

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

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : **Sciences et Technologies** Filière
: **Electronique**
Spécialité : **Electronique Industriel**

Présenté par

SENOUCI Ghiles

Thème

Conception et réalisation d'un Système de contrôle et de surveillance de la température et de l'humidité par l'ESP32

Mémoire soutenu publiquement le 27//06/2024 devant le jury composé de :

M Attaf Youcef
President, M.C.B, UMMTO

Mr Lahdir Mourad
Encadreur, Professeur, UMMTO

M Idjeri Boussaad
Examineur, M.C.B, UMMTO

Année universitaire 2023-2024

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions dieu qui nous a permis d'atteindre ce succès, qui nous a donné la force et la volonté pour atteindre nos objectifs .

Nous remercions surtout nos parents et cher frère et sœur Mouloud et Cylia pour tout ce qu'ils ont fait pour nous, tout ce qu'ils nous ont donné pour atteindre ce succès

Nous voulons offrir tout merci et appréciation a notre encadreur professeur Mr .Mourad Lahdir au niveau de l'université pour ses aides et ces conseils durant toute la période de l'achèvement de ce projet

On tient aussi à remercier après ce travail tous ceux qui ont joué un rôle dans ce succès de prêt ou de loin, la famille, les amis et les enseignants

Résumé

Dans ce mémoire, nous avons conçu un système de surveillance de la température et de l'humidité utilisant le capteur DHT22, destiné à des applications nécessitant un contrôle environnemental précis. Les valeurs mesurées sont affichées en temps réel sur un écran LCD, offrant une visualisation directe. Parallèlement, des ventilateurs sont contrôlés automatiquement pour maintenir des conditions optimales en fonction des seuils prédéfinis. Le système inclut également un serveur permettant la gestion et la surveillance à distance, assurant ainsi une flexibilité et une efficacité accrues. Ce projet démontre une solution intégrée pour la régulation et le suivi environnemental, combinant fiabilité et facilité d'utilisation

Mots clés : phénomènes physiques, plateforme expérimentale, capteurs, serveur.

Abstract

In this thesis, we designed a temperature and humidity monitoring system using the DHT22 sensor, intended for applications requiring precise environmental control. The measured values are displayed in real time on an LCD screen, providing direct visualization. Additionally, fans are automatically controlled to maintain optimal conditions based on predefined thresholds. The system also includes a server for remote management and monitoring, ensuring increased flexibility and efficiency. This project demonstrates an integrated solution for environmental regulation and monitoring, combining reliability and ease of use.

Keywords: physical phenomena, experimental platform, sensors, server.

Glossaire

AVR: Automatic Voltage Regulator

DC: Direct Current

GND: Global Nearness Diagram

GPIO: General Purpose Input/Output

HTTP: Hyper Text Transport Protocol

I2C: Inter Integrated Circuit

I2S: Integrated Interchip Sound

IDE: Integrated Development Environment

IEEE: Institut of Electrical and Electronic Engineers

LCD: Liquid Crystal Display

RAM: Random Acces Memory

ROM: Read Only Memory

SRAM: Static Random Access Memory

SPI: Serial Peripheral Interface

TCP: Transmission Control Protocol

TOR: Tout ou Rien

Wi-Fi: Wireless Fidelity

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Les systèmes d'acquisition de données	
I.1 Préambule	2
I.2 Définition d'un système d'acquisition	2
I.3 Principe de fonctionnements d'un système d'acquisition de données	2
I.4 Les composants principaux d'une chaine d'acquisition	3
I.4.1 Les capteurs	3
I.4.2 Les circuits de conditionnements	5
I.4.3 L'unités de traitements de données	6
I.4.4 Traitement informatique	8
I.5 Description du Système	8
I.6 Connectivité des cartes de traitement des données	10
I.6.1 Connectivité sans fil.....	10
I.7 Choix des composants	13
I.8 Discussion.....	13
Chapitre II : Conception du système	
II.1 Préambule	15
II.2 Carte ESP32	16
II .2.1 Les caractéristiques de la carte ESP32	15
II.3 La surface d'IDE Arduino	19
II.4 Les composantes électroniques.....	21
II.4.1 Les capteurs utilisés.....	21
II.5.1 Modules de relais	22
II.6 Les composants de puissance	23
II.6.1 Les Ventilateur	23
II.6.2 Buzzer.....	23

II.7	les composantes d'affichage	24
II.7.1	l'écran LCD (16*2)	24
II.8	Le bronchement des composants	25
II.8.1	Schéma de montage du capteur DHT22	25
II.8.2	Schéma de montage des relais	26
II.8.2	Schéma de montage des ventilateurs.....	26
II.8.3	Le schéma de montage du buzzer avec l'esp32	28
II.8.4	Schéma de Montage de l'écran LCD	28
II.9	discussion	29

Chapitre III : Application et Résultats

III.1	Préambule	30
III.2	Fonctionnement du Système	30
III.3	L'organigramme du DHT22	32
III.4	Réalisation du système	34
III.5	Protocole de Test du Système	35
III.5.2	Test de connexion WIFI	36
III.5.3	Test des Actionneur.....	37
III.5.4	Test de l'interface web	37
III.5.5	Test de Scénario combinés	37
III.6	Analyse du test	38
III.7	.Le contrôle à distance	39
III.8	Discussion des Anomalies et Solutions Proposées	41
III.9	Description des Anomalies ou des Dysfonctionnements Observés	41
III.10	Analyse des Causes Possibles de ces Problèmes	41
III.11	Propositions de Modifications ou d'Améliorations pour Corriger ces Problèmes	42
III.12	Discussion.....	42
	Conclusion	43

Bibliographie

Liste des figures :

Figure I.1 : Schéma bloqué d'un système d'acquisition.....	3
Figure I.2 : Principe des capteurs.....	4
Figure I.3 : Signal de sortie des capteurs.....	4
Figure I.4 : Page vierge sur Arduino.....	7
Figure I.5 : Page vierge sur Matlab.....	7
Figure I.6 : schéma synoptique d'un système.....	9
Figure I.7 : Couche des réseaux WIFI.....	10
Figure I.8 : Module WI-FI ESP8266	11
Figure I.9 : Couche des réseaux Bluetooth	12
Figure II.10 Schéma synoptique du système.	14
Figure II.11 : la Carte ESP32.....	15
Figure II.12 : Processeur: Tena Dual-Cor.....	16
Figure II.13 : Exemple de connectivité sans fil.....	16
Figure II.14 : Alimentation avec batterie.	17
Figure II.15 : Alimenter avec chargeur.....	18
Figure II.16 : programmation de l'ESP32 avec arduino.....	19
Figure II.17 : Détail de barre de bouton.....	19
Figure II.18 : Page vierge dans le logiciel Arduino.....	20
Figure II.19 : Capteur de température et d'humidité DHT22.....	21

