

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REpubLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة

التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd - Tlemcen -  
Faculté de TECHNOLOGIE



## MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

**En** : Télécommunications

**Spécialité** : Réseau et Télécommunication

**Par** :  
**Foufou Nour Elhouda**                      **Radi Nadjlaa**  
**Sujet**

### ***RÉALISATION D'UNE STATION MÉTÉO CONNECTÉE***

**Soutenu en 1 juillet 2019 devant le Jury composé de :**

Mr. Bechar Hassane  
Mr.Hadjila Mourad  
Mr.Merzougui Rachid

Maitre de conférences  
Maitre de conférences  
Maitre de conférences

Univ-Tlemcen  
Univ-Tlemcen  
Univ-Tlemcen

Encadrant  
Président  
Examinateur





## *Dédicace 1*

À la plus belle créature que Dieu a crée sur terre,,,

À cette source de tendresse, de patience et de générosité,,,

À ma mère

À le personne qui à toujours me donné la volonté

À mon père

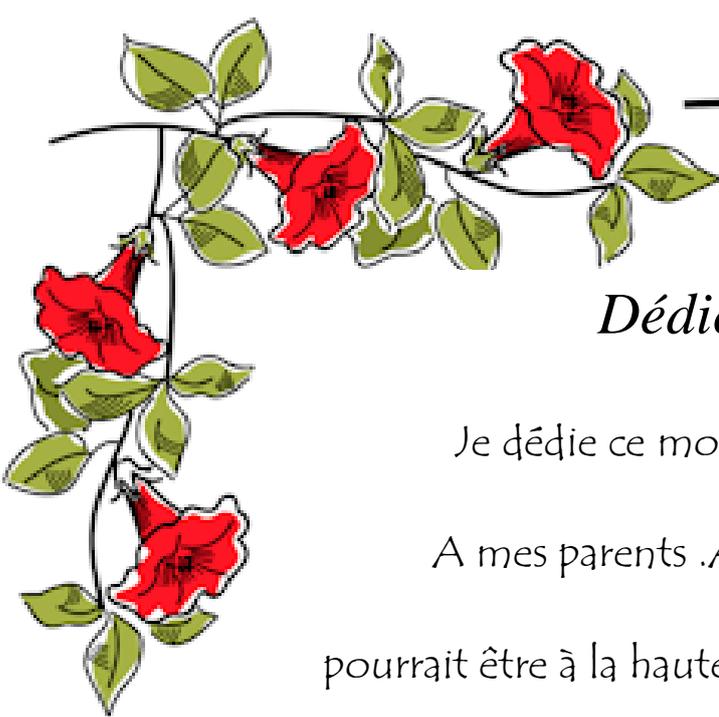
À tous mes frères et sœurs qui ont été toujours avec moi

À tous ma famille, et mes amis, A mon binôme Nadjlaa

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour  
que ce projet soit possible, je vous dis merci.

Nour elhouda





## *Dédicace 2*

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents .Aucun hommage ne  
pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne  
cessent de me combler. Que dieu leur procure  
bonne santé et longue vie.

Et mes sœurs surtout ma petite belle douaà

Et mes amis surtout A mon binôme houđa

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux  
de bonheur, de santé et de réussite.

A toute la famille Rađi

Nadjlaa



## *Remerciement*

*Nous remercions ALLAH qui nous aide et nous donne  
la patience et le courage et la force d'accomplir  
ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier grandement notre Encadreur*

*Mr: BECHAR HASSANE*

*pour sa grande disponibilité et ses précieux conseils.*

*Nous remercions également tous les enseignants du  
département télécommunication d'université de Tlemcen  
plus spécialement les membres de jury de notre travail.*

*Merci à tous.*

## *Résumé*

Dans ce travail nous allons réaliser une station météo connectée pour l'acquisition des données grâce à des capteurs de température, d'humidité, de pression et de vitesse et direction du vent, tous réunis sur une même plaque électronique. Les données récupérées sont traitées par une unité de traitement à base d'une carte de type Wemos mini D1. Cette carte basée sur l'ESP8266 permet de transférer les différents paramètres vers une application sur smartphone ou tablette grâce à la liaison wifi et au serveur Blynk.

Les mots clé : Station Météo, Capteur, Arduino, Wemos mini D1, Application Blynk.

## *Abstract*

In this work we will realize a connected weather station for the acquisition of the data thanks to sensors of temperature, humidity, pressure and speed and direction of the wind, all gathered on the same electronic plate. The recovered data is processed by a processing unit based on a Wemos mini D1 type card. This card based on the ESP8266 makes it possible to transfer the various parameters to an application on a smartphone or tablet via the wifi link and the server. Blynk.

Key words: Weather Station, Sensor, Arduino, Wemos mini D1, Application Blynk.

Table des matières

*Dédicace 1* .....i  
*Dédicace 2* .....ii  
*Remerciement* .....iii  
*Résumé* .....vi  
*Table des matières* .....v  
Introduction générale ..... 1

**Chapitre I : Les Généralités d'une Station Météo**

I.1. Introduction..... 2  
I.2. Définition..... 2  
I.3. Historique ..... 3  
I.4. Les types des stations météos ..... 4  
    I.4.1. Classique ..... 4  
    I.4.2. professionnelle..... 5  
I.5. Les fonctions des stations météos ..... 6  
    I.5.1. Le relevé en temps réel ..... 6  
    I.5.2. Les probabilités ..... 6  
    I.5.3. Les appareils prédictifs d'une station météo ..... 7  
I.6. Les variables des stations météos à mesurer ..... 7  
    I.6.1. Température ..... 7  
    I.6.2. Humidité ..... 8  
    I.6.3. Pression Atmosphérique ..... 9  
    I.6.4. Les précipitations ..... 9  
    I.6.5. Le vent ..... 10  
    I.6.6. Définition d'un capteur ..... 11  
    I.6.7. Définition d'un capteur intelligent ..... 12  
    I.6.8. Les différentes classes de capteur ..... 12  
        I.6.8.1. Capteur passif ..... 12  
        I.6.8.2. Capteur actif ..... 12  
    I.6.9. Les capteurs de station météo ..... 13  
        I.6.9.1. Capteur de température ..... 13  
        I.6.9.2. Capteur d'humidité..... 14  
        I.6.9.3. Capteur d'eau ..... 15

I.6.9.4.	Capteur de Pression .....	15
I.6.9.5.	Capteur de vitesse du vent (anémomètre) .....	16
I.7.	Les appareils des mesures et l'unité de météo .....	17
I.7.1.	Les thermomètres .....	17
I.7.2.	L'hygromètre .....	19
I.7.3.	Le baromètre .....	20
I.7.4.	Le pluviomètre .....	21
I.7.5.	L'anémomètre .....	22
I.7.6.	La girouette .....	23
I.8.	Conclusion .....	24

## Chapitre II : Station Météo Connecté

II.1.	Introduction .....	27
II.2.	Définition .....	27
II.3.	Schéma synoptique .....	28
II.4.	Les différents types .....	29
II.4.1.	Basique .....	29
II.4.2.	Intermédiaire .....	29
II.4.3.	Confirmé .....	29
II.4.4.	Professionnelle .....	29
II.5.	Les critères à comparer pour choisir une station météo connectée .....	30
II.6.	Traitement de donnée en station météo .....	31
II.7.	les modules de connexion .....	33
II.7.1.	Définition .....	33
II.7.2.	Des exemples .....	34
II.8.	Support d'affichage .....	35
II.8.1.	Affichage classique .....	35
II.8.2.	Affichage connecté .....	36
II.8.3.	Serveur web .....	36
II.8.4.	ThingSpeak .....	37
II.8.4.1.	Définition .....	37
II.8.4.1.1.	Configuration de ThingSpeak .....	37
II.8.4.1.2.	L'affichage .....	38

II.8.5.	Blynk .....	38
I.8.5.1.	Définition.....	38
II.8.5.1.1.	Comment fonctionne Blynk .....	39
II.8.5.1.2.	caractéristiques.....	40
II.8.5.1.3.	De quoi ai-je besoin pour Blynk.....	40
II.9.	Conclusion .....	41

## Chapitre III : Partie Pratique

III.1.	Introduction.....	44
III.2.	Schéma synoptique du système à réaliser .....	44
III.3.	Les principales composantes utilisées .....	45
III.3.1.	Wemos mini D1 .....	45
III.3.1.1.	Description .....	45
III.3.1.2.	ESP8266.....	46
III.3.1.3.	Alimentation de la carte Wemos mini D1 .....	47
III.3.1.4.	Les caractéristiques.....	47
III.3.1.5.	L'utilisation .....	48
III.3.2.	Capteur de Température et d'Humidité (DHT22) .....	48
III.3.2.1.	Description du capteur.....	48
III.3.2.2.	Fonctionnement.....	49
III.3.2.3.	Principales caractéristiques du DHT22 .....	50
III.3.2.4.	L'utilisation du DHT22 .....	50
III.3.3.	Capteur de pression barométrique(BMP280).....	51
III.3.3.1.	Description du capteur.....	51
III.3.3.2.	fonctionnements .....	52
III.3.3.3.	Principales caractéristiques du BMP280 .....	53
III.3.3.4.	L'utilisation du BMP280.....	53
III.3.4.	capteur vitesse du vent (Anémomètre).....	54
III.3.4.1.	Description de l'Anémomètre .....	54
III.3.4.2.	fonctionnements .....	54
III.3.4.3.	principales caractéristiques .....	55
III.3.4.4.	L'utilisation .....	55
III.3.5.	Capteur direction du vent (GY-271) (boussole) .....	55
III.3.5.1.	Description du capteur.....	55
III.3.5.2.	fonctionnements .....	56

<b>III.3.5.3. Principales caractéristiques</b> .....	56
<b>III.3.5.4. L'utilisation</b> .....	57
<b>III.3.6. Afficheur OLED</b> .....	57
<b>III.4. Schéma électrique</b> .....	58
<i>Sous Porteus</i> .....	58
<b>III.5. partie logiciel</b> .....	60
<b>III.5.1. Arduino</b> .....	60
<b>III.5.1.1. Définition</b> .....	60
<b>III.5.1.2. présentation de logiciel</b> .....	60
<b>III.5.1.3. Le but et l'utilisation du logiciel</b> .....	64
<b>III.5.1.4. Langage</b> .....	65
<b>III.5.1.5. Les avantages de logiciel</b> .....	65
<b>III.6. Gestion de communication avec Blynk</b> .....	66
<b>III.7. Partie programmation</b> .....	68
<b>III.7.1. L'organigramme</b> .....	68
<b>III.7.2. Programme utilisé</b> .....	69
<b>III.8. Conclusion</b> .....	73
<b>Conclusion général</b> .....	75
<b>Perspective</b> .....	75

## *Liste des figures*

Figure I.1 : station météo.....	3
Figure I.2 : station météo classique.....	5
Figure I.3 : station météo professionnelle .....	6
Figure I.4 : Température.....	7
Figure I.5 : Humidité.....	8
Figure I.6 : Pression Atmosphérique.....	9
Figure I.7 : Précipitation .....	10
Figure I.8 : Le vent .....	11
Figure I.9 : Capteur Température .....	14
Figure I.10:Capteur L'humidité .....	14
Figure I.11 : Capteur D'eau .....	15
Figure I.12 : Capteur de Pression.....	16
Figure I.13 : Capteur L'anémomètre .....	17
Figure I.14:Thermomètre liquide.....	18
Figure I.15 : Thermomètre électronique.....	18
Figure I.16 : Cadran d'hygromètre .....	19
Figure I.17 : Baromètre Anéroïde.....	20
Figure I.18 : pluviomètre à lecture directe .....	21
Figure I.19 : Anémomètre à coupelle.....	23
Figure I.20 : Girouette.....	23
Figure II.21 : station météo connecté.....	27
Figure II.22 : schéma synoptique de système à connecté.....	28
Figure II.23 : les types de signaux .....	31
Figure II.24 : ENC28J60-Ethernet contrôle .....	34
Figure II.25: La carte FONA 3G .....	34
Figure II.26: Arduino_MKR1000.....	34
Figure II.27 : Afficheur LCD .....	35
Figure II.28 : Serveur Web de station météo connecté .....	36
Figure II.29 : Les résultats de thingSpeak d'afficher en temps réel .....	38
Figure II.30 : Comment fonctionne l'application Blynk.....	39
Figure III.31: Schéma synoptique à réaliser .....	44
Figure III.32 : Wemos mini D1 .....	46
Figure III.33 : Alimentation de Wemos .....	47
Figure III.34 : Capteur de Température et d'Humidité(DHT22).....	49
Figure III.35 : Format d'une trame de communication.....	51
Figure III.36 : Capteur BMP280.....	52
Figure III.37 : Capteur d'Anémomètre .....	54
Figure III.38: Capteur de direction du vent (GY-271).....	56
Figure III.39:Afficheur OLED .....	58
Figure III.40: Schéma Sous Porteus.....	59
Figure III.41:Présentation IDE Arduino.....	61
Figure III.42 : Le menu fichier sous Windows .....	62
Figure III.43:Présentation des boutons du logiciel Arduino.....	63
Figure III.44:Choisissez serial port.....	64
Figure III.45 : Blynk .....	67
Figure III.46:Résultat final .....	72

*Liste des abréviations*

3G	Troisième Génération
AMR	Anisotropic Magnétorésistive
API	Application Program Interface
BLE	Bluetooth Low Energy
CPU	Central Processing Unit
CEM	Compatibilité électromagnétique
CAO	Conception Assistée par Ordinateur
CAN	Convertisseur Analogique /Numérique.
DO	Digital Output
DIY	Do It Yourself
E	Est
GSM	Global System for Mobile
GNU	GNU Not Unix
GPS	Global Position System
GPIO	General pur posé Input/Output
GND	Ground (mass).
HPa	Hectopascals
http	Hypertext Transfer Protocol
ID	Identification
iOs	IPhone Operating System
IDE	Investissements Directs à l'étrange
I2C	Inter Integrated Circuit Bus
LAN	Local Area Network/ Réseau Local
LED	Light-Emetting Diod
LCD	Liquid Crystal Display
N	Nord
O	Ouest
PC	Personal Computer/ Ordinateur Personne.
Pwm	Pulse Width Modulation
PCB	Printed Circuit Board
R.F	Radio Frequency
RJ45	Registered Jack – 45
SGA	Secrétaire Général Adjoint
SSID	Service Set Identifie
S	Sud
SPI	Serial Peripheral Interface
TFT	Thin Film Transistor
TTL	Transistor-Transistor Logic
USB	Universel Serial Bus
UAV	Unmanned Aerial Vehicl
VSM	Value Stream Mapping
Wifi	Wireless Fidelity
Web	World English Bible

# **Introduction générale**

## Introduction générale

À notre époque, la nécessité d'obtenir des informations en temps réel sur les paramètres environnementaux locaux est très importante. Avec ce projet nous fournissons ces informations de manière simple à toutes les personnes qui veulent être informé sur la situation météorologique d'une manière régulière.

Par ce travail nous allons réaliser une station météo de mesure en temps réel des phénomènes physiques existant. Cette station sera connectée par le réseau WIFI au réseau internet. Dans l'ensemble, la station comprenant plusieurs capteurs tels que: capteur de température, capteur d'humidité, capteur de pression, la vitesse et la direction du vent. Une carte d'acquisition Wemos mini D1 basé sur l'ESP8266 a pour but de traiter et transférer sans fil les données mesurées de ces capteurs et l'affichage des résultats est assuré par des courbes dans une application qui s'appelle Blynk (smartphone ou tablette) celle-ci utilise le serveur Blynk.

Le mémoire est organisé sous forme d'une introduction générale, trois chapitres et une conclusion générale. Dans le premier chapitre on décrit les généralités d'une station météo. Par la suite, au deuxième chapitre, le principe de fonctionnement de la station météo connectée sont bien détaillées. Finalement, le plus important de ce travail qui est la réalisation d'une station météo connectée est présenté en dernier d'un point de vue logiciel et matériel.

**Chapitre I :**  
**Les généralités d'une**  
**Station Météo**

## **I.1. Introduction**

Dans notre vie de tous les jours, nous voulons toujours voir les conditions météorologiques. Beaucoup d'entre nous consultent régulièrement le bulletin météo pour savoir quel temps il fera dans les prochains jours. Mais qu'il fasse beau, qu'il pleuve ou qu'il vente, quelques notions sont indispensables pour bien comprendre et appréhender les bulletins qu'on nous propose et la météo en général, qui n'est pas une science exacte. Elle demande donc des bases assez conséquentes pour la comprendre dans ses détails. Dans ce chapitre nous présenterons un descriptif détaillé une station météo en général pour répondre aux caractéristiques de notre région.

## **I.2. Définition**

En général tous les appareils qui enregistrent et fournissent des informations concernant les mesures physiques liées aux variations du climat ce qu'on appelle une station météo. Ces grandeurs physiques peuvent être la température, l'humidité, la vitesse du vent, la pluviométrie, etc... Les stations météo sont utilisées dans plusieurs domaines, concernant la sécurité routière par exemple, ces stations sont utilisées pour surveiller les conditions d'adhérence des véhicules sur la chaussée, des obstacles météorologiques à la circulation et des dangers potentiels. Les données sont ensuite utilisées par des programmes de prévision des conditions routières. Les stations de mesure météorologique se composent généralement d'une maquette sur lequel des capteurs sont installés. Ces derniers sont reliés à un boîtier qui enregistre, stocke et généralement envoie les mesures via le réseau mobile à une base de données [1].



Figure I.1 : station météo

### I.3. Historique

Dans l'Antiquité, la météo scientifique est née au dix-septième siècle avec les premiers instruments de mesure, en particulier le baromètre et le thermomètre. La démarche scientifique a peu à peu permis de définir les grandeurs physiques fondamentales de l'atmosphère et de découvrir les lois qui les régissent. Les longs cheminements de la compréhension des phénomènes atmosphériques, de la connaissance du climat et de la prévision du temps se sont appuyés sur une imbrication de progrès de la science, de la technique et de l'organisation [2].

