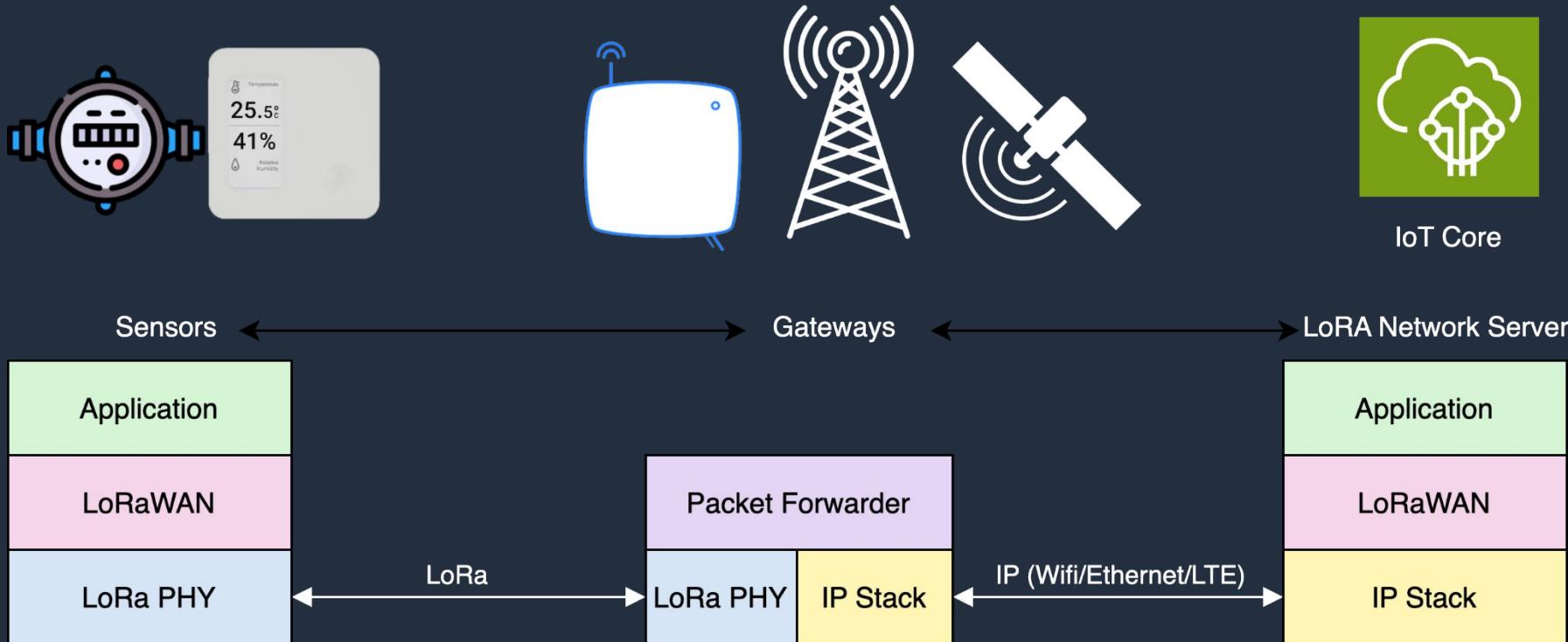
LoRaWAN = *Long Range Wide Area Network*

Protocole réseau **bas débit** et **basse consommation** destiné aux objets connectés (IoT)

Fonctionne sur des bandes **ISM** (868 MHz en Europe)



LoRaWAN



LoRa - La technologie radio

LoRa = modulation physique propriétaire

Fournie par Semtech

Modulation radio longue portée avec débit adaptatif

Portée typique :

- 2 à 15 km en campagne
- 1 à 3 km en urbain

Robuste aux interférences

Chiffré de bout en bout avec LoRaWAN (couche MAC)

