

# Projet IoT : SerreVeillance

By HortiConnect



Brumsen Adriaan

Kinet Antoine

Date de remise: 14/01/2025

## Problème:

La gestion d'une serre peut sembler complexe pour une personne moyenne, surtout en raison de l'investissement financier important qu'elle nécessite. Le coût initial de la serre, sans compter les dépenses d'entretien et les équipements, peut susciter des craintes quant à la rentabilité du projet. De plus, l'angoisse de voir le temps et l'effort investis dans les cultures réduits à néant par un manque d'attention ou de connaissances adéquates peut être décourageante.

Deux aspects cruciaux de la gestion d'une serre sont le contrôle de l'humidité et de la température, essentiels pour la santé des plantes. Bien qu'il existe des outils simples comme un hygromètre pour mesurer le taux d'humidité de l'air, et des thermomètres pour surveiller la température, ces méthodes traditionnelles présentent des limites. Elles nécessitent une surveillance constante et ne permettent pas d'ajustements automatiques en temps réel. De plus, les variations soudaines de température ou d'humidité peuvent passer inaperçues, mettant en danger les cultures. Comment alors assurer un suivi précis et continu de ces paramètres vitaux, tout en permettant des ajustements rapides et efficaces, sans nécessiter une présence permanente dans la serre ?

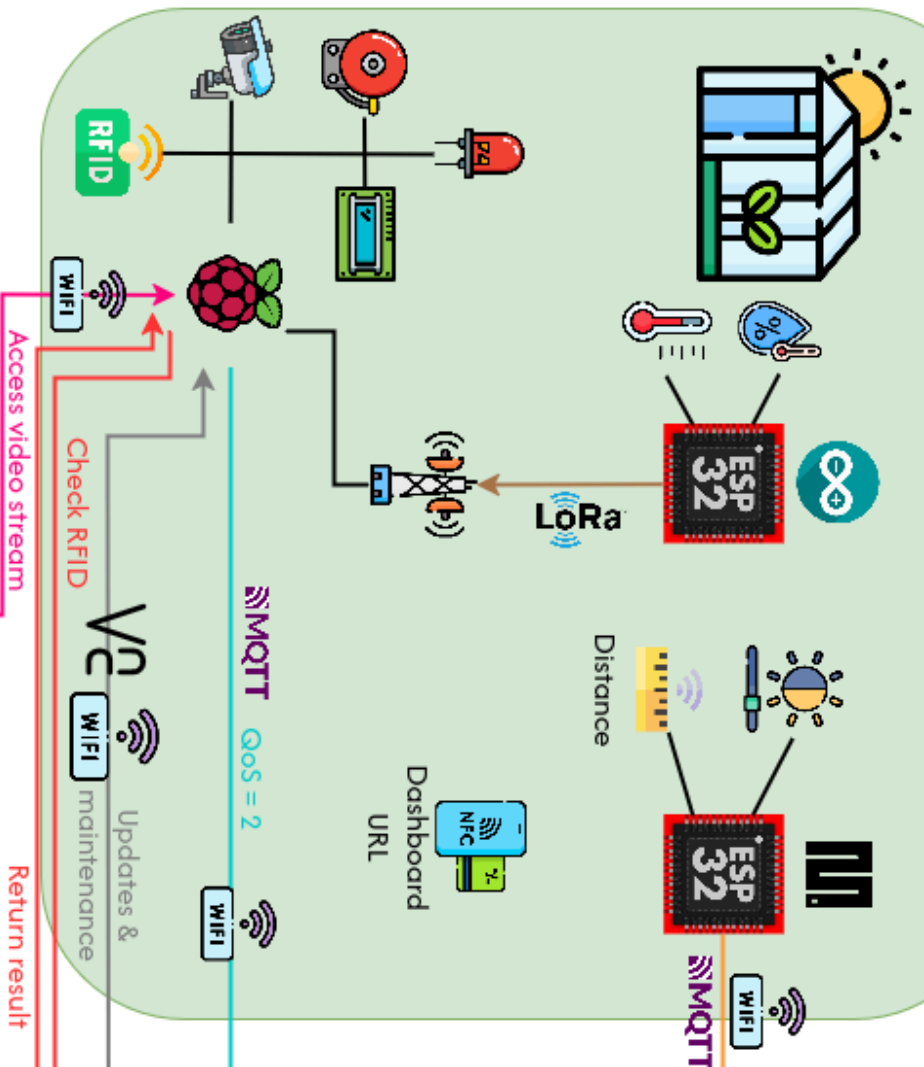
## Solution:

