

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Génie Electrique et Informatique
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de fin

D'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Instrumentation

Thème :

**Conception et réalisation d'un système
d'acquisition et transfert de donnée météorologiques
sous l'esp 32**

Réalisé par :

AMRAR Yassine

BOUARAB Ahcene

Proposé et encadré par : Mr ATTAF.Y

Année universitaire 2023/2024

REMERCIEMENT

Toute notre reconnaissance et remerciement à Dieu, le tout puissant qui nous a

Donné la force, le courage et la volonté pour élaborer ce modeste travail.

C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que nous
Remercions notre promoteur Monsieur ATTAF. Y pour la sollicitude avec

Laquelle il a suivie et guidée ce travail.

Il nous est agréable de pouvoir exprimer nos sentiments de reconnaissance aux

Enseignants et personnel de la bibliothèque du département d'électronique ainsi

Qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à

L'élaboration de ce modeste travail.

Enfin nos sincères remerciements et notre profonde gratitude

S'adressent également aux membres du jury qui nous feront

L'honneur de juger notre projet.

DÉDICACE :

On dédie ce modeste travail :

A nos très chers parents

A nos très chers frères et leurs femmes, mes sœurs et leurs maris ainsi que leurs enfants.

A nos familles en général.

A tous nos amis (es).

A toutes personnes qui nous a aidés de près ou de loin

MERCI

Sommaire :

Introduction générale.....1

Chapitre I : Généralités sur la météorologie

I. PREAMBULE	2
II. Stations météorologiques.....	2
III. Types de stations météos.....	3
III.1. Classique	3
III 1.1.Stations météorologiques locales de bas	3
III 1.2. stations météo régionale	3
III 1.3. Station météorologique analogique	4
III.2. Professionnelle	4
IV. Fonctions des stations météorologiques.....	5
IV.1. Relevé en temps réel.....	5
IV.2. Probabilités	6
IV.3. prédiction d'autre paramètre	6
V. Variables météorologiques	6
V.1. Température	7
V.2. Humidité	8
V.3. Pression	8
V.4.Vent et soleil	8
V.5. Précipitations.....	9
VI. Appareilles des mesures de variables météorologiques.....	9
VI.1. Thermomètres	10
VI.2. Hygromètre	10
VI.3. Baromètre.....	11
VI.4. Pluviomètre	12
VI.5. Anémomètre à girouette.....	13
VII. DISCCUSION	14

Chapitre II : Matériels et logiciels utilisés

I. PREAMBULE.	15
--------------------	----

II. Choix de la carte.....	15
III. Carte ESP 32	15
IV. Capteurs utilisés	17
IV.1. Capteur de température et d'humidité DHT11	17
IV.2. Capteur de pression BMP280	18
IV.3. Capteur de pluie	19
IV.4. Capteur de luminosité LDR	19
V. Logiciel IDE	20
V.1. Les boutons du logiciel IDE	21
VI. Structure d'un programme	22
VI.1. Etapes du téléchargement du programme	23
VII. Internet des objets (IOT)	24
VII.1. Concept de internet des objets	24
VII.2. Objet connecté.....	24
VII.3. Domaines d'applications de l'internet des objets.....	25
VI.4. Composants d'un système IOT	26
VII.5. Contraintes liées à L'IOT	27
VII.6. Avantages de l'Internet des objetS (IOT)	28
VII.7. Web of things	29
VIII. DISCUSSION	30

Chapitre III : Elaboration du système d'acquisition et de transfert

I.PREAMBULE	31
II. Description du système de mesure	31
III. Elaboration du système de mesure	32
III.1 Réaliser le circuit imprimé	32
1.1. Présentation de Proteus.....	32
1.2 Proteus ISIS.....	33
1.3Proteus Ares	33
III.2 Réaliser la carte électronique	34
III.3 schéma de réalisation du système	37

III.4 programmation de la carte ESP32.....	39
III.5 tests et résultats	39
IV. configuration de l'IDE	40
V. Transmission à distance	43
V.1.Site Thing speak	44
VI. Application androïde de mobile.....	46
VI.1 MIT APP Inventor	46
VI.2 création d'une application Androïde mobile	46
VII. Tests et résultats	50
VIII. DISCUSSION	53
Conclusion et perspectives	54

Liste des figures

Figure I.1 : Station météorologique.....	3
Figure I.2 : Station météorologique classique	4
Figure I.3 : station météorologique analogique.....	4
Figure I.4 : station météo professionnelle	5
Figure I.5 : thermomètre.....	10
Figure I.6 : Hygromètre.....	11
Figure I.7 : Baromètre	12
Figure I.8 : Pluviomètre	13
Figure I.9 : Anémomètre à girouette	14
Figure II.1 : Carte esp 32 dev module	16
Figure II.2 : Capteur de température et d'humidité DHT11	18
Figure II.3 : Capteur de pression BMP280	19
Figure II.4 : Capteur de pluie	19
Figure II.5 : Capteur de luminosité LDR	20
Figure II.6 : Présentation de l'interface du logiciel IDE	21
Figure II.7 : les boutons du logiciel IDE.....	21
Figure II.8 : La structure d'un programme	23
Figure II.9 : Les étapes du téléchargement de code	24
Figure II.10 : La lampe DAL (premier objet connecte)	25
Figure II.11 : Composants d'un système IOT	27
Figure III.1 : Schéma synoptique du système de mesure météorologique	32
Figure III.2 : Schéma sur Proteus.....	34
Figure III.3 : découpé la carte électronique.....	34
Figure III.4 : <i>Essuyer la couche de résine</i>	34
Figure III.5 : aligner les deux pièces	35
Figure III.6 : <i>le transfert du circuit</i>	35
Figure III.7 : <i>Graver le circuit imprimé</i>	36
Figure III.8 : <i>Graver le circuit imprimé</i>	36
Figure III.9 : <i>enlever le vernis</i>	36
Figure III.10 : percer le circuit imprimé.....	37
Figure III.11 : souder les composants	37
Figure III.12 : schéma de réalisation du système avec le logiciel fritzing	38

Figure III.13 : organigramme d'acquisition des valeurs	39
Figure III.14 : montage de système d'acquisition sur une carte électronique connectée à un pc et l'affichage des résultats sur le moniteur série	40
Figure III.15 : sélection de préférences dans l'IDE.....	40
Figure III.16 : Introduction de lien ESP32	41
Figure III.17 : Introduction au gestionnaire de la carte	41
Figure III.18 : Installation de l'ESP32	42
Figure III.19 : Téléversement du programme	42
Figure III.20 : Organigramme de système	43
Figure III.21 : <i>L'interface du site thing speak</i>	44
Figure III.22 : L'interface de création d'un compte.....	45
Figure III.23 : L'interface de création de canal thing speak	45
Figure III.24 : Création d'une application.....	46
Figure III.25 : Les étapes de créer les boutons.....	47
Figure III.26 : programmation de l'application.....	48
Figure III.27 : Téléchargement de l'application.....	49
Figure III.28: Blocs pour la première page (screen1.....	49
Figure III.29 : Blocs pour la page supérieure	50
Figure III.30 : Le graphe de température	50
Figure III.31 : Le graphe de l'humidité.....	51
Figure III.32 : Le graphe de pression	51
Figure III.33 : Le graphe d'Altitude.....	51
Figure III.34 : Le graphe de pluie.....	52
Figure III.35 : Le graphe de luminosité.....	52

Bibliographie:

- [1] An Introduction to Weather Stations
[Online] <http://www.monaxtestandweather.com.au/product-guidance/anintroduction-to-weather-stations>.
- [2] Hilab Mouaiz (Réalisation d'une station météorologique à base d'Arduino UNO).
Mémoire de master, Université Mohamed Khider Biskra juin 2018
- [3] <http://www.espacearchitectesetimmobiliers.com/les-trois-fonctions-dune-station-meteo/>
- [4] <http://www.cimel.fr/?acquisition-unit=unite-dacquisition>
- [5] <http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/observer-le-temps/moyens>
- [6] Simon Landrault(Eskimon),Hippolyte Weisslinger(Olyte),Arduino: Premier pas en informatique embarquée,le blog d'eskimon,Edition du 01juin 2014
- [7] NOD MCU ESP 32
- [8] <https://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/DHT11.pdf>
- [9] <http://gilles.thebault.free.fr/spip.php?article47>
- [10] <https://euro-makers.com/fr/capteurs-detecteurs-arduino/1591-capteur-de-pluie-arduino-3701172905342.htm>
- [11] Jonathan Ozer et Hygh Blemings, Pratical Arduino, 2010, Apress DOI : 10.1007/978-1-4302-2478-5
- [12] Dirk Helbing et Evangelos Pournaras (2015) Share/bookmark « Society: Build digital democracy
- [13] <https://fr.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=discovery-conception-electronique/quels-sont-les-avantages-et-les-inconv>
- [14] "Architecture du Web des objets (WoT)" . www.w3.org.
- [15] <https://www.thethingsnetwork.org/docs/applications/thingspeak/>

Introduction générale

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication continuent d'évoluer et de prendre de plus en plus de l'importance non seulement dans notre quotidien, mais aussi elles deviennent essentielles pour le monde professionnel. Avec le développement de la technologie notamment le domaine de l'électronique et informatique, la surveillance des paramètres climatiques et la prévision de la météo ont beaucoup progressé et plusieurs domaines tels que l'agriculture, la recherche scientifique et maritime, la navigation aérienne, la gestion des risques naturels ont bénéficié de cette progression.

La prédiction météorologique est basée sur l'étude de plusieurs paramètres liés au climat, ces données sont issues de différentes sources et de différents appareils de mesure notamment des radars, des satellites météorologiques et des stations météorologiques dispersées sur plusieurs sites différents, etc.

Dans cette optique le travail développé dans ce mémoire consiste en l'élaboration d'un système d'acquisition de variables météorologiques à base d'une carte à microcontrôleur ESP32. Ensuite une transmission à distance des variables mesurées est réalisée vers un ordinateur via l'internet des objets.

L'objectif de ce travail est de mesurer les variables météorologiques (humidité, température, ensoleillement, pression) en temps réel dans notre système .

Le mémoire résumant le travail réalisé est divisé en trois chapitres :

. Le premier chapitre est consacré aux descriptions de différentes grandeurs météorologiques et les instruments utilisés pour la mesure.

. Dans le deuxième chapitre nous allons présenter le matériel et logiciel que nous allons utiliser pour la réalisation du système de mesure.

Le troisième chapitre porte sur les différentes étapes de conception et réalisation du système d'acquisition et de transfert de variables météorologiques et les tests effectués sur celui-ci, et l'affichage des résultats se fait via une application Android. Nous terminons ce mémoire, par une conclusion générale et les références bibliographiques.

Chapitre 1
Généralités sur les stations
météorologiques

I. PREAMBULE :

La météorologie, science passionnante et complexe, étudie les phénomènes atmosphériques et leurs variations. Depuis les temps anciens, l'humanité a cherché à comprendre et à prédire les conditions météorologiques pour mieux s'adapter à son environnement. Aujourd'hui, grâce aux progrès technologiques et à la recherche scientifique, nous disposons de moyens sophistiqués pour observer, analyser et prévoir le temps qu'il fera.

La météorologie englobe un large éventail de phénomènes, des variations quotidiennes des conditions atmosphériques aux événements météorologiques extrêmes tels que les tempêtes, les ouragans, les tornades et les sécheresses. Elle étudie également les cycles climatiques à long terme, les interactions entre l'atmosphère, les océans, la biosphère et la lithosphère, ainsi que l'impact des activités humaines sur le climat.

Dans la vie de tous les jours, la mesure des variables météorologiques joue un rôle important dans plusieurs domaines telles que l'architecture, la navigation maritime, la gestion des ressources naturelles, la planification urbaine, la gestion des risques naturels. Afin d'évaluer ces variables, les stations météorologiques doivent recueillir le maximum d'information sur plusieurs échelles. Dans les paragraphes qui vont suivre nous allons aborder les différents variables météorologiques et les méthodes utilisées pour les mesures.

II. Stations météorologiques :

Une station météorologique c'est un ensemble des appareils de mesure, constitué de différents capteurs qui enregistrent et fournissent des informations concernant les mesures physiques liées aux variations du climat. Ces grandeurs physiques peuvent être la température, la vitesse du vent, la pluviométrie, etc. Les stations météorologiques sont très intéressantes. Elles sont utilisées dans plusieurs domaines, tel que la sécurité routière, la navigation aérienne pour surveiller les conditions optimales des circulations et assurer la sécurité des passagers et le trafic continu des avions. Les données sont également utilisées dans des programmes de prévision de climat ainsi que l'estimation des gisements des énergies renouvelables. Les stations de mesure météorologique se composent généralement d'une maquette sur lequel des capteurs sont installés. Ces derniers sont reliés au boîtier qui fait l'enregistrement sur une base de données et l'envoi des mesures, généralement via le réseau mobile. La photo ci-dessous montre un exemple de station de mesure.



Figure I.1 : Station météorologique.

Les stations météorologiques sont liées par un câble ou sans fil. Les câblés sont utilisés pour fixer la console d'affichage à l'intérieur d'un boîtier des capteurs intégrés. Ceux-ci sont généralement moins chers que leurs homologues sans fil. Cependant, les utilisateurs sont obligés à percer un trou dans le mur pour passer le câble. Les stations météorologiques sans fil, le plus cher, elles utilisent des signaux radio ou GSM au lieu d'un câble pour permettre aux capteurs à communiquer avec la console intérieure. La distance de transmission du signal à la console dépend du type de porteur du signal et le milieu de transports.figure1.1

III. Types de stations météo :

Il existe plusieurs types de stations météorologiques, chacune ayant ses propres caractéristiques et objectifs spécifiques. Voici quelques-uns des types les plus courants :

III.1. Station Classique :

*** Stations météorologiques locales de base :**

Elles sont des appareils qui enregistrent et fournissent des informations concernant les mesures physiques liées aux variations climatiques, elles servent à connaître les conditions météorologiques au niveau d'un seul lieu. Elles sont équipées d'un baromètre mécanique. L'essentiel de ces stations est de donner la température et quelques grandeurs, cependant, il existe des variantes permettant d'optimiser au mieux leur utilisation.

*** Les stations météo régionales :**

Celles permettent d'avoir une prévision précise pour trois ou quatre jours, selon le cas, dans la location sélectionnée. Ces stations météo 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.figure1.2



Figure I.2 : Station météorologique classique.

*** La station météorologique analogique :**

La station météorologique analogique domotique pour un usage à l'intérieur (baromètre, thermomètre, hygromètre), est en hêtre naturel avec des pointes en aluminium. La station météorologique analogique domotique est se compose de trois indicateurs circulaires analogiques mais avec une conception moderne. Ce type des stations fournissent des mesures météorologique faciles à lire, précises et en temps opportun. Elles sont désignées pour maison, bureau, jardin ou bateau ; figure I.3



Figure I.3 : Station météorologique analogique.

III.2. station professionnelles :

Les stations météorologiques professionnelles en général donnent plus d'informations que les stations classiques avec une grande précision, telles que la température, vitesse/direction du vent, précipitations, humidité, pression barométrique...etc. figure I.4



Figure I.4: Station météo professionnelle

IV. Fonctions des stations météorologiques :

Les trois fonctions les plus répandues des stations météorologiques sont : le relevé en temps réel, les probabilités, et d'autres paramètres.

IV.1. Relevés 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 paramètres météorologiques. Les stations météorologiques en temps réel sont essentielles pour détecter les conditions météorologiques dangereuses telles que les tempêtes, les tornades, les ouragans, les fortes précipitations, les températures extrêmes. 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.

En résumé, les stations météorologiques de relevé en temps réel jouent un rôle crucial dans la surveillance et la compréhension des conditions météorologiques, ainsi que dans la protection des vies et des biens contre les dangers météorologiques.

IV.2. 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 de pluie et un accès aux prévisions 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%. Par exemple, au lieu de dire simplement "Il pleuvra demain", une station météorologique probabiliste peut dire "Il y a 70% de chances de pluie et 30% de chances de ciel dégagé". Le tout est mis en lumière avec les moyennes de saison. Enfin, elles peuvent lancer des alertes, en fonction de seuils de probabilité dépassés pour certains événements météorologiques dangereux, comme les tempêtes, les inondations ou les vagues de chaleur.

En résumé, les stations météorologiques de probabilités jouent un rôle crucial en fournissant des informations météorologiques plus nuancées et en aidant les individus et les organisations à prendre des décisions informées face à l'incertitude inhérente à la prévision météorologique.

IV.3. Prédications d'autres paramètres :

Une station météo professionnelle et intelligente permet aussi de vérifier l'état des jardins, des risques de maladies, et aussi aide les gens à prendre des précautions appropriées pour se protéger contre les effets néfastes du soleil, tels que le port de crème solaire et de vêtements protecteurs, 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, afin d'accéder aux données relevées dans certaines zones géographiques. Les prévisions de vent sont importantes pour diverses activités, telles que la navigation, l'aviation, l'énergie éolienne et la prévention des incendies de forêt, et aussi pour la navigation maritime, la pêche, la sécurité des plages et la protection contre les inondations côtières.

