



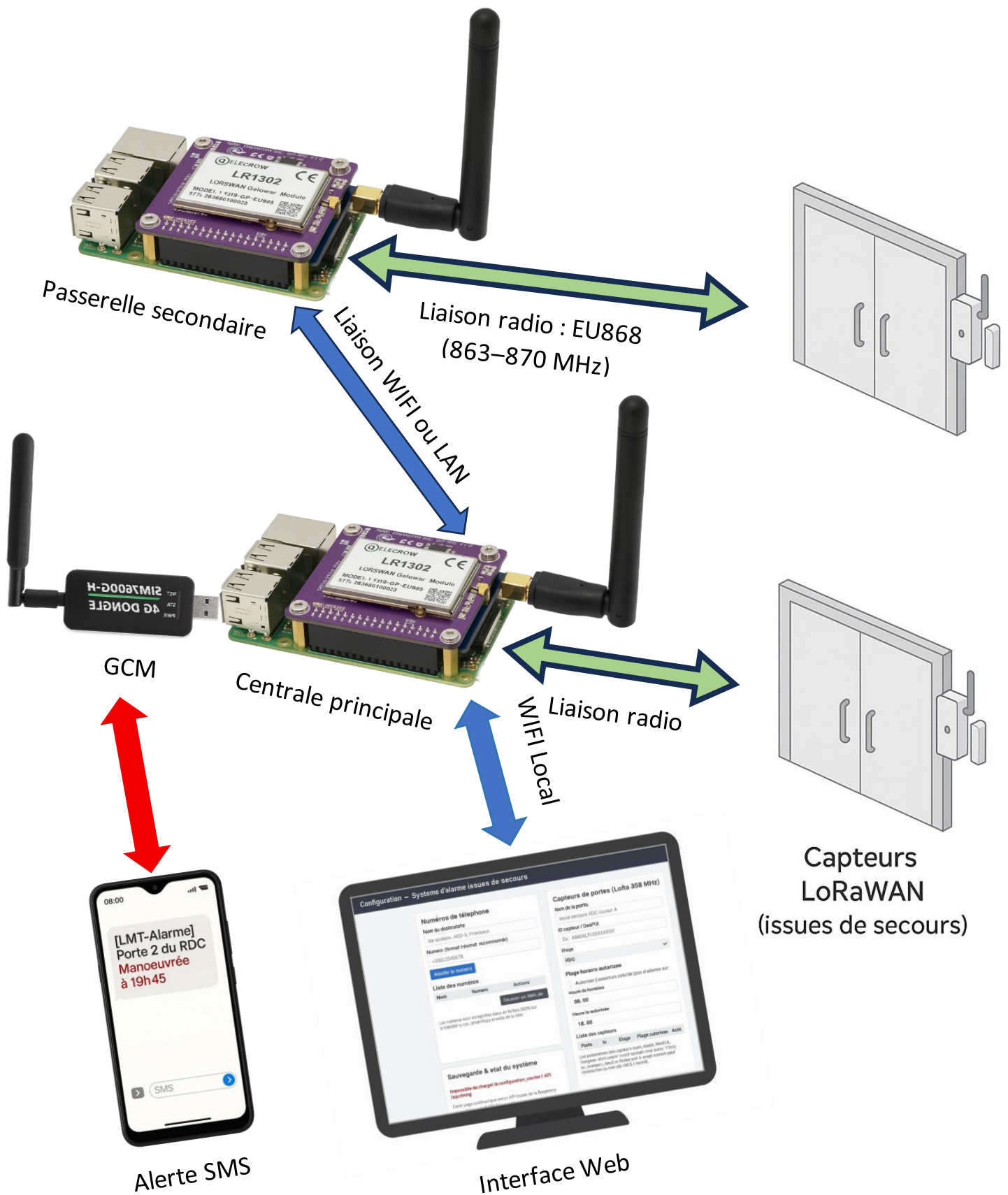
08/12/2025

*Plus tu demandes l'impossible,
plus on est motivés.*

Surveillance des issues de secours du LMT du Toulous (Projet version 2)

1. Architecture globale du système LoRaWAN	3
2. Pourquoi la solution LoRaWAN ?.....	4
3. Synoptique fonctionnel.....	5
4. Passerelle secondaire.....	6
5. Interface Web.....	6
6. Supervision automatique toutes les 24 heures	7
7. Gestion de l'alimentation de secours.....	7
8. Modem GSM et choix de la carte SIM	7
9. Programme de test de couverture radio	8
Annexe 1 : Mode d'emploi, test de couverture radio	9
Annexe 2 : Liste du matériel.....	11
Glossaire :.....	12

1. Architecture globale du système LoRaWAN



2. Pourquoi la solution LoRaWAN ?

À l'origine, le projet reposait sur une communication LoRa point-à-point (P2P) entre des capteurs d'ouverture et une centrale. Cette solution, envisagée initialement, paraissait adaptée à une configuration simple.

