

Projet Objet Connecté : CubeSat et NewSpace

Système de tracking GPS avec transmission
satellitaire

Étudiants :
Omar EL NAGAR
Khaled SHAMS



Enseignant :
Fabien FERRERO

Table des matières

01

Introduction

02

Programmation de
la carte

03

Visualisation du LR-FHSS
via PlutoSDR

04

Traitement et
visualisation des
données

05

Conclusion

01

Introduction

Système de tracking GPS avec transmission satellitaire



- ❖ **Objectif :**
- Développement d'un système de tracking GPS intégrant des données environnementales
 - Transmission des informations via liaison satellitaire GEO (EchoStar 21) en utilisant LR-FHSS pour les uplinks
 - Traitement et visualisation des données en temps réel, visualisation du signal

- ❖ **Technologies clés :**
- Communication LoRaWAN avec couche physique LR-FHSS
 - Capteur BME280 (température, humidité, pression), GNSS: Quectel LC29H
 - Plateforme IoT avec Node.js et Vue.js

02

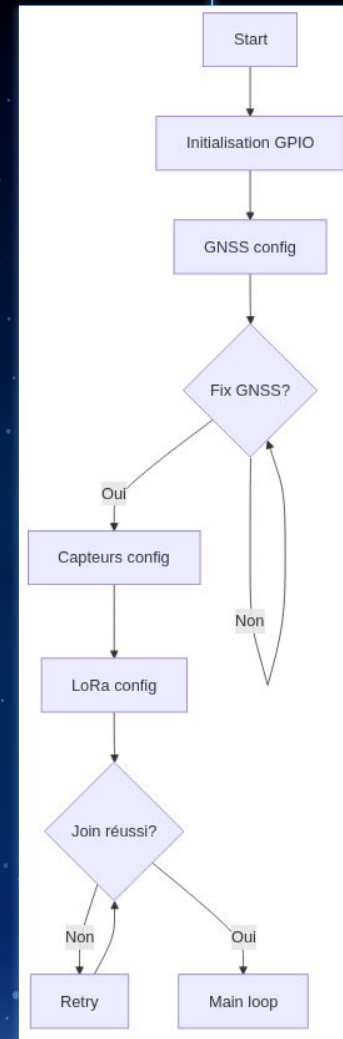
Programmation de la carte

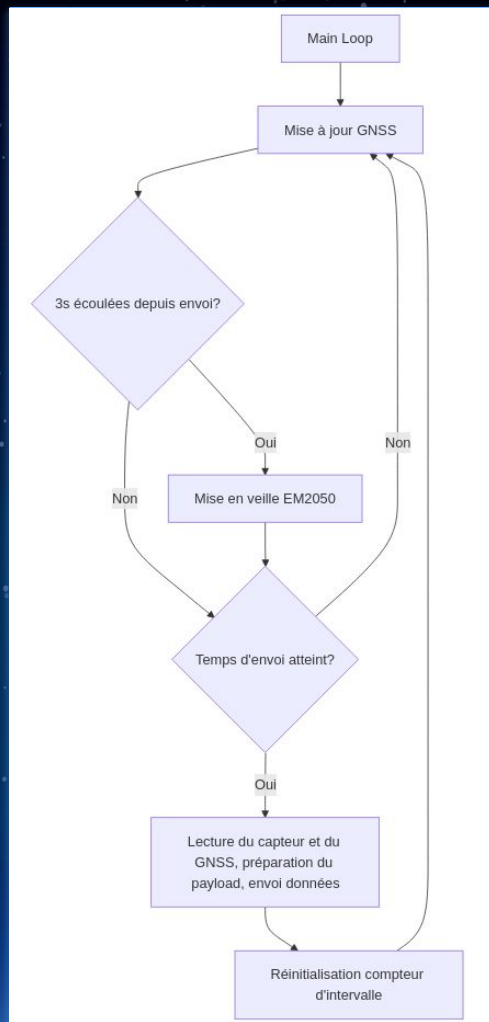
Fonction Setup



Objectif : permettre à la carte lors du démarrage de faire les initialisations, d'avoir un fix gnss et de rejoindre le serveur LoRaWAN