En résumé, les stations météorologiques jouent un rôle crucial en fournissant des prédictions pour une gamme de paramètres autres que la condition météorologique standard. Ces prévisions aident à la prise de décisions dans de nombreux secteurs et collaborent à la sécurité et au bien-être des individus et des communautés.

V. Variables météorologiques :

L'étude des phénomènes météorologiques consiste à étudier les différentes variables météorologiques dans le but d'évaluer leur influence et évolution dans le temps afin d'établir un pronostic. Les variables les plus importantes à mesurer dans les stations météorologiques

sont généralement : la température, l'humidité, la pression atmosphérique, le vent, l'insolation et les précipitations.

V.1 Température :

La température de l'air exprimée en degré Celsius °C ou en degrés Fahrenheit (°F), est l'élément météorologique le plus important car elle est influencée par la température de l'air et la vitesse du vent.

Elle est liée à la notion immédiate du chaud et du froid, il faut distinguer entre la température de celle du sol, avec l'altitude la température de l'air décroît, la diminution est de 1°C pour 150m. La température de la mer c'est la température de l'eau de mer à la surface de l'océan, elle est importante pour la navigation maritime, la météorologie marine, et elle influence également les conditions météorologiques côtières. La distribution de la température est étroitement liée au rayonnement solaire.

Ces variables météorologiques sont essentielles pour comprendre et prédire les conditions météorologiques, ainsi que pour évaluer les impacts potentiels sur la santé humaine, l'agriculture, l'environnement et d'autres secteurs.

V.2. Humidité :

L'humidité désigne en météorologie la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. L'évaporation c'est le processus par lequel l'eau passe de l'état liquide à l'état gazeux et est absorbée par l'air, elle dépend de facteurs tels que la température, la pression de vapeur d'eau dans l'air et la vitesse du vent. Ses autres formes sont l'état liquide (océans, lacs, pluie...) et l'état solide (glaciers, banquise, neige...). La vapeur d'eau est absolument transparente et invisible.

En météorologie, l'humidité de l'air est quantifiée de deux manières : l'humidité absolue et l'humidité relative.

L'humidité relative est le rapport entre la pression partielle P_V de la vapeur d'eau et la pression de la vapeur saturante P_S pour une température et un volume d'air donnés. Notons que la quantité d'eau maximale collectée au sol et la pression de vapeur saturante augmente avec la température alors que l'humidité absolue reste constante. L'humidité relative peut être déduite des abaques psychrométriques en fonction de la température de l'air et la différence psychrométrique. Par exemple, une humidité relative de 50 % signifie que l'air contient la moitié de la quantité maximale de vapeur d'eau qu'il pourrait contenir à cette température.

L'humidité absolue est le rapport de la masse d'eau à la masse d'air sec présente dans un volume de gaz. Ce rapport est difficile à mesurer car il faut procéder à une dissection pour séparer l'air sec de la vapeur d'eau.

Ces variables sont importantes pour comprendre et prévoir le temps, ainsi que pour évaluer les conditions de confort thermique et l'impact sur divers processus biologiques et environnementaux.

V.3. Pression :

La pression atmosphérique C'est la force exercée par l'air sur une unité de surface due au poids de l'atmosphère au-dessus de cette surface, elle s'exprime en " Pa", en millibars "mbar" ou en mm de mercure "mm Hg". La répartition de la pression atmosphérique au niveau de la surface anticyclones sont associées à des conditions météorologiques plus calmes et stables, tandis que les zones de basse pression (dépressions) sont associées à des conditions météorologiques plus instables et souvent à des précipitations. Les prévisions du temps sont basées principalement sur les changements de pression atmosphérique dans le temps et dans l'espace. En général, une baisse de pression est signe d'un temps gris ou de pluie alors qu'une remontée de celle-ci annonce le beau temps.

Ces variables sont importantes pour comprendre et prévoir les conditions météorologiques à court et à long terme, ainsi que pour évaluer les changements climatiques. Elles sont souvent mesurées à l'aide de baromètres et d'autres instruments météorologiques

V.4. vent et soleil :

Celui-ci traduit le déplacement de l'air d'une zone de hautes pressions vers les basses pressions.

Le vent est le mouvement de l'air à grande échelle dans l'atmosphère. Il est causé par des différences de pression atmosphérique qui résultent des variations de température à la surface de la Terre. Le vent est généralement mesuré en termes de sa vitesse (en kilomètres par heure ou en nœuds) et de sa direction (en degrés par rapport au nord). Le vent peut avoir un impact significatif sur les conditions météorologiques locales, notamment en influençant la température ressentie, la formation des nuages, les conditions de navigation et même la dispersion des polluants atmosphériques.

Le soleil est la principale source de chaleur et de lumière pour la Terre. Son rayonnement solaire est essentiel pour soutenir la vie sur notre planète. Les variations dans l'angle d'incidence

du rayonnement solaire tout au long de la journée et tout au long de l'année sont responsables des saisons et des cycles diurnes. L'énergie solaire est également utilisée pour la photosynthèse des plantes, ce qui est fondamental pour la production de nourriture. Les conditions météorologiques associées au soleil incluent l'intensité du rayonnement solaire, la durée d'ensoleillement et la couverture nuageuse, qui peuvent toutes avoir un impact sur les températures locales, l'évaporation de l'eau, la photosynthèse et d'autres processus climatiques. Ces deux variables météorologiques sont essentielles pour comprendre et prédire les conditions météorologiques dans une région donnée. Elles sont également importantes pour de nombreuses activités humaines, telles que l'agriculture, la navigation, la production d'énergie renouvelable et la planification urbaine.

V.5. Précipitations :

Les précipitations sont les produits solides ou liquides résultant de la condensation de la vapeur d'eau qui tombent des nuages ou qui passent directement de l'air au sol sur différentes altitudes. Les types des précipitations il peut s'agir de pluie, de neige, de grêle ou de verglas. La quantité de précipitation atteignant le sol est représentée en termes de profondeur verticale d'eau qu'elle aurait si elle couvrait une projection horizontale de la surface du sol. On la mesure en millimètre.

Ces variables météorologiques sont essentielles pour comprendre et prédire les conditions météorologiques et climatiques, ainsi que pour prendre des décisions importantes dans divers domaines tels que l'agriculture, la gestion des ressources en eau et la planification urbaine.

VI- Appareils des mesures de variables météorologiques :

Les instruments météorologiques sont des appareils de mesure utilisés pour enregistrer les valeurs des paramètres atmosphériques. Ils sont conçus pour fonctionner dans des conditions naturelles sous n'importe quelle zone climatique de manière fiable, donner des lectures stables sur une large plage de températures et dans des conditions de haute humidité ou avec des précipitations élevées. Ils ne doivent pas être affectés par le vent ou la poussière et les résultats des mesures prises à des différents temps et emplacements doivent être uniformes. Pour cela, ils sont fabriqués selon des standards internationaux homologués par l'Organisation météorologique mondiale et mis en place selon des critères bien précis pour que leurs lectures soient indépendantes des conditions locales.

VI.1. Thermomètre :

Un thermomètre est un instrument de mesure utilisé pour mesurer la température. Il existe plusieurs types de thermomètres, chacun adapté à différents usages. Par exemple, le thermomètre à mercure, bien que de moins en moins courant en raison de ses dangers environnementaux, utilise la dilatation du mercure pour indiquer la température. Il y a aussi des thermomètres électroniques qui mesurent la température à l'aide de capteurs électroniques et affichent la lecture sur un écran numérique. Les thermomètres peuvent être utilisés dans divers domaines,

y compris la météorologie, la cuisine, la médecine, l'industrie et de nombreux autres domaines où la mesure précise de la température est nécessaire. figure 1.5

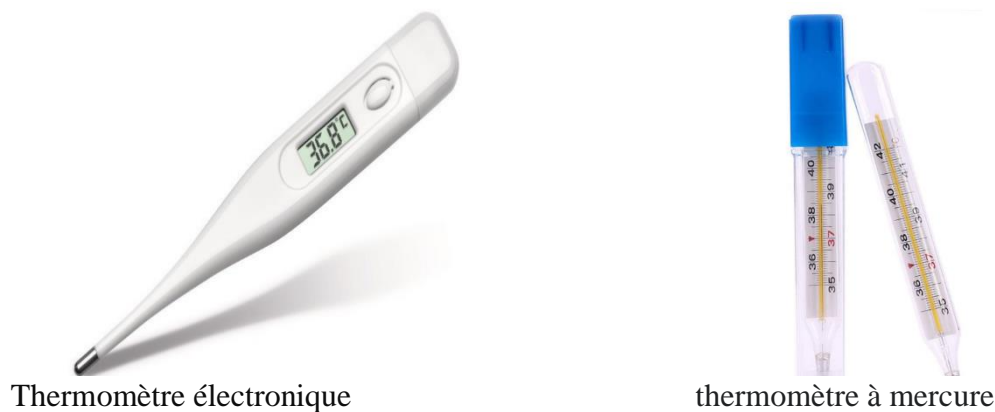


Figure I.5 : thermomètre

VI.2. Hygromètre :

Un hygromètre est un appareil qui sert à mesurer l'humidité de l'air. Suivant le type, il mesure soit l'humidité relative de l'air, ou degré hygrométrique, soit son humidité absolue, soit d'autres valeurs (par exemple, le point de rosée) qui permettent de calculer les deux précédentes¹.

La mesure de l'humidité relative est exprimée en %, avec une plage de mesure de 0 à 100 %.

La mesure de l'humidité absolue s'exprime en $\text{g}_{\text{eau}}/\text{m}^3_{\text{air humide}}$; on la trouve parfois aussi exprimée en $\text{g}_{\text{eau}}/\text{kg}_{\text{air sec}}$, unités qui, au sens strict, s'appliquent au rapport de mélange.

Il en existe plusieurs types :

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

Puis encore, ce sont les capteurs électroniques qui se sont exploités en très grande majorité, prenant le pas sur l'hygromètre à cheveux (antiquité), celui à condensation (pas ineffaçable et moins précis)ou bien le psychromètre (trop élitiste).figure 1.6



Figure I.6 : Hygromètre

VI.3. Baromètre :

Le baromètre est un instrument de mesure, utilisé en physique et en météorologie, qui sert à mesurer la pression atmosphérique. Il peut, de façon secondaire, servir d'altimètre pour déterminer, de manière approximative, l'altitude.

Types de baromètre : il existe plusieurs types de baromètre, dont

- A eau
- A mercure
- A gaze
- >Anéroïde

Il existe des baromètres avec un enregistreur de mesure qui s'appelle les barographes .La plupart sont enfermés dans un biote vitrée avec des montants en bois noble acajou le plus souvent) et peuvent etre 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.figure 1.7



Figure I.7 : Baromètre

VI.4. Pluviomètre :

Un pluviomètre est un instrument météorologique utilisé pour mesurer la quantité de précipitations, principalement la pluie, sur une période donnée. Il est conçu pour enregistrer de manière précise les chutes de pluie et permet de suivre les précipitations en temps réel, offrant ainsi la possibilité de contrôler l'arrosage des plantes de manière plus efficace. Les pluviomètres peuvent être analogiques ou électroniques, résistants aux intempéries, et sont disponibles à l'achat dans divers magasins en ligne tels que Leroy Merlin, Univers Météo et Amazon.

Il existe différents types de pluviomètres, chacun ayant ses propres caractéristiques et utilisations spécifiques. Voici une liste des principaux types de pluviomètres :

- Pluviomètre électronique.
- Pluviomètre standard à augets basculants.
- Pluviomètre antigel.
- Pluviomètre à lecture directe.

Ces différents types de pluviomètres offrent des options variées pour mesurer avec précision les chutes de pluie, que ce soit de manière manuelle ou électronique, et dans diverses conditions météorologiques. **Figure I.8**



Figure I.8 : Pluviomètre

VI.5. Anémomètre à girouette :

Un anémomètre-girouette est un instrument météorologique utilisé pour mesurer la vitesse et la direction du vent. Il combine deux fonctions essentielles : l'anémomètre pour mesurer la vitesse du vent et la girouette pour déterminer sa direction. Voici quelques informations sur les anémomètres-girouettes basées sur les résultats de recherche :

***Mécanisme sensible :** Les anémomètres-girouettes sont équipés de mécanismes à engrenage très sensibles qui réagissent immédiatement même aux vents très faibles, offrant ainsi une mesure précise de la vitesse et de la direction du vent.

***Utilisation polyvalente :** Ces instruments peuvent être fixés de manière permanente ou simplement posés, offrant une flexibilité d'installations selon les besoins.

***Caractéristiques techniques :** Les anémomètres-girouettes sont conçus avec des matériaux résistants aux intempéries et offrent des mesures précises de la vitesse du vent avec une résolution allant jusqu'à 0.1 km/h, 0.1 m/s ou 0.1 nœuds, couvrant une plage de mesure allant de 0.3 à 257 km/h.

Ces instruments sont essentiels pour surveiller les conditions météorologiques en temps réel, que ce soit pour des applications marines, météorologiques ou industrielles, fournissant des données cruciales sur le vent pour diverses utilisations. figure1.9



FigureI.9 : Anémomètre à girouette

VII. Discussion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté des généralités sur les stations météorologiques, nous avons procédé à la description de stations météo et leurs différents types, et nous avons exhibé les différentes variables météorologiques et les moyens utilisés dans leur acquisition. Dans le chapitre suivant nous allons présenter les instruments que nous allons exploiter dans l'élaboration de notre propre système d'acquisition de variables météorologiques.

Chapitre 2

Matériels et Logiciels utilisés

I. Préambule

L'électronique est une science technique, on science de l'ingénieur, constituant une branche important de la physique appliquée, qui consiste en l'étude de la conception des structures effectuant les traitements des signaux électriques porteurs d'information désignant toute grandeur physique tel que : la température, l'humidité... . Ce chapitre est consacré à la présentation de la partie matérielle et logiciel utilisées, notre système est composé des différents capteurs pour la collecte d'information, de la carte électronique esp 32 servant à la réception et le traitement des données, puis leur transfert ver un ordinateur distant via l'internet des objets.

II. Choix de la carte :

Dans nos jours il existe un nombre important des cartes électroniques possédant des structures basées sur des microcontrôleurs programmables telles que :

- ❖ . Arduino
- ❖ . Raspberry
- ❖ . Esp 32

Notons que chacune de ces dernières possède de nombreuses dérivées et plusieurs modèles, pour en faire un choix, divers critères doivent être pris en considérations, le prix, l'environnement de programmation, la consommation électrique, l'adaptation de l'architecture interne aux besoins de l'application... etc.

Pour notre projet, on a opté pour une carte ESsp32 un choix qui répond aux critères cités ci - dessus.

Un prix moins couteux comparativement aux autres cartes, un environnement de programmable facile et accessible aux diffèrent utilisateurs, une architecture et un design réduit qui peut etre intégré facilement dans n'importe quelle réalisation.

III. Carte ESP32 :

L'ESP32 une carte dédiée à l'internet des objets (Ido) et plus particulièrement les communications sans fil wifi et Bluetooth pour un cout réduit. IL a été décliné en version module l'ESP-WROOM-32.

La carte ESP32 est un microcontrôleur à faible cout et à faible consommation d'énergie, équipé de Wi-Fi et de Bluetooth intégrés. La série ESP32 utilise un microprocesseur LX6 dans les variantes à double cœur et à cœur unique et comprend des commutateurs d'antenne intégrés, un symétriseur RF, un amplificateur de puissance, un amplificateur de réception à faible bruit, des filtres et des modules de gestion de l'alimentation. ESP32 est créée et développé par

expressif system, une société chinoise. L'ESP32 offre une puissance de traitement suffisante pour exécuter des applications complexes tout en restant économe en énergie, ce qui en fait un choix populaire pour une variété de projets. Ses capacités sans fil en font un choix idéal pour les applications de connexion à Internet ou de communication entre appareils. L'ESP32 est capable de fonctionner de manière fiable dans des environnements industriels, avec une température de fonctionnement allant de -40°C à 125°C .

IL existe plusieurs types de modules esp32, dans notre projet nous avons fait recours au type Dev module **Figure II.1**



Figure II.1 : carte esp32 Dev module.

. Caractéristiques :

***Alimentation :**

5Vcc via micro- USB

3,3 Vcc via broches vin

* Microcontrôleur : ESP32

* Microprocesseur : LX6

* Fréquence : 240 MHZ

* Mémoire SRAM : 512 KB

* Mémoire flash : 4 Mo à 16 Mo pour le stockage du programme et des données.

* E/S disponibles :

15 E/S digitales dont 10 compatibles PWM

2 X sorties analogiques (DAC)

15 X entrées analogiques (ADC)

Interfaces: I2C, SPI, UART

Interface Wi-Fi 802.11 b/g/n 2,4 GHZ

Bluetooth: Classique/ BLE

Température de service: -40 à 125°C

Dimension : 48 X 26 X 11.5mm

Module wifi intégré.

