



Projet Électronique Station météo



Table des matières

1. Introduction : Présentation du projet	3
2. Module Météo	4
3. Planning du projet	5
4. Déroulement du projet	6
1. Amorce du projet	6
2. Programmation des modules et leur fonctionnement	7
2.1. Le pluviomètre	7
2.2. La girouette	7
2.3. L'anémomètre	9
2.4. Le capteur BME 280	9
2.5. Le capteur TSL 2591	10
2.6. Le protocole LoRa	11
5. Les difficultés et solutions trouvées	12
1. L'alimentation des modules	12
2. La Girouette	12
3. Le low power mode	13
6. Statut du projet et les explorations pour l'année suivante	14
7. Conclusion	14

1. Introduction : Présentation du projet

Polytech accueille plusieurs ruches situées sur les toits de l'école. Ces ruches servent à préserver à l'échelle locale les abeilles et l'environnement.

Ces ruches sont aussi l'occasion pour les élèves en classe d'ingénieur de travailler sur des projets d'amélioration du dispositif en alliant de l'électronique et de l'informatique. Diverses idées d'améliorations sont étudiées, dont certaines novatrices. Ces idées sont décrites ci-dessous :

Les abeilles sont régulièrement menacées par des parasites : les frelons et les varroas. Le but premier est de les éliminer.

Dans le cas des frelons, un dispositif laser avec localisation et visée du frelon est actuellement à l'étude.

Pour éliminer les varroas, deux options sont possibles. La première idée est de les étouffer en "polluant la ruche" de carbone à quantité suffisante pour les tuer sans asphyxier les abeilles. La seconde est un système de ventilation permettant la diffusion globale de la chaleur dans tout l'espace confiné de la ruche.

Une fois le varroa éliminé, celui-ci tombe au fond de la ruche. Un tapis roulant situé sous la ruche, récupère les varroas. Muni d'une caméra, une détection du varroa est effectuée. De plus, le nombre de varroa est compté et permettra par la suite de vérifier le bon fonctionnement des méthodes d'éradication.

Avec les réseaux LoRa, GSM et WiFi, toutes les informations détectées à l'intérieur ou bien à l'extérieur de la ruche sont envoyées à l'utilisateur. Pour les données extérieures, on y retrouve les informations météorologiques renvoyées par le module météo.

Afin d'automatiser le fonctionnement de nombreux équipements, une alimentation par batterie est requise.

Les différentes tâches représentent 6 projets à réaliser en binômes et 1 en quartet.

Notre binôme a choisi de réaliser le module météo. Dans la suite de ce rapport, une présentation du module et de son fonctionnement sera faite. On retrouvera notre organisation et notre répartition des tâches pour mener à bien notre projet. Ensuite, nous rentrerons plus en détail dans le déroulement de nos tâches. Nous ferons un point sur nos difficultés rencontrées et sur les solutions apportées. Et enfin, nous ferons un point sur l'état actuel de notre travail.

2. Module Météo

Composition du module météo

- un anémomètre permettant la mesure de la vitesse du vent,
- une girouette pour donner la direction du vent,
- un pluviomètre afin de donner le taux de précipitations,
- un capteur BME/BMP280, composé de :
 - un détecteur d'humidité pour donner un pourcentage d'humidité,
 - un thermomètre pour la température,
 - un capteur de pression atmosphérique,
- un capteur TSL 2591, composé de :
 - un luxmètre pour la luminosité.

Objectif

Envoyer une trame LoRa complète de la forme suivante :

type | adresse mac de l'ESP | pluviomètre | anémomètre | girouette | pression (16bit)
| humidité | luminosité | température | batterie | checkbytes

Les moyens

Un lien github ouvert par l'équipe précédente nous a été restitué avec le code global, les documentations des composants et le powerpoint de présentation.

Nous disposons également d'une carte expérimentale intégrant le microcontrôleur ESP32 et de tous les outils de mesures nécessaires

3. Planning du projet

Le projet était composé de 21 séances de 3 heures 30 réparties entre septembre 2022 et avril 2023.

Tableau représentant la répartition des tâches et le temps passé sur chaque tâche.