## I.4. Les types des stations météos

### I.4.1. Classique

Ce sont de petites stations météos, composées en général d'une sonde thermométrique, permettent de mieux connaître le temps qu'il fait ou qu'il fera. On trouve, deux options dans ce domaine :

1. les stations météo locales,
2. les stations météo régionales.

#### *Les stations locales :*

Elles servent à connaître les conditions météos au niveau d'un seul lieu. Elles sont équipées d'un baromètre mécanique. L'essentiel de ces stations est de donner la température, cependant, il existe des variantes permettant d'optimiser au mieux leur utilisation. En effet, certains modèles sont disponibles avec un hygromètre permettant de mesurer l'humidité de l'air. D'autres encore donneront des informations sur les phases de la lune, entrant en jeu, en l'occurrence, dans les activités de jardinage. Enfin, ceux désirant connaître la température extérieure afin de détecter les conditions de tempête ou de glace choisiront une station équipée d'un capteur extérieur.

#### *Les stations météo régionales :*

Elles permettent d'avoir une prévision précise pour trois ou quatre jours, selon le cas, dans la location sélectionnée.

Ces stations météos reçoivent les prévisions locales officielles. Certaines d'entre elles donnent même des messages en cas d'alerte. Ce type de station est adapté à ceux qui planifient des vacances ou un voyage d'affaire dans la région sélectionnée [1].



Figure I.2 : station météo classique

#### I.4.2. professionnelle

Les stations météo professionnelles en général, elles donnent plus d'informations que les stations météo classiques. Leur série de capteurs est capable de mesurer notamment la pluviométrie, la vitesse direction du vent, l'ensoleillement, la température et la pression atmosphérique. Pour cela, ces stations sont non seulement équipées d'une sonde thermométrique et hydrométrique mais également d'un pluviomètre, d'un anémomètre et d'un polarimètre. Par ailleurs, ces stations sont reliées à une console centralisant toutes les informations mesurées à intervalle régulier à l'aide d'une connexion, avec ou sans fil, dépendant de la technologie utilisée. Les données sont ensuite exploitables sur ordinateur à l'aide de logiciels spécialisés. Il existe divers modèles de stations météo selon le niveau de l'utilisateur, mais généralement, ces stations météo professionnelles sont classées en trois catégories :

- ✓ Les débutants.
- ✓ Les intermédiaires.
- ✓ Les expérimentés.

Les débutants utiliseront des stations météo plus simples et faciles d'utilisation et dont les prix sont accessibles.

Les intermédiaires choisiront des stations offrant plus de fonctionnalités tandis que les utilisateurs expérimentés choisiront d'autres plus complexes [1].



Figure I.3 : station météo professionnelle

## I.5. Les fonctions des stations météo

### I.5.1. Le relevé en temps réel

La station météo principale est une mesure en temps réel de toutes les données météo et du ciel en général. Cela couvre bien évidemment les températures intérieures et extérieures, mais aussi la direction et la vitesse du vent, la pluviométrie, la pression atmosphérique, l'humidité et bien d'autres. Elle peut aussi lancer des alertes en cas de gel, de fortes précipitations, etc. Les mesures sont très précises, grâce à des capteurs plus ou moins sophistiqués.

### I.5.2. Les probabilités

La fonction la plus importante d'une station météo est de prédire le temps des jours à venir. Ils comprennent en général un radar pluie et un accès aux prévisions de météo. Elles peuvent fournir les prévisions jusqu'à 12 jours et des tendances plus larges sur les semaines à venir, avec un taux de réussite proche des 65%. Le tout est mis en lumière avec les moyennes de saison. Enfin, elles peuvent lancer des alertes et vigilances, en fonction des risques de rafales, de hausse ou de baisse de températures et aux précipitations.

### I.5.3. Les appareils prédictifs d'une station météo

Une station météo professionnelle et intelligente permet aussi de vérifier l'état de santé des jardins, des risques de maladies ou d'invasions de nuisibles, afin d'optimiser les interventions manuelles dans les champs et sur les cultures. Certains modèles permettent un partage de données avec les autres stations météo de la région, afin d'accéder aux données relevées dans certaines zones géographiques. Ces technologies sont aujourd'hui très fiables et facilitent réellement le quotidien des jardiniers et autres responsables d'exploitation agricole [3].

## I.6. Les variables des stations météo à mesurer

Il y a cinq variables à mesurer dans une station météo

### I.6.1. Température

Examiné comme une grandeur physique liée à la notion d'immédiate chaud et froid. La température est la manifestation, à l'échelle macroscopique, du mouvement des atomes et molécules. Ainsi une température élevée signifie une grande « agitation » atomique. L'unité internationale de température est le kelvin (K). Le degré Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) est une autre unité très répandue en Europe. Certains pays anglo-saxons et les Etats Unis utilisent une autre unité : le degré Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ). La plus basse température du système Celsius est  $-273,15^{\circ}\text{C}$  correspondant à  $0^{\circ}\text{K}$ . Les formules de transformations d'unités sont les suivantes :  $^{\circ}\text{C} = 0,55x (^{\circ}\text{F} - 32)$ ,  $\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15$ ,  $^{\circ}\text{F} = 32 + (1,8 \times ^{\circ}\text{C})$ .



Figure I.4 : Température

### I.6.2. Humidité

C'est une quantité de vapeur d'eau présente dans l'air, sans compter l'eau liquide et la glace. On doit distinguer l'humidité relative et l'humidité absolue. L'humidité relative joue un rôle sur la formation du brouillard, de la rosée et des nuages.

Quand on parle de mesure d'humidité, on fait allusion à l'humidité relative exprimée en%. L'humidité relative de l'air correspond au rapport de la pression partielle de vapeur d'eau contenue dans l'air sur la pression de vapeur saturante à la même température et pression. Ce rapport changera si on change la température ou la pression, ce qui rend sa mesure complexe. L'humidité relative est donc une mesure du rapport entre le contenu en vapeur d'eau de l'air et sa capacité maximale à en contenir dans ces conditions. L'humidité relative est souvent appelée degré hygrométrique. Elle suit une échelle allant de 0 à 100 %. Un air saturé en vapeur d'eau a une humidité relative de 100 % ; un air très sec a une humidité de 10 à 20 %. La pression de vapeur saturante et l'humidité relative dépendent de la température, plus la température de l'air est élevée, plus il peut contenir de vapeur d'eau.

On définit l'humidité absolue comme le rapport de la masse de vapeur d'eau, généralement en grus le volume d'air humide en  $m^3$  à la pression et la température considérées. On peut aussi la définir comme le produit de l'humidité relative par l'humidité absolue de saturation.



Figure I.5 : Humidité

### I.6.3. Pression Atmosphérique

Accorder au poids exercé par une colonne d'air sur une surface donnée. La pression atmosphérique se mesure à l'aide généralement d'un baromètre. Elle a été longtemps mesurée en millimètre de mercure (mm Hg) en raison de l'utilisation courante de baromètre à colonne de mercure. Depuis l'adoption du pascal comme unité de pression, les météorologues utilisent un multiple de cette unité, l'hectopascal (1 hPa = 100 Pa). La pression atmosphérique mesurée au niveau de la mer varie autour d'une valeur moyenne de 1013 hPa.

Dans le domaine de météo on parle souvent de champ de pression (espace dans lequel les forces sont orientées indépendamment des masses qui s'y trouvent). En pratique, il est matérialisé sur une carte par les lignes d'isobares représentant les lignes d'égale pression. La distance entre deux isobares donne une représentation statique du gradient de pression. Plus les isobares sont serrés plus le gradient de pression sera élevé et plus les vents souffleront fort dans cette région.



Figure I.6 : Pression Atmosphérique

### I.6.4. Les précipitations

Toutes les eaux météo qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,...). Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression. Les précipitations constituent l'unique « entrée » des principaux systèmes hydrologiques continentaux que sont les bassins versants.

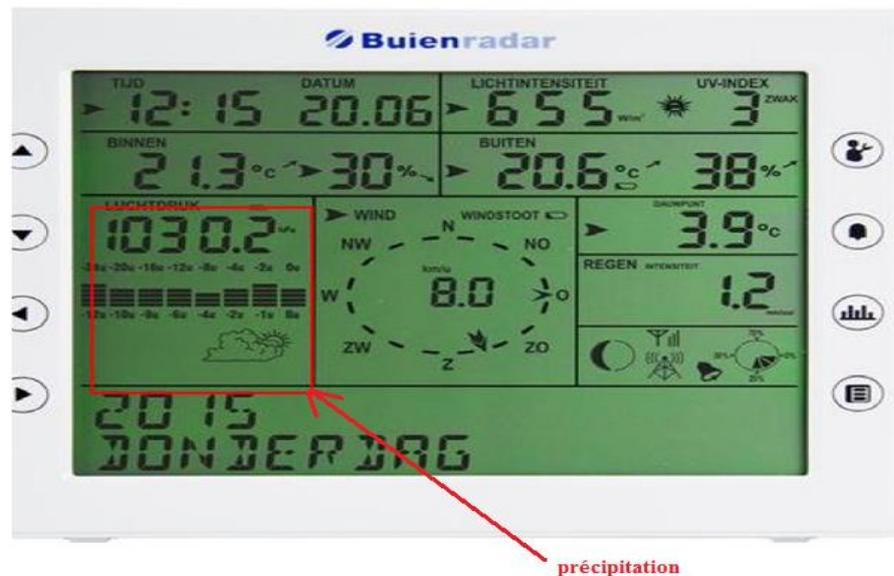


Figure I.7 : Précipitation

### I.6.5. Le vent

C'est l'élément physique caractéristique des mouvements de l'air. Il naît de la différence de pression. Le vent se déplace des hautes pressions (anticyclones) vers les basses pressions (dépressions).

Les grandeurs mesurables du vent c'est la vitesse et la Direction dont la connaissance est nécessaire à l'étude de la dynamique des masses d'air. La direction indique d'où souffle le vent. Ses unités sont soit les points cardinaux (N, S, E, O) ou les degrés centigrades. Un "vent de sud-ouest" signifie que l'air est en mouvement du sud-ouest vers le nord-est. La vitesse s'exprime soit en mètre par seconde (m/s), soit en kilomètre par heure (km/h) soit en nœud (k t, 1 nœud correspond à une distance de 1 mille nautique parcouru en 1 heure, soit 1,852 km/h). 1 m/s équivaut à 3,6 km/h et environ 2 nœuds. Sont généralement mesurées : la vitesse moyenne, la vitesse maximale et minimale durant un intervalle de temps donné. L'échelle Beaufort, utilisée en météorologie marine, classe les vents en 13 classes en fonction de leur vitesse et des effets qu'ils génèrent sur l'état de la mer, d'où le terme de force [4].



Figure I.8 : Le vent

### I.6.6. Définition d'un capteur

Un capteur est un dispositif ayant pour tâche de transformer une mesure physique observée en une mesure généralement électrique qui sera à son tour traduite en une donnée binaire exploitable et compréhensible par un système d'information. Parmi les différents types de mesures enregistrées par les capteurs, on peut citer entre autres : la Température, l'Humidité, la Luminosité, l'Accélération, la Distance, les Mouvements, la Position, la Pression, la Présence d'un Gaz, la Vision (Capture d'Image), le Son... etc. La notion de capteur s'est évoluée avec le temps puisque leur domaine d'application s'est élargi. Les premiers capteurs n'étaient dédiés qu'à un unique type de mesure, les capteurs contemporains sont la combinaison de plusieurs dispositifs capables de mesurer différentes mesures physiques. En outre, à ces possibilités de mesures multiples, les capteurs actuels ont vu se gérer des fonctionnalités qui leur permettent, en plus de l'enregistrement et de la détection d'événements mesurables, le traitement de ces données et leur communication vers un autre dispositif [5].

### I.6.7. Définition d'un capteur intelligent

Il correspond principalement à l'intégration dans le corps du capteur d'un organe de calcul interne (microprocesseur, microcontrôleur), d'un système de conditionnement du signal (programmable ou contrôlé) et d'une interface de communication... Plus largement, le concept de capteur intelligent se décompose ainsi (Selon le livre "Capteurs intelligents et méthodologie d'évaluation") :

- Un ou plusieurs transducteur(s)
- Des conditionneurs spécifiques
- D'une mémoire
- D'une alimentation

C'est un organe intelligent interne permettant un traitement local et l'élaboration d'un signal numérique d'une interface de communication [6].

### I.6.8. Les différentes classes de capteur

#### I.6.8.1. Capteur passif

En général il s'agit d'une impédance dont la valeur varie avec la grandeur physique, il faut l'intégrer dans un circuit avec une alimentation.

Exemples : résistance à fil de platine (sonde Pt100), thermistance (alerte température dans le SGA, TD11), capteur de niveau capacitif, inductance de fin de course.

Généralement Il s'agit d'impédances (résistance, inductance, capacité) dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée la variation d'impédance résulte :

✓ D'une variation de dimension du capteur (capteurs de position, potentiomètre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile)

✓ D'une déformation résultant d'une force ou d'une grandeur s'y ramenant (pression accélération). Exemples : armature de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extensomètre liée à une structure déformable.

#### I.6.8.2. Capteur actif

C'est un générateur d'une tension directement, d'un courant ou d'une charge à partir de la grandeur physique. La valeur fournie étant généralement faible, il faudra l'amplifier. Exemple : photodiodes, phototransistors (capteur de vitesse LFIIP), thermocouples.

- ✓ *Effet photo-électrique* : La libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux ou plus généralement d'une onde électromagnétique.
- ✓ *Effet Hall* : Un champ magnétique B (aimant, angle  $\theta$ /surface du matériau) et un courant électrique I créent dans le matériau une différence de potentiel
- ✓ *Effet piézoélectriques* : certains matériaux ont une polarisation spontanée en l'absence de champ électrique extérieur. Une variation de température induit une variation de cette polarisation et donc l'apparition de charges électriques à la surface du matériau [7].

## I.6.9. Les capteurs de station météo

### I.6.9.1. Capteur de température

L'invention du thermomètre, premier capteur de température, n'est pas nouvelle. C'est au seizième siècle, qu'il fut inventé par Galilée, on ne prête qu'aux riches, ou bien par deux médecins, le hollandais Drebbel et le vénitien Sanctorius. La thermométrie s'est développée à partir de 19ème siècle quant à la technique de base, puis l'électronique a permis un bond considérable dans l'utilisation. Le capteur de température est, aujourd'hui, de mieux adapté à son utilisation, selon la précision, la longévité et les contraintes mécaniques. Les paramètres les plus importants sont généralement la précision du capteur, sa robustesse, son temps de réponse. La précision permet d'obtenir une économie sur la dépense d'énergie, une augmentation du taux de qualité. La longévité d'un capteur gagne en temps d'intervention, augmente le taux d'utilisation. Le temps de réponse dépend de l'utilisation, il n'est pas nécessaire d'être très court, mais peut être gênant si trop rapide.

Les capteurs de température les plus utilisés sont les résistances de platine et les thermocouples. Dans l'industrie, la demande en sondes à résistances croit de plus en plus et en particulier celles de petit diamètre, une vingtaine de millimètres par exemple. Ces sondes sont davantage robustes, résistent facilement aux vibrations autour de 20g et aux pressions autour de 270 bars. Pour la mesure à distance, le thermomètre infrarouge quantifie l'énergie lumineuse dans le spectre infrarouge. La bande spectrale est plus ou moins étroite. Les caractéristiques permettant de définir le capteur selon son application sont le détecteur, quelquefois à deux longueurs, la gamme de températures, l'optique éventuellement, le temps de réponse et l'émissivité [8].



Figure I.9 : Capteur Température

### I.6.9.2. Capteur d'humidité

Ce type de composant permet une mesure d'humidité relative. La plage de mesure possible est généralement de 20% à 80%, mais certains capteurs (bien plus chers) sont toutefois capables de travailler sur une plage de mesure de 10% à 90%. La précision est de l'ordre de quelques pourcents [1].

Il existe deux technologies les plus proposées et également les plus performantes sont actuellement la technologie neutronique et la technologie par émission de micro-ondes. Elles sont toutes les deux particulièrement précises.

Le technologie neutronique offre la possibilité d'effectuer une mesure permanente de la concentration en eau de substances considérées comme plus ou moins sèches comme les granulats, les poudres ou encore les produits dont la consistance ressemble à celui d'une pâte, qu'elle soit épaisse ou pas. Cet appareil est doté d'une sonde dont la fonction est de détecter les molécules d'eau dans les préparations et les produits finis [9].



Figure I.10: Capteur L'humidité

### I.6.9.3. Capteur d'eau

Ce module va vous permettre de détecter une présence d'eau. Constitué de plusieurs lamelles sur le circuit entre la masse GND et la pin SIG. Une résistance de pull up de  $1M\Omega$  permet de protéger le circuit. Ce circuit peut être connecté à une broche analogique de votre carte Arduino UNO. Un câble au standard grove est fourni avec ce module [10].



Figure I.11 : Capteur D'eau

### I.6.9.4. Capteur de Pression

La pression atmosphérique est l'un des facteurs météorologiques essentiels pour déterminer, au cours du temps, les prévisions climatiques sur terre ou dans l'espace. C'est une grandeur évolutive qu'on surveille en permanence à l'aide d'instruments de mesure spécialisés. Les techniques utilisées sont nombreuses, elles se basent sur différents principes, selon la nature des applications envisagées.

La technique de capteur pression est un dispositif équipé de capteurs sensibles aux variations de pression. Le signal délivré est traité à l'aide d'un calculateur pour le convertir en une valeur de pression.

La pression atmosphérique s'exprime en hectopascals. Sa valeur normale est égale à 760mm de mercure ou 1013hPa, soit une force de  $1,03323\text{kg/cm}^2$  [11].