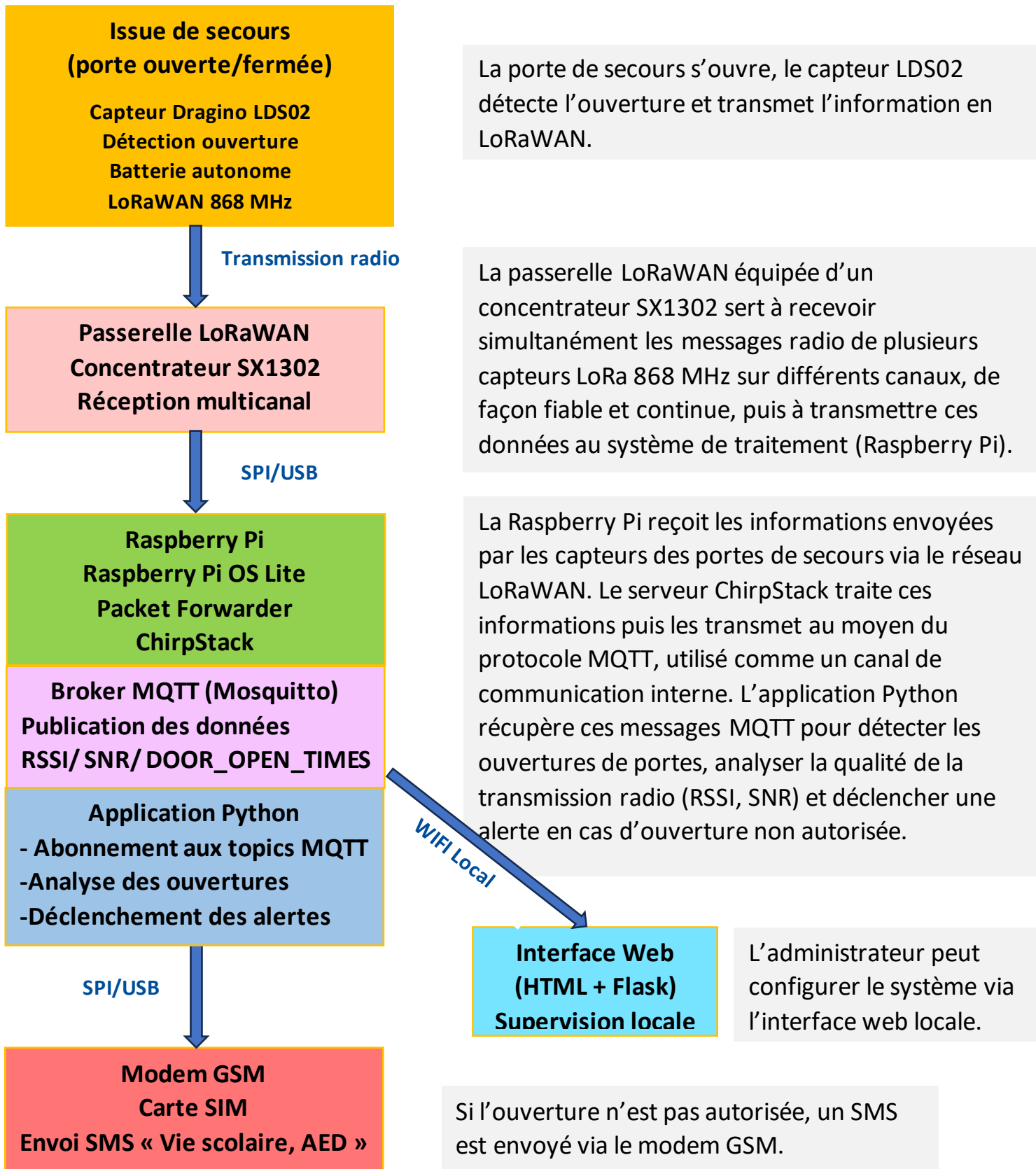
La visite du site a permis de constater que le bâtiment, issu d'une opération de restructuration associant des parties existantes et des extensions neuves, présente un développement longitudinal important et une organisation sur plusieurs niveaux. Cette configuration se traduit par une architecture complexe, notamment au regard des circulations internes et des cheminements d'évacuation vers les issues de secours.