Séance	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Date	01/09	02/09	09/09	15/09	03/10	13/10	28/10	25/11	01/12	09/12	20/12	06/01	19/01	10/02	17/02	16/03	23/03	28/03	06/04	20/04	27/04
Lecture des documentations																					
Compréhension des codes																					
Codage du Pluviomètre																					
Codage de l'Anémomètre																					
Codage de la Girouette																					
Codage de la Trame LoRa																					
Codage BME & TSL																					
Makefile																					
Groupement des périphériques																					
Ajout de LoRa au groupement																					
Codage de l'Alimentation																					
Interruption & Mise en veille																					
Ajout de l'Alimentation au groupement																					
Ajout du Deep Sleep au groupement																					
Gestion des interruptions																					
Présentation du Projet																					

Legende

Ambre

Solène

Commun



4. Déroulement du projet

1. Amorce du projet

Lors de la première séance, nous avons dû nous mettre d'accord avec les autres groupes et choisir le projet qui nous intéressait le plus. S'ensuivant, nous avons pu récupérer les documentations techniques correspondantes aux équipements à utiliser, de plus, nous avons reçu la présentation globale sur les attendus du projet.

Pour démarrer le projet convenablement, nous avons dû installer l'environnement ainsi que les bibliothèques liées à L'ESP 32 et aux différents modules. Une fois l'environnement mis en place, nous avons testé le code fourni par l'équipe précédente. Malheureusement, ce code manquait de description et les tests ont été non concluants. Nous n'avons pas pu valider son fonctionnement.

Nous avons créé notre lien Github, organisé nos repositories et ajouté nos cahiers de suivis individuels en langage markdown.

Nous avons continué, les séances suivantes, après avoir pris connaissance des accomplissements déjà effectués l'année précédente, à tester le code existant, sans succès. le code ne compile pas. Nous avons décidé de tout recommencer à zéro.

Pour faciliter le développement du projet, nous avons commencé par des codes simples pouvant être testés individuellement. Nous avons d'abord développé un code vérifiant la bonne compilation de la carte en faisant clignoter la Led.

Pour démarrer le projet, nous avons toutes les deux travaillé sur le pluviomètre pour nous donner un premier aperçu sur le temps et sur la structure des codes.

Nous nous sommes ensuite divisées les différents modules à coder :

- Ambre :
 - L'anémomètre,
 - Les capteurs BME 280 et TSL 2591
- Solène :
 - La girouette
 - Le protocole LoRa

2. Programmation des modules et leur fonctionnement

2.1. Le pluviomètre



Un interrupteur est activé par un aimant qui est situé dans la bascule. Quand l'eau rentre dans le pluviomètre, cela active la bascule. Nous pouvons donc mesurer une certaine quantité d'eau en fonction du nombre de bascules.

A chaque interruption, il y a 0.2794 mm de pluie supplémentaires

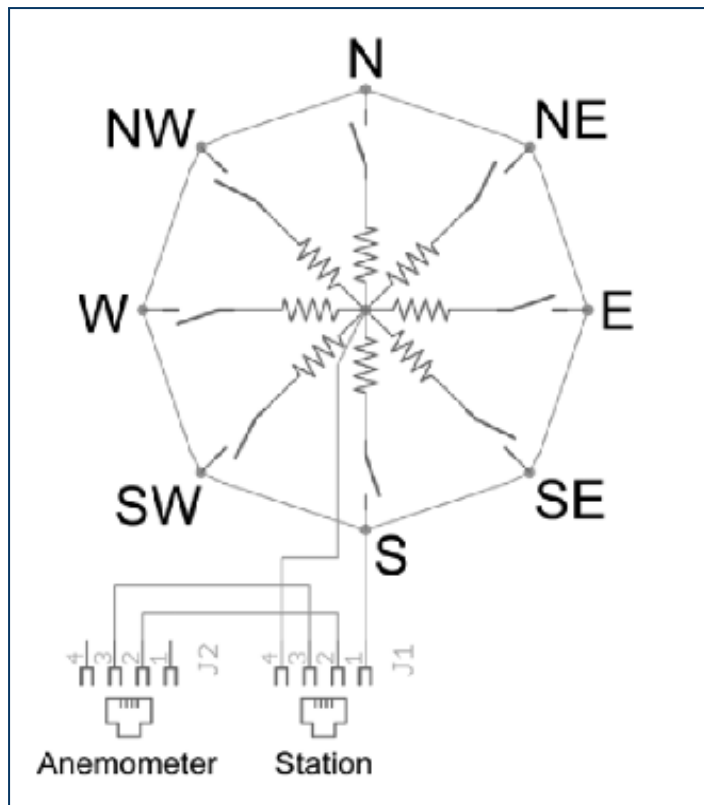
La valeur en mm est relevée et ajoutée dans la trame LoRa.

