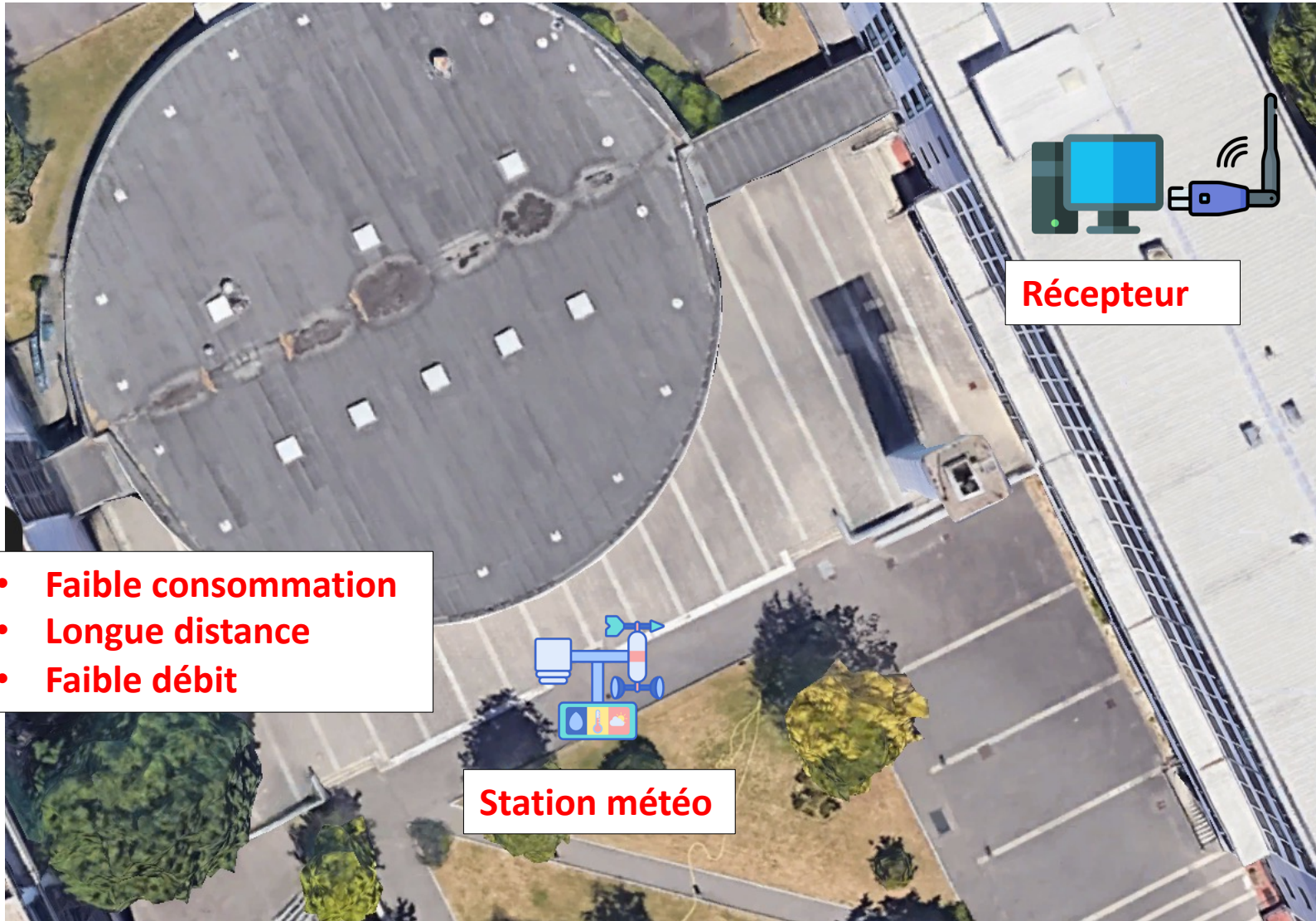




















# PROJET D'INSTALLATION D'UNE STATION MÉTÉO



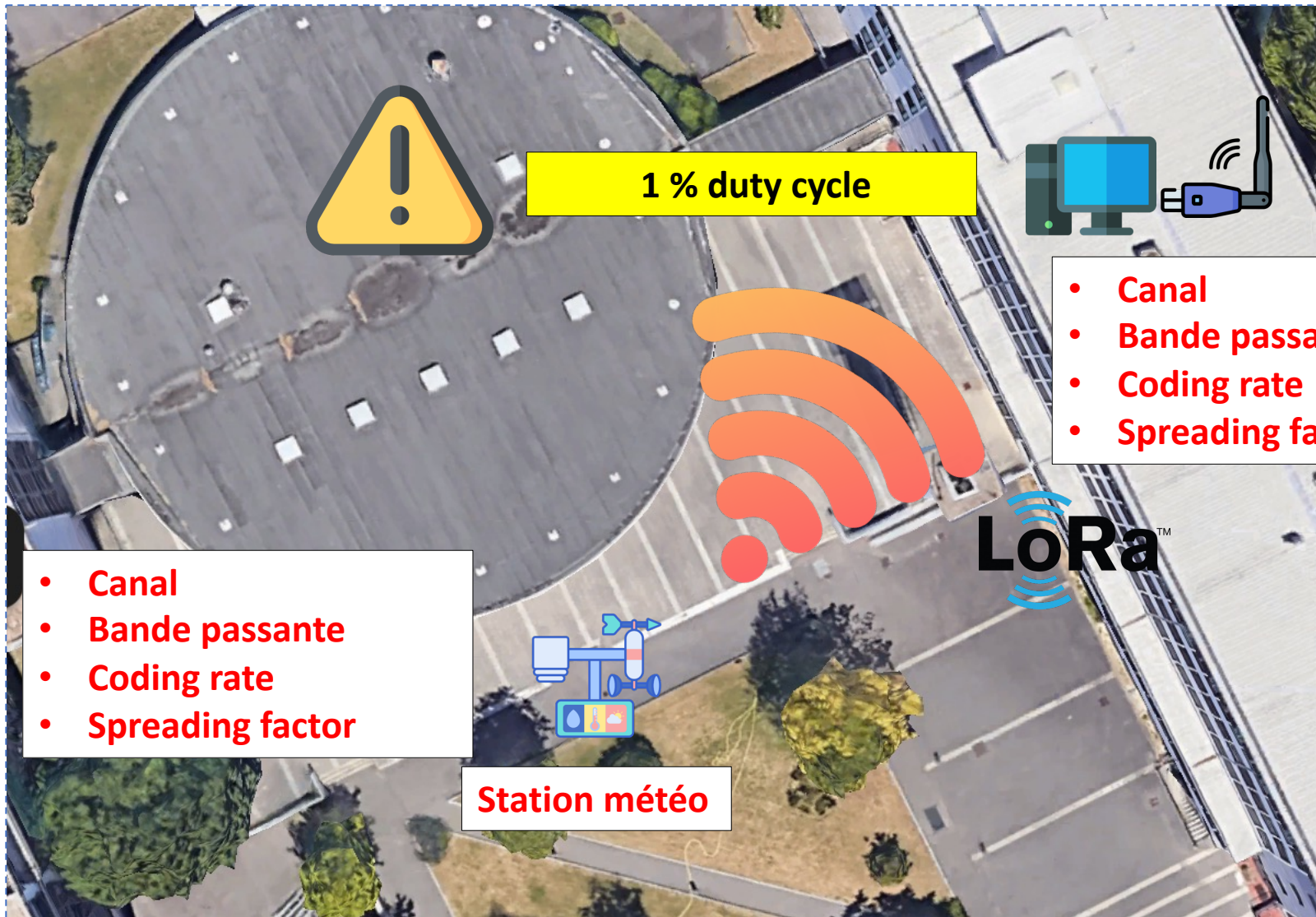
# LES TECHNOLOGIES DE TRANSMISSION SANS FIL

