

## OFFRE DE PROJET M1/M2

---

### [neOCampus] Extrême fridge

---

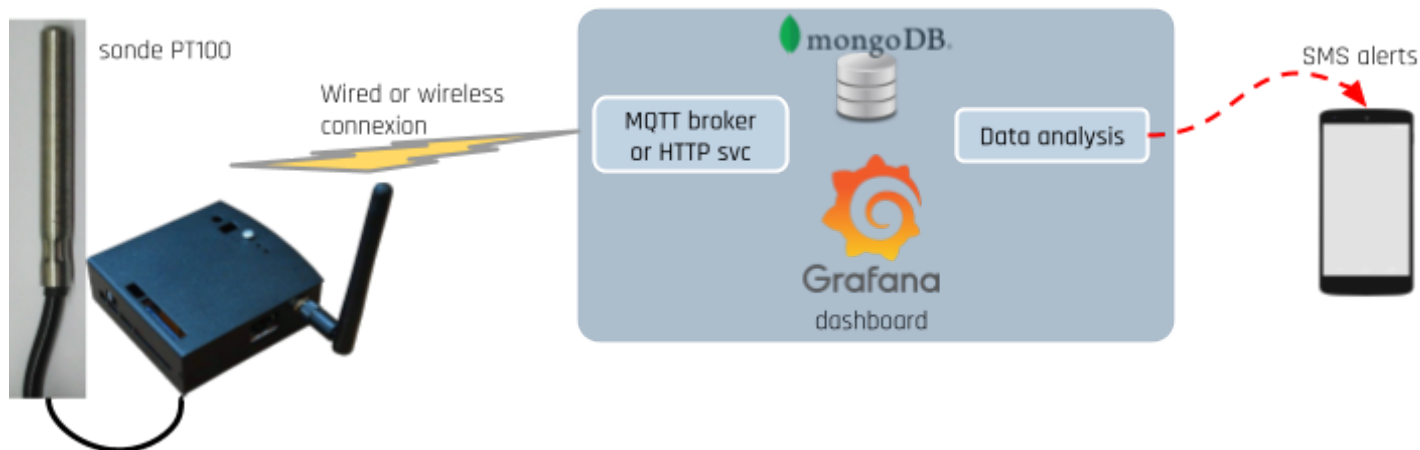
## Contexte

Ce projet se déroulera dans le contexte des systèmes ambiants appliqués à l'opération neOCampus (<http://neocampus.univ-tlse3.fr/wiki>).

Un besoin récurrent évoqué par des laboratoires spécialisés en Biologie consiste à superviser la température de congélateurs -80 °C dans lesquels sont stockés de précieux échantillons à destination de travaux de recherches. Une visite au CRCT a permis d'identifier une solution propriétaire [DICKSON](#) qui satisfait l'ensemble des attentes avec une application de monitoring pour superviser tous leurs congélateurs. Un abonnement à cette application dans le cloud est nécessaire pour le stockage des mesures, l'affichage des séries temporelles et l'envoi d'alarmes par SMS aux intéressés. Entre l'application hébergée par un serveur et les capteurs, il faut déployer des passerelles qui seront à configurer par les services informatiques du laboratoire. Initialement pour transmettre les mesures par communication radio, la société DICKSON avait retenu la technologie Wavenis qui a été remplacée par le protocole **LoRaWAN**. L'avantage de ces technologies long range est leur très faible sensibilité appropriée pour remonter des mesures dans des bâtiments. Aujourd'hui avec l'infrastructure proposée par neOCampus, il devient possible de bénéficier d'une gestion centralisée pour tous les capteurs déployés sur le campus de Paul Sabatier. Les passerelles LoRaWAN installées sur quelques bâtiments proposent une couverture radio étendue.

## Description

L'objectif de ce stage est de développer une solution open source pour superviser les congélateurs -80 °C répartis dans plusieurs laboratoires. Le stagiaire aura pour objectif de développer une interface consultable par internet mais aussi à partir d'un téléphone portable. L'organisation neOCampus a déjà prouvé la fonctionnalité de capteurs utilisant le protocole LoRaWAN fabriqués par nos soins. Une base de données InfluxDB appropriée pour les séries temporelles est déjà installée sur les serveurs de neOCampus. Il faudra donc développer une application web qui consulte cette base de données pour afficher des informations correspondant aux attentes des usagers des laboratoires. L'application devra personnaliser l'envoi d'alarmes par SMS après analyse des tendances des températures mesurées. Chaque congélateur devra donc être identifié par son emplacement précis et la personne concernée par sa gestion. L'ajout de capteurs pour des nouveaux congélateurs à contrôler devra être facilité par cette application qui sera accessible avec un identifiant et un mot de passe. La configuration de l'application devra autoriser l'enregistrement de numéros de portables pour alerter les utilisateurs dès qu'un dysfonctionnement est repéré.