2.2. La girouette



La girouette est composée de 8 résistances + interrupteurs en série qui s'ouvrent et se ferment selon la direction du vent et grâce à un aimant interne. Ce processus permet le changement de la tension fournie à l'ESP 32. Chaque position renvoie une tension différente nous permettant ainsi de déduire la direction du vent. La girouette peut renvoyer en tout 16 valeurs différentes (La direction peut se situer entre la position de deux résistances. Alors les deux résistances se ferment simultanément.)

Un entier correspondant à la position est relevé et ajouté dans la trame LoRa.



Le schéma ci-joint montre l'arrangement de l'interrupteur et de la résistance. Les valeurs de résistance pour les 16 positions possibles sont indiquées dans le tableau.

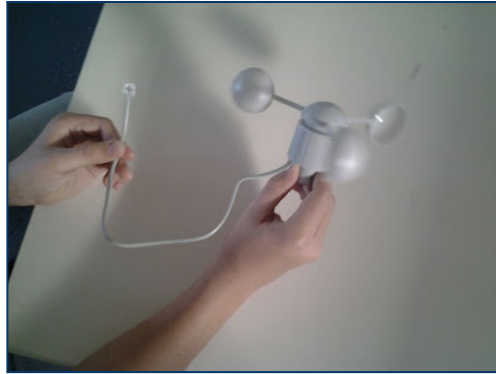
Les valeurs de résistance pour les positions situées entre celles indiquées dans le schéma sont le résultat de la connexion en parallèle de deux résistances adjacentes lorsque l'aimant de la palette active simultanément deux interrupteurs.

Direction (Degrees)	Resistance (Ohms)	Voltage (V=5v, R=10k)
0	33k	3.84v
22.5	6.57k	1.98v
45	8.2k	2.25v
67.5	891	0.41v
90	1k	0.45v
112.5	688	0.32v
135	2.2k	0.90v
157.5	1.41k	0.62v
180	3.9k	1.40v
202.5	3.14k	1.19v
225	16k	3.08v
247.5	14.12k	2.93v
270	120k	4.62v
292.5	42.12k	4.04v
315	64.9k	4.78v
337.5	21.88k	3.43v

Note : Il faut faire attention au terme de direction du vent. La direction du vent est en fait l'origine du vent (et non la direction vers laquelle il souffle).

Un exemple concret : si le vent souffle vers le sud, alors le vent vient du nord. L'information qui sera énoncée dans un bulletin météo sera donc l'origine du vent. Un second exemple : Si le vent souffle vers le sud-est, son origine sera le nord-ouest.

2.3. L'anémomètre



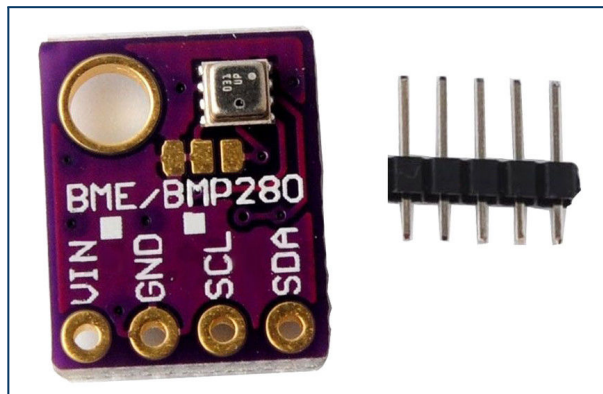
L'anémomètre fonctionne à l'aide d'un interrupteur activé par un petit aimant. Il suffit de compter le nombre d'interruptions. Les interruptions correspondent au nombre de tours réalisés.

Un vent de 2,4 km/h cause une interruption par seconde.

Par un produit en croix, on en déduit donc la vitesse du vent en fonction du nombre d'interruptions.

La valeur en km/h de la vitesse du vent est relevée et ajoutée dans la trame LoRa.

2.4. Le capteur BME 280



Le capteur BME280/BMP280 est un capteur de pression, de température et d'humidité. Le capteur BME280 mesure ces trois paramètres environnementaux de manière précise et les fournit sous forme de données numériques exploitables.

Voici comment fonctionne le capteur BME280/BMP280 :

- **Pression** : Le capteur utilise le principe de détection de la pression atmosphérique pour mesurer la pression environnementale. Il est doté d'un élément sensible à la pression intégré qui réagit aux variations de pression.