## Technologies Compared

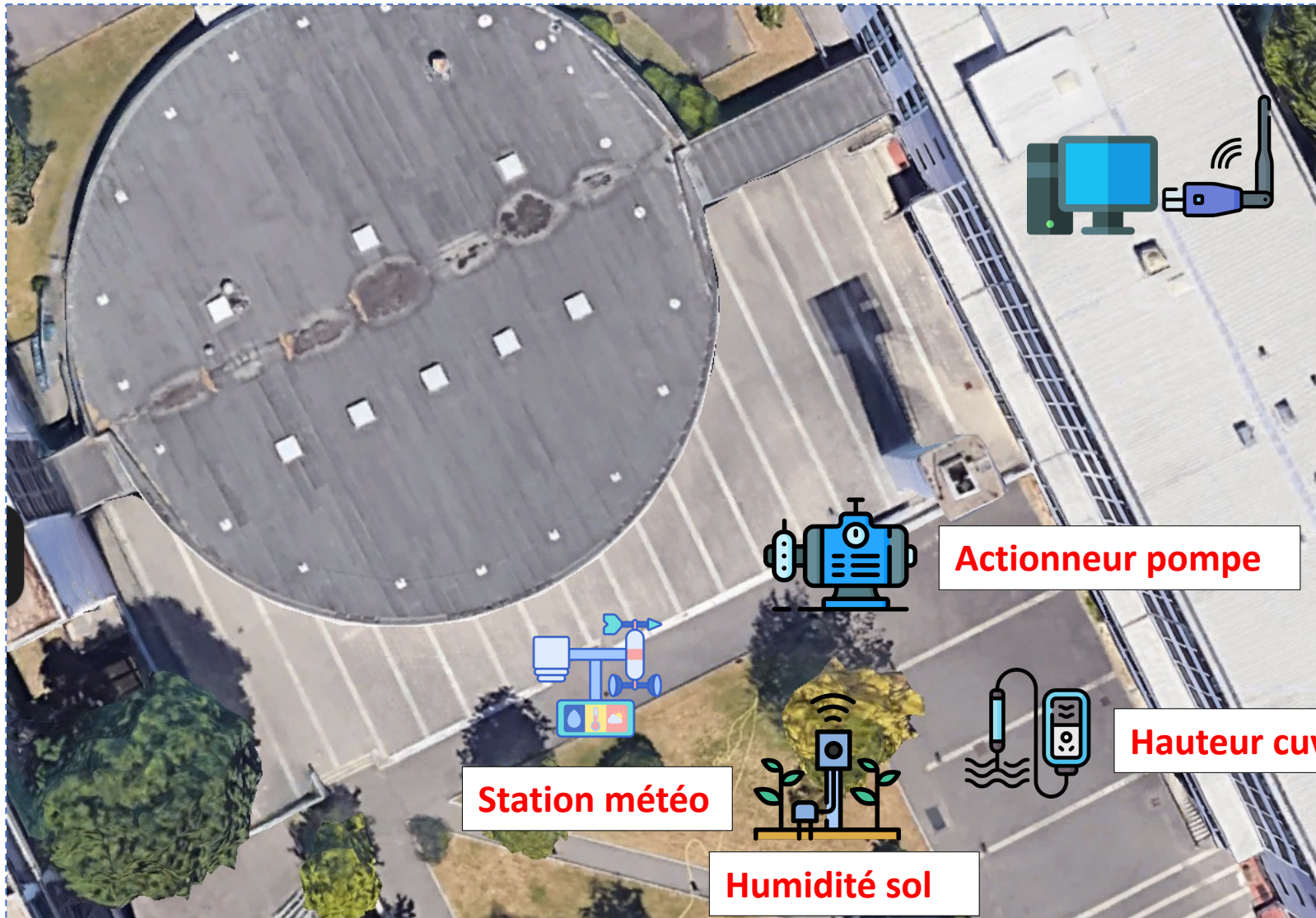
	Local Area Networks (Bluetooth, ZigBee, WiFi)	Cellular (3G, 4GLTE, 5G CDMA)	LPWAN Low Powered Wide Area Network LoRaWAN, NB-IOT, Sigfox
 DATA RATE	~100kbps-100mbps	~100kbps-100mbps	~10kbps
 RANGE	Short	Long	Long
 BATTERY LIFE	Varies	Short	Long
 COST	Expensive	Expensive	Efficient
EXAMPLE USE CASES	<b>In-home/Building &amp; Consumer</b>  Smart TV  A/V  WiFi Networks  Bluetooth	<b>Traditional M2M</b>  Smart grid  CCTV  Asset tracking  Personal communication	<b>55% of IoT Market</b>  Monitoring  Metering  Temp  Asset tracking  Weather  Location