IV. Capteurs utilisés :

Pour notre réalisation nous avons utilisé quatre capteurs qui sont : le capteur de température et d'humidité, capteur de pression atmosphérique, le capteur de pluie et le capteur de la luminosité.

IV.1. capteur de température et d'humidité DHT11 :

Le capteur de température et d'humidité DHT11 est un composant électronique couramment utilisé pour mesurer la température et l'humidité relative dans divers projets électroniques. Le DHT11 utilise un capteur capacitif pour mesurer l'humidité relative et un thermistance pour mesurer la température ; Ces deux valeurs sont ensuite converties en signaux numériques que vous pouvez lire à l'aide d'un microcontrôleur de 8 bits haute performance ou d'un circuit intégré. Ce capteur composite contient une sortie de signal numériques calibré de la température et de l'humidité, application d'une technologie de collecte de modules numériques dédiés et de la technologie d détections de température et d'humidité, le capteur comprend un sens résistif de composants humides et un dispositif de mesure de température.

.Caractéristiques :

* à bas prix

- Plage de mesure de température : 0 à 50 degrés Celsius avec une précision de +/- 2 degrés Celsius.
- Plage de mesure d'humidité : 20% à 90% HR avec une précision de +/- 5% HR.
- Tension d'alimentation : 3 à 5,5 V DC.

- Communication : Les données sont transmises sous forme de signaux numériques par un seul fil, généralement un fil de données (D).
- . Pas plus de 0,5hz de fréquence d'échantillonnage (une fois toutes les 2 secondes).
- . Poids : 2,4g. **Figure II.2**

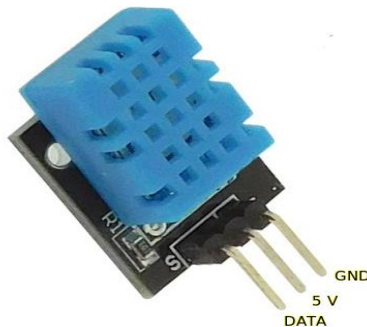


Figure II.2 : capteur de température et d'humidité DHT11.

IV.2. capteur de pression BMP280 :

Le capteur de pression BMP280 est un petit module électronique qui mesure la pression atmosphérique et la température parce qu'a pression change avec l'altitude, Le BMP280 est fabriqué par Bosch Sensortec et offre une grande précision dans la mesure de la pression et de la température.

En utilisant les données de pression et de température fournies par le BMP280, il est possible de calculer d'autres paramètres météorologiques tels que l'altitude, la pression atmosphérique absolue et la pression de l'eau. **Figure II-3**

Caractéristiques :

- . Alimentation maxi : 5,6v
- . Mesure de la température de -40°C à 85°C avec une précision de +/-1°C
- . Mesure de la pression de 300hpa à 1100hpa avec une précision de +/-1hpa (de 0°C à 65°C) ou +/-1hpa (de -40°C à 0°C)
- . Mesure d'humidité relative de 0% à 100%
- . Sortie numérique sur bus I2C ou bus SPI.

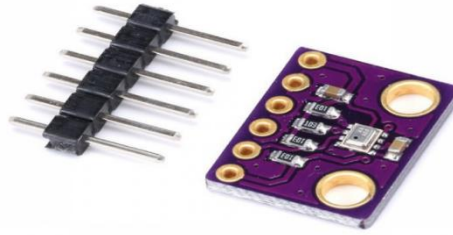


Figure II--3: capteur de pression BMP280.

IV.3. Capteur de pluie :

Un capteur de pluie, aussi appelé pluviomètre, est un dispositif utilisé pour mesurer la quantité de précipitations tombées sur une surface donnée pendant un laps de temps donné. Il existe différents types de capteurs de pluie, mais l'un des plus courants est le pluviomètre à augets basculants. Le capteur de pluie détecte les gouttes d'eau lorsque celles-ci court-circuitent les pistes des circuits imprimés. Il dispose de 2 sorties, une sortie numérique 1 ou 0 ainsi que d'une sortie analogique 0 à 1023, le module comparateur est équipé d'un potentiomètre pour régler la sensibilité. Ces données peuvent être utilisées dans divers domaines tels que la météorologie, l'agriculture, l'hydrologie et l'urbanisme pour surveiller et prévoir les précipitations. **Figure II-4**

. Caractéristiques :

*Dimension du capteur : 39mm x 54mm.

*Tension : 3,3v -5v.

* 2 leds de contrôle



Figure II-4: capteur de pluie.

IV.4. Capteur de luminosité LDR :

Un capteur de luminosité LDR, également connu sous le nom photo- résistance , est un composant électronique qui varie sa résistance en fonction de l'intensité de la lumière incidente. Lorsque la lumière frappe le capteur, sa résistance diminue, et vice versa lorsque la lumière

diminue. Cela permet au capteur de détecter les variations d'éclairement dans son environnement. Les LDR sont couramment utilisés dans de nombreuses applications telles que les systèmes d'éclairage automatique, les détecteurs de présence, les thermostats à rétroaction de lumière.

Pour utiliser cette photorésistance LDR dans un projet électronique (Arduino ou ESP32), connectez une borne (n'importe laquelle, car il n'a pas de polarité) au +5v ou +3.3v et l'autre borne à une entrée analogique, en passant par une résistance 'pull-down'(10k ohms par exemple connectée de l'autre coté au Grand GND). Ils sont souvent utilisés en conjonction avec d'autres composants électroniques tels que des amplificateurs opérationnels ou des microcontrôleurs pour fournir des informations sur l'éclairement ambiant et ainsi contrôler différents systèmes en conséquence. **FigureII.5**

. Caractéristique :

*Résistance lumineuse à 10 lux : entre 18 et 50 k ohm soit 18000 à 50000 oh.

*Dissipation de puissance (25°C) : 100 mW.

*Tension Max(25°C) : 150 Volts DC (courant continu).

*Température de fonctionnement : -30°C à +70°C.

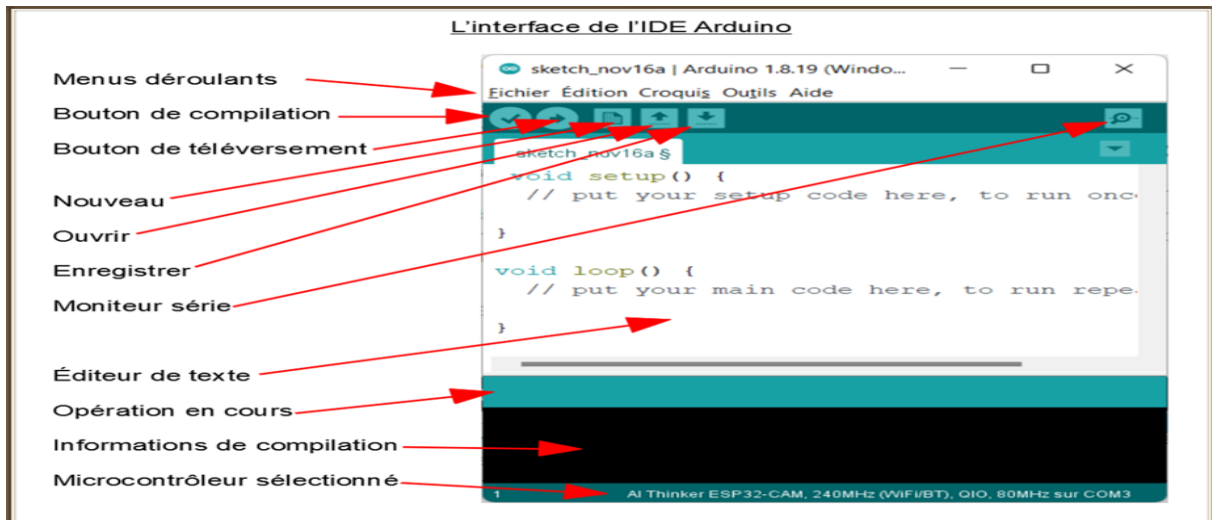


FigureII.5 : capteur de luminosité LDR

V. Logiciel IDE :

Les logiciels IDE (Environnements de Développement Intégrés) sont des outils essentiels pour les programmeurs, offrant une interface unique regroupant divers outils pour le développement de logiciels. Ces environnements permettent d'écrire, tester, compiler et déboguer du code. Certains des meilleurs IDE incluent Visual Studio Code, Eclipse, sublime text, et bien d'autres. Ces logiciels offrent des fonctionnalités telles que la coloration syntaxique, l'auto-complétion, un compilateur intégré et des outils de débogage pour faciliter le processus de développement logiciel. De plus, de nombreux IDE populaires comme Netbeans, Visual Studio

Code, Sublime Text, Brackets et Notepad++ sont disponibles gratuitement et sont compatibles avec plusieurs plateformes telles que Windows, Mac et Linux. **Figure II.6**



FigureII.6: présentation de l’interface du logiciel IDE

V.1. Les boutons de logiciel IDE :

L’interface permet de :

- 1- Vérification du programme dont il actionne un module qui recherche les erreurs dans le programme.
- 2- Téléverser le programme dans la carte ESP32.
- 3- Créer un nouveau fichier.
- 4- Ouvrir un fichier déjà enregistré.
- 5- Sauvegarder un fichier.
- 6- Ce bouton ouvre le moniteur série, qui permet de communiquer avec la carte ESP32 à travers la liaison série.

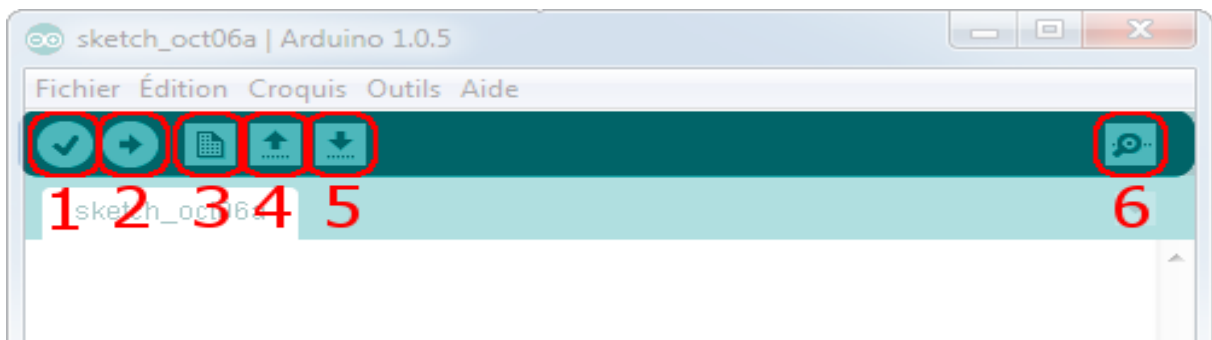


Figure II.7 : Les boutons du logiciel IDE

VI. structure d'un programme :

Un programme ARDUINO est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle (ligne par ligne) ; la carte fait la lecture ensuite effectue les instructions une après les autres en suivant l'ordre définie par les lignes de codes.

La structure d'un programme Arduino se compose généralement de trois parties principales : la structure, les valeurs (variables et constantes) et les fonctions. Dans le contexte de la programmation Arduino, un programme est appelé « Esquisse ».

- La première partie c'est une partie de déclaration qui sert à déclarer toutes formes de variables confondues.
- La deuxième partie est la partie d'initialisations et de configurations des entrées /sorties en passant par la fonction **setup()**.
- La troisième et dernière partie s'exécute en boucle en saisissant la fonction **loop()**.

La fonction `setup()` en Arduino est essentielle pour initialiser les variables, définir le sens des broches et préparer les bibliothèques utilisées. Elle est exécutée une seule fois au démarrage du programme, après chaque mise sous tension ou réinitialisation de la carte Arduino. Son rôle est de préparer l'environnement de travail avant que le programme entre dans la boucle principale. Cette fonction est cruciale pour configurer les paramètres de base du programme et s'assurer que tout est prêt pour son exécution.

Syntaxe :

```
Void setup()  
{  
}
```

Après avoir créé une fonction `setup()`, qui a pour but initialiser et fixer les valeurs de démarrage du programme, la fonction `loop()` quant à elle, fait exactement ce que son nom suggère et s'exécute en boucle sans fin, permettant à votre programme de s'exécuter et de répondre.

Syntaxe :

```
Void loop()  
{  
}
```

Dans chaque partie du programme sont utilisées différentes instructions issues de la syntaxe du langage ARDUINO. **Figure II.8**

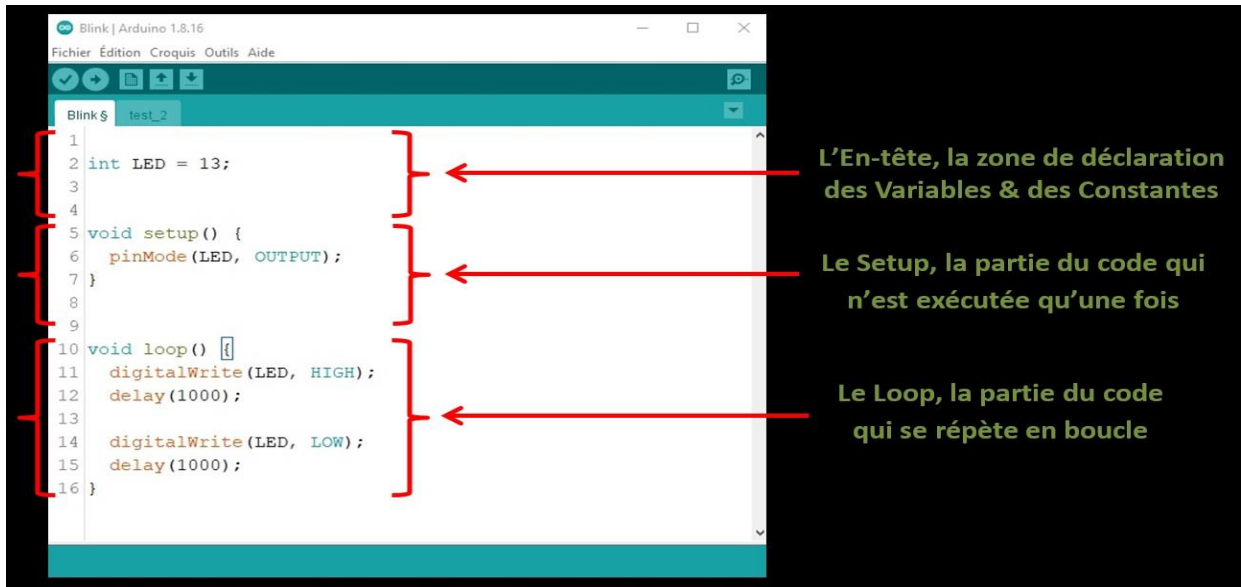


Figure II.8 : la structure d'un programme.

VI.1. Etape du téléchargement du programme :

Pour télécharger un programme sur notre carte Arduino, nous devons suivre les étapes suivantes : **Figure II.9**

- 1--/ Obtenir une carte Arduino et un câble USB.
 - 2--/ Télécharger l'environnement Arduino depuis le site officiel d'Arduino.
 - 3--/ Raccorder la carte à l'ordinateur en utilisant le câble USB.
 - 4--/ Lancer l'application Arduino sur votre ordinateur.
 - 5--/ Ouvrir et modifier le programme que vous souhaitez charger dans la carte.
 - 6--/ Vérifier le programme pour détecter d'éventuelles erreurs.
 - 7--/ Connecter la carte à l'ordinateur avec le cordon USB.
 - 8--/ Transférer le programme vers la carte en utilisant l'option de téléversement dans l'IDE Arduino.
 - 9--/ Vérifiez le fonctionnement de la carte Arduino une fois le programme transféré
- En suivant ces étapes, vous pourrez télécharger et exécuter un programme sur votre carte Arduino avec succès.



Figure II.9 : les étapes du téléchargement de code.

VII. Internet des objets (IOT):

L'Internet des Objets (IoT) est un système où des appareils physiques sont connectés à Internet et peuvent échanger des données entre eux et avec des individus. Cela permet la collecte, le transfert, et l'analyse de diverses informations provenant d'objets du quotidien grâce à des capteurs et des réseaux de communication.

VII.1. Concept de Internet des objets (IOT):

L'Internet des Objets (IoT) est un concept qui fait référence à la connexion d'objets physiques à Internet et entre eux, leur permettant de collecter et d'échanger des données. Ces objets peuvent être n'importe quoi, des dispositifs portables, des véhicules, des appareils électroménagers, des capteurs industriels, etc. L'idée fondamentale est de permettre à ces objets de communiquer et de collaborer de manière intelligente, souvent sans nécessiter d'intervention humaine directe.