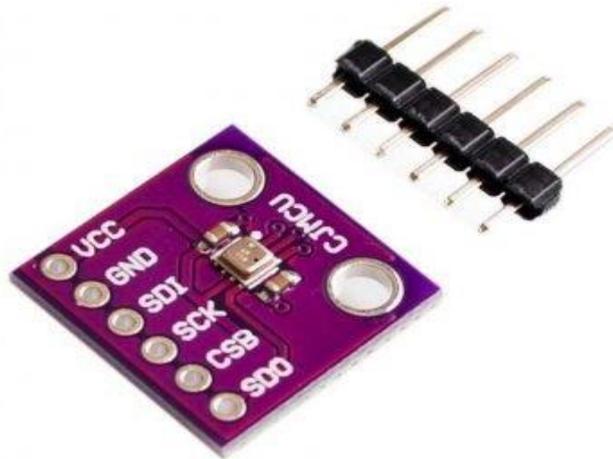


Figure I.12 : Capteur de Pression

#### I.6.9.5. Capteur de vitesse du vent (anémomètre)

C'est un appareil électronique qui permet de mesurer la vitesse du vent, pour éviter la turbulence de l'air causée par la présence des bâtiments et de la végétation l'anémomètre doit être installé au sommet d'un mât de 10 mètres. C'est à cette hauteur que les mesures standards sont effectuées [12].

La vitesse du vent se mesure à une hauteur de 10 m, puisque la vitesse à ras le sol varie localement de façon considérable. La mesure s'effectue selon la construction des anémomètres, par exemple mesure thermique, mesure pour le refroidissement d'un fil chaud, mesure mécanique ou par pression. La dernière technologie utilise les ultrasons. Ce genre d'anémomètres est pour le moment trop coûteux par rapport au résultat de mesure obtenu. Avec de nombreux anémomètres, il est possible d'indiquer directement sur l'écran le flux volumétrique en insérant par exemple la zone de la section transversale. De cette façon, on évite les calculs compliqués de conversion, puisque les formules intégrées de ces anémomètres ont des pondérations pour la zone des marges de la vitesse du courant, ou pour le flux laminaire du centre d'un conduit [13].



Figure I.13 : Capteur L'anémomètre

## I.7. Les appareils des mesures et l'unité de météo

### I.7.1. Les thermomètres

Les premiers à avoir travaillé sur la mesure de la température à la fin du 15ème siècle c'est Galilée. Il a mis au point le thermoscope qui est un dispositif de sphères coulant dans un liquide et qui mesure les variations de températures. D'autres physiciens ont apporté leur pierre à l'édifice (Ferdinand II de Médicis, Newton, Celsius, Réaumur) que ce soit sur le thermomètre en lui-même ou bien sur les échelles de mesure associées. Le thermomètre a une relation avec la météo en premier lieu mais ce n'est pourtant pas le seul domaine qui en utilise. On le retrouve également dans l'alimentaire, le secteur médical ou encore la métallurgie.

Les différents types de thermomètres :

- A gaz.
- A cadran et aiguilles.
- A cristaux liquides.
- Liquide (alcool ou mercure).
- Électronique.
- Magnétique.

Dans la météo, seuls les modèles liquides et électroniques sont utilisés. Si pendant longtemps l'homme s'est servi des thermomètres liquides, ceux-ci sont peu à peu délaissés au profit des thermomètres électroniques qui sont d'une plus grande précision et qui s'interfacent

plus facilement avec un système informatique centralisé comme les stations météo. Avec ceux-ci il est possible de mesurer la température avec une précision de 0.5°C ou même de 0.1°C [1].



Figure I.14: Thermomètre liquide



Figure I .15 : Thermomètre électronique

### I.7.2. L'hygromètre

Est un facteur essentiel dans l'explication des phénomènes météo car il permet de connaître la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air, sans compter l'eau liquide et la glace. L'importance particulière à ce paramètre qui permet de détecter un potentiel de déstabilisation de l'air et donc de création de phénomènes météo.

Tout comme le thermomètre, il en existe plusieurs types :

- A cheveux.
- A condensation.
- Capteur électronique à impédance variable (capacitif ou résistif).
- Psychromètre.

Puis encore, ce sont les capteurs électroniques qui se sont démocratisés en très grande majorité prenant le pas sur l'hygromètre a cheveux (antiquité), celui à condensation (pas ineffaçable et moins précis) ou bien le psychromètre (trop élitiste).



Figure I.16 : Cadran d'hygromètre

### I.7.3. Le baromètre

En 1643 le premier baromètre a été inventé par Torricelli. Il a mis au point le baromètre à mercure permettant de mesurer la pression atmosphérique. Le terme baromètre en tant que tel n'apparaît qu'une vingtaine d'années plus tard. Blaise Pascal, physicien et expérimentateur de renom, a démontré par la suite que la pression diminuait au fur et à mesure que l'altitude augmentait.

Les types de baromètres :

- A eau.
- A mercure.
- A gaz.
- Anéroïde.

Il existe des baromètres avec un enregistreur de mesure qui s'appelle les barographes. La plupart sont enfermés dans une boîte vitrée avec des montants en bois noble (acajou le plus souvent) et peuvent être considérés comme des objets de collection. Le baromètre fournit une indication sur la tendance du temps pour les prochaines heures mais ne permet cependant pas de faire des prévisions précises [1].



Figure I.17 : Baromètre Anéroïde

### I.7.4. Le pluviomètre

Le premier pluviomètre connu a été inventé en Corée en 1441. Celui-ci était fait de bronze et a été développé par (Jang Yeong-sil) qui a mis en place un réseau de pluviomètres dans tout le pays. Le pluviomètre est utilisé pour mesurer la quantité de pluie tombée. L'unité de mesure est le millimètre et correspond à la quantité (en litres) de pluie tombée sur une surface de 1 m<sup>2</sup>. Autrement dit, si le pluviomètre relève 5 mm de précipitations, cela signifie qu'il est tombé 5 L d'eau par mètre carré.

Les types de pluviomètres :

- A lecture directe
- A augets basculeurs
- A balance.
- Optique.

Les pluviomètres étaient exclusivement à mesures manuelles, des modèles à capteurs électroniques commencent à apparaître depuis le début des années 2000.

On parle d'ailleurs de pluviographe puisqu'ils sont munis d'un système enregistreur de données, pour être tout à fait juste [1].



Figure I.18 : pluviomètre à lecture directe

### I.7.5. L'anémomètre

Le premier anémomètre à coupelles a été mis au point en 1846 par Thomas Romney Robinson qui a ensuite été amélioré par John Patterson en 1923 en réduisant le nombre de coupelles de 4 à 3. C'est encore à l'heure actuelle le type d'anémomètre que l'en retrouve le plus régulièrement.

C'est un instrument très important en météos car il permet de mesurer les mouvements d'air dans l'atmosphère et sert de base pour les prévisions. Il existe d'autres domaines qui utilisent l'anémomètre comme l'aéronautique ou la navigation maritime.

On va classer l'anémomètre en deux types:

1. La mesure de la vitesse du vent.
2. La mesure de la force du vent.

Pour mesurer la vitesse du vent, on retrouve les anémomètres suivants :

- A coupelles.
- A hélice.
- A moulinets (anémomètre à main).
- A fil chaud.
- Laser.

Pour mesurer la force du vent, on recense les anémomètres suivants:

- A plaque.
- A tube (utilisé dans l'aéronautique comme le tube Pitot) [1].



Figure I.19 : Anémomètre à coupelle

### I.7.6. La girouette

La plus ancienne girouette connue remonte à l'époque grecque et se trouvait sur la tour des vents à Athènes. La représentation sous la forme d'un coq est également très connue et son apparition remonte au 9<sup>ème</sup> siècle.

Pour mesure automatisée la direction du vent la technologie utilisée à notre époque est celle des potentiomètres électroniques en plus quelques années un nouveau type de girouettes apparaît et se base sur une mesure des ultrasons [1].



Figure I.20 : Girouette

## **I.8. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté les informations principales d'une station météo d'une manière adaptée. En commençant par une définition avec un petit historique. Après on a donné les différents types de station météo et les capteurs utilisés. Après tout ça nous avons cité les appareils nécessaires pour une station météo complète. Les mesures météo variable de comprendre les processus associés à ses paramètres environnementaux comme l'effet désert

Après ce chapitre nous parlerons sur une station météo connectée

# **Chapitre II :**

## **Station Météo connectée**

## II.1. Introduction

Nous allons expliquer dans ce chapitre l'utilisation d'une station météo connecté ce qui facilite la connaissance des conditions météo à distance, et nous donne une description détaillée sur les composants de cette station et comment elle fonctionne.

## II.2. Définition

Les stations météo connectées, comme leur nom l'évoque, se démarquent des stations traditionnelles par la liaison de leurs capteurs à d'autres plates-formes (consoles, Smartphones, logiciel, Internet) qui servent généralement à l'affichage et au partage des données. Cette connexion peut s'établir sur un réseau Ethernet ou Internet ou via les fréquences radio traditionnelles. La lecture des données ne se fait donc plus sur les capteurs, mais s'effectue à distance. D'ailleurs, plusieurs modèles de ces stations météo connectées ne possèdent même plus d'écran [14].



Figure II.21 : station météo connecté

### II.3. Schéma synoptique

La station météo connecté est composée de deux parties : la station météo classique constituée d'un système d'acquisition de donnée qui reçoit les informations à partir des capteurs physiques (température, humidité, l'eau et l'anémomètre) et la deuxième partie l'unité de traitement il y a un écran d'affichage et clavier, et la partie deux c'est l'unité de connexion (R.F, Ethernet, wifi). Figure II.22

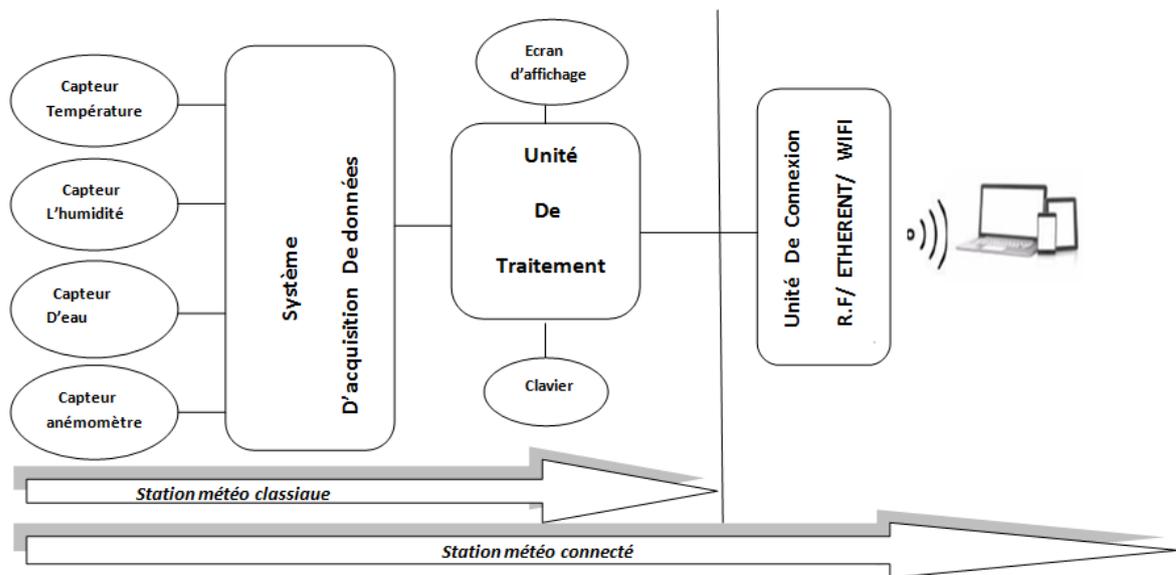


Figure II. 22 : schéma synoptique de système à connecté

#### *Système d'acquisition de donnée :*

Sont des produits ou procédés utilisés pour recueillir des informations afin de documenter ou d'analyser un phénomène. Dans sa forme la plus simple, un technicien qui enregistre la température d'un four sur une feuille de papier effectue une acquisition des données. Au fur et à mesure que la technologie a progressé, ce type de processus a été simplifié et rendu plus précis, polyvalent et fiable grâce à l'équipement électronique [15].

#### *Radio fréquence :*

Il peut qualifier un organe électrique destiné à produire ou à capter des ondes rayonnées [16].

**Ethernet :**

C'est un protocole qui désigne un réseau local (LAN). Celui-ci se base sur des commutations de paquets et sur des câbles en paires torsadées pour permettre de relier plusieurs machines entre elles [17].

**Wifi :**

Désigne un réseau local permettant de relier entre eux, sans fil, plusieurs appareils informatiques dans le but de faciliter la transmission de données [18].

## II.4. Les différents types

On a plusieurs types dans les différentes stations météo. Ils se distinguent généralement par leurs performances

### II.4.1. Basique

Présente généralement des informations basiques comme la pression atmosphérique et la température intérieure et extérieure. Ils affichent également des informations comme l'heure et la date. Ce type de station météo coûte entre 40 € et 50

### II.4.2. Intermédiaire

Ce type de stations météo présente d'autres fonctionnalités comme la mesure des précipitations, de l'hygrométrie et la vitesse du vent. Les modèles plus chers de cette catégorie peuvent aller jusqu'à 150 €.

### II.4.3. Confirmé

Il peut fournir des alertes en cas de tempête (avec le niveau d'alerte réglementaire), de gel ou encore de canicule. Des mesures d'autres paramètres comme la qualité de l'air ou encore les rayonnements ultraviolets peuvent aussi être proposées.

### II.4.4. Professionnelle

Principalement ils ciblent les grands amateurs qui ont des notions avancées sur la météo et qui les diffusent sur Internet ou sur les différentes plates-formes. Le prix de ce type de stations météo peut atteindre 3000 € [14].

## II.5. Les critères à comparer pour choisir une station météo connectée

Il existe plusieurs types différents de stations météo s'articulant entre les modèles grand public et ceux s'adressant aux passionnés, et enfin des modèles entre les deux. Cette distinction doit être le premier critère à définir pour choisir une station météo connectée.

Par la suite vient la quantité de données mesurées par l'appareil, autrement dit les fonctions. Certaines stations se contentent du strict minimum : température et prévision météo assez vague. Quand d'autres offrent une panoplie de mesures. À vous de déterminer quelles sont celles qui vous semblent indispensables et celles que vous pouvez qualifier de supplémentaire.

Donc il ne faut pas s'attarder uniquement sur le nombre, mais aussi sur la précision de ces données mesurées. Celle-ci varie énormément d'un modèle à un autre et dépend de la qualité des capteurs intégrés dans la station météo.

Il n'est pas évident de savoir qu'elle est la précision d'un tel appareil, vous pouvez demander à un spécialiste ou parcourir les sites et les forums spécialisés. La gamme dans laquelle se situe la station météo est aussi un bon indicateur. Préférez une station avec un module extérieur plutôt qu'une simple sonde filaire.

Le design de la station et la qualité des matériaux utilisés sont aussi des critères de choix. De même, vous devez prendre en compte l'ergonomie de l'application. Le fait de pouvoir visualiser les mesures et contrôler la station météo connectée à l'aide de son Smartphone est un véritable plus, car vous y avez accès à n'importe quel moment sans avoir à vous déplacer jusqu'au module d'affichage.

Il dépend des fonctions proposées et de leur précision, mais également de la qualité générale du produit. Il faut parfois être prêt à investir un peu plus et choisir une station météo connectée qui durera de nombreuses années, qu'un modèle qui cessera de fonctionner après seulement un ou deux ans d'utilisation [19].

## II.6. Traitement de donné en station météo

### Mesurande :

La Mesurande est une grandeur physique d'entrée du capteur, que ce soit direct ou intermédiaire qu'on cherche à mesurer. En automatiques industriels on cherche souvent à mesurer: la Température, la Pression, le Niveau, le Débit, le Couple, le Déplacement, la Vitesse, l'Accélération, la Distance ... etc.

### Grandeur de sortie :

C'est un type électrique en général. Elle peut être de type analogique ou numérique la figure II.23 montre les différents types de signaux que l'on peut rencontrer.

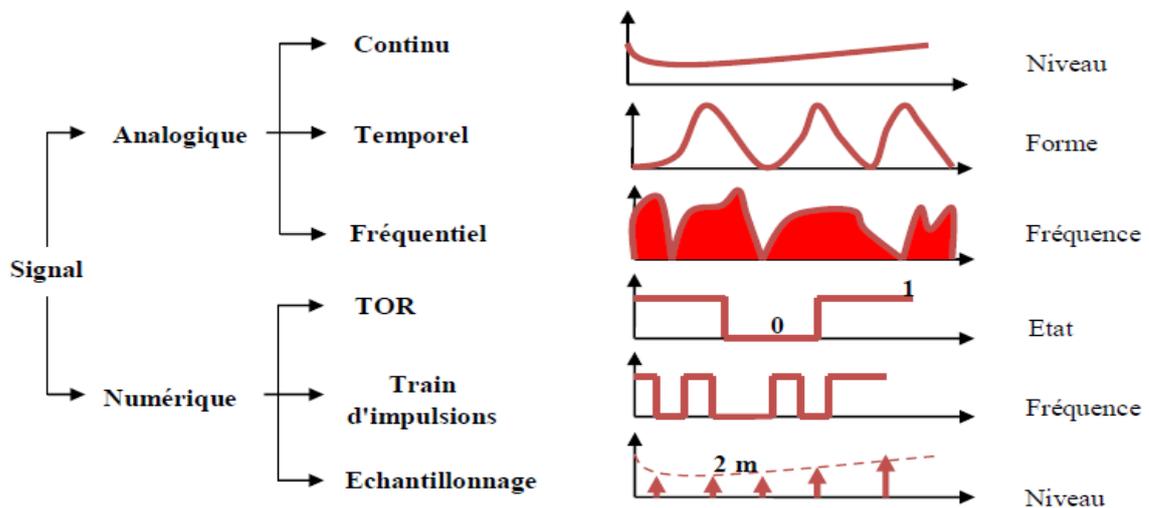


Figure II. 23 : les types de signaux

### Signal analogique :

C'est l'amplitude de la grandeur physique qui le représente et peut prendre une infinité de valeurs dans un intervalle donné.

### Signal continu :

Signal qui varie "lentement" dans le temps: Température, Débit, Niveau.