Ces contraintes rendent la couverture radio difficile à garantir avec une approche LoRa P2P.

Le projet a donc évolué vers une architecture LoRaWAN, plus adaptée aux conditions réelles du site. Les capteurs communiquent via une passerelle LoRaWAN multicanal intégrée à une centrale de traitement locale, chargée d'analyser les événements et de déclencher automatiquement des alertes SMS.

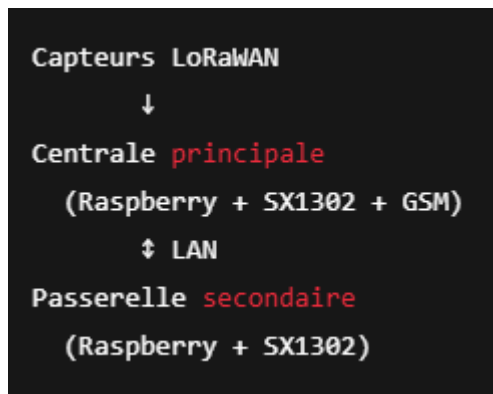
Le LoRaWAN apporte également un renforcement de la sécurité des échanges entre les capteurs et la passerelle grâce à un chiffrement natif et à l'authentification des équipements, garantissant la confidentialité et l'intégrité des données transmises. Il permet en outre d'ajouter des passerelles supplémentaires pour couvrir les zones d'ombre, sans modifier les capteurs ni la logique applicative.

3. Synoptique fonctionnel



4. Passerelle secondaire

En cas de zone d'ombre radio, une passerelle secondaire peut être ajoutée afin d'assurer la réception des capteurs LoRaWAN. Cette passerelle peut être reliée à la centrale soit par le réseau local filaire (LAN) lorsqu'il est disponible, soit par un pont Wi-Fi point-à-point dédié, utilisant deux modules CPE210 connectés en Ethernet. Les deux solutions permettent la transmission fiable des données vers la centrale.

