



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE
LA TERRE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : ST Filière : Génie électrique

Spécialité : électronique des systèmes embarqués

Présenté par :

NEDJAR Lynda & ABAICHE Karima

Thème

**Contribution au contrôle d'une station de météo avec
THING-SPEAK, MATLAB, et via application
téléphonique**

Soutenu le :/...../2022

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>HAROUN Smail</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>AIT ABBAS Hamou</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Promoteur</i>
<i>ASRADJ Zahir</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Examineur</i>

Année Universitaire : 2021/2022

Dédicace 1

Merci mon Dieu de m'avoir donné la force et

le courage Je dédie ce travail à :

*A la mémoire de ma grand-mère que Dieu
l'accueille Dans son vaste paradis,*

*Mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur
amour, Leur tendresse, leur soutien et leurs
prières tout au long de Mes études,*

*A mon mari Tarek pour son encouragement,
permanents Et son soutien moral avec un
grand amour,
Et à ma belle-famille,*

*A mes chères sœurs Nassima et kahina et mes
frères Saïd, Omar, Ghanem pour leur soutien,*

*A tout mes oncles et toutes mes
tantes Et leurs enfants,*

*A mon binôme Karima et sa
famille, Et A tous mes amis,*

*A toutes les personnes que je porte dans mon
cœur*

Merci d'être toujours là pour moi.

Lynda

Dédicace 2

*Avec l'expression de ma reconnaissance je dédie ce travail
à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je
n'arrivais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

**A MON DIEU QUI MA DONNER LA FORCE ET LE
COURAGE**

*A ma très chère mère
Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te
remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta
bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a
toujours été ma source de force pour affronter les
différents obstacles.*

*A mon très chère père
Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et
m'encourager.
Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mes très chers frères Foudil, Mohamed Amine
, Khaled, Hichem.*

*A mes grands-parents et mes tantes et mes oncles et tous
les cousins les amis*

*Et sans oublier mon binôme Lynda et sa famille pour son
soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au
long de projet*

KARIMA

Remerciements

Ce travail est l'aboutissement d'un dur labeur et de beaucoup de sacrifices; nos remerciements vont D'abord au Créateur de l'univers qui nous a dotés D'intelligence, et nous a maintenu en santé pour mener à bien cette année d'étude.

On tient aussi à adresser nos remerciements à nos famille, et plus précisément à nos parents qui nous ont toujours soutenus et poussés à continuer nos études. Ce présent travail a pu voir le jour grâce à leur soutien.

Nous tenons à remercier grandement notre Encadreur Mr: AIT ABBAS HAMOU Pour sa grande disponibilité et ses précieux conseils.

Nous remercions également tous les enseignants du département génie électrique d'université de Bouira plus spécialement les membres de jury de notre travail.

Merci à tous.

Résumé

Dans ce travail nous allons réaliser une station météo connectée pour obtenir des informations en temps réel sur les paramètres environnementaux locaux. Utilisant une acquisition des données grâce à des capteurs électronique : de température d'humidité, de pression atmosphérique et de luminosité, et un capteur de pluie.

Sont tous câblés sur une plaque électronique. Les données récupérées sont traitées par une unité de traitement à base d'une carte Arduino. Cette carte basée sur l'ESP32 permet de transférer les différents paramètres vers une application téléphonique « ThingView » installé sur Smartphone grâce à la liaison wifi connecté au site web ThingSpeak serveur site web HTML

Les mots clé : Station Météo, Capteur, Arduino, ThingSpeak, ThingView, HTML.

Table de matière

I.1.	Introduction	2
I.2.	Définition d'une station météo	2
I.3.	Historique	3
I.4.	L'utilité d'une station météo	4
I.5.	Les types des stations météos	4
I.5.1.	La station météo classique (avec capteurs)	5
I.5.2.	La station météo connectée	5
I.6.	les fonctions d'une station météo	6
I.7.	Les variables des stations météos à mesurer	7
I.7.1.	Température	7
I.7.2.	Humidité	7
I.7.3.	pression atmosphérique	8
I.7.4.	les précipitations	9
I.7.5.	L'intensité lumineuse	10
I.8.	Les appareils des mesures et l'unité de météo	11
I.8.1.	Les thermomètres	11
I.8.2.	L'hygromètre	12
I.8.3.	le baromètre	13
I.8.4.	le pluviomètre	13
I.8.5.	La mesure de l'intensité lumineuse	14
I.9.	les objectifs de la météorologie :	15
I.10.	les profils intéressés par les stations météo	15
I.11.	Conclusion :	16
II.1.	Introduction	17
II.2.	Définition d'une station connectée	17
II.3.	Schéma synoptique	18
II.4.	Partie matérielles	18
II.4.1.	Carte ESP32	18
II.4.1.1.	Définitions	18
II.4.1.2.	Installation du module complémentaire ESP32 dans L'IDE Arduino [14]	19
II.4.1.3.	Caractéristique de la carte ESP32	21
II.4.2.	Capteur de pression barométrique(BMP280)	21
II.4.2.1.	Description du capteur	21
II.4.2.2.	Principales caractéristiques du BMP280	21
II.4.3.	Capteur de pluie	22
II.4.3.1.	Définitions	22
II.4.3.2.	caractéristique de capteur de pluie	22
II.4.4.	Capteur de luminosité	23

Table de matière

II.4.4.1.définition.....	23
II.4.4.2.Caractéristique	23
II.4.5.Capteur DHT11	24
II.4.5.1 .Définition.....	24
II.4.5.2.Caractéristique	24
II.5.Partie logiciel.....	25
II.5.1.Arduino.....	25
II.5.1.1.définition.....	25
II.5.1.2 Désigner le bon port Série (USB-Série) [23].	26
II.5.2.Fritzing	26
II.6.Partie affichage	27
II.6.1 ThingSpeak.....	27
II.6.1.1Définition.....	27
II.6.1.2Configuration de ThingSpeak	27
II.6.1.3.L'affichage	27
II.6.2.HTML.....	28
II.6.2.1.Définition.....	28
II.6.3. L'application téléphonique ThingView.....	28
II.6.3.1.Définition.....	28
II.7.Conclusion.....	29
III.1.Introduction	30
III.2. Description du schéma synoptique du système de mesure	30
III.3.Conception et réalisation du système de mesure.....	31
III.3.1.La configuration des différents capteurs avec la carte Arduino ESP32.....	31
III.3.1.1.Capteur de pluie.....	31
III.3.1.2.Capteur DHT11	32
III.3.1.3.Capteur BMP280	33
III.3.1.4.Capteur LDR	33
III.3.2.configuration de carte ESP 32avec les différents capteurs.....	34
III.3.2.1.Explication du montage	34
III.3.2.2.Programmation de carte ESP32	35
III.3.2.3. Tests et résultats.....	36
III.4.Transfert des données au site ThingSpeak.....	36
III.4.1.Transmission à distance des données.....	37
III.4.2.Tests et Résultats	39
III.5.Transfert des données au site HTML (langage à balises des pages WEB et des interfaces)	40
III.5.1.Transmissions des données au serveur Web HTML.....	40
III.5.2.Envoyer des données	41
III.5.3.Testes et résultats.....	41

Table de matière

III.6.Affichage des donnes sur l'application ThingView	42
III.6.1.Teste et résultats	43
III.7.Conclusion	45
Conclusion Générale	46
Perspective	47

Liste des figures

Figure 1:station météo	3
Figure 2:Station météo classique	5
Figure 3: station météo connecté	5
Figure 4:Température	7
Figure 5:Humidité	8
Figure 6:Pression Atmosphérique	9
Figure 7:quantité de précipitations	10
Figure 8;L'intensité lumineuse.....	10
Figure 9:Thermomètre liquide.....	11
Figure 10:Thermomètre électronique	12
Figure 11:Cadran d'hygromètre	12
Figure 12:Baromètre	13
Figure 13:pluviomètre à lecture directe	14
Figure 14:Photodiode	14
Figure 15:Photorésistance	15
Figure 16:station météo connecté.....	17
Figure 17:schéma synoptique de système à connecté	18
Figure 18:Carte ESP 32.....	19
Figure 19 :data-logging	19
Figure 20:code- Test.....	20
Figure 21:Boards Manager (ESP32 Instalng)	20
Figure 22:Boards Manager (ESP32 Installed)	20
Figure 23:Capteur BMP280	21
Figure 24:capteur de pluie	22
Figure 25: capteur LDR.....	24
Figure 26:Capteur DHT11.....	24
Figure 27:Présentation IDE Arduino	25
Figure 28:la Barre d'actions.....	25
Figure 29:Choisissez serial port	26
Figure 30:schéma explicatif de logiciel fritzing	26
Figure 31:Les résultats de ThingSpeak d'afficher en temps réel	28
Figure 32:le principe de HTML.....	28
Figure 33: Interface de L'application(ThingView).....	29
Figure 34:le schéma synoptique de système	31
Figure 35:schéma Fritzing de capteur de pluie avec ESP32	32
Figure 36:Schéma Fritzing de capteur DHT11 avec ESP32	32
Figure 37:schéma Fritzing de capteur BMP280 avec ESP32	33
Figure 38:schéma Fritzing de capteur LDR avec ESP32.....	34
Figure 39:schéma de montage global avec le logiciel Fritzing	34
Figure 40:l'organigramme de mesure de captures	35
Figure 41:le montage du système de mesure	36
Figure 42:les résultats des mesures affichées sur le moniteur série.	36
Figure 43:L'organigramme de transmission des données.....	38
Figure 44:les résultats sur le site ThingSpeak.....	39
Figure 45:Sélection moniteur série.....	40
Figure 46:voie série, vitesse	41
Figure 47:Résultats avec moniteur série.	41
Figure 48:Affichage des donnes sur le site WEB HTML	42
Figure 49:channel ID.....	42
Figure 50:API KEY.....	43
Figure 51:les résultats affichés sur l'application ThingView.....	44

Liste des abréviations

PC	Personal Computer
TCP	Transmission Control Protocol
IP	Internet Protocol
ISO	International Organization for Standardization
Pa	Pascal
HPa	Hectopascal
GPS	Global Position System
CEM	Compatibility Electromagnétique
I2C	Inter Integrated Circuit Bus
SPI	Serial Peripheral Interface
VCC	Voltage
GND	Ground (mass)
LDR	Low Dynamic Range
USB	Universal Serial Bus
WEB	World English Bible
WIFI	Wireless Fidelity
ESP32	Espressif Systems
DHT11	Dihydrotestostostérone Humidity Temperature
BMP280	Barometer de Pression
IDE	Investissements Directs à l'Etrange
LED	Light Emitting Diode
http	Hypertext Transfer Protocol
API	Application Program Interface
ID	Identification
CPU	Central Processing Unit
IOT	Internet Of Things
IDO	Internet Des Objet

Introduction
Générale

Introduction générale

Introduction Générale

A notre époque la nécessité d'obtenir des informations en temps réel sur les paramètres environnementaux locaux est très importante. Avec ce projet a comme objectif de réaliser une station météo numérique qu'est composé d'un ensemble de capteurs qui relève des mesures relatives au climat telles que la température, la pression atmosphérique l'humidité dans l'air, luminosité, la quantité précipitations pluviométriques et les transmettent à un afficheur ou un autre périphérique de traitement. On va se fournir 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 de mesure en temps réel des phénomènes physiques existant. Cette station sera un projet expérimental. Les données sont traitées dans l'unité de traitement et de commande à base de carte Arduino ESP32. L'affichage des résultats est assuré par des courbes sur le site web choisi s'appel: 'ThingSpeak' .et des options téléphoniques site web html.

Afin d'organiser la présentation de notre travail nous avons organisé ce mémoire sous forme d'une introduction générale, trois chapitre et une conclusion générale.

Pour ce faire nous avons subdivisés en :

- Le premier chapitre est consacré aux descriptions de différentes grandeursmétéorologiques et les instruments utilisés pour les mesurer.
- Le deuxième chapitre est consacré à la présentation du matériel et logiciel utilisés avecleur caractéristique et partie affichage.
- Le troisième chapitre porte sur les différentes étapes de conception et réalisation dusystème de mesure météorologique.

La conclusion synthétise le travail réalisé et ouvre la voie sur quelques perspectives qui peuvent être développées.

Chapitre I

Les

Généralités d'une

Station Météo

I.1. Introduction

Aujourd'hui, l'électronique est de plus en plus remplacée par l'électronique programmée. On parle aussi de système embarquée ou d'informatique embarquée. Son but est de simplifier les schémas électroniques et par conséquent réduire l'utilisation des composants électroniques, réduisant ainsi le coût de fabrication d'un produit. Il en résulte des systèmes plus complexes et performants pour un espace réduit [1].

Dans ce chapitre nous présenterons un descriptif détaillé d'une station météo en général pour répondre aux caractéristiques De notre vie quotidienne, nous avons besoin de voir les conditions météorologiques c'est pour cela on consulte régulièrement le bulletin météo pour savoir quel temps il fera. Quelques notions sont indispensables pour bien comprendre et appréhender les bulletins qu'on nous propose. La "Météo" est l'abréviation de météorologie, qui signifie littéralement la mesure de l'état de l'atmosphère de notre région.

I.2. Définition d'une station météo

Une station météorologique , est un ensemble de capteurs qui enregistrent et fournissent des mesures physiques et des paramètres météorologiques liés aux variations du climat, ces capteurs étant placés dans un boîtier, abri météorologique qui réalise l'équilibre thermique du thermomètre avec l'air et le protège du rayonnement solaire¹.

Les variables à mesurer sont la température, la pression, la vitesse et direction du vent, l'hygrométrie, le point de rosée, la pluviométrie, la hauteur et le type des nuages, le type et l'intensité des précipitations ainsi que la visibilité. Les stations peuvent comporter des capteurs pour toutes ou une partie seulement de ces informations, selon leur type : agrométéorologique, d'aéroport, météoroutière, climatologique, etc.

