

# Premiers pas

Communication pour l'IO

Rolf Ziegler, Microclub, Octobre 2018

# Agenda

- Définition
- Modules entrée de gamme, comparaison
- Mode de fonctionnement, spreading factor
- Types de transmission
  - Point-Point
  - LoRa en Réseau, LoRaWan, TTN
- Matériel
- Démonstration
- Q&R

# LoRa Définition

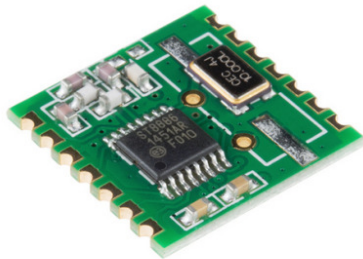
- Low-Power Wide Area Network (LPWA)
- Protocol permettant de connecter les objets avec le réseau IP
- Objets (things) sans fils alimentés par batterie (accus) connectés à Internet au réseau régional, national et global
- Communication bidirectionnelle
- Messages sécurisés de bout-en-bout
- **LORA est LA méthode pour connecter l'IoT (internet des objets)**

# Marché LoRa

- Utilisation généralisée
  - Surveillance
  - Contrôle de processus industriels
  - Contrôle de machines
  - Dans des appareils chers et bon marchés
- Augmentation de l'efficacité
  - Parcomètres, Eclairage publique,....
  - Domotique, bâtiments publics,.....

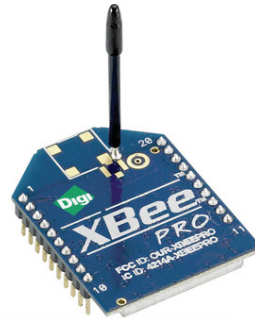
# LoRa

## Modules HopeRF/XBee



RFM22b/RFM23  
433/868/915MHz

- **Sensitivity -121db ~0.2uV**
- Low-Power 18.5mA
- Vitesse -> 256kbps
- 1-64 Bytes
- Dist. 100->500m
- Puissance 20dB
- Chip Si443x
- Prix ~chf 10.-

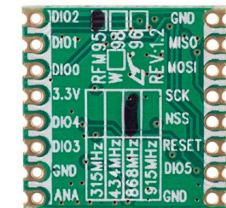


Zigbee  
2.4GHz

- Sensivity -96dB
- Power 35mA
- Sommeil 10mA
- Up to 2Mbps
- 1-32 Bytes
- Dist. 10->20m
- Puissance 20dB (70mA)
- Prix ~chf 30.- ->chf60.-



LoRa / RFM95  
433/868/915MHz



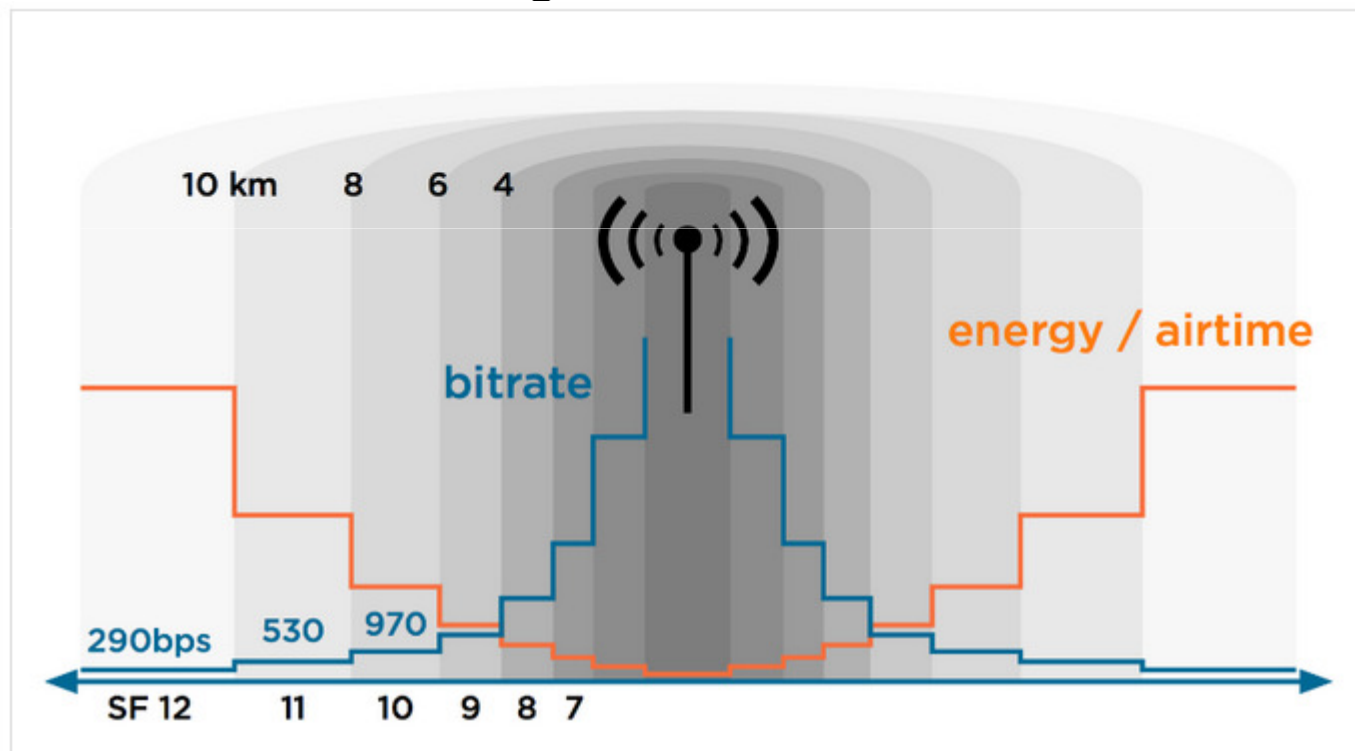
- **Sensitivity -148db ~ 0.01uV**
- Low-Power 9.9mA/200nA
- Sommeil 2mA
- Vitesse ->300kbps
- Puissance ->20dB
- 1-256 Bytes/packet
- Dist. 100m-15km
- Chip: sx1276
- Prix ~chf 5.-

! Les circuits sont fixe au niveau fréquence !  
+ 433MHz AP, 868 EU, 915 USA

# LoRa

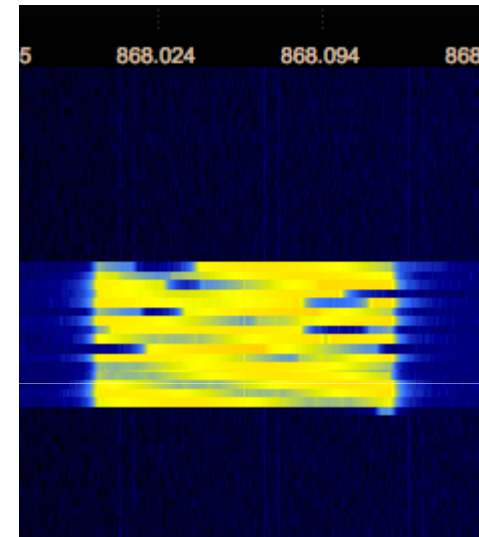
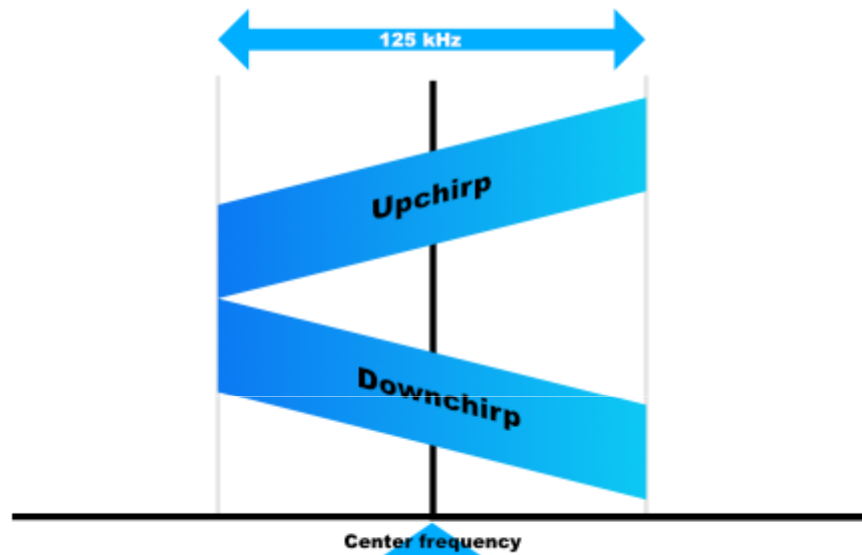
## Mode de fonctionnement

- LoRa utilise le protocole « Chirp » utilisé par les sonars et radars durant la 2<sup>nd</sup> ère mondiale



- Avec une bande passante de 125,250 ou 500kHz, LoRa utilise la bande passante complète

# LoRa Chirp Mode



Analyse SDR

- Chirp = variation de la fréquence dans la bande passante du canal, montante ou descendante.
- Le Spreading factor est la durée du « Chirp »
- Le Spreading factor + la bande passante déterminent la vitesse de transmission et la quantité de données transmises par paquet.

