



# Présentation finale Projet Ruche

Station météorologique

# Sommaire



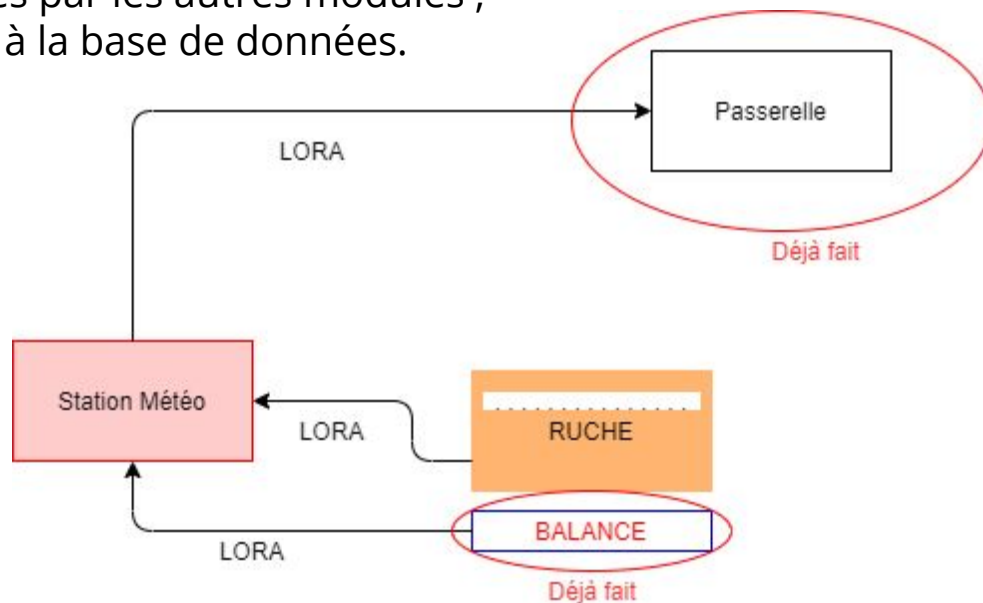
- I. Présentation du projet**
- II. Avancement du projet**
- III. Hardware**
  - A. Fonctionnement des capteurs
  - B. Dimensionnement et câblage
  - C. Tests du fonctionnement des codes
  - D. Résolution des problèmes
  - E. PCB
- IV. Développement logiciel**
  - A. Capteur de pression / altitude / humidité / température
  - B. Capteur de luminosité
  - C. Pluviomètre
  - D. Anémomètre
  - E. Girouette
  - F. Module LoRa
  - G. Gestion du mode sommeil
  - H. Code complet

# I) Présentation



## Objectifs du module Météo :

- Relever la température, l'humidité, l'altitude, la pluviométrie, la direction et la vitesse du vent ;
- Réceptionner les données transmises par les autres modules ;
- Transmettre la totalité des données à la base de données.



<b>Tâches</b>	<b>Mois</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>			
Câblage des différents éléments / FTDI													
Capteur de pression/altitude/humidité/température													
Capteur de luminosité													
Pluviomètre													
Girouette													
Anémomètre													
Module LoRa													
Gestion du mode sommeil													
PCB													

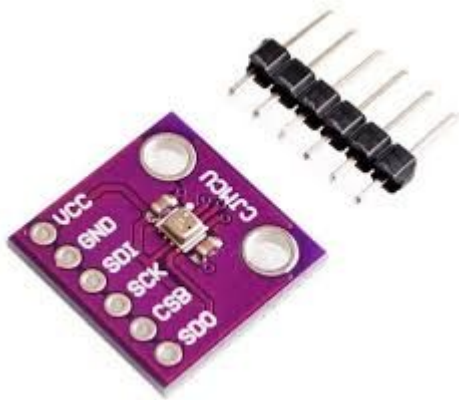
Actuel

Prévisionnel

# III) Hardware

## A) *Fonctionnement des capteurs*

### Capteur BME



ADC : 16 bit

### Mesures :

- Pression (300 à 1100 hPa)
- Altitude
- Humidité (%)
- Température (-40 à 85°C)

### Alimentation :

- min 1.7v
- max 3.6v

### I<sup>2</sup>C interface :

- SCK: serial clock (SCL)
- SDI: data (SDA)
- SDO: Slave address LSB



# III) Hardware

## A) *Fonctionnement des capteurs*



### Capteur TSL



ADC : 16 bit

### Mesure :

- Luminosité (0,1 à 40 000 lux)