Les stations météorologiques sont le plus souvent à des coordonnées fixes sur les îles et les continents mais elles peuvent être aussi être à bord d'avions avec (AMDAR) ou de navires (en particulier les navires météorologiques). Elles peuvent également être déplacées pour des usages particuliers comme des expériences scientifiques ou pour déterminer les conditions météorologiques lors d'un désastre tel un feu de forêt.

Les données qu'on en obtient peuvent être envoyées directement comme rapport météorologique, dans le cas d'une station automatique, ou faire partie des observations METAR émises par un observateur humain [2].



Figure 1: station météo

I.3.Historique

L'histoire de la météorologie connaît trois périodes. Très tôt, durant l'Antiquité, les hommes essaient d'interpréter les phénomènes météorologiques qui rythment leur vie, le plus souvent les considérant comme une volonté des Dieux. Durant cette période, les Chinois sont les premiers à avoir une démarche rigoureuse face aux phénomènes météorologiques : ils effectuent des observations de manière régulière. Les Grecs sont les premiers à adopter une approche d'analyse et d'explication rationnelle. À cette époque, la météorologie regroupe de nombreux domaines comme l'astronomie, la géographie ou encore la sismologie.

À compter du V^e siècle, à la chute de l'empire romain d'occident, commence une deuxième période de l'histoire de la météorologie. Elle s'inscrit dans un immobilisme scientifique qui va jusqu'à la Renaissance. Ce ne sont alors pratiquement que des dictons météorologiques, issus de recettes dérivées des connaissances antiques et d'observations plus ou moins rigoureuses, qui particularisent cette période où la météorologie n'est qu'une pseudo-science. Malgré tout, ces dictons ne sont pas tous dépourvus de sens.

La troisième période de l'histoire de la météorologie, est la naissance de la météorologie moderne et donc la fin de l'empirisme et des dictons. L'idée d'effectuer des observations régulières comme base de travail en météorologie revient. Le médecin

Bergerac est le premier qui pense à tenir un journal météorologique et vers 1760, Antoine Lavoisier établit quelques

Relations pour prévoir le temps. Mais c'est à la suite d'un naufrage lors de la guerre de Crimée (1853-1856), de la révolution industrielle, ainsi que du développement des transports maritimes et ferroviaires que le besoin d'étudier et de prévoir le temps se systématisait. Au XX^e siècle, c'est grâce aux progrès des chercheurs comme ceux de l'école de Bergen, de techniques comme les radiosondages, des satellites et des radars météorologiques, ainsi que du développement de l'informatique que la météorologie prend son plein potentiel [2].

I.4.L'utilité d'une station météo

Jardiniers, agriculteurs, marins, navigateurs, randonneurs, vétérinaires, charpentiers, ouvriers... quiconque a besoin d'informations précises sur la météo peut grandement bénéficier d'une station météo.

Mais ce n'est pas tout : beaucoup de stations météo fournissent également des données liées à l'atmosphère de l'intérieur de la maison comme la qualité de l'air, l'humidité ou encore la température.

En résumé, pourquoi utiliser une station météo chez soi ? C'est simple, pour mieux prévoir la météo et pour analyser la qualité de l'atmosphère à la maison et l'endroit qu'on veut. Il devient alors possible de maîtriser l'environnement intérieur de la maison, mais aussi de mieux anticiper l'environnement extérieur et les aléas climatiques. Entrons désormais dans les détails des fonctions d'une station météo [3].

I.5.Les types des stations météo

Avec ou sans fil, connectée ou non, avec un écran ou sans, possédant telle fonction ou une autre... il n'existe pas qu'un seul modèle de station météo.

Notez que nous parlerons ici des stations météo destinées aux particuliers (ou aux entreprises mais pouvant être achetées dans le commerce) et non des modèles professionnels. Plus vous dépendez des conditions météo, plus il est important que vous puissiez les prévoir avec précision. Plus les personnes de votre foyer sont sensibles à la pollution de l'atmosphère, plus il est important de maintenir un bon niveau de qualité de l'air à l'intérieur.

Il y a 2 grands types de station météo : la station météo classique avec capteurs et la

station météo connectée ou intelligente [4].

I.5.1.La station météo classique (avec capteurs)

Il s'agit du modèle de station météo d'entrée de gamme. Efficace mais limité, il utilise des capteurs pour fournir sur un écran les données récoltées. L'affichage reste en temps réel malgré un prix très abordable [5].



Figure 2: Station météo classique

I.5.2.La station météo connectée

La station météo connectée est la plus perfectionnée et est un véritable objet connecté. Elle utilise également des capteurs pour collecter en temps réel les données affichées sur l'écran, mais en plus, elle retransmet ces informations sur votre Smartphone ou votre tablette. Utilisant le wifi. C'est un appareil plus complet, plus précis et plus pratique... mais donc évidemment plus cher. Toutefois, pour mesurer efficacement les données à l'intérieur comme à l'extérieur de la maison, cela reste la meilleure solution [6].



Figure 3: station météo connecté

I.6.les fonctions d'une station météo

Vent, pression, température, humidité, prévisions météo, qualité de l'atmosphère... concrètement, qu'est-ce qui est mesuré par une station météo ?

Les variables que mesure une station météo dépendent de chaque station. Mais surtout, on peut les diviser en 2 grandes catégories : les variables de l'environnement extérieur (comme la météo) et celles de l'environnement intérieur (comme la qualité de l'air).

Commençons par les variables extérieures :

- La température extérieure;
- La pression atmosphérique ;
- La vitesse et la direction du vent ;
- La pluviométrie ;
- L'hygrométrie (le taux d'humidité) ;
- Les prévisions en matière de précipitations ;
- La hauteur et le type des nuages ;
- Le point de rosée ;
- La visibilité.

Puis, passons aux variables de l'intérieur de la maison :

- L'heure ;
- La température intérieure ;
- Le taux d'humidité intérieur ;
- La qualité de l'air ;
- Le niveau de pollution (NO₂, CO₂, particules fines surtout) ;
- Le niveau sonore [4].

I.7. Les variables des stations météo à mesurer

Il y a cinq variables à mesurer dans une station météo :

I.7.1. Température

Afin de réaliser des mesures fiables, il est nécessaire de créer un environnement approprié. La température et la propreté sont deux facteurs clés à ne surtout pas négliger. Selon l'ISO, la température de référence pour la mesure s'élève à 20°C.

Tout matériau risque de subir une dilatation thermique en cas de fluctuation de la température. De ce fait, il est indispensable de réguler avec précision la température de la pièce où est réalisée la mesure [5].



Figure 4: Température

I.7.2. Humidité

L'humidité est un élément naturel de notre atmosphère, elle provient de la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air.

La vapeur d'eau s'évapore des grandes masses d'eau de la surface de la Terre, y compris les lacs, les océans et les mers, et pénètre l'atmosphère. En fait, 97%¹

De l'eau présente sur Terre vient de nos océans².

C'est une partie intégrante du cycle de l'eau, car la vapeur d'eau est continuellement générée par évaporation et éliminée par condensation. Lorsque la température monte, l'air peut contenir plus de vapeur d'eau ; donc plus le climat est chaud, plus le taux d'humidité peut être élevé.

Par exemple, une quantité d'air densément saturée peut contenir 28 grammes d'eau par mètre cube à 30 °C, mais seulement 8 grammes d'eau par mètre cube à 8 °C³ [6].



Figure 5:Humidité

I.7.3.pression atmosphérique

Quand on parle de météo, on parle beaucoup de température, de taux d'humidité et de mesure de l'intensité de la pluie. Mais il est une autre donnée importante qui conditionne les prévisions météorologiques et permet d'anticiper à la fois les variations de temps et la force du vent. Il s'agit de la pression atmosphérique. La mesure de cette pression et le mécanisme par lequel elle influe sur la météo sont complexes [7].

On appelle pression atmosphérique le poids que l'air exerce dans l'atmosphère sur la Terre. Quand on parle de pression atmosphérique, on parle donc de la pression exercée en un point donné par la colonne d'air allant du sol en ce point jusqu'au sommet de l'atmosphère.

C'est pourquoi plus on est en altitude, moins la pression est importante : puisque la quantité d'air est inférieure, la pression atmosphérique sera mineure. Au niveau de la mer, la pression moyenne est de 1 013,25 hPa, et on considère que la pression atmosphérique diminue d'1 hPa tous les 8 mètres au-dessus en moyenne. On doit donc toujours tenir compte de l'altitude lorsqu'on parle de pression atmosphérique [8].



Figure 6:Pression Atmosphérique

I.7.4.les précipitations

Sont dénommées précipitations, toutes les eaux météoriques 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 [8].



Figure 7: quantité de précipitations

I.7.5. L'intensité lumineuse

L'intensité lumineuse est une grandeur qui exprime la capacité d'éclairage d'une source ponctuelle de lumière dans une direction donnée. Le rayonnement électromagnétique, qui constitue la lumière, n'est pas également perçu par la vision humaine, l'expression de l'intensité lumineuse implique une pondération de la longueur d'onde par la fonction d'efficacité lumineuse spectrale, qui rend compte de la sensibilité visuelle humaine. L'intensité lumineuse est la grandeur photométrique de base dans le système international d'unités. Elle se mesure en candela "cd". L'intensité ne se mesure pas directement, mais on a pu définir de plusieurs manières au

Cours du temps un étalon. Elle sert principalement pour établir la répartition de la lumière qu'émet un luminaire ou une surface éclairée selon la direction. L'intensité lumineuse est définie comme le quotient du flux lumineux élémentaire par l'angle solide élémentaire dans lequel il se propage [9].



Figure 8; L'intensité lumineuse

I.8. Les appareils des mesures et l'unité de météo

I.8.1. Les thermomètres

Les premiers à avoir travaillé sur la mesure de la température à la fin du 15^{ème} 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 9: Thermomètre liquide



Figure 10: Thermomètre électronique

I.8.2.L'hygromètre

Les hygromètres mesurent l'humidité dans les environnements intérieurs et extérieurs ainsi que certains appareils qui nécessitent la mesure de l'humidité pour fonctionner (humidificateurs, déshumidificateurs et certains climatiseurs). Les musée, les caves, les salles de musiques contenant des instruments de musique en bois, les lieux de vente et de stockage des cigares et bien sûr les maisons.

La température et l'humidité sont des mesures clés pour les projets scientifiques, industriels et de maintenance. Les processus scientifiques utilisés comprennent la mécanique simple, la capacité et la résistance électriques, la condensation de rosée et de givre sur les miroirs réfrigérés et les mélanges de certains sels comme le chlorure de magnésium, le carbonate de potassium et le chlorure de lithium.

Les changements de résistance dans la conduction électrique aident à mesurer les changements d'humidité ambiante. Les hygromètres électriques utilisent un semi-conducteur qui est généralement composé d'une fine couche de chlorure de lithium. Ainsi, les humidificateurs et les zones de stockage utilisent fréquemment des hygromètres électriques pour contrôler les taux d'humidité [10].



Figure 11: Cadran d'hygromètre

I.8.3.le baromètre

Le baromètre est un appareil pour donner une idée du temps qu'il fait, grâce à la pression atmosphérique. Il a été inventé par Evangelista Torricelli.

Plus la pression de l'air est basse, plus il y a de risques que la météo soit pluvieuse. Inversement, plus la pression de l'air est haute (ou forte), plus il y a de chances d'avoir du temps dégagé. Le baromètre ne voit pas le temps parce qu'il n'a pas de caméra, et qu'un baromètre fonctionne aussi dans la maison, il mesure la pression de l'air. Plus la pression est basse, plus son aiguille (si c'est un vieux baromètre) pointe vers « mauvais temps », puis « averses », puis

« tempête ». Il existe :

- des baromètres à aiguille et cadran,
- des baromètres à affichage digital,
- des baromètres à colonne de mercure[11].



Figure 12:Baromètre

I.8.4.le pluviomètre

La météo est toujours incertaine mais mesurer la quantité de pluie qui tombe pendant les précipitations se fait simplement à l'aide d'un pluviomètre. Comme le thermomètre pour la température, l'anémomètre pour le vent ou l'hygromètre pour l'humidité, il existe également un appareil de mesure conçu spécifiquement pour connaître la quantité d'eau tombée lors de précipitations de pluie : le pluviomètre, pouvant se présenter sous plusieurs formes.

Si le pluviomètre est l'un des plus anciens appareils de mesure en météorologie, c'est

parce que son principe est plutôt simple. Rien n'est complexe dans son utilisation.

L'appareil mesure pluie en donnant la quantité d'eau par mètre carré. Le pluviomètre mesure la hauteur du niveau d'eau de pluie en millimètres. Bien que le risque d'erreur soit présent (comme toujours en météo), cela n'impacte pas de manière forte la mesure de la quantité d'eau de pluie tombée pendant les précipitations.

L'impact reste mineur, mais pour minimiser ce risque, l'idéal est de placer le pluviomètre entre 50 cm et 2 mètres du sol. Le terrain doit idéalement être plat, éloigné des arbres, de tout abri et mur... bref, au maximum à découvert [4].



Figure 13: pluviomètre à lecture directe

I.8.5. La mesure de l'intensité lumineuse

L'intensité lumineuse peut être mesurée à l'aide d'une photodiode ou d'une photorésistance. La photodiode transforme la lumière qu'elle absorbe en une grandeur électrique.

I.14 représente une photodiode [11].



Figure 14: Photodiode

Une photorésistance est un composant dont la résistance varie en fonction de la lumière reçue.