# Chirp youtube

<https://www.youtube.com/watch?v=dxYY097QNs0>

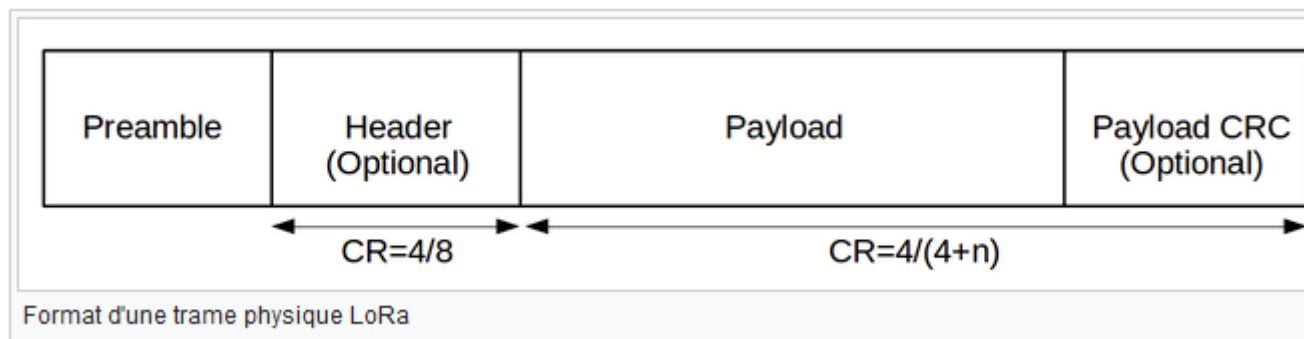


# LoRa

## Vitesse ou distance

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	FSCK	50kbit/s		50 000
8	Réservé pour utilisation future			

↑ distance

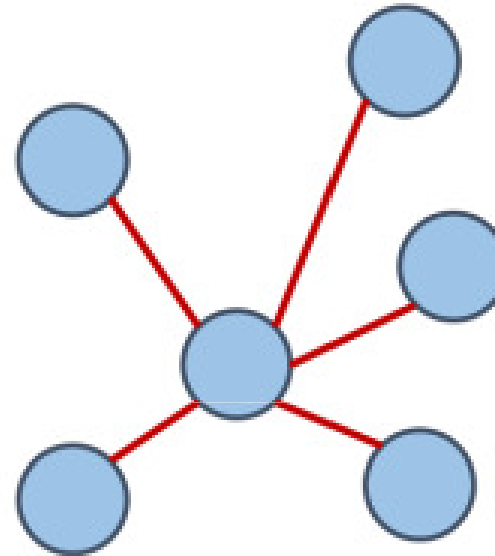


# LoRa

## Type de transmission



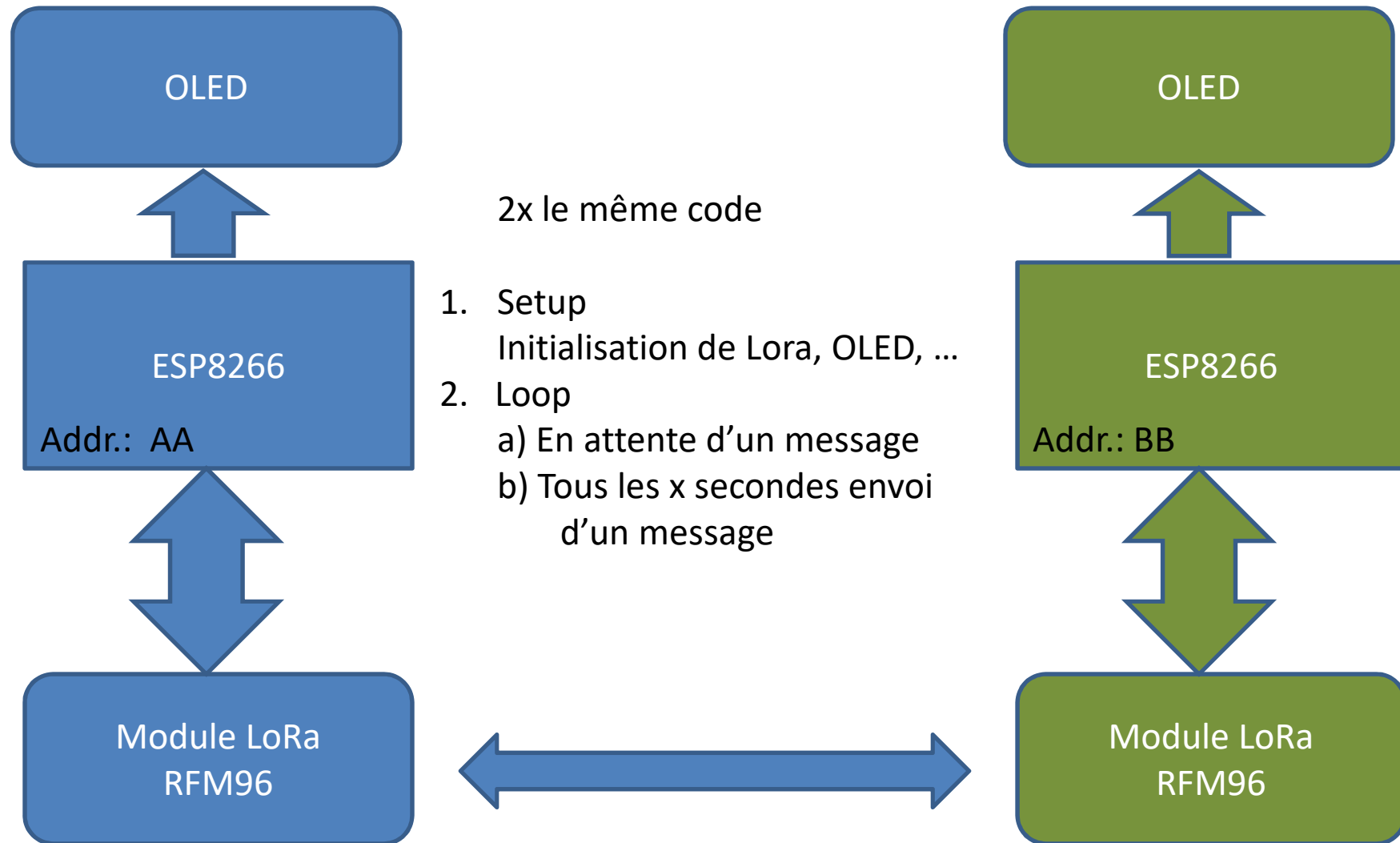
Point to point  
communication



Network

# LoRa Solution point-point

## Test distance



# Materiel LoRa Point-Point

- Wemos ESP8266, banggood.com,...
- RFM95/RFM96, ebay.com
- PCB <https://github.com/hallard/WeMos-Lora>
- Code:  
[https://github.com/fcgdam/TTGO\\_LoRa32](https://github.com/fcgdam/TTGO_LoRa32)
- Source + Librairies C, compatible Arduino

# Firmware LoRa

## Point-Point, émission

- Initialisation du module LoRa (SPI)
- Programmation de la fréquence (868MhZ)
- En boucle
  - Décodage et affichage des messages reçus
  - Envoi d'un message

```
void sendMessage(String outgoing) {  
  
    pixels.show();  
    LoRa.beginPacket(); // start packet  
    LoRa.write(destination); // add destination address  
    LoRa.write(localAddress); // add sender address  
    LoRa.write(msgCount); // add message ID  
    LoRa.write(outgoing.length()); // add payload length  
    LoRa.print(outgoing); // add payload  
    LoRa.endPacket(); // finish packet and send it  
    msgCount++; // increment message ID  
    // pixels.setPixelColor(1, pixels.Color(0,0,0)); // Moderately brig  
}
```

# Firmware LoRa

## Point-Point, réception

```
void onReceive(int packetSize) {  
if (packetSize == 0) return; // if there's no packet, return  
// read packet header bytes:  
int recipient = LoRa.read(); // recipient address  
byte sender = LoRa.read(); // sender address  
byte incomingMsgId = LoRa.read(); // incoming msg ID  
byte incomingLength = LoRa.read(); // incoming msg length  
  
String incoming = "";  
  
while (LoRa.available()) {  
incoming += (char)LoRa.read();  
}  
}
```

