

# SAE\_22\_Projet Lora

## I - Attribution des rôles

Mohamed Droussi : Chef de projet

Johan Abdallah : Responsable portée

Alexandre Samperez : Responsable Débit

Mathis Desmet : Responsable Consommation

## II - Cahier des charges du projet : partie client

- Le système doit permettre aux particuliers, agriculteurs ou collectivités de :
  - Visualiser à distance le **niveau d'eau dans une cuve**,
  - Éviter les débordements,
  - Optimiser le remplissage et la consommation.
- La **distance entre le niveau de l'eau et le haut de la cuve** (pour en déduire le volume d'eau).
- L'idéal serait d'envoyer l'information toutes les heures
- Le capteur sera installé dans une cuve (non alimentée électriquement)
- L'idéal serait d'utiliser un système d'énergie renouvelable (batterie + panneaux solaires)
- Le Lora sera alimenté à l'aide d'une batterie et l'énergie solaire (à l'aide de panneaux solaires)
- La distance typique entre le capteur et le récepteur serait de quelques mètres jusqu'à 1km (jardin, ferme, collectivité), en milieu semi-urbain et le type d'environnement sera outdoor.

### III - Analyse technique du projet

#### 3.1 Débit de données

##### 3.1.a – estimation du payload

A partir de notre cahier des charges le capteur adéquat serait un capteur a ultrason car l'inconvénient du capteur infrarouge est sa portée qui est de 20cm.

Donnes transmises :

Elément	Taille(en caractères)	Taille(en bits)
ID suve	2	16
Remplissage (en %)	3	24

Les deux données principales qui seront transmises seront l'identifiant de la poubelle afin de la reconnaître et le taux de remplissage en %

Donc le payload total sera de 40 bits

##### 3.1.b – Estimation du débit binaire nécessaire à votre application

Pour ce qui est du CRC on a décidé de prendre le CRC4/5 qui est beaucoup moins efficace que le CRC4/8 mais c'est un bon compromis puisque le 4/8 est beaucoup plus lent pour détecter les erreurs et énergivore ce qui ne respecte pas la norme écologique pour notre projet.

Données :

Payload : 40 bits

Préambule + synchro : 100 bits

CRC 4/5 -> 1.25x

Trame totale = (Payload × CRC) + Préambule

Trame totale = (40 \* 1.25 ) + 100

Trame totale = 150 bits

Ensuite pour trouver le débit binaire nécessaire il suffit de diviser la trame totale trouvée précédemment par la fréquence de transmission défini précédemment :

150 bits / heure = 0.0416 bits/sec (150 / 3600)

### 3.1.c – Choix de la bande passante et du SF adaptés à votre projet

Pour comprendre l'influence de la bande passante et du SF (spreading factor) nous allons nous aider des figures suivantes :