### Alimentation :

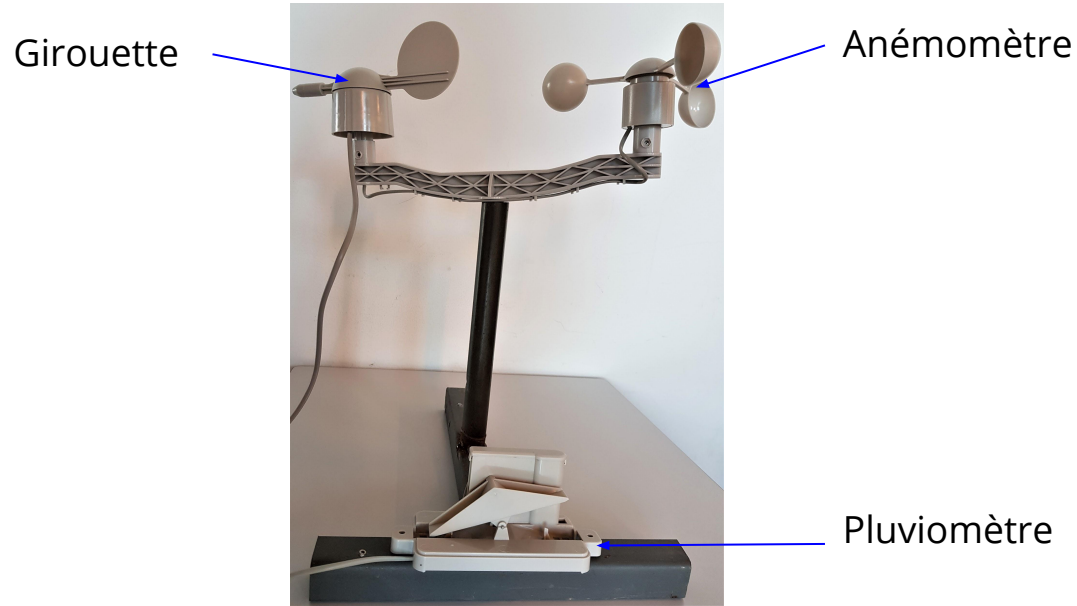
- min 2.7v
- max 3.6v

### I<sup>2</sup>C interface :

- SCL: serial clock
- SDA: data

# III) Hardware

## A) *Fonctionnement des capteurs*



### **Mesures :**

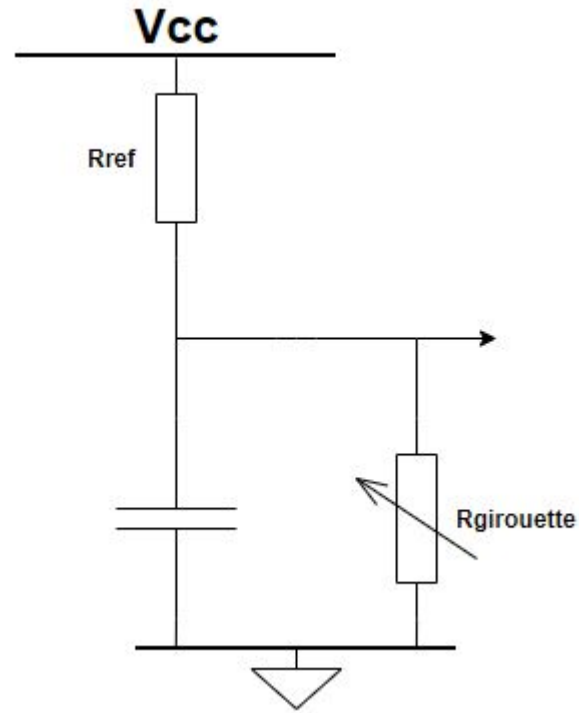
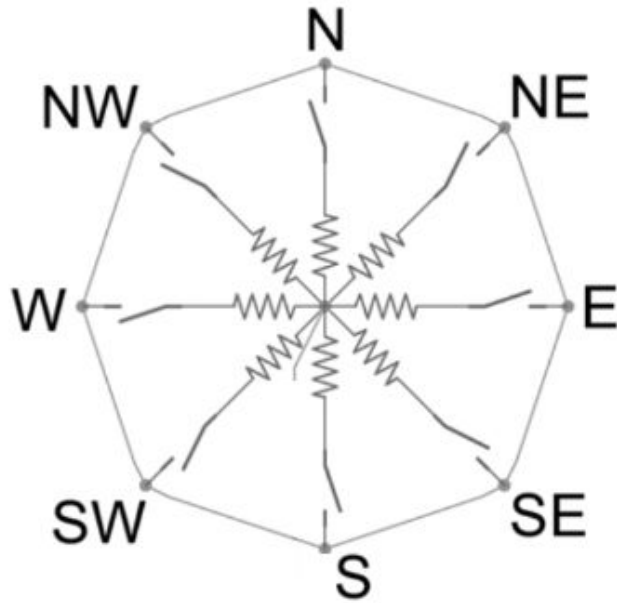
- Orientation du vent
- Vitesse du vent
- Précipitation

# III) Hardware

## A) Fonctionnement des capteurs



### Girouette



$$VR_{girouette} = \frac{R_{girouette}}{R_{girouette} + R_{ref}} * V_{cc}$$



# III) Hardware

## A) Fonctionnement des capteurs - Girouette

Calculs des seuils de tension :

Direction (Degrees)	Résistance (Ohms)	Voltage (V=3,3 R=3,3k)	Voltage (V=5 R=10k)
0	33000	3,00	3,84
22,5	6570	2,20	1,98
45	8200	2,35	2,25
67,5	891	0,70	0,41
90	1000	0,77	0,45
112,5	688	0,57	0,32
135	2200	1,32	0,90
157,5	1410	0,99	0,62
180	3900	1,79	1,40
202,5	3140	1,61	1,19
225	16000	2,74	3,08
247,5	14120	2,67	2,93
270	120000	3,21	4,62
292,5	42120	3,06	4,04
315	64900	3,14	4,33
337,5	21880	2,87	3,43



# III) Hardware

## A) Fonctionnement des capteurs - Girouette



Delta pour R = 2,2k	Delta pour R = 3,3k	Delta pour R = 7k	Delta pour R = 10k
0,05	0,07	0,14	0,19
0,06	0,08	0,15	0,19
0,04	0,06	0,11	0,13
0,10	0,13	0,22	0,27
0,10	0,13	0,20	0,23
0,05	0,06	0,09	0,10
0,25	0,32	0,43	0,45
0,13	0,16	0,18	0,18
0,36	0,41	0,42	0,38
0,17	0,18	0,16	0,14
0,29	0,29	0,23	0,19
0,36	0,33	0,24	0,19
0,26	0,22	0,14	0,11
0,08	0,07	0,04	0,03
0,17	0,13	0,08	0,06

Critère :