# Démo point-point



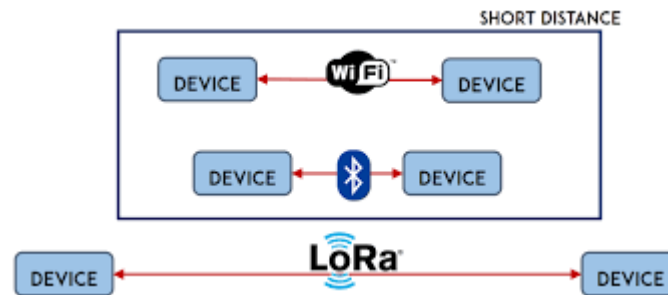
#AA Envoie par pression sur bouton



#BB renvoie automatiquement

# LoRa RFM96

## Résultats des tests point-point

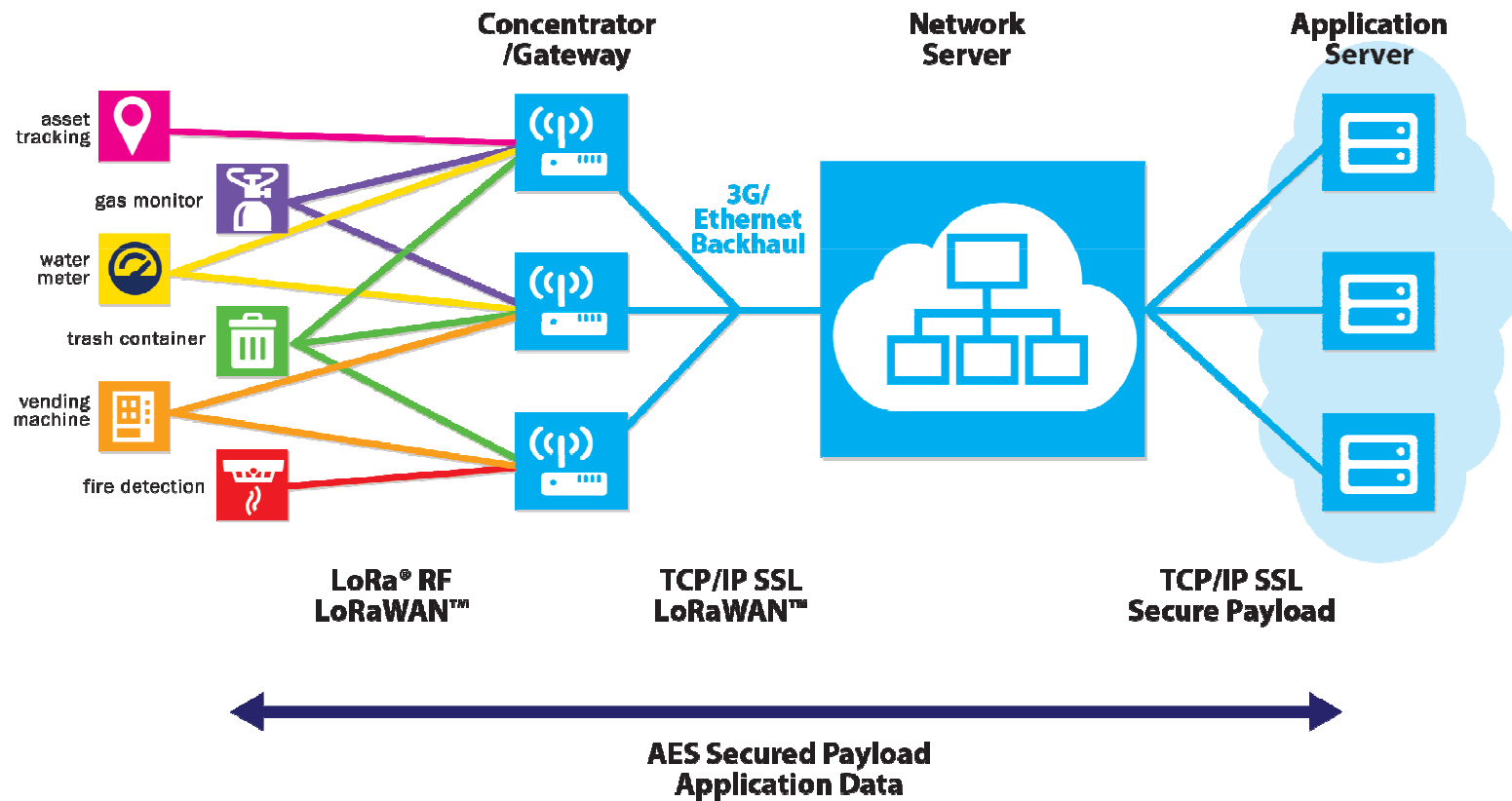


- Tests effectués jusqu'à env. 500m avec 100% de transmission
- Point-Point seulement à vue !!
- Coupure quasi instantanée sans vue directe même à moins de 500m



# Demo Lora Point-Point

# LoRa en réseau



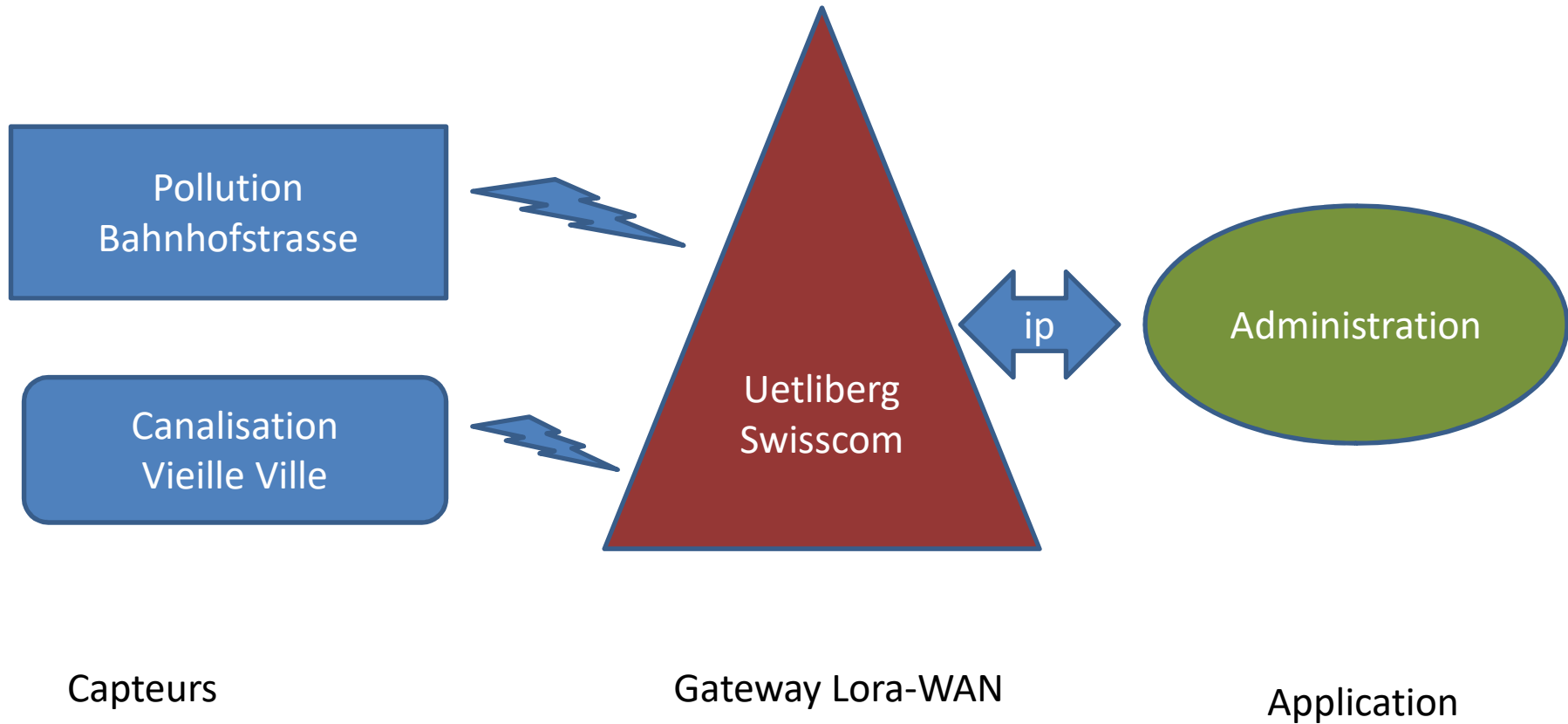
# Application Lora

- Privé
  - Capteurs à distance (Cave, hangar, garage)
  - Mesure de température, humidité,...
- Ville de Zurich
  - Mesure de pollution
  - Mesure de niveau dans les canalisations
  - Identification de places de parc libres