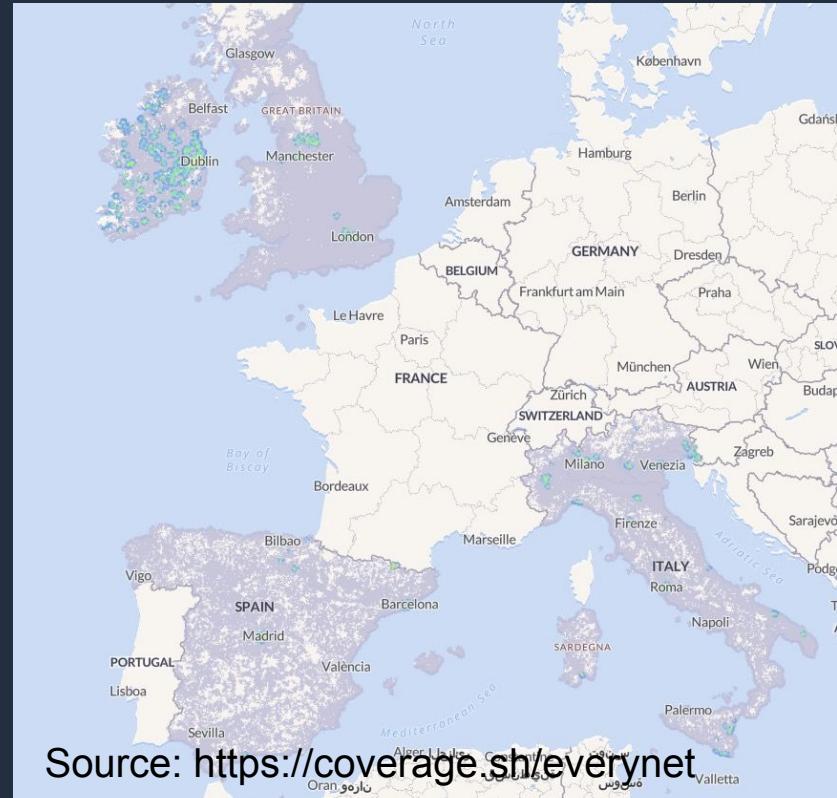
IoT Core for LoRaWAN

Réseau public ou privé

- Publique: fonctionne comme le LTE
- Privé: nécessiter d'installer des gateways

Sur AWS:

En France et Belgique :
uniquement privé



Démonstration



IoT Core Devices

Device

Représente l'équipement physique

- Device Name
- Device EUID
- Clés d'authentification
- Destination des messages

IoT Core Devices

Device

Représente l'équipement physique

- Device Name
- Device EUID
- Clés d'authentification
- Destination des messages

Device Shadow (optionnel)

Une **copie virtuelle** de l'état d'un appareil connecté

Stockée dans AWS IoT Core, accessible même si l'appareil est hors-ligne

Utilisé pour synchroniser l'état **souhaité** par l'application avec l'état **réel** du device

Humidity and temperature sensors

- CO2
- Température ambiante
- Humidité relative
- Point de rosée
- Fréquence de mesure
- Aggregation
- Débit
- L'authentification



Gateway

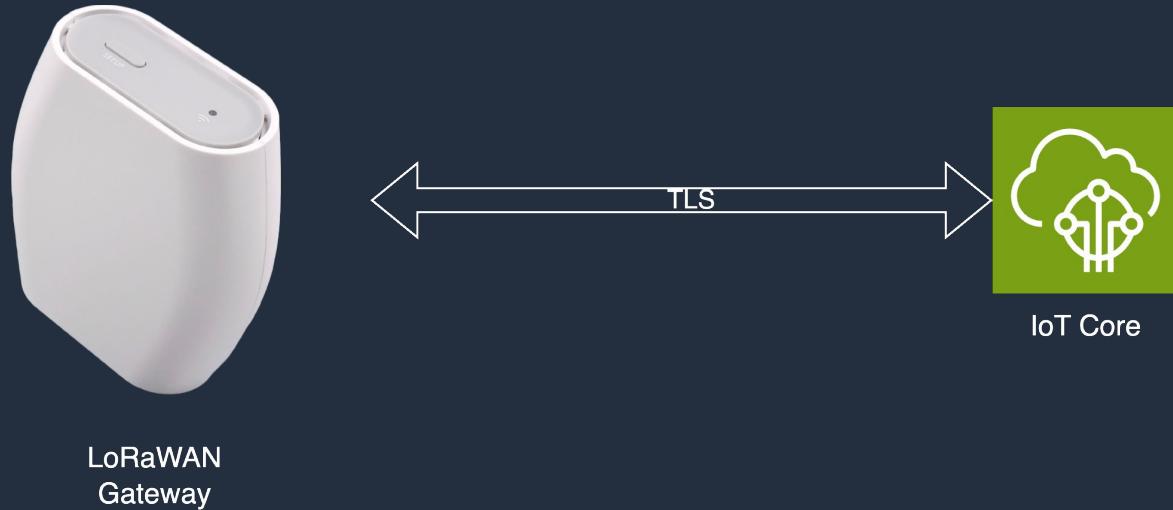
Plusieur types:

- Maison
- Entreprise
- Exterieur



Gateway

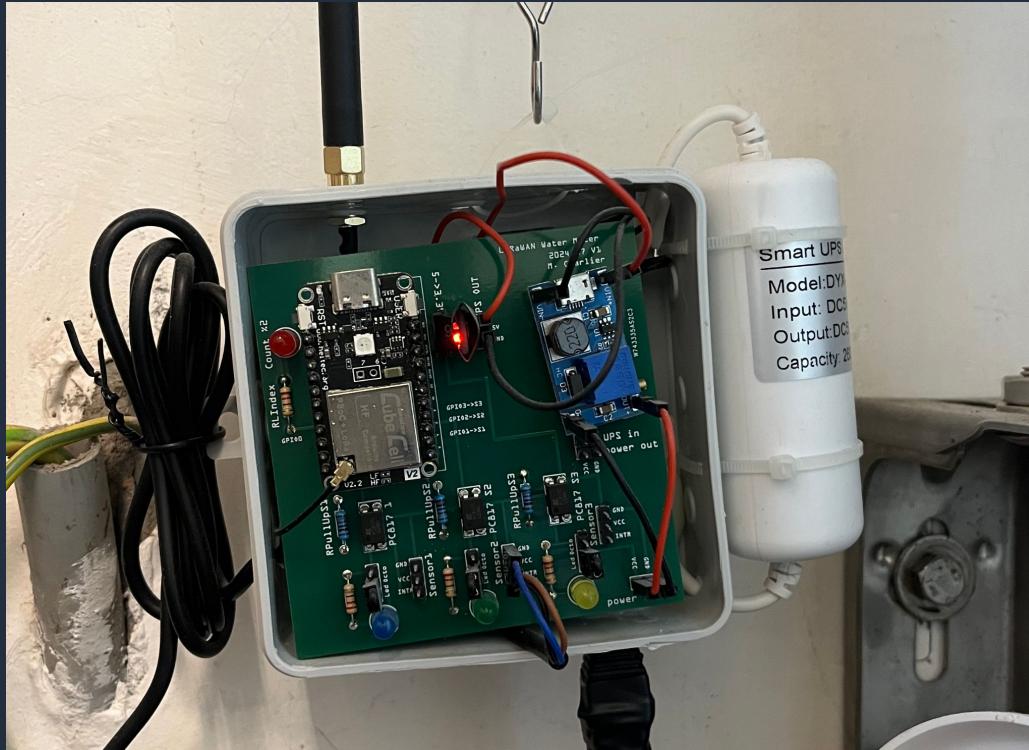
- Identifiant unique: 58A0CBFFE80733C
- Endpoints (LNS/CUPS)
- Certificats (gateway, LNS & CUPS)