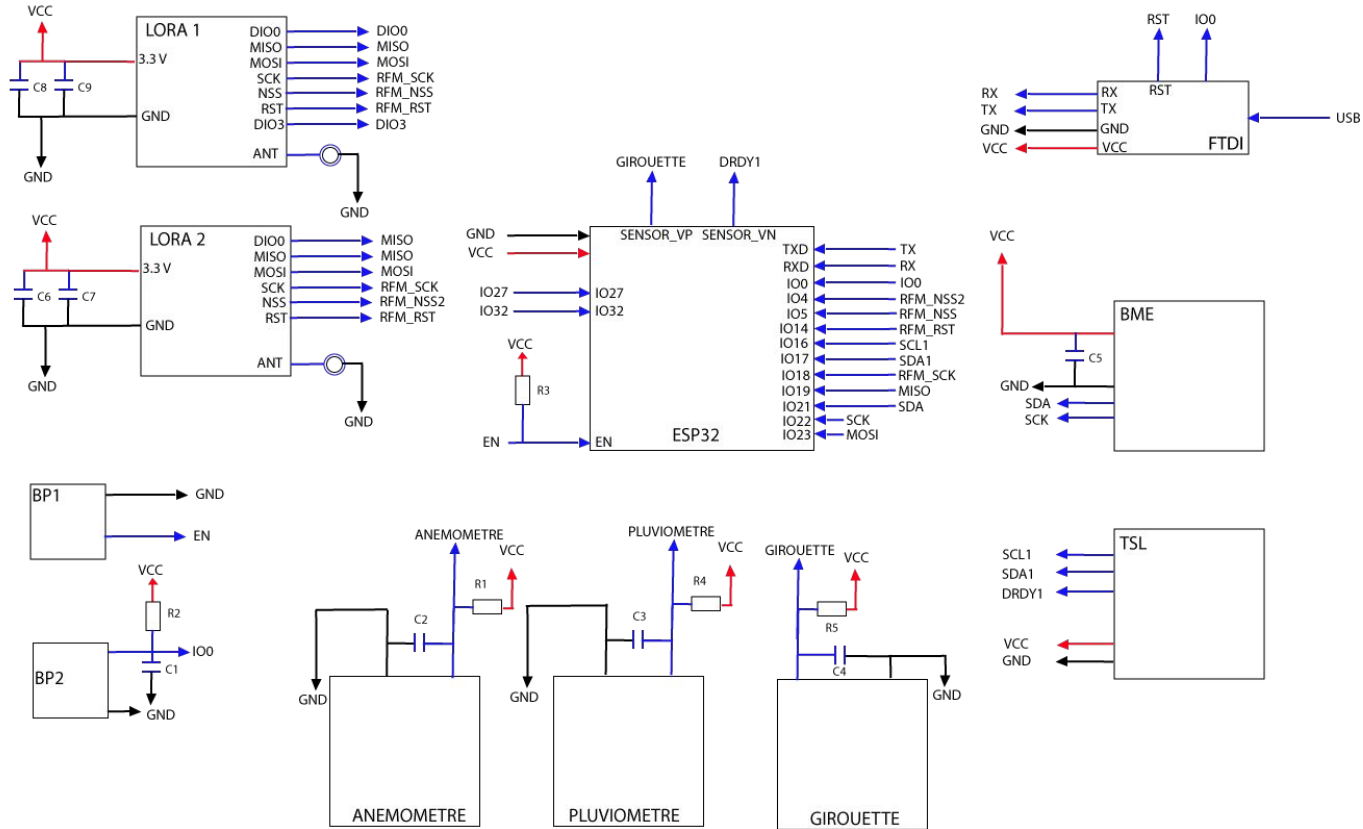
Nous cherchons la valeur de la résistance qui permet d'avoir les plus grands Delta.

→ Gain de précision

→ Suppression du bruit

# III) Hardware

## B) Dimensionnement et câblage



# III) Hardware

## C) Tests du fonctionnement des codes



Capteur BME



Récupération des valeurs, comparaison avec météo france

Capteur TSL



Récupération des valeurs en Candela

### **Conclusion**

Aucun problème rencontré lors des tests de fonctionnement

# III) Hardware

## C) Tests du fonctionnement des codes



Girouette	→	Récupération de la tension en V sur une entrée analogique
Pluviomètre	→	Récupération de la quantité d'eau en $m^3/L$ sur une entrée digital
Anémomètre	→	Récupération de la vitesse du vent en km/h sur une entrée digital

### **Conclusion**

Nous avons rencontré des problèmes avec les interruptions

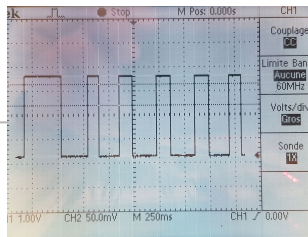
# III) Hardware

## D) Résolution des problèmes



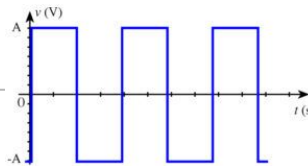
Rajout d'une capacité de 220pF pour éviter les rebonds

Vérification à l'oscilloscope  
que les interruptions sont  
propres



OK ça a fonctionné  
la capacité a bien été dimensionné  
mais il n'est pas suffisant pour  
gérer entièrement notre problème  
d'interruption

Test du code avec un GBF



OK ça a fonctionné



### Conclusion

Nous pensons que l'oscilloscope n'est pas assez performant pour voir les rebonds

L'anti-rebond a finalement été géré par le code en ajoutant une  
condition minimum de temps entre deux interruptions

# III) Hardware

## E) PCB



1. Récupération du PCB existant
2. Suppression des composants inutiles
3. Ajout des librairies pour les composants existants
4. Séparation des différents éléments présents sur la carte en groupe ( acquisition, traitement, communication, action)

# III) Hardware

## E) PCB



### Schématique :

- ❖ Tests unitaire de chaque composant sur breadboard avant implémentation
- ❖ Schématique sur CAO EAGLE
- ❖ Choix des PINs du micro en fonction des capteurs et des besoins associés :
  - Numéro de broche
  - Nom du composant
  - Besoin



# III) Hardware

## E) PCB



### Placement des composants :

- ❖ Utilisation d'un design existant
  - Antenne intégrée
  - Gain de temps sur la modélisation de l'antenne de communication LoRa
- ❖ Problème :
  - Carte existante trop petite
  - Ajout d'un module LoRa supplémentaire → prend de la place sur la carte
- ❖ Agrandissement de la carte : + 3 cm en longueur et en largeur