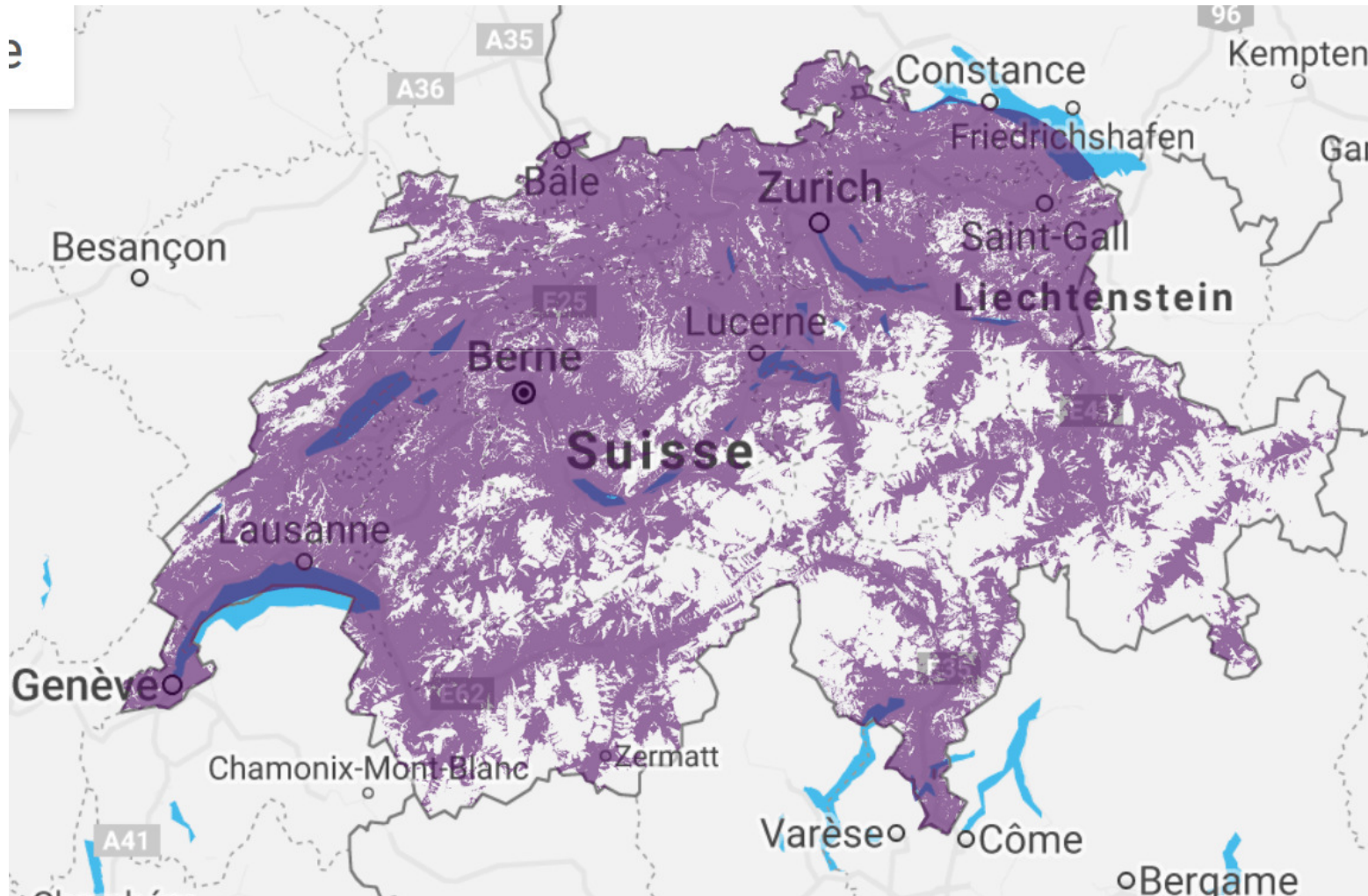
Swisscom, ville de Zurich

<https://www.srf.ch/sendungen/einstein/vom-internet-der-dinge-die-neue-macht-der-sensoren>

# Ville de Zurich



# Réseau LPN (LoRa) Swisscom (payant)



<http://lpn.swisscom.ch/f/notre-offre/>

# LoraWan

## TTN

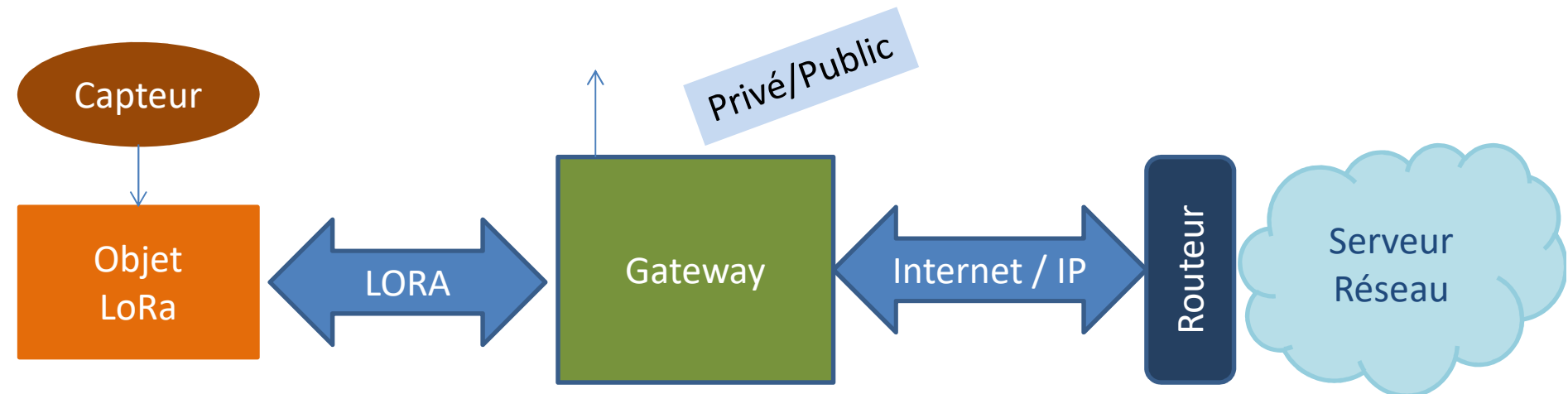


# Réseau TTN

- Infrastructure mise à disposition par des privés (collaboratif)
- Server Cloud TTN
- Enregistrement et administration par l'utilisateur
- Stack/Firmware open-source
- Disponible pour ESPxx, RPI,...
- Gratuit

# Principe de base de LoRaWan

## Envoi de messages



- Emetteur LoRa
- Encryptage du message
- Module ESP + RFM95

- Passerelle entre les signaux LORA et Internet.
- Redirection des messages vers un serveur Cloud
- Récupération des messages par une application par réseau internet
- Module ESP +RFM95 (Limité 100m)
- Carte performante + RPI (->20km)

- Stockage ou redirection des messages

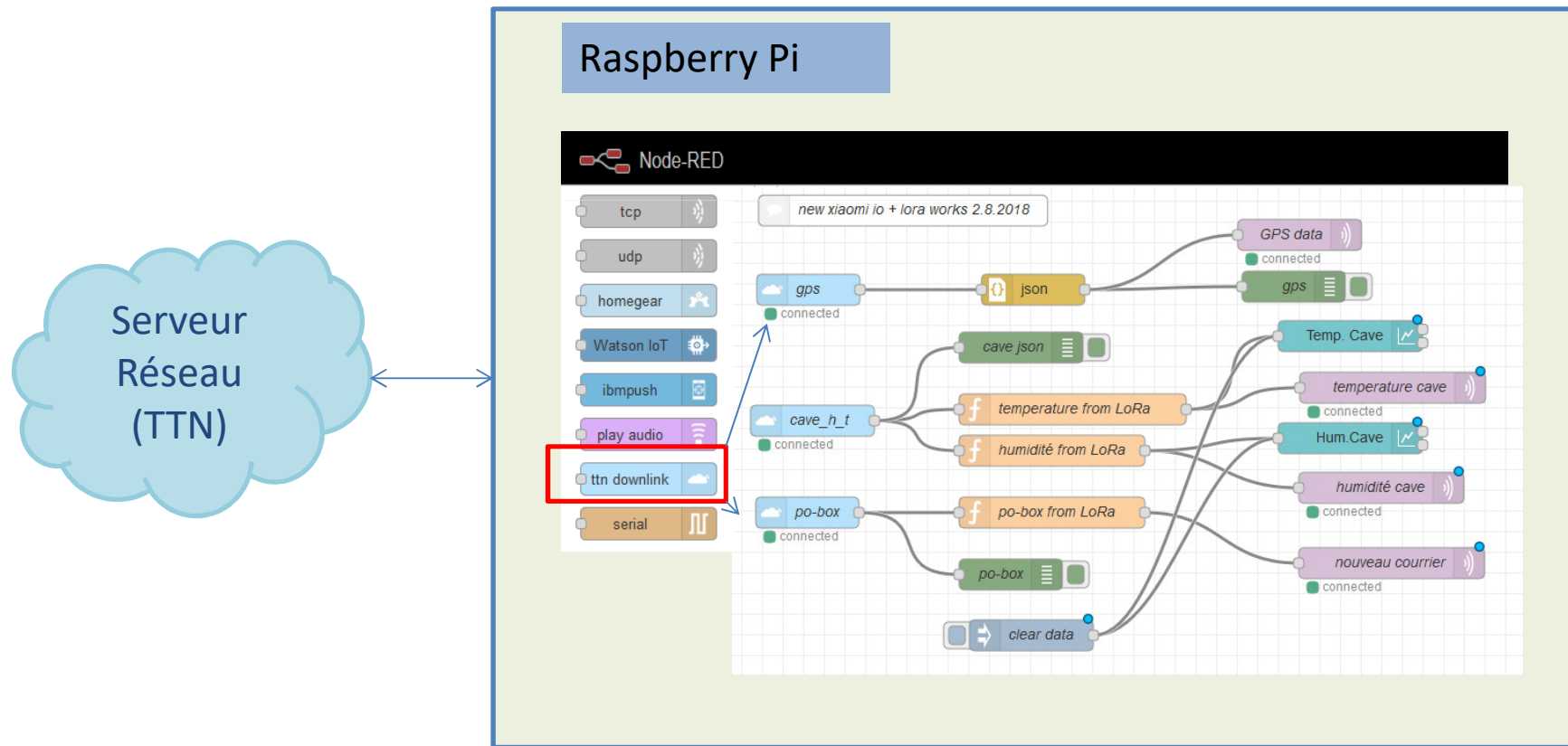
- Divers fournisseurs
- >Swisscom payant
  - >TTN gratuit