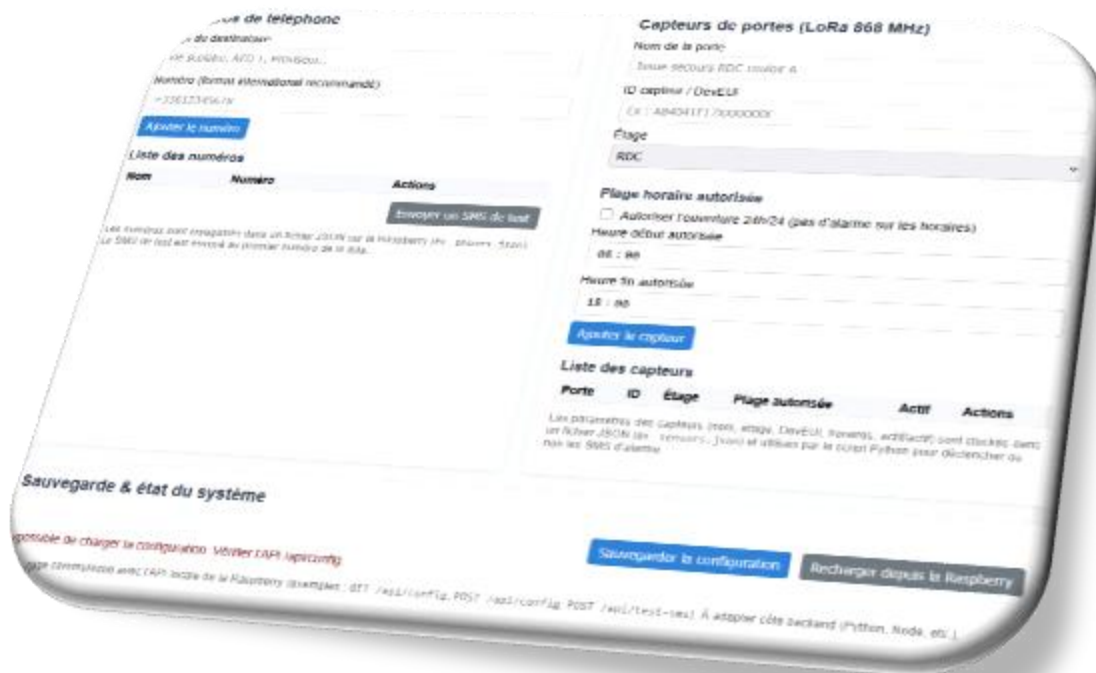


OU

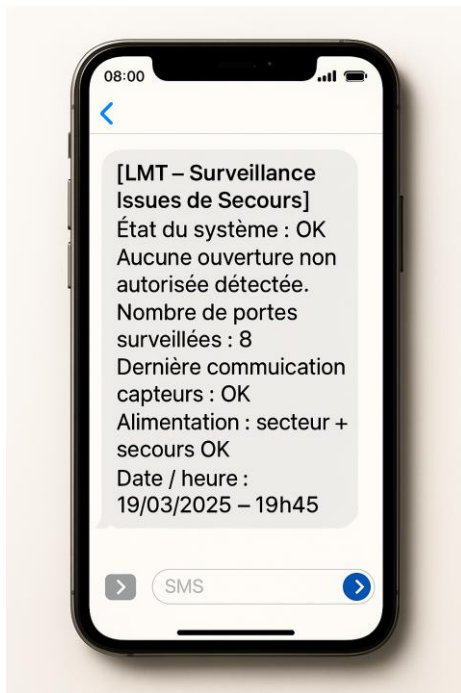
```
Passerelle secondaire
  | Ethernet
[ CPE210 #1 ] ))))) Wi-Fi dédié (((([ CPE210 #2 ]
  | Ethernet
Centrale Raspberry
```

5. Interface Web

L'interface HTML permet de configurer simplement le système d'alarme depuis un navigateur : ajout des numéros de téléphone, déclaration des capteurs de portes, définition des horaires autorisés et test de l'envoi des SMS.



6. Supervision automatique toutes les 24 heures



Le système assure une supervision continue de la surveillance des issues de secours et envoie chaque jour un SMS récapitulatif indiquant l'état du système. Ce message inclut un historique synthétique des ouvertures de portes sur la période écoulée, avec la date, l'heure et la porte concernée.

Cette fonctionnalité permet aux responsables d'avoir une vision quotidienne de l'activité, sans consulter l'interface web, et garantit une traçabilité simple et immédiate des événements de sécurité.

7. Gestion de l'alimentation de secours

Le système est conçu pour offrir une autonomie élevée et une continuité de service. Les capteurs d'ouverture LoRaWAN fonctionnent sur batterie et présentent une autonomie de plusieurs années, grâce à une communication radio basse consommation et à des transmissions limitées aux événements et aux messages de supervision. La centrale et la passerelle sont alimentées sur le secteur et disposent d'une alimentation secourue, leur permettant de rester opérationnelles en cas de coupure électrique. Cette architecture garantit le maintien de la surveillance des issues de secours et l'envoi des alertes, même en situation dégradée.

8. Modem GSM et choix de la carte SIM

Le modem GSM permet l'envoi des SMS d'alerte et de supervision sans dépendre du réseau informatique du site. Le choix de la carte SIM est réalisé en fonction de la couverture disponible sur le lieu d'implantation : une SIM mono-opérateur peut être utilisée si la réception est stable et suffisante, tandis qu'une SIM multi-opérateurs est privilégiée lorsque la couverture est variable ou incertaine. La centrale est positionnée autant que possible au centre du bâtiment pour optimiser la couverture LoRaWAN, tout en étant installée dans une zone garantissant une bonne accroche GSM, afin d'assurer la fiabilité des transmissions SMS. Attention : **Le code PIN doit être désactivé.**

9. Programme de test de couverture radio

Un programme de test est intégré à la Raspberry Pi afin de simplifier l'étude de couverture radio LoRaWAN.

Il permet de lancer les mesures, de collecter automatiquement les données radio (RSSI, SNR, taux de réception) et d'afficher les résultats via une interface web locale.

L'utilisateur sélectionne la zone à tester depuis une page HTML, déclenche le test, puis consulte immédiatement un tableau récapitulatif avec une conclusion automatique.