# III) Hardware

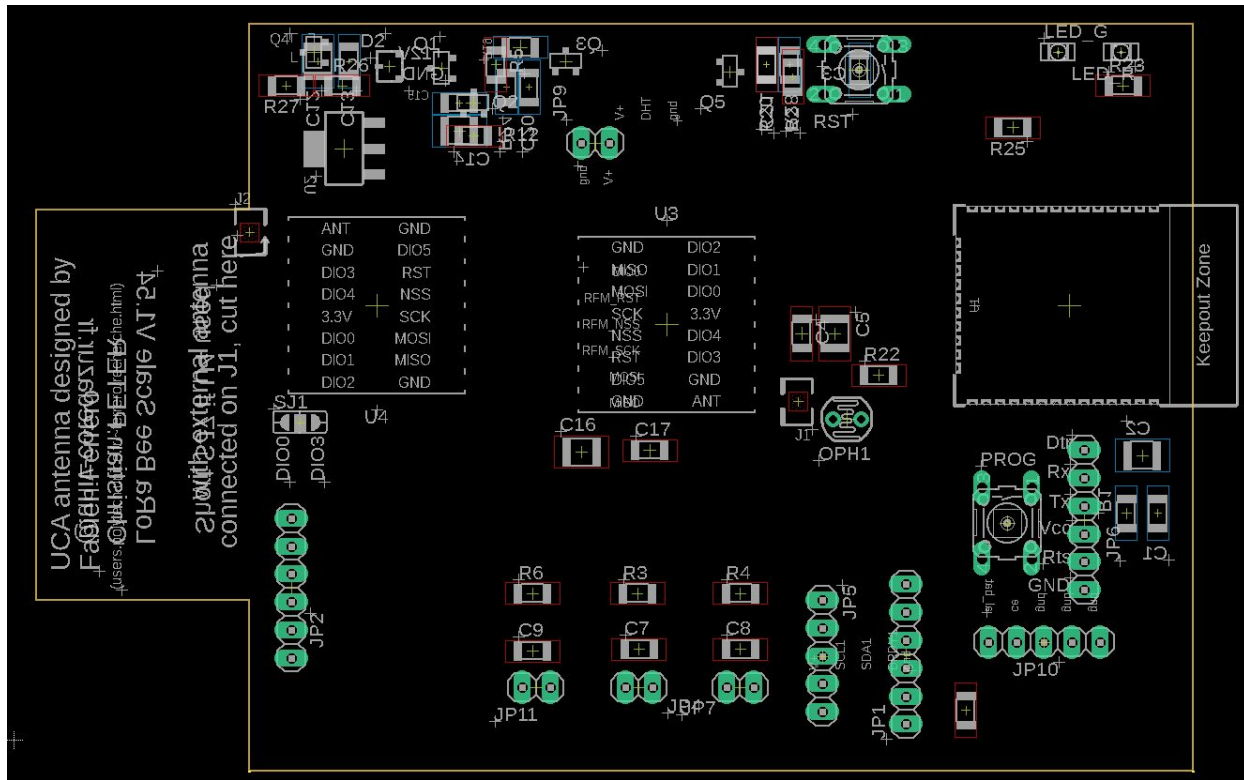
## E) PCB



- ❖ Placement précis des composants :
  - Respect des connexions entre les composants présents sur le schématique
  - Placement des composants passifs du plus proche de leur module
  - Réduction de la distance entre les modules de communications  
→ Éviter des perturbations sur les signaux

# III) Hardware

## E) PCB



# III) Hardware

## E) PCB



### Routage de la carte

- ❖ Règles à respecter :
  - Taille des pistes d'alimentation en 1.2 mm
  - Taille des pistes de communication en 1 mm
  - Espace entre les pistes de 1.2 mm
  - Interdiction de passer sous un composant CMS avec une piste
  - Faire de vias avec assez de cuivre
    - Ajuster la taille du perçage avec la taille du via
  - Étendre le plan de masse au maximum

# III) Hardware

## E) PCB



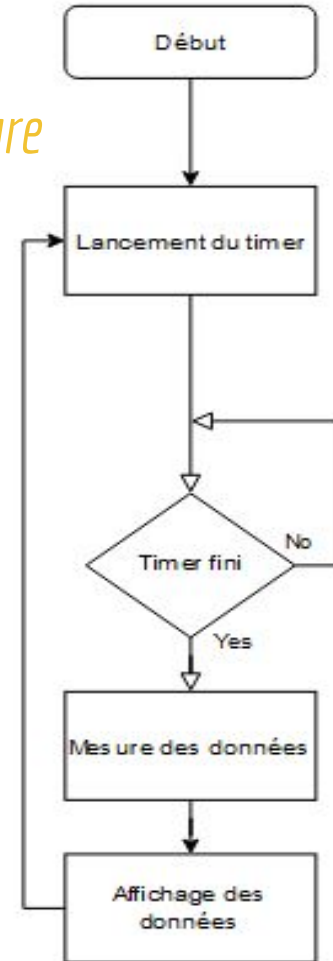
### Fabrication de la carte et pose des composants :

- ❖ Fabrication interne Polytech → gain de temps
- ❖ Une fois la carte fabriquée :
  - Test de continuité
  - Suppression du plan de masse sous les composants CMS → éviter les courts-circuits
  - Désoxydation de la carte
  - Soudage de tous les composants → non terminé par manque de temps