### Forme :

Un signal qui est important: Pression Cardiaque, Chromatographie, Impact.

***Fréquentiel :***

Un spectre fréquentiel qui transporte l'information désirée : analyse vocale, sonar, spectrographie.

***Signal numérique :***

C'est l'amplitude de la grandeur physique qui le représente ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs. En général ce nombre fini de valeurs est une puissance de 2.

***Tout ou rien (TOR) :***

C'est la forme d'un état bivalent d'un système. Exemple: une vanne ouverte ou fermée.

***Train d'impulsion :***

C'est chaque image d'un changement d'état. Exemple: un codeur incrémental donne un nombre fini et connu d'impulsion par tour.

***Echantillonné :***

Image numérique d'un signal analogique. Exemple: Température, Débit, Niveau.

***Chaine de mesure :***

Le signal de sortie généralement n'est pas utilisé directement. On appelle chaine de mesure l'ensemble des circuits ou appareils qui amplifient, adaptent, convertissent, linéarités, digitalisent le signal avant sa lecture sur le support de sortie.

***Transducteur :***

C'est tout dispositif intermédiaire qui permet de convertir le mesurande en une grandeur physique mesurable par le capteur qui fournit la grandeur électrique avant conditionnement.

***Corps d'épreuve :***

Convertir mécaniquement la mesure en un signal de sortie indirect. Par exemple: la mesure d'une force nécessite de l'appliquer à un solide déformable auquel sera fixé un capteur de déformation. Ce solide et plus généralement tout corps intermédiaire entre le capteur et le mesurande est appelé corps d'épreuve.

***Conditionneur :***

Le capteur de signal sortie peut être directement exploitable ou non. S'il n'est pas directement exploitable, il faut alors recourir à un élément nommé conditionneur. Il faut savoir que le capteur peut générer des signaux de plus ou moins grande amplitude. Ainsi, il faut donc que le conditionneur adapte le signal de sortie du capteur à celui du système de contrôle, de commande ou de mesure. Si le signal est par exemple faible, il devra l'amplifier.

Certains capteurs génèrent tout simplement des variations d'impédance. Cela nécessite une alimentation électrique pour ces capteurs. La variation d'impédance se traduit par une variation de courant ou de tension électrique. Dans ce cas, le conditionneur fournira l'alimentation électrique au capteur et amplifiera le signal électrique (si besoin) en provenance de ce dernier [5].

## **II.7. les modules de connexion**

### **II.7.1. Définition**

C'est un élément électronique permettant de rajouter une communication genre RJ45, Wifi ou 3G avec une utilisation simple, et d'apporter une connectivité par ligne série à tout équipement notamment les cartes à base de microcontrôleur [20].

II.7.2. Des exemples

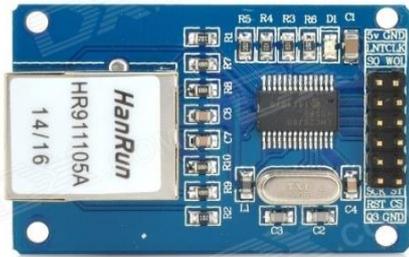


Figure II.24 : ENC28J60-Ethernet contrôle



Figure II.25 :ESP8266-Shield

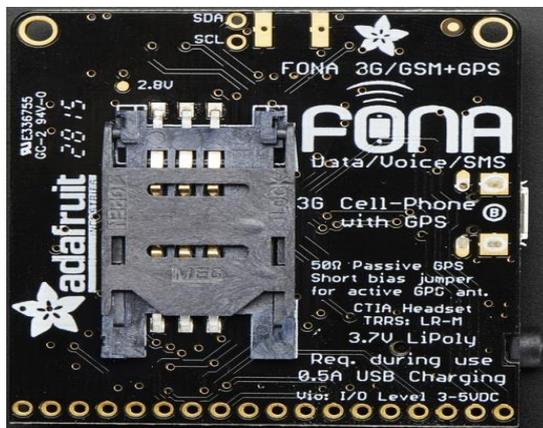


Figure II.25: La carte FONA 3G

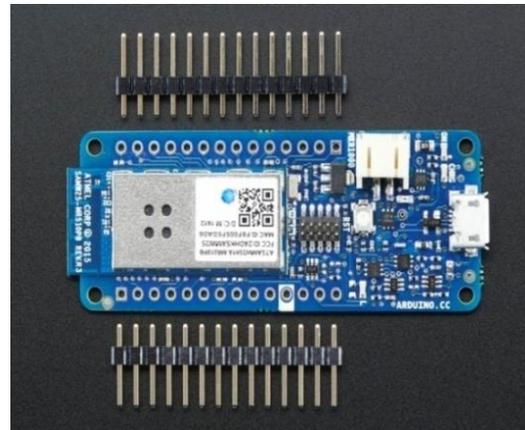


Figure II.26: Arduino\_MKR1000

## II.8. Support d'affichage

La station météo connectée utilise un affichage classique et connectée pour visualiser les données.

### II.8.1. Affichage classique

✓ *Par exemple (LCD) :*

Un écran à cristaux liquides (liquide cristal display, LCD, en anglais) utilise un mode d'affichage numérique sur un écran plat.

On a tendance à confondre dans le sens commun LCD et TFT. Cependant les écrans dits TFT (acronyme de Thin Film Transistor) ne sont qu'un des types d'écrans à technologie LCD existants. Les écrans LCD-TFT sont aujourd'hui les plus courants

Initialement il s'agissait d'écrans à matrice passive peu performante. Les écrans à matrice active les ont peu à peu remplacés car elles offrent des images de bien meilleure qualité [21].



Figure II.27 : Afficheur LCD

### II.8.2. Affichage connecté

Il utilise deux méthodes :

Programme propre serveur web ou utilise les plateformes open sources destinées à l'internet des objets comme ThingSpeak et Blynk



Figure II.28 : Serveur Web de station météo connecté

### II.8.3. Serveur web

Par serveur Web (aussi appelé serveur http), on entend tout type de serveur qui permet de diffuser des contenus Web sur Internet ou Intranet. En tant que partie d'un réseau d'ordinateurs, un serveur Web transmet des documents (d'une page Web à un navigateur par exemple) à ce qu'on appelle un client.

Si vous souhaitez créer un serveur Web pour votre projet en ligne, vous avez tout d'abord besoin d'un hébergeur disposant d'un espace (mémoire) suffisant. Une des variantes les plus courantes est la location de ressources d'un serveur chez un fournisseur. Si vous n'avez pas ou presque pas de connaissances en administration de

serveur Web, des offres telles qu'un hébergement partagé ou bien un hébergement cloud avec infogérance peuvent vous permettre de configurer un serveur Web personnalisé [22].

## **II.8.4. ThingSpeak**

### **II.8.4.1. Définition**

ThingSpeak est une application open source pour l'« Internet des objets », permettant de stocker et de collecter les données des objets connectés en passant par le protocole HTTP via Internet ou un réseau local.

Avec ThingSpeak, l'utilisateur peut créer des applications d'enregistrement de données capteurs, des applications de suivi d'emplacements et un réseau social pour objets connectés, avec mises à jour de l'état [23].

#### **II.8.4.1.1. Configuration de ThingSpeak**

Dans ThingSpeak Il faut un compte utilisateur et un canal. Un canal est l'endroit où vous envoyez des données et où ThingSpeak stocke les données. Chaque canal comporte jusqu'à 8 champs de données, des champs d'emplacement et un champ d'état. Vous pouvez envoyer

Des données toutes les 15 secondes à ThingSpeak, mais la plupart des applications fonctionnent bien toutes les minutes.

- ✓ il faut s'inscrire pour avoir un compte sur le site de ThingSpeak
- ✓ Créer une nouvelle chaîne
- ✓ Noter la clé API d'écriture et l'ID de canal ces derniers sont nécessaires pour collecter les informations
- ✓ Les notes complètes sur l'API d'interface REST pour ThingSpeak sont disponibles dans sa documentation [24].

### II.8.4.1.2. L'affichage

Les résultats de "ThingSpeak" permettent d'afficher en temps réel et visualiser les données collectées sous forme de graphes [25].

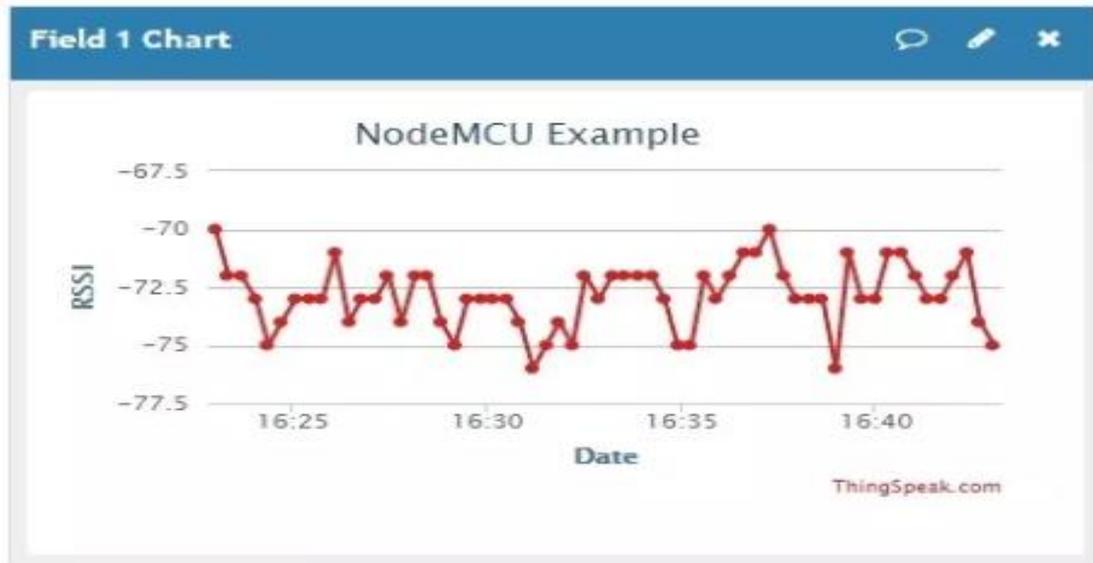


Figure II.29 : Les résultats de thingSpeak d'afficher en temps réel

## II.8.5. Blynk

### I.8.5.1. Définition

Blynk est une application iOS et Android qui permet de se connecter à un Arduino, Raspberry Pi ou des produits similaires. Pour faire fonctionner tout cela il faut un serveur et un client (Le client peut être sur la même machine que le serveur. Il n'est pas obligé d'avoir un serveur, nous pouvons utiliser le serveur de Blynk mais « l'énergie » n'est pas illimitée. L'énergie est utilisée pour créer des boutons, etc... C'est donc payant avec le serveur Blynk et gratuit si on monte notre propre serveur. Il est possible d'avoir un serveur avec plusieurs Raspberry servant de client [26].

### II.8.5.1.1. Comment fonctionne Blynk

Blynk a été conçu pour l'Internet des objets. Il peut contrôler le matériel à distance, il peut afficher les données du capteur, il peut stocker des données, les visualiser et faire beaucoup d'autres choses intéressantes.

Il y a trois composants principaux dans la plate-forme:

« Blynk App » : vous permet de créer des interfaces étonnantes pour vos projets en utilisant (divers widgets.)

« Blynk Server » : responsable de toutes les communications entre le téléphone intelligent et le matériel. Vous pouvez utiliser « cloud Blynk » ou exécuter le serveur privé Blynk localement. Il est open-source, peut facilement gérer des milliers d'appareils et peut même être lancé sur un « Raspberry Pi ».

Les bibliothèques Blynk - pour toutes les plates-formes matérielles populaires permettent la communication avec le serveur et traitent toutes les commandes entrantes et sortantes.

Chaque fois que vous appuyez sur un bouton dans l'application Blynk, le message se propage dans l'espace Blynk Cloud, où il parvient comme par magie dans votre matériel. Cela fonctionne de la même manière dans le sens opposé et tout se passe en un clin d'œil.

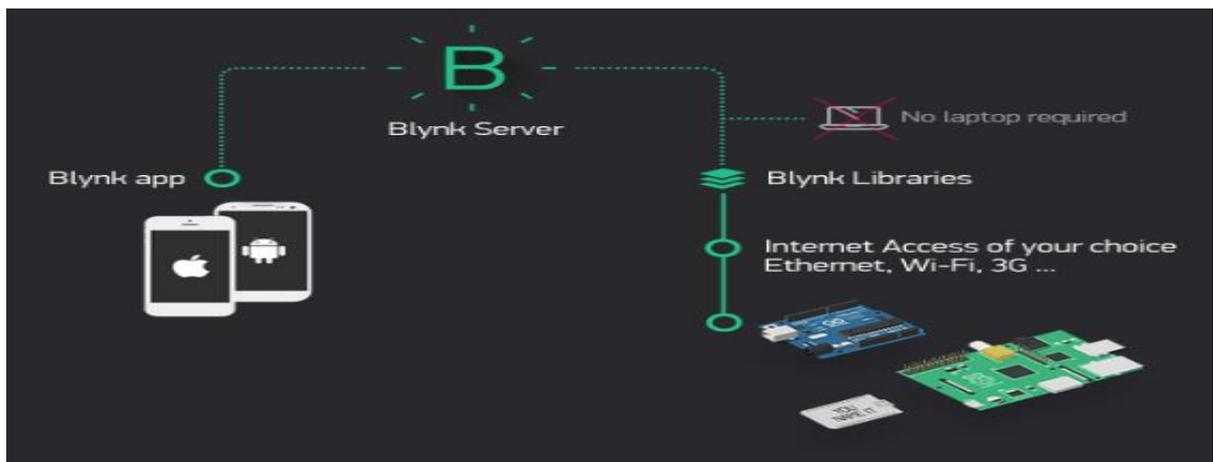


Figure II.30 : Comment fonctionne l'application Blynk

### II.8.5.1.2. caractéristiques

API et interface utilisateur similaires pour tous les matériels et périphériques pris en charge

Connexion au cloud en utilisant :

- Wifi
  - Bluetooth et BLE
  - Ethernet
  - USB (série)
  - GSM
- ✓ Ensemble de widgets faciles à utiliser
  - ✓ Manipulation directe des broches sans écriture de code
  - ✓ Facile à intégrer et à ajouter de nouvelles fonctionnalités à l'aide de broches virtuelles
  - ✓ Surveillance des données historiques via le (widget SuperChart)
  - ✓ Communication entre périphériques à l'aide du Bridge Widget
  - ✓ Envoi d'e-mails, tweets, notifications push, etc.
  - ✓ De nouvelles fonctionnalités sont constamment ajoutées!

Vous pouvez trouver des exemples de croquis couvrant les fonctionnalités de base de Blynk. Ils sont inclus dans la bibliothèque. Tous les croquis sont conçus pour être facilement combinés les uns avec les autres.

### II.8.5.1.3. De quoi ai-je besoin pour Blynk

Blynk travaille sur Internet. Cela signifie que le matériel que vous choisissez doit pouvoir se connecter à Internet. Certaines cartes, comme (Arduino Uno), nécessitent un Ethernet ou un (Wi-Fi Shield) pour communiquer, d'autres sont déjà compatibles avec

Internet: comme l'ESP8266, le « Raspberry Pi » avec d'ongle WiFi, le « Particle Photon » ou le « Spark Fun Blynk Board ». Mais même si vous n'avez pas de bouclier, vous pouvez le connecter via USB à votre ordinateur portable ou à votre ordinateur de bureau. Ce qui est bien, c'est que la liste du matériel qui fonctionne avec Blynk est énorme et continuera de s'allonger [27].

## **II.9. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons expliqué comment fonctionne une station météo connecté qui nous aide à connaître les conditions météos. On commençant par donner un schéma synoptique qui résume d'une manière générale le travail d'une station météo connecté et les différents types. Après on a donné les critères a comparer pour choisir la station météo la plus appropriée et les traitements des donnée plus les module

Le chapitre suivant parler sur la partie pratique

# **Chapitre III :**

## **Partie Pratique**

### III.1. Introduction

Cette nécessité nous a orienté à réfléchir à la réalisation d'une nouvelle station météo qui peut mesurer ces grandeurs et les envoyer vers un PC, une tablette ou un smartphone par une connexion sans fil (wifi) à base d'une carte de type Wemos mini D1 contenant un ESP8266. Le travail de développement de notre projet n'est autre que la concrétisation des besoins exprimés précédemment. Dans ce chapitre nous allons donner une description détaillée des capteurs utilisés, observer et contrôler les phénomènes physiques tels que la température et l'humidité (DHT22), la pression atmosphérique (BMP280), et la vitesse et direction du vent et a la fin obtenir une schématisation complète, qui est essentiel pour de nombreuses applications industrielles et scientifiques, on termine notre travail parla présentation de l'environnement matériel et logiciel qui assure la réalisation de notre plateforme électronique et de ses applications. On va présenter à la fin de ce chapitre les résultats obtenus après la réalisation de cette station.