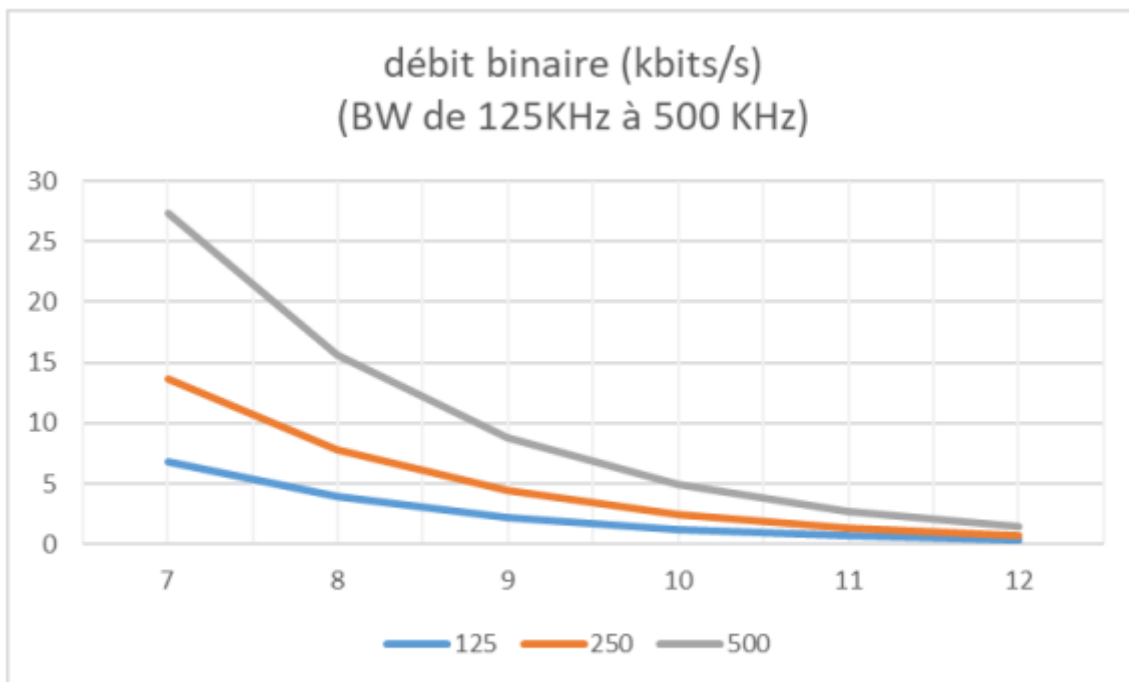
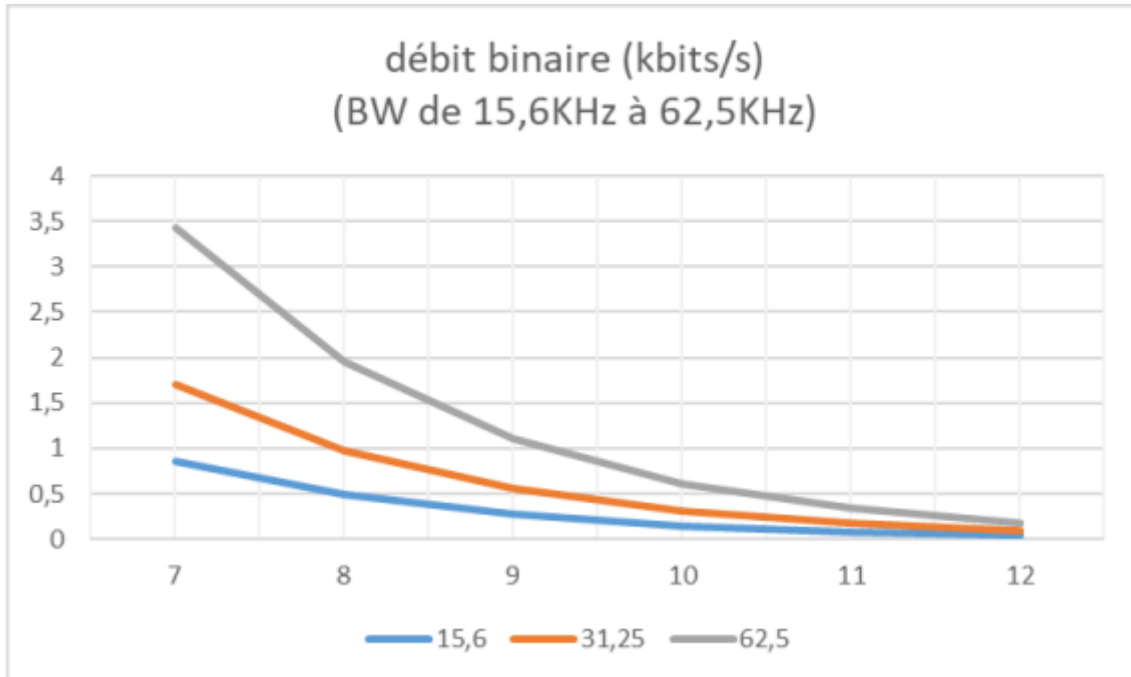


Figure 2 : débit binaire en kbits/s en fonction du spreading factor (SF 7 à 12)

**Influence du SF :** Plus le SF est élevé, plus le débit diminue

**Influence de la bande passante :** Plus la bande passante est élevée, plus la portée augmente, mais le débit chute.

D'après le graphique 2, le débit binaire maximum qu'on peut atteindre avec LoRa est d'environ 27 Kbits/s.