- Initialisation des modules → GNSS (Quectel LC29H), Capteur BME280, Module EchoStar
- Fix du GNSS : → 4 satellites au minimum pour avoir un fix
- Configuration de la communication LoRa : → Bande S, TxP = 23dBm , ADR = 1
- Tentative de connection au serveur via OTAA → Join request jusqu'à : " Succesfully joined network"
- Entrée en mode basse consommation





03

Visualisation du LR-FHSS via PlutoSDR

Long Range-Frequency Hopping Spread Spectrum (LR-FHSS)



Une nouvelle couche physique

- ▀ **Contexte :** Évolution des réseaux LPWAN et limitations de LoRaWAN
- ▀ **Solution LR-FHSS :** Nouvelle couche physique : fragmentation des paquets avec redondance (optimisé pour l'uplink uniquement)
- ▀ **Objectif :** Augmenter la capacité réseau tout en gardant la même portée que LoRa (link budget)

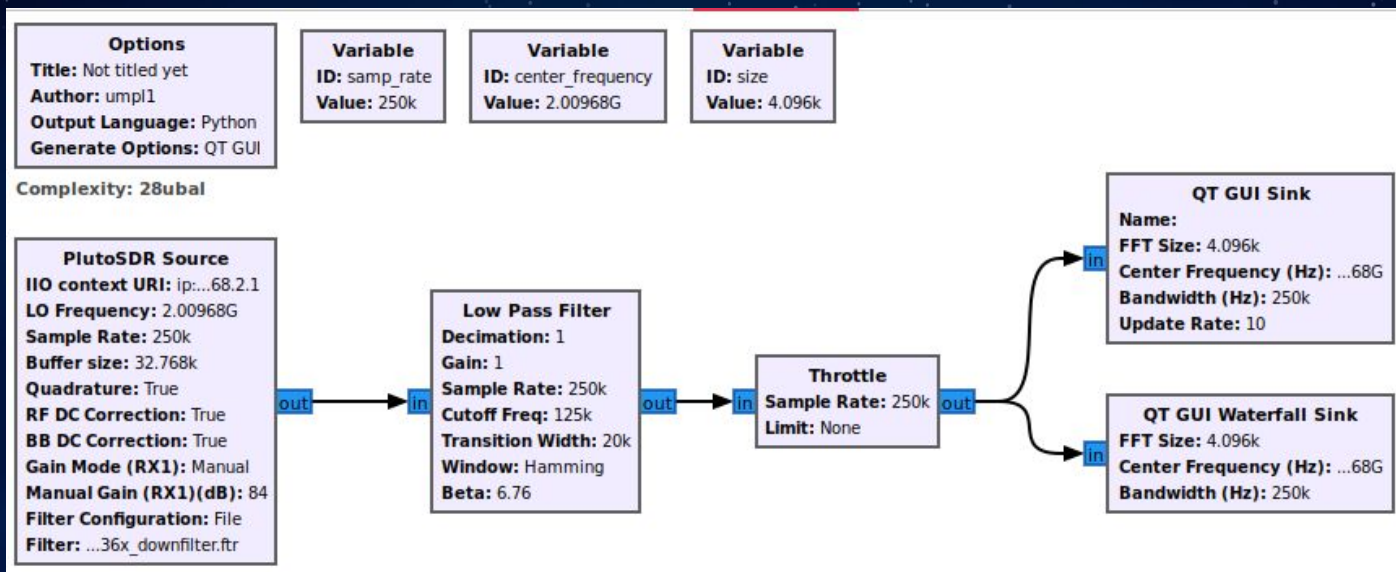
Enjeux :