VII.2. Les objets connectés :

Un objet connecté est un objet électronique relié à internet. Peuvent être des appareils de la vie quotidienne, des appareillages médicaux, des machines agricoles, des chaînes d'approvisionnement, des robots industriels ou des feux de circulation routière. Ils peuvent transférer des données sur un réseau sans nécessiter d'interactions entre humains ou entre un humain et un ordinateur, bien que l'interaction personne-machine soit rendue possible pour des opérations telles que le paramétrage, la configuration ou l'accès aux informations. **Figure II.10.**



Figure II.10 : La lampe DAL (premier objet connecté).

VII.3. Domaines d'application de l'internet des objets :

L'Internet des objets (IOT) a des applications dans divers domaines, notamment la santé, la gestion de l'énergie, l'industrie et les villes intelligentes.

Dans le domaine de la santé : les appareils(IOT) tels que les machines, les moniteurs et les systèmes d'imagerie sont utilisés pour augmenter la productivité et améliorer les soins aux patients. D'ici 2019, près de 90 % des services de santé devraient intégrer des appareils(IOT) dans leurs équipements médicaux. Les applications (IOT) dans le domaine de la santé incluent la surveillance des patients, les chirurgies à distance et les services de géolocalisation. Ils facilitent également la collaboration entre les professionnels de santé et la communication avec les patients.

Dans le domaine de la gestion de l'énergie : les appareils(IOT) peuvent contribuer à optimiser la consommation d'énergie et à réduire les déchets. Par exemple, les maisons intelligentes utilisent des appareils (IOT) pour contrôler et programmer diverses interventions, telles que le réglage de la température et le contrôle des appareils à distance. Cela peut conduire à des économies d'énergie et à un confort accru pour les propriétaires.

Dans l'industrie : les appareils (IOT) sont utilisés pour la maintenance prédictive, qui consiste à surveiller les performances des machines et à détecter les pannes potentielles avant qu'elles ne surviennent. Cela peut contribuer à améliorer la productivité, à réduire les temps d'arrêt et à accroître la sécurité des travailleurs.

Les villes intelligentes : sont un autre domaine dans lequel les appareils (IOT) sont de plus en plus utilisés. D'ici 2017, il était prévu que 1,65 milliard d'appareils (IOT) seraient utilisés dans les villes intelligentes, avec 8,4 milliards d'objets connectés au total, soit une

augmentation de 31 % par rapport à l'année précédente. D'ici 2020, on prévoit que 21 milliards d'appareils seront connectés dans le monde, et 2 voitures sur 5 disposeront d'une forme de connexion sans fil.

La météorologie : les stations météo sont dotées des capteurs et de matériel sophistiqué pour prévoir et annoncer les situations de la météo et les différents phénomènes météorologiques, et ces stations sont équipées de différentes technologies de L'IOT pour la transmission des données et leur communication. Ces technologies facilitent la tâche surtout pour les entreprises de transport à usage aérienne et maritime comme elles permettent parfois de minimiser les dégâts provenant des catastrophes naturelles (Ouragans, inondation...etc) en fournissant un signal d'alarme.

En résumé : l'Internet des objets a des applications dans divers domaines, notamment la santé, la gestion de l'énergie, l'industrie et les villes intelligentes. Ces applications peuvent contribuer à améliorer la productivité, à réduire les déchets, à accroître la sécurité et à améliorer la qualité de vie des citoyens.

VII.4 Composant d'un système IOT :

Les systèmes IOT (Internet des objets) sont composés de plusieurs éléments qui travaillent ensemble pour collecter des données, les transmettre et les traiter. Voici quelques-uns des composants principaux d'un système IOT :

Capteurs: Ce sont des dispositifs qui mesurent des grandeurs physiques comme la température, l'humidité, la pression, la lumière, etc., et les convertissent en signaux numériques exploitables.

Actuateurs: Ils sont responsables de l'exécution des actions en fonction des données reçues. Par exemple, un actionneur peut réguler la température d'une pièce en activant ou désactivant un système de chauffage ou de climatisation.

Passerelles (Gateways): Ces dispositifs sont utilisés pour agréger les données provenant de plusieurs capteurs et les transmettre vers un réseau plus large, comme l'Internet, en utilisant différents protocoles de communication.

Réseau de communication: Les données collectées par les capteurs sont transmises via des réseaux de communication sans fil comme le Wi-Fi, le Bluetooth, le Zigbee, ou des réseaux cellulaires comme la 3G, la 4G, ou la 5G.

Plateforme de traitement des données (Backend): C'est l'infrastructure logicielle qui reçoit, stocke, traite et analyse les données collectées par les capteurs. Elle peut être hébergée localement ou dans le cloud.

Interface utilisateur (Frontend): Il s'agit de l'interface à travers laquelle les utilisateurs interagissent avec le système IoT. Cela peut être une application mobile, un site web, ou un tableau de bord dédié.

Sécurité: Les systèmes IoT doivent intégrer des mécanismes de sécurité pour protéger les données et les dispositifs contre les cyberattaques. Cela peut inclure l'authentification des utilisateurs et des dispositifs, le chiffrement des données, et la surveillance des anomalies.

Gestion des appareils (Device Management): Cette fonctionnalité permet de gérer à distance les dispositifs IoT, y compris les mises à jour logicielles, la surveillance de l'état des appareils, et la configuration des paramètres.

Ces composants travaillent ensemble pour créer un écosystème IoT fonctionnel, permettant aux utilisateurs de collecter, analyser et agir sur les données en temps réel.

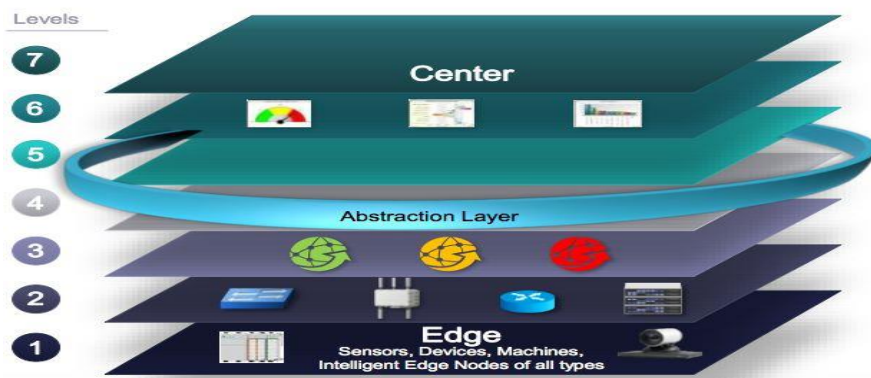


Figure II.11: Composants d'un système IOT.

VII.5. Contraintes liées à L'IOT :

L'Internet des objets (IoT) offre un potentiel immense pour révolutionner de nombreux aspects de nos vies, mais il s'accompagne également de nombreuses contraintes qu'il faut prendre en compte avant de déployer des solutions IoT à grande échelle.

Les contraintes les plus importantes liées à l'IoT sont les suivantes :

Sécurité : Piratage et cyberattaques: Les appareils IoT sont souvent vulnérables aux piratages et aux cyberattaques, ce qui peut mettre en danger les données sensibles et perturber les opérations.

Confidentialité des données : La collecte et le stockage de grandes quantités de données IoT soulèvent des questions importantes concernant la confidentialité des données et le respect de la vie privée.

Manque de normes de sécurité : Il n'existe pas encore de normes de sécurité universelles pour les appareils IoT, ce qui rend difficile la sécurisation cohérente des déploiements à grande échelle.

Complexité : Intégration de systèmes disparates : L'intégration d'appareils IoT provenant de différents fabricants et fonctionnant sur différents réseaux peut être complexe et coûteuse.

Gestion de données volumineuses : Les appareils IoT génèrent de grandes quantités de données qu'il faut stocker, traiter et analyser, ce qui pose des défis en termes de gestion des données et d'infrastructure informatique.

. Maintenance et mise à jour: La maintenance et la mise à jour des appareils IoT déployés sur de vastes zones géographiques peuvent être difficiles et coûteuses.

En plus de ces contraintes générales, il existe également des contraintes spécifiques à chaque cas d'utilisation de l'IoT. Par exemple, les applications IoT dans le domaine de la santé doivent se conformer à des réglementations strictes en matière de confidentialité des données et de sécurité, tandis que les applications IoT dans le domaine des transports doivent répondre à des exigences strictes en matière de fiabilité et de sécurité.

Malgré ces contraintes, l'IoT offre un potentiel immense pour améliorer nos vies de nombreuses façons. En identifiant et en abordant les contraintes dès le départ, nous pouvons garantir que l'IoT est déployé de manière responsable et durable, au profit de tous.

VII.6. Avantages de l'internet des objets (IOT) :

L'Internet des objets (IoT) offre un large éventail d'avantages potentiels pour les individus, les entreprises et la société dans son ensemble. Voici quelques-uns des avantages les plus importants :

Amélioration de l'efficacité et de la productivité :

- L'IoT peut automatiser de nombreuses tâches manuelles, ce qui permet de gagner du temps et de réduire les coûts.
- Les appareils IoT peuvent collecter et analyser des données en temps réel, ce qui peut améliorer la prise de décision et l'efficacité opérationnelle.

Amélioration de la qualité de vie :

- Les maisons intelligentes peuvent être contrôlées à distance pour améliorer le confort et la sécurité.
- Les appareils portables peuvent suivre la santé et l'activité physique, ce qui peut aider les gens à rester en bonne santé.

- Les villes intelligentes peuvent utiliser l'IoT pour améliorer la gestion du trafic, l'éclairage public et d'autres services municipaux.

Durabilité accrue :

- Les appareils IoT peuvent surveiller l'environnement et aider à protéger la planète.
- L'IoT peut être utilisé pour promouvoir des pratiques agricoles et industrielles plus durables.

Meilleure prise de décision :

- Les appareils IoT peuvent collecter de grandes quantités de données qui peuvent être analysées pour identifier des tendances et des modèles.
- Ces informations peuvent être utilisées pour prendre des décisions plus éclairées en matière d'affaires, de gouvernement et d'autres domaines.

Soins de santé améliorés :

- Les appareils IoT peuvent être utilisés pour surveiller la santé des patients à distance et fournir des soins plus préventifs.
- L'IoT peut aider à réduire les coûts des soins de santé.

Ces avantages ne sont que quelques exemples du potentiel de l'IoT à transformer nos vies. Au fur et à mesure que la technologie continue de se développer, nous pouvons nous attendre à voir apparaître de nouvelles applications et de nouveaux avantages encore plus innovants

Cependant, il est important de noter que l'IoT s'accompagne également de certaines contraintes qu'il faut prendre en compte avant de déployer des solutions IoT à grande échelle.

En conclusion, l'IoT offre un large éventail d'avantages potentiels pour les individus, les entreprises et la société dans son ensemble. Cependant, il est important de peser les avantages et les inconvénients potentiels avant de déployer des solutions IoT.

VII.7. Web of things :

Le Web des objets (WoT) est un concept qui fait référence à la connexion d'objets physiques à Internet, leur permettant de communiquer et d'échanger des données avec une intervention humaine minimale. Cette technologie est basée sur l'Internet des objets (IoT) et permet l'intégration de divers appareils, tels que des appareils électroménagers, des dispositifs médicaux, des appareils portables et des infrastructures de ville intelligente, dans un réseau unique. Le WoT permet une surveillance, une automatisation et une maintenance prédictive en temps réel, ce qui peut entraîner des économies de coûts, une efficacité accrue et de nouvelles opportunités commerciales. Cependant, cela présente également des défis en termes de sécurité

et de confidentialité des données, car la connexion d'objets à Internet les expose à des menaces potentielles et à des abus.

VII. Discussion :

Dans ce chapitre nous avons présenté les composantes matérielles et logicielles que nous allons exploiter dans la réalisation de notre système d'acquisition de variables météorologiques à l'instar des capteurs et de la carte esp 32 et de leur caractéristique.

Le système sera doté d'un ensemble de capteurs pour la récolte des données et d'une carte à microcontrôleur ESP32 pour le traitement les informations acquises ; ensuite leur transfert vers un ordinateur distant via l'internet des objets. Cette partie sera développée dans le prochain chapitre.

Chapitre 3

Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

I. Préambule

L'introduction à la mise en œuvre d'un système d'acquisition et de transfert de données (SATD) est essentielle pour comprendre son importance et son fonctionnement dans divers domaines tels que l'agriculture, le transport maritime...etc., de la recherche scientifique à l'industrie. Le SATD est un outil vital qui permet de collecter, de mesurer et de transférer des données provenant de capteurs ou d'instruments vers un système de traitement ou de stockage. Cette introduction mettra en lumière les principes fondamentaux et les étapes clés de la mise en œuvre d'un SATD. Le SATD est un système conçu pour acquérir des données provenant de différentes sources telles que des capteurs, des instruments ou des systèmes automatisés. Son objectif principal est de collecter des données en temps réel ou différé, en garantissant leur précision et leur fiabilité.

Un système d'acquisition de données est généralement composé de plusieurs éléments :

- 1. Capteurs ou instruments de mesure :** Ils sont responsables de la capture des données physiques ou électriques.
- 2. Modules d'acquisition :** Ils convertissent les signaux analogiques des capteurs en données numériques.
- 3. Unité centrale de traitement :** Elle coordonne et traite les données collectées.
- 4. Interfaces de communication :** Elles transfèrent les données vers des dispositifs de stockage ou d'affichage.

Dans ce contexte, nous présentons dans ce chapitre les étapes de développement d'un système acquisition et transfert de variable météorologique à base d'une carte à microcontrôleur ESP32 et leurs transferts vers un ordinateur distant via l'internet des objets.

I. Description du système de mesure :

Le système de mesure est constitué de deux parties principales : partie acquisition et partie transmission. La partie acquisition consiste en l'ensemble des capteurs utilisés : de température et l'humidité, de pression, de luminosité, la pluie, et l'unité de traitement qui est la carte ESP32. La partie transmission est composée essentiellement d'un module wifi intégré dans la carte ESP32 qui s'occupe du transfert de données vers un ordinateur distant connecté au site Tingspeck. FigureIII.1

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

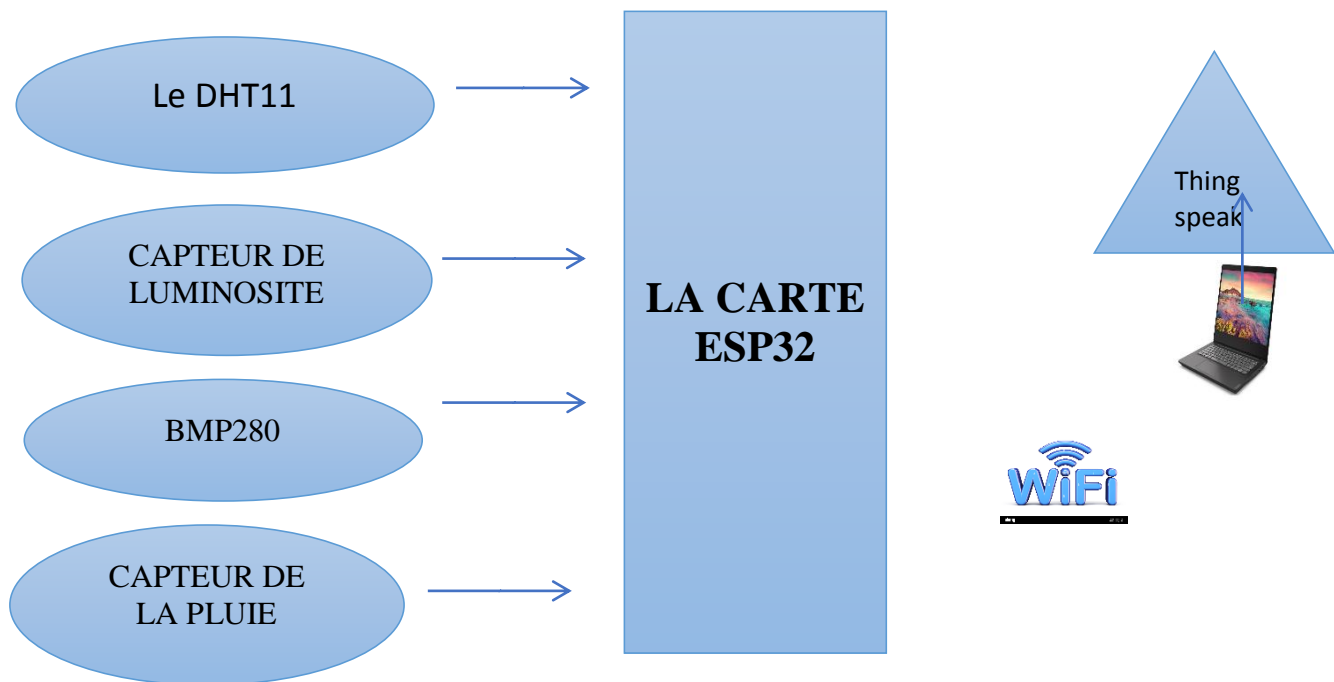


Figure III.1 : Schéma synoptique du système de mesure météorologique.