Pour espérer atteindre ce débit, voici les paramètres nécessaires :

**Bande passante : 500 kHz**

**SF : 7**

**Application au projet :**

Comme nous n'avons pas besoin d'un débit élevé (1 trame par heure), un SF adapté est un SF élevé.

Nous proposons donc de tester les combinaisons suivantes :

**SF : 10-11**

**Bande passante : 125-250 kHz**

La sensibilité représente le plus faible niveau de signal (en dBm) que le récepteur peut détecter correctement. Plus la sensibilité est basse, meilleure est la capacité à capter des signaux faibles => plus grande portée possible.

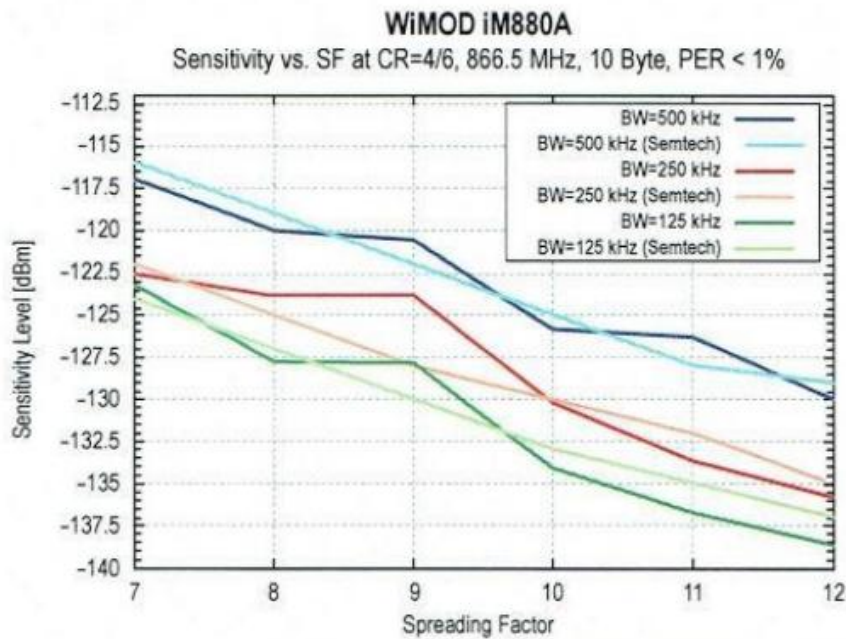


Figure 3 : sensibilité du récepteur LoRa en fonction du spreading factor et de la bande passante utilisés

Quand le **SF** augmente, la sensibilité devient meilleure (valeur plus faible).

Quand la **bande passante** augmente, la sensibilité diminue (valeur plus élevée).

La portée d'une transmission LoRa est directement liée à la **sensibilité du récepteur**, elle-même influencée par les paramètres du SF et de la bande passante.

Pour optimiser également la portée de notre transmission, nous utiliserons les paramètres suivants :

**SF11**

**Bande passante : 125 kHz**

## Synthèse :

### **Besoin technique du projet :**

Le système doit :

- Transmettre le niveau d'eau d'une cuve, mesuré via un capteur ultrasonique, toutes les 60 minutes.

- Fonctionner en extérieur, sans alimentation secteur (batterie ou panneau solaire).
- Couvrir des distances de quelques dizaines de mètres à plusieurs kilomètres, en milieu semi-urbain ou rural.
- Consommer très peu d'énergie (autonomie de plusieurs mois).
- Transmettre des trames de taille faible (150 bits).

### Choix de paramètres LoRa (SF/BP) :

Pour répondre à ces contraintes, le couple SF/BP le plus adapté pour tout type de milieu est le suivant :

**SF11 / 125 kHz**

Ce couple est satisfaisant par rapport au débit requis, tout en maximisant la portée.