Compteur d'eau



Compteur d'eau



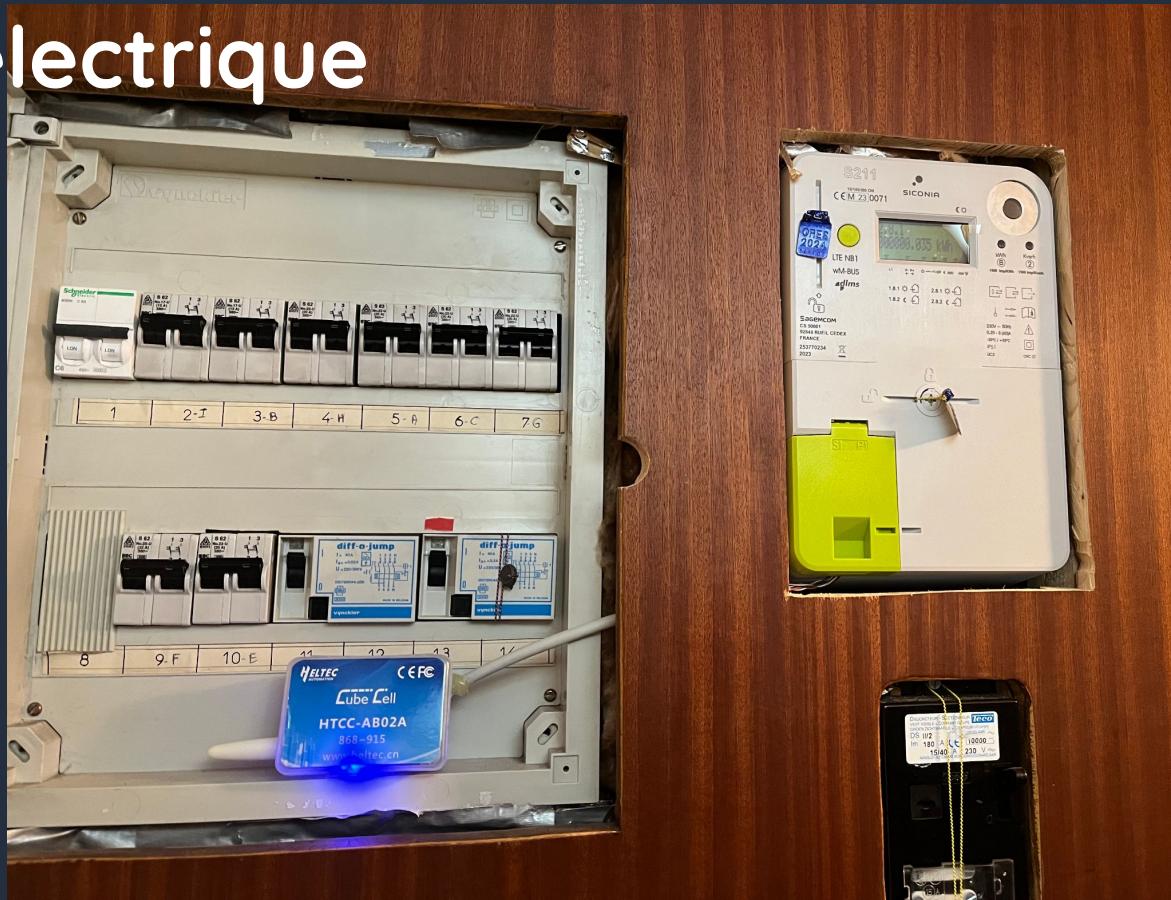
Compteur d'eau



Compteur électrique

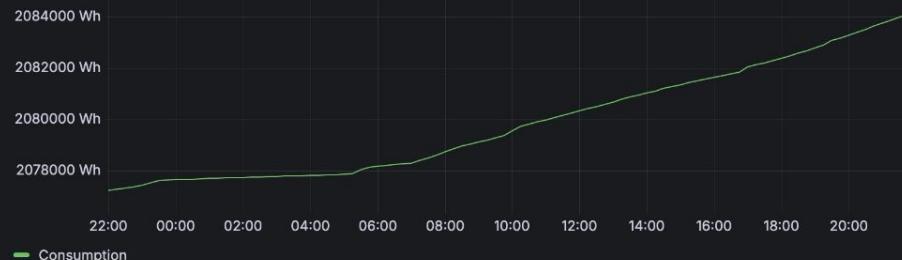
Lecture Port P1:

- Index
 - Jour/Nuit
 - Cons/Prod
- Voltage
- Amperage
- Valeur par phase



Compteur électrique

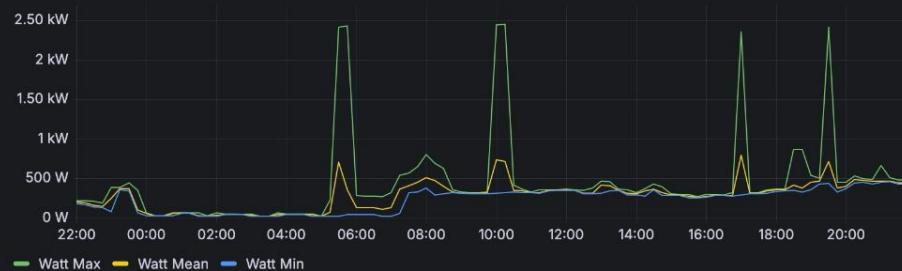
Cons index



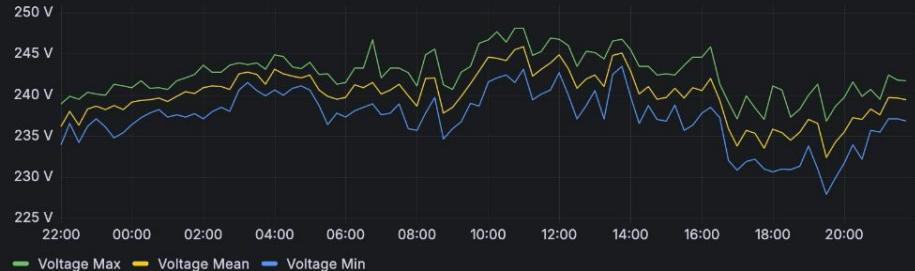
Prod index



Consumption Watt



Voltage



Compteur électrique

/FLU5\253770234_A

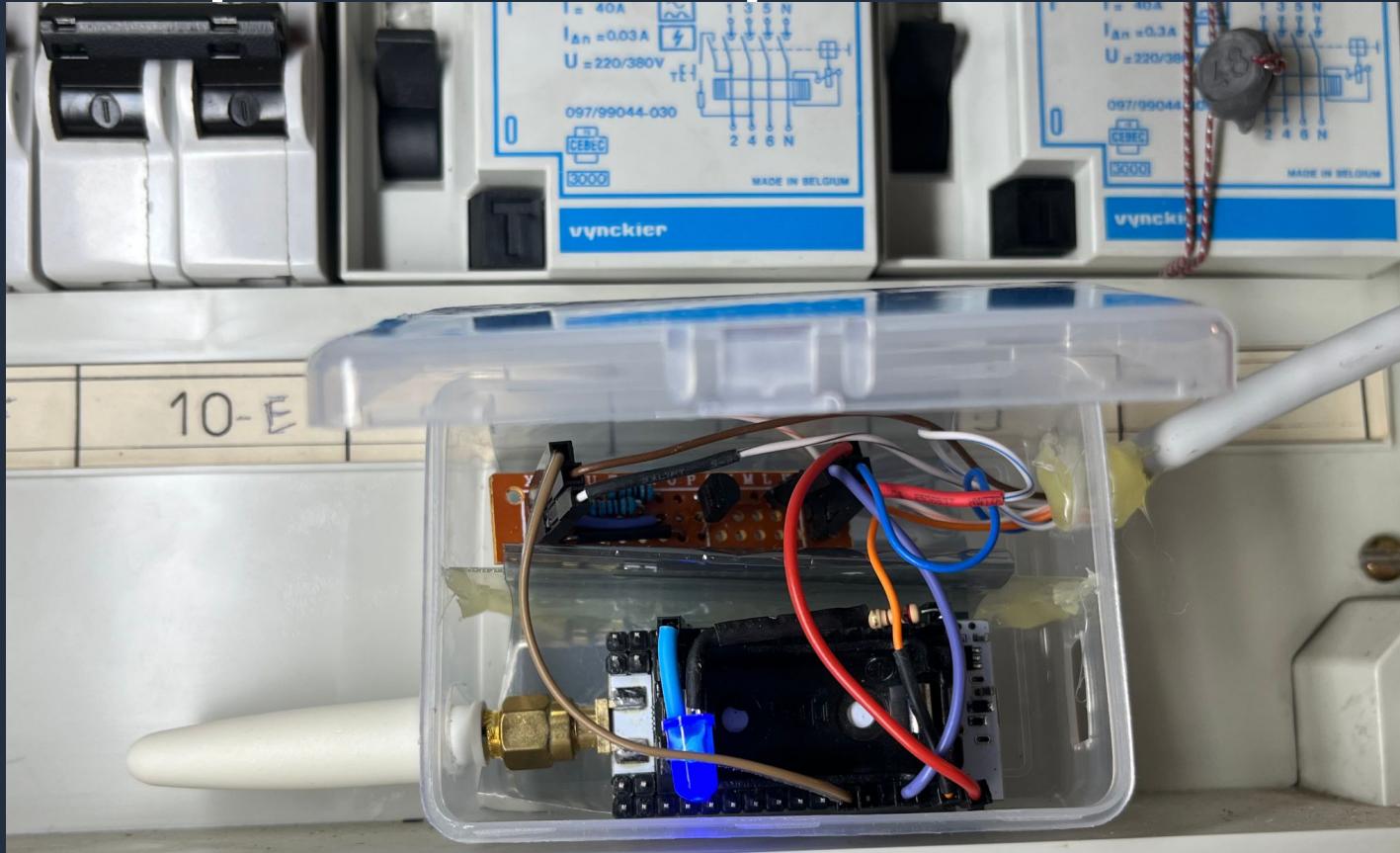
0-0:96.1.4(50217)
0-0:96.1.1(XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX)
0-0:1.0.0(240904223307S)
1-0:1.8.1(000328.928*kWh)
1-0:1.8.2(000312.703*kWh)
1-0:2.8.1(000000.035*kWh)
1-0:2.8.2(000000.000*kWh)
0-0:96.14.0(0002)
1-0:1.4.0(00.051*kW)
1-0:1.6.0(240901063000S)(01.451*kW)
0-0:98.1.0(8)(1-0:1.6.0)(1-0:1.6.0)(230601000000S)(632525252525W)(00.000*kW)(240301000000W)(240226101500W)(02.463*kW)(240401000000S)(240306184500W)(02.186*kW)(240501000000S)(240413110000S)(02.275*kW)(240601000000S)(240513054500S)(01.876*kW)(240701000000S)(240623131500S)(01.851*kW)(240801000000S)(240713154500S)(01.841*kW)(240901000000S)(240819120000S)(01.755*kW)
1-0:1.7.0(00.247*kW)
1-0:2.7.0(00.000*kW)
1-0:21.7.0(00.247*kW)
1-0:22.7.0(00.000*kW)
1-0:32.7.0(238.7*v)
1-0:31.7.0(001.21*A)
0-0:96.3.10(1)
0-0:17.0.0(999.9*kW)
1-0:314.0(999*A)
0-0:96.13.0()
!E4C7