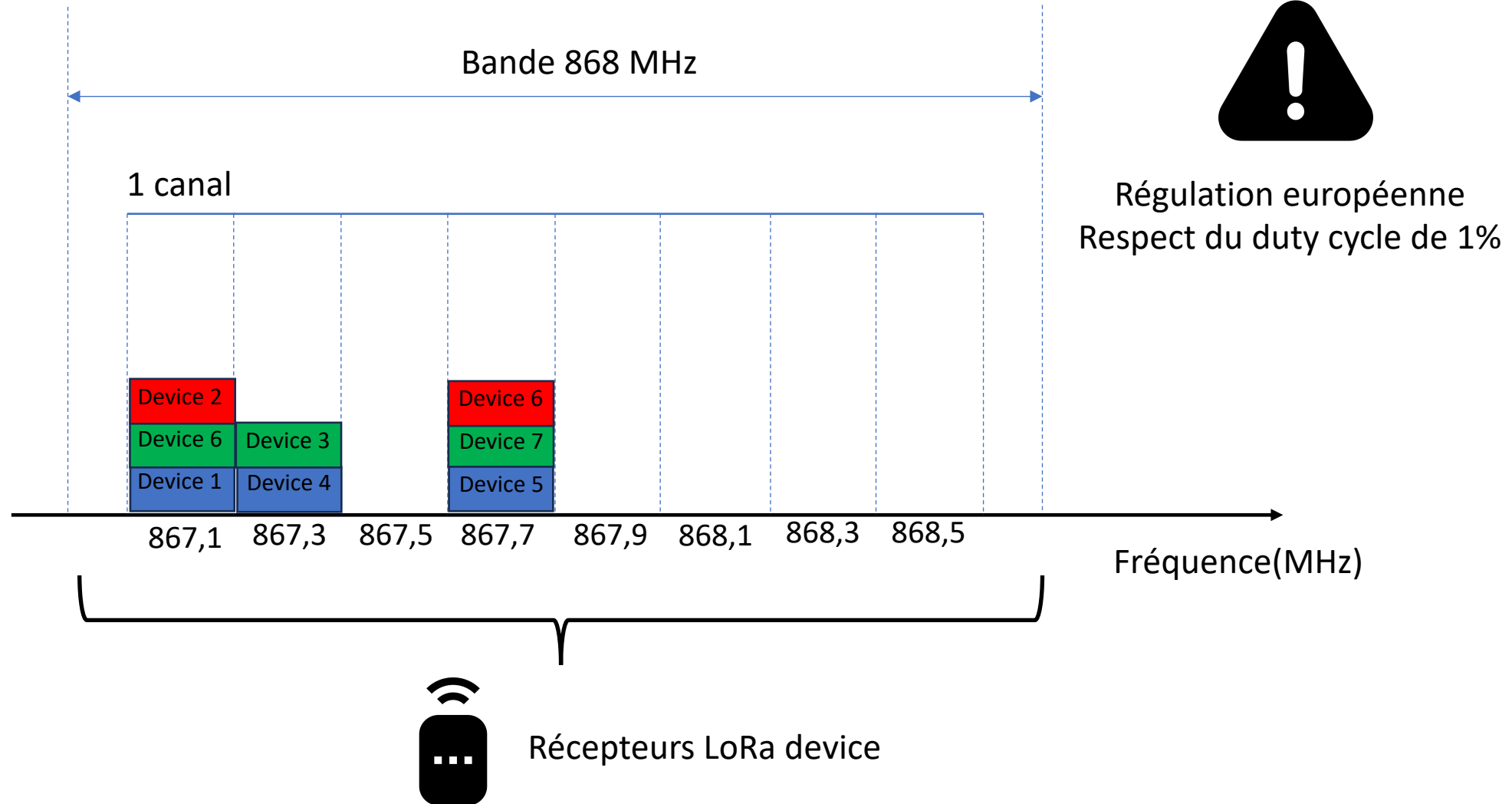
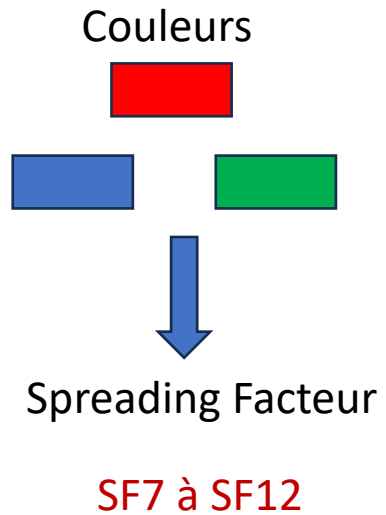
# PROJET D'INSTALLATION D'UNE STATION MÉTÉO