Figure II.20 : Lire les valeurs de température.....	22
Figure II.21 : Module relais	22
Figure II.22 : Ventilateur 12v	23
Figure II.23 : Buzzer actif.....	23
Figure II.24 : Afficheur LCD.	24
Figure II.25 : écran LCD 12C.....	25
Figure II.26 : le bronchement de dht22 avec l'esp32.....	25
Figure II.27 : le bronchement des relais avec l'esp32.....	26
Figure II.28 : le bronchement du ventilateur aux relais	27
Figure II.29 : bronchement du buzzer.....	28.
Figure II.30 : Le montage de l'écran LCD.	32
Figure III.31 : L'organigramme de DHT22.....	33
Figure III.32 : surface de l'IDE arduino.	33
Figure III.33 : choisir le type de carte sur arduino ide.	34
Figure III.34 : Compilation du programme.....	34
Figure III.35 : compilation du programme avec sucer.....	37
Figure III.36 : montage d'esp32 DHT22-Ventilateur –Buzzer –LCD.....	38
Figure III.37 : Résultat du montage.	39
Figure III.38 : Adresse IP de l'esp32.....	39
Figure III.39 : Interface du serveur.....	39

Liste des tableaux :

Tableau I.1 : Comparaison entre les cartes de traitement6

Introduction

Dans la vie quotidienne, on observe fréquemment des problèmes d'estimation et d'évaluation des phénomènes météorologiques, tels que la température, l'humidité et la pression. Ces variables sont essentielles, notamment dans des domaines comme la médecine, l'industrie, ou même dans la vie courante. Il est donc nécessaire d'évaluer ces phénomènes météorologiques, qui impactent également de nombreux autres domaines tels que l'environnement, l'architecture, et la conversion d'énergie.

Grâce aux avancées technologiques, de nouveaux outils et technologies permettent d'évaluer et de mesurer ces phénomènes avec précision et performance, en utilisant des logiciels, des composants électroniques, et l'internet. L'internet, est un élément clé de cette révolution technologique, facilite les communications entre différentes entités via des protocoles (TCP, UDP, etc.) et des technologies variées comme le Wifi, Zigbee, et Bluetooth.

Dans le cadre de notre projet, nous visons à développer un système capable de mesurer la température et l'humidité, et de permettre la visualisation et le contrôle via un réseau wifi et un serveur web. Ce système comprend des capteurs pour mesurer les grandeurs physiques, une carte microcontrôleur ESP32 pour l'acquisition et le traitement des données, et le transfert des données mesurées vers un ordinateur distant via internet.

Ce mémoire est structuré en trois chapitres :

Le premier chapitre présente les notions générales des systèmes d'acquisition de données, et les différents outils utilisables pour sa réalisation.

Le deuxième chapitre détaille la conception des différents blocs de notre système et les composants utilisés, notamment l'alimentation, le contrôleur, les capteurs, les relais, et les connexions entre les différentes parties constituant notre projet.

Le dernier chapitre traite de la programmation, et de la réalisation de notre système, ainsi que des tests et des résultats obtenus sur site et à distance.

Enfin, une conclusion et des perspectives clôturent ce mémoire

Chapitre I : Les systèmes d'acquisition de données

I.1 Préambule

Dans ce premier chapitre, nous allons voir les bases de notre projet en explorant les généralités liées à la conception d'un système d'acquisition de données et de contrôle sur site. Nous commencerons par une vue d'ensemble des principes fondamentaux de l'acquisition de données, en mettant en lumière les différents types de composants principale d'une chaîne d'acquisition, leurs applications et leurs avantages dans divers domaines. Ensuite, nous allons donner les aspects conceptuels du contrôle sur site, ainsi que les solutions technologiques disponibles pour y répondre. Enfin, nous aborderons les considérations de conception générales, telles que la sélection des composants matériels et logiciels.. À travers ce chapitre introductif, nous établirons une compréhension solide des concepts de base nécessaires pour la conception et la mise en œuvre efficaces de notre système d'acquisition de données et de contrôle sur site.

I.2 Définition d'un système d'acquisition

Un système d'acquisition de données est une structure comprenant des capteurs, des convertisseurs analogique-numérique (CAN), des équipements de conditionnement de signal, des dispositifs de traitement et des logiciels. Ensemble, ces composants permettent de collecter et d'analyser des données physiques ou électriques issues de divers processus ou environnements. Ces systèmes sont fréquemment utilisés dans les domaines de la recherche scientifique, de l'ingénierie, de la surveillance industrielle et de l'automatisation.

[1]

I.3 Principe de fonctionnements d'un système d'acquisition de données

Un système d'acquisition de données collecte, traite, stocke et analyse des données provenant de diverses sources. Il commence par des capteurs et transducteurs qui convertissent les grandeurs physiques en signaux électriques. Ces signaux sont ensuite conditionnés par amplification et filtrage pour être compatibles avec le convertisseur analogique-numérique (ADC), qui numérise et quantifie les signaux. Un microcontrôleur ou

microprocesseur traite ces données numériques, tandis qu'une interface de communication (comme USB ou Ethernet) transmet les données à un ordinateur. Enfin, un logiciel dédié visualise, analyse et stocke les données pour une utilisation ultérieure. La figure I.1 montre un schéma bloqué de système d'acquisition.

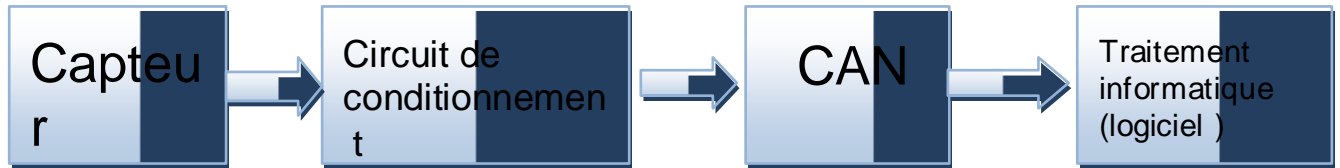


Figure I.1 : Schéma bloqué d'un système d'acquisition

I.4 Les composants principaux d'une chaîne d'acquisition

Une chaîne d'acquisition se compose de plusieurs composants essentiels, chaque composant joue un rôle crucial pour assurer la précision et la fiabilité des données collectées. Voici les principaux composants de cette chaîne.

I.4.1 Les capteurs

Les capteurs sont des dispositifs électroniques qui servent à convertir une grandeur physique analogique (pression, température, humidité, lumière...etc.) en un signal logique, analogique ou numérique rendu transmissible et exploitable par un système de conditionnement, la figure I.2 illustre ce principe.

Le capteur fait une partie d'une chaîne de mesure qui se trouve au contact direct du mesurande, La tension ou l'intensité de signal électrique est l'image du mesurande par une loi continue qu'on souhaite linéaire.[2]



Figure I.2 : Principe des capteurs.

I.4.1.1 Catégories des capteurs

➤ **Les capteurs numériques** : Les capteurs numériques sont des capteurs qui donnent en sortie une valeur finie, ils sont hautement sensibles, par exemple, si une grandeur physique croît de manière linéaire, la sortie du capteur qui va la mesurer donnera soit une information du type "TOR " (Tout Ou Rien), un train d'impulsion ou un Échantillonnage [3].