Compteur électrique

```
/FLU5\253770234_A.    // Meter model

0-0:96.1.4(50217) // Version information
0-0:96.1.1(XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX) // Equipment identifier
0-0:1.0.0(240904223307S) // Date-time stamp of the P1 message
1-0:1.8.1(000328.928*kWh) // Meter Reading electricity consumption (Tariff 1) in 0,001 kWh
1-0:1.8.2(000312.703*kWh) // Meter Reading electricity consumption (Tariff 2) in 0,001 kWh
1-0:2.8.1(000000.035*kWh) // Meter Reading electricity injection (Tariff 1) in 0,001 kWh
1-0:2.8.2(000000.000*kWh) // Meter Reading electricity injection (Tariff 2) in 0,001 kWh
0-0:96.14.0(0002) // Tariff indicator (electricity) 0-0:96.14.0.255
1-0:1.4.0(00.051*kW) // quarter-hourly peak (reset each quarter hour)
1-0:1.6.0(240901063000S)(01.451*kW) // quarter-hourly peak (reset each month)
0-0:98.1.0(8)(1-0:1.6.0)(1-0:1.6.0)(230601000000S)(632525252525W)(00.000*kW)(240301000000W)(240226101500W)(02.46
3*kW)(240401000000S)(240306184500W)(02.186*kW)(240501000000S)(240413110000S)(02.275*kW)(240601000000S)(240513054
500S)(01.876*kW)(240701000000S)(240623131500S)(01.851*kW)(240801000000S)(240713154500S)(01.841*kW)(240901000000S
)(240819120000S)(01.755*kW) // contain quarter-hourly peak from previous months
1-0:1.7.0(00.247*kW) // Actual electricity power consumption (+P) in 1 Watt resolution
1-0:2.7.0(00.000*kW) // Actual electricity power injection (-P) in 1 Watt resolution
1-0:21.7.0(00.247*kW) // Instantaneous active power L1 (+P)
in W resolution
1-0:22.7.0(00.000*kW) // Instantaneous active power L1 (-P) in W resolution
1-0:32.7.0(238.7*V) // Instantaneous voltage L1 in V resolution
1-0:31.7.0(001.21*A) // Instantaneous current L1 in A resolution.
0-0:96.3.10(1) // Breaker state (1 -> Ok, 0 -> KO)
0-0:17.0.0(999.9*kW) // Limiter threshold
1-0:31.4.0(999*A) // Fuse supervision threshold (L1)
0-0:96.13.0() //Text message (max 1024 characters)
!E4C7
```