Figure 15:Photorésistance

I.9.les objectifs de la météorologie :

Bénéficiant de ces avancées, la météorologie a aujourd'hui trois objets principaux :

- Maintenir une statistique des événements et des grandeurs mesurables ou observables dans l'atmosphère, afin de caractériser le climat et d'appréhender ses évolutions, c'est la climatologie.
- Prévoir l'évolution de l'atmosphère et de ses conséquences humaines les plus directes (sécheresses, inondations...) pour répondre aux besoins suscités dans des domaines aussi divers que la sécurité des personnes et des biens, les transports aériens, maritimes ou terrestres, les travaux publics, l'agriculture, la production et le transport d'énergie, le sport, le tourisme... Au fil des ans, cette activité a pris une importance telle que l'acception commune tend, le plus souvent, à confondre la météorologie avec la prévision du temps, et plus spécialement celle du « temps sensible » qui nous affecte directement.
- Faire progresser la connaissance et la compréhension des mécanismes qui gouvernent le comportement de l'atmosphère et le développement des phénomènes associés, activité de recherche indispensable en particulier pour améliorer la réalisation des deux précédents objectifs [8].

I.10.les profils intéressés par les stations météo

Les stations météo peuvent être utilisées dans le cadre professionnel ou personnel. Les modèles choisis doivent répondre aux besoins définis avant l'achat ou l'acquisition de l'appareil. Les personnes pouvant être intéressée par l'utilisation d'une station météo peuvent être :

- Des amateurs et des amoureux de la météorologie.
- Des agriculteurs ou des jardiniers.
- Des ouvriers et des professionnels du bâtiment.
- Des randonneurs.
- Des particuliers au sein de leurs logements.
- Des personnes pratiquant des sports en extérieur.

Au sein des logements, les stations météo peuvent être utilisées afin de renseigner sur l'état de la température et d'humidité intérieurs.

Elles peuvent également informer les occupants du domicile au sujet de la qualité d'air [8].

I.11.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 variables à mesurer. 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.

Chapitre II
Matériels
et
Logiciels Utilisés

II.1. Introduction

Nous allons expliquer dans ce chapitre l'utilisation d'une station météo connectée qui facilite la connaissance des conditions météo à distance, aussi il est consacré à la présentation de la partie matérielle utilisée des différents capteurs utilisés pour la collecte d'information, de la carte à microcontrôleur Arduino ESP32 servant à la réception et au traitement des données reçues et du module WIFI permettant le transfert des mesures obtenues vers ordinateur distant.

II.2. Définition d'une station connectée

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 [12].



Figure 16: station météo connectée

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 (wifi). Figure 17.

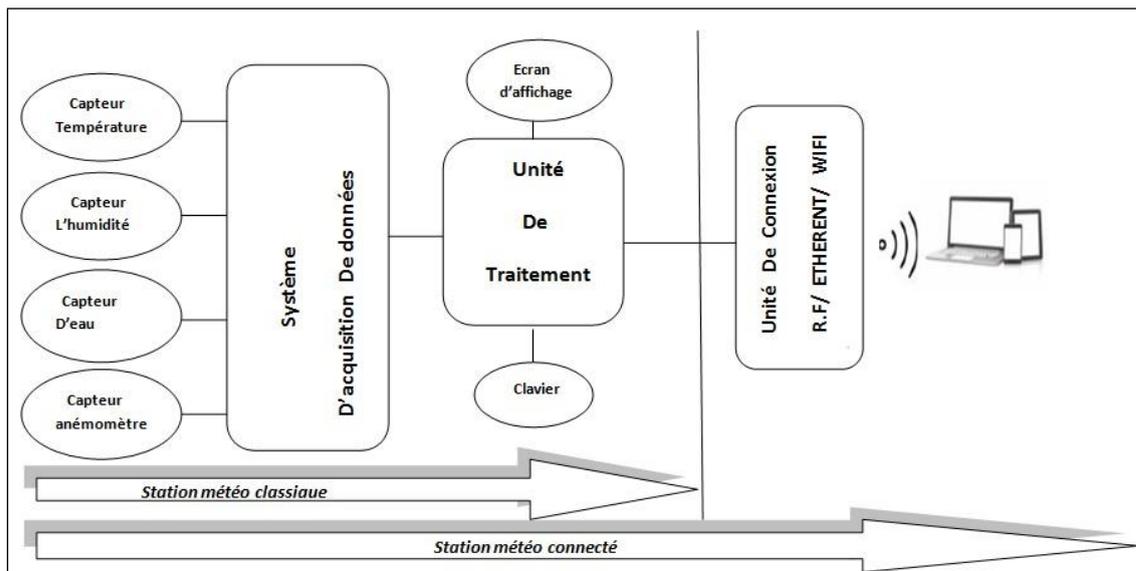


Figure 17:schéma synoptique de système à connecté

II.4.Partie matérielles

Dans cette partie on parle sur les capteurs utilisée

II.4.1.Carte ESP32

II.4.1.1.Définitions

Les cartes ESP32 sont des **cartes très polyvalentes orientées IOT**. Elles intègrent la gestion du wifi, du Bluetooth, du « touch » et une gestion des LiPo sur certaines cartes. Pour cet article, « module » désignera le petit circuit, et « carte » le circuit imprimé sur lequel le module est fixé [13].



Figure 18:Carte ESP 32

II.4.1.2.Installation du module complémentaire ESP32 dans L'IDE Arduino [14]

- Pour installer la carte ESP32 dans votre IDE Arduino, suivez les instructions suivantes:
- Dans votre IDE Arduino, allez dans Fichier> Préférences

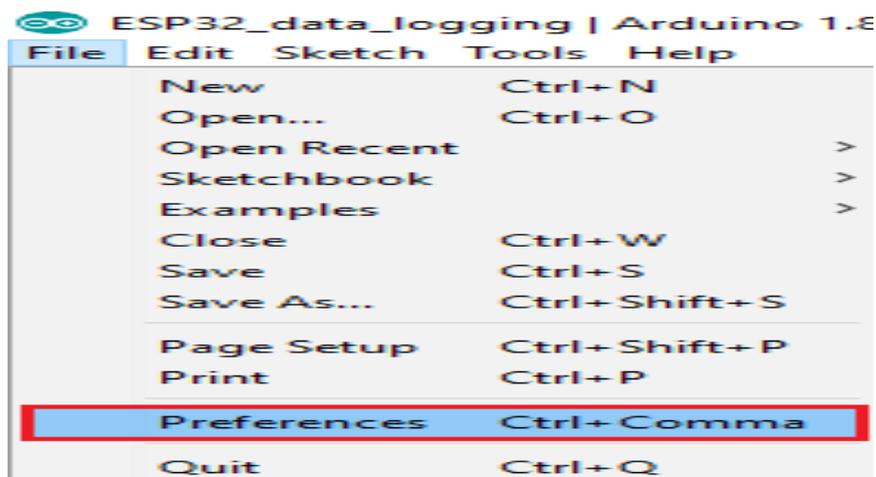


Figure 19 :data-logging

Et puis Entrez :

https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.js

on

Dans le champ «URL supplémentaires de Board Manager» comme illustré dans la figure ci-dessous. Ensuite, cliquez sur le bouton «OK»:

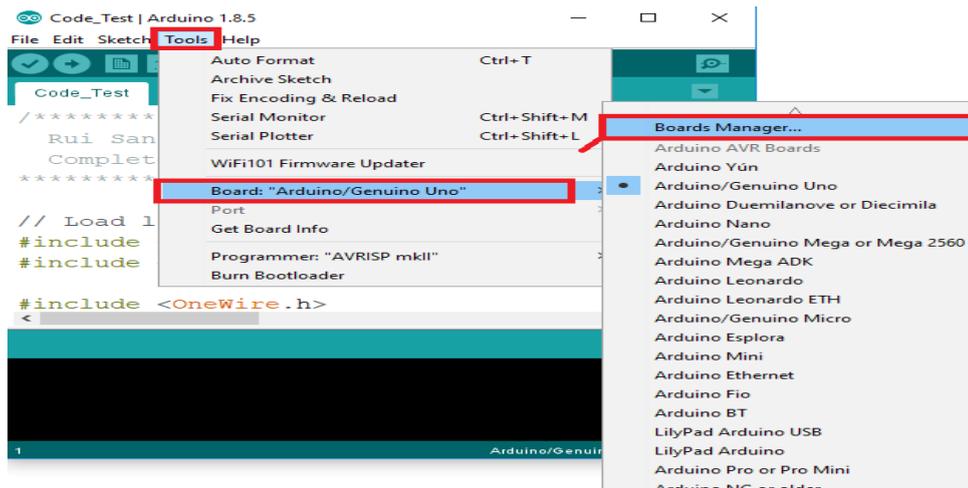


Figure 20:code- Test

Recherchez ESP32 et appuyez sur le bouton d'installation de «ESP32 by Espressif Systems»:

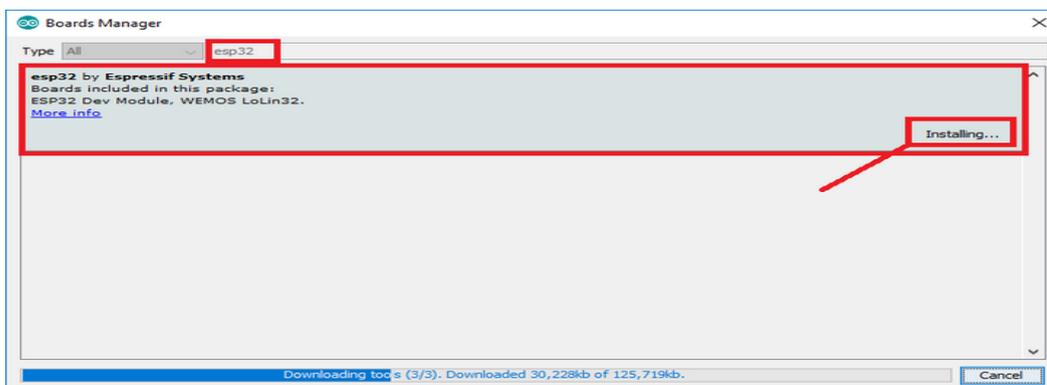


Figure 21:Boards Manager (ESP32 Instaling)

C'est ça. Il devrait être installé après quelques secondes

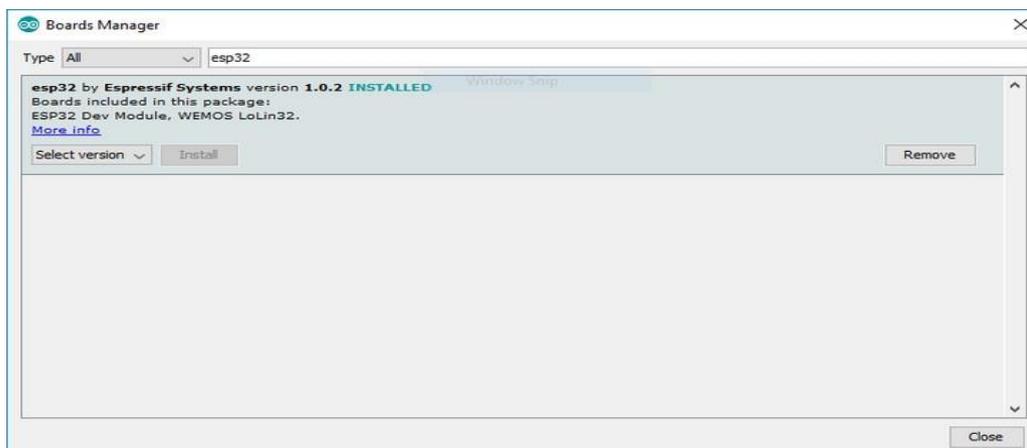


Figure 22:Boards Manager (ESP32 Installed)

II.4.1.3. Caractéristique de la carte ESP32

Le microcontrôleur NodeMCU **ESP32** utilise le microprocesseur ESP-WROOM-32 (Tensilica Xtensa LX6). Ce processeur fonctionne à une fréquence d'horloge de 240 MHz. Il possède une mémoire RAM de 520 kB, EEPROM de 448 kB et aussi une mémoire Flash de 4000 kB (pour la programmation et l'enregistrement de données. [15]

II.4.2. Capteur de pression barométrique (BMP280)

II.4.2.1 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 [16].



Figure 23: Capteur BMP280

II.4.2.2 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 $+85^{\circ}\text{C}$ avec une précision de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ Adresse I2C : 0x77 ou 0X76 [17].

II.4.3. Capteur de pluie

II.4.3.1. Définitions

Un capteur de pluie est constitué d'une plaque avec deux pistes de circuit imprimés, et d'un circuit qui gère la comparaison des tensions de cette plaque.

La plaque du détecteur est la partie qui doit être exposée à la pluie. Lorsque l'eau tombe sur la plaque du détecteur, les deux pistes entrent en court-circuit. Ainsi, plus l'humidité et les gouttelettes d'eau seront présentes sur la plaque, plus la résistance entre les bords de celle-ci diminuera.

La carte du comparateur s'occupe déjà d'alimenter la plaque et de filtrer le signal reçu à travers cette résistance. Il dispose d'une broche digitale (0 ou 1) et d'une broche analogique (0 à 1024) qui indique la quantité de conductivité (et donc d'eau reçue) sur la plaque du capteur. Cette carte expose aussi une entrée VCC (3 à 5V) et GND.