# IV) Développement logiciel

## A) Capteur de pression / altitude / humidité / température

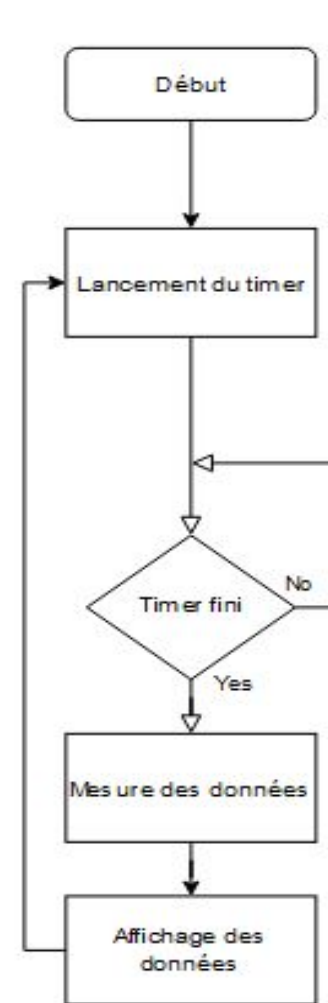
### Code capteur BME



# IV) Développement logiciel

## B) Capteur luminosité

### Code capteur TSL



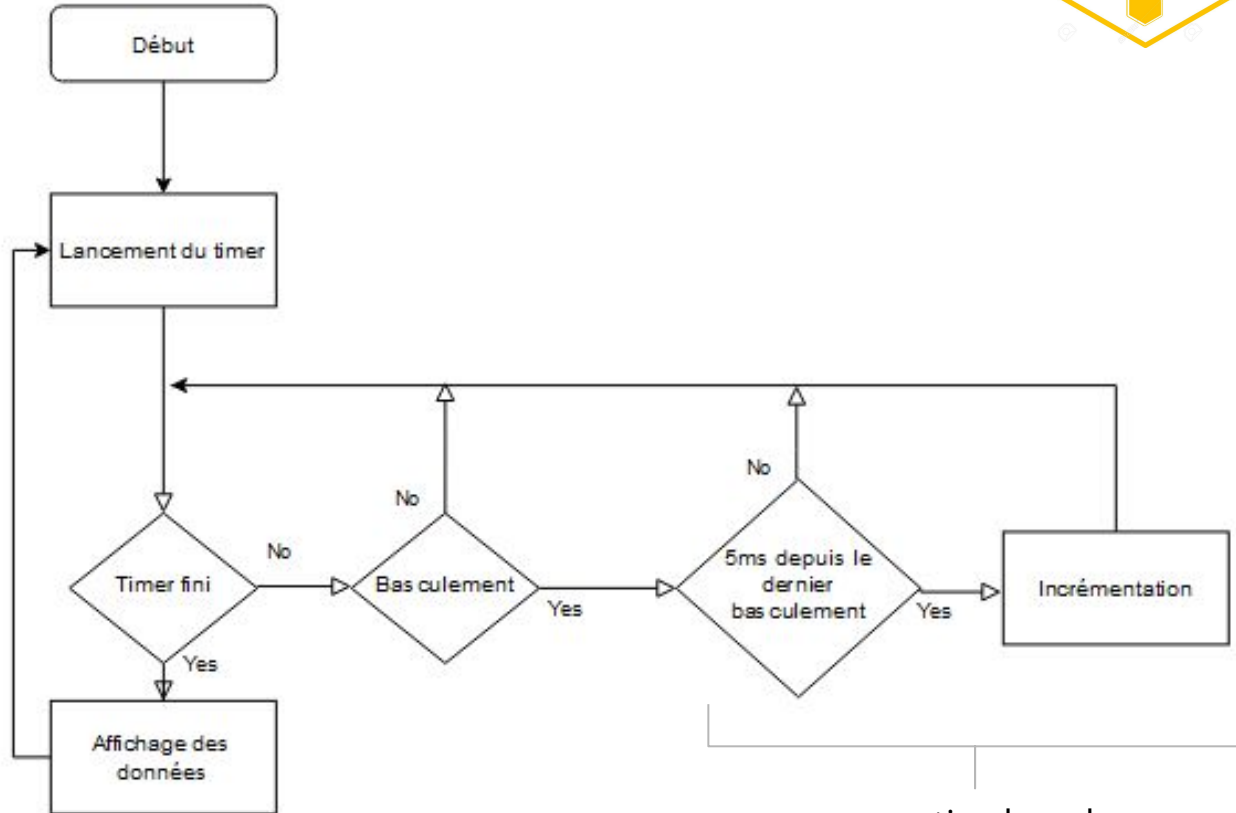
# IV) Développement logiciel

## C) Pluviomètre



Calcule de la quantité d'eau  
en  $\text{m}^3/\text{L}$  :