Compteur électrique

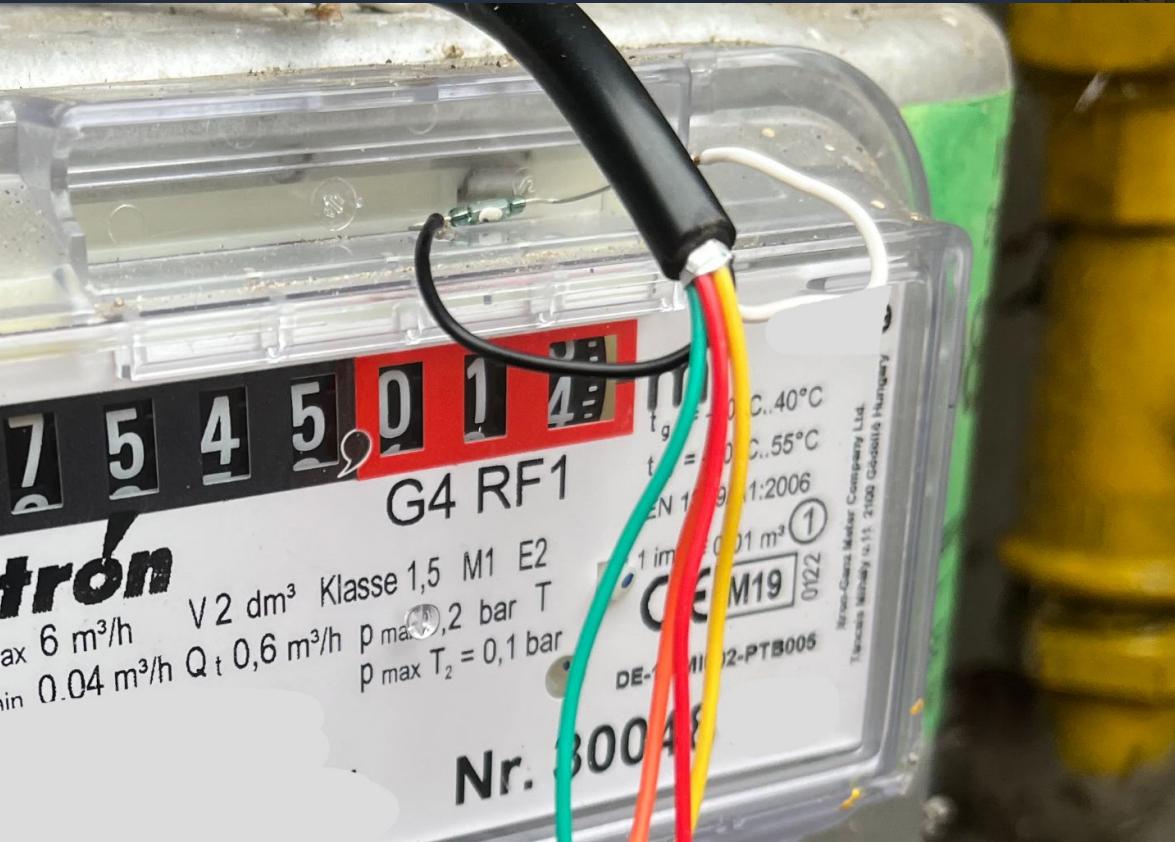


Compteur Gas

Aimant sur le dernier chiffre,
reed switch pour détecter l'aimant



Compteur Gas



Démo

Lien grafana

Stack technique

- Sensor:
off-the-shelf / arduino C
- Gateway:
off-the-shelf
- LoRaWAN:
 - infra-as-code: CDK python
 - decodage: Python
 - Affichage: SQL / grafana

Coût

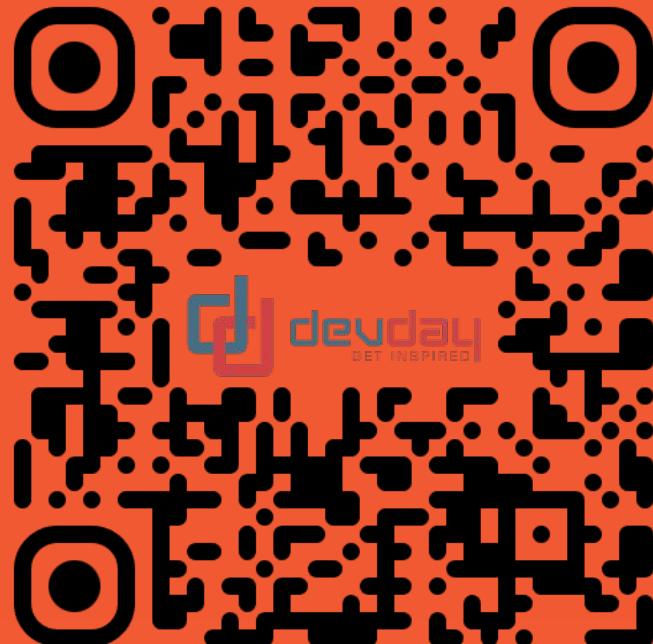
- Sensor:
off-the-shelf / arduino C: entre 20 et 300€
- Gateway:
off-the-shelf entre 80 et 1000€
- LoRaWAN:
 - infra-as-code: CDK python (free tier)
 - decodage: Python (free tier AWS lambda)
 - Affichage: SQL / grafana (free-tier DB / free Grafana)
 - Log, alerting, Encryption: 3€ par mois

Travaux future

- Capteur de pression pour la citerne d'eau
- Vanne thermostatique pour le chauffage
- Capteurs d'ouverture et de fermeture des portes (abris de jardin)
- DéTECTEURS de fuite d'eau
- Données météo récupérées via API
- Régulation intelligente du chauffage afin de minimiser la consommation énergétique

Conclusion et contacts

Merci pour votre attention!