Certaines cartes de contrôle disposent d'un potentiomètre pour régler la sensibilité de la sortie digitale. Mais ce calibrage peut aussi être fait côté Arduino avec la sortie analogique. [18]



Figure 24: capteur de pluie

II.4.3.2. caractéristique de capteur de pluie

1. Tension : 3,3V-5V
2. Leds de contrôle

Bornes du module de d'interfaçage :

- 1, VCC : alimentation positive (3 ou 5V DC)
- 2, GND : masse, négatif

3, DO : sortie digitale (1 ou 0)

4, AO : sortie analogique (de 0 à 1023) [17]

II.4.4. Capteur de luminosité

II.4.4.1. définition

Une photorésistance est un dispositif semi-conducteur qui diminue sa résistance électrique lorsqu'il est exposé à la lumière (certains types de photorésistances peuvent avoir une diminution de résistance de deux ou trois ordres de grandeur). La partie principale d'une photorésistance est un élément semi-conducteur (par exemple, du sulfure de plomb ou du sulfure de cadmium) positionné de telle sorte que la lumière le frappe.

Le phénomène de photoconductivité est l'augmentation de la conductivité électrique d'un semi-conducteur lorsqu'il est soumis à un rayonnement électromagnétique. Le principe de fonctionnement d'une photorésistance est basé sur l'apparition de porteurs de charge mobiles (électrons) suite à l'absorption par le semi-conducteur de l'énergie lumineuse ; par conséquent, sa résistance diminue, c'est-à-dire qu'il y a une conductivité supplémentaire [18].

II.4.4.2. Caractéristique

- Matériau : métal, pièce électrique
- LDR Dia : 5mm tête
- Tension maximale : 150volt DC
- Puissance maximale : 100MW
- température de Fonctionnement : -30 +70 °C
- la résistance à la lumière (lux) : 18à50Kohm
- temps de réponse : 20ms(lieu) 30ms(vers le bas).[19]

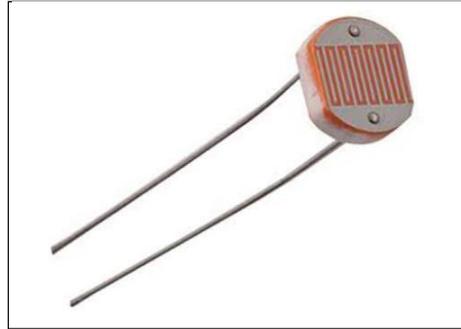


Figure 25: capteur LDR

II.4.5. Capteur DHT11

II.4.5.1 .Définition

DHT11 est un capteur numérique à faible coût pour détecter la température et l'humidité. Ce capteur peut être facilement interfacé avec n'importe quel microcontrôleur tel qu'Arduino, Raspberry Pi etc.... pour mesurer l'humidité et la température instantanément.[20]

II.4.5.2. Caractéristique

- Le capteur DHT11 est lui capable de mesurer des températures de 0 à +50°C avec une précision de +/- 2°C
- des taux d'humidité relative de 20 à 80% avec une précision de +/- 5%.
- Une mesure peut être réalisée toutes les secondes.[21]

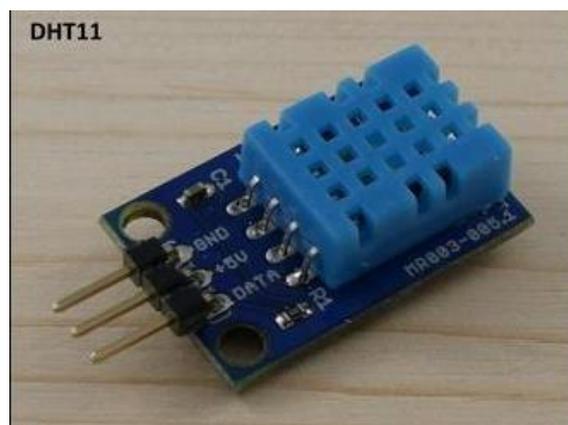


Figure 26: Capteur DHT11

II.5.Partie logiciel

II.5.1.Arduino

II.5.1.1.définition

Arduino Software (IDE- Integrated Development Environment) est un programme spécial exécutable sur votre ordinateur qui vous permet d'écrire des esquisses pour la carte Arduino dans un langage simple qui écrit en java et basé sur le modèle du langage de traitement, contient un éditeur de texte pour l'écriture de code, une boîte de message, une console de texte, une barre d'outils avec des boutons pour les fonctions communes et une série de menus. Il se connecte au matériel Arduino et Genuino pour télécharger des programmes et communiquer avec eux. [22]

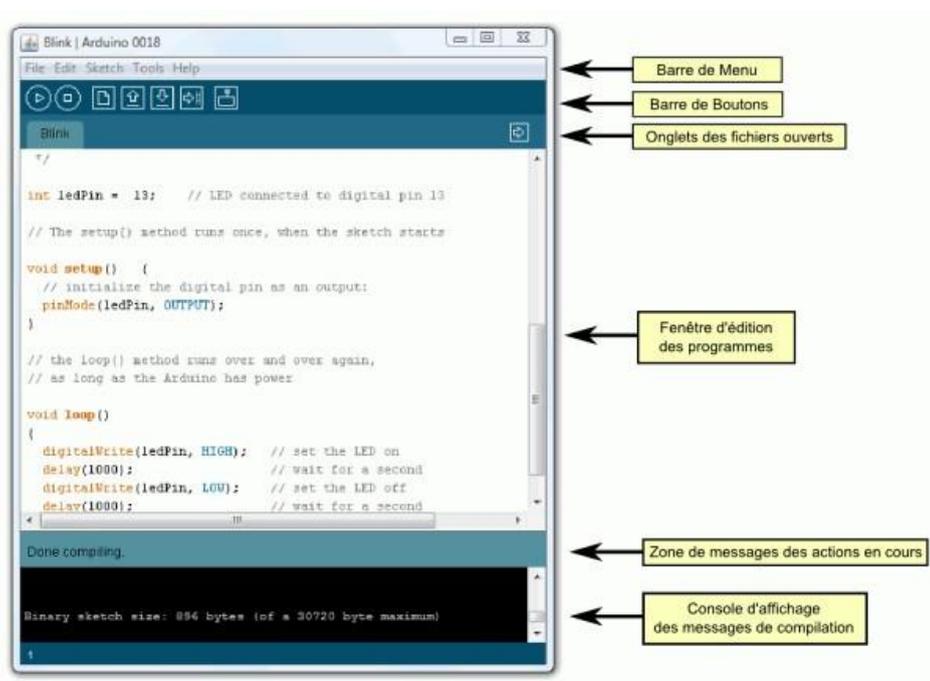


Figure 27:Présentation IDE Arduino

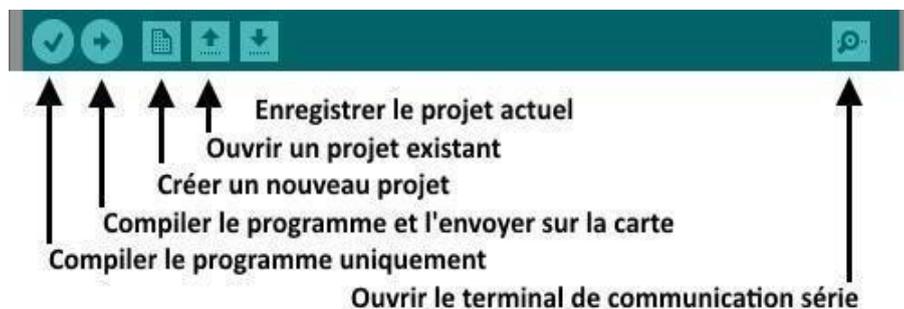


Figure 28:la Barre d'actions.

II.5.1.2 Désigner le bon port Série (USB-Série) [23].

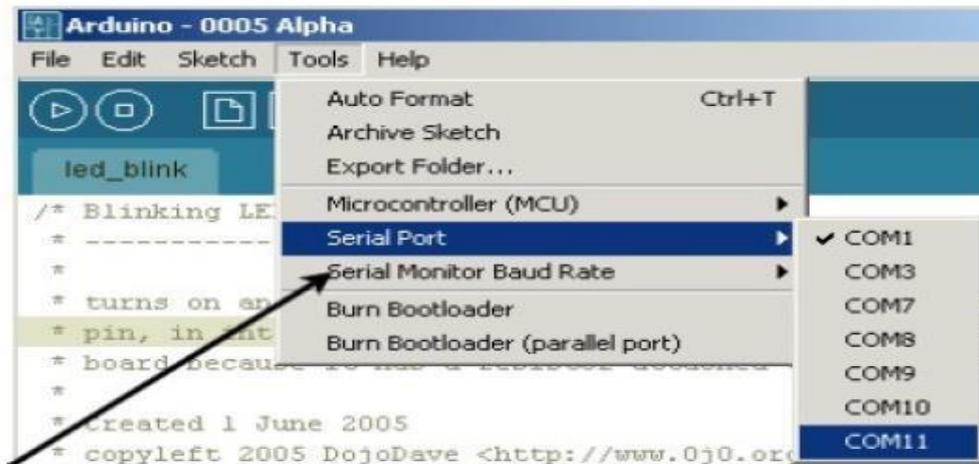


Figure 29:Choisissez serial port

II.5.2.Fritzing

Fritzing est un logiciel open source destiné aux *designers*, artistes, chercheurs ou simplement amateurs éclairés que nous sommes pour nous aider à créer des circuits électroniques, comme le permet SPICE. Le projet dispose d'un site web, et se veut un outil qui permet aux utilisateurs de documenter leurs prototypes, les partager avec d'autres, enseigner l'électronique dans une classe voire créer votre typon en vue de passer en production. [24]



Figure 30:schéma explicatif de logiciel fritzing

II.6.Partie affichage

II.6.1ThingSpeak

II.6.1.1Définition

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 [25].

II.6.1.2Configuration 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
- ThingSpeakCréer 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 [26].

II.6.1.3.L'affichage

Les résultats de "ThingSpeak" permettent d'afficher en temps réel et visualiser les données collectées sous forme de graphes [27].

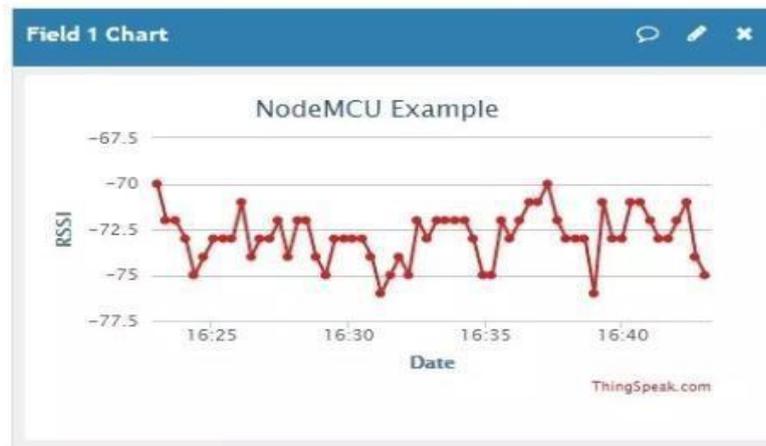


Figure 31: Les résultats de ThingSpeak d'afficher en temps réel

II.6.2.HTML

II.6.2.1.Définition

HyperText Markup Language (**HTML**) est le code utilisé pour structurer une page web et son contenu. Par exemple, le contenu de votre page pourra être structuré en un ensemble de paragraphes, une liste à puces ou avec des images et des tableaux de données. [28]

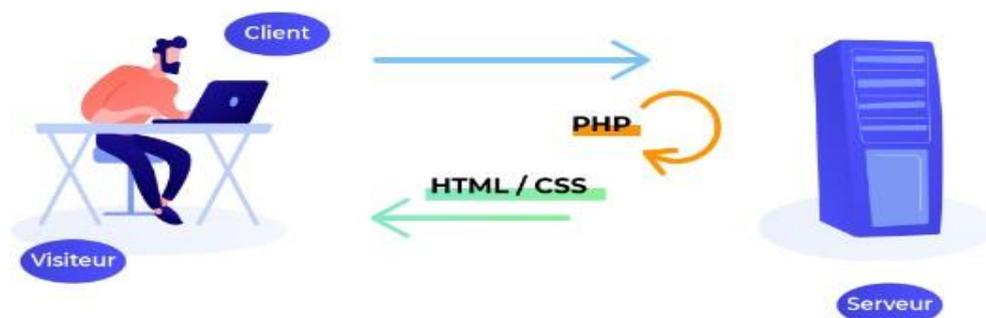


Figure 32: le principe de HTML

II.6.3. L'application téléphonique ThingView

II.6.3.1.Définition

ThingView vous permet de visualiser vos canaux ThingSpeak de manière simple, Entrez simplement l'ID du canal et vous êtes prêt à partir.

Pour les chaînes publiques, l'application respectera les paramètres de votre fenêtre : couleur, échelle de temps, type de graphique et nombre de résultats. La version actuelle prend en charge les graphiques linéaires et à colonnes, les graphiques splines sont affichés sous forme de graphiques linéaires.

Pour les chaînes privées, les données seront affichées en utilisant les paramètres par défaut, car il n'y a aucun moyen de lire les paramètres des fenêtres privées avec la clé API uniquement

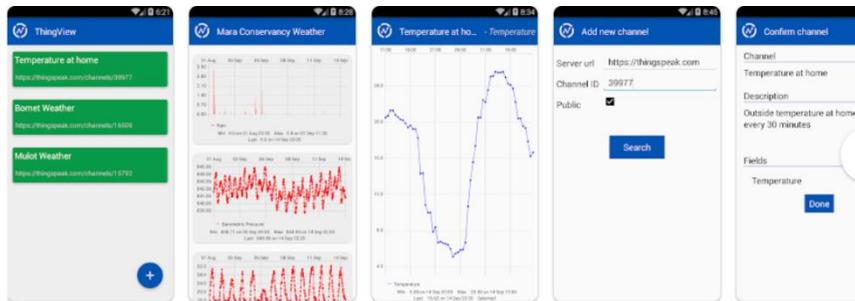


Figure 33: Interface de L'application(ThingView)

II.7.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons parlé sur une station météo connecté qui nous aidée à connaître les conditions météo. On a commencé par donner un schéma synoptique qui résume d'une manière générale le travail d'une station météo connecté et les différents types.