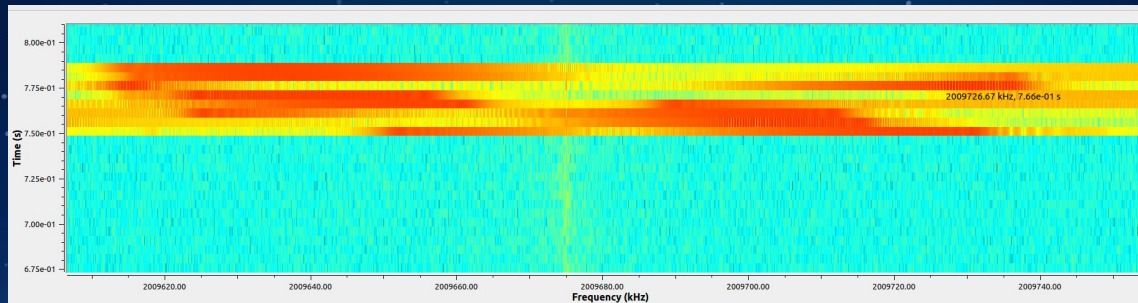
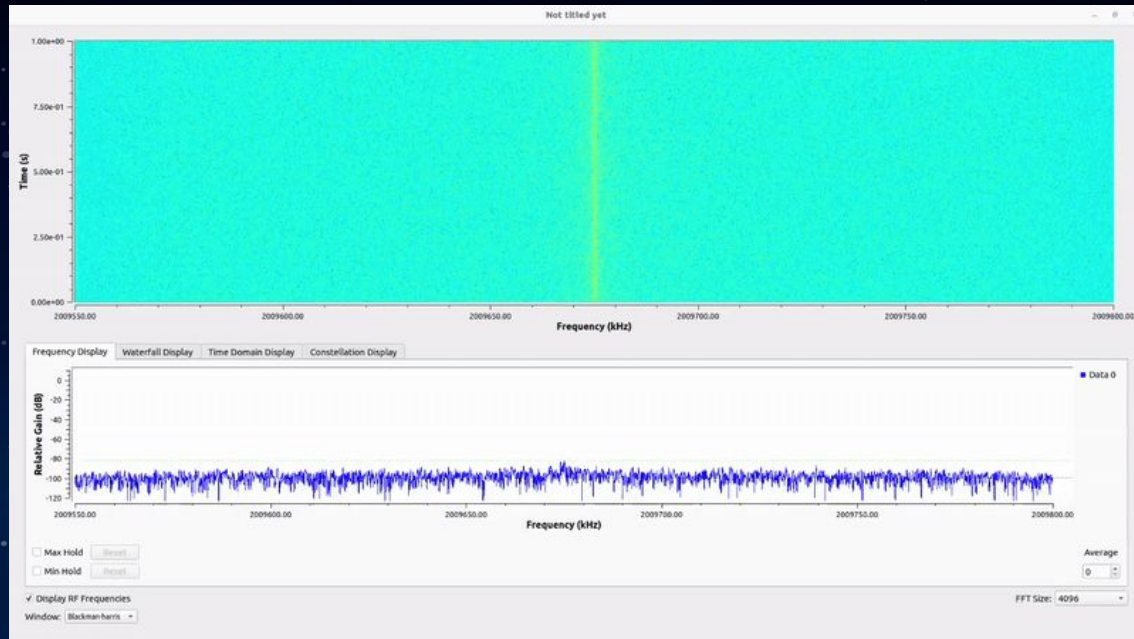
- Scaling des réseaux (IoT satellitaire)
- Efficacité spectrale

Performances clés :