II. 1. Elaboration du système de mesure :

L'élaboration du système de mesure est composée des étapes suivantes :

- La première consiste d'abord en la connexion des différents capteurs tels que les capteurs de température, d'humidité, de pression, de lumière, etc. Certains capteurs sont numériques, d'autres analogiques, avec la carte ESP32 et l'introduction du programme dans le microcontrôleur pour obtenir les différentes mesures.
- La deuxième étape concerne la transmission à distance des mesures obtenues vers un serveur distant, un smartphone, un ordinateur connecté à internet. La transmission est assurée par un module Wifi intégré dans la carte ESP32 connecté à internet.

Partie 1 : réaliser le circuit imprimé

1.1. Présentation de Proteus :

Proteus est une suite de logiciels électronique éditée par la société LABCENTER ELECTRONIC. IL est composé de deux logiciels principaux : Isis, permettant entre autre la création des schémas et la simulation électrique, et Ares, dédié à la création de circuit imprimés. Grace à des modules additionnels, Isis est également capable de simuler le comportement d'un

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

microcontrôleur et son interaction avec les composants qui l'entourent. Le logiciel Isis Proteus permet la création d'un schéma électronique avec une grande simplicité. Après un bref apprentissage, il permet de développer son propre schéma électronique. L'application est accompagnée de larges bibliothèques de composants. Malheureusement, il y'a des composants qui ne sont pas dans la bibliothèque fournie. Il faut donc dans un premier temps créer une bibliothèque qui contiendra tous les composants du projet, puis créer les composants. Cette dernière tâche est vraiment simplifiée puisqu'il suffit simplement de créer le contour du composant et d'ajouter ensuite voir CHAPITRE II : Description Matériels et logiciels 39 les différentes broches autour de celui-ci, en prenant soin de respecter la nature de la broche (input, output, etc.). Ceci est capital dans la phase de vérification du schéma et de sa préparation à l'exportation vers un logiciel de routage car ce dernier pourra alors détecter d'éventuelles erreurs de connexions des broches des composants (par exemple la connexion d'une sortie sur une autre sortie). **Figure III. 2**

1.2. Proteus ISIS :

ISIS Proteus est un logiciel de simulation électronique édité par la société « LabCenter Electronics ». Il intègre des simulateurs analogique, logique et mixte pour tout type de circuit Electronique. Grâce à des modules additionnels, ISIS est également capable de simuler le comportement d'un microcontrôleur (PIC, Atmel, Intel 8051, ARM, Motorola HC11...) et son interaction avec les composants qui l'entourent, La figure II. 14 illustre la fenêtre principale du logiciel ISIS.

1.3. Proteus ARES :

Le logiciel ARES est un outil d'édition et de routage qui complète parfaitement ISIS. Un schéma électrique réalisé sur ISIS peut alors être importé facilement sur ARES pour réaliser le circuit imprimé de la carte électronique. Bien que l'édition d'un circuit imprimé soit plus efficace lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel permet de placer automatiquement les composants et de réaliser le routage automatiquement

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

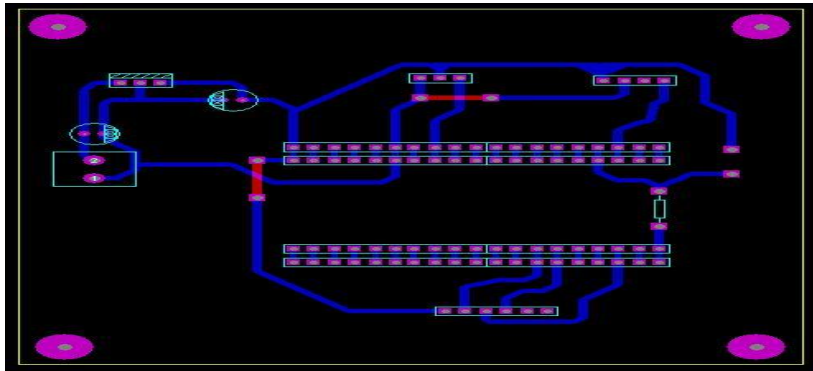


Figure III. 2 : schéma sur proteus

Partie 2 : réaliser la carte électronique.

La création d'une carte électronique implique plusieurs étapes, voici un aperçu général :

Etape1 : Découpe du circuit imprimé. **figureIII.3**



Figure III.3: découpé la carte électronique

Etape 2 : Essuyer la couche de résine jusqu'à ce que le cuivre apparaisse. **figureIII.4**



Figure III.4 : Essuyer la couche de résine

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

Etape 3 : Passez à l'étape suivante.

Posez le recto du typhon sur la face cuivrée de la carte en veillant à aligner les deux pièces. Mettez en route votre fer électrique, ensuite placez-le sur son support et attendez qu'il chauffe bien. **figureIII.5**



Figure III.5 : aligner les deux pièces

Etape 4 : Commencez le transfert du circuit.

Une fois que le fer à repasser est chaud, posez-le sur le typon Pendant 5 minute. **Figure III.6**



Figure III.6 : le transfert du circuit

Etape 5 : Graver le circuit imprimé.

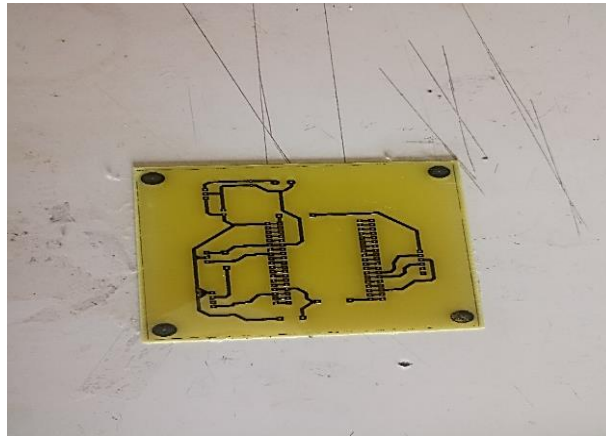
Plonger maintenant la plaque dans du perchlore de fer Appliquer à la cuve un mouvement de balancier, pendant 20 minute. **figureIII.7**

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques



Figure III.7 : Graver le circuit imprimé

Après quelques minutes, l'oxydation du cuivre par le perchlorure de fer commence à faire effet : Après disparition complète du cuivre, rincer abondamment à l'eau courante **figureIII.8.**



figureIII.8 : Graver le circuit imprimé.

Passer un tissu imbibé d'acétone pour enlever le vernis pré sensibilisé non insolé qui a protégé les pistes du circuit **Figure III.9.**



Figure III.9 : enlever le vernis

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

Etape 6 : Percer le circuit imprimé :

Pour faire des trous de forme ovale, indispensable pour faire passer des pattes de forme plate, on inclinera le circuit imprimé lors du perçage : **Figure III.10**



Figure III.10 : percer le circuit imprimé

Etape 7 : Montez et soudez les composants électroniques sur la carte **Figure III.11.**

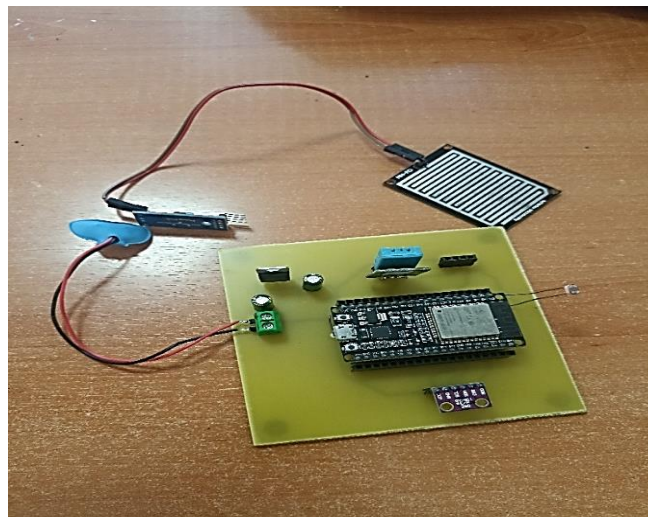


Figure III.11: Soudage des composants

III.3. Schéma de réalisation du système :

La réalisation du système consiste à établir les différentes connexions entre les capteurs avec la carte ESP32. Afin d'assurer une bonne acquisition des données ;il faut vérifier à ce que le branchement soit réalisé d'une manière juste et fiable tout en respectant les normes de chaque capteur pour éviter les endommagements. Le schéma ci-dessous présente le schéma de

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

réalisation du système avec logiciel fritzing. (Fritzing est un logiciel libre de conception de circuit imprimé qui permet de concevoir de façon entièrement graphique le circuit et d'en imprimer le typon). **Figure III.12**

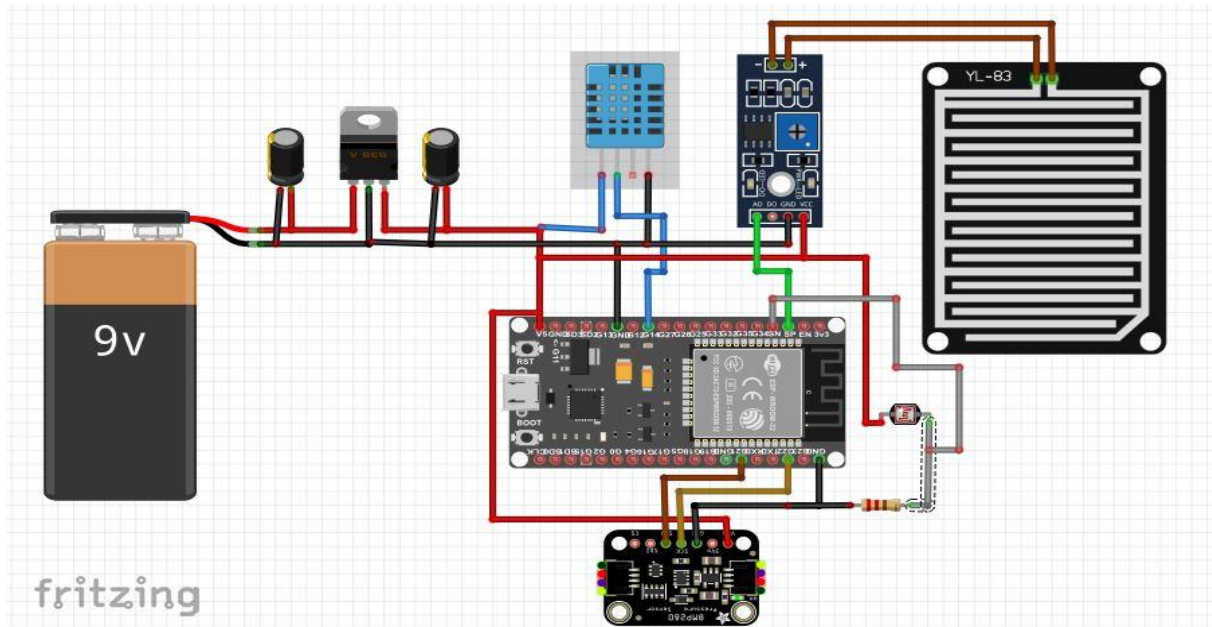


Figure III.12: schéma de réalisation du système avec le logiciel fritzing.

Comme le montre le schéma, le système est composé essentiellement de quatre capteurs connectés avec la carte ESP32.

Capteur DHT11 : alimenté avec une tension VCC de 5v (la branche (+) est reliée à 5v), la branche (-) est reliée à la masse GND et la sortie (s) est connectée au pin 14 de la carte ESP32.

Capteur de luminosité LDR : s'alimente aussi avec une tension VCC de 5v, la sortie A0 vers le pin A3 (SM) de notre carte, la masse vers le GND, sans oublier une résistance de 10kohm brancher entre la sortie A0 et la masse pour qu'elle fera le rôle de diviseur de tension.

Capteur de pluie : contient quatre sorties, une alimentation VCC qui s'alimente par une tension de 5v et une masse GND, la sortie D0 non connectée et A0 vers le pin A0 de notre carte.

BMP280 : est doté lui aussi de quatre sorties, une alimentation VCC de 5v et une masse GND, puis la sortie SCL sera connecter vers le pin 22, et la sortie SDA vers la pinc 21 de notre carte ESP32.

Une fois notre branchement fut réalisé, nous allons opter pour la programmation de notre carte.

III.4. Programmation de la carte ESP32 :

La programmation de la carte ESP32 doit passer par les étapes suivantes :

- . Créer un projet.
- . Ecrire le programme puis l'enregistrer.
- . Vérifier la syntaxe et corriger les éventuelles erreurs.
- . Téléverser vers le microcontrôleur.

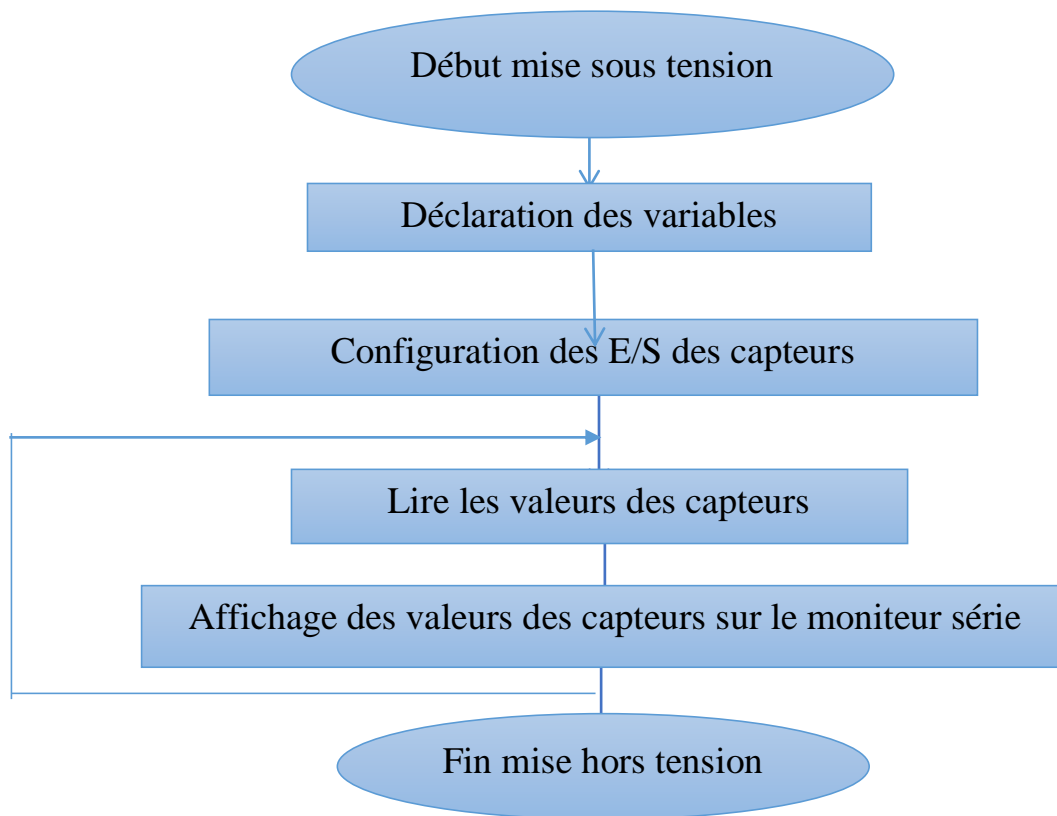


Figure III.13: Organigramme d'acquisition des valeurs.