Pour répondre aux défis de la gestion d'une serre, nous proposons une solution innovante basée sur un Raspberry Pi, un outil puissant et polyvalent. Ce dispositif permettra de surveiller en temps réel des paramètres essentiels tels que l'humidité et la température. Les données collectées seront envoyées sur le cloud, offrant ainsi un accès instantané et facile aux informations nécessaires pour une gestion optimale de la serre. L'utilisateur pourra suivre ces métriques à distance, ce qui lui permettra d'intervenir rapidement en cas de variations indésirables. De plus, SerreVeillance pourra être configuré pour envoyer des alertes par notification lorsque les niveaux d'humidité, de température, de luminosité ou de distance dépassent les seuils définis, garantissant ainsi un suivi continu sans nécessiter de présence physique dans la serre.

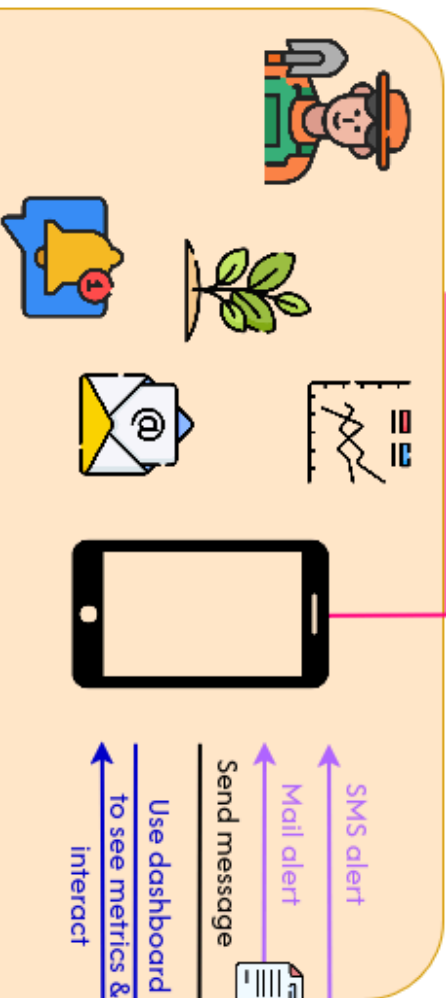
Un autre avantage de notre solution est la personnalisation qu'elle offre. L'utilisateur pourra ajuster les seuils de manière personnalisée et bénéficiera d'une base de données contenant des informations essentielles sur les plantes couramment cultivées dans les serres. De plus, l'utilisateur aura un accès direct aux données météorologiques, spécifiquement liées à toutes les serres gérées par notre produit, ce qui lui permettra d'optimiser la gestion des cultures en fonction des conditions extérieures. Ces options permettent aux serristes débutants d'utiliser le produit de manière ludique, tout en offrant une sécurité aux grossistes de petite et moyenne taille.

Le projet SerreVeillance est la fusion de nos idées novatrices : la surveillance de l'environnement et la culture des plantes. La serre est le point de convergence idéal et l'intégration d'objets connectés en son sein en fait un projet à la fois fonctionnel et moderne. Il répond aux besoins des jardiniers d'aujourd'hui tout en exploitant les technologies de pointe pour optimiser la gestion des cultures.