➤ **Les capteurs analogiques :**

Les capteurs analogiques servent à convertir une grandeur physique en un autre type soit impédance, capacité, inductance ou de tension. Un signal est dit analogique si l'amplitude de la grandeur physique qu'il représente peut prendre une infinité de valeurs dans un intervalle donné.

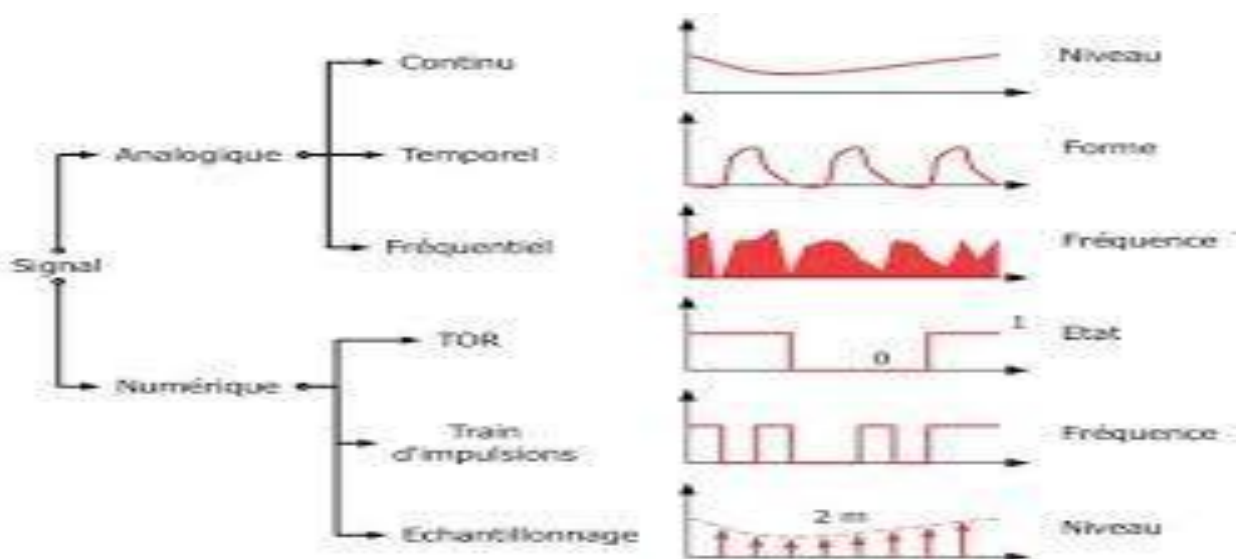


Figure I.3 : Signal de sortie des capteurs.

I.4.1.2 Classification des capteurs

La classification des capteurs repose sur des critères qui aident à choisir les capteurs en fonction de leur précision, en tenant compte du domaine d'utilisation et du milieu de travail.

Nous pouvons classer les capteurs selon les critères suivants :

- Le type de mesurande qu'ils peuvent capter (humidité, température, pression, etc.).
- Leur rôle dans le processus industriel (contrôle des produits finis, sécurité, etc.).
- Le signal qu'ils fournissent en sortie, pouvant être numérique, analogique ou logique.
- Le principe de traduction du mesurande utilisé (résistif, capacitif, piézoélectrique, etc.).
- Leur principe de fonctionnement, soit actif ou passif.
- La précision et la plage d'utilisation qu'ils offrent.

En prenant en compte ces critères, il est possible de choisir le capteur le mieux adapté à une application spécifique, assurant des mesures précises et fiables dans différentes conditions de travail.

I.4.2 Les circuits de conditionnements

I.4.2.1 Définition

Ce sont des ensembles de composants et de dispositifs électroniques conçus pour modifier, adapter ou stabiliser des signaux électriques ou des sources d'énergie afin de les rendre utilisables par d'autres parties d'un système. Les circuits de conditionnement peuvent inclure des fonctions telles que l'amplification, la filtration, la conversion de signal (par exemple, analogique à numérique), la régulation de tension, la protection contre les surtensions, et la correction de facteur de puissance .

I.4.2.2 Types de circuits de conditionnement

- **Conditionnement de signal** : Utilisé pour modifier les signaux électriques provenant de capteurs ou d'autres sources afin qu'ils puissent être correctement interprétés par des systèmes de traitement ou de mesure. Cela peut inclure :

- Amplification des signaux faibles.
- Filtrage des bruits indésirables.
- Conversion de signaux analogiques en numériques (et vice versa).


- **Conditionnement de puissance** : Utilisé pour adapter et réguler les niveaux de puissance fournis à des appareils électriques ou électroniques. Cela peut inclure :
 - Régulation de la tension et du courant.
 - Protection contre les surtensions et les courts-circuits.
 - Conversion d'énergie (par exemple, conversion AC/DC).

I.4.3 L'unités de traitements de données

Une unité de traitement se caractérise par le microcontrôleur implanté dans leur circuit (RAM, ROM, la fréquence de l'horloge), ou on le trouve dans toutes les cartes de traitement comme Arduino, Raspberry, ESP32...etc.

I.4.3.1 Comparaison entre les cartes de traitement

Un bon choix d'une carte de traitement généralement est basé sur la connaissance de ses caractéristiques et aussi ces privilèges ainsi que ces avantages et inconvénient

Carte	Caractéristique	Figure
Arduino Uno	Alimentation: via port USB ou 7 à 12 V. Microprocesseur: ATmega328. Mémoire flash: 32 kb. 6 entrées analogiques 10 bits. Intensité par E/S: 40 mA. Cadencement : 16 MHz Bus série, I2C et SPI gestion des interruptions. Fiche USB B - dimensions: 74 x 53 x 15 mm.	




<p>Carte Raspberry Pi 3 B+</p>	<p>Processeur: Broadcom BCM2837B0 A53 64-bit 4GHz. Mémoire : 1Go LPDDR2. Port USB : 4 ports USB2. Alimentation : 5V, 2,5A. Wifi : 2,4Ghz et 5Ghz, 802.11.b/g/n/ac. Bluetooth : 4,2.</p>	
<p>Carte Arduino Mega</p>	<p>Alimentation: via port USB ou 7 à 12 V. Connecteur d'alimentation. Microprocesseur: ATmega2560. Mémoire flash: 256 kb. 54 broches d'E/S dont 14 PWM. 16 entrées analogiques 10 bits. Intensité par E/S: 40 mA. Cadencement : 16 MHz Fiche USB.</p>	
<p>Carte ESP32</p>	<p>Processeur : Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 cadencé jusqu'à 240 MHz. Connectivité sans fil : Wi-Fi (802.11b/g/n) et Bluetooth 4.2 / BLE. Mémoire : 448 Ko de ROM. 520 Ko de SRAM. Possibilité d'ajouter jusqu'à 4 x 16 Mo de mémoire flash/SRAM externe. Interfaces: I2C, SPI, UART, DAC, ADC. Alimentation : 5V via micro-USB ou 3,3V via les broches.</p>	

Tableau I.1 : Comparaison entre les cartes de traitement [5] [6] [7] [8].