Et puis on a devisé notre travaille par trois parties (partie matérielles, partie logiciels, partie affichage).

On a défini la partie matériel avec les différents capteurs qu'on a utilisées, et la partie logiciel ave les deux logiciels (Arduino, Fritzing), et partie affichage dans cette dernier on a Utilisée ThingSpeak et un serveur WEB Html.

Chapitre III
Conception et
Réalisation de
la station météo

III.1.Introduction

Le besoin d'observer et de contrôler des phénomènes physiques tels que la Température, la Pression, l'Humidité et la Luminosité et la quantité de précipitations est essentiel pour denombreuses applications industrielles et scientifiques, cette nécessité nous à diriger de réfléchir à la réalisation d'une nouvelle station météo qui peut mesurer ces grandeurs et l'envoyer vers le PC, une tablette ou un Smartphone par une connexion sans fil (wifi) à base d'une carte de type ESP32.

Dans ce chapitre nous allons donner une description détaillée de système de mesure métrologique. Ce système est composé de deux parties une partie transmission ayant un ensemble de capteurs ayant pour rôle l'acquisition des différentes données, une carte Arduino pour leurs traitements et un module de transmission Wifi. Une partie réception comprenant un ordinateur connecté vers l'internet assurant l'affichage des données via le site ThingSpeak avec l'application téléphonique ThingView et le serveur Web HTML.

III.2. Description du schéma synoptique du système de mesure

Le système de mesure est composé de deux parties principales transmission et réception. La partie transmission est composée de l'ensemble des capteurs : de température, d'humidité, de BMP280 et de luminosité et capteur de pluie, l'unité de traitement des données qui est la carte à microcontrôleur Arduino ESP32. Connecté à internet par le biais d'un modem Wifi. La partie réception concerne l'ordinateur connecté au site d'affichage ThingSpeak avec un serveur Web HTML. Le schéma synoptique du thème est représenté par la figure 34

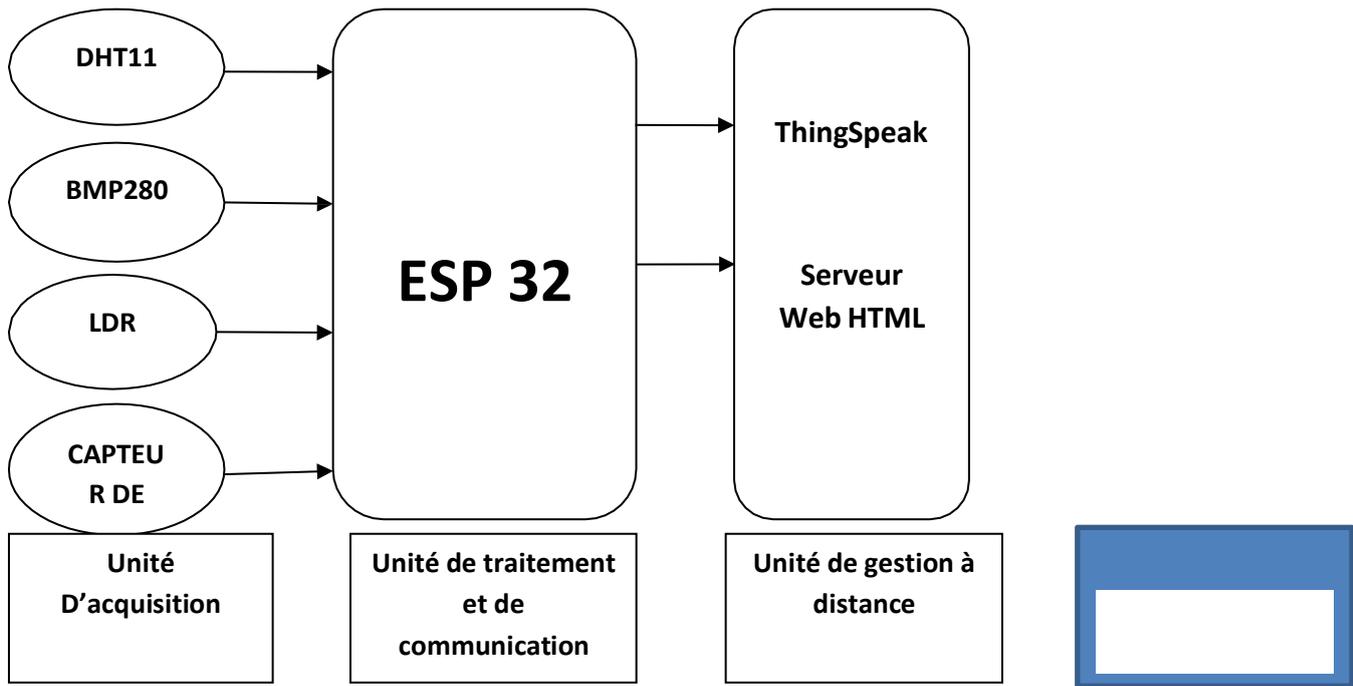


Figure 34:le schéma synoptique de système

III.3.Conception et réalisation du système de mesure

La conception du système de mesure est composée de deux étapes principales : la première étape consiste d'abord à la configuration des différents capteurs avec la carte Arduino ESP32 et l'introduction du programme dans le microcontrôleur pour obtenir les différentes mesures. Et la deuxième étape est la réception comprenant un ordinateur connecté vers l'internet assurant l'affichage des données via le site ThingSpeak.

III.3.1.La configuration des différents capteurs avec la carte Arduino ESP32

III.3.1.1.Capteur de pluie

La carte du comparateur s'occupe d'alimenter la plaque et de filtrer le signal reçu à travers de cette résistance donc il dispose :

- d'une broche digitale le pin D0 que n'est pas connecté.
- Une broche analogique A0 connecté avec le pin SN (A3) indique la quantité de conductivité.
- Une entrée VCC vers 5V.
- GND vers le ground.

Le schéma de câblage a été réalisé avec le logiciel Fritzing figure 35

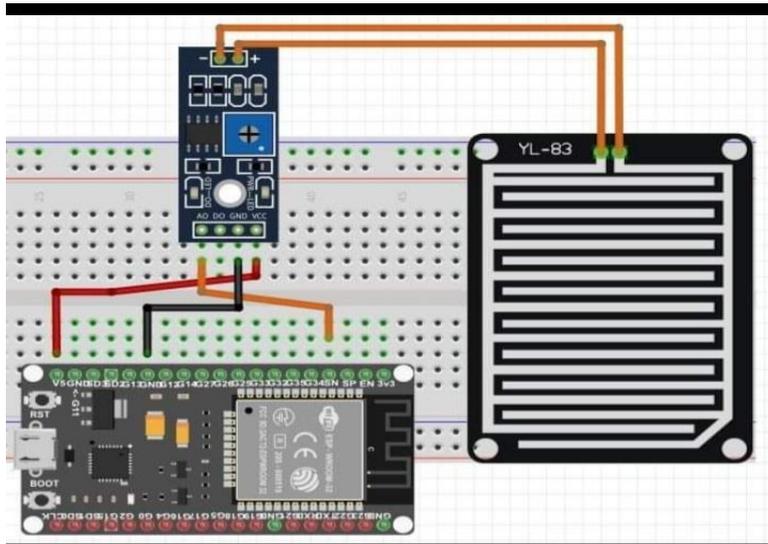


Figure 35:schéma Fritzing de capteur de pluie avec ESP32

III.3.1.2.Capteur DHT11

Le capteur de température DHT11 est monté sur la carte et possède un connecteur à troisbroches.

- La broche VCC à l'alimentation 5v.
- La broche GND a la masse.
- ///La broche DATA au pin 13

Le schéma de câblage a été réalisé avec le logiciel Fritzing figure 36

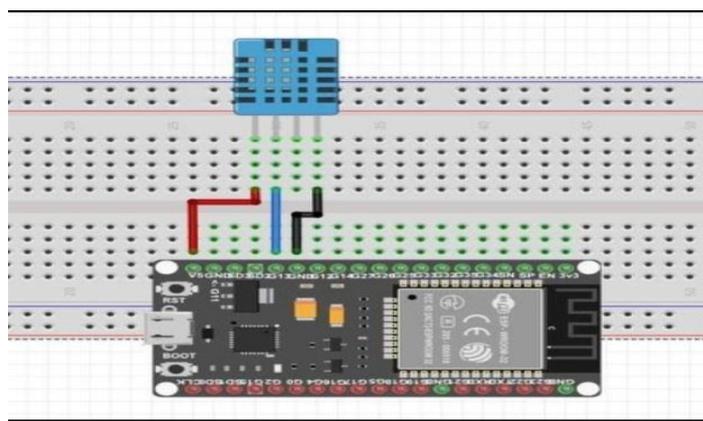


Figure 36:Schéma Fritzing de capteur DHT11 avec ESP32

III.3.1.3. Capteur BMP280

Est un capteur qui mesure les trois grandeurs physiques (température, altitude, la pression)

- La broche VCC à l'alimentation 3.3v.
- GND vers GND (la mass).
- La broche SCL au pin 22.
- La broche SDA au pin 21.

Le schéma de câblage a été réalisé avec le logiciel Fritzing figure 37

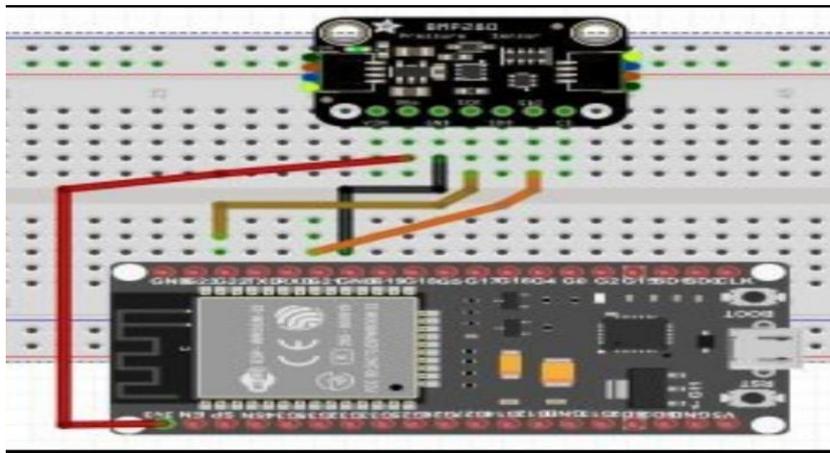


Figure 37:schéma Fritzing de capteur BMP280 avec ESP32

III.3.1.4. Capteur LDR

Une photorésistance à 2 broches dont la valeur ohmiques varie avec la luminosité ambiante.

- Une broche à l'alimentation de 5v.
- L'autre broche au pin SP (A0) et puis on l'a ajoutée une résistance 10 K en série afin de créer un pont diviseur de tension.

Le schéma de câblage a été réalisé avec le logiciel Fritzing figure 38

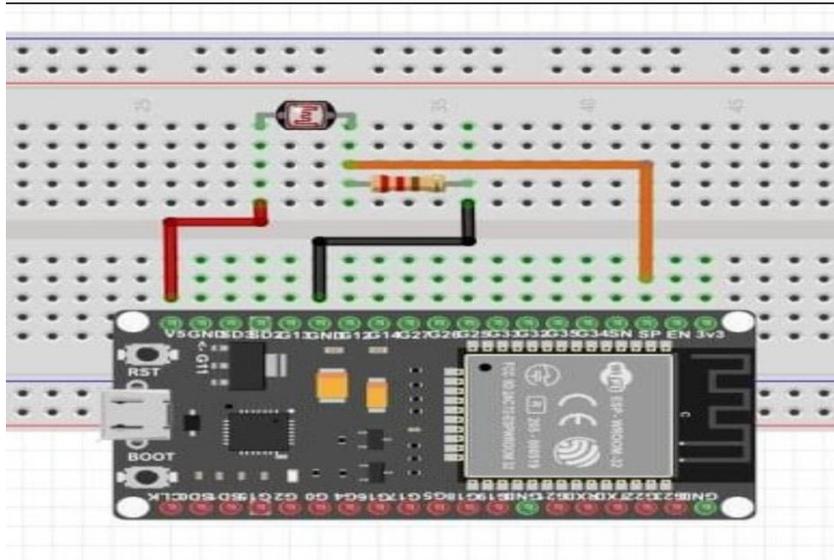


Figure 38:schéma Fritzing de capteur LDR avec ESP32

III.3.2.configuration de carte ESP 32avec les différents capteurs

La configuration de la carte Arduino ESP32 avec les capteurs consiste à établir les différentes connexions entre les deux parties (transmission et réception). Le schéma de câblage réalisé avec le logiciel Fritzing est représenté par la figure 39