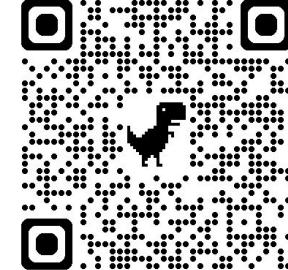
Maximilien Charlier

Solutions Architect at Necko Technologies | PhD | 15x AWS certified | IoT & LoRaWAN for Manufacturing

Necko Technologies

UMONS

UMONS



maximilien.charlier@necko.tech



Ajoutons le capteur

DevEuid: A81758FFFE0CA64F

Authentication :
Over-The-Air-Activation (OTAA)

AppEUID: identifiant du fabricant

AppKey: clé de chiffrement



Database relationnelle serverless



Amazon
Aurora
DSQL

- La dynamoDB du SQL
- SQL (compatible PostgreSQL)
- Serverless (modèle pay as you go)

Bluetooth

- Faible portée (10 mètres)
- Débit jusqu'à 3 mbps:
 - Télémétrie
 - Texte
 - Audio
- Nécessite un récepteur (smartphone)
- Réseau en étoile et mesh

Exemple: écouteur, clavier, souris, capteurs

Zigbee

- Faible portée (10 mètres)
- Débit jusqu'à 250 kbps:
 - Télémétrie
 - Texte
- Nécessite un récepteur (gateway)
- Réseau mesh

Exemple: Domotique: lampe connectée, détecteur de présence, compteurs, capteur de fuite d'eau...

WiFi (2.4 & 5 GHz)

- Haut débit (jusqu'à 6 Gbps):
 - Télémétrie
 - Texte
 - Audio
 - Video
 - Firmware update
- Portée limitée (jusqu'à 50 mètres)
- Forte consommation

Exemple: électroménager connecté: frigo, four, séche linge

LTE (3G/4G)

- Grande couverture
- Débit jusqu'à 100 mbps:
 - Télémétrie
 - Texte
 - Audio
 - Video
 - Firmware update
- Nécessite un opérateur (carte sim)
- Forte consommation

Exemple: Téléphone, voiture, compteur linky

5G

- Grande couverture
- Débit jusqu'à 20 Gbps:
 - Permet de renouveler le parc d'antennes
- Nécessite un opérateur (carte sim)
- Très forte consommation

Exemple: Voitures (transmission video, lidar), jeux en ligne, video HD

LPWAN (Low Power Wide Area Network) : LoRaWAN, SigFox, AWS Sidewalk

- Portée limité à la courbure de la terre (10 km)
- Débit de quelques kilobits par seconde:
 - envoyer, recevoir des valeurs mesurées
- Nécessite un opérateur (réseau publique) ou des passerelles (réseau privée)

Exemple: compteurs (eau, gaz, électricité, air-comprimée), actionneurs, détecteurs

LoRa - Modulation & Débit Adaptatif

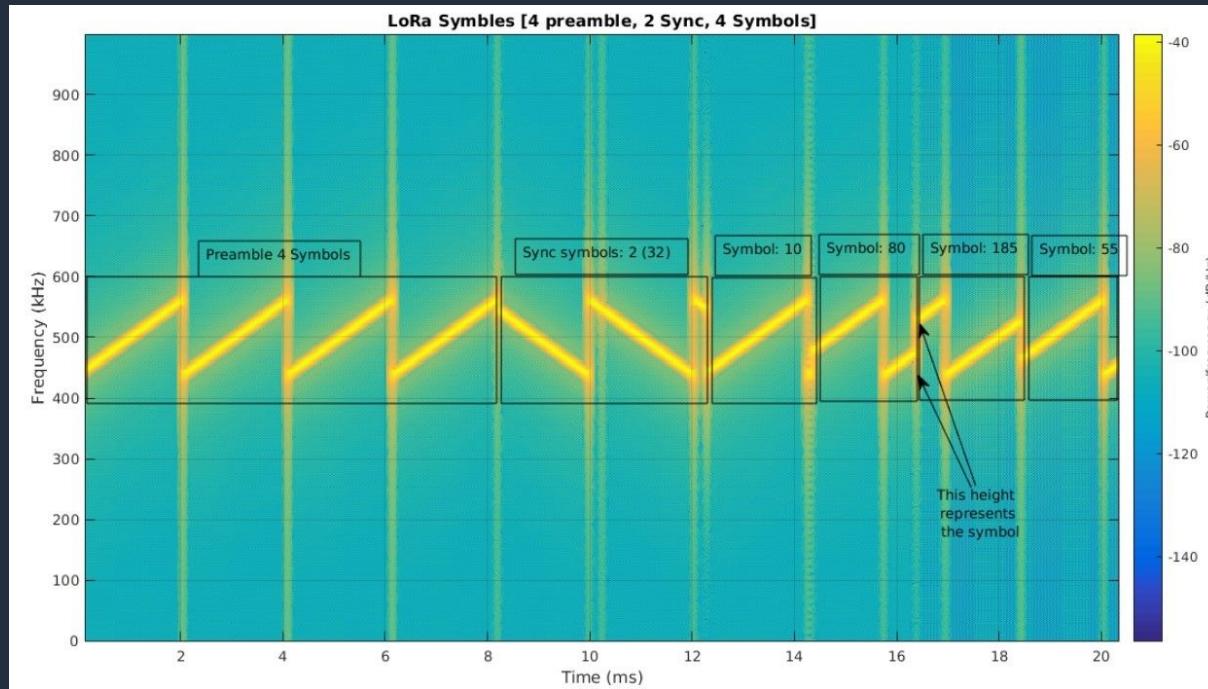
Modulation CSS (Chirp Spread Spectrum)

Les données sont envoyées sous forme de chirps (ondes en fréquence glissante)

Avantages :