I.4.4 Traitement informatique

Le traitement informatique dans une chaîne d'acquisition se réfère à l'ensemble des opérations et des méthodes utilisées pour manipuler, analyser et interpréter les données recueillies par des dispositifs de mesure ou de capteurs. Ce processus permet de convertir les données brutes en résultats utilisables pour des applications spécifiques, telles que la recherche scientifique, le contrôle industriel, la médecine, et bien d'autres domaines. .

Le traitement informatique dans une chaîne d'acquisition se fait généralement à l'aide de logiciels spécialisés, qui automatisent et optimisent chaque étape du processus. Par exemple, le logiciel MATLAB (figure I.4), Arduino – figure I.5).

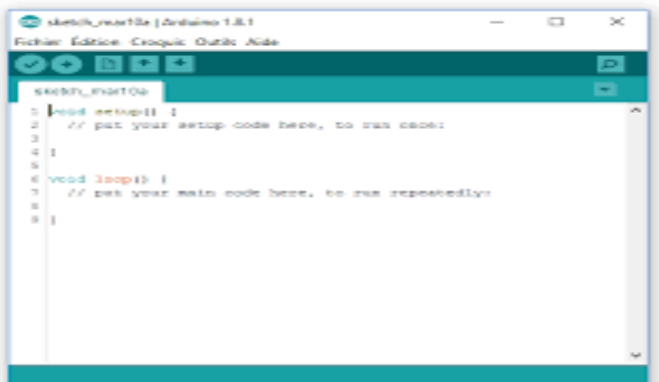


Figure I.4 : Page vierge sur Arduino.

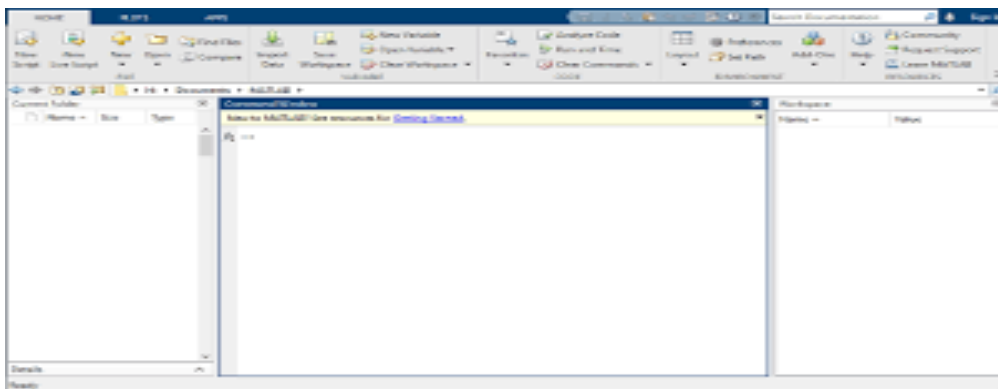


Figure I.5 : Page vierge sur Matlab

I.5 Description du Système

Le système d'acquisition de données que nous allons concevoir et réaliser pour notre projet a pour objectif principal d'afficher la température et l'humidité sur un écran LCD, ainsi que

de contrôler des ventilateurs via un serveur web. Ce système intègre plusieurs composants clés pour assurer une mesure précise, un affichage en temps réel et un contrôle efficace des conditions environnementales.

Les capteurs de température et d'humidité, tels que le DHT22, sont utilisés pour mesurer les conditions environnementales. Ces capteurs convertissent les données en signaux électriques analogiques ou numériques, qui sont ensuite envoyés à un microcontrôleur. Le microcontrôleur, qui peut être un Arduino ou un ESP32, reçoit les données des capteurs et les traite. Il est également responsable de la gestion des autres composants du système, tels que l'afficheur LCD et les ventilateurs. Pour améliorer la qualité des signaux provenant des capteurs, un conditionnement des signaux peut être nécessaire. Si les capteurs fournissent des signaux analogiques, un convertisseur analogique-numérique (CAN) intégré dans le microcontrôleur convertira ces signaux en données numériques. L'écran LCD, par exemple un écran 16x2, affiche en temps réel les valeurs de température et d'humidité mesurées.

Les ventilateurs sont contrôlés en fonction des conditions environnementales mesurées. Le microcontrôleur active ou désactive les ventilateurs pour maintenir des conditions optimales, en fonction des seuils de température et d'humidité définis. Une interface de communication, telle que le WiFi, permet au microcontrôleur de se connecter à un réseau et de communiquer avec un serveur web.

Le serveur web, hébergé sur le microcontrôleur ou sur un serveur externe, permet aux utilisateurs de surveiller les conditions environnementales et de contrôler les ventilateurs à distance via une interface web. Le logiciel d'acquisition et de contrôle, exécuté sur le microcontrôleur, gère la collecte des données, leur affichage sur l'écran LCD et la communication avec le serveur web.

Ce système d'acquisition de données est particulièrement utile dans des environnements nécessitant une surveillance constante et un contrôle précis des conditions environnementales, comme les laboratoires, les serres, les entrepôts et les salles de serveurs. Grâce à la connectivité web, il offre une flexibilité et une accessibilité accrues, permettant une gestion à distance et en temps réel des paramètres critiques.

La figure I.6 montre un schéma synoptique de notre système.

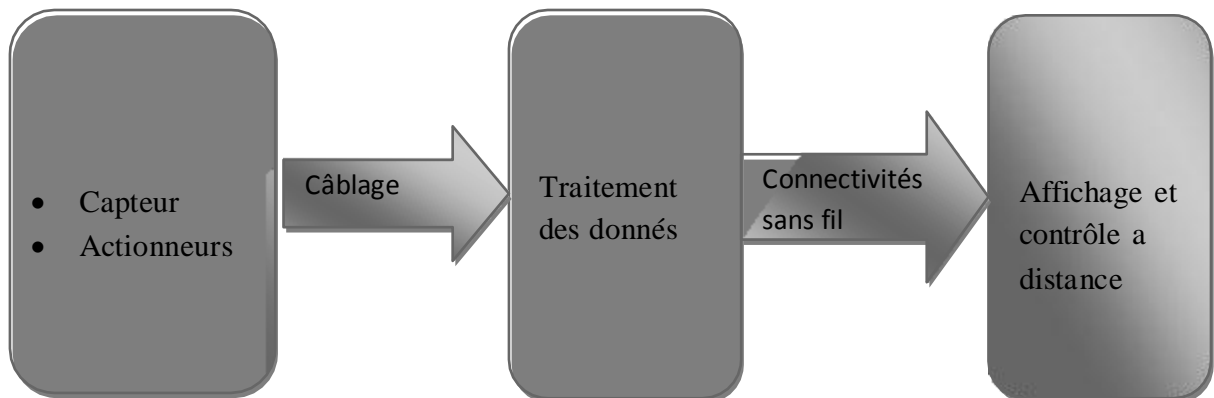


Figure I.6 : schéma synoptique d'un système.