Quantité =  $0.2794 * \text{nbBasculements}$



anti-rebond



# IV) Développement logiciel

## F) Anémomètre

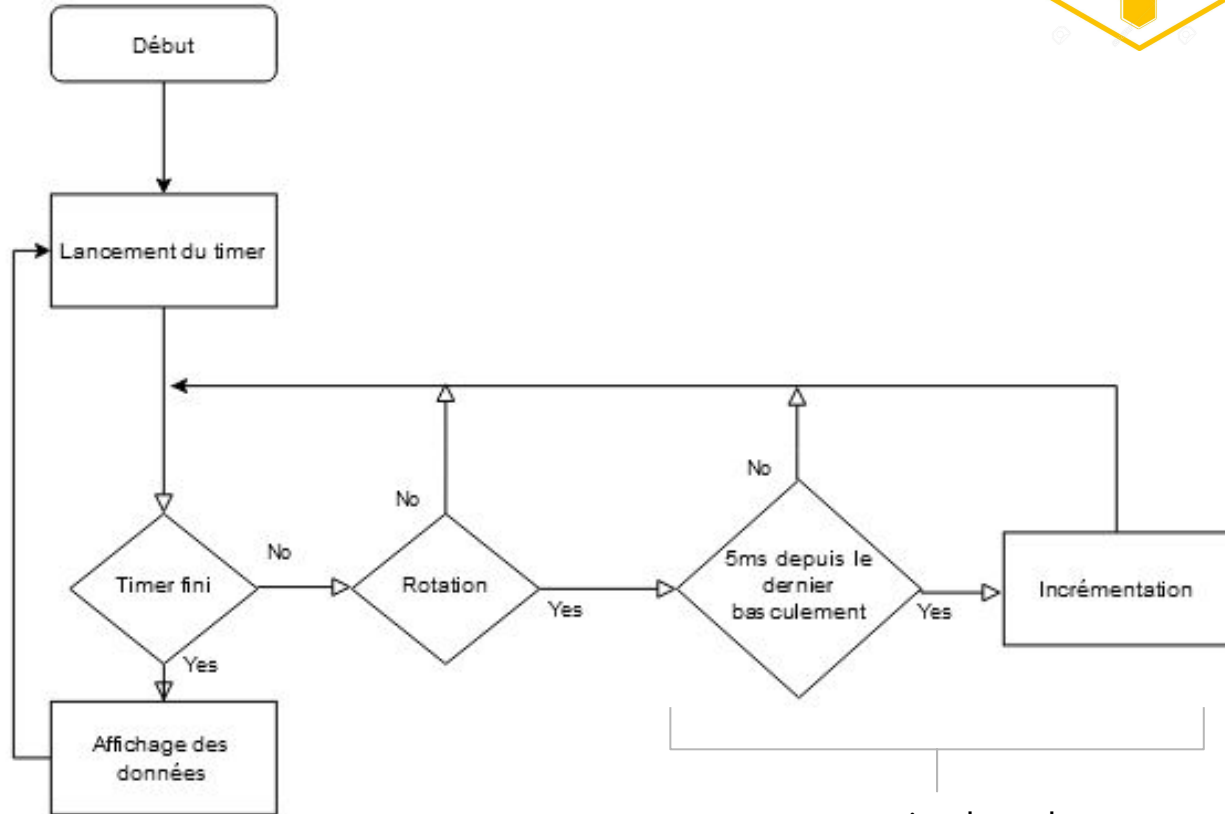


**Calcule de la vitesse en km/h :**

$\text{interruptSec} = \text{nbInterrupt} / \text{Periode}$

$\text{Vitesse} = \text{interruptSec} * 2.4$

- 1 interruption / s  $\rightarrow$  vitesse de 2,4 km/h



anti-rebond

# IV) Développement logiciel

## E) Girouette

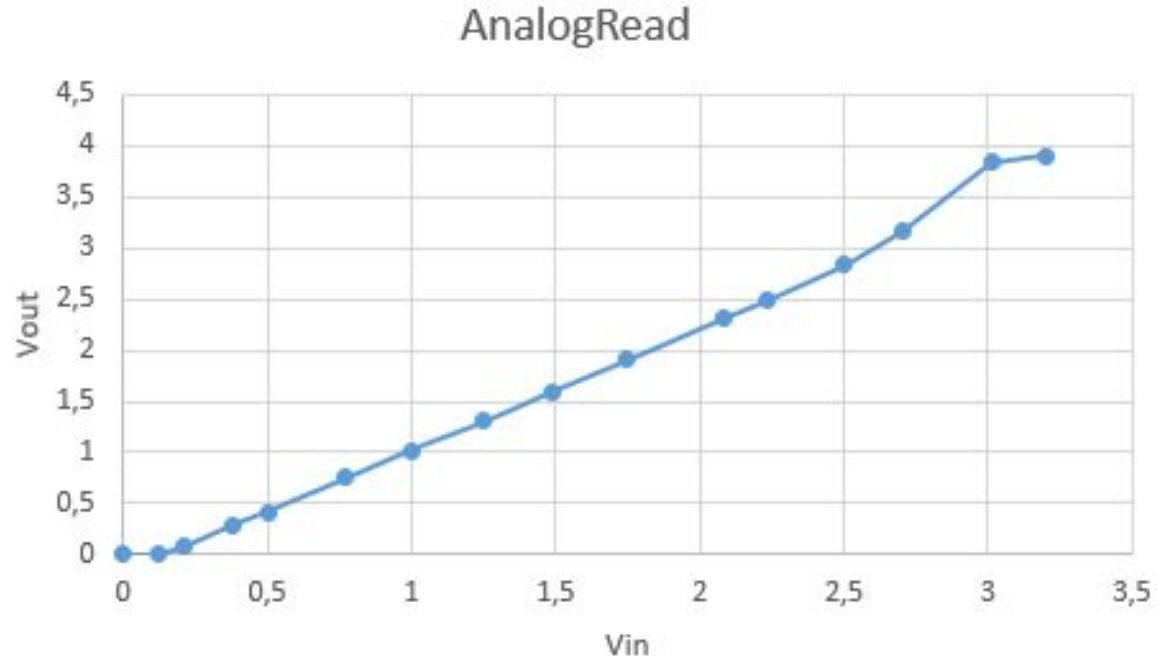


Simulation d'une résistance variable :

=> récupération de la tension aux bornes d'un potentiomètre

- avec un oscilloscope
- avec la fonction `analogRead()`

On observe un comportement non linéaire des broches ESP32 ADC.