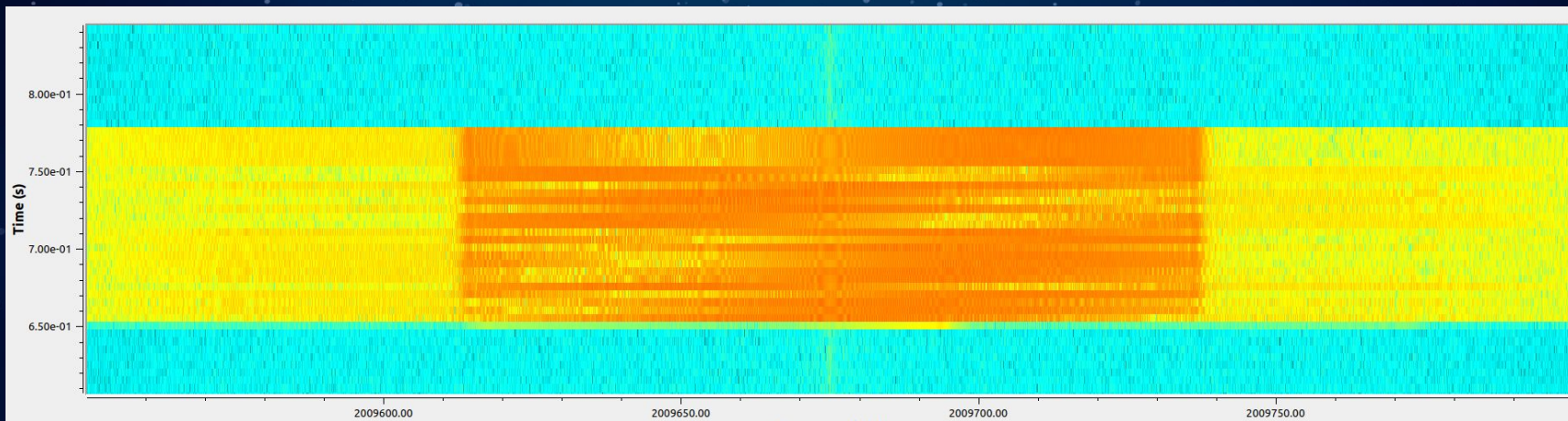
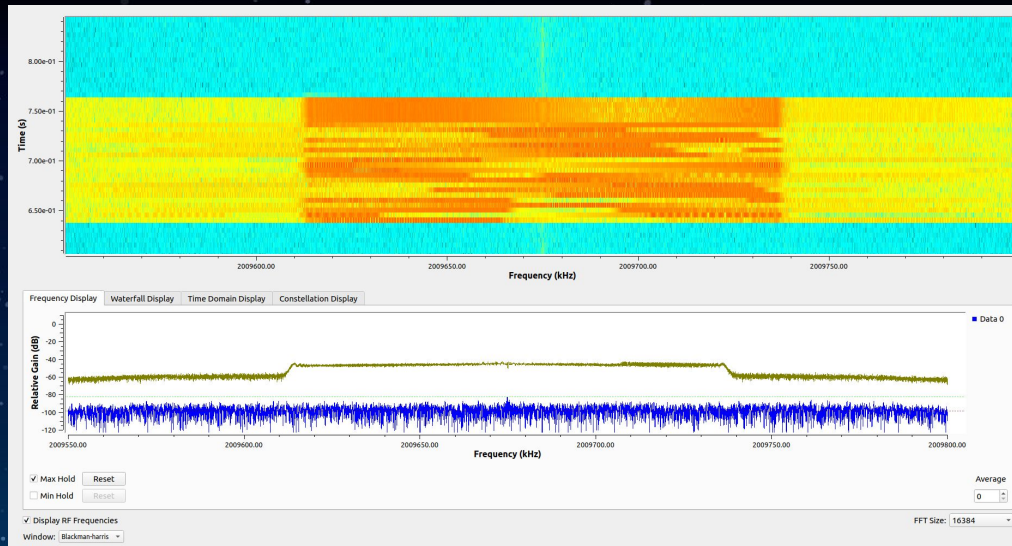
- 36× plus de capacité que LoRa en Europe (3.5M vs 96k paquets/heure)
- Meilleure robustesse aux collisions grâce au frequency hopping

Configuration PlutoSDR Source : Fréquence LO : 2.0968G Hz (Bande S), Taux d'échantillonnage : 250k samples/s, Gain manuel (84 dB)