I.6 Connectivité des cartes de traitement des données

I.6.1 Connectivité sans fil

Pour que nous puissions envoyer les données traitées vers l'unité de contrôle, nous devons utiliser un protocole de communication comme Wifi, Bluetooth, Zigbee, ...etc.

I.6.1.1 Protocole Wifi 802.11

Protocole Wifi 802.11 : Est un protocole de communication sans fil de courte portée où le signal s'atténue en fonction de distance entre l'émetteur et le récepteur et les obstacles entre ces deux derniers, il utilise deux plages de fréquence 2,4Ghz et 5Ghz dont la deuxième fréquence (5Ghz) offre presque deux fois la puissance de la première fréquence (2,4Ghz). Comme tous les réseaux sans fil le Wifi a une normalisation qui doit respecter le modèle OSI, cette normalisation est différente d'une norme à l'autre mais elle garde toujours la logique de modèle OSI.[9]

Voici une figure qui montre les couches des réseaux WIFI.



Figure I.7 : Couche des réseaux WIFI.

I.6.1.1.1 Les modules de Wifi [10]

Il existe plusieurs types de module qui offre une communication Wifi comme :

- **ESP8266** : est un circuit intégré a microcontrôleur avec connexion Wifi, qui offre les, caractéristiques intéressantes.

- Norme : 802.11 b/g/n.
- Fréquence : entre 2,4Ghz et 2,5Ghz.
- Puissance d'émission :
 - 1) 802.11 b: +20 dBm
 - 2) 802.11 g: +17 dBm
 - 3) 802.11 n: +14 dBm
- Sensibilité de réception :
 - 1) 802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
 - 1) 802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)
 - 2) 802.11 n: -72 dbm (MCS7)
- Protocoles réseau : IPv4, TCP, UDP, HTTP, FTP
- Tension de fonctionnement : 2,5V ou 3,6V
- Courant de fonctionnement : 80Ma



Figure I.8: Module WI-FI ESP8266.

- **ESP32** : ce module possède des caractéristiques développées que les deux premiers Types, avec des avantages importants, mais ça n'empêche pas que les deux autres sont des modules de bonne qualité.

L'ESP32 est caractérisé par :

- Mémoire : 520 Ko SRAM
- Fréquence : 160 ou 240Mhz
- interface MAC Ethernet
- mémoire Flash : 4Mb
- ROM : 448Kb
- Protocole de réseau : IPv4, IPv6, SSL, TCP/UDP/HTTP/FTP/MQTT.
- Tension de fonctionnement : 2,5V ou 3,6V.

I.6.1.2 Protocole Bluetooth IEEE 802.15.1

Est un protocole de communication sans fil, de courte portée et qu'il fonctionne dans la bande de fréquence 2,4Ghz, il est largement utilisé dans la vie quotidienne dans de nombreux domaines. Et Comme tous les réseaux sans fil et le Wifi aussi, Bluetooth a une normalisation qui doit respecter le modèle OSI aussi [13].

I.6.1.3 Protocole Zigbee IEEE 802.15.4

Zigbee c'est un Protocol de communication sans fil comme le WIFI et Bluetooth, est un Power – Wireless Personal Area Network), c'est un réseau sans fil à bas débit et à courte portée qui utilise les ondes hertziennes pour transporter des messages entre deux ou plusieurs entités réseaux [11].

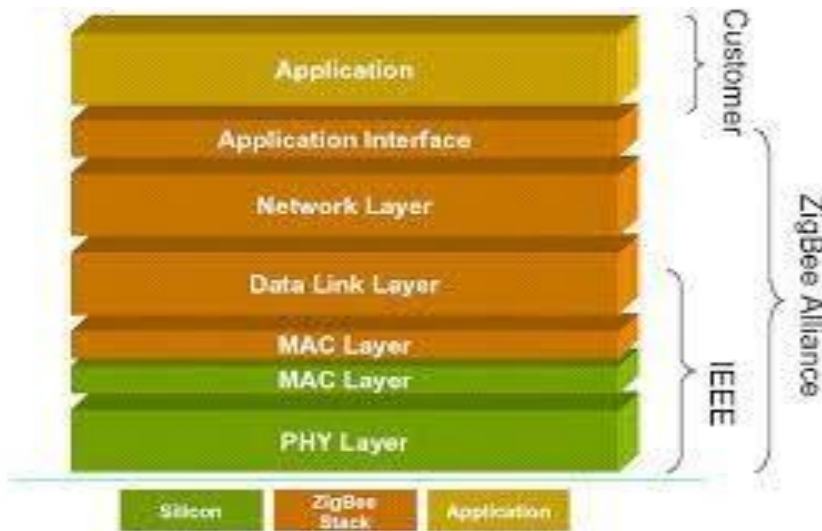


Figure I.9 : Couche des réseaux Bluetooth.

I.7 Choix des composants

Après avoir examiné les différentes cartes disponibles, nous avons opté pour la carte ESP32 parmi les autres options en raison de ses avantages qui offre pour notre système, et aussi pour le contenir de module de WI-FI intégré. Et on a choisi aussi le capteur de température et d'humidité dht22 par rapports a sa fiabilités et sa précision dans les mesure.

I.8 Discussion

En conclusion de ce premier chapitre, nous avons posé les bases essentielles pour la conception de notre système d'acquisition de données et de contrôle sur site. Nous avons exploré les concepts fondamentaux de l'acquisition de données, mettant en lumière l'importance des capteurs dans la collecte d'informations précieuses sur l'environnement. De plus, nous avons examiné les exigences spécifiques du contrôle sur site, ainsi que les technologies disponibles pour répondre à ces besoins. Enfin, nous avons abordé les considérations de conception générales, soulignant l'importance de la sélection judicieuse des composants matériels et logiciels pour assurer le bon fonctionnement et la fiabilité du système. Grâce à cette exploration initiale, nous sommes maintenant prêts à passer à la prochaine étape de notre projet, où nous nous concentrerons sur la conception détaillée et la mise en œuvre pratique de notre système d'acquisition de données et de contrôle sur site.

Chapitre II : Conception du système de contrôle et de surveillance

II.1 Préambule

Dans ce chapitre, nous nous concentrons sur la conception et la mise en place physique de notre système d'acquisition de données et de contrôle sur site. Nous aborderons en détail les aspects pratiques de la connexion et du branchement des composants matériels nécessaires au bon fonctionnement de notre système. Nous commencerons par explorer la configuration du capteur de température et d'humidité DHT22, un élément crucial pour la surveillance environnementale. Ensuite, nous nous pencherons sur la configuration des relais, qui joueront un rôle essentiel dans le contrôle des ventilateurs en fonction des données collectées par le capteur. Enfin, nous étudierons la connexion et l'utilisation d'un écran LCD via une interface I2C pour afficher les données en temps réel, offrant ainsi une interface utilisateur conviviale pour notre système. À travers ces étapes, nous poserons les bases physiques de notre système, créant ainsi les conditions nécessaires pour sa programmation et son fonctionnement efficace dans les chapitres à venir.