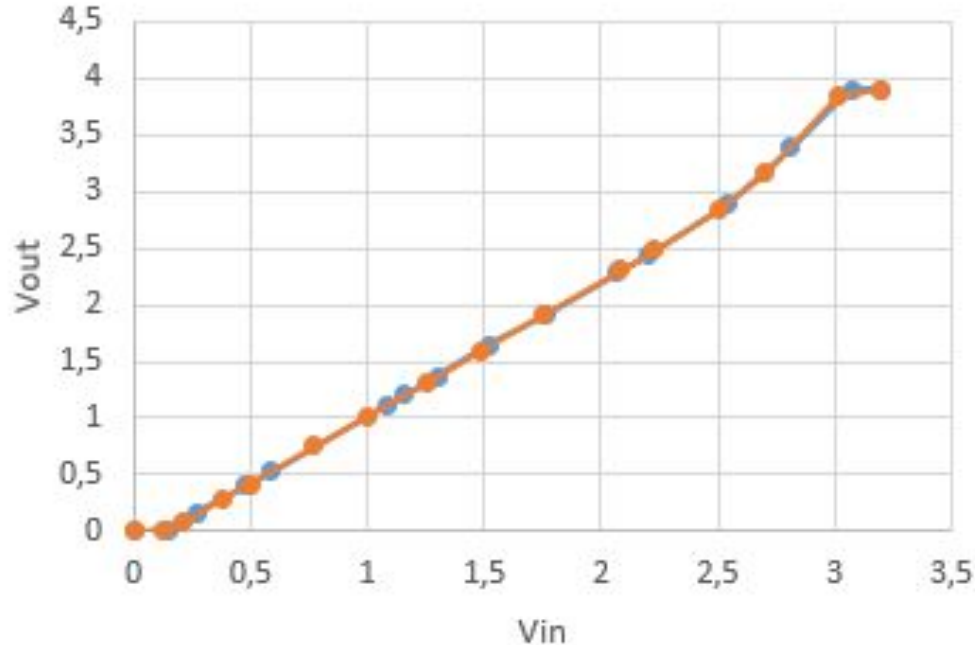


# IV) Développement logiciel

## E) *Girouette*



get\_raw et AnalogRead



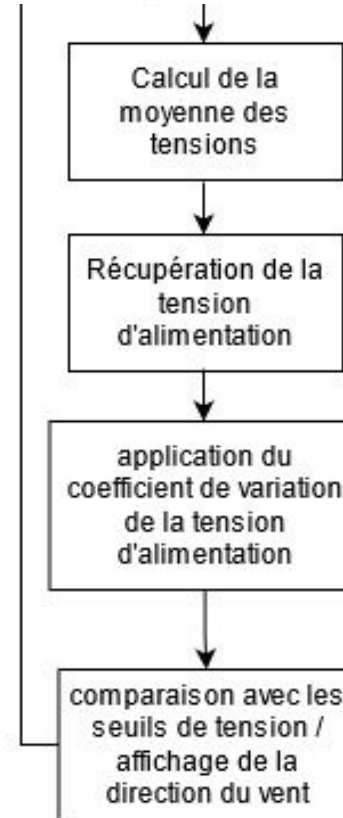
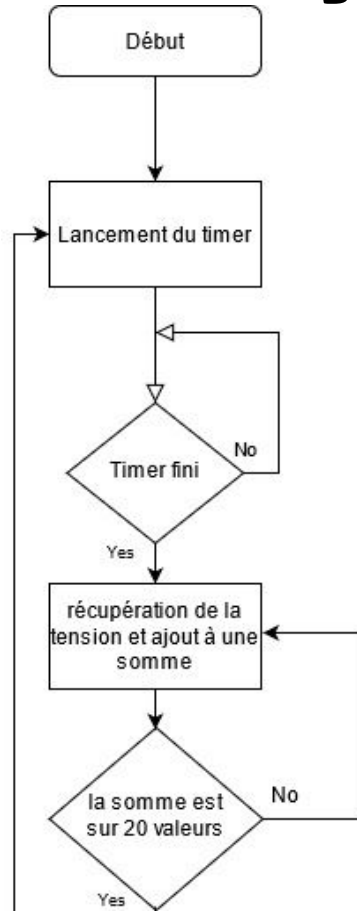
Alternative : avec L'ADC configuré  
=> configuration de la précision et  
l'atténuation souhaitée

—●— get\_raw  
—●— AnalogRead

Piste envisagée : modifier les seuils de tensions  
=> redéfinir Rref de sorte à travailler qu'avec la  
plage de valeurs linéaire.