### Planning prévu :

Étape	Date cible	État
Définition des besoins	Semaine 1	OK

### Problème rencontrés & solutions :

Besoin d'autonomie sans secteur -> étude approfondie sur batterie + solaire

## 3.2 Consommation d'énergie

### 3.2.a – consommation d'une carte LoRa

La puissance est l'énergie reçue ou générée par unité de temps.

L'énergie électrique est l'énergie transférée grâce à l'électricité, associée au déplacement des électrons à travers un matériau conducteur.

$$P = U \cdot I$$

$$P1 = 3.3 \cdot 17 \cdot 10^{-3} = 0.0561$$

$$P2 = 3.3 \cdot 82 \cdot 10^{-3} = 0.2706$$

$$P3 = 3.3 \cdot 7.2 \cdot 10^{-3} = 0.02376$$

$$P4 = 3.3 \cdot 95 \cdot 10^{-6} = 3.135 \cdot 10^{-4}$$

On sait que  $E = P \cdot t$

$$T = 10.3 / 3600000 = 2.861 \cdot 10^{-6} \text{ h}$$

$$E = 0.0561 \cdot 2.861 \cdot 10^{-6} = 1.60 \cdot 10^{-7} \text{ Wh}$$

### **3.2.b – consommation de votre carte LoRa dans le cadre de votre application**

$$T_b = \frac{2^{SF}}{BW \cdot SF}$$

Pour SF10 :

$$T_b = 2^{10} / (125000 \cdot 10) = 8.192 \cdot 10^{-4} \text{ sec/bit}$$

$$T_{Trame} = 8.192 \cdot 10^{-4} \cdot 150 = 0.1229 \text{ sec}$$

Pour SF11 :

$$T_b = 2^{11} / (125000 \cdot 11) = 0.001498 \text{ sec/bit}$$

$$T_{Trame} = 0.001498 \cdot 150 = 0.2234 \text{ sec}$$

Pour SF12 :

$$T_b = 2^{12} / (125000 \times 12) = 0.0027 \text{ sec/bit}$$

$$T_{\text{Trame}} = 0.0027 \times 150 = 0.405 \text{ sec}$$

**Durée minimum : 0.1229 sec**

**Durée maximum : 0.405 sec**

$$E = P \times t \text{ (en Wh)}$$

Énergie minimale :

$$E_{\text{min}} = (0.2706 \times 0.1229) / 3600 = 9.23 \times 10^{-6} \text{ Wh}$$

$$E_{\text{max}} = (0.2706 \times 0.405) / 3600 = 3 \times 10^{-5} \text{ Wh}$$

Fourchette d'énergie :

Min : 9.23  $\mu$ Wh

Max : 30  $\mu$ Wh

### **3.2.c – dimensionnement de la source d'alimentation**

#### **Données**

- Batterie utilisée : **pile lithium type AA**
- **Capacité** : 2.6 Ah (ampère-heure)
- **Tension** : 3.7 V

$$\text{Énergie} = \text{Capacité (Ah)} \times \text{Tension (V)}$$

$$E = 2.6\text{Ah} \times 3.7\text{V} = 9.62\text{Wh}$$

Une pile lithium AA de 2.6 Ah à 3.7 V peut fournir une **énergie totale de 9.62 Wh**.

Fourchette durée de vie batterie : (1 trame par heure)

$$\text{Min : } 9.62\text{Wh} / 9.23 \mu\text{Wh} = 1\,042\,254 \text{ trames}$$

$$\text{Max : } 9.62\text{Wh} / 30 \mu\text{Wh} = 320\,667 \text{ trames}$$



Durée en année :

Min :  $1\,042\,254 / 24 / 365 = 118$  ans

Max :  $320\,667 / 24 / 365 = 36$  ans

## Synthèse :

### **Besoins énergétiques du projet :**

Le système embarqué LoRa doit :

- Être **autonome en énergie**, sans branchement secteur.
- Émettre une trame toutes les **60 minutes**.
- Consommer **le moins d'énergie possible** pour maximiser la durée de vie sur batterie ou panneau solaire.

La batterie AA metal lithium 2.6 A.h semble adaptée pour notre projet. Celle-ci sera accompagnée d'un petit panneau solaire au cas où.