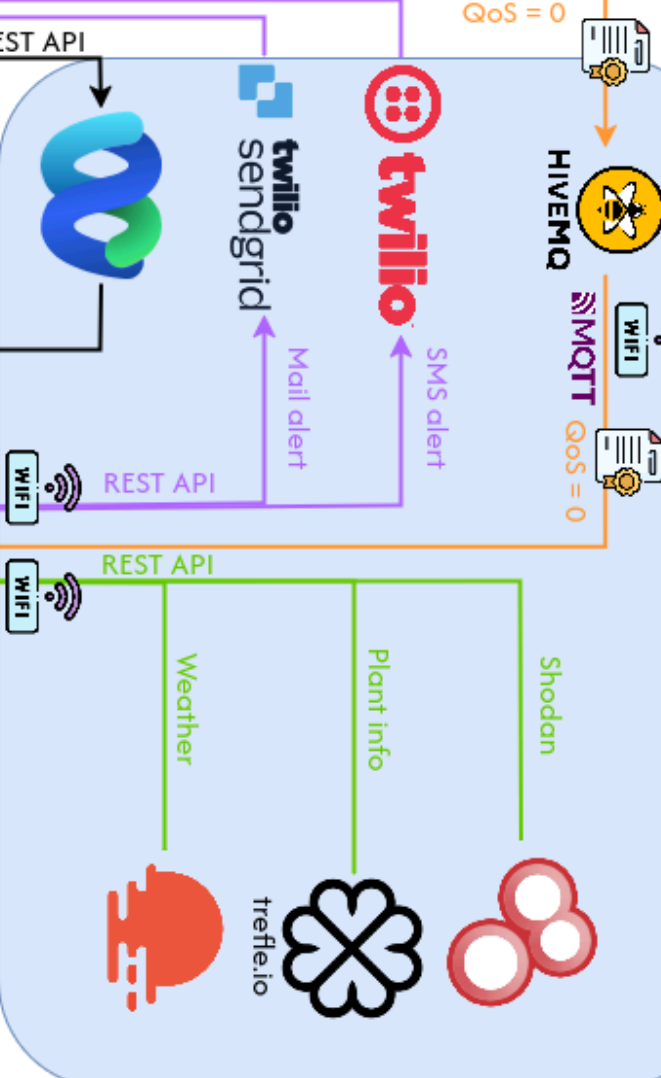
## Niveau 1: 5 series & leurs capteurs (/client)