# PROJET D'INSTALLATION D'UN RÉSEAU LORA

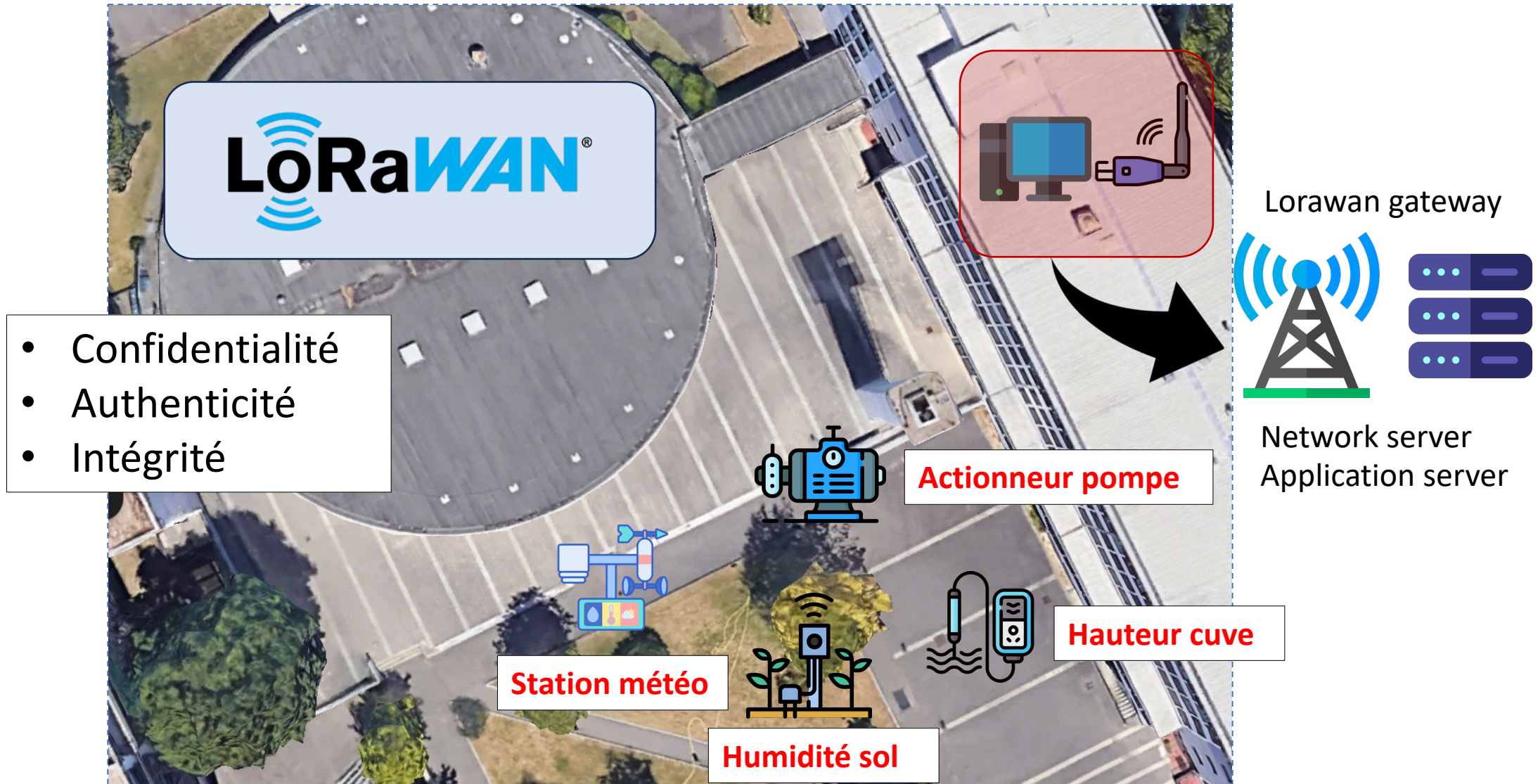


# COMMENT CONNECTER PLUSIEURS DEVICES ?





# COMMENT RAJOUTER UNE COUCHE DE SÉCURITÉ

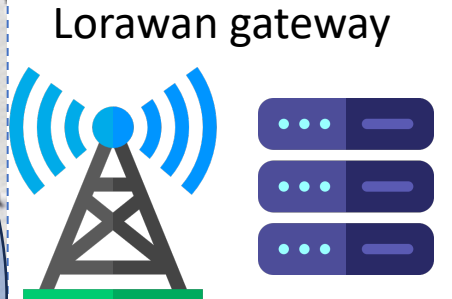


# COMMENT CRÉER UN RÉSEAU LORAWAN



Plusieurs solutions :

- Réseau privée
- Réseau Publique (opérateur)
- Réseau hybride



Network server  
Application server

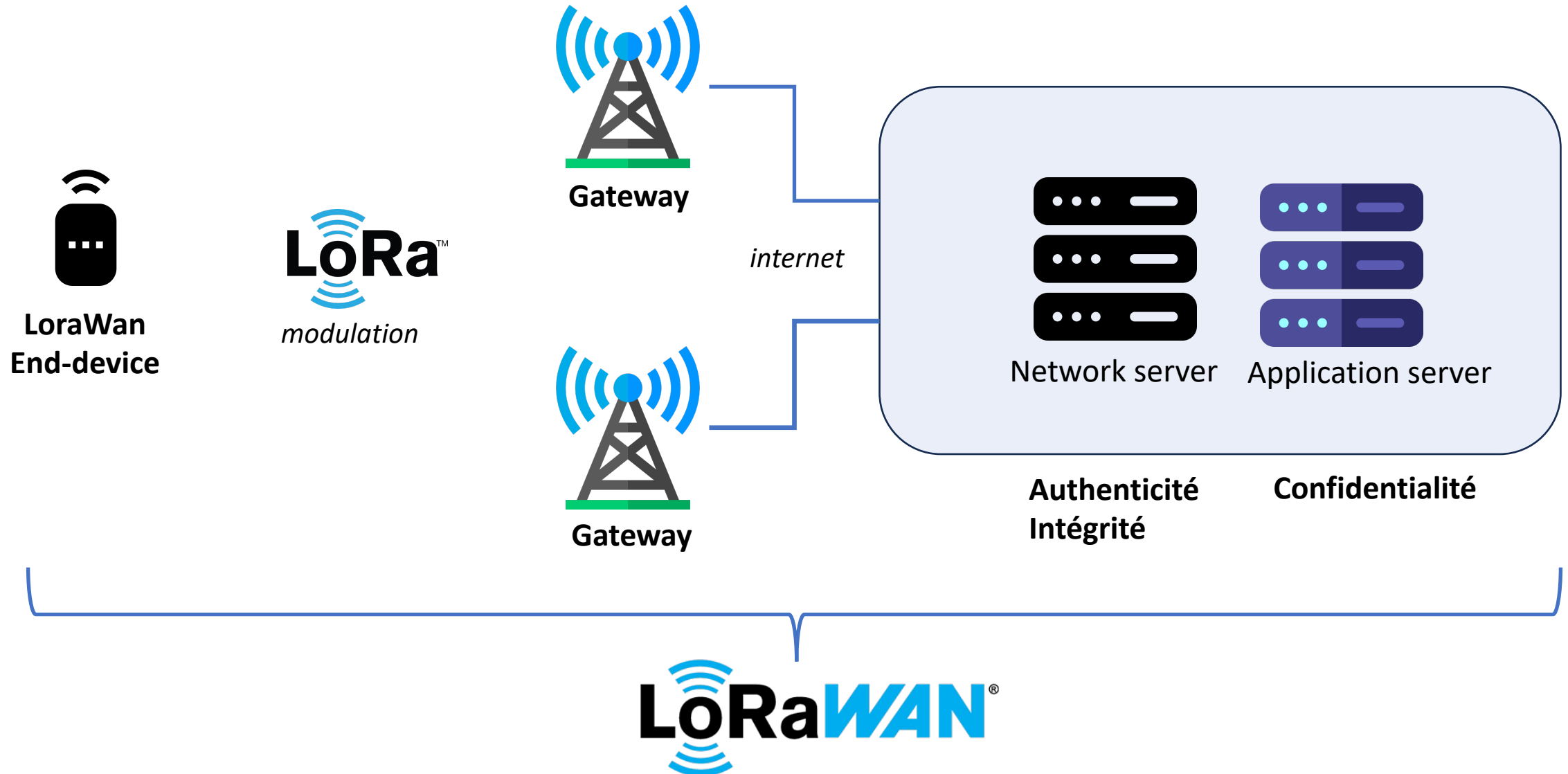
Actionneur pompe

Hauteur cuve

Station météo

Humidité sol

# ARCHITECTURE LORAWAN





## BANDE DE FRÉQUENCES UTILISÉES

En Europe, certaines fréquences sont libres:

Bande	Quelques protocoles
13,56 MHz	RFID, NFC
433 MHz	Talkie-walkie, télécommande, LoRa
868 MHz	Sigfox, LoRa, LoRaWAN
2,4 GHz	WiFi, Bluetooth, Zigbee, LoRa
5 GHz	WiFi

Parmi ces fréquences, seul 433 MHz, 868 MHz et 2,4GHz sont utilisables en LoRa. Seul 868 MHz est utilisé pour LoRaWAN.

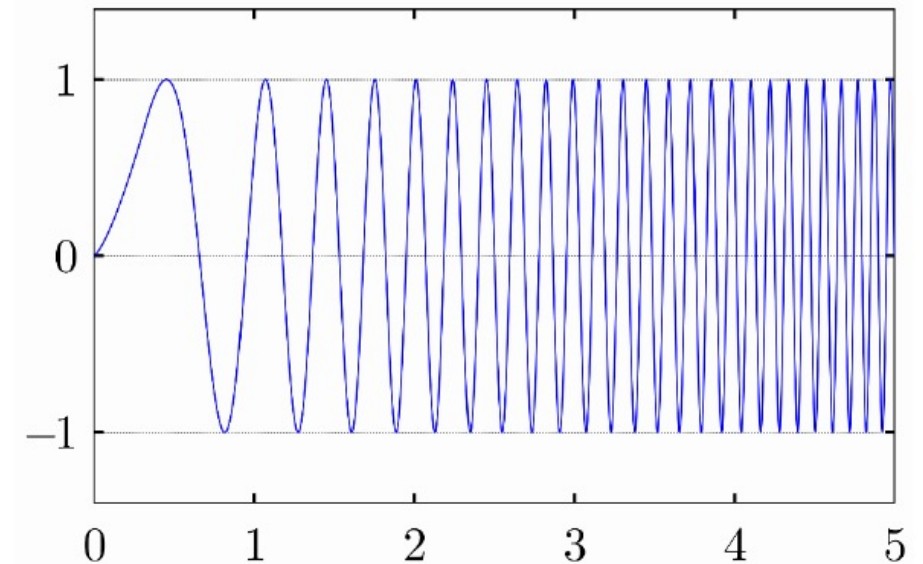
## MÉTHODE D'ÉTALEMENT DE SPECTRE

LoRa utilise une méthode d'étalement de spectre. La finalité est la suivante :

**Pouvoir transmettre en même temps, sur le même canal.** Le protocole LoRa utilise 6 « codes d'étalement de spectre » appelés Spreading Factor (SF7, SF8, SF9, SF10, SF11 et SF12) qui lui permet d'avoir 6 transmissions simultanées sur un même canal.

# LA MODULATION LORA

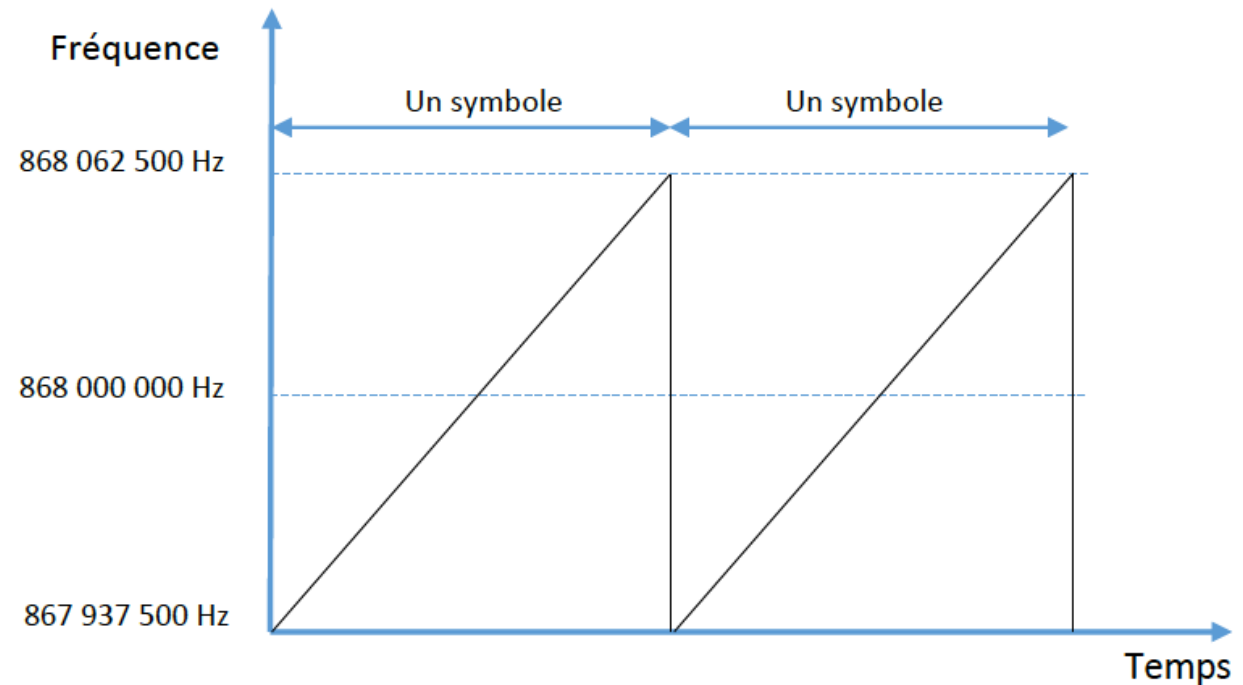
- La modulation LoRa utilise l'étalement de spectre pour transmettre les informations.
- Elle utilise la méthode appelée Chirp Spread Spectrum. Cela permet plusieurs transmissions dans le même canal, provoquant un étalement du spectre.