### III.2. Schéma synoptique du système à réaliser

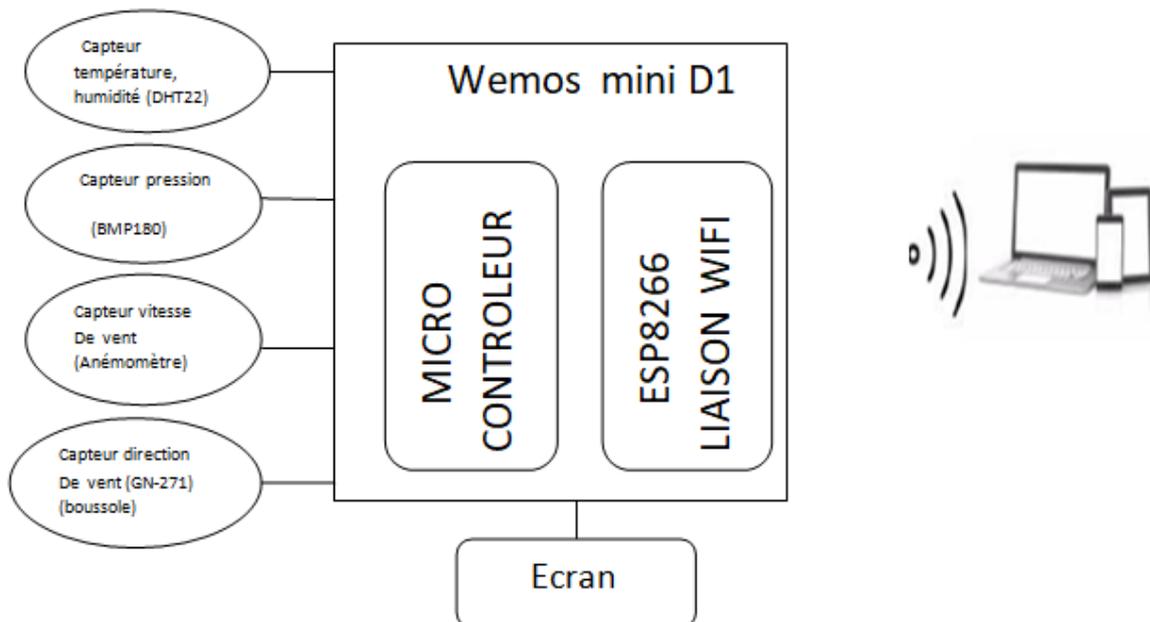


Figure III.31: Schéma synoptique à réaliser

Ce système est divisé en deux parties la première partie présente les capteurs physiques (DHT22 : capteur de température et d'humidité, BMP280 : capteur de la pression atmosphérique, capteur de vitesse du vent à l'aide d'un capteur à fourche, GY-271 : capteur de la direction du vent) et la deuxième partie est consacré à la carte Wemos mini D1 qui est basé sur le microcontrôleur ESP8266 qui assure la liaison wifi et représente l'élément principale dans notre station météo connecté, il fait tous les traitements de donnée et la liaison wifi en même temps.

### **III.3. Les principales composantes utilisées**

#### **III.3.1. Wemos mini D1**

##### **III.3.1.1. Description**

Est une petite carte polyvalente basée sur l'ESP8266 (ESP-12). C'est le même circuit que la génération précédente, la mémoire flash passe de 4 à 16 Mbyte. Les composants employés sont plus compacts. Ils sont tous soudés sur la face supérieure de la carte. On remarque la disparition du blindage habituellement présent autour du module ESP8266, ce qui a permis de rendre la carte plus fine. A la place, la carte est maintenant équipée d'une antenne céramique au lieu d'antenne gravée sur le PCB. Si la portée n'est toujours pas suffisante pour votre projet, il est possible d'ajouter une antenne externe grâce à un connecteur dédié (IPEX) présent à coté de l'antenne céramique [28].

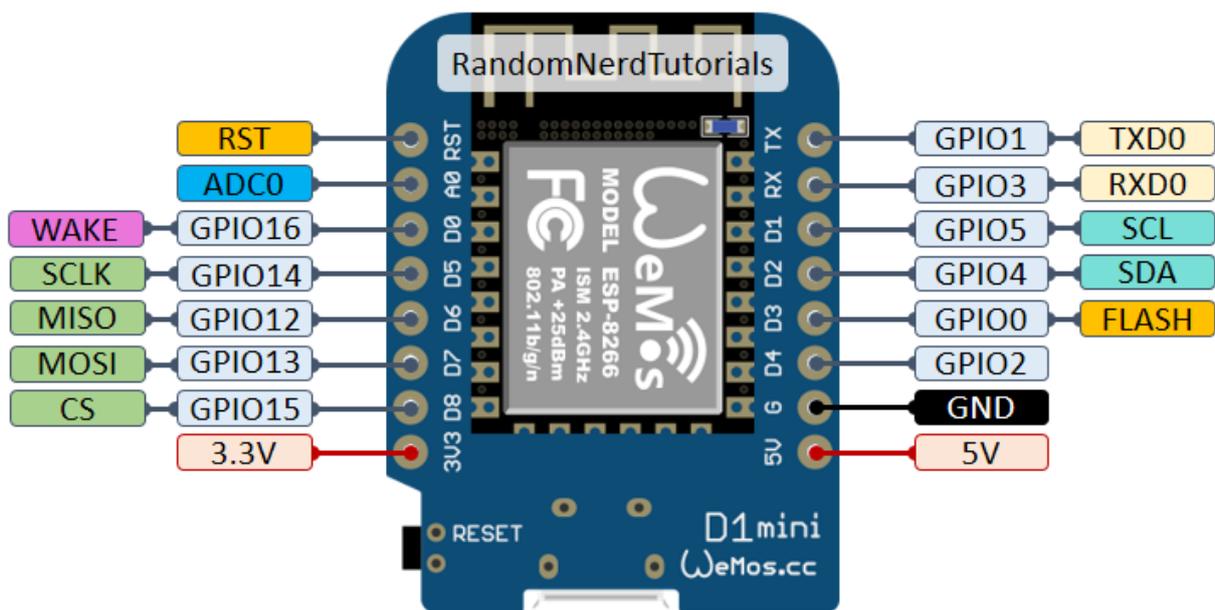


Figure III.32 : Wemos mini D1

### III.3.1.2. ESP8266

Est un module Wi-Fi qui peut être utilisée de deux manières :

Associé à un autre microcontrôleur (par exemple un Arduino), ils ‘occupe juste de la partie « communication Wi-Fi ». L’Arduino va envoyer des commandes à l’ESP8266 (commandes comme « connecte-toi à tel réseau Wifi », « envoie tel message à tel serveur », etc.).

L’ESP8266 peut aussi être utilisé de manière totalement autonome, en exécutant lui-même des applications que vous aurez programmées. L’ESP8266 ne va pas se contenter d’ajouter des fonctionnalités Wi-Fi à votre Arduino, il va exécuter lui-même le programme Arduino, tout en prenant en compte la partie Wi-Fi. On ne charge plus votre programme sur l’Arduino, mais directement sur l’ESP8266. Cependant le nombre de port GPIOs sont limités.

Dans notre cas l’ESP8266 est sur un kit Wemos D1, il est donc associé à un autre microcontrôleur qui permet la programmation sur Arduino IDE et la connexion à un ordinateur par un câble USB 2.0. Dans la station météo réalisée nous avons opté pour le mode autonome [29].

### III.3.1.3. Alimentation de la carte Wemos mini D1

La carte Wemos D1 mini propose une alimentation via le connecteur micro USB en 5v. De nombreux composants nécessitent une alimentation 5V pour fonctionner, même si les signaux logiques sont en 3.3V [30].

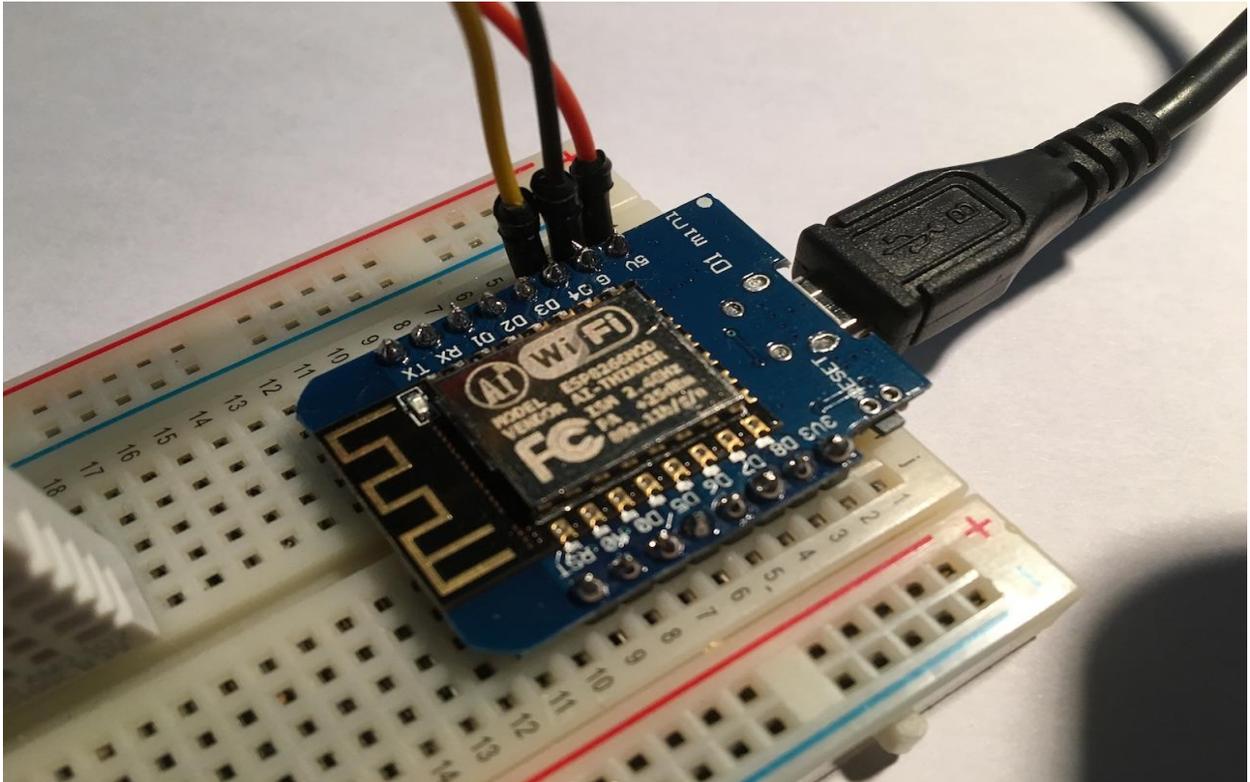


Figure III.33: Alimentation de Wemos

### III.3.1.4. Les caractéristiques

Les principales caractéristiques techniques :

- 11 entrées/sorties numériques
- Interruption/pwm/I2C/ (one-wire) : disponible sur toutes les broches à l'exception de la D0
- 1 entrée analogique, limitée à une tension de 3.2V max.
- 16Mbytes (128M bit) de mémoire Flash

- Connecteur(IPEX) pour antenne (WiFi) externe
- Antenne céramique intégrée
- Convertisseur série-USB
- Fréquence CPU : 80MHz/160MHz
- Dimensions : 34,2mm x 25.6mm
- Poids : 2,5g [28].

### **III.3.1.5. L'utilisation**

L'intérêt de ces cartes, c'est qu'elles sont plus simples à utiliser qu'un simple module ESP8266.

Pour la programmation d'un module ESP8266, nous avons besoin d'un convertisseur USB-TTL fonctionnant à un niveau logique de 3,3V. En plus d'effectuer les connections nécessaires pour l'alimentation du module et la communication avec l'ordinateur, il faut penser à brancher la broche GPIO 0 à la masse, et les broches RST et CH\_PD à 3,3 V. Rien de tout ça n'est utile avec la carte (Wemos mini D1), vous branchez la carte à un port USB de l'ordinateur, et vous êtes prêts à expérimenter. De plus, les Wemos ont été conçus pour que l'unique entrée analogique puisse supporter une tension maximale de 3,3 V, ce qui est généralement plus pratique que la limite de 1 V du module ESP-826 [31].

## **III.3.2. Capteur de Température et d'Humidité (DHT22)**

### **III.3.2.1. Description du capteur**

Le DHT22 (aussi connu sous la référence AM2302) et son petit frère le DHT11. Est un capteur à bas coût permettant d'acquérir une température et une humidité ambiante d'une manière numérique. Il utilise un capteur d'humidité capacitif et une thermistance pour mesurer la température et l'humidité de l'air et la transmet d'une manière numérique sur un bus série. Les données sont actualisées toutes les 2 secondes.

La connexion de ce capteur est très simple, il suffit de relier le premier pin à gauche à l'alimentation (3V à 5V), le pin central sur un pin arduino déclarée en entrée (INPUT) et le pin de droite à la masse (GND).

Ce capteur est semblable au DHT11 mais il dispose d'une plus grande précision et plage de mesure, par contre il est un peu plus cher et un peu plus gros.

Ce capteur est vendu avec une résistance de pull-up entre 4,7K $\Omega$  et 10K $\Omega$  pour relier le pin DATA au VCC [32].

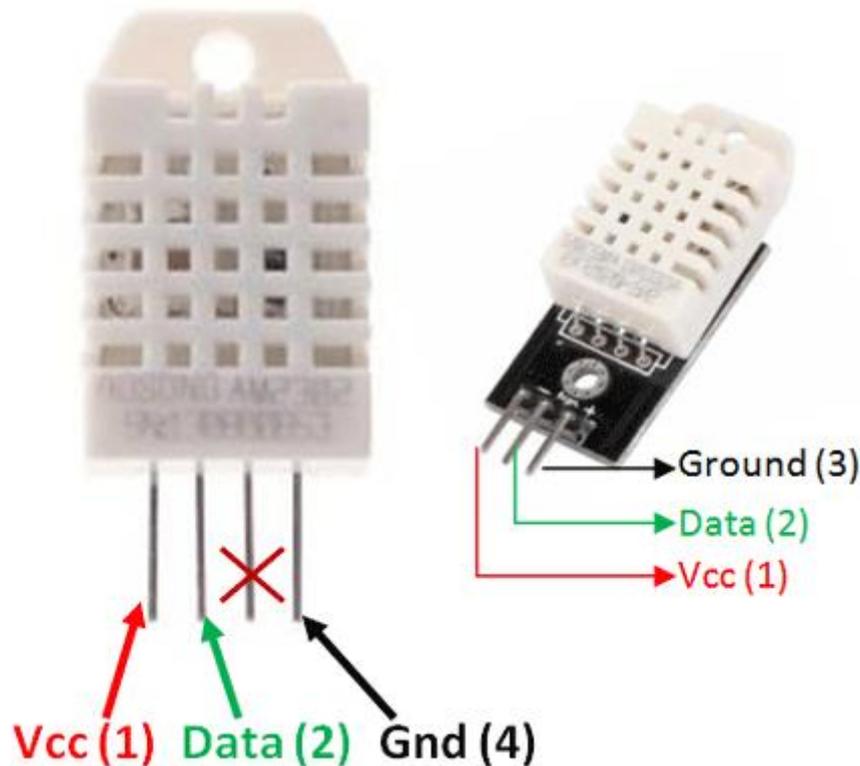


Figure III.34 : Capteur de Température et d'Humidité(DHT22)

### III.3.2.2. Fonctionnement

Le capteur DHT22 fonctionne en 3 étapes:

- Le capteur va se réveiller et préparer une mesure de température et d'humidité. Une fois le temps écoulé, le maître va libérer la ligne de données et passer en écoute.
- Une fois la ligne de données libérée, le capteur répond au maître (pour montrer qu'il est bien réveillé).

- Le capteur va ensuite transmettre une série de 40 bits (5 octets). Les deux premiers octets contiennent la mesure de l'humidité. Les deux octets suivants contiennent la mesure de la température et le cinquième octet contient une somme de contrôle qui permet de vérifier que les données lues sont correctes [33].

### **III.3.2.3. Principales caractéristiques du DHT22**

- Bas coût.
- Alimentation : 3V à 5V (alimentation et data).
- Consommation : 2.5mA max pendant la conversion.
- Etendue de mesure humidité : de 0% à 100% avec une précision à 2-5%.
- Etendue de mesure température : de -40°C à 80°C avec une précision  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .
- Echantillonnage à 0.5 Hz (tous les 2 seconds).
- Dimension : 27mm x 59mm x 13.5mm (1.05" x 2.32" x 0.53") [32].

### **III.3.2.4. L'utilisation du DHT22**

Les capteurs DHT22 ont la particularité de communiquer avec le microcontrôleur via une unique broche d'entrée / sortie.

Il s'agit simplement d'un protocole de communication propriétaire, utilisant un seul fil et nécessitant des timings très précis [33].

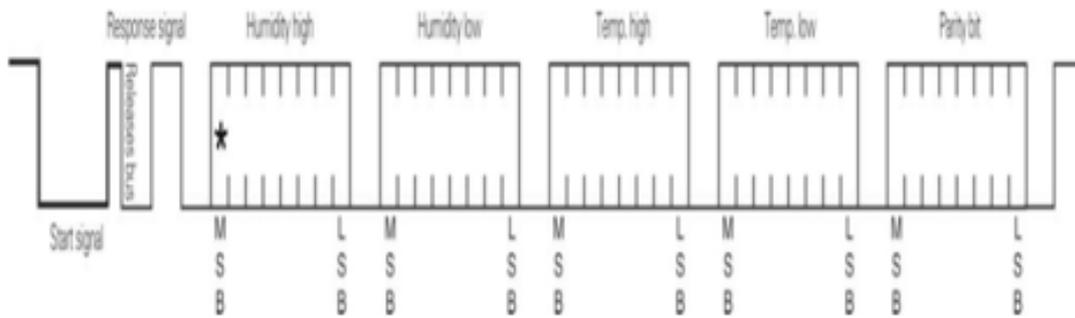


Figure III.35 : Format d'une trame de communication

### III.3.3. Capteur de pression barométrique(BMP280)

#### III.3.3.1. Description du capteur

Est un capteur de pression atmosphérique absolue. Le module de capteur est logé dans un boîtier extrêmement compact. Ses dimensions réduites et sa faible consommation énergétique permettent l'implémentation dans les dispositifs alimentés par batterie tels que les téléphones portables, les modules GPS ou les montres.

Est basé sur la technologie éprouvée de capteur de pression piézorésistif de Bosch, offrant une haute précision et une haute linéarité, ainsi qu'une stabilité à long terme et une haute robustesse CEM. De nombreuses options de fonctionnement du dispositif offrent une flexibilité de pointe afin d'optimiser le dispositif en termes de consommation énergétique, de résolution et de performances de filtre. Un ensemble testé de paramètres par défaut pour des cas d'utilisation d'exemple est fourni afin de faciliter l'intégration pour le développeur [34].