- Augmentation de la taille FFT (16384)
- Augmentation de la taille du Buffer coté SDR (65536)
- **Résultat** : meilleure résolution fréquentielle, capture de segment de données plus long, meilleur vue du phénomène de saut en fréquence de LR-FHSS



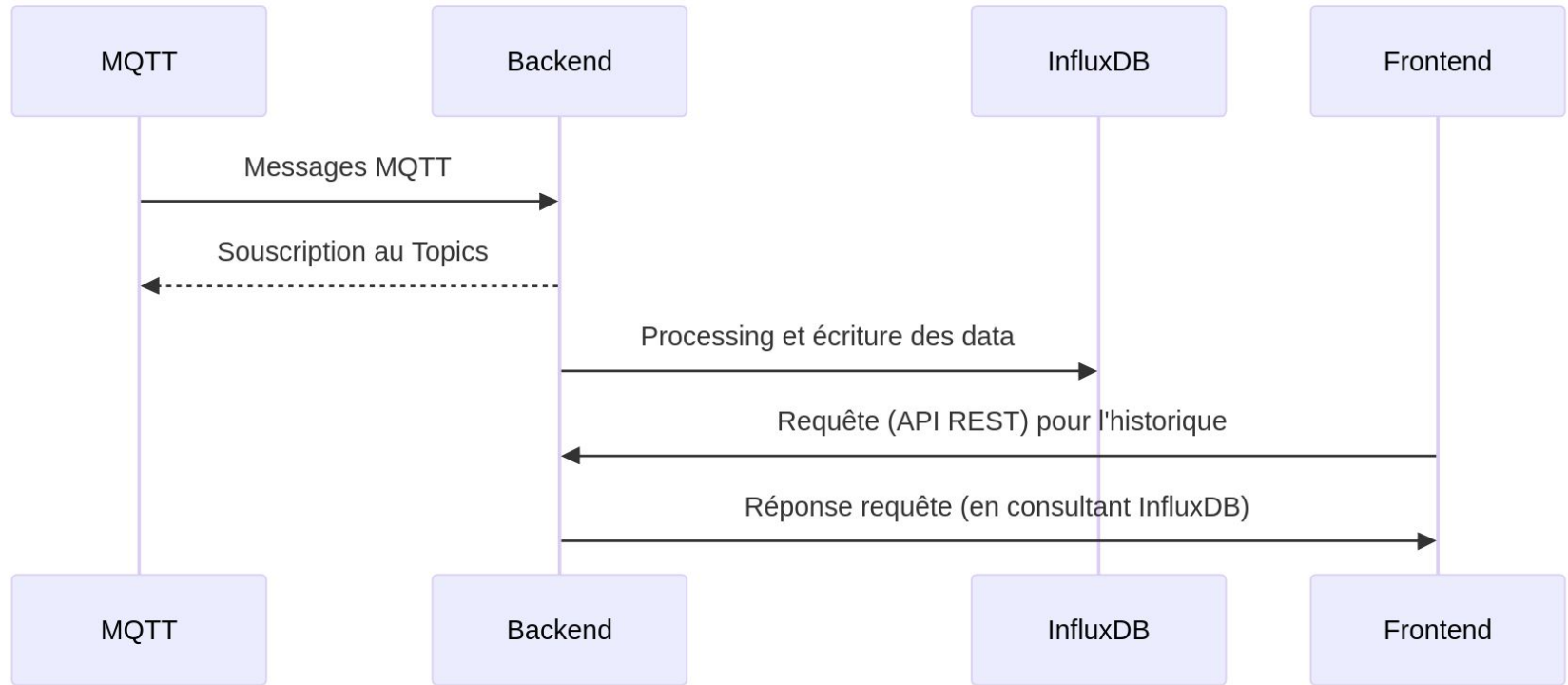
04

Traitement et visualisation des données

Outils Utilisés pour le Dashboard

- ❖ Nuxt.js (Vue.js) : Framework utilisé pour le développement du frontend
- ❖ Node.js & Express.js : Framework utilisé pour le backend, avec création d'APIs REST.
- ❖ InfluxDB2 : Base de données optimisée pour le stockage et l'analyse des séries temporelles
- ❖ APIs Externes : Intégration de services tiers pour enrichir les données et fonctionnalités du dashboard (ex : API Weather)