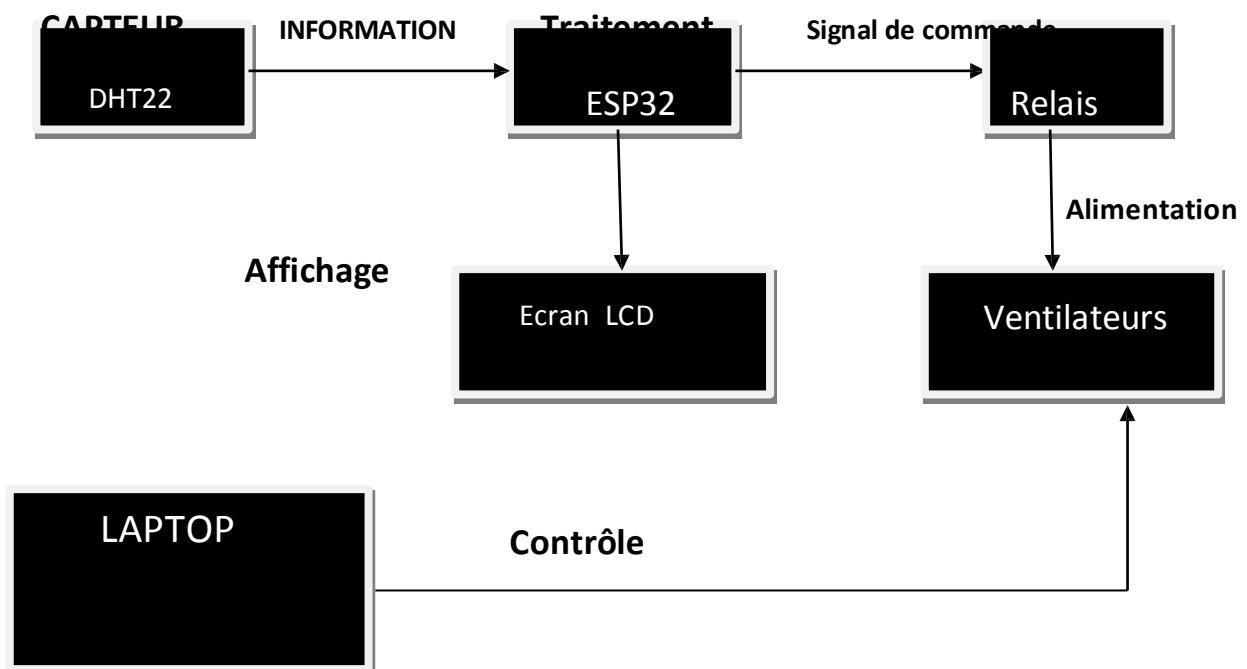


Figure II.10 Schéma synoptique du système.

II.2 Carte ESP32

La carte ESP32 est une carte de développement électronique open-source intégrant un microcontrôleur ESP32 de la société Espressif Systems. Elle est particulièrement prisée pour les projets de domotique et d'Internet des Objets (IoT) grâce à ses capacités de connectivité sans fil (Wi-Fi et Bluetooth) et à sa grande puissance de calcul.



Figure II.11 : la Carte ESP32.

II .2.1 Les caractéristiques de la carte ESP32 [12]

➤ **Processeur : Xtensa Dual-Core 32-bit LX6**

Le processeur Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 utilisé dans la carte ESP32 a les principales caractéristiques suivantes :

- C'est un microprocesseur 32 bits Xtensa LX6 à deux cœurs.
- La fréquence d'horloge peut atteindre 240 MHz.
- Les deux cœurs offrent une performance totale de 600 DMIPS.
- Il intègre un coprocesseur basse consommation permettant d'effectuer des conversions ADC, des calculs et de définir des seuils de détection en mode veille profonde.
- Le jeu d'instructions Tena est une architecture 32 bits avec un jeu d'instructions compact de 16 et 24 bits.

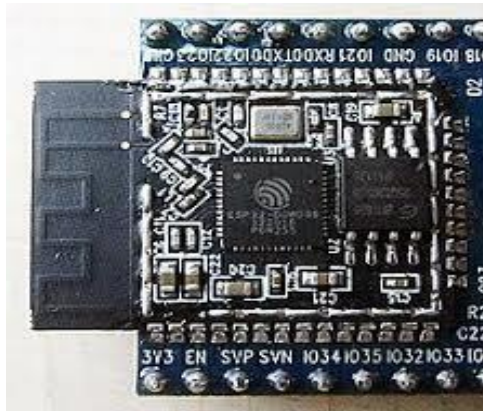


Figure II.12 : Processeur: Tena Dual-Cor.

➤ Connectivité sans fil

"L'ESP32 offre des capacités de connectivité sans fil avancées, avec le Wi-fi et le Bluetooth, permettant de développer une grande variété de projets IoT et électroniques nécessitant ces fonctionnalités."



Figure II.13 : Exemple de connectivité sans fil.

➤ L'alimentation

La carte ESP32 fonctionne avec une tension comprise entre 2,7 et 3,6 volts, ce qui la rend compatible avec des batteries rechargeables et des piles à haute capacité. Bien que l'alimentation USB fournisse 5 volts CC, il est conseillé d'utiliser une source d'alimentation externe pour diminuer la consommation d'énergie et prolonger la durée de vie de la batterie.

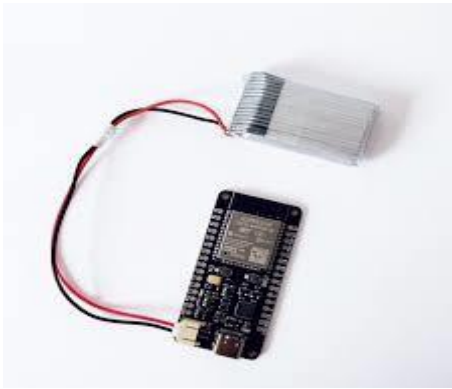


Figure II.14 : Alimentation avec batterie.



Figure II.15 : Alimenter avec chargeur.

❖ La vitesse d'horloge

La vitesse de l'horloge de l'ESP32 peut atteindre 240 MHz, selon les modèles et configurations spécifiques, offrant une puissance de calcul significative pour une variété d'applications IoT et électroniques.

❖ Interface

De nombreuses broches GPIO sont accessibles pour connecter des capteurs et des actionneurs, et des interfaces telles que UART, SPI, I2C, I2S, Ethernet et SD Card sont disponibles.

❖ Programmation

Compatible avec plusieurs langages de programmation tels que C, C++, Python, et MicroPython, l'ESP32 offre également un support pour des frameworks de développement comme Arduino et le Framework de développement IoT d'Espressif (ESP-IDF).