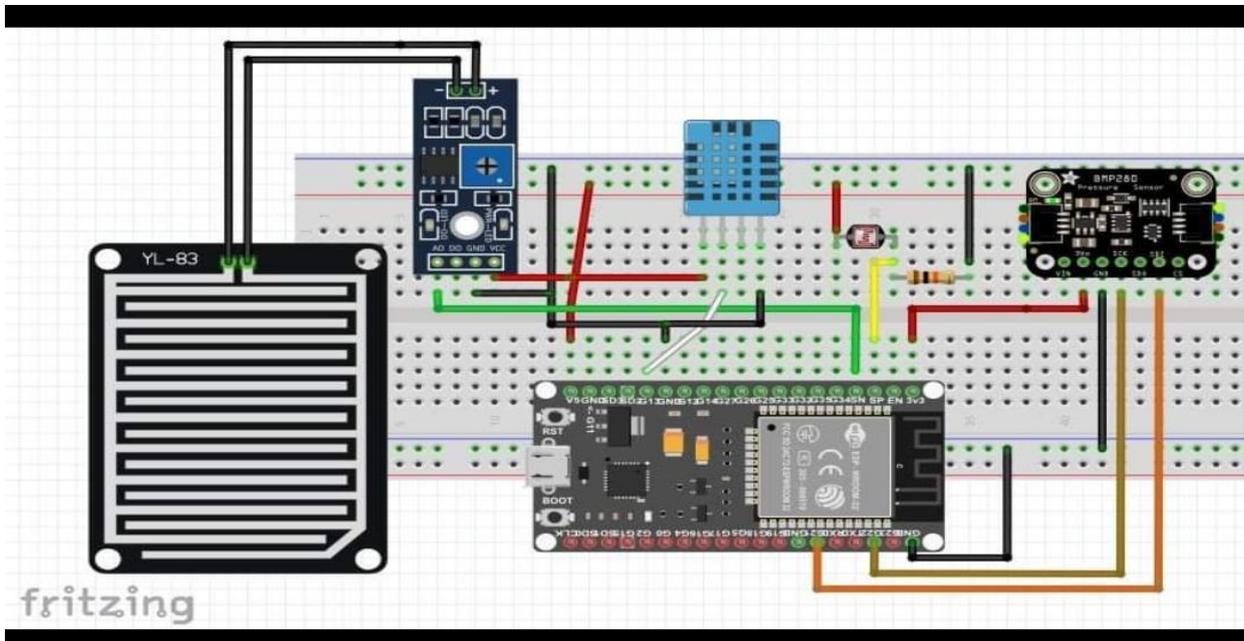


Figure 39:schéma de montage global avec le logiciel Fritzing

III.3.2.1.Explication du montage

- L'alimentation externe à courant continu de 5v alimente ESP32, cette dernière va délivrer une tension de 5V qui va servir à alimenter les capteurs : capteur de pluie,

capteur DHT11, LDR (photorésistance). Et une tension de 3.3V qui alimente le BMP280.

- Le pont diviseur de tension constitué de résistance R de 10k sert à relier la photorésistance au GND et le pin SP (A0).
- Une broche analogique A0 de capteur de pluie connecté avec le pin SN (A3) indique la quantité de conductivité et la broche D0 n'est pas connectée.
- La broche DATA de capteur DHT11 connecté au pin 13.
- Les deux broches de capteur de BMP280 (SCL connecté au pin 22 et SDA au pin 21) ces deux derniers considèrent comme interface I2C.

III.3.2.2. Programmation de carte ESP32

Les étapes de programmation du microcontrôleur sont :

- La création d'un projet.
- L'écriture du programme ensuite son enregistrement.
- La vérification de la syntaxe et correction d'éventuelles erreurs.
- Téléversement vers le microcontrôleur.

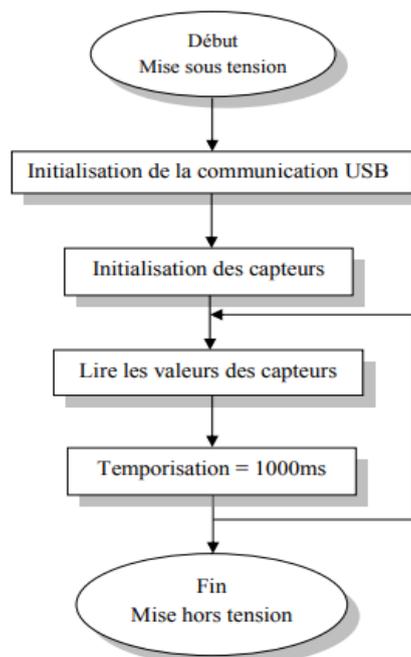


Figure 40: l'organigramme de mesure de capteurs

III.3.2.3. Tests et résultats

Après le branchement des différents capteurs (DHT11, BMP280 et LDR et capteur de pluie) avec la carte Arduino ESP32 sur la plaque d'essai et la programmation du microcontrôleur, des tests ont été effectués pour obtenir des mesures. La figure III. Montre le montage du système de mesure sur une plaque d'essai connectée à un ordinateur à travers le port USB pour l'affichage des résultats sur le moniteur série.

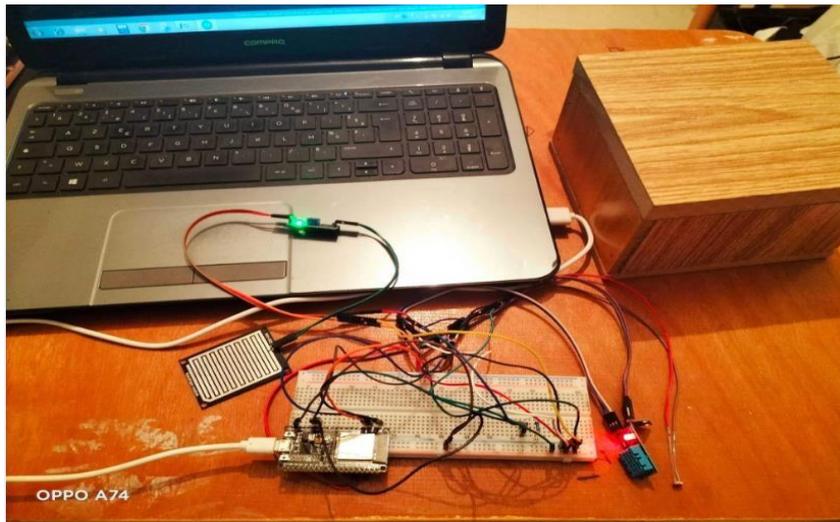


Figure 41: le montage du système de mesure

Sur une plaque d'essai connectée à un PC Les résultats sur le moniteur série :

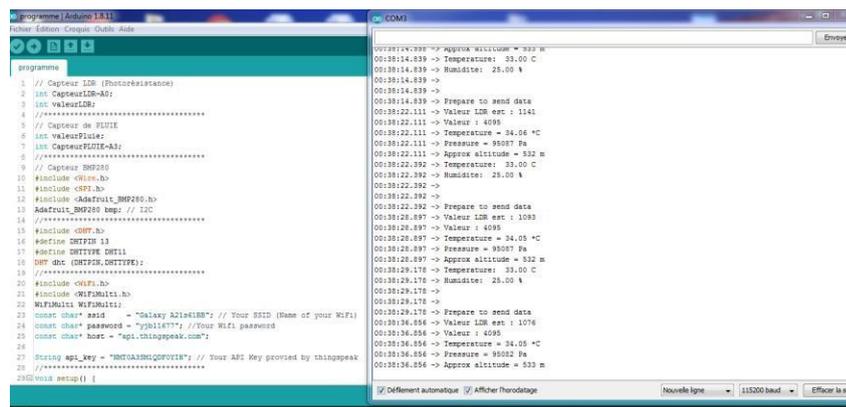


Figure 42: les résultats des mesures affichées sur le moniteur série.

III.4. Transfert des données au site ThingSpeak

Le transfert des données entre la carte Arduino ESP32 et l'ordinateur doit passer par le site ThingSpeak qui est un site web pour l'internet des objets **IDO**, un logiciel open-

source et une Interface de programmation (Application Programming Interface). C'est une interface qui sert à connecter un logiciel à des services, à collecter, stocker et analyser des données.

Dans l'objectif de recueillir des informations météo, et aussi il permet de publier les lectures de capteurs sur le site WEB et les tracés dans des graphes avec horodatage. Ensuite on peut accéder à les lectures de n'importe où dans le monde [29].

III.4.1. Transmission à distance des données

Le fonctionnement du système de mesure est basé sur le programme développé qui est exécuté par le microcontrôleur de l'ESP32, qui délivrera ensuite toutes les mesures obtenues chaque 30 secondes.

L'étape suivante consiste à envoyer les mesures réalisées via wifi vers le site ThingSpeak pour être enregistrées et affichées sous forme de graphes. L'organigramme de transmission des données de la carte ESP32 vers l'ordinateur est illustré par la figure 43

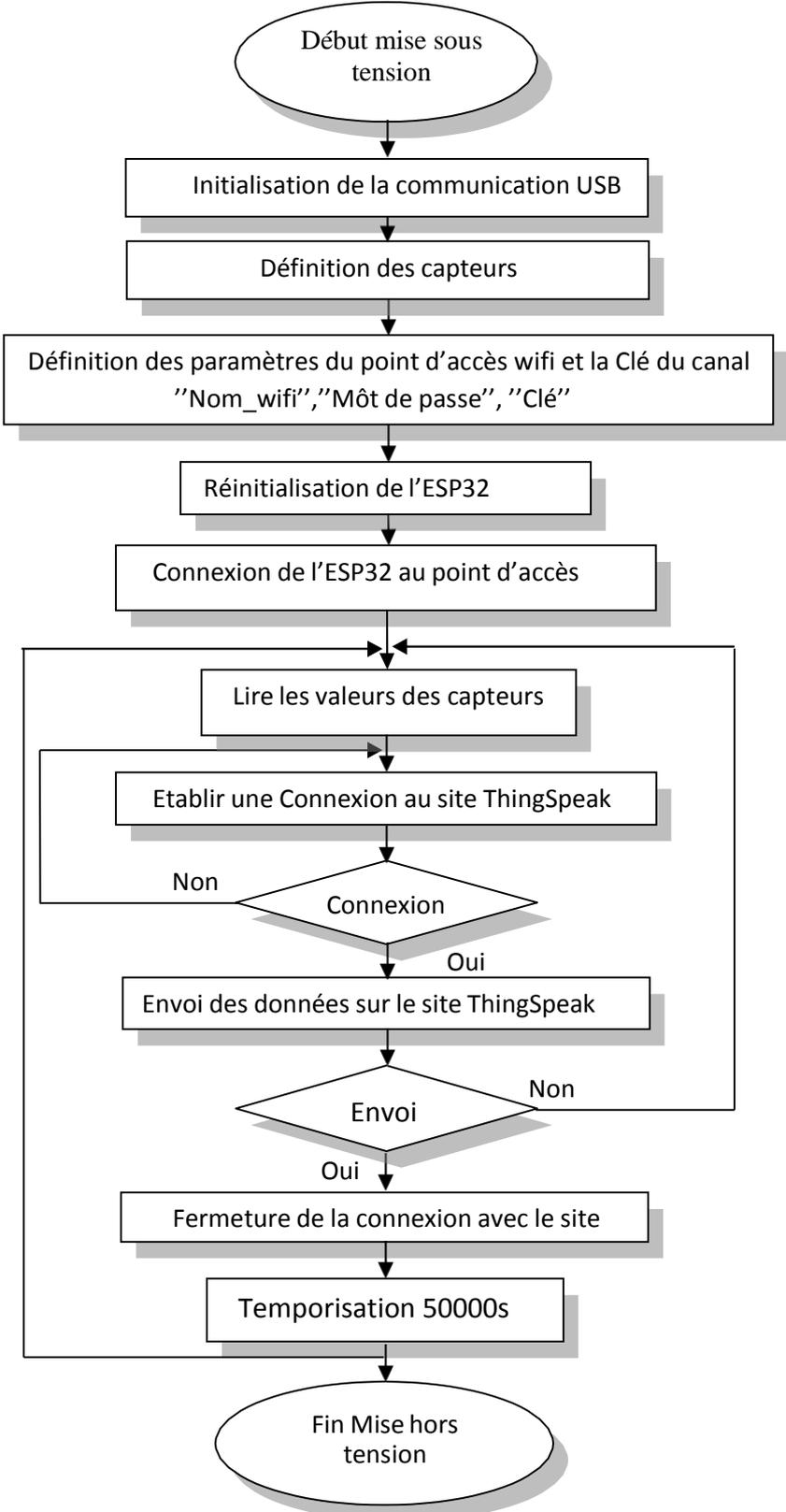
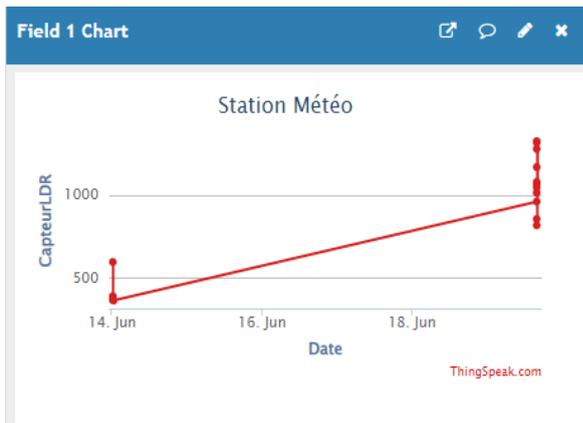


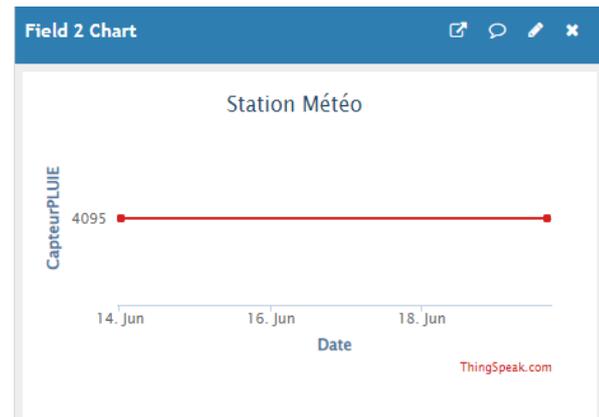
Figure 43:L’organigramme de transmission des données

III.4.2. Tests et Résultats

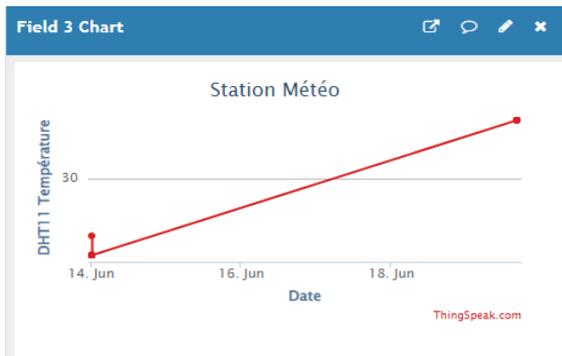
Dans le but d'obtenir des mesures sur les différentes grandeurs météorologiques avec notre système, des tests ont été effectués. A cet effet le système de mesure a été installé à l'air libre le (14, 16,18)/06/2022 au centre de Bouira. Notons que les jours du test firent une journée ensoleillée. Les figures ci-dessous représentent les résultats des mesures obtenus sur les grandeurs choisies où les mesures sont enregistrées chaque heure de temps.