- Résistance aux interférences
- Longue portée
- Débit modulable

LoRa - Modulation & Débit Adaptatif



LoRa - Modulation & Débit Adaptatif

Spreading Factor (SF) :

SF7 à SF12 → balance entre portée et débit

Plus le SF est élevé :

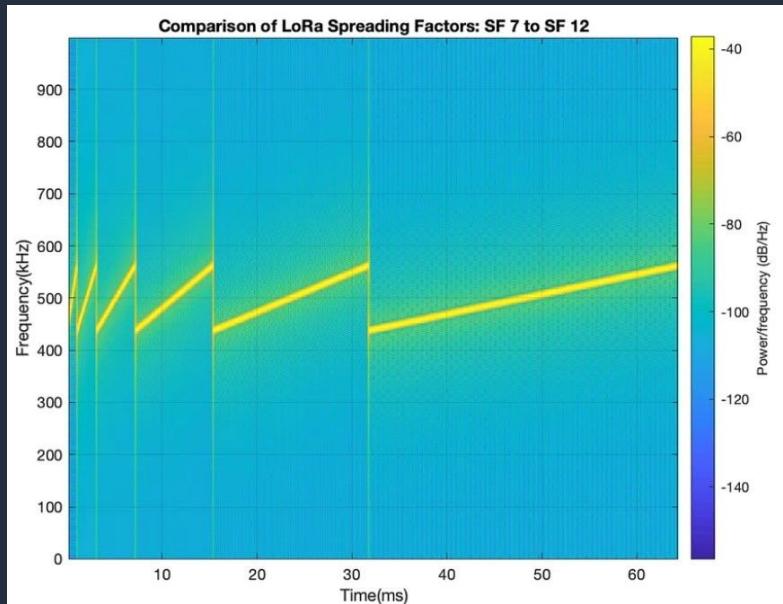
Plus la portée augmente

Plus le débit diminue (et le temps à l'antenne augmente)

Adaptive Data Rate (ADR) :

Le réseau peut ajuster automatiquement le SF selon la qualité du lien radio

Débit entre 3 to 50 kbps/s



LoRaWAN MAC Layer

3 classes d'appareils :

Classe A : ultra-basse consommation

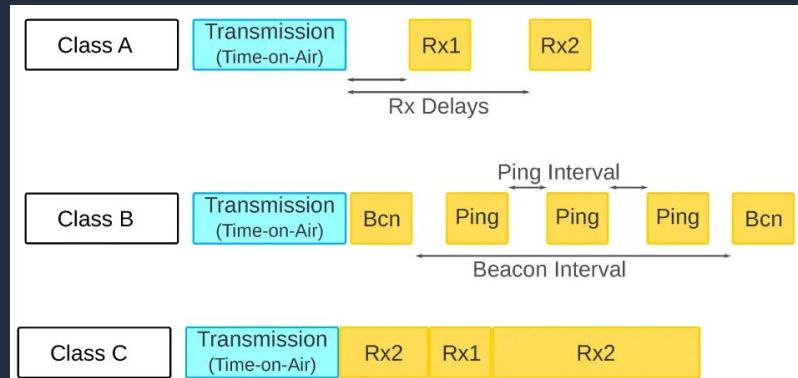
Réception seulement après une émission

Classe B : synchronisation périodique via beacons

Fenêtres de réception programmées

Classe C : réception quasi-continue

Idéal pour objets alimentés sur secteur



LoRaWAN MAC Layer

Authentification & sécurité :

Join Procedure :

- Activation Over-The-Air (OTAA)
- Activation By Personalization (ABP)

Chiffrement AES-128 :

- Données chiffrées entre device et application
- Authentification mutuelle (device \leftrightarrow network)
- Session qui peuvent être renouvelée (rotation de la clé de chiffrement)

LoRa Network Server & CUPS

LoRa Network Server (LNS) :

Route les paquets entre Gateways et Applications

- Gère :
 - Déduplication de messages
 - Contrôle ADR
 - Suivi des appareils
 - Application des règles MAC
 - Le stockage des sessions

LoRa Setting

FIRMWARE VERSION

v1.0.44

MODE

- LoRa Basics™ Station
- LoRa Packet Forwarder

LORA BASICS™ STATION

Gateway EUI: 5813D3FFFE1C826E

Enable CUPS

CUPS

Type: Boot Regular

CUPS URI:

https://AVDBNU45O6GBJ.cups.lorawan.eu-west-1.amazonaws.com:443

Install CUPS Trust [installed]

Choose file cups.pem

Install CUPS CRT [installed]

Choose file gateway_credential.crt

Install CUPS Key [installed]

Choose file gateway_credential.private.key

LNS

LNS URI:

wss://AVDBNU45O6GBJ.lns.lorawan.eu-west-1.amazonaws.com:443

Install LNS Trust [installed]

Choose file No file chosen

LoRa Network Server & CUPS

LoRa Network Server (LNS) :

Route les paquets entre Gateways et Applications

- Gère :
 - Déduplication de messages
 - Contrôle ADR
 - Suivi des appareils
 - Application des règles MAC
 - Le stockage des sessions

CUPS (Configuration and Update Server) :

- Permet la **gestion distante des gateways**
 - Mise à jour des certificats
 - Changement de LNS
 - Provisioning centralisé
- Critique pour l'évolutivité d'un réseau LoRaWAN