### III.3.3.3. Principales caractéristiques du BMP280

- Interface en I2C ou SPI
- Large plage de mesure barométrique 300 à 1100 hPa
- Alimentation flexible en 3,3V ou 5V
- Ultra basse consommation 0.6 mA
- Faible bruit sur les mesures
- Calibré en usine
- Mesure de température de -40°C à +85°C avec une précision de  $\pm 1^\circ\text{C}$
- Adresse I2C : 0x77 ou 0X76 [36].

### III.3.3.4. L'utilisation du BMP280

Ce capteur peut mesurer la pression barométrique avec une très bonne précision. Parce que la pression varie avec l'altitude nous pouvons également l'utiliser comme un altimètre avec une précision de  $\pm 1$  mètre ! Précision pour la pression barométrique est de  $\pm 1$  hPa à  $\pm 1, 0^\circ\text{C}$  pour la température.

On peut le connecter avec carte (Wemos mini D1) en utilisant le protocole de connexion I2C ou SPI. Il a un régulateur 3.3V donc on peut l'utiliser avec un microcontrôleur logic 3V ou 5V sans aucun problème [37].

### III.3.4. capteur vitesse du vent (Anémomètre)

#### III.3.4.1. Description de l'Anémomètre

Le capteur de vent aussi appelé anémomètre peut être installé sur plusieurs appareils de mesure grâce à son montage facile. Le moindre mouvement de vent est suffisant pour que le capteur de vent se mette en marche. Il transmet analogiquement les données. Le capteur de vent est robuste et valable contre les intempéries. Le capteur de vent métallique est protégé de l'oxydation de l'air grâce à son alliage qui l'empêche de rouiller [38].

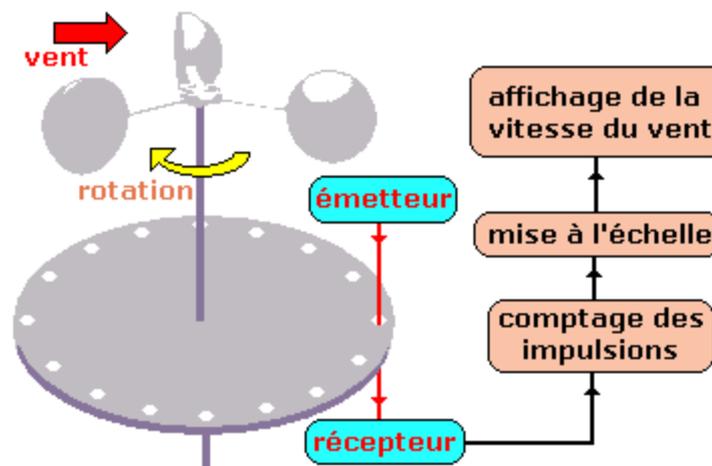


Figure III.37 : Capteur d'Anémomètre

#### III.3.4.2. fonctionnements

- Fente du capteur dégagée, sortie (DO) sur (LOW)
- Fente obstruée, sortie (DO) sur (HIGH)
- A connecter sur un relais, un avertisseur sonore d'alarme, un dispositif de comptage d'impulsions, une roue codeuse de roue de robot ou de machine, etc...

### III.3.4.3. principales caractéristiques

- Utilisation possible avec une roue à encoches
- Largeur de fente de 5 mm
- Indicateur lumineux d'état de sortie
- Signal d'obscurité (High,) signal non obstrué (low)
- Signal de sortie du comparateur mis en forme et de plus de 15 mA.
- Tension de fonctionnement de 3,3 V à 5 V
- Sorties digitale (DO digital output) : commutation numérique (0 et 1).
- Installation facile par un trou de boulon de fixation
- Petites dimensions du PCB: 32 x 14 mm
- Utilise un comparateur de tension LM393 [39].

### III.3.4.4. L'utilisation

Ce capteur de vitesse prêt à l'emploi utilise une fourche optique. Il est largement utilisé dans la détection de la vitesse de moteurs, le comptage d'impulsions, la détection de positions limites [39].

## III.3.5. Capteur direction du vent (GY-271) (boussole)

### III.3.5.1. Description du capteur

Le module boussole (GY-271) est conçu pour la détection magnétique de faible champ avec une interface numérique il est parfait pour donner des informations de cap précises. Ce capteur compact permet son intégration dans de petits projets tels que des UAV et des systèmes de navigation de robot .Le capteur convertit n'importe quel champ magnétique en tension différentielle produite sur 3.

Ce décalage de tension est la valeur brute de sortie numérique, qui peut alors être employée pour calculer la direction ou le sens des champs magnétiques venant de différentes directions [40].

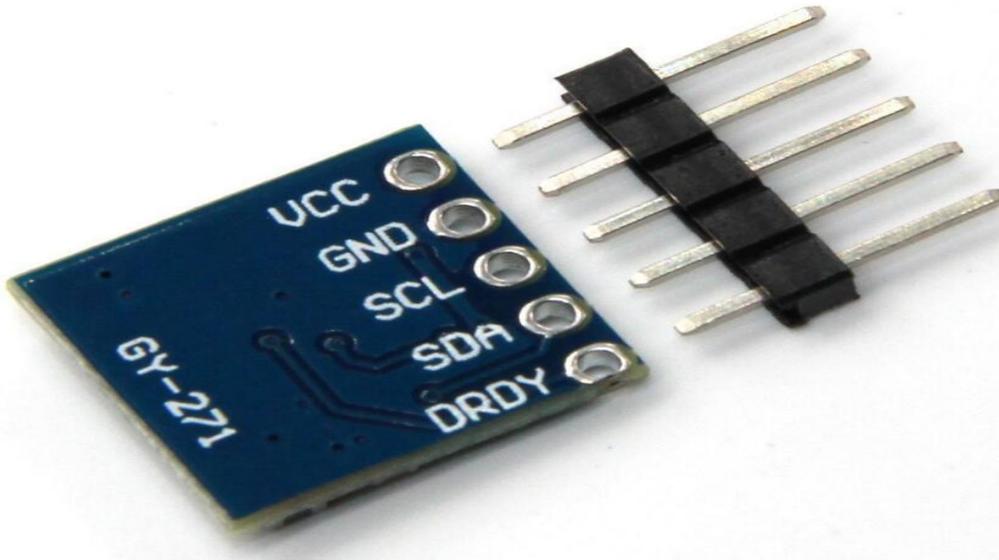


Figure III.38: Capteur de direction du vent (GY-271)

### III.3.5.2. fonctionnements

- Mesure simple
- Mode inactif
- Mode veille
- Mode éteint

### III.3.5.3. Principales caractéristiques

- Tension d'alimentation : 5v (un régulateur 3.3V alimente le HMC5883L)
- Taille du PCB 13.9 x 18.5 mm
- Son interface 12 bits permet des mesures de champ avec une précision de 1 à 2 °, transmission par bus de communication série I2C pour un interfaçage facile.
- Le composant CMS de 3 mm avec 2x8 pins est déjà soudé, prêt à l'emploi.
- 6 plages de mesure de champ magnétique,
- Pleine échelle -8 à +8 gauss,

- Résolution 10 milli-Gauss.
- Période de mesure minimale 8.32 ms (160Hz) [41].

#### **III.3.5.4. L'utilisation**

Basé sur le circuit intégré Honeywell HMC5883L pour la détection magnétique à faible champ il comprend des capteurs magnéto résistifs haute résolution de la série HMC118X, un ASIC contenant une amplification, des pilotes de bande de démagnétisation automatiques, une annulation de décalage et un CAN 12 bits permettant une précision de cap de compas. Le bus série I2C permet une interface simple.

- Le HMC5883L utilise la technologie AMR (Anisotropic Magnetorésistive) de Honeywell, qui offre des avantages par rapport aux autres [42].

#### **III.3.6. Afficheur OLED**

L'écran OLED est constitué de pixels (monochromes ou RVB) qu'il faut allumer pour dessiner quelque chose. Ces pixels sont accessibles au moyen de commandes spécifiques que l'on doit envoyer à l'écran, via une liaison SPI ou I2C. Ces commandes sont assez nombreuses mais il existe des routines toutes faites (bibliothèques) qui permettent de simplifier leurs utilisations.

Pour pouvoir afficher des lettres sur un écran OLED, il faut disposer d'une fonte (police de caractères). La fonte en question correspond au dessin nécessaire pour représenter chaque lettre de l'alphabet. Il est possible de disposer de plusieurs tailles de caractères, La photo de la figure III.39 montre un exemple d'affichage [43].

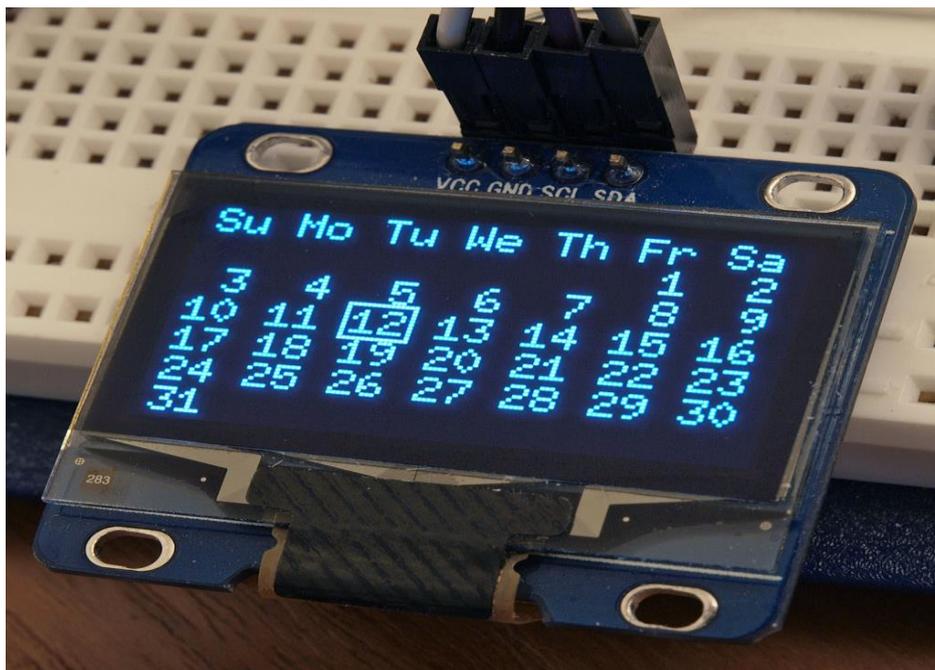


Figure III.39:Afficheur OLED

### III.4. Schéma électrique

#### *Sous Porteus*

Proteus est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société (labcenter Electronics), les logiciels inclus dans Proteus permettent la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) dans le domaine électronique. Deux logiciels principaux composent cette suite logicielle : ISIS, ARES, et deux systèmes de simulation PROSPICE et VSM.

Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique. De nombreuses entreprises et organismes de formation (incluant lycée et université) utilisent cette suite logicielle. Outre la popularité de l'outil, Proteus possède d'autres avantages

- Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et utiliser
- Le support technique est performant
- L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet [44].

Nous avons utilisé cette suite pour faire le dessin électrique correspondant au schéma électronique de notre application. Nous n'avons pas pu utiliser l'outil de simulation car la carte Wemos mini D1 n'est pas supportée par cette suite.

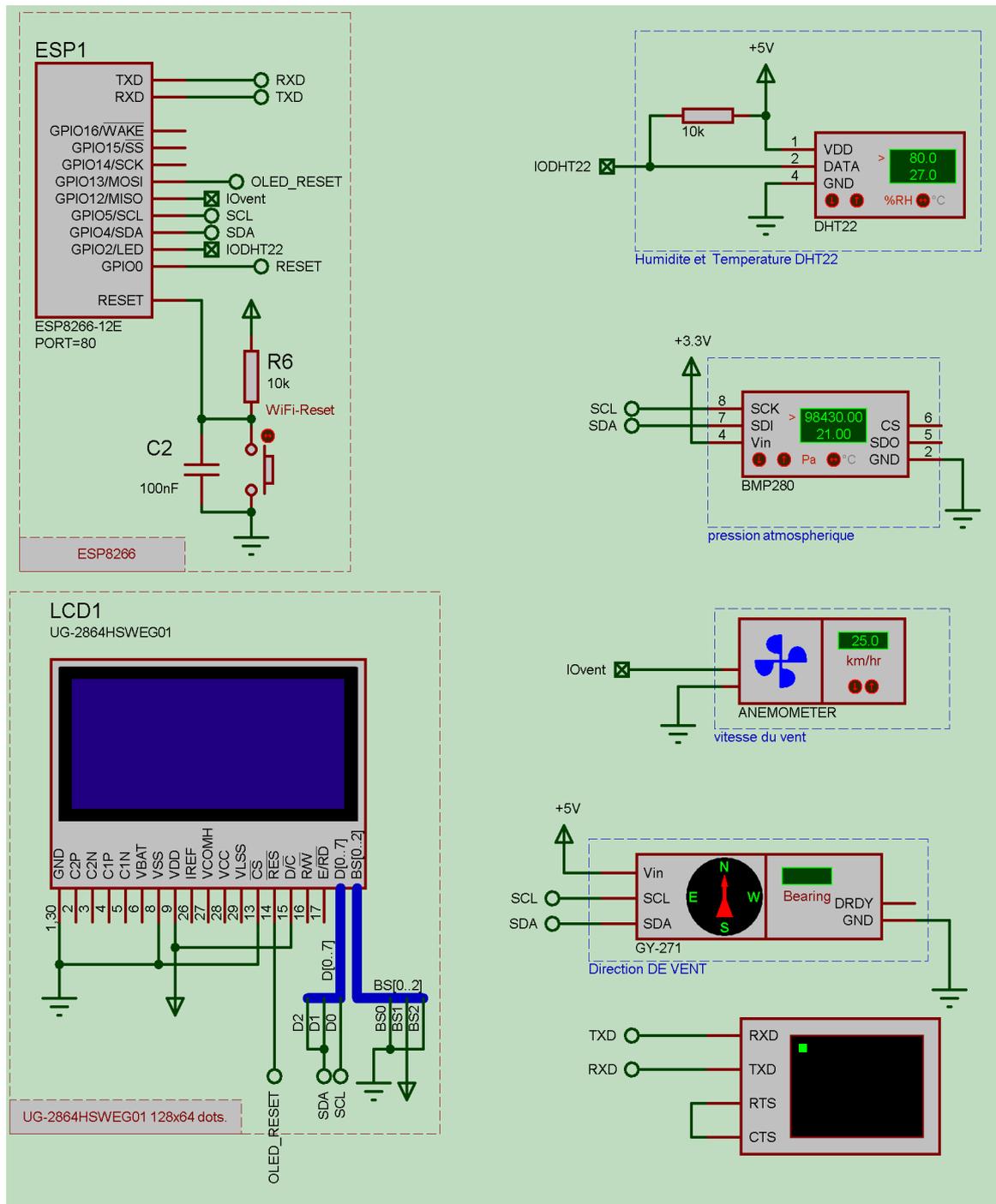


Figure III.40: Schéma Sous Porteurs

## III.5. partie logiciel

### III.5.1. Arduino

#### III.5.1.1. Définition

Arduino est une plate-forme électronique à code source ouvert basée sur du matériel et des logiciels faciles à utiliser. Les cartes Arduino peuvent lire les entrées (lumière sur un capteur, doigt sur un bouton ou message Twitter) et en faire une sortie: activer un moteur, allumer une LED, publier quelque chose en ligne. Vous pouvez dire à votre forum quoi faire en envoyant un ensemble d'instructions au microcontrôleur du tableau. Pour ce faire, vous utilisez le langage de programmation Arduino (basé sur le câblage ) et le logiciel Arduino (IDE) , basé sur (Processing) [45].

#### III.5.1.2. présentation de logiciel

##### *Logiciel*

C'est un logiciel de programmation par code, code qui contient une cinquantaine de commandes différentes. A l'ouverture, l'interface visuelle du logiciel ressemble à la Figure III.41 des boutons de commande en haut, une page blanche vierge, une bande noire en bas.

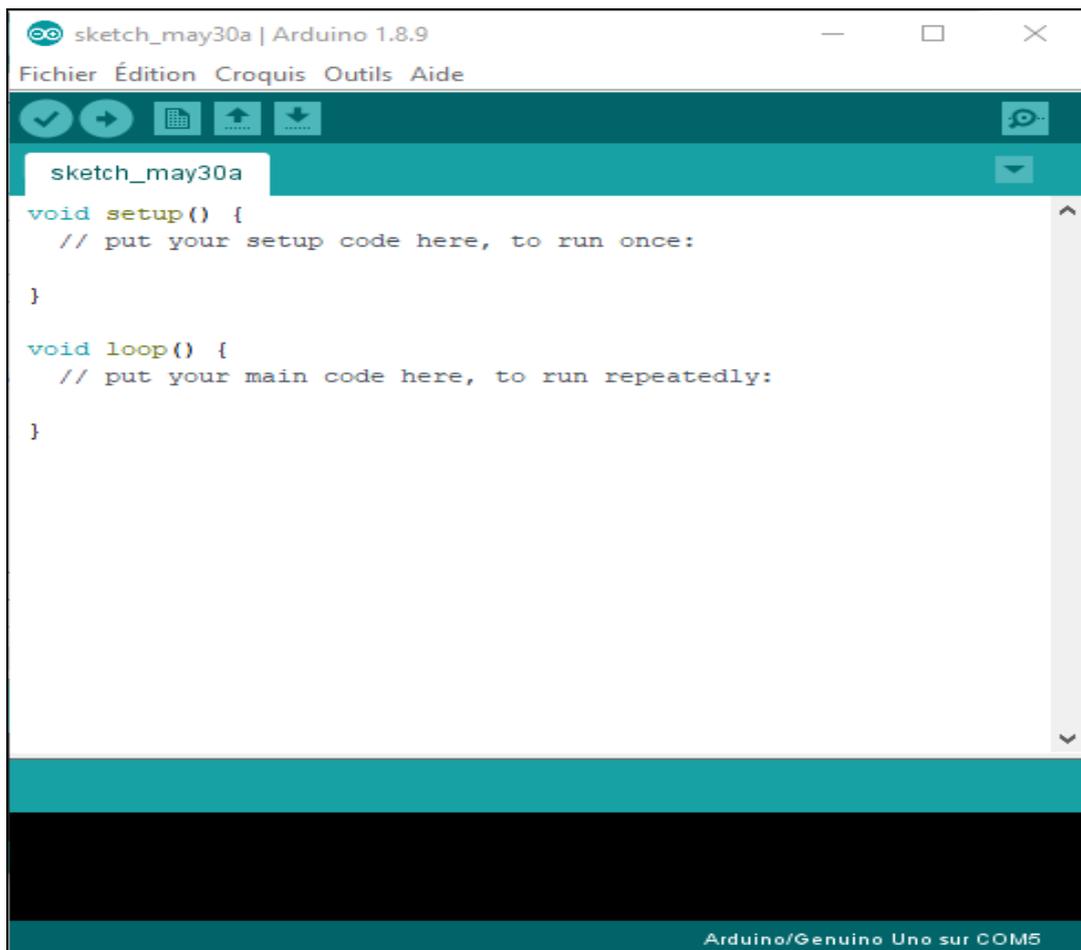


Figure III.41:Présentation IDE Arduino

- 1:option de configuration du logiciel.
- 2:boutons pour la programmation des cartes.
- 3: programme à créer.
- 5: débogueur (affichage des erreurs de programmation).