III.5. Tests résultats :

Après la réalisation du système et la programmation de la carte, nous avons effectué quelques tests dont les résultats sont affichés sur le moniteur série de l'IDE. **Figure III.14**

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

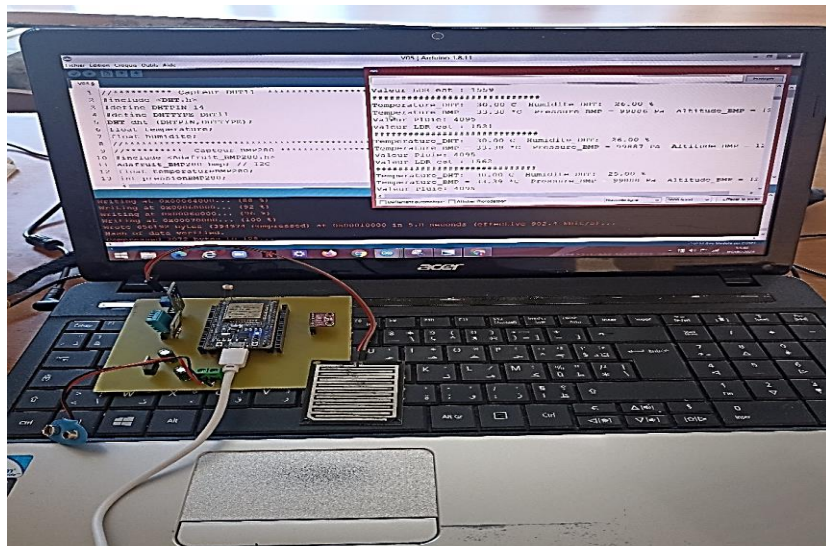


Figure III.14: montage de système d'acquisition sur une carte électronique connectée à un pc et l'affichage des résultats sur le moniteur série

III. Configuration de l'IDE :

L'ESP32 et une carte électronique programmable dans différents environnements de programmation à l'instar de L'IDE, expressif IDF, le micro python, java scripte ... etc. Dans notre cas nous avons opté pour le logiciel IDE qui fut permis les plateformes les plus utilisées. Les étapes de configuration du logiciel IDE sont décrites comme suit :

Première étape :

- Sélection du fichier puis **préférences** dans **IDE ARDUINO**. Figure III.15 :

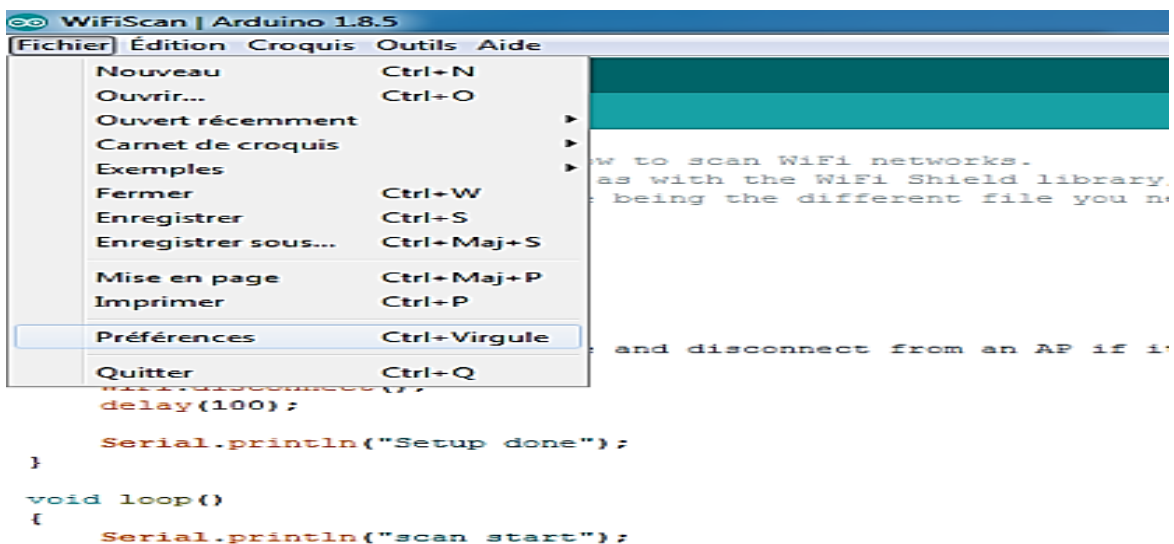


Figure III.15 : Sélection de préférences dans l'IDE

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

Deuxième étape :

- Ensuite, appuyez sur **Gestionnaire de cartes supplémentaires**, puis ajoutez l'URL :

https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json. Cliquez sur le bouton OK.

Figure III.16

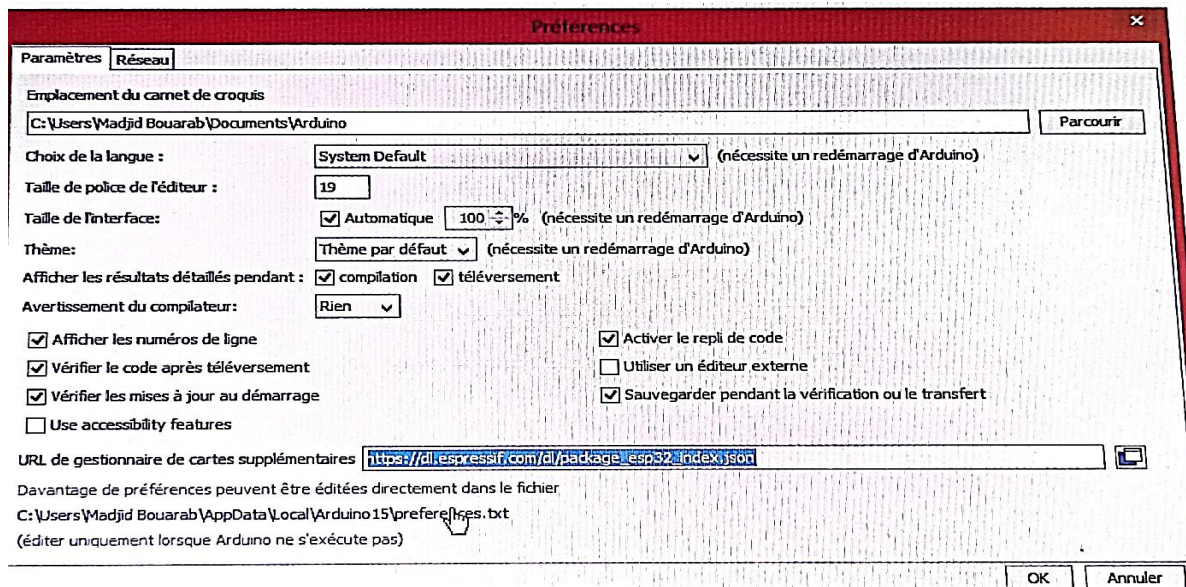


Figure III.16: Introduction de lien ESP32

Troisième étape :

- Aller « outils » ensuite dans « type de carte » et cliquer sur « Gestionnaire de carte ».

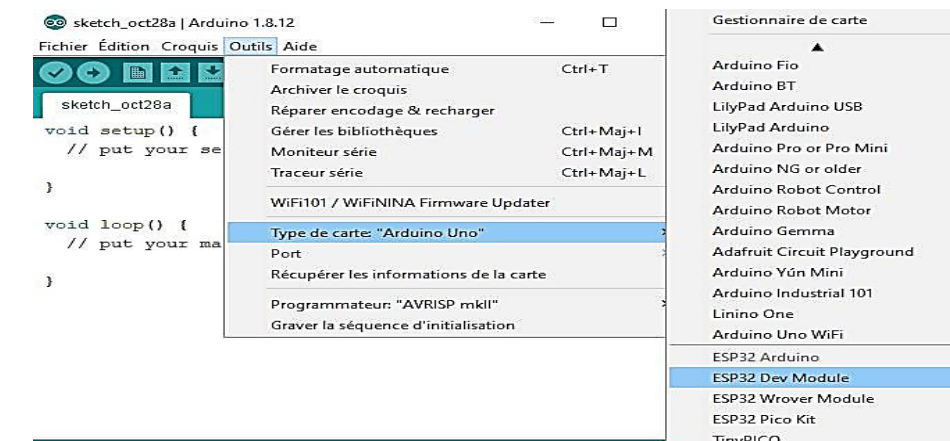


Figure III.17 : introduction au gestionnaire de la carte

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

Quatrième étape :

- Recherche de l'ESP32 une fois trouvé, cliquer sur « **Installer** » **Figure III.18.**

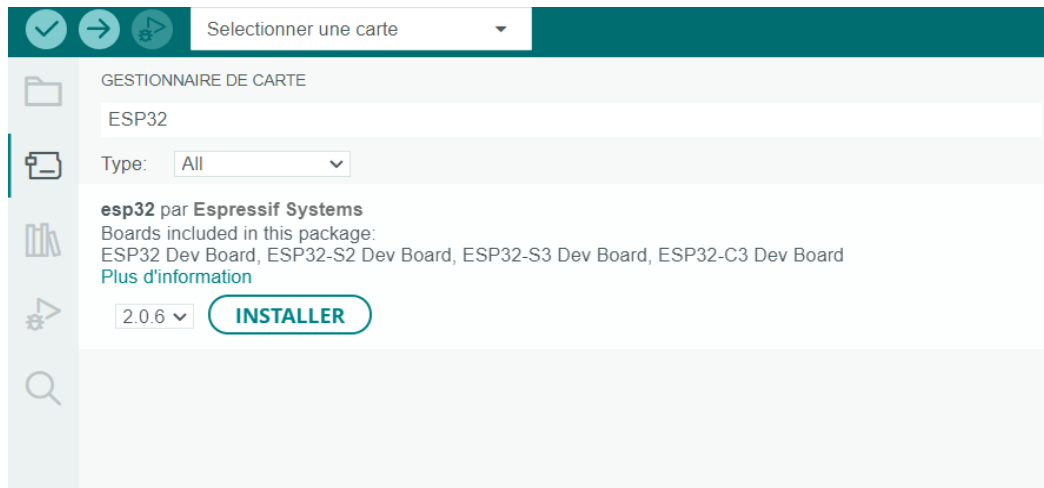


Figure III.18: Installation de L'ESP32

Dernier étape

Téléverser un programme : Le téléversement (upload) du programme dans ESP32 est réalisé comme suit : Après apparition du message « Connecting » en bas de l'interface de l'IDE Arduino, on doit maintenir 2 à 3 secondes le bouton [BOOT] de l'ESP32, **figure III.19**



Figure III.19 : Télé versement du programme

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

IV. Transmise à distance :

Une fois les mesures obtenues sont affichées sur le moniteur série de l'IDE, l'étape suivante consiste en leur transmission via le module wifi vers le site thing speak pour être enregistrées et affichées sous forme de graphe. L'organigramme de transmission des données de la carte Arduino vers l'ordinateur est illustré par la **figure III.20**

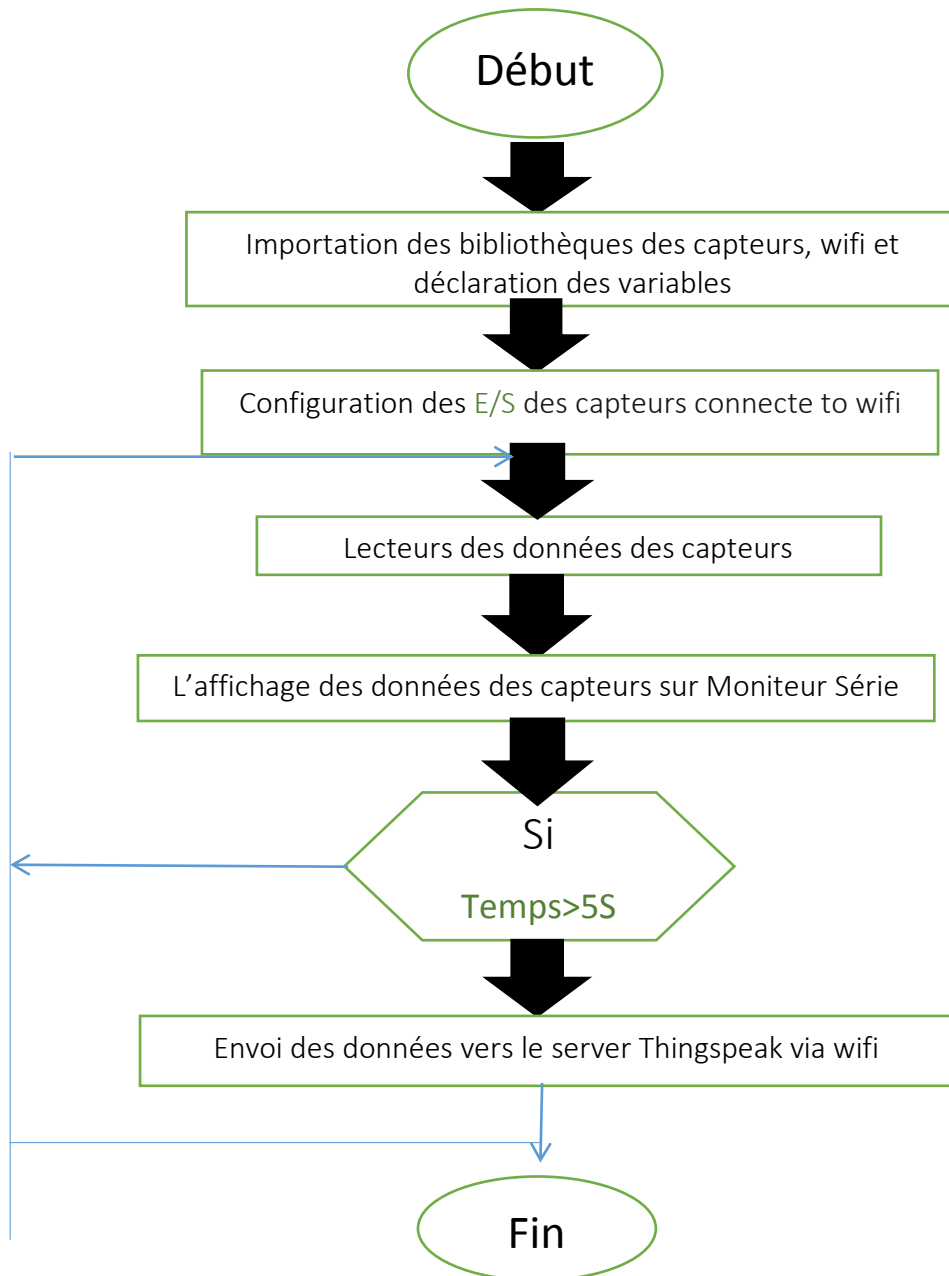


Figure III.20: organigramme de système

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

1. Site Thing speak :

ThingSpeak est un service de cloud IoT (Internet des objets) qui permet de collecter, de stocker et de visualiser des données à partir de capteurs et de dispositifs connectés. Il offre une plateforme facile à utiliser pour l'analyse et la visualisation des données collectées à partir de capteurs connectés, tels que des capteurs de température, d'humidité et de pression.

Avec ThingSpeak, vous pouvez créer des "channels" pour stocker vos données et utiliser des "widgets" pour afficher vos données sous forme de graphiques et de tableaux. Vous pouvez également utiliser ThingSpeak pour déclencher des alertes ou des actions en fonction de valeurs de seuils définies. **Figure III.21**

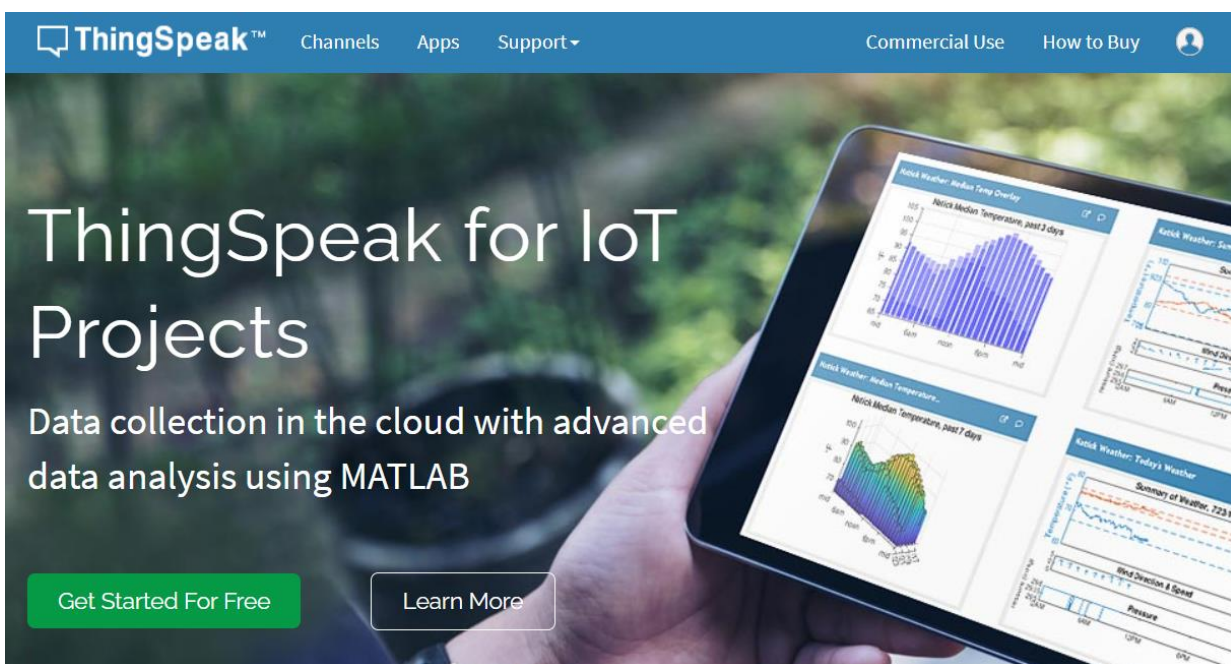


Figure III.21: L'interface du site thing sprak

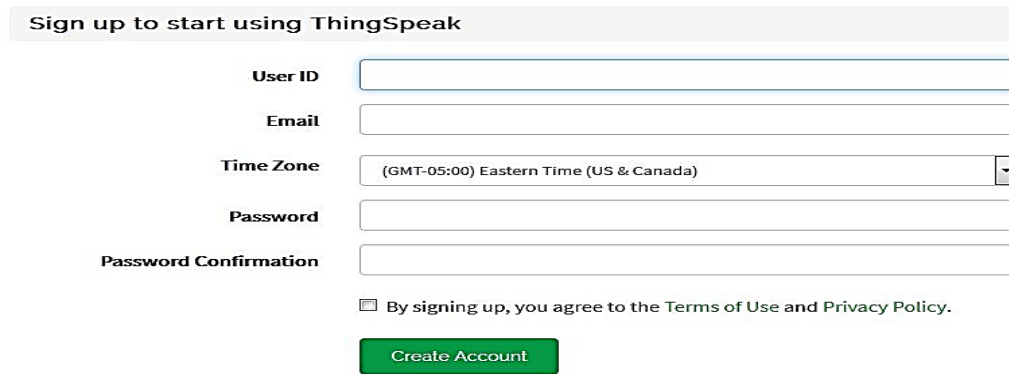
Et pour connecter la carte ESP32 au site thing speak faut passer par les étapes suivantes :

2. Création d'un compte :

Cette étape est nécessaire pour le téléchargement des données sur ThingSpeak à des fins d'analyse et de traitement. La figure 3-5, Montre l'interface de création d'un compte.