Les résultats sont enregistrés afin de valider la couverture du bâtiment et, si nécessaire, justifier l'ajout d'une passerelle supplémentaire.

test de couverture radio LoRaWAN

1. Paramètres du point de test
Sélectionnez le point de mesure, puis lancez le test. Le capteur devra être positionné à l'endroit choisi, puis déclencher l'émission des trames.

Bâtiment: Étage:

Zone / couloir:

Point de test (issue de secours, local, etc.):

Nombre de messages à prendre en compte:

Lancer le test

2. Résultats du test en cours
Les valeurs ci-dessous sont remplies par le programme après analyse des trames (à partir des données reçues via UDP).

Zone testée	Point de test	RSSI moyen (dBm)	SNR moyen (dB)	Messages reçus / attendus	Taux de réception (%)	Conclusion
{{ zone }}	{{ point_test }}	{{ rssi_moyen }}	{{ snr_moyen }}	{{ messages_recus }} / {{ nb_messages }}	{{ taux_reception }}	{{ conclusion }}

3. Historique des tests
Cette section peut être remplie par le serveur en lisant les derniers tests enregistrés.

(% for test in historique %) (% endir %)

Date / heure	Bâtiment	Étage	Zone	Point de test	RSSI moy. (dBm)	SNR moy. (dB)	Taux (%)	Conclusion
test.date_heure	test.bâtiment	test.etage	test.zone	test.point_test	test.rssi_moyen	test.snr_moyen	test.taux_reception	test.conclusion

Annexe 1 : Mode d'emploi, test de couverture radio

Ce guide montre, étape par étape, comment utiliser la page de test grâce à des exemples illustrés.

Étape 1 – Remplir les champs

L'utilisateur saisit les informations du point de test comme indiqué ci-dessous, puis clique sur « Lancer le test ».

Test de couverture radio

Paramètres du point de test

Bâtiment

Bâtiment A

Étage

RDC

Zone

Couloir Est

Point de test

Porte de secours A

Nombre de messages

10

Lancer le test

Étape 2 – Test en cours

Le système est en phase de mesure. Le capteur est positionné à l'endroit indiqué et les transmissions sont en cours. Il faudra ouvrir et fermer la porte plusieurs fois afin de valider le test.

Test de couverture radio

Paramètres du point de test

Bâtiment

Bâtiment A

Étage

RDC

Zone

Couloir Est

Point de test

Porte de secours A

Nombre de messages

10

Lancer le test

Résultat du test

RSSI (dBm)	SNR (dB)	Messages	Taux (%)	Conclusion
... / 10	...	Test en cours

Étape 3 – Résultat final

Les résultats s'affichent automatiquement, avec une conclusion indiquant la qualité de la couverture radio.

Lecture rapide : une couverture jugée conforme valide le point ; dans le cas contraire, un ajustement sera nécessaire (repositionnement ou ajout d'une passerelle).

Test de couverture radio

Paramètres du point de test

Bâtiment

Bâtiment A

Étage

RDC

Zone

Couloir Est

Point de test

Porte de secours A

Nombre de messages

10

Lancer le test

Résultat du test

RSSI (dBm)	SNR (dB)	Messages	Taux (%)	Conclusion
-85	5	9 / 10	90 %	Couverture conforme

RSSI (dBm)	SNR (dB)	Messages	Taux (%)	Conclusion
-85	5	9 / 10	90 %	Couverture conforme

Annexe 2 : Liste du matériel

Capteurs

- 8 × Capteurs d'ouverture LoRaWAN Dragino LDS02 (portes de secours)

Centrale principale (Raspberry Pi + passerelle SX1302 + modem GSM)

- 1 × Raspberry Pi 4 (4 Go de RAM recommandé)
- 1 × Concentrateur LoRaWAN SX1302 (ex. module RAK2287)
- 1 × Carte micro-SD (32 Go minimum)
- 1 × Boîtier industriel pour Raspberry Pi + module SX1302
- 1 × Modem GSM USB compatible Linux (envoi de SMS)
- 1 × Carte SIM dédiée à l'envoi de SMS

Passerelle secondaire (Raspberry Pi + passerelle SX1302)

- 1 × Raspberry Pi 4 (4 Go de RAM recommandé)
- 1 × Concentrateur LoRaWAN SX1302 (ex. module RAK2287)
- 1 × Carte micro-SD (32 Go minimum)
- 1 × Boîtier industriel pour Raspberry Pi + module SX1302