# LoraWan

## Récupération des données

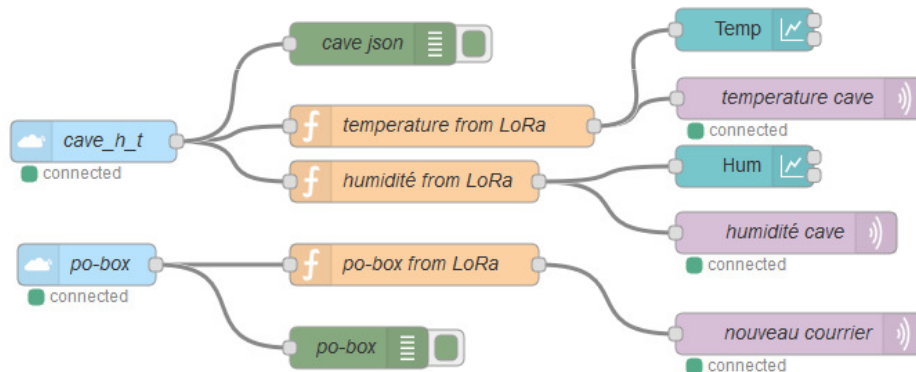
- Exemple TTN



Node TTN existant, décryptage du message

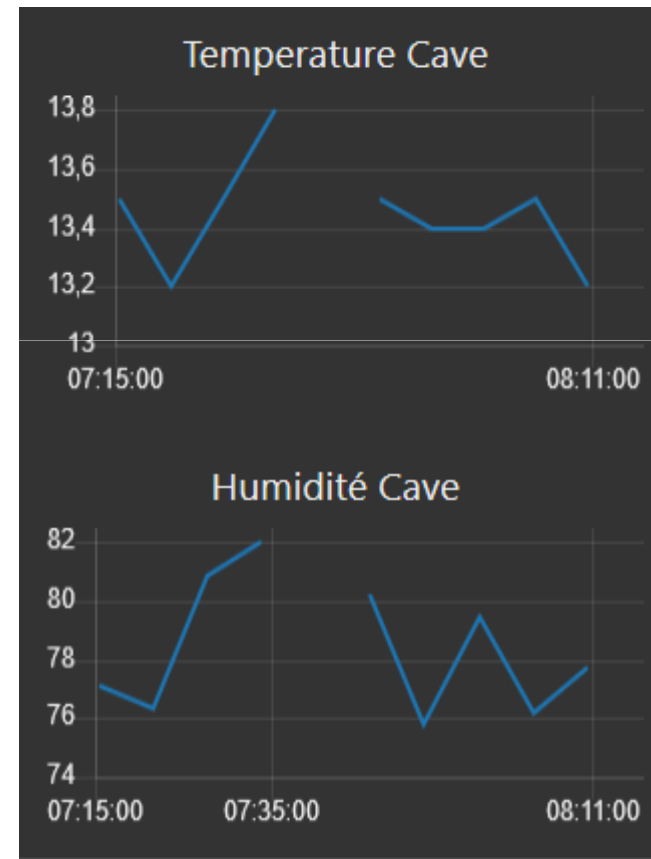
# Lora

## Node-Red avec graphique

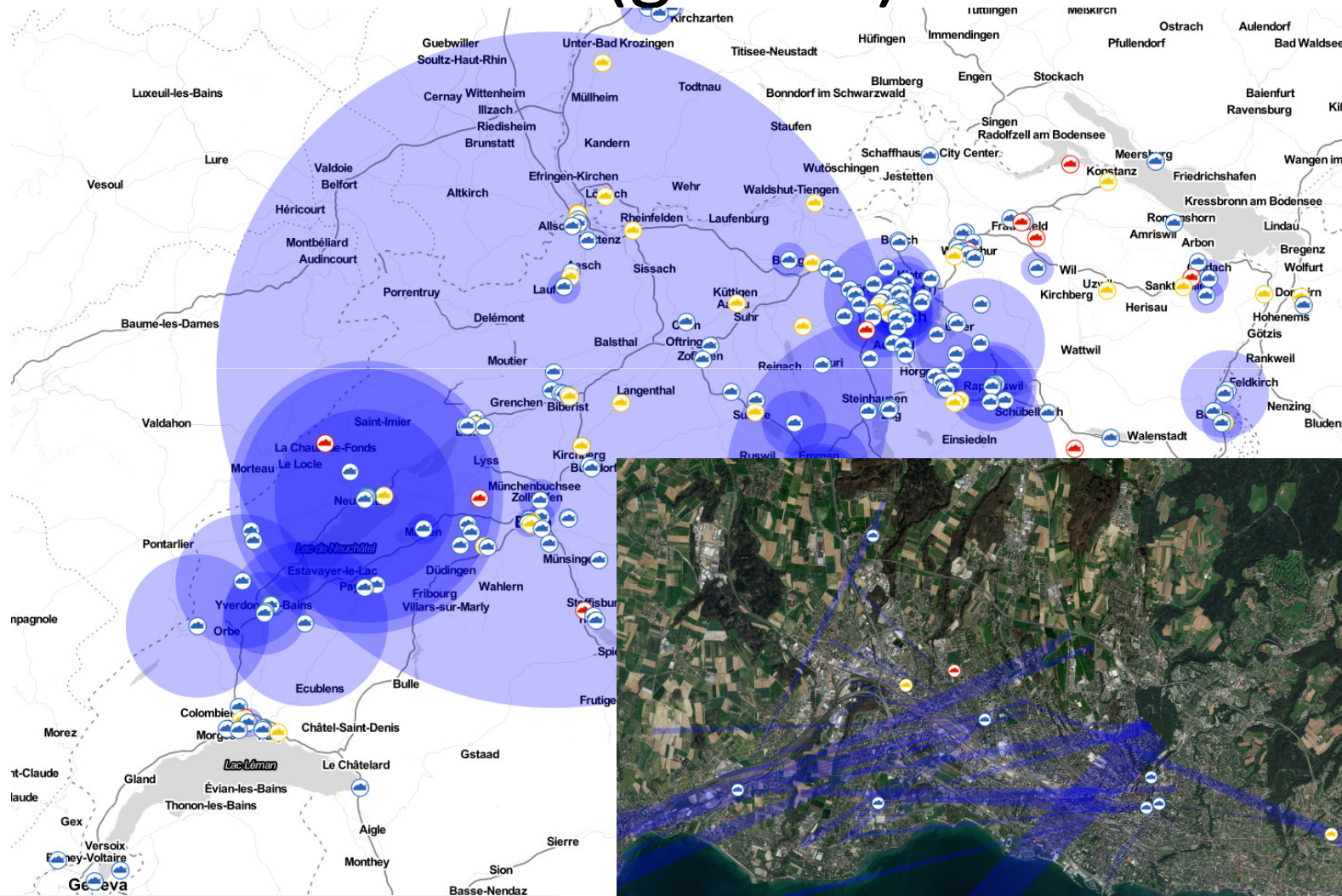


Exemple dans ma domotique:

- Récupération des données cave à vin (2dalles de béton à traverser dans PPE)
- Décodage et envoi vers le serveur MQTT et vers l'interface graphique de Node-Red



# Réseau LoraWan TTN (gratuit)



<https://www.thethingsnetwork.org/>

# LoRa TTN

## Mon premier GW

- [www.thethingsnetwork.org](http://www.thethingsnetwork.org)
- Créer un compte (gratuit)
- Dans la Console
  - Créer un Gateway
  - Créer une application (Chacune reçoit une adresse)
  - Choisir le mode de fonctionnement (ABP/OTAA)
  - Créer un ou des devices (chacune reçoit une adresse)
- En plus de l'adresse chaque élément reçoit un nom lisible

# LoRa TTN

## Marche à suivre

- Créer un compte TTN



### CREATE AN ACCOUNT

Create an account for The Things Network and start exploring the world of Internet of Things with us.

#### USERNAME

This will be your username — pick a good one because you will not be able to change it.



#### EMAIL ADDRESS

You will receive a confirmation email, as well as occasional account related emails. If this email address is managed by a third party (such as for corporate email addresses), this third party might block emails coming from The Things Network. This email address is not public.



#### PASSWORD

Use at least 6 characters.