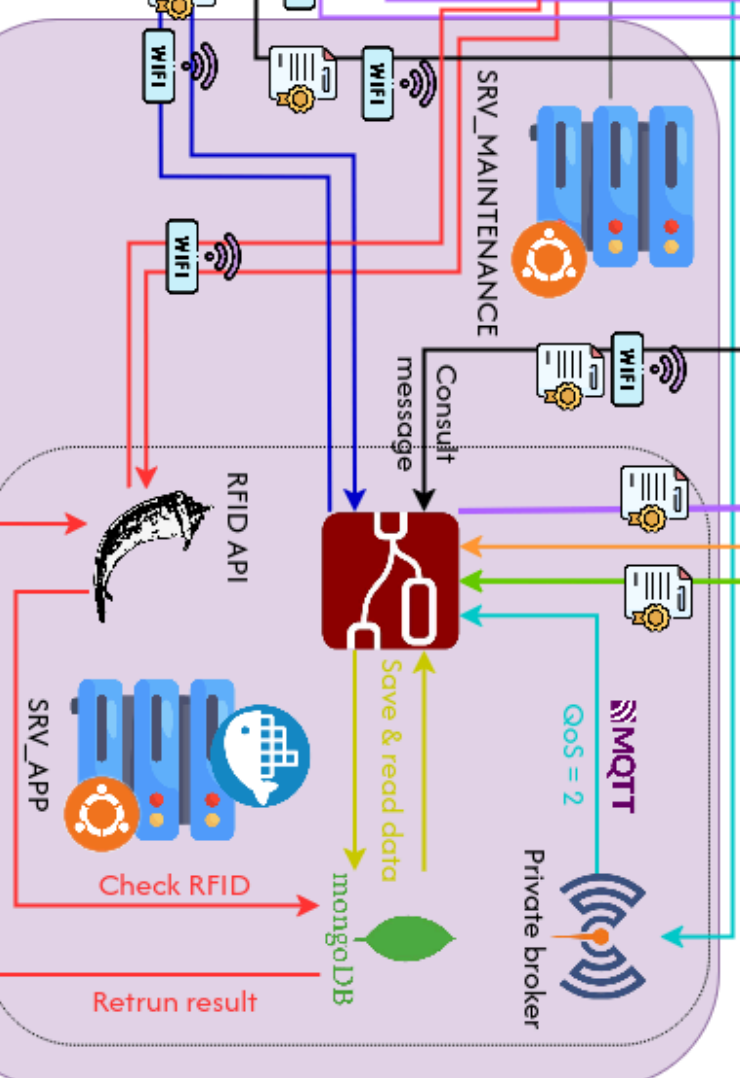
## Niveau 2: 20 utilisateurs



## Niveau 4: le Cloud



## Niveau 3: Horticonnect



OPEN WEATHER

Hello **lionel-jr**

PLANTE INFORMATION

Home

Date  
Début



12/01/2025

Date  
Fin



12/01/2025

Brightness Graph



Brightness Gauge



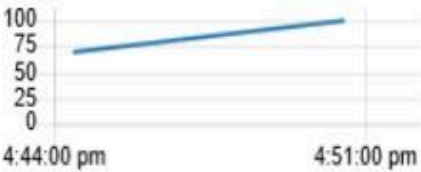
Max Brigh

90

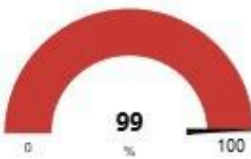
Min Brigh

35

Humidity Graph



Humidity Gauge



Max Humidity

81

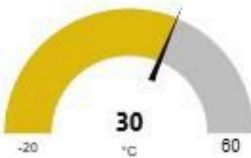
Min humidity

65

Temperature Graph



Temperature Gauge



Max Temp

45

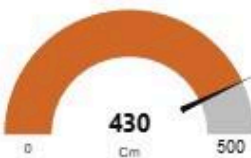
Min Temp

25

Distance Graph



Distance Gauge



Max Distance

365

Min Distance

180

Date	Message	Value
1/12/2025, 4:50:33 PM	Humidity Too High	99
1/12/2025, 4:50:32 PM	Distance Too High	430

Message Admin

Message \*

SUBMIT

CANCEL

Admin

Admin Head Message  
Admin Page

GET IP

Usern...	User ID	Email	Number	Creati...	Admin
admin	hakikj8y	admin@ho...	+1111111	1/12/2025,...	true
lionel-jr	gi5qwadn	ksporent@...	+3247979...	1/12/2025,...	false

User Research

Username

User ID

SEARCH

CANCEL

DELETE USER

MANAGE USER GREENHOUSE

user ...	Gree...	Message	V...	Date	S...
gi5qwadn	Home	Humidity Too High	99	1/12/202...	false
gi5qwadn	Home	Distance Too High	430	1/12/202...	false
gi5qwadn	Home	Humidity Too High	99	1/12/202...	false
gi5qwadn	Home	Distance Too High	400	1/12/202...	false
gi5qwadn	Home	Distance Too High	350	1/12/202...	false
gi5qwadn	Home	Distance Too High	350	1/12/202...	false