Figure III.22

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques



Sign up to start using ThingSpeak

User ID

Email

Time Zone (GMT-05:00) Eastern Time (US & Canada)

Password

Password Confirmation

By signing up, you agree to the Terms of Use and Privacy Policy.

Figure III.22 : l'interface de création d'un compte

3. La création d'un nouveau canal :

Dans cette étape faut suivre les démarche suivantes :

- Saisir les détails du nouveau canal crée.
- Saisir les champs qui reflètent les données qu'on va télécharger.
- Enregistrer le canal.

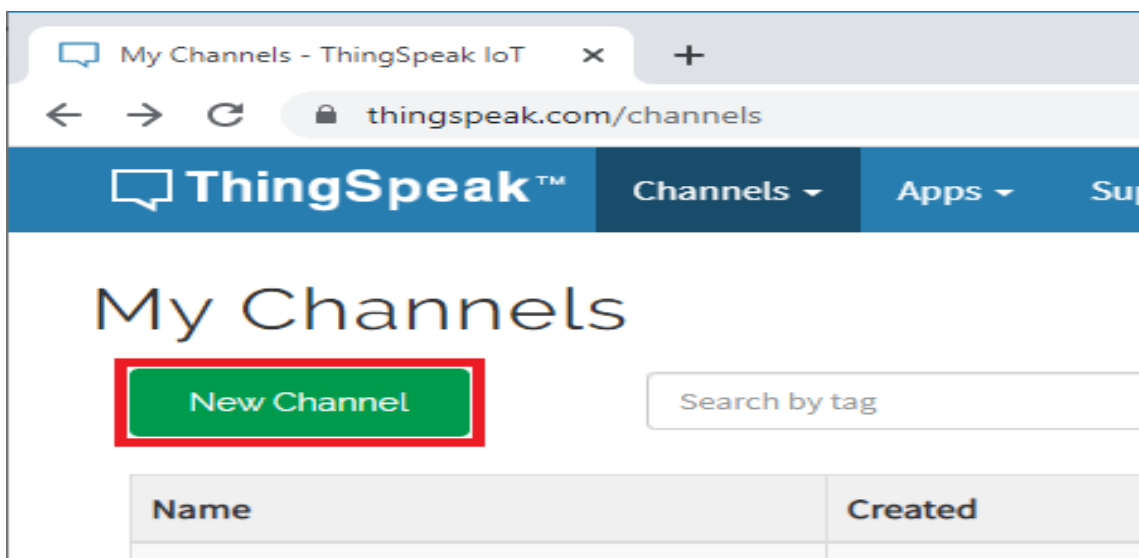


Figure III.23 :L'interface de création de canal thing speak.

4. Programmation de la plateforme IDE :

Enfin il faut saisir le programme adapté à l'utilisation de la plate-forme IDE. Afin de télécharger les données sur le canal approprié, nous avons modifié la clé API comme indique ci-dessous :

```
ChartingSpeakKAddress []= « api.thingspeak.com » ;
```

```
String writeAPIKey= « UWUES23ZR624BEC9 » ;
```

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

`constIntupdateThingSpeakInterval=16*1000 ;//Intervalle de temps nécessaire pour la mise à jour de ThingSpeak, exprimé en millisecondes (nombre de secondes*1000=intervalle)`

Sans oublier d'attribuer le nom et le mot de passe d'accès à internet.

V. Application androïde de mobile :

Pour l'afficher les données mesurées sur un 'smart phone', nous avons programmé une application par Androïde. Nous avons commencé par la conception de l'écran puis la programmation des conditions et les instructions par le site MIT app inventor

<https://appinventor.mit.edu/>.

Pour réaliser notre application en passe par deux parties : une partie design et une partie blocs (programmation) :

VI.1 MIT App Inventor :

MIT App Inventor est un outil de développement d'applications mobiles gratuit et en ligne, conçu pour permettre à des débutants de créer facilement des applications Android sans avoir besoin de connaissances approfondies en programmation. Développé à l'origine par Google, le projet est maintenant géré par le Massachusetts Institute of Technology (MIT) depuis 2011. App Inventor utilise une interface visuelle par blocs de programmation, similaire à Scratch, qui facilite la création d'applications mobiles même pour les personnes sans expérience en codage

VI.2. Création d'une application Androïde mobile :

Pour pouvoir créer des applications en utilisant la plateforme Mit app inventor, suivez le lien appinventor.mit.edu et cliquez sur le bouton Create apps! (1), créez un compte (2), cliquez sur le bouton Commencer nouveau projet (3) puis l'écran avec un nouveau projet s'ouvrira (4).

Figure III.24

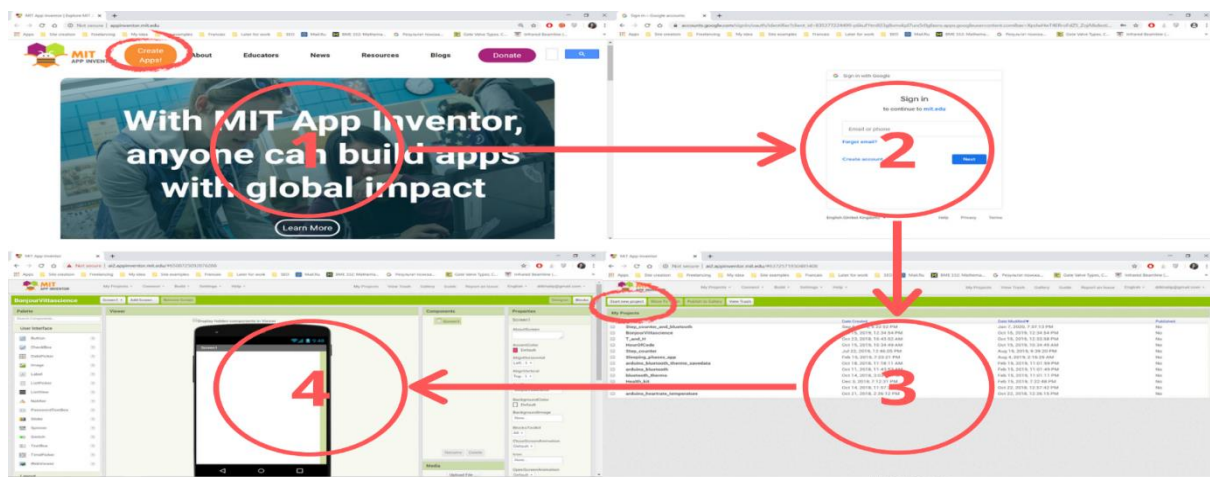


Figure III.24 : Création d'une application

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

*Pour créer une application, les composants sous le titre Palette doivent être utilisés pour être cliqués et glissés vers la partie Interface, les paramètres de chaque composant peuvent être modifiés dans de la pièce Propriétés (1).

*Dans la section Palette, cliquez sur Disposition et faites glisser deux fois le composant Arrangement Horizontal sur l'écran blanc du téléphone Screen1 dans la section Interface (2).

*Ensuite, choisissez le composant Image de la section Palette et faites-le glisser à l'intérieur de l'élément Arrangement_horizontal1, téléchargez l'image du logo Météo en appuyant sur le bouton Charger fichier dans la section Média et choisissez ce fichier pour l'objet Image1 dans l'élément Picture dans la section Propriétés (3).

* Choisissez le composant Bouton dans la section Palette et faites-le glisser à l'intérieur de l'élément Arrangement_horizontal2, changez le texte de l'élément avec "station météo" dans la section Propriétés (4). **Figure III.25**

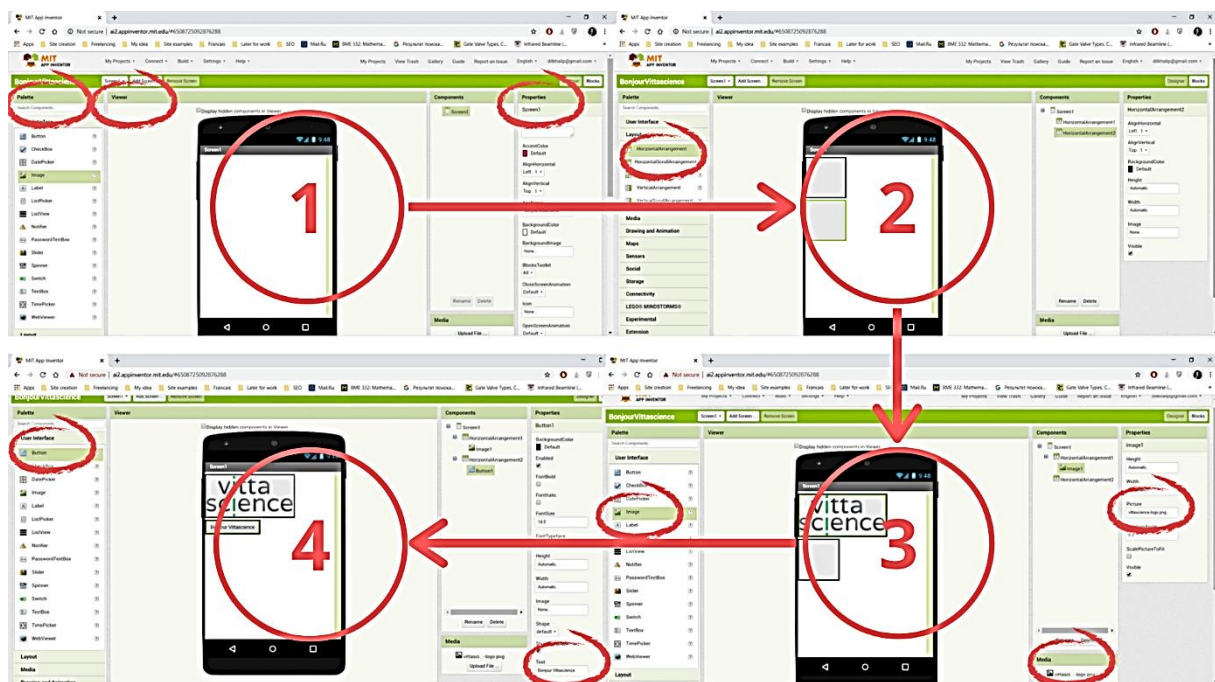


Figure III.25: les étapes de créer les boutons

*Maintenant, la signification des éléments choisis doit être ajoutée. Faites glisser l'élément Déclencheur activité de la section Palette sur l'écran blanc du téléphone Screen1 et ajoutez le texte "android.intent.action.VIEW" dans la ligne sous le titre Action dans la section Propriétés de l'élément Déclencheur activité (1).

*Appuyez ensuite sur le bouton Blocks dans le coin droit de l'écran de l'ordinateur.

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

*Choisissez l'élément Bouton1 dans la section Blocs et faites glisser l'élément "Quand Bouton1.clic faire" sur l'écran blanc de la section Interface (2).

*Placez ensuite deux éléments supplémentaires à l'intérieur de l'élément "Quand Bouton1.clic faire": choisissez l'élément Déclencheuractivité1 dans la section Blocs et faites glisser les éléments "mettre Déclencheuractivité1.Uri donnée à" et "appeler Déclencheuractivité1.Commencer activité" (3).

*La dernière étape consiste à choisir l'élément Texte dans la section Blocs et à faire glisser le premier élément du menu ouvert à connecter à l'élément "mettre Déclencheuractivité1.Uri donnée à" dans l'écran blanc de la section Interface et à le remplir avec le lien: <https://vittascience.com/> (4). **Figure III.26**

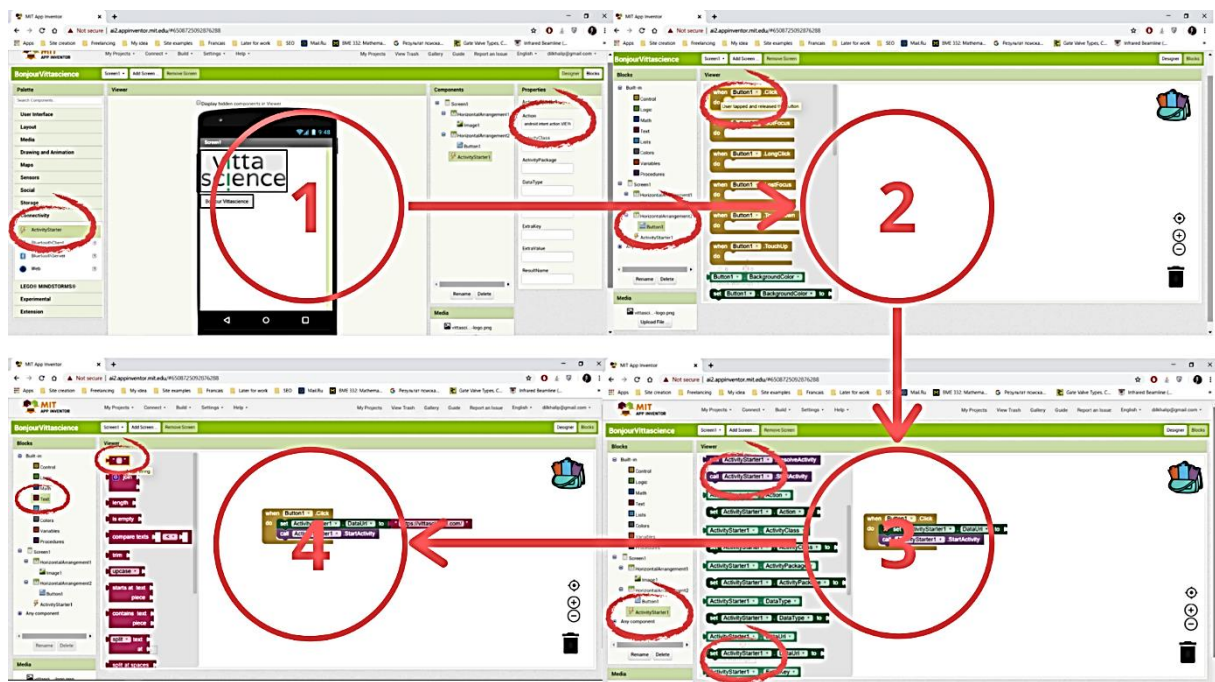


Figure III.26 : programmation de l'application

*Pour utiliser cette application, appuyez sur le bouton Construire dans le menu supérieur et choisissez "App (enregistrer apk. sur mon ordinateur)".

Une fois le téléchargement terminé, transférez le fichier sur votre téléphone via un câble USB ou Bluetooth ou scan le code et ouvrez-le sur votre téléphone.