Create account

# LoRa

## Enregistrement du Gateway

### REGISTER GATEWAY

**Gateway EUI**  
The EUI of the gateway as read from the LoRa module

B8 27 EB FF FE 70 76 49 8 bytes

**I'm using the legacy packet forwarder**  
Select this if you are using the legacy [Semtech packet forwarder](#).

**Description**  
A human-readable description of the gateway

Microclub Demo

**Frequency Plan**  
The [frequency plan](#) this gateway will use

Europe 868MHz

**Router**  
The router this gateway will connect to. To reduce latency, pick a router that is in a region which is close to the location of the gateway.

ttn-router-eu

A lire sur la console de votre module LORA  
(ligne Série, Teraterm,...)

```
MAC: d8:a0:1d:63:59:40, len=17
WlanConnect:: Init para 0
0:1. WiFi connect SSID=, pass=
WlanCStatus:: CONNECTED to BELLAVISTA2
Host esp32-635940 WiFi Connected to BELLAVISTA2 on IP=192.168.1.114
Local UDP port=1700
Connection successful
Gateway ID: D8A01DFFFF635940, Listening at SF8 on 868.10 Mhz.
Time: Thursday 11:24:18
Gateway configuration saved
WWW Server started on port 80
OLED_ADDR=0x3C
```

# LoRa TTN

## Marche à suivre

Adresse physique  
De l'interface LAN/WLAN

- Créer un gateway

2

### INFORMATION

**Brand** Single-channel DIY gateway

**Model** ESP8266-RFM95

**Antenna** ⓘ

### LOCATION

3

**Antenna Placement** indoor

**Altitude** 590m



1

**Gateway ID** eui-b4e62dffff1426b9

**Description** Les-Brules

**Owner** z-control [Transfer ownership](#)

**Status** ● connected

**Frequency Plan** Europe 868MHz

**Router** ttn-router-eu



**Gateway Key**

**Last Seen** 11 minutes ago

**Received Messages** 14575

**Transmitted Messages** 892



# LoRa TTN

## Marche à suivre

- Enregistrer une application et un objet/device

The screenshot displays the LoRa TTN console interface, divided into two main sections: 'APPLICATION OVERVIEW' and 'DEVICE OVERVIEW'.

**APPLICATION OVERVIEW:**

- Application ID:** zcontrol-gps
- Description:** Lora GPS Test
- Created:** 4 months ago
- Handler:** ttn-handler-eu (current handler)

**APPLICATION EUIS:**

- 70 B3 D5 7E D0 00 FE E1

**DEVICES:**

- 2 registered devices

**DEVICE OVERVIEW:**

- Application ID:** zcontrol-gps
- Device ID:** lora\_gps1
- Activation Method:** ABP
- Device EUI:** 00 05 D2 45 6E 5C 16 8E
- Application EUI:** 70 B3 D5 7E D0 00 FE E1
- Device Address:** 26 01 1D BD
- Network Session Key:** [Redacted]
- App Session Key:** [Redacted]
- Status:** 2 minutes ago
- Frames up:** 42 [reset frame counters](#)
- Frames down:** 1065

Rem.: une application peut avoir plusieurs appareils !



# LoRa TTN

## Décodage en ligne

Applications >  128854128854 > Payload Formats

### PAYLOAD FORMATS

#### Payload Format

The payload format sent by your devices

Custom

decoder

converter


validator

encoder

```
1 function Decoder(bytes, port) {
2   // Decode plain text; for testing only
3
4   var mod= bytes[0];
5   var temp = bytes[1]<<8 | bytes[2];
6   var hum = bytes[3]<<8 | bytes[4];
7   var swi = bytes[5];
8   var bat = bytes[6];
9
10  return {
11
12    mode: mod, temperature: temp/10, humidity: hum/10, letter: swi, battery:bat
```

# LoRa TTN

## Test en temps réel

Applications >  128854128854 > Devices >  cave\_h\_t > Data

▲ 11:06:02	651	1		payload: 02 00 89 03 12 00 00	battery: 0	humidity: 78.6	letter: 0	mode: 2	temperature: 13.7
▲ 10:59:54	648	1		payload: 02 00 88 03 2D 00 00	battery: 0	humidity: 81.3	letter: 0	mode: 2	temperature: 13.6
▲ 10:53:46	645	1		payload: 02 00 85 03 0D 00 00	battery: 0	humidity: 78.1	letter: 0	mode: 2	temperature: 13.3
▲ 10:47:38	642	1		payload: 02 00 86 03 02 00 00	battery: 0	humidity: 77	letter: 0	mode: 2	temperature: 13.4
▲ 10:41:29	639	1		payload: 02 00 85 03 17 00 00	battery: 0	humidity: 79.1	letter: 0	mode: 2	temperature: 13.3
▲ 10:35:21	636	1		payload: 02 00 86 02 FC 00 00	battery: 0	humidity: 76.4	mode: 2	switch: 0	temperature: 13.4
▲ 10:23:04	630	1		payload: 02 00 86 02 F8 00 00	battery: 0	humidity: 76	mode: 2	switch: 0	temperature: 13.4
▲ 10:10:48	×	×	historical	payload: 02 00 85 02 F4 00 00	battery: 0	humidity: 75.6	mode: 2	switch: 0	temperature: 13.3
▲ 10:04:39	×	×	historical	payload: 02 00 89 03 14 00 00	battery: 0	humidity: 78.8	mode: 2	switch: 0	temperature: 13.7
▲ 09:58:31	×	×	historical	payload: 02 00 88 03 2B 00 00	battery: 0	humidity: 81.1	mode: 2	switch: 0	temperature: 13.6
▲ 09:52:23	×	×	historical	payload: 02 00 86 03 21 00 00	battery: 0	humidity: 80.1	mode: 2	switch: 0	temperature: 13.4

# LoRa TTN

## Décodage des messages

### DEVICE OVERVIEW

Application ID 128854128854

Device ID cave\_h\_t

Description Capteur Humidité Temperature Cave

Activation Method ABP

Device EUI <> ⇅ 00 33 2B 2F 1D 4C CC 7C 🗑

Application EUI <> ⇅ 70 B3 D5 7E D0 00 F6 76 🗑

Device Address <> ⇅ 26 01 1B 63 🗑

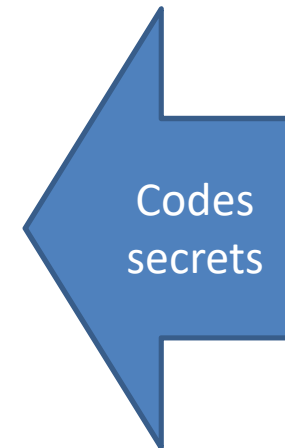
Network Session Key <> ⇅ 👁 ..... 🗑

App Session Key <> ⇅ 👁 ..... 🗑

Status ● 1 minute ago

Frames up 39313 [reset frame counters](#)

Frames down 0



# LoRa TTN

## Client/Capteur

- Plus facile,
- Un fichier « Arduino »
- Indiquer les code générés sur la page TTN

```
#ifdef SENSOR1
static u1_t NWKSKEY[16] = { 0x75, 0xE9, 0x6B, 0x72, 0x19, 0x66, 0x8C, 0xC0, 0x71, 0x54, 0xED, 0xE0, 0xDB, 0xBA, 0x3B, 0x42 };

static u1_t APPSKEY[16] = { 0x9F, 0xDA, 0xF3, 0x26, 0x15, 0x55, 0x46, 0xC8, 0x16, 0x01, 0x63, 0xD4, 0xA3, 0xB2, 0x3A, 0x33 };

static u4_t DEVADDR = 0x26011337; // Put here the device id in hexadecimal form.
#else
```

- Charger la variable dans le buffer
- Un timer envoie régulièrement le contenu vers le réseau TTN

```
// Payload to send (uplink)
byte buffer[7];

buffer[0]=1; // switch sensor
buffer[1]=0;
buffer[2]=0;
buffer[3]=0;
buffer[4]=0;

if(newPost) buffer[5]=1;
else buffer[5]=0;
buffer[6]=0;
```

# LoRa TTN

## Commentaires

- Réseau collaboratif
  - Les membres mettent à disposition leur Gateway
  - Le transit de message tiers est automatique (Crypté)
- Si un [Gateway TTN existe](#) à l'endroit que je veux connecter, je n'ai pas besoins de Gateway perso
- L'utilisation du réseau est gratuit
- Je peux enregistre un nombre infini d'objets(Things) ou de Gateway/passerelles.

# LoRa

## Performance

- La Performance est limitée à 200kbps
- La quantité de données est limitée (868MHz)
  - 25mW et une utilisation de 1% /heure
- Ceci correspond à 36s par heure !
- Seul des petites quantités de données sont donc possible et conseillées. Pas de signal Audio ou Vidéo !
- LoRa n'est donc pas une alternative à BT ou WiFi!

# LoRa

## Distance / Conformité

- La Distance de transmission dépend principalement de la sensibilité du Gateway et de son Chipset.
- Un Gateway simple est constitué du chipset SX1272/SX1276 et beaucoup moins cher qu'un gateway complet(Full)
- Le Gateway complet est souvent constitué du chipset SX1301/SX1257 et couvre simultanément 8 canaux
- Un Gateway simple n'est pas conforme à la norme LoRaWan et déconseillé pour des applications professionnelles LoRaWan!
- Le Gateway complet permet de communiquer à des « Spreading facteurs » différents et des fréquences différentes ce qui n'est pas le cas d'un GW simple !