Le menu File dispose d'un certain nombre de choses qui vont être très utiles :

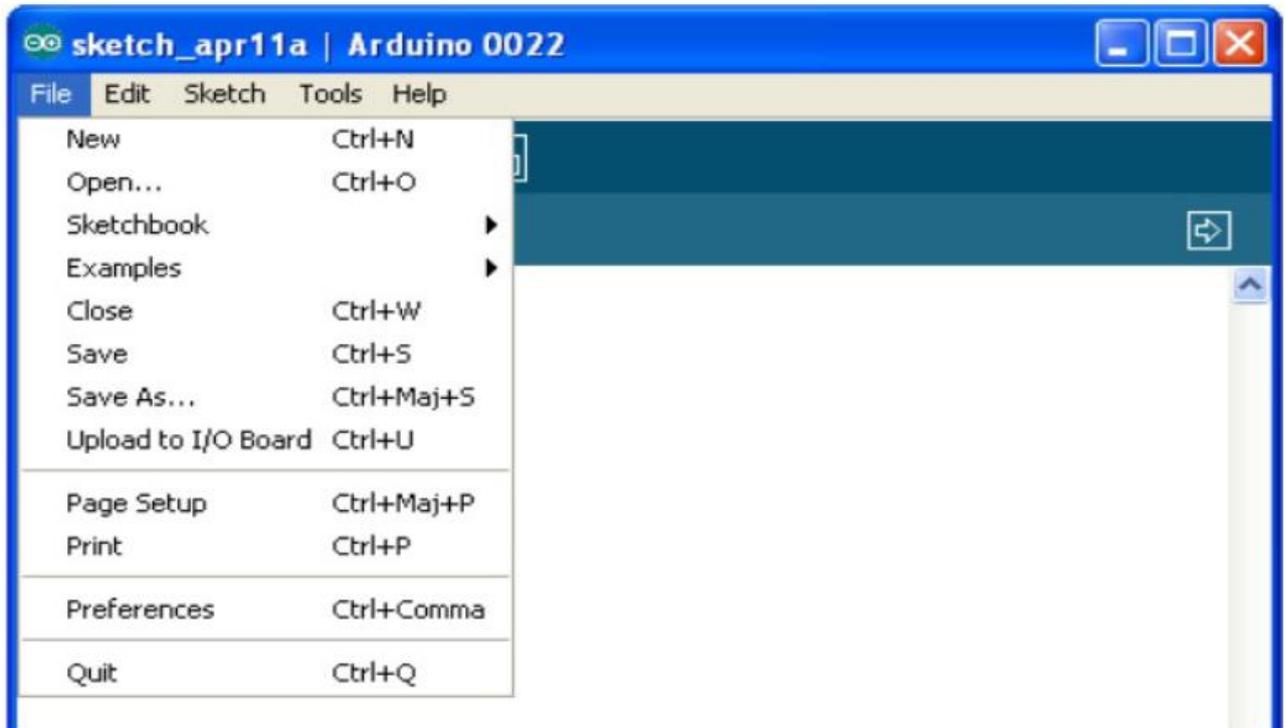


Figure III.42 : Le menu fichier sous Windows

*New (nouveau)* : va permettre de créer un nouveau programme. Quand on appuie sur ce bouton, une nouvelle fenêtre, identique à celle-ci, s'affiche à l'écran.

- *Open... (ouvrir)* : avec cette commande, on peut ouvrir un programme existant.
- *Save / Save as... (enregistrer / enregistrer sous...)* : enregistre le document en cours demande où enregistrer le document en cours.
- *Exemples (exemples)* : ceci est important, toute une liste se déroule pour afficher les noms d'exemples de programmes existant.

*Les boutons :*



**Figure III.43:Présentation des boutons du logiciel Arduino**

- 1 : permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans le programme.
- 2 : Créer un nouveau fichier.
- 3 : Sauvegarder le programme en cours.
- 4 : Liaison série.
- 5 : Stoppe la vérification.
- 6 : Charger un programme existant.
- 7 : Compiler et envoyer le programme vers la carte

Désigner le bon port Série (USB-Série) : [46].

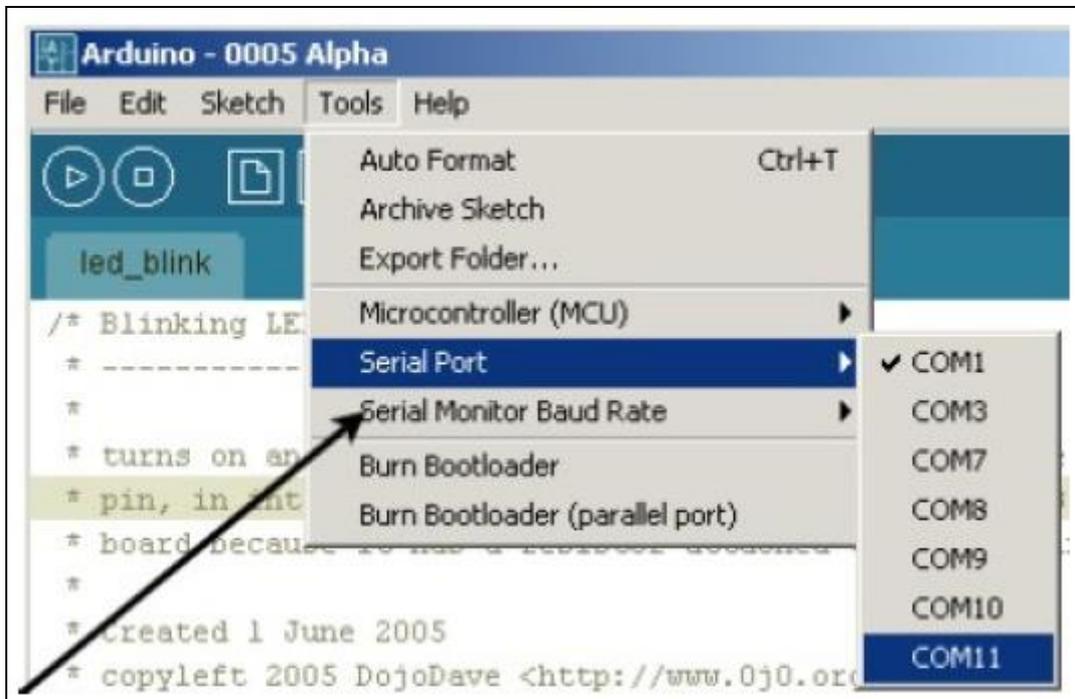


Figure III.44:Choisissez serial port

### III.5.1.3. Le but et l'utilisation du logiciel

Le système Arduino, nous donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Plus précisément, nous allons programmer des systèmes électroniques. Le gros avantage de l'électronique programmée c'est qu'elle simplifie grandement les schémas électroniques et par conséquent, le coût de la réalisation, mais aussi la charge de travail à la conception d'une carte électronique.

L'utilité est sans doute quelque chose que l'on perçoit mal lorsque l'on débute, mais une fois que vous serez rentré dans le monde de l'Arduino, vous serez fasciné par l'incroyable puissance dont il est question et des applications possibles [47].

#### **III.5.1.4. Langage**

Le projet Arduino était destiné à l'origine principalement à la programmation multimédia interactive en vue de spectacle ou d'animations artistiques. C'est une partie de l'explication de la descendance de son interface de programmation de Processing.

Processing est une librairie java et un environnement de développement libre. Le logiciel fonctionne sur Macintosh, Windows, Linux et Android [46].

#### **III.5.1.5. Les avantages de logiciel**

Les principaux avantages de l'électronique programmée sont :

- Simplifie grandement les schémas électroniques.
- Diminué le coût de la réalisation.
- La charge de travail à la conception d'une carte électronique.
- Environnement de programmation clair et simple.
- Multiplateforme : tourne sous Windows, Macintosh et Linux.
- Nombreuses bibliothèques disponibles avec diverses fonctions implémentées.
- Logiciel et matériel open source et extensible.
- Nombreux conseils, tutoriaux et exemples en ligne (forums, site perso, etc.).
- Existence de « shield » (boucliers en français) [5].

### III.6. Gestion de communication avec Blynk

Pour notre projet on a choisi Blynk comme outil pour la collecte des données météo

#### *Configuration de Blynk :*

- Créez un nouveau projet dans l'application Blynk.
- Écrivez le nom du projet et sélectionnez Wemos dans la liste déroulante.
- Un jeton AUTH sera envoyé à l'adresse email enregistré,
- A travers l'application sous Android ou IOS on développe directement son application à l'aide de Widget Box on ajoutant des jauges (Gauges), des graphes (Graphes) ou simplement de l'affichage avec « Value Display » ou « beled Value », ces différents éléments permettent de récupérer les valeurs mesurées dans notre station météo à l'aide de broches virtuelles.

*Remarque:* Il est important de mettre à jour les identifiants (AUTH Blynk), (WIFI\_PASSWORD) et(WIFI\_SSID) dans le code.

Le (WIFI\_PASSWORD) et (WIFI\_SSID) c'est pour permettre à l'ESP8266 de se connecter au réseau wifi (le point d'accès internet disponible), par contre (AUTH Blynk) qui est propre à l'application qui tourne sur Android ou IOS et sert à identifier le matériel avec lequel elle doit communiquer [48].

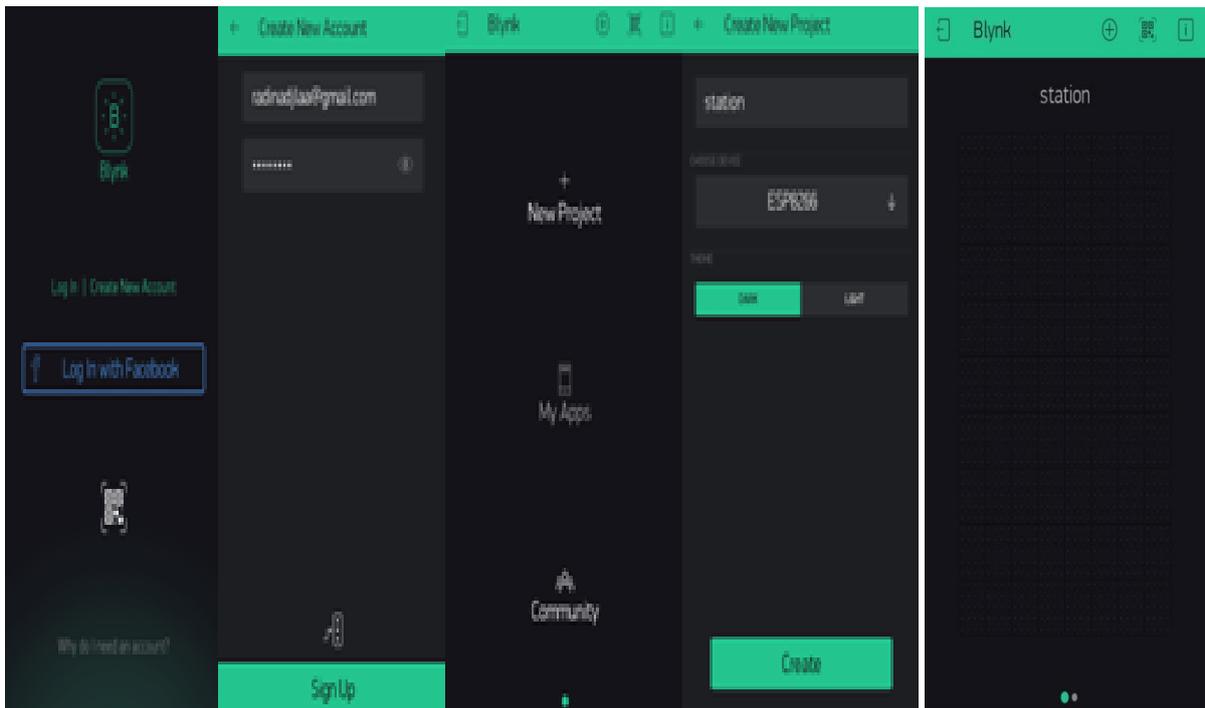
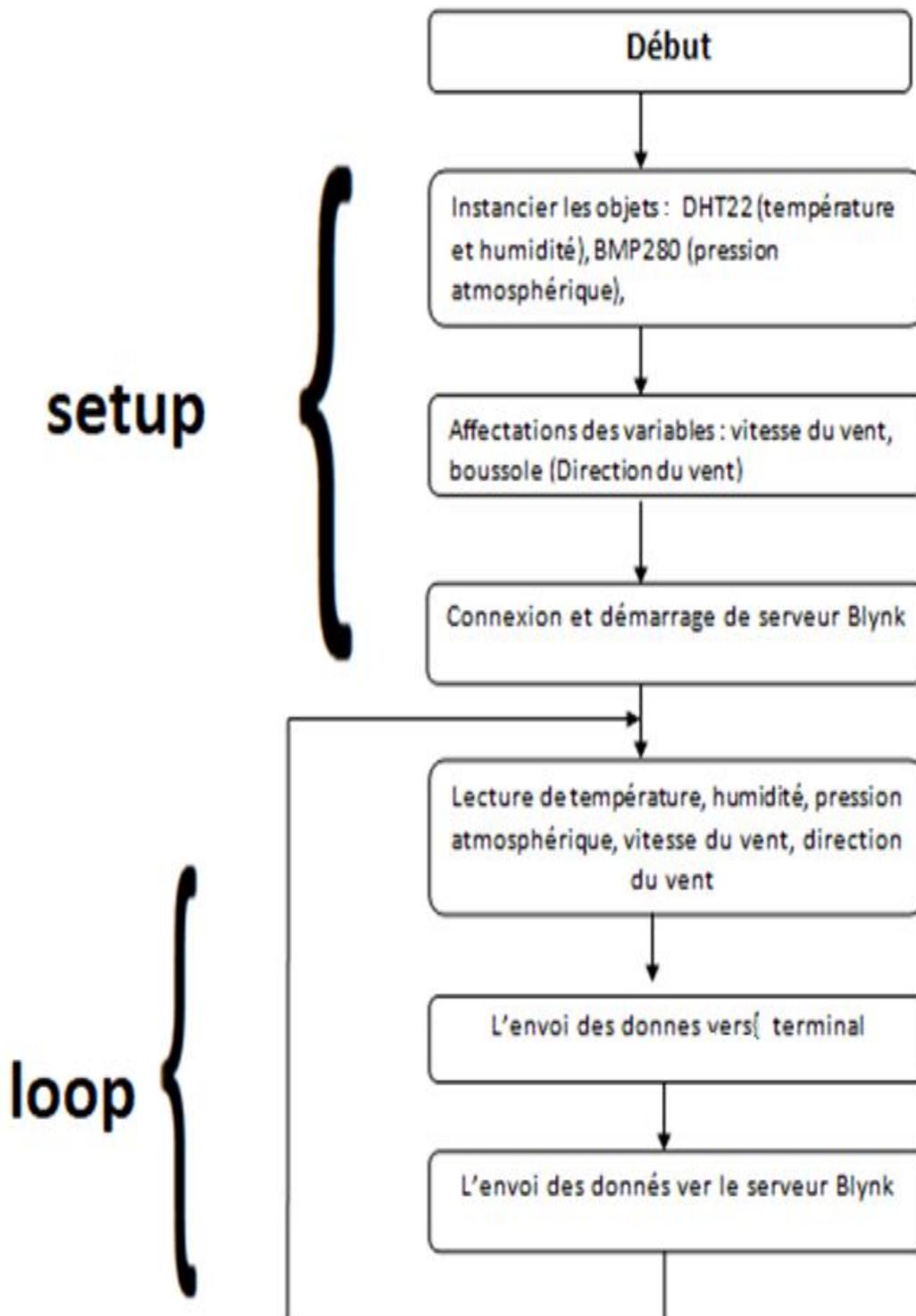


Figure III.45: Blynk

## III.7. Partie programmation

### III.7.1. L'organigramme



### III.7.2. Programme utilisé

```

StationMeteoV5 §
/*****
projet de fin d'étude : Réalisation d'une station météo connecté
Année:2018/2019
master 2 en Télécommunication
spécialité:Réseau et Télécommunication
Présenté par :
    foufou nour elhouda
    radi nadjlaa

Description :
Ce programme va gérer la station météo connecté.
Il va lire la température, l'humidité, la pression atmosphérique ,
la vitesse et direction du vent.
Il va afficher ces paramètres sur le terminal et les envoyer via le réseau wifi
pour être afficher sur smartphone ou tablette à travers l'application Android (Blynk).
*****/

/* Comment this out to disable prints and save space */
/*the functions necessary for the use of the server Blynk
with wemos mini D1(ESP8266). */
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <DHT.h> // the class to use the DHT22 component.
//the class to use the BME/p280.
#include <Adafruit_Sensor.h> //the class to use the BME/p280.
#include "SparkFunBME280.h"
#include "Wire.h" //the class to use the boussole and GY-271.
#include "SPI.h" //Because library supports SPI connection.