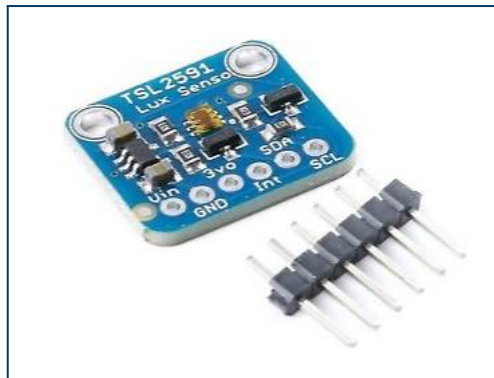
Ce capteur mesure la pression relative par rapport à la pression atmosphérique standard au niveau de la mer.

- **Température** : Le capteur BME280/BMP280 dispose également d'un capteur de température intégré. Il utilise une thermistance (résistance qui varie avec la température) pour détecter les changements de température ambiante. La résistance de la thermistance est mesurée et convertie en une valeur de température numérique.
- **Humidité** : Pour mesurer l'humidité, le capteur utilise un capteur capacitif intégré. Ce capteur mesure la capacité électrique d'un matériau sensible à l'humidité. Lorsque l'humidité change, la capacité électrique change également, ce qui permet au capteur de déterminer le taux d'humidité ambiant.

Le capteur communique via un bus de communication standard tel que le bus I2C et le bus SPI.

La valeur en Pascal pour la pression, la valeur en degrés celsius pour la température et la valeur en pourcentage pour l'humidité sont relevées et ajoutées dans la trame LoRa.

2.5. Le capteur TSL 2591



Le capteur TSL 2591 est un capteur de lumière ambiante numérique précis. Le TSL 2591 mesure la lumière ambiante dans une large plage de spectre et fournit des données numériques exploitables.

Voici comment fonctionne le capteur TSL 2591 :

- **Capteurs de lumière** : Le capteur TSL 2591 comprend deux types de capteurs de lumière : un capteur de lumière visible (lumière dans la plage de spectre visible) et un capteur de lumière infrarouge (lumière dans la plage de spectre infrarouge).

- **Photodétecteurs** : Chaque capteur de lumière comprend un photodétecteur sensible à la lumière. Lorsque la lumière atteint le capteur, le photodétecteur convertit la lumière en courant électrique proportionnel à l'intensité lumineuse.
- **Amplification du signal** : ce qui permet d'améliorer la sensibilité du capteur et de détecter des niveaux de lumière plus faibles.
- **Conversion analogique-numérique (CAN)** : Les signaux amplifiés sont ensuite convertis en valeurs numériques. Les valeurs numériques représentent l'intensité de la lumière détectée par les capteurs.
- **Calcul des mesures de lumière** : Ces mesures permettent d'évaluer précisément l'environnement lumineux ambiant.

Il communique via un bus de communication standard tel que le bus I2C et le bus SPI.

La valeur en lux pour la luminosité est relevée et ajoutée dans la trame LoRa.

2.6. Le protocol LoRa

Le protocole LoRa (Long Range) est une technologie de communication sans fil basse consommation et longue portée.

Le protocole LoRa utilise une modulation appelée "modulation de spectre étalé". Cette modulation permet de transmettre des signaux sur une large plage de fréquences tout en étalant le spectre du signal sur une plus grande bande passante. Cela rend la transmission plus résistante aux interférences et aux atténuations du signal.

Le protocole LoRa utilise la bande de fréquence 868 MHz (fréquence européenne). Cette fréquence plus basse offre une meilleure pénétration des obstacles et une portée plus étendue par rapport aux fréquences plus élevées utilisées par d'autres technologies sans fil.

Le protocole LoRa est adapté à diverses applications IoT telles que la surveillance environnementale, la gestion des ressources, les systèmes d'irrigation, le suivi des actifs, etc. En raison de sa longue portée et de sa basse consommation d'énergie, il est particulièrement adapté aux déploiements à grande échelle et aux zones où l'accès aux réseaux cellulaires est limité.

Cette technologie est la plus adaptée à notre système étant donné que nous devons communiquer peu d'informations à une fréquence faible. Notre système est positionné à l'extérieur et doit communiquer avec une application distante.