# LoRaWan

## Résumé

- Facile à installer
- Très économique
- Flexible à adapter
- Évolutif (Scalabilité, adaptabilité)
- Bidirectionnel
- Sure, encrypté
- Optimisé en consommation (plusieurs années)



# Demo

- Gateway: Single channel gateway
- Application: GPS, PO-Box
- Device: ESP8266+RFM95

# LoRa

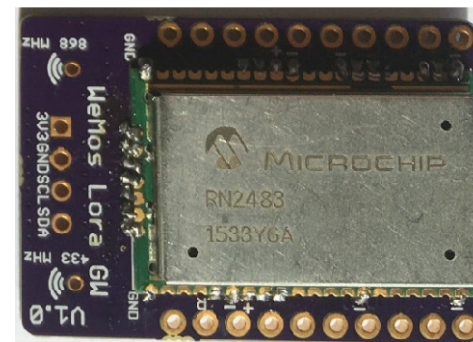
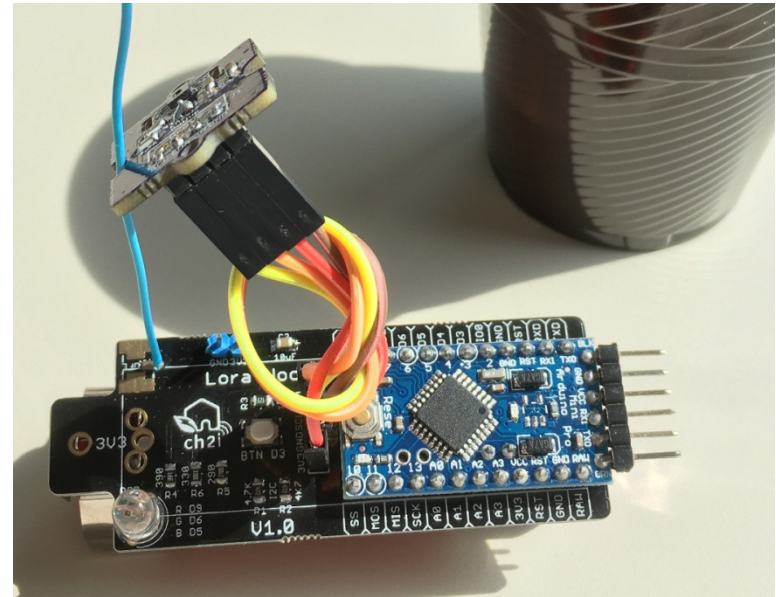
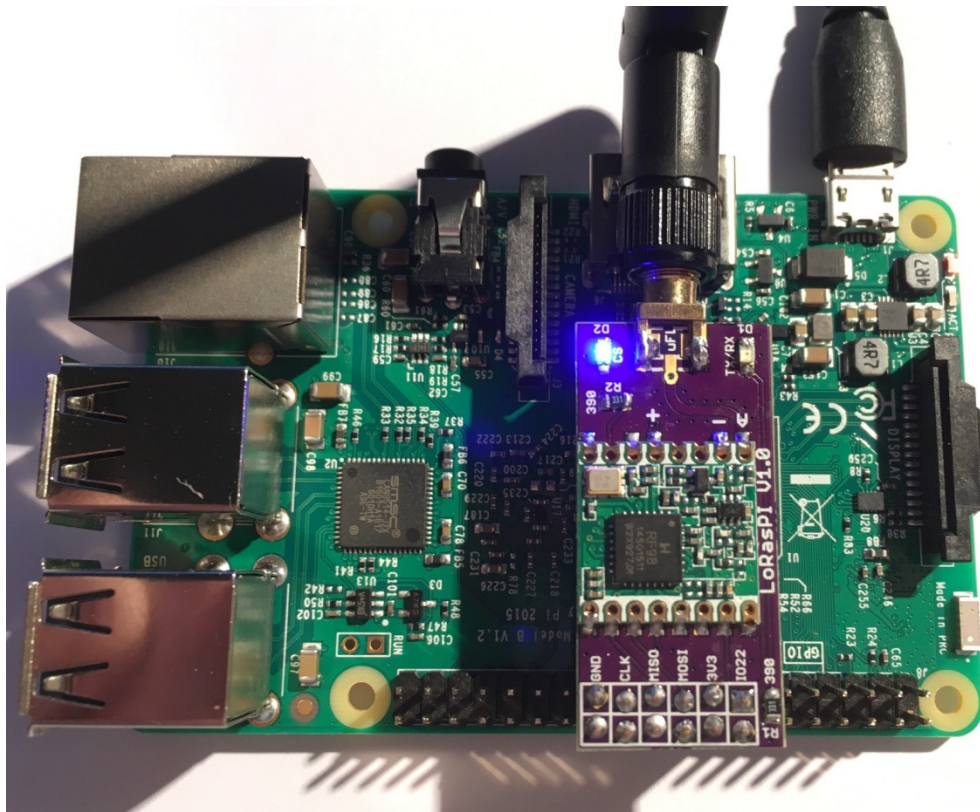
## A retenir

- Petit circuits, faible consommation



Source: lot-store.com

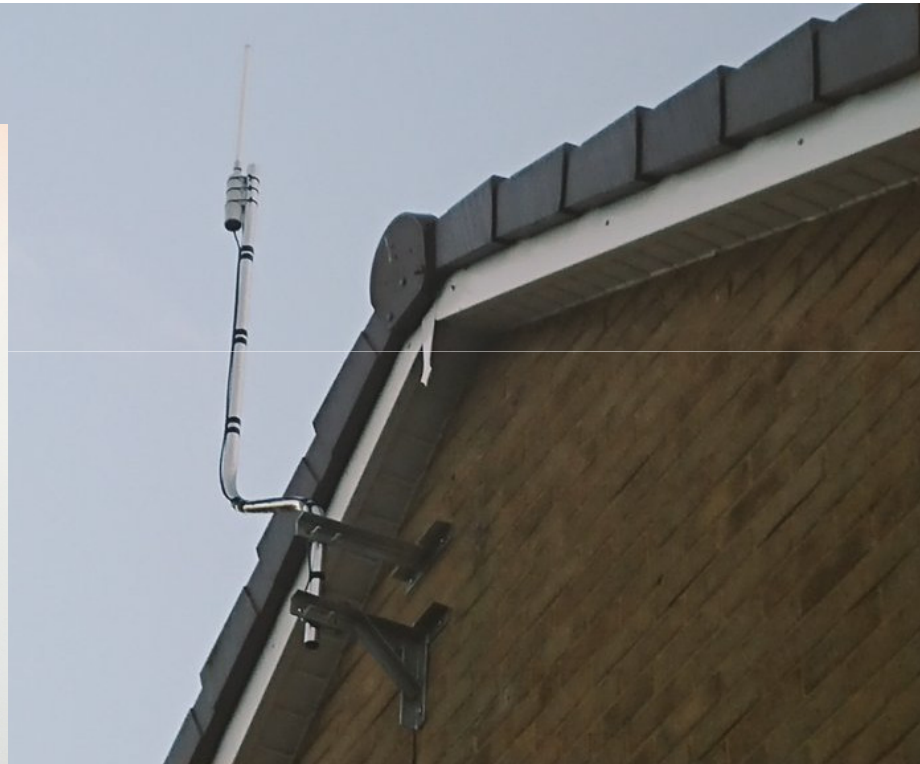
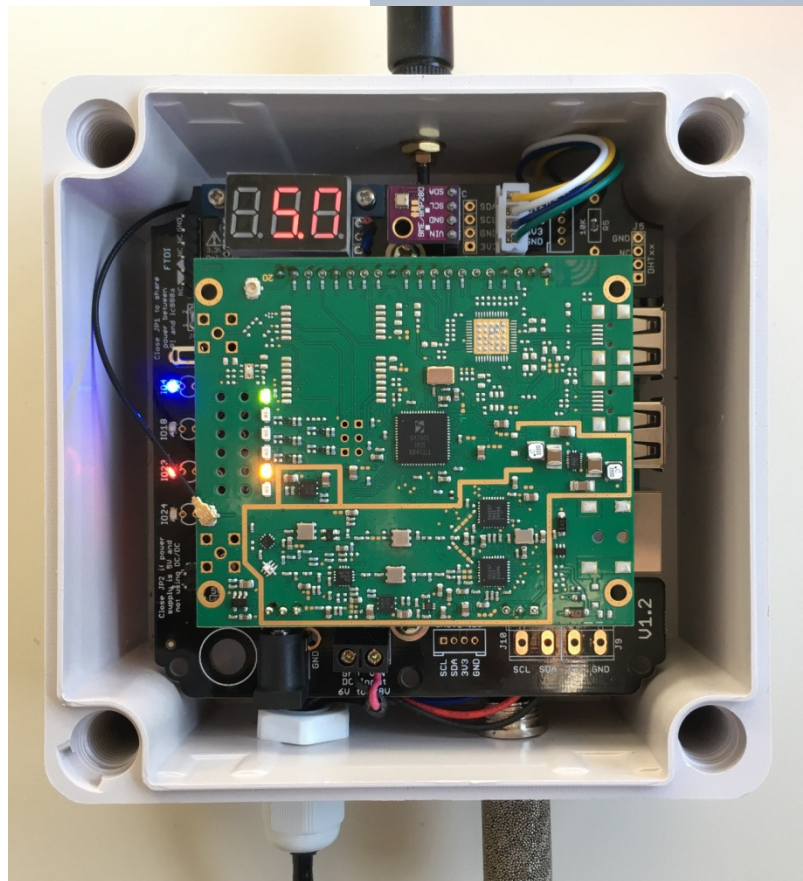
# Multi-Plattformen