## Preliminary survey

Le monitoring d'infrastructures telles qu'un datacenter ou encore, dans le cas d'usage qui nous concerne, un ensemble de congélateurs très basse température, revêt une importance capitale dans la conduite opérationnelle de ces installations. Ainsi, il est fréquemment demandé par les DSI que l'infrastructure de monitoring d'une telle installation soit elle-même filaire.

Comme vous allez le découvrir par la suite, une première implémentation de ce projet se base sur la technologie sans fil LoRaWAN. L'objectif de cette étude préliminaire est de mettre en avant les alternatives existantes qui permettraient une fiabilité accrue de cette solution de monitoring et d'alertes. A cette fin, il vous est demandé d'explorer les solutions à base de modems NB-IoT ou de liaison Ethernet filaires PoE. Vous trouverez en fin de sujet un certain nombre de liens utiles en ce sens.

## Mise en oeuvre

Le projet peut ainsi être segmenté en différentes phases indépendantes:

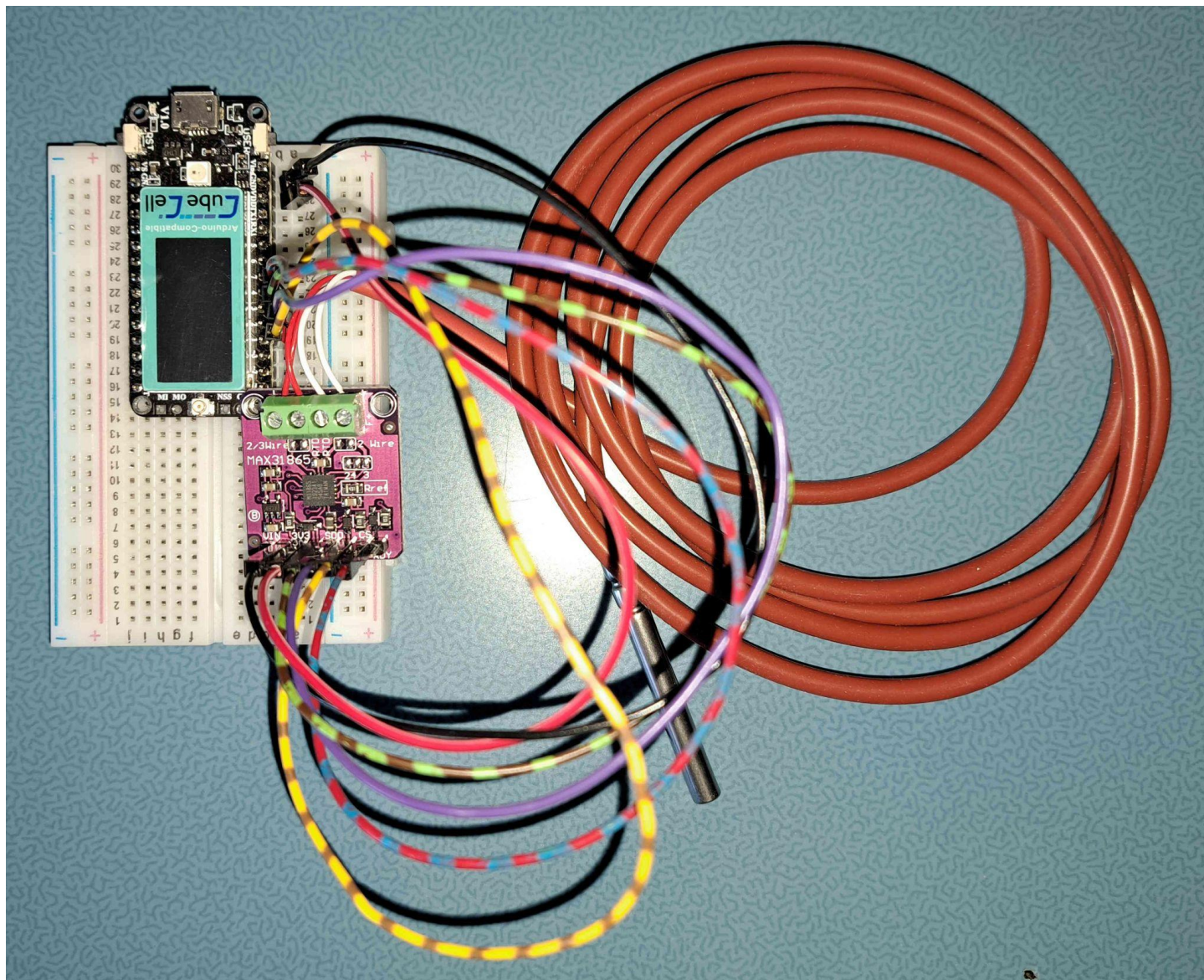
- **[hardware]** carte d'interface de la sonde PT100 + système embarqué
- **[data acquisition]** sauvegarde en base de données des trames reçues du système embarqué, création d'un dashboard
- **[alertes]** détection d'anomalies à partir des données collectées et envoi de SMS à une liste d'opérateurs. L'administrateur de la plateforme doit pouvoir facilement mettre à jour celle-ci.