SMS

MAIL

Create User

Username \*

Password \*

☒ Admin

Phone \*

Email \*

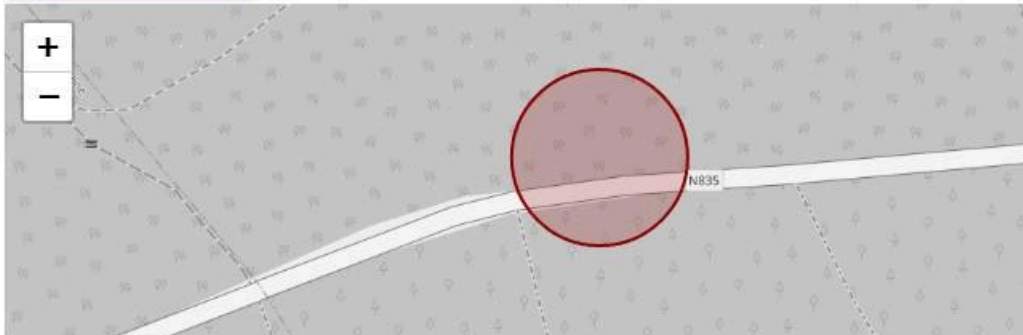
Card Key

CREATE

CANCEL

## GreenHouse

BACK



SerreID	User ID	Latitude	Longitude	Creation ...
Home	gi5qwadh	50	5	1/12/2025, 4:1...

### Greenhouse Research

Greenhouse

SEARCH

CANCEL

DELETE GREENHOUSE

### Create Greenhouse

Serre ID \*

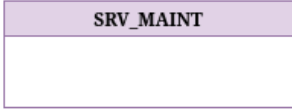
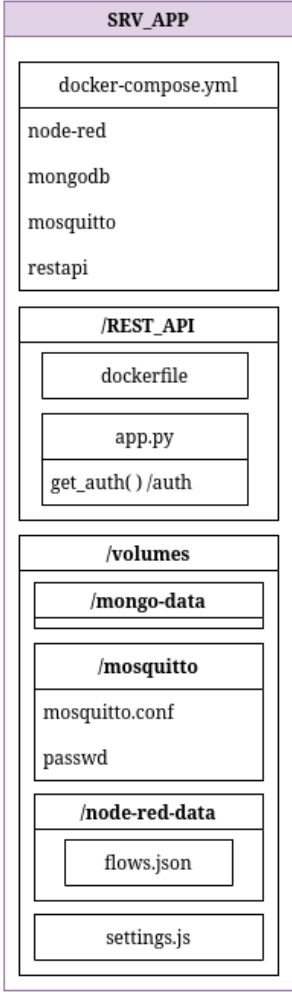
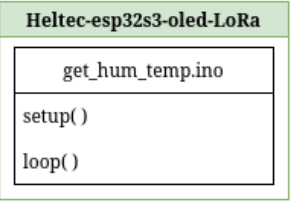
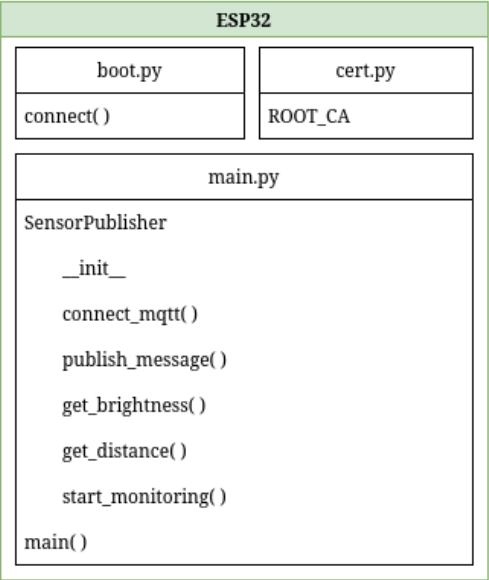
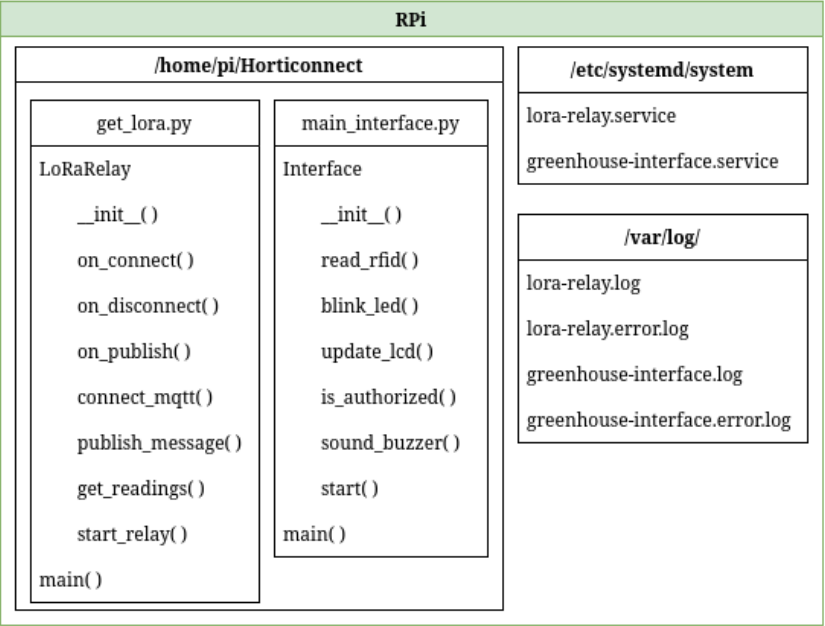
Latitude \*