Pour la programmer sur Arduino IDE il faut juste sélectionner le type de carte dans l'onglet outil comme le montre la figure II.7

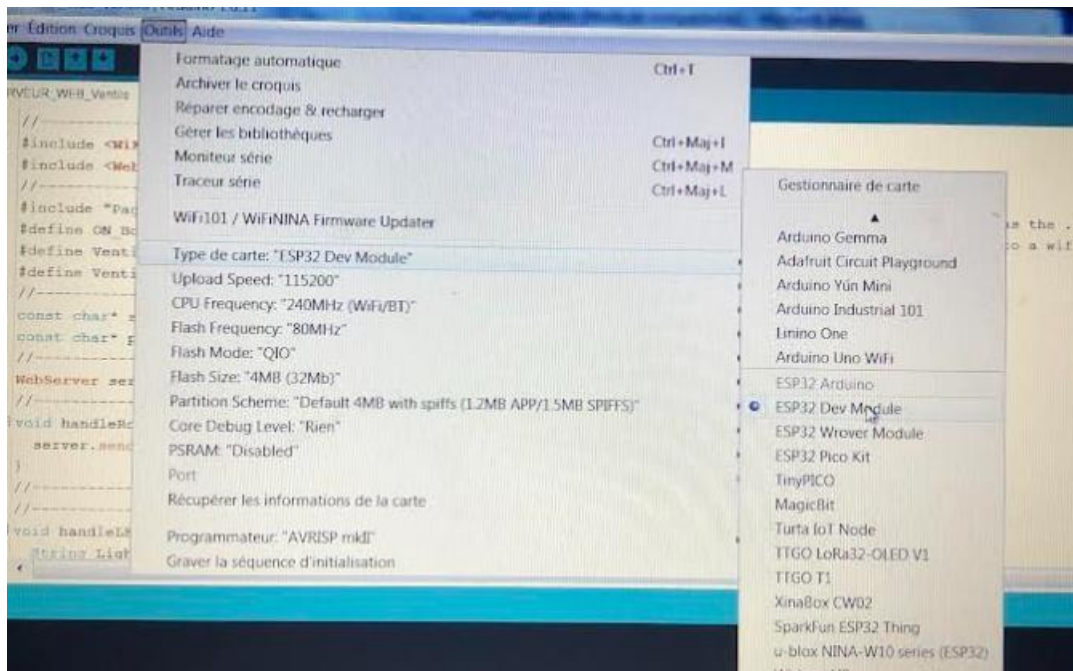


Figure II.16 : programmation de l'ESP32 avec arduino.

II.3 La surface d'IDE Arduino

La programmation avec IDE Arduino est basée sur langage C grâce au compilateur utilisé (AVR GCC) (compilateur C/C++ pour processeur AVR). L'un des avantages du langage Arduino est de supporté toutes les syntaxes standards du langage C et quelques-unes des outils du C++. En plus, la disponibilité des bibliothèques permet de faciliter la communication avec le matériel connecté à la carte (Afficheurs LCD, capteurs, ... etc.). Pour écrire un programme avec le langage Arduino, il faut respecter certaines règles. Notons que l'exécution d'un programme Arduino s'effectue d'une façon séquentielle, c'est-à-dire que les instructions sont exécutées les unes après autres. Avant tout, le compilateur doit vérifier l'existence de deux structures obligatoires à tout programme en langage Arduino qui sont, la partie initialisation et configuration des entrées/sorties (la fonction setup) et la partie principale qui s'exécute en boucle (la fonction loop).

- **Void setup** : c'est la fonction de déclaration et l'initialisation et qui est exécutée une seule fois au démarrage donc cette partie doit contenir les initialisations (temps, démarrage de communication...etc.).

Chapitre II Conception du système de contrôle et de surveillance

- **Void loop** : cette fonction est une boucle sans fin, et qui est exécuté en boucle une fois le void setup est exécuté.

Dans cette surface on peut écrire notre programme et le téléverser vers la carte ESP32 via le port USB.

La figure II.8 illustre une fenêtre vide qui sera complétée par des mots, des chiffres et divers autres textes. Cette fenêtre fonctionne de manière similaire à n'importe quel autre logiciel que nous utilisons, avec des menus, des boutons, des alertes spéciales, et divers contrôles tels qu'Ouvrir, Enregistrer, ainsi que le bouton du moniteur série situé à l'extrême droite.

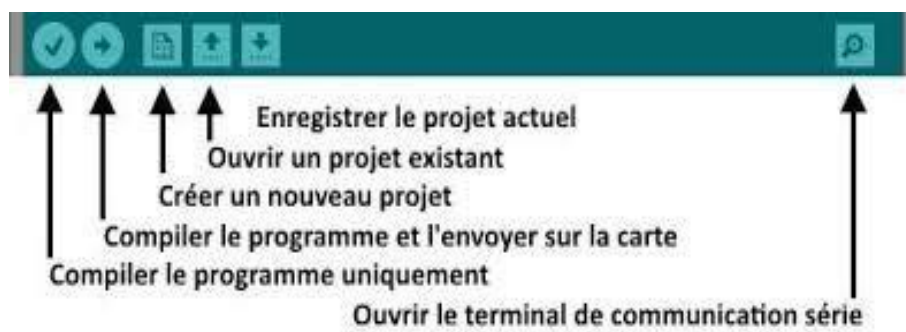


Figure II.17 : Détail de barre de bouton.

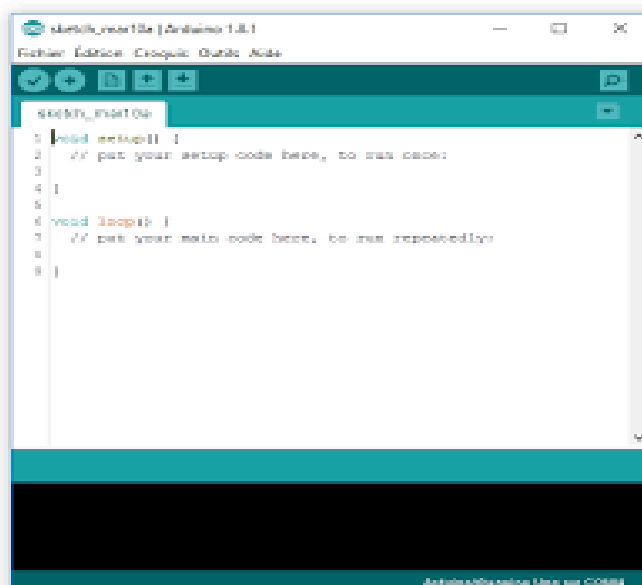


Figure II.18 : Page vierge dans le logiciel Arduino.

II.4 Les composantes électroniques

II.4.1 Les capteurs utilisés

II.4.1.1 Capteur d'humidité et de température (DHT22)

Le DHT22 est un capteur d'humidité et de température numérique plus avancé, offre des performances améliorées par rapport au DHT11. Ce capteur, également abordable, peut être facilement intégré aux microcontrôleurs tels que ceux utilisés dans les cartes ESP32, Arduino, etc.