## LA MODULATION LORA

- La fréquence de départ est la fréquence centrale du canal moins la Bande Passante divisée par deux.
- La fréquence de fin est la fréquence centrale plus la bande passante divisée par deux.
- La fréquence centrale est appelée le canal.
- La bande passante est la largeur de bande occupée autour du canal.



## LA MODULATION LORA

### Le symbole :

En LoRa, chaque symbole représente un certain nombre de bits transmis. La règle est la suivante :

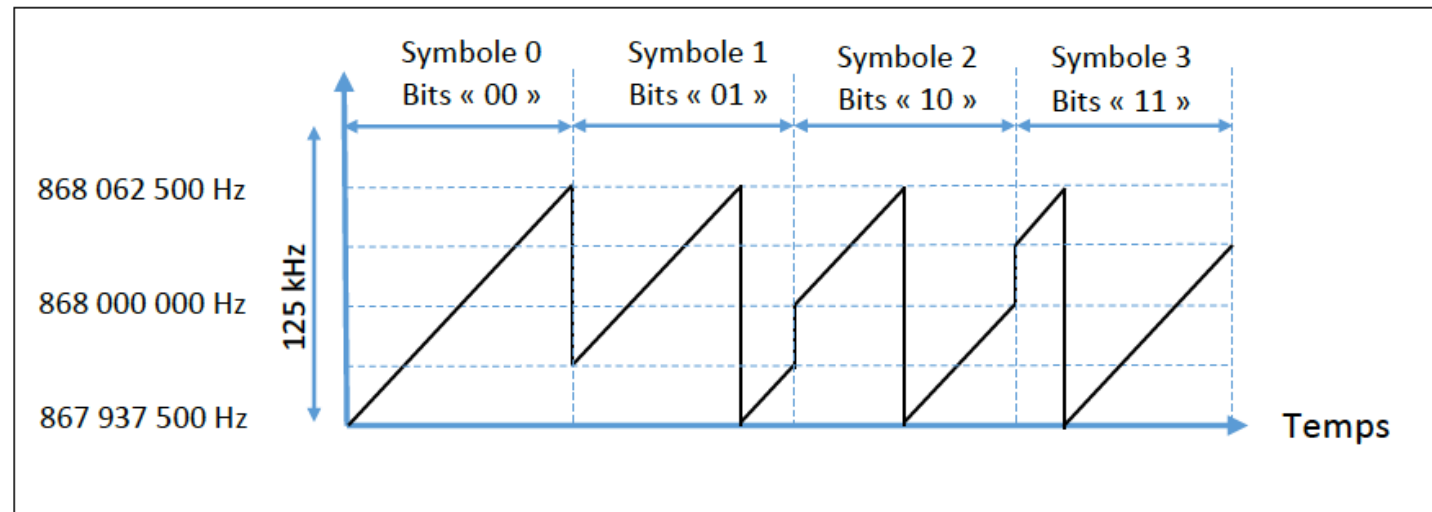
**Nombre de bits transmis dans un symbole = Spreading Factor.**

Par exemple, si la transmission utilise un Spreading Factor de 10 (SF10), alors un symbole représente 10 bits.

C'est-à-dire qu'à l'émission, les bits sont regroupés par paquet de **SF** bits, puis chaque paquet est représenté par un symbole particulier parmi  $2^{SF}$  formes de symboles possibles.

## LA MODULATION LORA

Voici un exemple théorique d'une modulation en SF2 à 868 Mhz, sur une bande passante de 125 kHz. Chaque symbole représente donc 2 bits.



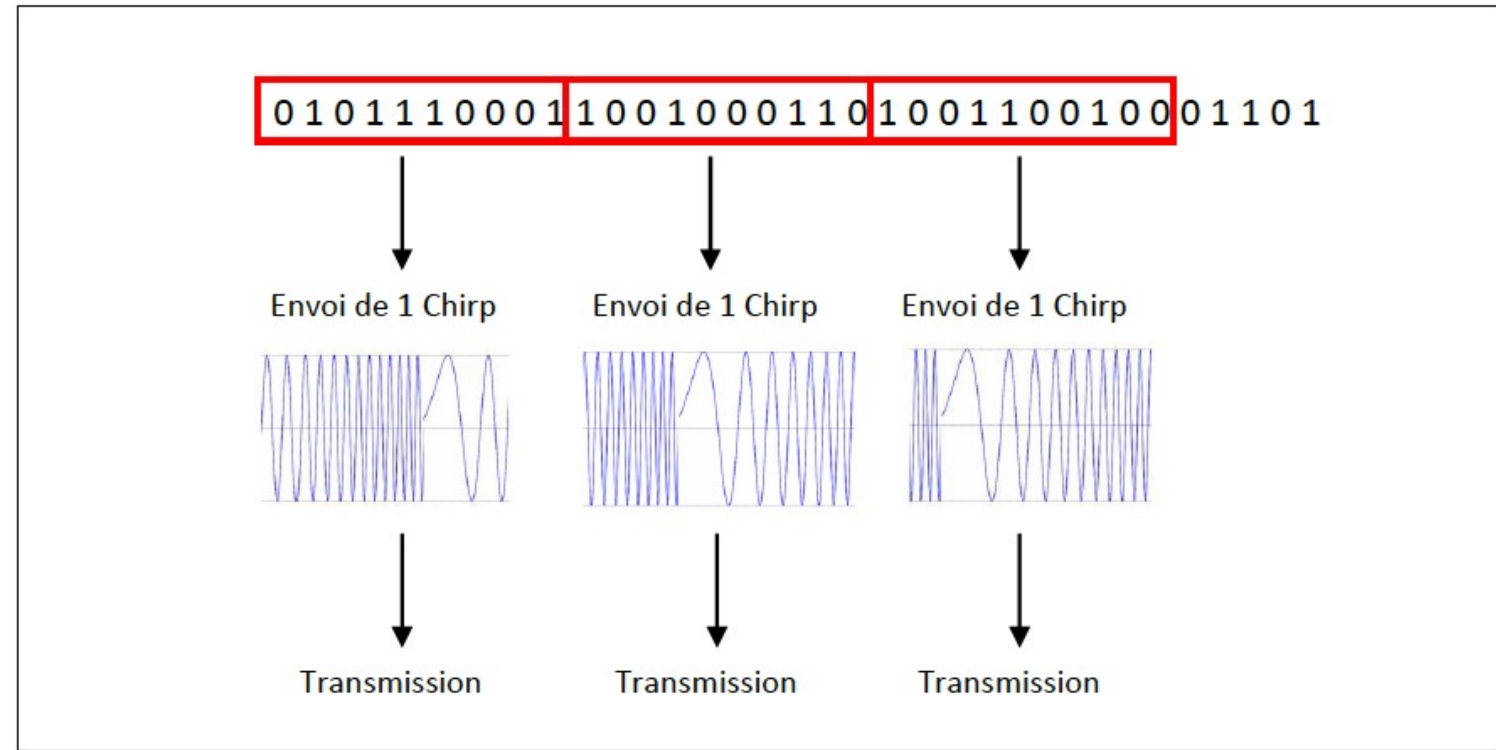


# LA MODULATION LORA

## Exemple :

Le Spreading factor utilisé est SF10.