Antennes et liaisons RF

- 2 × Antennes LoRa 868 MHz extérieures renforcées (une pour la centrale, une pour la passerelle secondaire)
- 2 × Câbles coaxiaux RF faible perte adaptés aux antennes (SMA / N-Type selon configuration)

Alimentations et continuité de service

- 1 × Alimentation secourue (UPS) dédiée à la centrale principale
- 1 × Alimentation secourue (UPS) dédiée à la passerelle secondaire

Coffrets et protections

- 1 × Coffret technique pour la centrale principale (Raspberry Pi, SX1302, modem GSM)
- 1 × Coffret technique pour la passerelle secondaire (Raspberry Pi, SX1302)

Réseau local

- 2 x modules CPE210 connectés en Ethernet

Glossaire :

LoRaWAN : Technologie de communication sans fil longue portée permettant à des capteurs autonomes d'envoyer de petites quantités de données sur de grandes distances, avec une très faible consommation d'énergie.

Passerelle LoRaWAN : Equipement de communication, basé sur un concentrateur LoRaWAN SX1302, permettant de recevoir les messages radio émis par les capteurs LoRaWAN et de les transmettre vers le serveur LoRaWAN pour traitement des données.

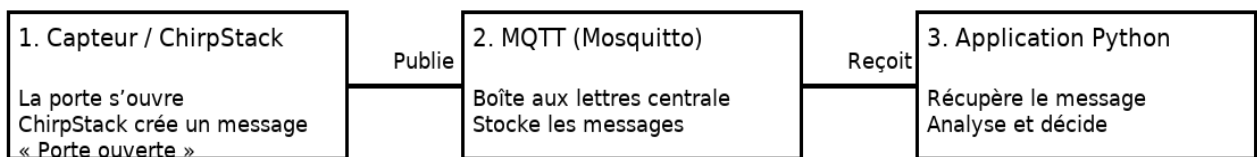
Raspberry Pi : Petit ordinateur abordable et polyvalent, utilisé pour héberger des applications et des services, ainsi que pour collecter et traiter des données provenant de différents équipements.

Packet Forwarder : logiciel installé sur une passerelle LoRaWAN qui reçoit les messages radio des capteurs et les transmet vers le serveur LoRaWAN pour traitement.

ChirpStack : logiciel LoRaWAN installé sur la Raspberry Pi. Il reçoit et décode les messages envoyés par les capteurs, puis transmet les données aux applications du système.

MQTT : Protocole de communication léger utilisé pour transmettre des messages entre différents logiciels d'un système. Il permet d'échanger les données des capteurs de manière fiable et en temps réel entre le serveur LoRaWAN et les applications de supervision.

Comment ça marche dans notre projet ?



MQTT fonctionne comme une boîte aux lettres :

- ChirpStack dépose les messages
- MQTT les transmet
- Python les reçoit automatiquement

Broker MQTT : Logiciel installé sur la Raspberry Pi, qui reçoit et redistribue les messages MQTT entre les différents services du système, assurant la transmission en temps réel des données des capteurs vers les applications de supervision.

RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) : indicateur de la puissance du signal radio reçu par la passerelle, exprimé en dBm. Il permet d'évaluer la qualité de la couverture radio. Dans le cadre du projet, un RSSI supérieur à -90 dBm est considéré comme conforme, entre -90 et -110 dBm comme limite, et inférieur à -110 dBm comme représentatif d'une zone d'ombre radio.

SNR : (*Signal to Noise Ratio*) : indicateur exprimant le rapport entre le signal utile et le bruit radio ambiant, exprimé en décibels (dB). Il permet d'évaluer la qualité du signal reçu. Dans le cadre du projet, une valeur positive est considérée comme conforme, une valeur comprise entre 0 et -10 dB comme limite, et une valeur inférieure à -10 dB comme représentative d'une zone d'ombre radio.

Capteur Dragino LDS02 :

Dispositif autonome de surveillance des issues de secours, assurant la détection d'ouverture et de fermeture des portes par contact magnétique.

Il intègre un compteur interne du nombre d'ouvertures, la mesure de la durée d'ouverture et le suivi de l'état de la batterie. Les données sont transmises via le réseau LoRaWAN 868 MHz pour une supervision à distance.

DOOR_OPEN_TIMES : compteur interne du capteur indiquant le nombre total d'ouvertures de la porte depuis sa mise en service ou sa dernière remise à zéro. Cette donnée permet de vérifier le bon fonctionnement du capteur et de contrôler la cohérence des messages reçus lors des tests de couverture radio.