Architecture de la plateforme



Récupération des données via API REST sur mesure

```
const router = express.Router();

router.use(verifyToken);

router.get('/device-list/:bucketName/:measurement', getDevEuiList);

router.get('/data/:bucketName/:measurement/:devEui/:field', getData);

router.get('/table-data/:bucketName/:measurement', getTableData);

router.get('/map-data/:bucketName/:measurement', getMapData);

router.get('/map-track/:bucketName/:measurement/:devEui', getTrackingData);

router.post('/set-alert', postAlert);

export default router;
```

- Structure des routes sécurisées
- Filtrage des données par device et période
- Affichage sous plusieurs formats (tableaux, cartes, tracking)

Smart Farm Monitoring

Active Inactive

Summary

Total devices
1Alerts
10

RSSI

Signal strength of the device.

Trend: ↓**Value:** Avg: -66.04 dB, Min: -68.00 dB, Max: -65.00 dB**Median:** -66.00**Variance:** 1.00

SNR

Signal-to-noise ratio.

Trend: ↓**Value:** Avg: -9.67 dB, Min: -12.20 dB, Max: -2.80 dB**Median:** -11.50**Variance:** 10.11

Temperature

Environmental temperature.

Trend: ↑**Value:** Avg: 23.69°C, Min: 21.70°C, Max: 25.72°C**Median:** 23.49**Variance:** 1.06

Humidity

Environmental humidity.

Trend: ↓**Value:** Avg: 36.53%, Min: 34.00%, Max: 39.50%**Median:** 37.00**Variance:** 1.62

Radio

Frequency, bandwidth, and SF.

Value: Freq: 2.009 GHz, BW: 125 kHz, SF: 11

Position

Location and satellites.

Value: Lat: 43.62, Long: 7.07, Alt: 11.85 m, Sat: 54

Device ID	SNR	RSSI	Localisation	Battery
0016c001f01179c1	-11	-68	43.624, 7.069	100%

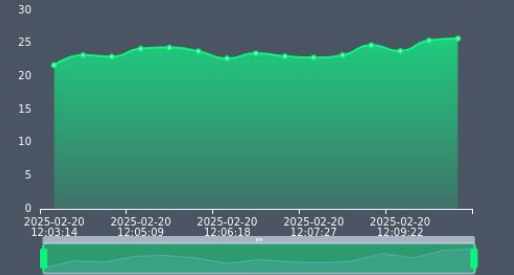
1-1 of 1

|< < > >|

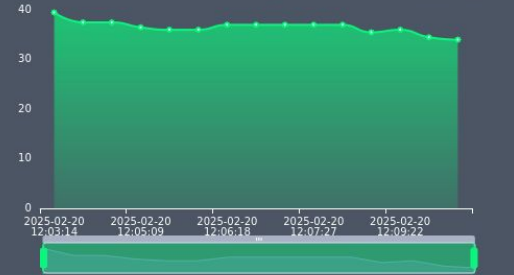
ID 0016c001f01179c1

past 1h

Temperature (°C)