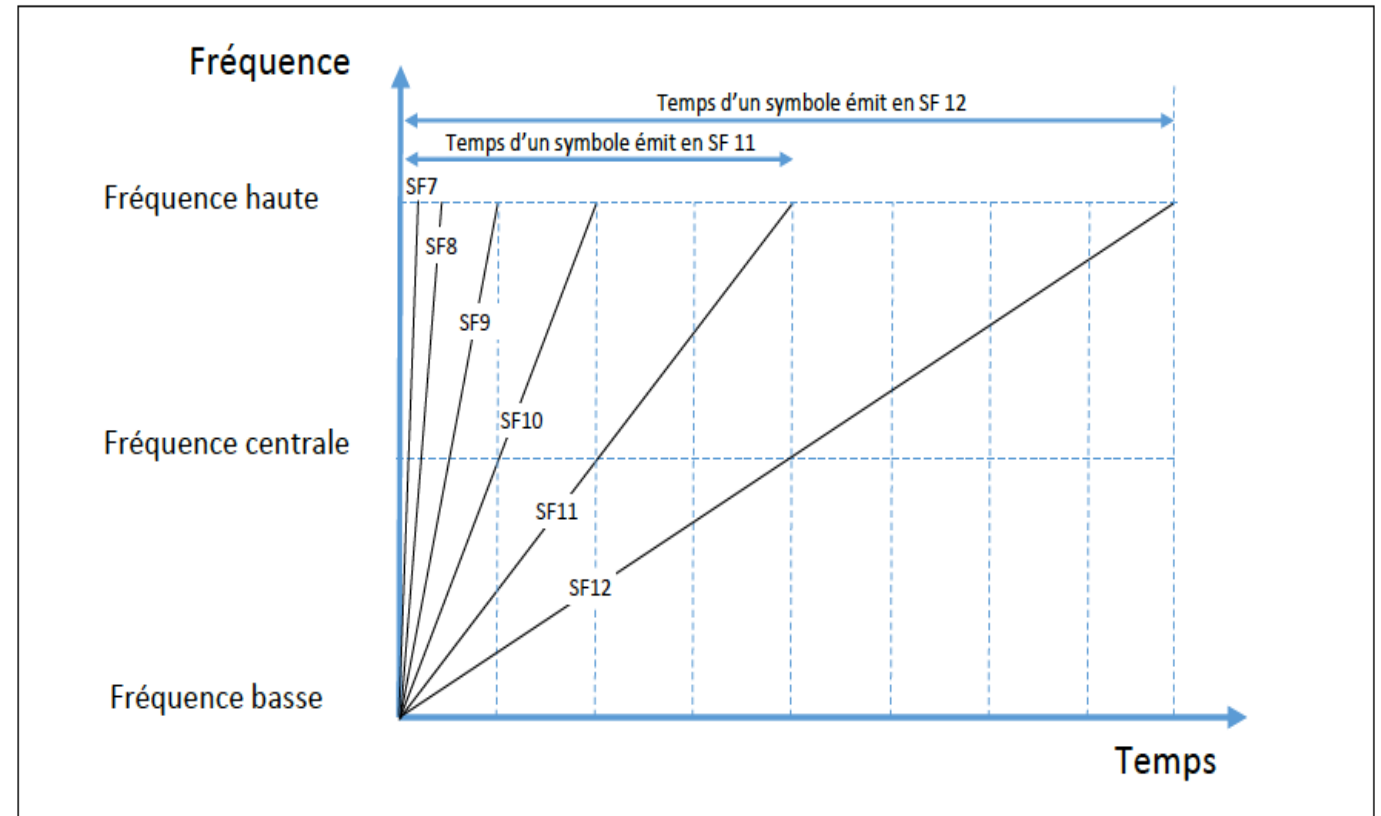
Nous regroupons donc les bits par paquet de 10. Chaque paquet de 10 bits sera représenté par un symbole (sweep) particulier. Il y a 1024 symboles différents pour coder les 1024 combinaisons binaires possibles ( $2^{10}$ ).



# LA MODULATION LORA

## Durée d'émission d'un symbole :

- En LoRa, la durée d'émission de chaque symbole (Chirp) dépend du spreading factor utilisé. Plus le SF est grand, plus le temps d'émission sera long.
- Pour une même bande passante, le temps d'émission d'un symbole en SF8 est 2 fois plus long que pour un SF7.



## LA MODULATION LORA

### Le débit :

On voit que plus le spreading factor sera élevé, plus le débit binaire sera faible.

Plus la bande passante sera grande, plus le débit binaire sera élevé.

$$\text{Durée d'un symbole : } T_s = \frac{2^{SF}}{\text{Bandwidth}}$$

$$\text{débit symbolique : } F_s = \frac{1}{T_s} = \frac{\text{Bandwidth}}{2^{SF}}$$