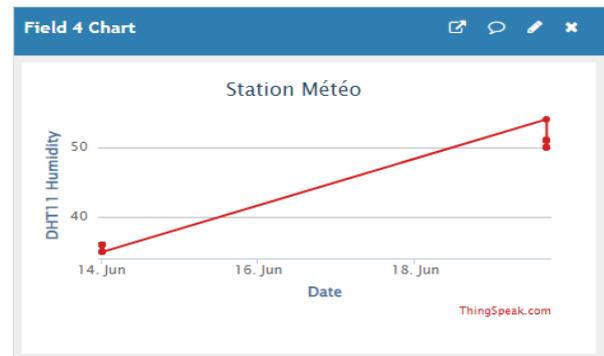
Le graphe de LDR



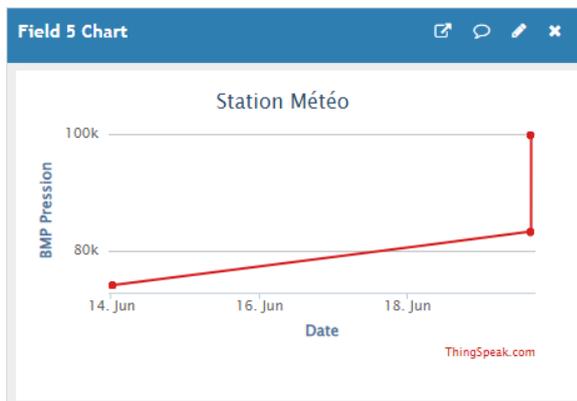
Le graphe de pluie



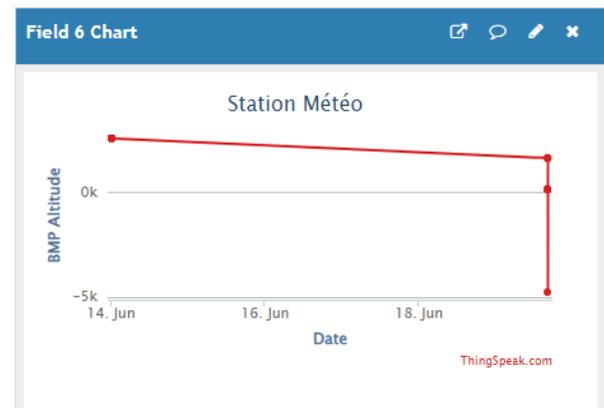
Le graphe de température



Le graphe d'humidité



Le graphe de pression



Le graphe d'altitude

Figure 44: les résultats sur le site ThingSpeak

A travers les différentes courbes obtenues, nous constatons que les paramètres enregistrés montrent certaines variations à des moments de la journée. Globalement, les variations des grandeurs enregistrées dépendent de la présence du soleil. La luminosité augmente depuis le lever du soleil et présente un maximum vers 16h00, ensuite commence à diminuer. La température augmente par contre l'humidité décroît. La pression montre des petites variations à certains moments de la journée. Hormis quelques petites variations aléatoires de l'humidité et de la pression.

III.5. Transfert des données au site HTML (langage à balises des pages WEB et des interfaces)

On l'utilise pour écrire des pages WEB, et c'est originellement un format standard de documents affichable localement par un navigateur ou un traitement de texte récent [30].

III.5.1. Transmissions des données au serveur Web HTML

Pour pouvoir utiliser la communication de l'ordinateur, l'environnement de développement Arduino propose de base un outil pour communiquer. Pour cela, il suffit de cliquer sur le bouton Moniteur série (pour les versions antérieurs à la version 1.8.11).

Dans la barre de menu pour démarrer l'outil. Pour la version 1.8.11, l'icône a changé et de place et de visuel :

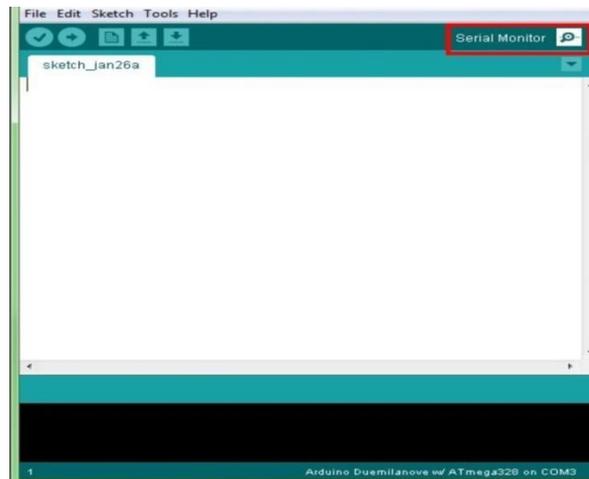


Figure 45:Sélection moniteur série.

Une nouvelle fenêtre s'ouvre : c'est le terminal série :



Figure 46:voie série, vitesse

Dans cette fenêtre vous allez pouvoir envoyer des messages sur la voie série de votre ordinateur (qui est émulée par l'Arduino) ; recevoir les messages que votre Arduino vous envoie ; et régler deux trois paramètres tels que la vitesse de communication avec l'Arduino et l'autoscroll qui fait défiler le texte automatiquement. On verra plus loin à quoi sert le dernier réglage.

III.5.2. Envoyer des données

Les données proviennent de la carte Arduino. En fait, lorsque l'on utilise la voie série pour transmettre de l'information à envoyer, ces informations proviennent de capteurs connectés à la carte ESP32. Cette dernière traite et adapte les informations et puis les transmet vers l'ordinateur (navigateur HTML).

III.5.3. Testes et résultats

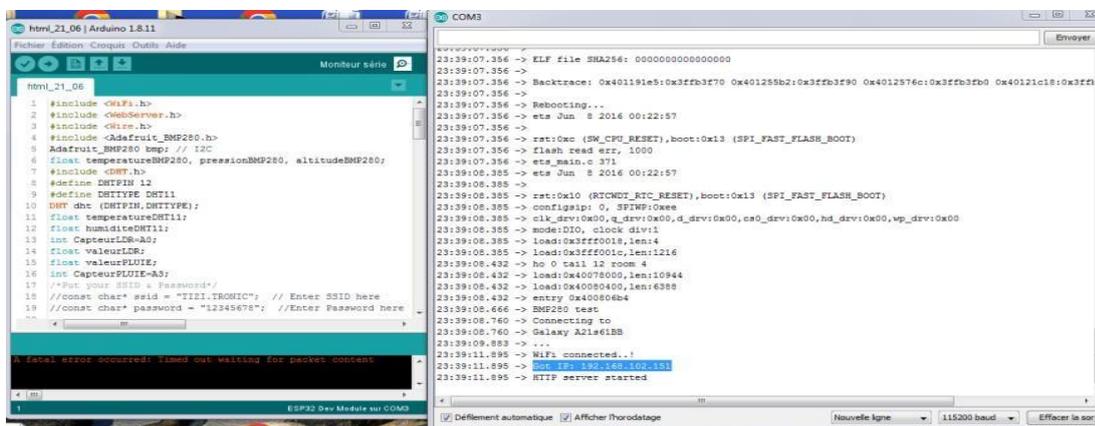


Figure 47:Résultats avec moniteur série.

Après la vérification de l'adresse IP du programme qui est affiché sur le moniteur série on va la copier cette adresse vers le navigateur ; des données mesurées par les capteurs utilisés vont affichés comme suit :



Figure 48:Affichage des donnes sur le site WEB HTML

III.6.Affichage des donnes sur l'application ThingView

ThingView nous a permet de visualiser nos canaux ThingSpeak de manière simple, on a entrez simplement l'ID du canal, la figure suivante montre l'adresse ID :



Figure 49:channel ID

Les données seront affichées en utilisant les paramètres des fenêtres privées avec la clé API uniquement afin de mettre notre chaîne privée « La station Météo » [31].

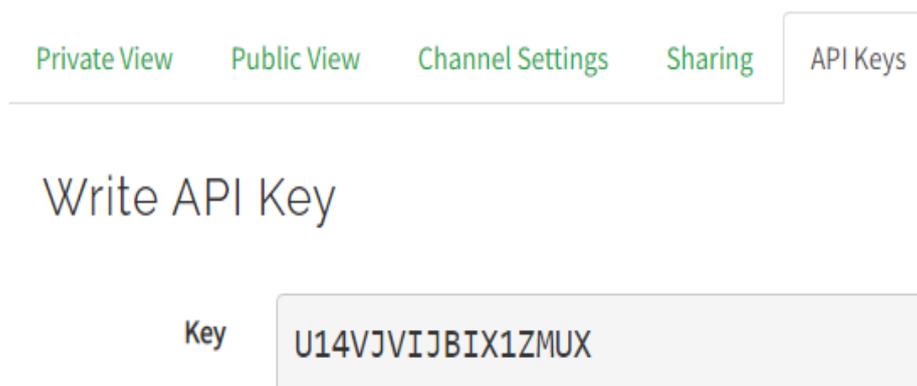


Figure 50:API KEY

III.6.1. Teste et résultats

A travers les différentes courbes obtenues sur les différentes mesures de grandeurs météorologiques avec notre application, des tests ont été effectués. A cet effet le système de mesure a été installé à l'air libre le dimanche, 06/26/2022 à 16 h:55min :33sec au centre de Bouira. Notons que les jours du test firent une journée ensoleillée. Les figures ci-dessous représentent les résultats des mesuresobtenus sur les grandeurs choisies où les mesures sont enregistrées chaque heure de temps.

Chapitre III Conception et réalisation de la station Météo

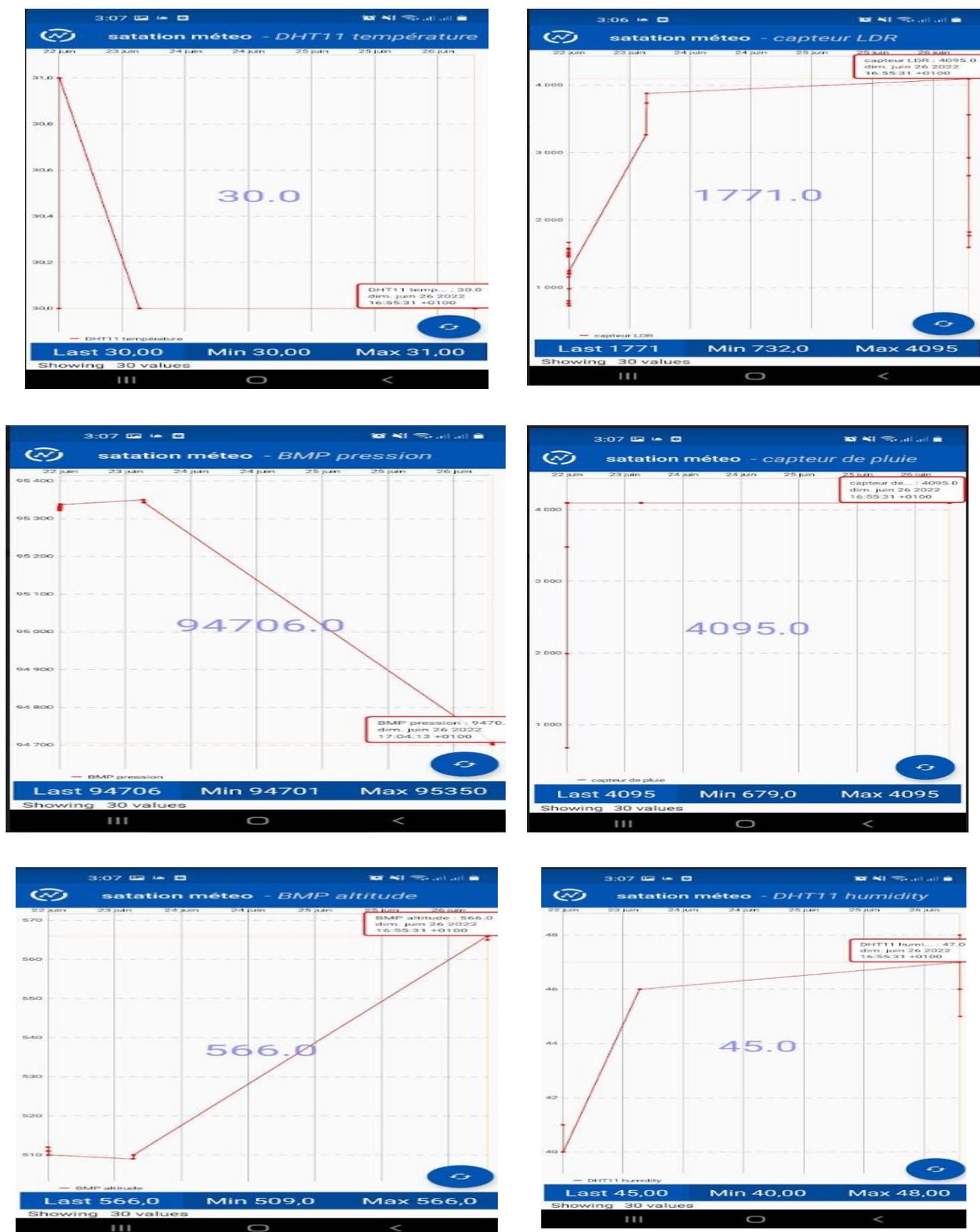


Figure 51: les résultats affichés sur l'application ThingView

III.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les étapes de la conception du système de mesure de quelques grandeurs météorologiques. Ces étapes ont consisté d'abord en la réalisation des mesures avec la carte à microcontrôleur et leurs affichages sur écran, ensuite le transfert à distance est réalisé vers l'ordinateur via le site ThingSpeak qui assure l'affichage sous forme de courbes ; et via le site HTML qui assure l'affichage des données sur le navigateur sous forme d'un texte (message), et via l'application ThingView qui va permettre de visualiser nos canaux de ThingSpeak. Enfin nous avons réalisé des tests avec le système de mesure à l'air libre sur une certaine période de temps d'une journée. Les mesures obtenues ont été concluantes.