5. Les difficultés et solutions trouvées

1. L'alimentation des modules

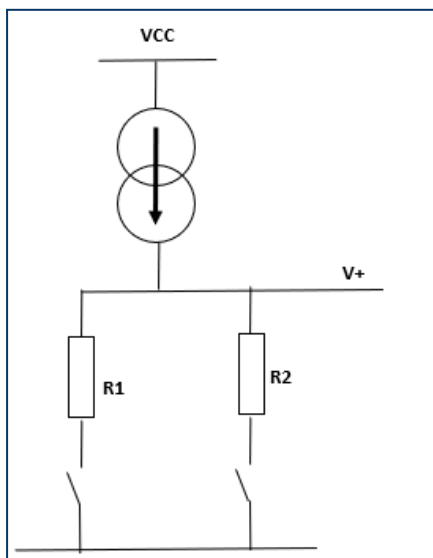
Lors du téléversement du code du pluviomètre, nous avons constaté qu'il ne détectait pas les fronts montants. Avec l'aide de M. Peter, de l'oscilloscope et du schéma, nous avons compris que l'alimentation fournie par le port USB était différente à celle relevée avec l'oscilloscope. Pour apporter l'alimentation nécessaire à V+, il fallait débloquer des transistors afin de les rendre passants.

Pour cela, avant de passer aux autres composants, il faut ajouter dans notre programme la pin MEASURE et la mettre à l'état HIGH.

2. La Girouette

Une fois le code de la girouette développé, nous n'arrivions pas à le téléverser. Il est apparu que le problème venait du fait que les mesures de tensions prises par l'ESP 32 sont instables et se situent dans un intervalle très petit. Pour améliorer l'efficacité de la prise de mesure, nous avons revu le montage de la carte.

Au lieu de continuer sur l'idée d'un pont diviseur de tension non fonctionnel car la tension d'entrée étant de base instable, nous avons remplacé la résistance principale par un générateur de courant.



Pour le générateur de courant, nous avons choisi le LM334DT que nous avons programmé pour générer un courant de 0,01 mA (La résistance équivalente maximale de la girouette étant de 120K).

Une fois que nous avons dessiné sous Eagle et soudé sur un PCB imprimé le montage présenté ci-dessus sur la carte, nous avons récupéré des valeurs stables et cohérentes. Il nous a ensuite suffi d'écrire un code récupérant la valeur mesurée et renvoyant la direction du vent.

3. Le low power mode

Une fois que nous avons réussi à générer une trame LoRa renvoyant toutes les valeurs récupérées par nos outils de mesure, il a fallu nous intéresser à consommer le moins possible.

Pour ceci, nous avons regardé les différents modes de low power proposés par la bibliothèque de l'ESP32. Le plus intéressant en termes de consommation est le deep sleep qui consomme 0,1mA au lieu d'avoir jusqu'à 60 mA en mode actif.

Le concept du deep sleep nous a demandé à revoir notre code en profondeur. Désormais, l'ESP32 reste inactif pendant 15 minutes et ne se réveille que s'il pleut durant cet intervalle. Lorsqu'il est réveillé, il prend le reste des valeurs et envoie la trame LoRa.

6. Statut du projet et les explorations pour l'année suivante

Nous estimons que nous touchons au but de ce projet. Selon nous toutes les tâches ont été prises en compte et réalisées.

Seulement, lors de la dernière séance, nous avons relevé une erreur lors du réveil de l'ESP 32 provoqué par le pluviomètre. Lors de la première phase de réveil de l'ESP 32, tout se déroule correctement. Quand la seconde phase commence, après une seule interruption provoquée par le pluviomètre. L'ESP 32 se retrouve interrompu à l'infini par le pluviomètre.

De plus, après avoir fait de nombreuses modifications sur la carte, il serait nécessaire de réaliser un nouveau schéma de la carte. Ce nouveau schéma nous permettra de créer une nouvelle carte qui pourra être définitivement montée à proximité des ruches.

7. Conclusion

Pour conclure, ce rapport présente le projet Arduino réalisé par notre binôme visant à créer une station météo connectée utilisant le protocole LoRa pour la transmission des données. Notre objectif était de relever des mesures précises, puis de les transmettre de manière efficace sur de longues distances avec une consommation d'énergie réduite.

L'intégration de ces composants dans notre projet Arduino a été réalisée avec succès. Nous avons développé un code qui a permis de collecter les données de notre module météo, de les traiter et de les transmettre via le protocole LoRa.

En travaillant en binôme, nous avons pu mettre à profit nos compétences et nos connaissances pour mener à bien ce projet. La collaboration étroite entre nous a favorisé un échange d'idées, une répartition des tâches et une résolution efficace des problèmes rencontrés.

Enfin, ce projet Arduino de station météo connectée a été une expérience enrichissante et réussie. Il a permis d'acquérir des compétences techniques, de comprendre le fonctionnement du protocole LoRa et de réaliser une application pratique dans le domaine de l'IoT.