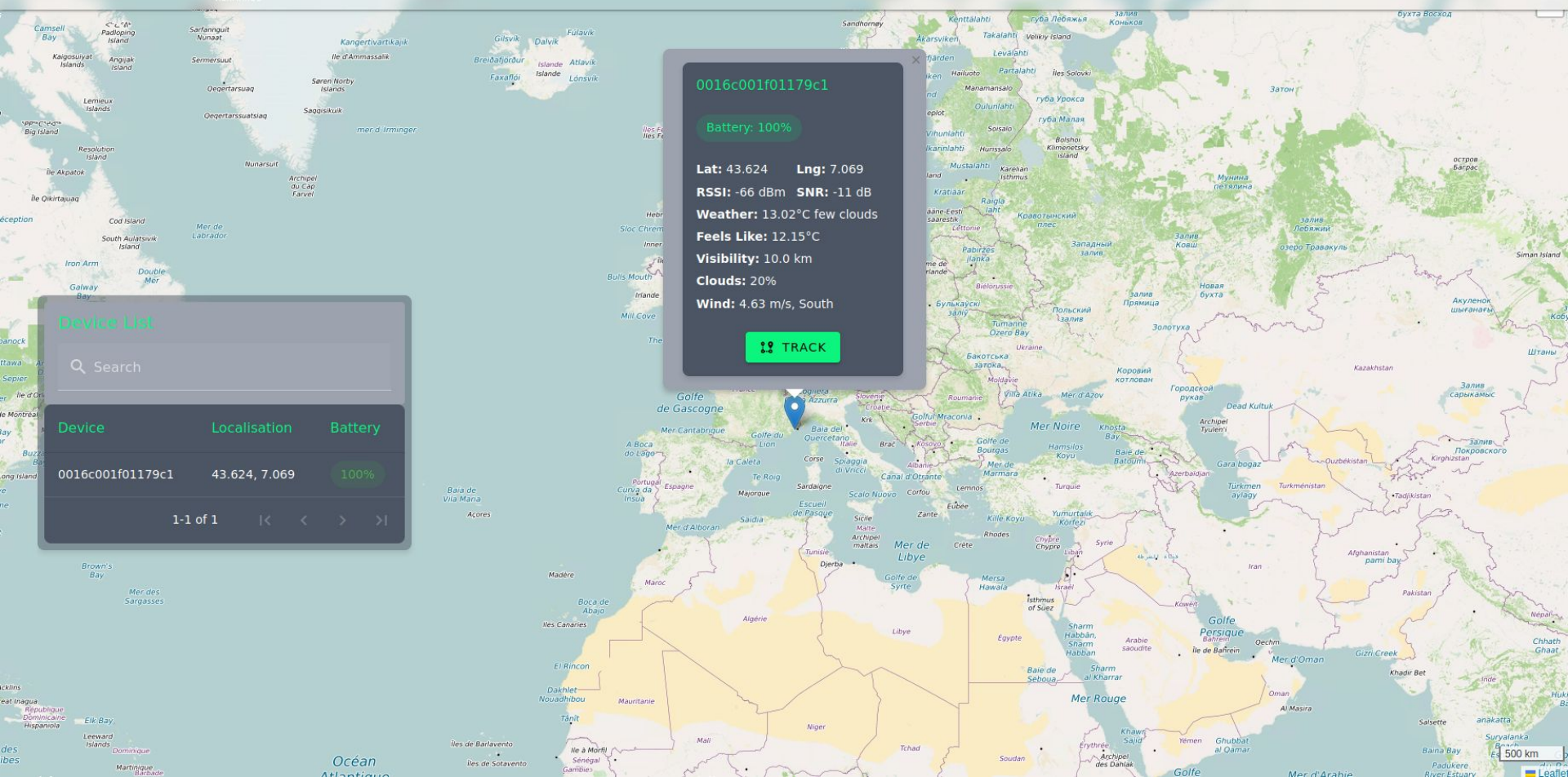


Humidity (%)



RSSI (dB)





Device List

Device	Localisation	Battery
0016c001f01179c1	43.624, 7.069	100%

1-1 of 1



05

Conclusion

Conclusion

- Mise en place d'une communication satellitaire avec une nouvelle couche PHY LR-FHSS

- Découverte et visualisation de signaux LR-FHSS
- Vérification de la communication de bout en bout avec plateforme IoT

- Avantages de la couche physique de LoRa : **LR-FHSS**

- Capacité réseau 36x plus élevée que LoRa
- Meilleure robustesse face aux collisions grâce au frequency hopping



- Problème rencontrés:

- Difficulté à rejoindre le Network Server (dépend de l'angle de pointage avec le satellite et des interférences dû à l'environnement)
- Besoin d'être en extérieur pour transmettre vers le satellite