# IV) Développement logiciel

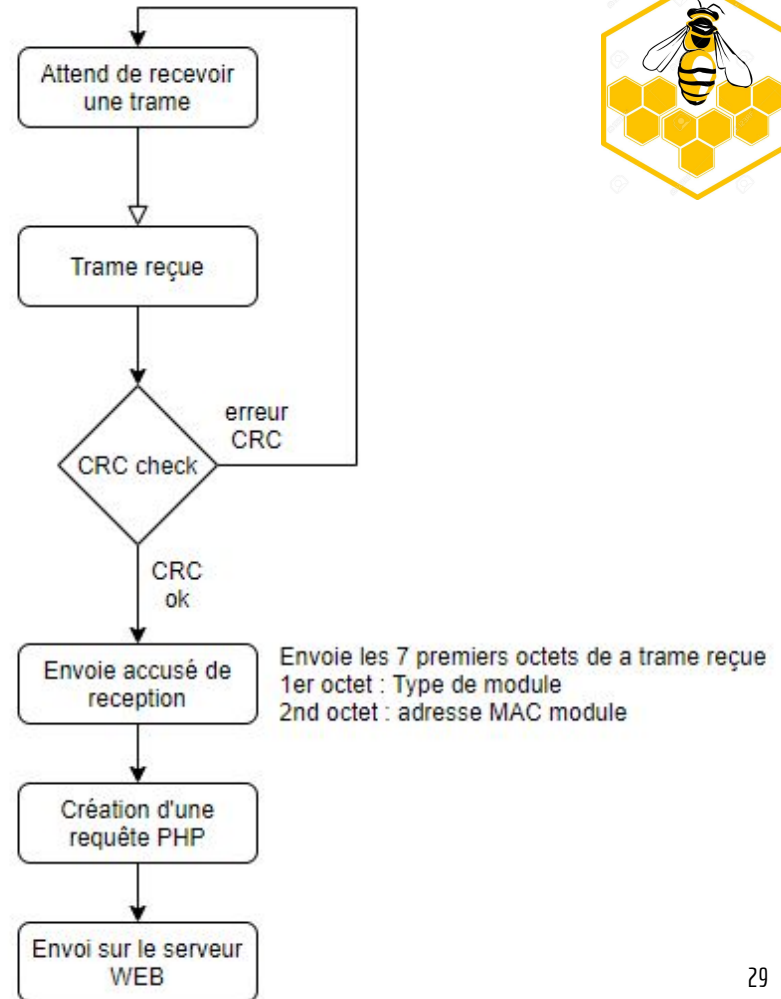
## E) Girouette



# IV) Développement logiciel

## F) Module LoRa

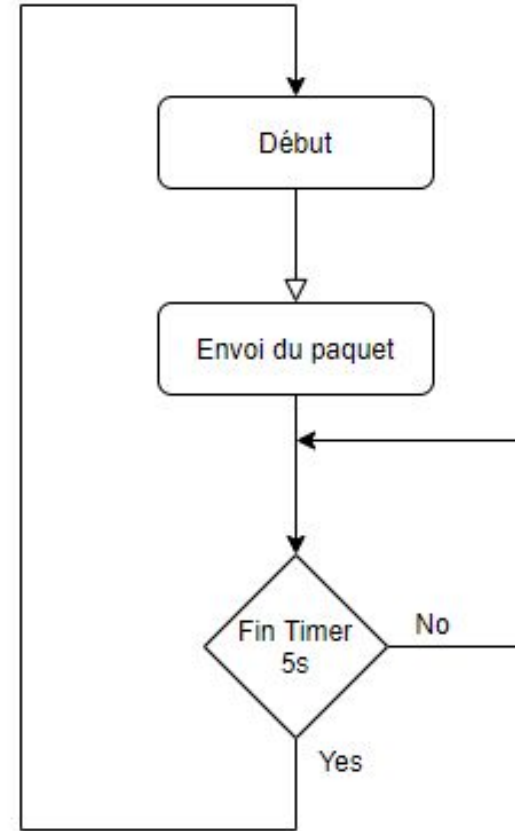
### Fonctionnement de la Gateway



# IV) Développement logiciel

## F) Module LoRa

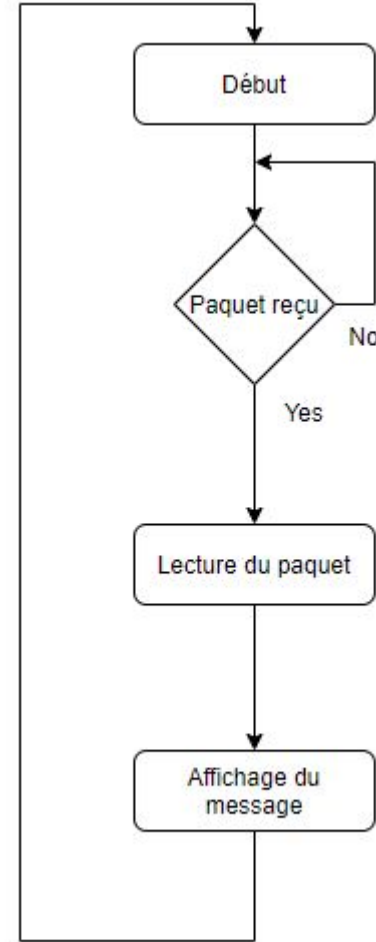
### Envoie d'un message



# IV) Développement logiciel

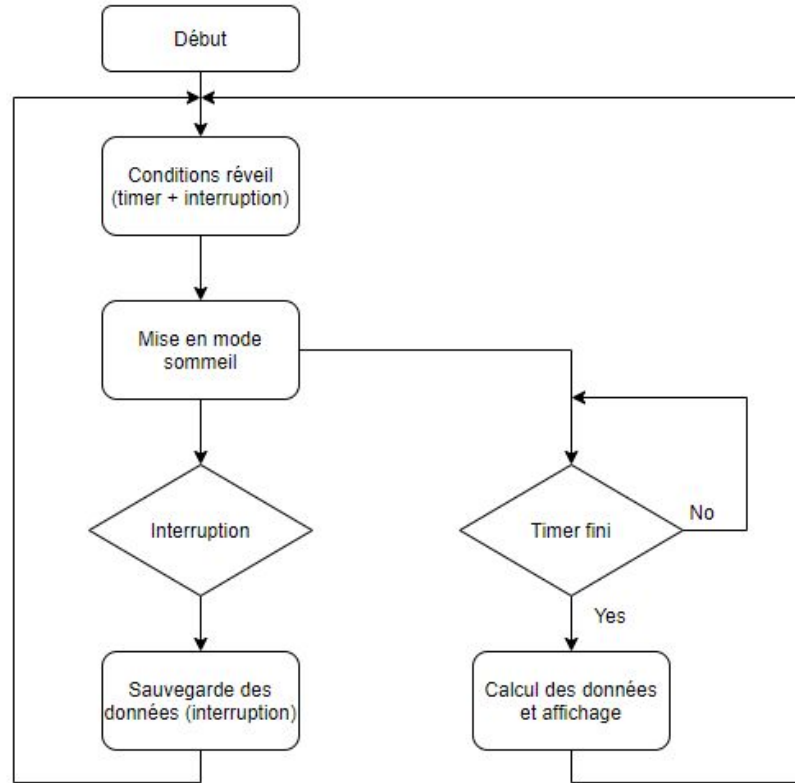
## F) Module LoRa

### Réception d'un message



# IV) Développement logiciel

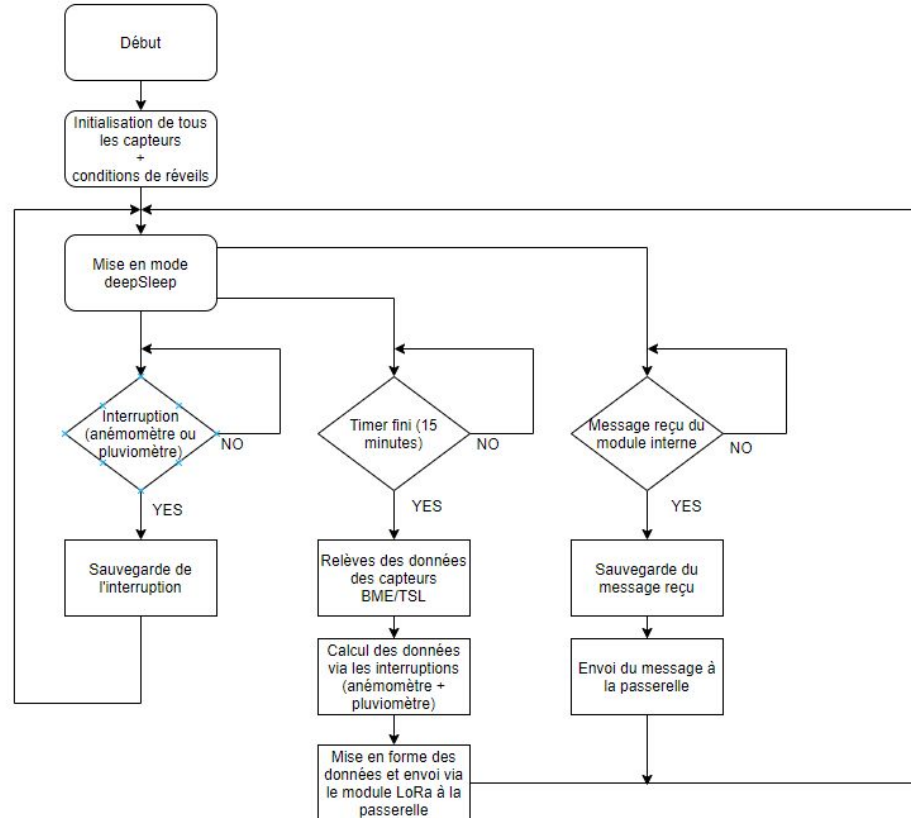
## G) Gestion du mode sommeil





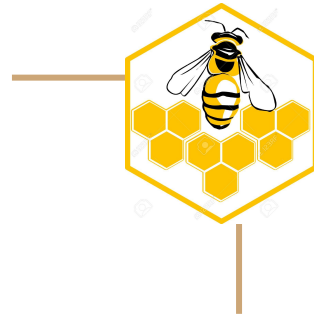
# IV) Développement logiciel

## H) Code complet



# Conclusion

- ❑ Réalisation du PCB
- ❑ Fabrication de la carte
- ❑ Code de la girouette non abouti
- ❑ Réalisation du code avec intégration des autres capteurs, du module LoRa





Merci de votre attention.  
Avez-vous des questions ?