```

```

#include <MechaQMC5883.h> //the class to use the QMC5883.
#include <math.h> //to calculate the arctang.

char auth[] = "7982edfdaffd4e5b924444b604d4bbbff";// the authentication token for the Blynk application.
//ssid and password for the router.
char ssid[] = "DJAWEB_13F1C";
char pass[] = "alim.1321";
#define DHTPIN 2 //the pin of wemos moniDl that is connected or DHT22.

//use of DHT22
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22, AM2302, AM2321.
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //declaration of DHT22.
BME280 bmp; //declaration of BME/P280.
MechaQMC5883 qmc; //declaration ofQMC5883.
BlynkTimer timer; //declaration of BlynkTimer.

float vitesse()
{
// Variables used
int IOVent = 12; // GPIO12 IOVent
unsigned long periode; //measured period
unsigned long frequence; //measured frequency
unsigned long etat_haut; //duration etat_haut
unsigned long etat_bas; //duration etat_bas

int encoches = 2; //number of notches in the encoder wheel (1 or more)

// calculate the angle in degrees from the north
angle = atan2((double)mx, (double)my) * 180 / PI;
return (angle);
}

void sendSensor()
{
dht.begin(); // for the DHT22 module
float h = dht.readHumidity(); //reading from Humidity
float t = dht.readTemperature(); // reading from Temperature
//float h = 50;
//float t = 45;
float p = bmp.readFloatPressure() / 100; // reading from Pressure
float dv = boussole(); // reading from boussole
float vv = vitesse(); // reading from vitesse

//or case there is an error reading module DHT22
if (isnan(h) || isnan(t)) {
Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
return;
}
//data display on the terminal
Serial.print("Temp = ");
Serial.print(t);
Serial.print(" Humi = ");
Serial.println(h);
Serial.print(" Pres = ");
Serial.println(p);
Serial.print(" DVent = ");

```

```
Serial.print(" DVent = ");
Serial.println(dv);
Serial.print(" VVent = ");
Serial.println(vv);

// sent by the Blynk application on virtual pines
Blynk.virtualWrite(V5, (int)h);
Blynk.virtualWrite(V6, (int) t);
Blynk.virtualWrite(V7, (int)p);
Blynk.virtualWrite(V8, (int)dv);
Blynk.virtualWrite(V9, (int)vv);
}

void setup()
{
//start the serial communication
Serial.begin(9600);

Blynk.begin(auth, ssid, pass); // start the Blynk server.
// server specification.
//Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk-cloud.com", 80)
//Blynk.begin(auth, ssid, pass, IPAddress(192,168,1,100), 8080);

dht.begin(); //start the DHT22
// BMEP280 sensor configuration
bmp.settings.commInterface = I2C_MODE;
bmp.settings.I2CAddress = 0x76;
bmp.settings.runMode = 3;
bmp.settings.tStandby = 0;
```

```

bmp.settings.filter = 0;
bmp.settings.tempOverSample = 1 ;
bmp.settings.pressOverSample = 1;
bmp.settings.humidOverSample = 1;
Serial.println("Starting BME280... ");
delay(10); // waiting for the start of the sensor. 2 ms minimum
/* // loading the sensor configuration*/
bmp.begin();

// For the GY-271 module
qmc.init();

// Setup a function to be called every second
timer.setInterval(5000L, sendSensor);
}

void loop()
{
  Blynk.run(); //start the server Blynk
  timer.run(); //start the timer
}

```

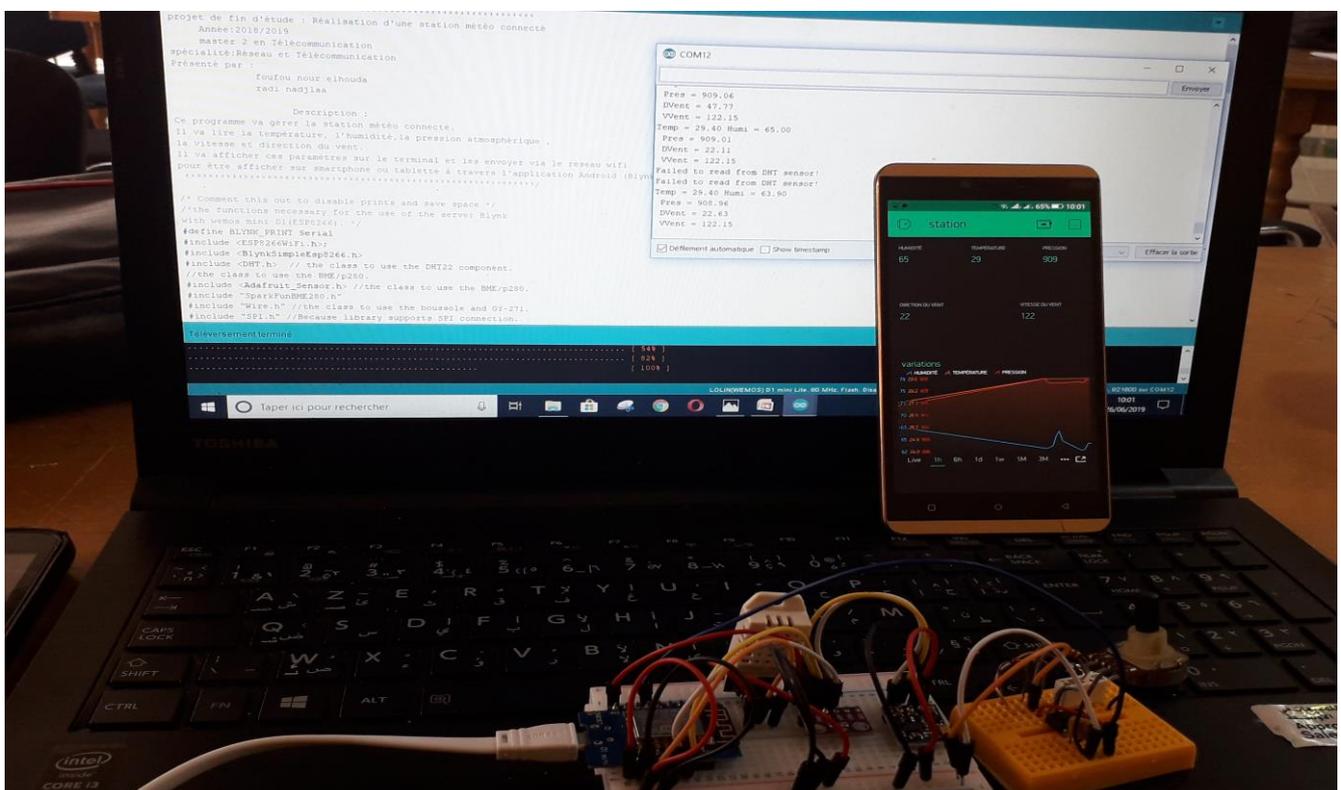


Figure III.46: Résultat final

### **III.8. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons fourni une explication détaillée de la méthode de conception et réalisation de notre station météo et la méthode suivie pour envoyer les données vers l'application Smartphone « Blynk ».

Nous avons fait des mesures expérimentales en dehors du laboratoire pour voir comment les phénomènes physiques (température, humidité, pression atmosphérique, vitesse et la direction du vent) varies .Les résultats des mesures en une journée sont montrés.

# **Conclusion générale**

### Conclusion général

Au bout de notre cursus en master "réseau et télécommunication " nous avons été chargés de réaliser un projet de fin d'études. Notre travail consisté en la réalisation d'une station météo connecté.

Nous avons réalisé un système de mesure en temps réel de l'ensemble des phénomènes physiques en utilisant une carte wemos mini D1 qui en même temps permet de gérer la station météo, le rôle de la carte wemos mini D1 est de traiter et convertir les données délivrées par les capteurs utilisées. Au début nous avons essayé de relier le système de mesure au support d'affichage (PC) par un câble USB pour vérifier le bon fonctionnement des capteurs. Le programme écrit sur l'IDE d'Arduino permet d'afficher les résultats sur le moniteur série.

La deuxième partie de ce travail consiste à créer un autre programme capable d'afficher les résultats en temps réel sur une application Smartphone appelée "Blynk" sous forme de graphe en fonction du temps. en utilisant la liaison wifi de la carte Wemos mini D1.

### Perspective

Nous voulons créer une application spéciale pour notre station météo afin de faciliter la réception des informations et elle reçoit des notifications plus elle sera gratuite.

on peut projette aussi d'ajouté certaine autre paramètre telle que l'altitude, niveau de pluviométrique ect.....

# Bibliographie

- [1] Hilab Mouaiz (Réalisation d'une station météorologique à base d'Arduino UNO) mémoire de master, Université Mohamed Khider Biskra juin 2018
- [2] <http://www.meteofrance.fr/nous-connaître/decouvrir-la-meteorologie/notre-histoire> (11/02/2019)
- [3] <http://www.espacearchitectesetimmobiliers.com/les-trois-fonctions-dune-station-meteo/> (11/02/2019)
- [4] Vincent Luyet : Avec la participation d'Henri Bossert, Benoît Le Bocey, Jean François Roux, Jean Luc Berenguer, Stefano Solarino, Gabriela Schwarz-Zanetti, Martine Rebetez, Monica Ponzone, Roberto Cremonini ; Stations météo ; Février 2010
- [5] ALLAM Yassine «Etude et réalisation d'une station météo connectée par wifi » UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA -2016/2017.
- [6] <http://ibni.over-blog.com/article-cours-capteurs-intelligents-insa-87941667.html> (11/02/2019)
- [7] Boucherifi-aoul Djalal-eddin & Kwangaya Ibrahim IDD ; Etude et réalisation d'un capteur de température basé sur le Ds18B20 ,Master, Université Aboubekr Belkaïd – Tlemcen juin 2016
- [8] [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.lmdindustrie.com/content/guides/achat/Detecteur\\_de\\_temperature\\_201410.pdf&ved=2ahUKEwiylcrG-tXiAhXBxoUKHSoFD5UQFjAAegQICRAB&usq=AOvVaw3W\\_NvIPEaORdwTzs6ecpEV&cshid=1559862206397318](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.lmdindustrie.com/content/guides/achat/Detecteur_de_temperature_201410.pdf&ved=2ahUKEwiylcrG-tXiAhXBxoUKHSoFD5UQFjAAegQICRAB&usq=AOvVaw3W_NvIPEaORdwTzs6ecpEV&cshid=1559862206397318) (11/02/2019)
- [9] <http://www.berthold.fr/ref/capteur-d-humidite.html> (12/02/2019)
- [10] <https://boutique.semageek.com/fr/441-capteur-d-eau-grove.html>(12/02/2019)
- [11] <http://mohammed.berrada.over-blog.com/article-mesure-pression-atmospherique-technique-applications-86186760.html>(12/02/2019)
- [12] MAAFA ABDELKADER ; Réalisation d'une station météorologique ; UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA ; Année : 2018
- [13] <https://www.pcefrance.fr/mesureurs/anemometres.htm?fbclid=IwAR0eS8PdNGfvSX9j1EiN10ysZI1MI3mUn89dZUZGz57LCpTZdeDeMVaucAw>(15/02/2019)
- [14] <https://www.objet-connecte.info/station-meteo/>(22/02/2019)
- [15] <https://www.omega.fr/prodinfo/acquisition-de-donnees.html> (22/02/2019)

- [16] <http://www.la-definition.fr/definition/radiofrequenc> (22/02/2019)
- [17] <https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203383-ethernet-definition/> (02/03/2019)
- [18] <https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203421-wifi-definition/>(02/03/2019)
- [19] <https://www.maison-ip.fr/station-meteo-connectee/>(02/03/2019)
- [20] CHARIK Abderraouf ; DOUIBI Housseem ; ZERGOT Tahar Mostapha ; Réalisation d'un système intelligent pour l'agriculture, master ; Université AbouBakr Belkaid– Tlemcen ; 13 juin 2017
- [21] [http://www.europ-computer.com/dossiers/dossier\\_5\\_13.html](http://www.europ-computer.com/dossiers/dossier_5_13.html)(7/03/2019)
- [22] <https://www.ionos.fr/digitalguide/serveur/know-how/serveur-web-definition-bases-astuces-et-logiciels/>(07/03/2019)
- [23] <https://www.rs-online.com/designspark/thingspeak-a-free-internet-of-things-iot-platform-fr>(07/03/2019)
- [24] <https://www.3il-ingenieurs.fr/la-nouvelle-station-meteo/>(07/03/2019)
- [25] <https://community.thingspeak.com/tutorials/arduino/send-data-to-thingspeak-with-arduino/>(11/03/2019)
- [26] <https://www.supinfo.com/articles/single/6558-blynk-gestion-gpio>(11/03/2019)
- [27] <https://booteille.github.io/blynk-docs-fr/>(15/03/2019)
- [28] [https://projetsdiy.fr/nouveaute-wemos-d1-mini-pro-xi-sht30/?fbclid=IwAR0W7Nveg4V8EfNphHeA56Gknd0vF6xuenQuqmcmFI4Y2FSC360Ce0skJo8#Presentation de la nouvelle Wemos D1 Mini Pro](https://projetsdiy.fr/nouveaute-wemos-d1-mini-pro-xi-sht30/?fbclid=IwAR0W7Nveg4V8EfNphHeA56Gknd0vF6xuenQuqmcmFI4Y2FSC360Ce0skJo8#Presentation%20de%20la%20nouvelle%20Wemos%20D1%20Mini%20Pro)(15/03/2019)
- [29] <http://www.projetsgeii.iutmulhouse.uha.fr/station-meteo-2/>(15/03/2019)
- [30] <https://arduino103.blogspot.com/2017/11/lesp8266-facon-wemos.html>(20/03/2019)
- [31] <https://electroniqueamateur.blogspot.com/2018/10/les-cartes-wemos-d1-et-wemos-d1-mini.html?fbclid=IwAR0MjVxg1QUQw14pJLiwgoI1eFUPboFffBDs7gWWJFM60Bc0KibCCDIXs3w>(4/04/2019)
- [32] <https://boutique.semageek.com/fr/416-dht22-capteur-de-temperature-et-humidite-digital.html>(4/04/2019)
- [33] [https://www.carnetdumaker.net/articles/utiliser-un-capteur-de-temperature-et-dhumidite-dht11-dht22-avec-une-carte-arduino-genuino/?fbclid=IwAR01QCm\\_rNt7og3UbMqTt1o-lZkshTGotpvo2\\_NoegNnHVvG\\_CsfK0cH3TrA#le-protocole-de-communication](https://www.carnetdumaker.net/articles/utiliser-un-capteur-de-temperature-et-dhumidite-dht11-dht22-avec-une-carte-arduino-genuino/?fbclid=IwAR01QCm_rNt7og3UbMqTt1o-lZkshTGotpvo2_NoegNnHVvG_CsfK0cH3TrA#le-protocole-de-communication)(10/04/2019)

- [34] <https://www.digikey.fr/fr/product-highlight/b/bosch-sensortec/bmp280-barometric-pressure-sensor>(25/04/2019)
- [35] [https://www.bosch-sensortec.com/bst/products/all\\_products/bme280](https://www.bosch-sensortec.com/bst/products/all_products/bme280)25/04/2019)
- [36] <https://boutique.semageek.com/fr/830-capteur-barometrique-bmp280-grove.html>(05/05/2019)
- [37] <https://www.tubefr.com/comment-utiliser-le-capteur-adafruit-bmp280-tutorial-arduino.html>(15/05/2019)
- [38] [https://www.pce-instruments.com/french/régulation-et-contrôle/sensorique/capteur-de-vent-kat\\_162215.htm?fbclid=IwAR0ZzU0XObFOLU2aHqC7Hkl5Y9nAqjvSYKV2I5L\\_6aHrzu4tNJhbsGe-ZLA](https://www.pce-instruments.com/french/régulation-et-contrôle/sensorique/capteur-de-vent-kat_162215.htm?fbclid=IwAR0ZzU0XObFOLU2aHqC7Hkl5Y9nAqjvSYKV2I5L_6aHrzu4tNJhbsGe-ZLA)(18/05/2019)
- [39] <http://tiptopboards.com/215-capteur-de-vitesse-de-rotation-par-fourche-optique.html>(18/05/2019)
- [40] <http://french.arduinstarterskit.com/sale-10907939-gy-271-hmc5883l-arduino-sensor-module-electronic-compass-module-three-axis-for-magnetic-field.html>(18/05/2019)
- [41] <https://e.banana-pi.fr/inertiels/402-gy-273-hmc5883l-boussole-3-axes.html>(10/06/2019)
- [42] [https://shop.thingerbits.lk/gy-271-hmc5883l=3-axis-compass-magnetometer-module?fbclid=IwAR0NyPGZy2Q29FtIkGaqdCu\\_RrY-mws2nG3oh--yBOsYpwTxjFCiL6ukXjQ](https://shop.thingerbits.lk/gy-271-hmc5883l=3-axis-compass-magnetometer-module?fbclid=IwAR0NyPGZy2Q29FtIkGaqdCu_RrY-mws2nG3oh--yBOsYpwTxjFCiL6ukXjQ)(10/06/2019)
- [43] [https://www.sonelec-musique.com/electronique\\_theorie\\_afficheurs\\_oled.html](https://www.sonelec-musique.com/electronique_theorie_afficheurs_oled.html)(10/06/2019)
- [44] <http://www.elektronique.fr/logiciels/proteus.php>(15/06/2019)
- [45] <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>(20/06/2019)
- [46] Ben khalfa Ismail ; Réalisation d'un système de contrôle autour de Raspberry Pi pour la domotique ; Soutenu le : 23Juin 2018
- [47] Arduino pour bien commencer en électronique et en programmation ; Licence Créatives Commons BY-NC-SA 2.0 ; Dernière mise à jour le 4/08/2012
- [48] <https://www.instructables.com/id/Temperature-and-Humidity-Meter-With-Blynk-App/>(20/06/2019)