Longitude \*

CREATE

CANCEL





## Estimation des coûts:

### Coût du prototype:

Nous n'avons pas réellement utilisé du matériel en plus de ce qui nous avait été fourni, mis à part un petit routeur TP-LINK qui nous a permis d'avoir un réseau dédié au prototype et ses différents composants. Ainsi, le prix des composants prêtés est estimé à partir de prix vus en ligne.

- |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| → Raspberry Pi 4B: +- 70€             | → PiCam: +- 30€                       |
| → GrovePi: +- 35€                     | → ESP32: +- 6€                        |
| → Adaptateur LA66-LoRaWan: +- 24€     | → Capteur luminosité: +- 2€           |
| → Écran LCD: +-15€                    | → Capteur distance: +- 3,50 €         |
| → Lecteur RFID: +- 21€                | → Heltec-esp32s3-oled-LoRa: +- 25€    |
| → Buzzer: +- 1,50€                    | → Capteur humidité/température: +- 5€ |
| → Bouton: +- 1,50€                    | → Puce NFC: +- 20c                    |
| → LED: +- 2€                          | → Routeur TP-LINK: 28€                |
| → Kit de cartes et badges RFID: +- 5€ |                                       |

Pour un total d'environ **274,7€**

### Coût idéal du produit fini:

Au lieu d'un packaging en carton, un prototype posséderait un boîtier idéalement imprimé en 3D afin de minimiser les coûts. Nous estimons le prix d'une telle impression à 20€.

De plus, le produit fini se veut d'être plus pratique quant à son alimentation en électricité: il faudra donc compter environ 40€ en cellules photovoltaïques. Il faudrait rajouter à ça une batterie afin de pouvoir supporter les fluctuations naturelles dues à ce type d'alimentation: 30€.

Ainsi, pour un produit fini, nous estimons nos coûts à **274,7 + 90 = 364,7€**.

### Coût mensuel visé:

Afin de pouvoir assurer un support de qualité et de pouvoir continuer à innover notre solution, nous avons porté notre choix sur un modèle de revenus mensuel avec un coût initial d'installation dépendant du nombre de serres: **300€/serre + 10€/mois**.

Ce total pourrait se montrer intimidant pour le particulier, mais est tout à fait approprié pour un maraîcher à ses débuts possédant 3-5 serres cherchant à les surveiller à petit prix afin de maximiser son rendement.



## Estimation du marché:

Notre marché visé est celui des particuliers et des maraîchers possédant des exploitations de tailles petites à moyennes car ils pourront ainsi profiter de la numérisation de leur serre sans pour autant devoir débloquer le budget nécessaire pour une solution plus commerciale. Notre produit offre une valeur ajoutée de par ses fonctionnalités spécifiques appréciées par les utilisateurs (guides intégrés, alertes) tout en restant sur un produit simple d'utilisation s'adaptant à toutes les serres (et donc tous les jardiniers!).