Essayez d'appuyer sur le bouton "station météo" et voyez ce qui se passe. **Figure III.27**

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques



Figure III.27 : téléchargement de l'application

Le code de l'application :

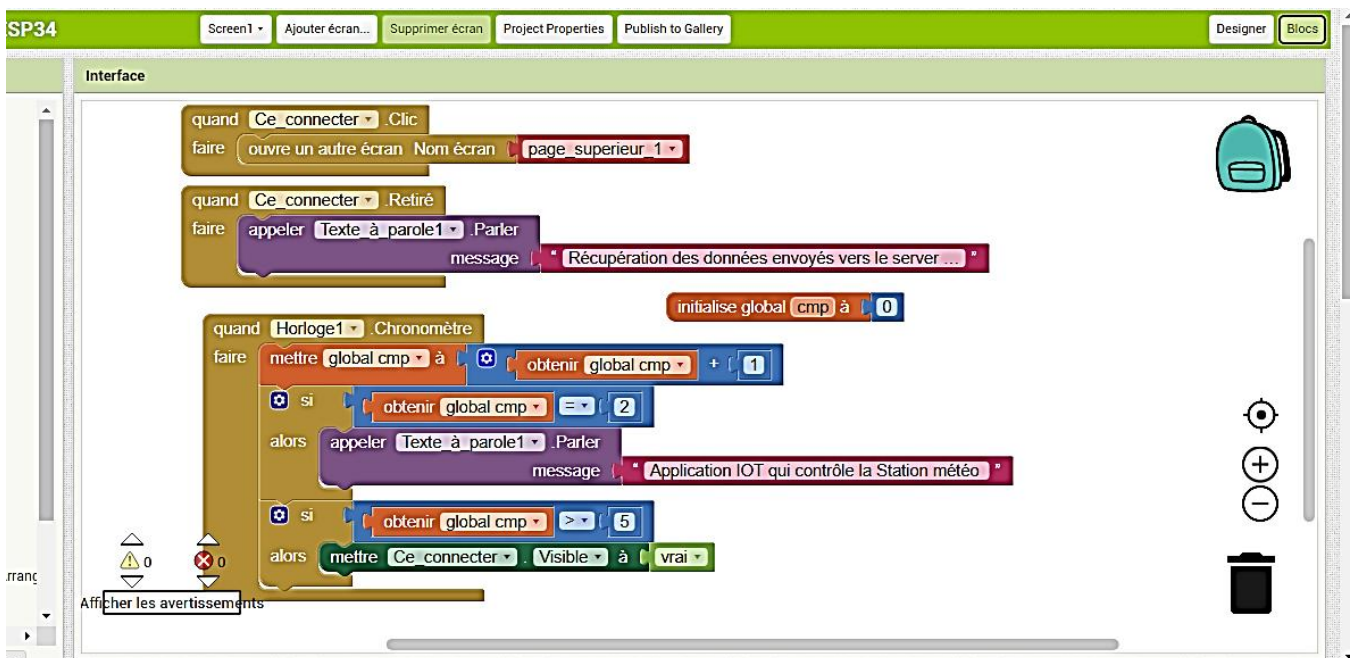


Figure III.28 : blocs pour la premier page (screen1)

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

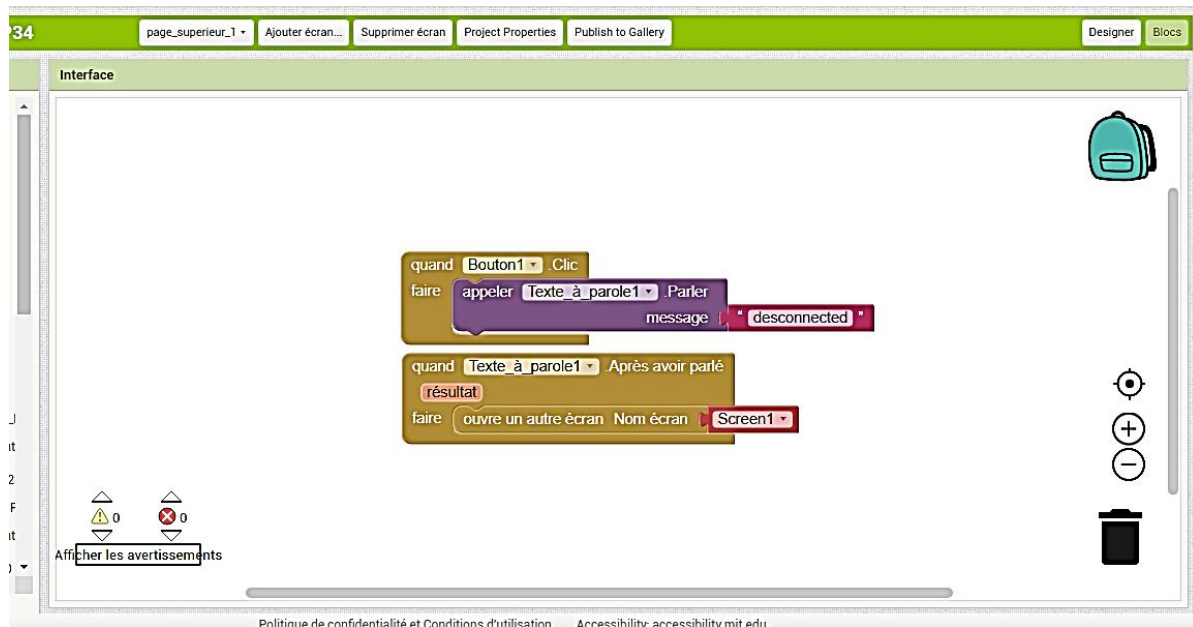


Figure III.29: bloc pour la page supérieure

VI. Tests et Résultats :

Dans l'objectif d'obtenir des mesures sur les différentes grandeurs météorologiques, nous avons procédé à effectuer des tests sur notre réalisation. Notons que nous avons installé notre réalisation à l'aire libre le 01 juin 2024

Au centre-ville de Tizi-Ouzou. Sachant que le jour du test fut une journée ensoleillé avec quelques passages des nuages.

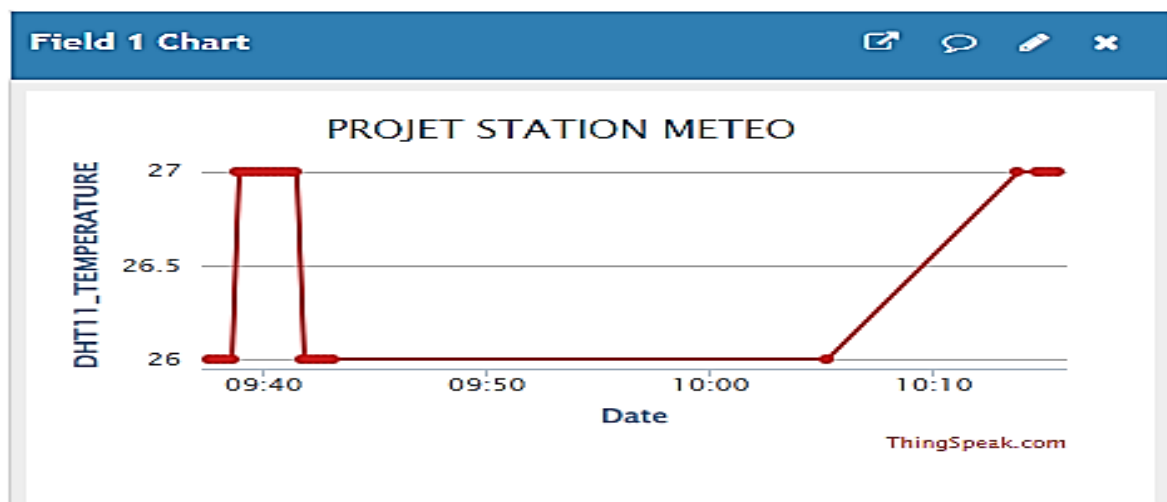


Figure III. 30 : graphe de température

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

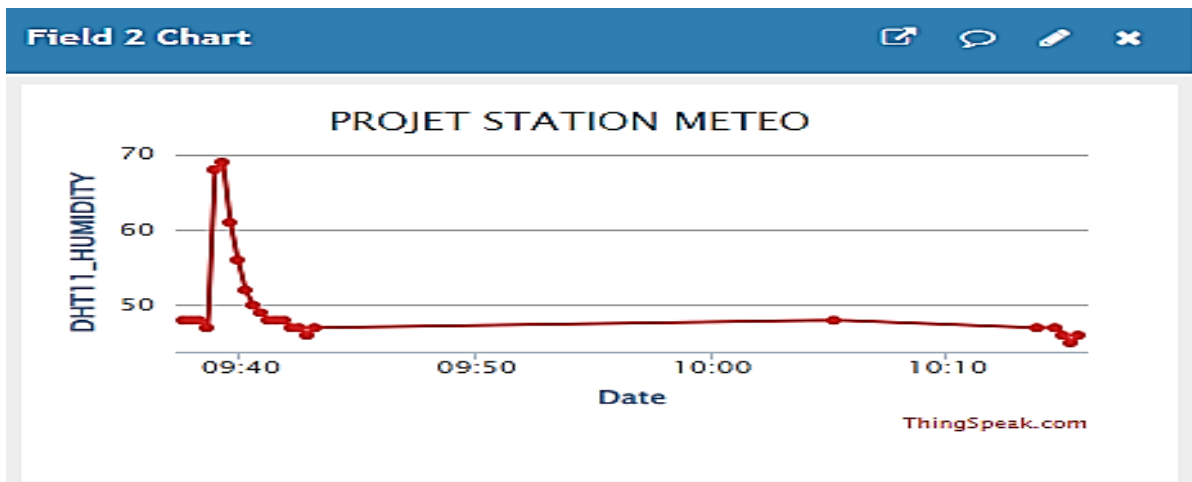


Figure III.31 : Le graphe de l'humidité

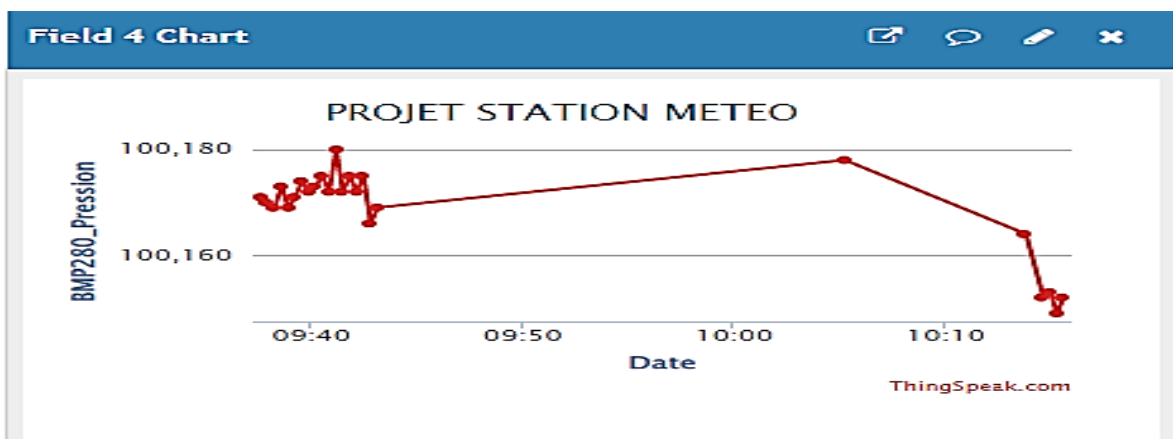


Figure III.32: Le graphe de pression

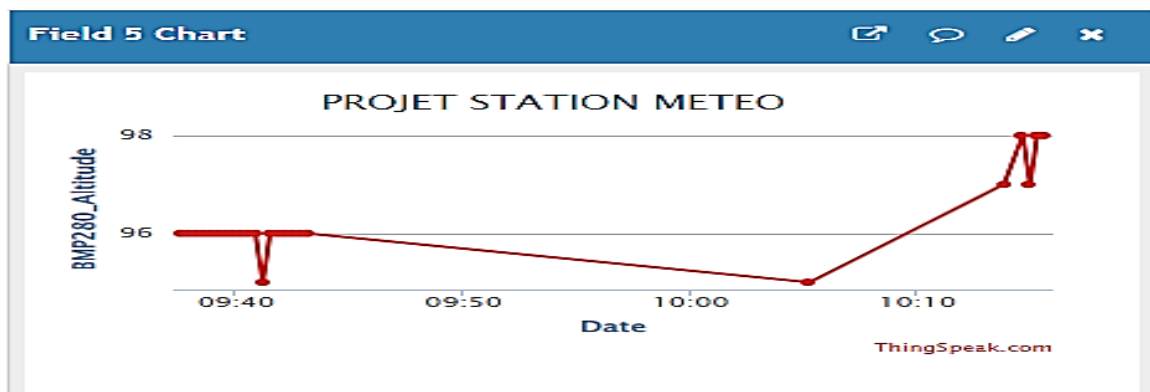


Figure III.33 : Le graphe d'Altitude

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

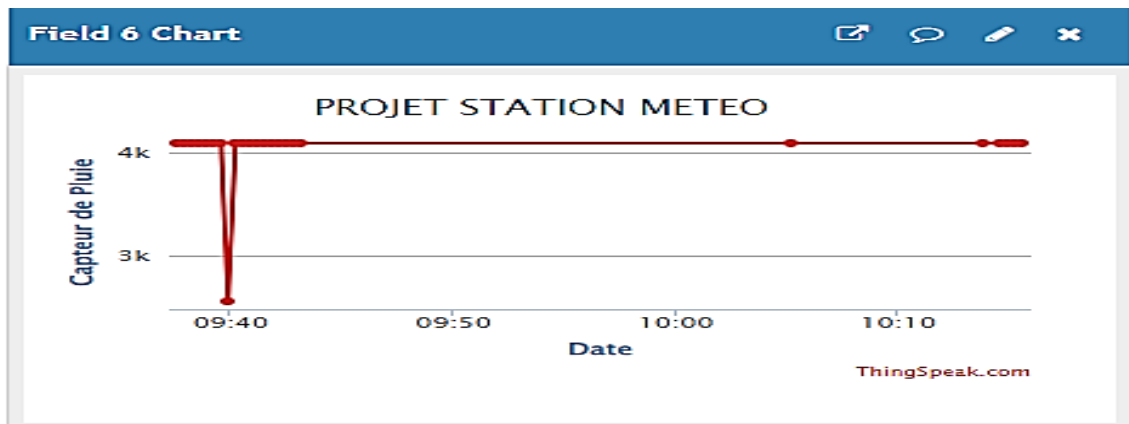


Figure III.34: Le graphe De pluie

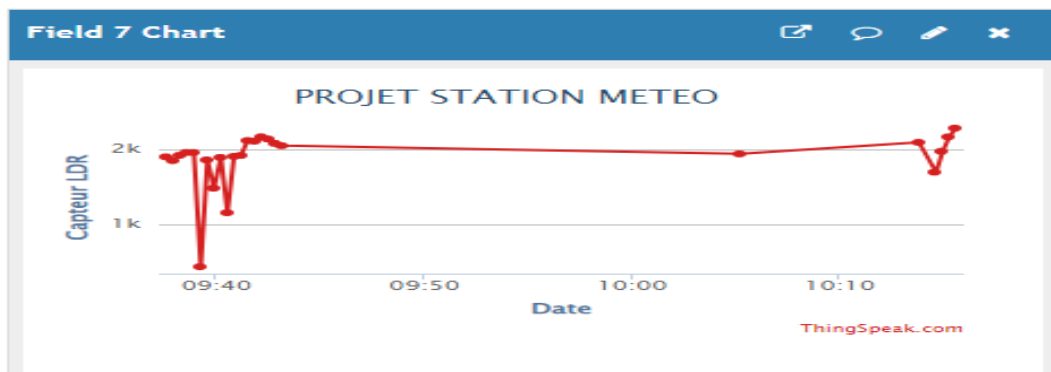


Figure III.35 : Le graphe De la luminosité

A travers les résultats obtenus, nous constatons que les paramètres enregistrés, exhibent certaines variations à une certaine période de la journée, la température et la luminosité dépendent globalement de la présence du soleil, l'humidité dépend généralement de la température et la pression atmosphérique quant à elle montre des petites variations à une certaine période de la journée, nous notons aussi des petites variations de la pluie puis ce que la journée est ensoleillée ; Hormis quelques variation aléatoires de l'humidité et la pression.

Chapitre 3 Mise en œuvre du système d'acquisition et de transfert de données météorologiques

VII. Discussion :

Dans ce chapitre nous avons fourni une explication détaillée sur les différentes étapes de la conception et réalisation d'un système d'acquisition de quelques grandeurs météorologiques, et de la méthode utilisée pour l'envoi des mesures obtenues vers un site web et vers une application mobile. Ces étapes ont consisté d'abord en la réalisation des mesures avec la carte à microcontrôleur ESP32 ; 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 graphes et le transfert vers un téléphone par une application créée dans app inventor qui assure aussi l'affichage tous les données. Enfin nous avons réalisé des tests avec le système de mesure à l'air libre sur une certaine période de temps d'une journée.

Conclusion et perspectives

Dans ce projet nous avons conçu et réalisé un système d'acquisition et de transfert de variable météorologiques. Pour l'acquisition des données nous avons utilisé des capteurs, une carte microcontrôleur ESP32 .pour le traitement des données reçus et transfert à distance se fait via un module Wifi intégré vers un ordinateur connecté à l'internet des objets.

L'élaboration de ce système ce fait en deux étapes principales, la première étape consiste en la réalisation de la partie acquisition des données et leurs traitements par la carte à microcontrôleur ESP32, tandis que la deuxième partie concerne la transmission des données à distance vers un ordinateur via l'internet des objets. La réception des données se fait sous formes de graphes via le site Thing Speak.

Après la réalisation du système, nous avons effectué plusieurs tests sur celui- ci. Les résultats des tests obtenus sont précis confirment la fiabilité du système.

En perspectives de ce travail, une application pourra être créée afin de partager directement les informations à distance. En outre, un réseau de système météorologique peut être réalisé avec les mêmes procédures afin d'obtenir de système météorologique peut être réalisé avec les mêmes procédures utilisées afin d'obtenir des mesures sur une plus grande échelle.

Enfin, nous souhaitons que ce travail servira de modèle et enrichi par les promotions à venir.