Conclusion Générale

Conclusion

Conclusion Générale

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

Dans ce travail nous avons cherché à concevoir un système de mesure de grandeurs météorologique. Il est composé d'un ensemble de capteurs qui sont : un capteur de température et d'humidité et un capteur de pluie, un capteur de pression bmp280, un capteur de luminosité utilisés pour l'acquisition des données, d'une carte à microcontrôleur Arduino dont le rôle est le traitement des données issus des différents capteurs, d'un module Wifi permettant d'envoyer les mesures provenant de la carte Arduino vers le site ThingSpeak pour être enregistrées et affichées sous forme de graphes sur ordinateur utilisant aussi l'application téléphonique.

La réalisation du système est composés de plusieurs étapes qui sont : le branchement des capteurs avec la carte Arduino, la programmation de la carte ESP32 et l'affichage des résultats sous forme numérique et graphique. L'étape suivante a consisté à assurer la transmission à distance ver un PC portable utilisant un module Wifi permettant d'envoyer les mesures provenant de la carte Arduino vers le site ThingSpeak pour être enregistrées et affichées sous forme de graphes sur ordinateur.

Les tests de mesures effectués sur la station sont satisfaisants. En effet, nous avons eu comme résultats des valeurs des paramètres météorologiques en temps réel. Ces valeurs sont luessur un serveur Web et un site ThingSpeak. 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.

Perspectives

Perspectives

Comme perspectives de ce travail, des extensions du système de mesure peuvent être considérées tenant comptes d'autres grandeurs météorologiques comme la mesure du vent...etc. Un réseau de système météorologique peut être réalisé avec les mêmes procédures que nous avons utilisées pour obtenir des mesures sur une plus grande échelle.

En outre les méthodes et les techniques développées pour la réalisation de ce système peuvent être améliorées pour obtenir des mesures plus précises sur les grandeurs météorologiques à mesurer.

Nous espérons que ce mémoire sera utile et enrichi par les futures promotions.

Références

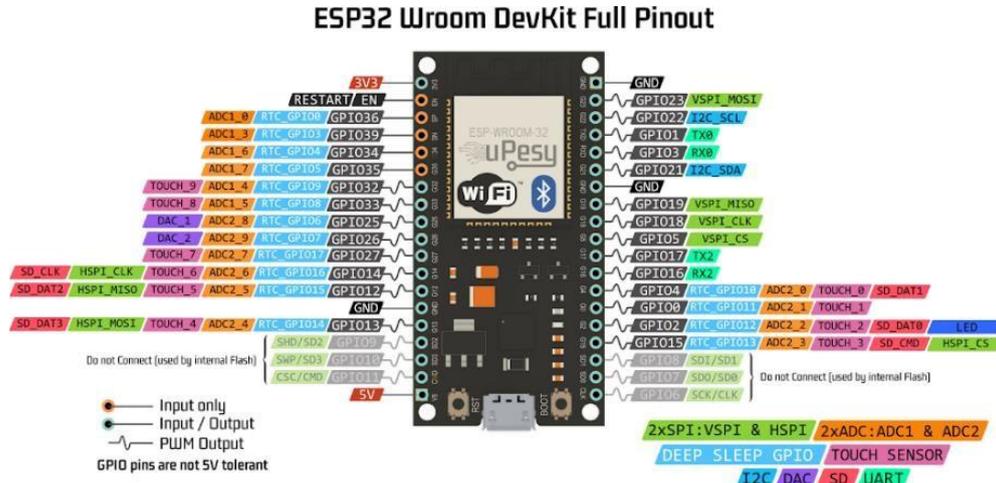
Références

- [1] Hilab Mouaiz (Réalisation d'une station météorologique à base d'Arduino UNO) mémoire de master, Université Mohamed Khider Biskra juin 2018
- [2] <https://fr.wikipedia.org>
- [3] <http://www.station-meteo.com>
- [4] <http://www.netatmo.com>
- [5] <https://www.keyence.fr>
- [6] <https://www.planet.fr>
- [7] <https://www.airthings.com>
- [8] <https://echo2.epfl.ch>
- [9] mémoire conception et réalisation un système de mesure météorologique présenté par Kara Lydia et Guellal Sofian université UMMTO 2018
- [10] <https://www.weeza.fr>
- [11] <https://fr.wikidia.org>
- [12] [https://www.objet-connecte.info/station-meteo/\(22/02/2019\)](https://www.objet-connecte.info/station-meteo/(22/02/2019))
- [13] <http://electroniqueamateur.blogspot.com/2019/07/programmer-lesp32-avec-lide-arduino.html>
- [14] <https://www.upesy.fr/blogs/tutorials/install-esp32-on-arduino-ide-complete-guide>
- [15] <https://www.aranacorp.com/fr/vue-densemble-du-microcontroleur-nodemcu-esp32/~:text=Le%20microcontr%C3%B4leur%20NodeMCU%20ESP32%20utilise,l'enregistrement%20de%20donn%C3%A9es>
- [15] <https://www.digikey.fr/fr/product-highlight/b/bosch-sensortec/bmp280-barometricpressure-Sensor> (25/04/2019)
- [16] <https://www.bosch>
- [17] sensortec.com/bst/products/all_products/bme280(25/04/2019)
- [18] <https://boutique.semageek.com/fr/830-capteur-barometrique-bmp280-grove.html>(05/05/2019)
- [19] <https://www.tubefr.com/comment-utiliser-le-capteur-adafruit-bmp280-tutorialarduino.html>(15/05/2019)

Annexes

Annexes

1. le schéma détaillé des broches de cartes ESP32



2. La syntaxe du langage Arduino :

- Ponctuation

Le code est structuré par une ponctuation stricte :

- toute ligne de code se termine par un point-virgule « ; »
- le contenu d'une fonction est délimité par des accolades « { » et « } »
- les paramètres d'une fonction sont contenus pas des parenthèses « (» et «) ».

Une erreur fréquente consiste à oublier un de ces éléments.

- Les variables

Une variable est un espace réservé dans la mémoire de l'ordinateur. C'est comme un compartiment dont la taille n'est adéquate que pour un seul type d'information. Elle est caractérisée par un nom qui permet d'y accéder facilement.

Il existe différents types de variables identifiés par un mot-clé dont les principaux sont :

- nombres entiers (int)
- nombres à virgule flottante (float)
- texte (String)
- valeurs vrai/faux (boolean).

Un nombre à décimales, par exemple 3.14159, peut se stocker dans une variable de type float. Notez que l'on utilise un point et non une virgule pour les nombres à décimales. Dans Arduino, il est nécessaire de déclarer les variables pour leur réserver un espace mémoire adéquat. On déclare une variable en spécifiant son type, son nom puis en lui assignant une valeur initiale (optionnel). Exemple :

Annexes

```
int ma_variable = 45;
```

```
// int est le type, ma_variable le nom et = 45 assigne une valeur.
```

- **Les fonctions :**

Une fonction (également désignée sous le nom de procédure ou de sous-routine) est un bloc d'instructions quel'on peut appeler à tout endroit du programme.

Le langage Arduino est constitué d'un certain nombre de fonctions, par exemple analogRead(), digitalWrite()ou delay(). Il est possible de déclarer ses propres fonctions par exemple :

```
void clignote(){  
  
digitalWrite  
  
(brocheLED, HIGH) ;  
  
delay (1000) ;  
  
digitalWrite  
  
(brocheLED, LOW) ;  
  
delay (1000) ; }  

```

Pour exécuter cette fonction, il suffit de taper la commande :

```
clignote();
```

On peut faire intervenir un ou des paramètres dans une fonction :

```
void clignote(int broche,int vitesse)  
  
{  
  
digitalWrite  
  
(broche, HIGH) ;  
  
delay (1000/vitesse)  
  
; digitalWrite  
  
(broche, LOW) ;  
  
delay (1000/vitesse)  
  
;  
  
}  

```

Dans ce cas, l'on peut moduler leurs valeurs depuis la commande qui

Annexes

```
l'appelle :clignote(5,1000); //la sortie 5 clignotera vite
```

```
clignote(3,250); //la sortie 3 clignotera lentement
```

I.1. Les structures de contrôle :

Les structures de contrôle sont des blocs d'instructions qui s'exécutent en fonction du respect d'un certain nombre de conditions.

Il existe quatre types de structure :

1. **if...else :**

Exécute un code si certaines conditions sont remplies et éventuellement exécutera un autre code avec sinon. Exemple :

```
//si la valeur du capteur  
dépasse le seuil  
if(valeurCapteur>seuil){  
//appel de la  
fonction clignote  
clignote(); }
```

2. **while :**

Exécute un code tant que certaines conditions sont remplies. Exemple :

```
//tant que la valeur du capteur est  
supérieure à 250  
while(valeurCapteur>250){  
//allume la sortie 5  
digitalWrite(5,HIGH);  
//envoi le message "0" au port serie  
Serial.println(1); //en boucle tant que valeurCapteur est  
supérieure à 250 }Serial.println(0);  
digitalWrite(5,LOW);
```

3. **for :**

Annexes

Exécute un code pour un certain

nombre de fois.Exemple :

```
//pour i de 0 à 255,  
par pas de 1for (int  
i=0; i <= 255; i++){  
analogWrite(PWMpin,  
i); delay(10); }
```

4. switch/case :

Fait un choix entre plusieurs codes parmi une liste de

possibilités.Exemple :

```
// fait un choix parmi plusieurs  
messages reçusswitch (message) {  
case 0: //si le message est "0"  
//allume que la sortie 3  
digitalWrite(  
3,HIGH);  
digitalWrite  
(4,LOW);  
digitalWrite  
(5,LOW);  
break;  
case 1: //si le message est "1"  
//allume que  
la sortie 4  
digitalWrite(  
3,HIGH);  
digitalWrite(  
4,LOW);
```

Annexes

```
digitalWrite(  
5,LOW);  
break;  
case 2: //si le message est "2"  
    //allume que  
    la sortie 5  
    digitalWrite(  
3,LOW);  
    digitalWrite(  
4,LOW);  
    digitalWrite(  
5,HIGH);  
break;  
}
```

Résumé

Ce mémoire présente le système de mesure et transmission à distance de paramètres météorologique à base de la carte à microcontrôleur Arduino ESP 32 qui utilise les capteurs qui mesurent : la température, l'humidité, la pression et la luminosité, l'altitude et la quantité de précipitation. Ces mesures vont afficher sous forme des courbes dans le site Web ThingSpeak et puis la visualisation de ces données dans l'application téléphonique ThingView. Par la suite on va les afficher dans le serveur HTML sous forme des textes (les mesures). Dans le début on a présenté des généralités sur la météorologie, par la suite on a cité les différents matériels et logiciels utilisés et on a terminé par la conception et réalisation du système de mesure.

Les mots clés : Station Météo, Capteur, Arduino, ThingSpeak, ThingView, HTML.

Abstract

This thesis presents the system for the measurement and remote transmission of meteorological parameters based on the Arduino ESP 32 microcontroller board which uses sensors that measure: temperature, humidity, pressure and luminosity, altitude and quantity of precipitation. These measurements will display as waveforms in the ThingSpeak website and then visualize this data in the ThingView phone app. Thereafter we will display them in the HTML server in the form of texts (measurements). In the beginning we presented generalities on meteorology, then we mentioned the different hardware and software used and we ended with the design and realization of the measurement system.

Keywords: Weather Station, Sensor, Arduino, ThingSpeak, ThingView, HTML.

ملخص

تقدم هذه الرسالة نظام القياس والإرسال عن بعد لمعلومات الأرصاد الجوية على أساس لوحة التحكم الدقيقة Arduino ESP 32 التي تستخدم مستشعرات تقيس: درجة الحرارة والرطوبة والضغط واللمعان والارتفاع وكمية الهطول. سيتم عرض هذه القياسات كأشكال موجية في موقع ThingSpeak على الويب ثم تصور هذه البيانات في تطبيق الهاتف ThingView. بعد ذلك سنعرضها في خادم HTML في شكل نصوص (قياسات). في البداية قدمنا معلومات عامة عن الأرصاد الجوية ، ثم ذكرنا الأجهزة والبرامج المختلفة المستخدمة وانتهينا بتصميم وتنفيذ نظام القياس.

الكلمات الرئيسية: محطة الطقس، الاستشعار، Arduino، ThingSpeak، ThingView، HTML