### [1] hardware

Un *Proof-Of-Concept* (i.e POC) mettant en œuvre le protocole LoRaWAN pour la transmission des températures mesurées existe déjà. Il s'appuie sur une carte Heltec HTCC-AB02 couplée en SPI à un module MAX31865. Ce dernier est le circuit chargé de réaliser la mesure de température au travers d'une sonde PT100 en 4 fils. La carte Heltec contient le modulateur LoRa SX1262 de SEMTECH qui sera exploité par la *stack LoRaWAN MCC1 Arduino* que vous allez intégrer à votre application embarquée. Les trames seront alors captées par le réseau des *gateways* LoRaWAN de l'opération neOCampus et propagées jusqu'à un broker MQTT.

L'ensemble des cartes électroniques sera conditionné dans un boîtier facilitant son installation et préservant l'électronique de la poussière et des projections d'eau.

- Une carte Heltec HTCC-AB-02 ou [Adafruit Feather M0 RFM95C](#),
- Un module pour polariser une sonde PT100 de type MAX31865,
- Une sonde PT100 en 4 fils de type Correge.



L'électronique sera alimentée via le connecteur micro USB ou en lui connectant une batterie Lithium Polymère de 1500 mAh.

## [2] data acquisition

Les données émises par les différentes sondes de températures arriveront, *in-fine*, sur un topic MQTT du serveur neOCampus. Au moyen de l'outil Node-red, vous récupérerez ces données que vous allez sauver dans des bases MongoDB puis InfluxDB. Un dashboard basé sur Grafana ou Node-red devra alors permettre aux opérateurs/administrateurs de visualiser les températures des différents congélateurs mais également d'avoir un log des alertes en cours et passées. Tous ces services seront déployés en conteneur docker au moyen d'un fichier de type *docker-compose*.

Dans un second temps, il est prévu que cette chaîne d'acquisition et de traitement de données puisse être déployée sur les infrastructures neOCampus / autoOCampus. A cette fin, votre *docker-compose* devra être en mesure de prendre en compte les différentes URLs et *credentials* propres aux différentes bases de données utilisées.

### [3] alertes

Les données collectées par les différentes sondes doivent faire l'objet d'une surveillance avec la mise en œuvre d'un profil de détection d'anomalies. Dans sa plus simple forme, il peut s'agir d'un envoi d'alerte si la température passe en dessous d'un seuil défini. De nombreuses améliorations sont possibles (pente d'évolution, IA) et sont laissées à la curiosité des candidats.

Enfin, certainement le point capital de toute cette solution de monitoring: l'envoi d'un SMS. En effet, au delà de tous les autres systèmes de notifications existants (que vous êtes libre d'explorer en parallèle), l'envoi d'un SMS est la solution la plus robuste qui soit. Cet envoi se fera via une API qui vous sera ultérieurement définie<sup>1</sup>.

## Contact

M. Jean-Louis Druilhe (Lefe ---formerly Ecolab) [jean-louis.druilhe@univ-tlse3.fr](mailto:jean-louis.druilhe@univ-tlse3.fr)

Dr. François Thiebolt [thiebolt@irit.fr](mailto:thiebolt@irit.fr)

## Références

1nce <https://www.objetconnecte.com/1nce-nb-iot-mondial-tarif-unique/>

LoRa-E5 <https://www.gotronic.fr/art-module-lora-e5-grove-113020091-33673.htm>

Olimex ESP32-EVB <https://www.olimex.com/Products/loT/ESP32/ESP32-EVB/open-source-hardware>

LILYGO® T-ETH-Lite Development Board ESP32 ESP32-S3 W5500 Ethernet Module  
ESP32-S3-WROOM Support TF Expandable Power POE Shield

Arduino MKR NB 1500 <https://store.arduino.cc/products/arduino-mkr-nb-1500>

MCCI Arduino LoRaWAN <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/mcci-arduino-lorawan-library/>

## Summary

**Responsable :** JL.Druilhe et F.Thiebolt

**Contexte :** Campus Ambient

**Niveau :** Master SECIL

**Dates :** 2023-2024

**Rémunération :** *non applicable*

**Keywords :** LoRaWAN, Heltec HTCC-AB-02, PT100, MAX31865, Arduino IDE, SPI bus, MCCI Arduino, docker, node-red, mongoDB, InfluxDB, SMS.

---

<sup>1</sup> vraisemblablement de chez OVH