## Cybersécurité de l'objet connecté:

Lors du développement de notre projet, nous avons établi les mesures de sécurité qui seraient prises sur le produit fini afin de répondre au Top 10 des vulnérabilités IoT établi par OWASP. Notons que nous n'avons pas incorporé toutes ces mesures dans le prototype, que ça soit pour respecter les contraintes imposées par l'énoncé ou pour nous permettre de développer plus facilement.

### Sécurité des accès et authentification:

- Mettre en place une politique de mots de passe robuste avec une complexité minimale requise. Du côté d'Horticonnect, cela signifie utiliser une solution de gestion centralisée self-hosted des mots de passe (par exemple Bitwarden) pour stocker les différents accès admins et les clés API.
- Implémenter notre propre application web 3-tier au lieu de Node-Red: on pourra ainsi mieux gérer l'authentification grâce à un reverse proxy + 2FA, et renforcer la segmentation entre les dashboards des différents utilisateurs.
- Pas de mot de passe par défaut: chaque client se verra attribué un mot de passe unique généré dans le respect de la complexité requise. Il lui sera possible de le modifier.
- Pas de mot de passe codé en dur: utilisation d'une solution de provisionning wifi comme [WifiManager](#) sur l'ESP32.
- Pas de carte RFID codé en dur: lors d'un scan, le RPi vérifie l'identité auprès du serveur applicatif.

### Sécurité des communications et services:

- Désactivation des services non essentiels: pas de VNC car il y a déjà un accès SSH.
- Utilisation du chiffrement TLS pour toutes les communications applicables, avec authentification du client: ainsi, toutes les communications seront chiffrées et seuls les clients autorisés pourront envoyer des messages dans le cas de MQTT.
- Utilisation d'un broker MQTT public qu'en cas d'indisponibilité du broker privé (fallback).
- Utilisation d'un réseau dédié à l'IoT.

## Sécurité des données au repos:

- Chiffrer toutes les données sensibles au repos avec des algorithmes robustes (AES-256).  
Données utilisateurs: pris en charge par MongoDB avec une licence Enterprise.  
Mots de passes et API: pris en charge par Bitwarden.
- Salage et hachage des mots de passe via bcrypt.

## Gestion des mises à jour et du cycle de vie:

- Mise à jour des RPi par SSH: possible d'automatiser la démarche via Ansible.
- Maintenir un inventaire des composants et leurs versions. On pourra ainsi surveiller et agir sur les vulnérabilités les affectant.
- Implémentation de mises à jour OTA ("Over the air") pour l'ESP32 et le Heltec-esp32s3-oled-LoRa grâce à un web serveur hébergeant le firmware ainsi qu'un autre hébergeant les signatures cryptographiques des images.

## Sécurité physique:

- Protéger l'accès aux composants matériels par le packaging.
- Chiffrement du firmware sur l'ESP32 et le Heltec-esp32s3-oled-LoRa par AES 256.
- Chiffrement du disque (carte SD) du RPi par AES 256.

## Monitoring:

- Mise en place de logging sur les appareils via rsyslog. On pourrait imaginer agréger les logs sur le RPi de cette manière, puis de forward tous les logs vers un SIEM via un agent.
- Utilisation d'un SIEM (par exemple un stack ELK) pour visualiser les événements de sécurité des appareils et de l'entreprise.
- Établir des procédures de réponses à incidents.

## Conclusion:

Au début de ce projet, nous n'avions aucune expérience en IoT. Au terme de notre travail, nous avons développé une compréhension accrue des protocoles MQTT et LoRa, et des systèmes embarqués comme l'ESP32. La principale difficulté du projet a été de faire fonctionner la logique "serveur" sur Node-Red: la plateforme ne semble juste pas adaptée à la charge de travail que nous lui avons destinée. La seconde difficulté a été de développer la prise de mesures en micropython à cause du manque de visibilité lors du debugging.