$$\text{débit binaire : } D_b = \frac{\text{Bandwidth}}{2^{SF}} \cdot S_F$$

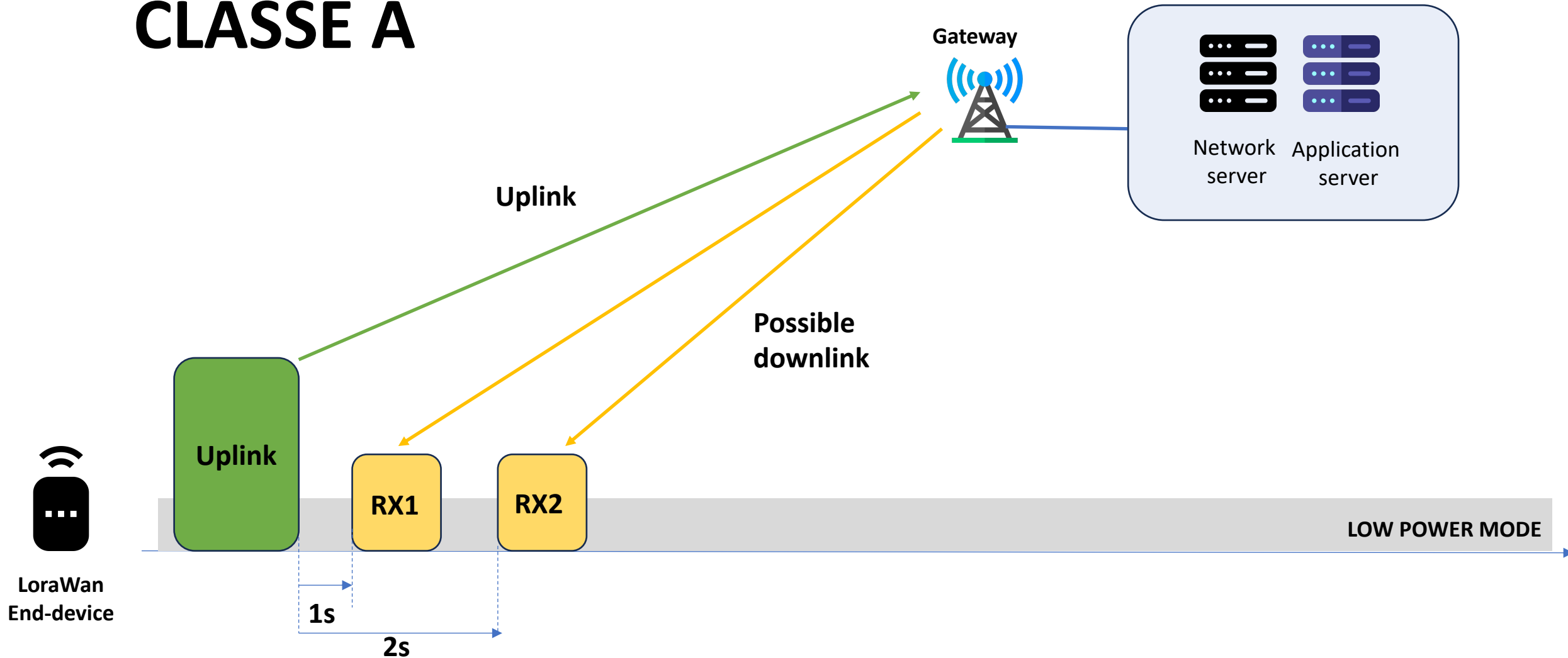


# INFLUENCE DU SPREADING FACTEUR



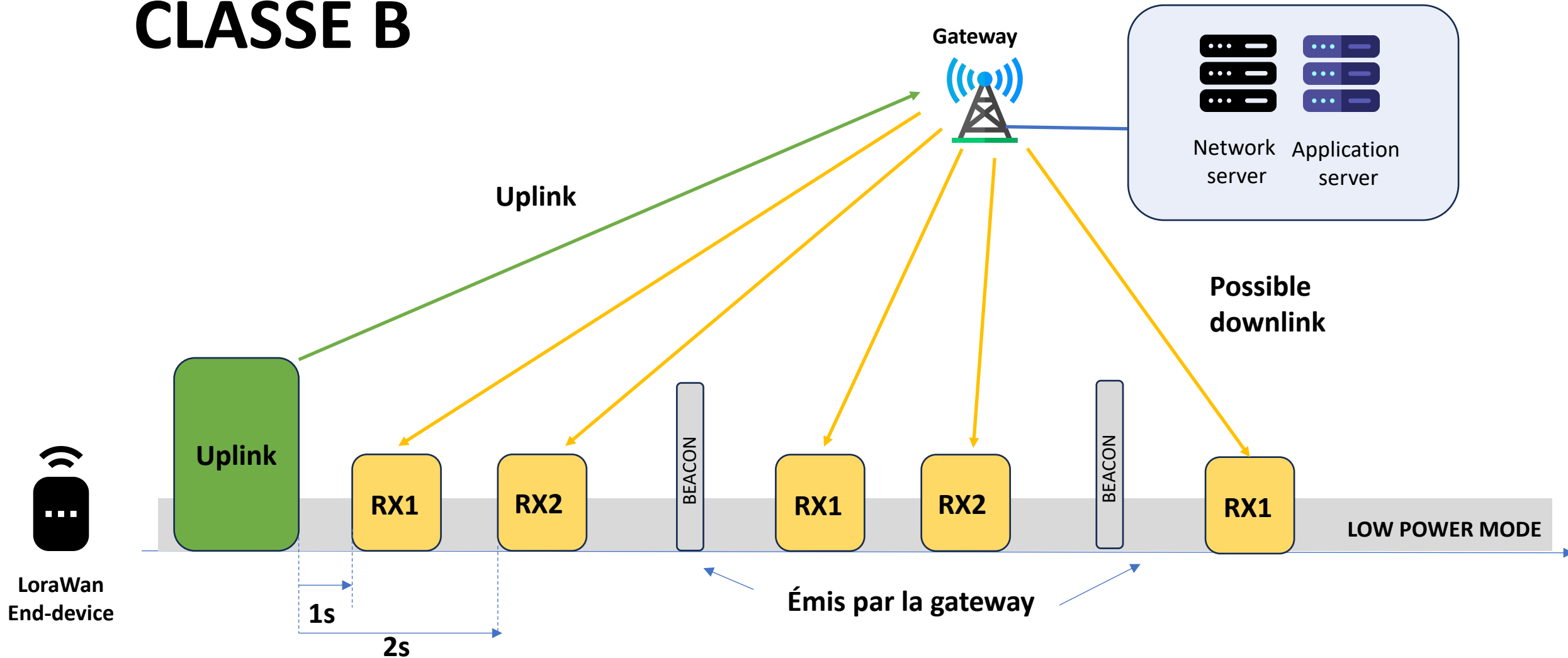
# COMMENT TRANSMETTRE DU SERVEUR AU DEVICE (DOWNLINK)

## CLASSE A



# COMMENT TRANSMETTRE DU SERVEUR AU DEVICE (DOWNLINK)

## CLASSE B





## COMMENT TRANSMETTRE DU SERVEUR AU DEVICE (DOWNLINK)

### CLASSE C