Source: github/ch2i



# Longue distance nécessite de l'équipement approprié

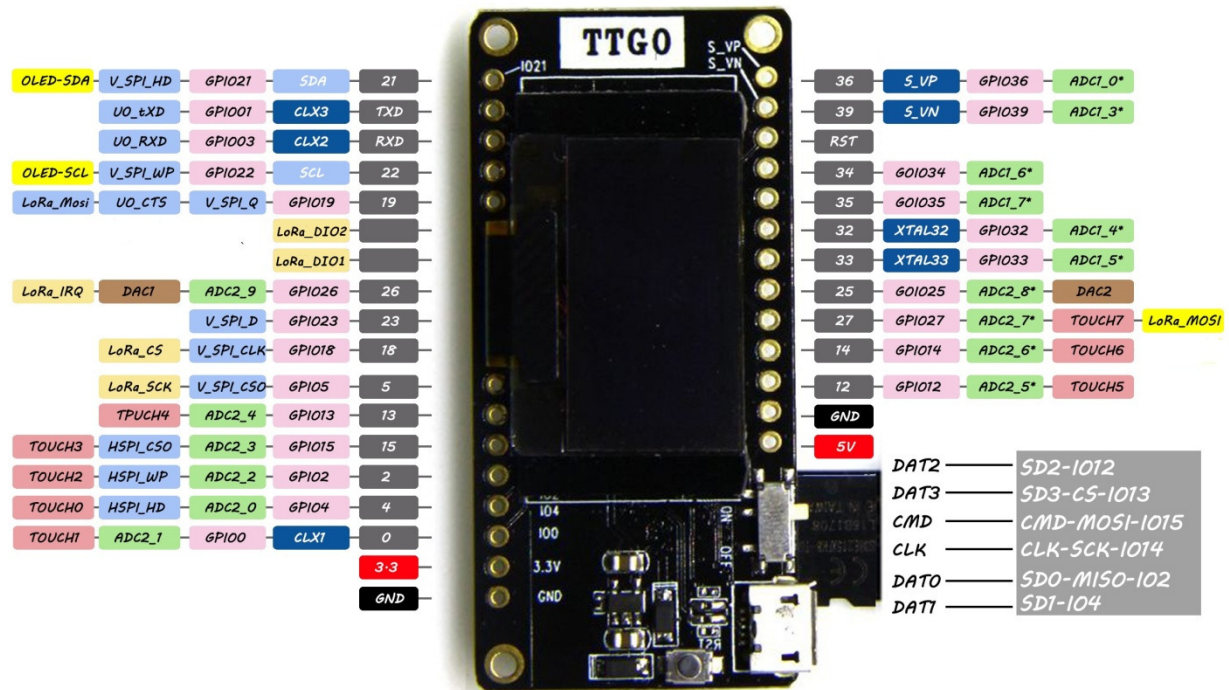


IC880a, basé Raspberry

<https://github.com/ch2i/iC880A-Raspberry-PI>

# LoRaWan

- Questions ?



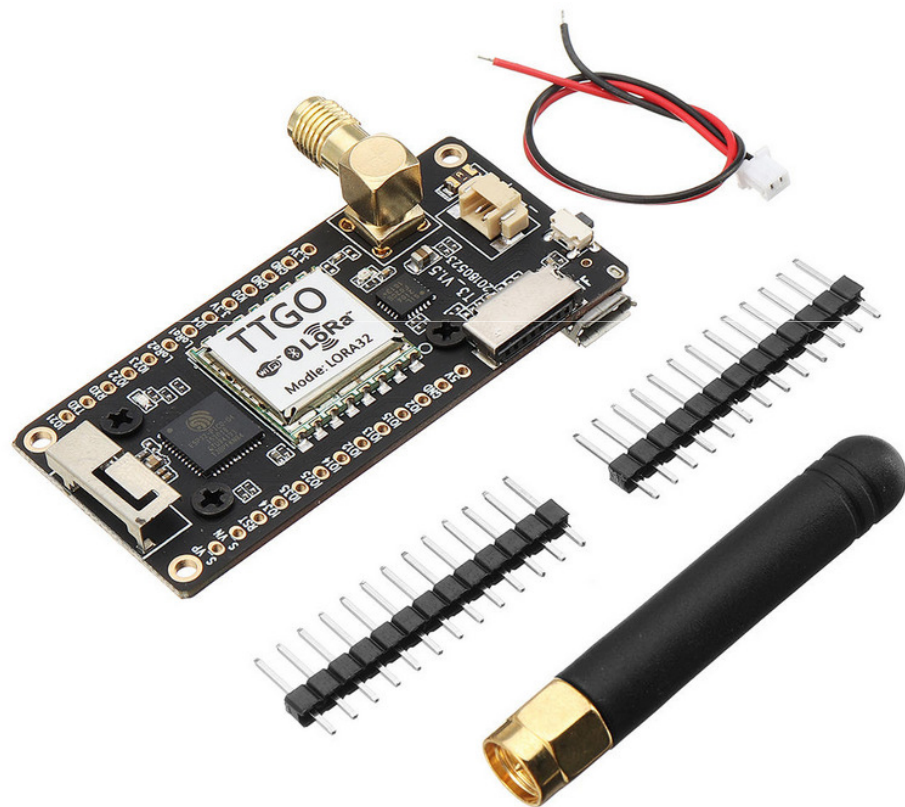
Wifi+Bluetooth Board  
TTGO-LoRa V2.0

Banggood.com, pack de 2pc env. chf 30.-

!! Choisir la version 868MHz

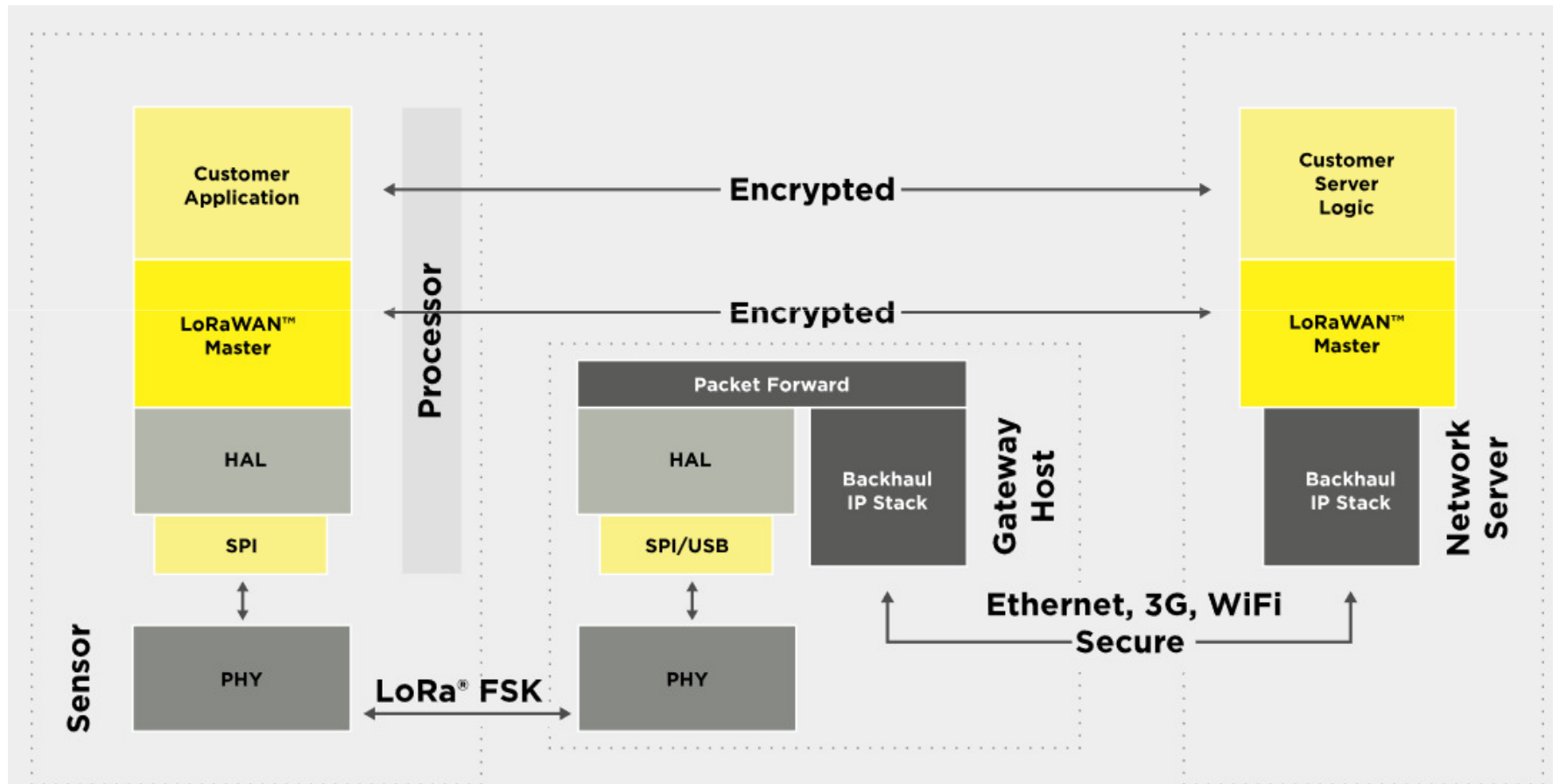
Actuellement version 2.0 du circuit (dernier chip ESP32)

Nouvelles versions  
touts les mois



# Librairies LoRa

## Structure des composants



PHY = module physique, HAL = Hardware abstraction layer (SW)