Le DHT22 utilise une thermistance à coefficient de température négatif pour mesurer la température, ainsi qu'un capteur capacitif pour mesurer l'humidité. Son capteur d'humidité se compose de deux électrodes séparées par un substrat qui retient l'humidité. Les niveaux d'humidité modifient la valeur de capacité, ce qui permet une détection précise des variations d'humidité, comme le montre la Figure II.19.



Figure II.19 : Capteur de température et d'humidité DHT22.

II.4.1.2 Les Caractéristiques de DHT22 [13]

- Tension d'alimentation : 3 à 6V DC.
- Courant de fonctionnement : < 2.5Ma.
- Plage de température : -40 à +80°C.
- Précision de température : $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
- Plage d'humidité : de 0 à 100% HR.
- Précision d'humidité : $\pm 2\%$ HR.

- Temps de réponse : <1s.
- Dimensions : 15.1257.7mm.
- Type de connexion : 3 fils (Vcc, Signal, GND).

II.4.1.3 Les applications du DHT22

Le capteur d'humidité et de température DHT22 possède une large utilisation dans plusieurs domaines comme les chauffages, ventilations et climatisations, équipement de test et d'inspection, automobile, automatique, contrôle, stations météorologiques, appareils ménagers, régulateur d'humidité, humidité médicale ...etc. donc il est très intéressant de s'appuyer sur ce capteur dans ce projet vu ces avantages.

- stabilité à long terme.
- mesure de l'humidité relative et de la température.
- excellente qualité.
- Réponse rapide.
- forte capacité anti-interférence.
- sortie de signal est numérique.



Figure II.20 : Lire les valeurs de température.

II.5 Les composants de commande

II.5.1 Modules de relais

Le relais est un circuit qui joue le rôle d'un interrupteur qui peut être commandé à travers une tension continue ou alternatif de faible puissance, il est utilisé pour commander un circuit de puissance fort à l'aide d'un circuit de puissance faible, donc il est utilisé pour diviser deux parties, une de commande (circuit de commande) et une autre de puissance (

circuit contrôlé), dans la partie de commande on passe un courant électrique qui aide la bobine de générer un champ électromagnétique, Ce champ magnétique peut être capable de faire déplacer l'armature, donc il ferme le circuit.

Dans ce projet nous avons choisi le relais 5V pour commander les ventilateurs 12V avec une tension de 5V, donc on va utiliser deux relais, un relais pour chaque ventilateur.



Figure II.21 : Module relais.

II.6 Les composants de puissance

II.6.1 Les Ventilateur

Les ventilateurs nous permettent d'aérer l'espace pour changer les paramètres climatiques (température, humidité) suivant les besoins et l'état du climat souhaité, nous pouvons les commander à travers le microcontrôleur de la carte ESP32.



Figure II.22 : Ventilateur 12v.

Dans notre projet, nous allons utiliser deux ventilateurs pour contrôler la température et l'humidité.

II.6.2 Buzzer

Un buzzer est un dispositif compact émettant un signal sonore. On distingue deux catégories principales de buzzer :

- Les buzzers passifs, qui requièrent un circuit électronique pour produire le son. Ils servent notamment à vérifier la continuité électrique des circuits.
- Les buzzers actifs, qui intègrent leur propre circuit et n'ont besoin que d'une alimentation DC constante pour émettre un son à une fréquence définie, sont très efficaces pour attirer rapidement l'attention, même de loin. Ils sont idéals pour les systèmes d'alarme et les avertissements

Dans notre projet on va utiliser un buzzer actif comme ils sont très efficaces pour attirer l'attention.



Figure II.23 : Buzzer actif.

II.7 les composantes d'affichage

II.7.1 l'écran LCD (16*2)

L'écran LCD est un afficheur de 16 colonnes et 2 lignes, cet écran sert à afficher les informations récupérées par les capteurs et traité par le microcontrôleur de la carte ESP32, il possède 16 broches pour le model normal et quatre broches pour le model basé sur le protocole I2C.

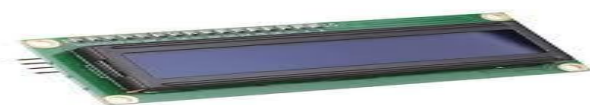


Figure II.24 : Afficheur LCD.

II.7.1.1 Les caractéristiques de l'écran LCD I2C [14]

Voici les spécifications de l'écran LCD I2C :

- Taille de l'affichage : 16 caractères sur 2 lignes
- Interface : I2C
- Rétro éclairage : Oui, avec un fond vert et des caractères noirs
- Tension de fonctionnement : 5V
- Dimensions : 80 mm x 36 mm x 12 mm
- Broches : GND, VCC, SDA, SCL
- Adresse I2C : 0x20
- Contraste : Ajustable



Figure II.25 : écran LCD I2C.

II.8 Le bronchement des composants

II.8.1 Schéma de montage du capteur DHT22

Pour connecter le capteur DHT22 à la carte ESP32, nous commençons par relier la broche VCC du DHT22 à la broche 3.3V de l'ESP32 pour fournir l'alimentation nécessaire. Ensuite, connecter la broche GND du DHT22 à une broche GND de l'ESP32 pour compléter le circuit électrique. Pour la communication de données, on va relier la broche DATA du DHT22 à la broche GPIO 13 de l'ESP32, en utilisant une résistance de pull-up de 10kΩ entre la broche DATA et VCC pour assurer une communication stable voir figure II.26.

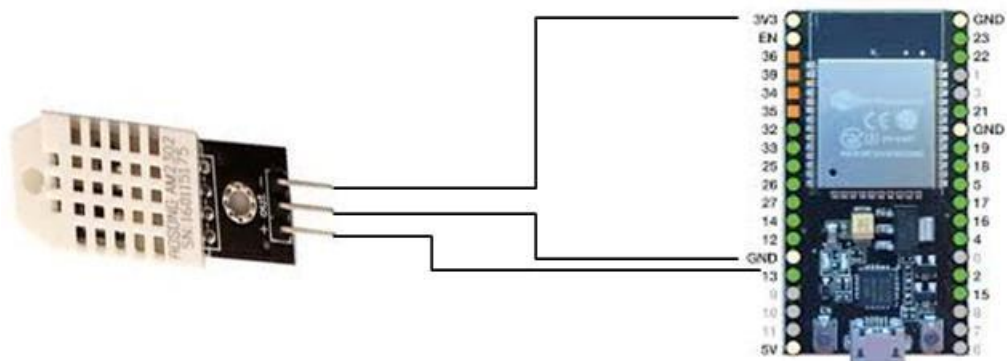


Figure II.26 : le bronchement de dht22 avec l'esp32.

II.8.2 Schéma de montage des relais

Pour connecter les relais à la carte ESP32, commençons par relier la broche de commande du premier relais (Ventilo_1) à la broche GPIO 12 de l'ESP32 et celle du second relais (Ventilo_2) à la broche GPIO 14 de l'ESP32. Ensuite, connecter les broches GND des relais à une broche GND de l'ESP32 pour compléter le circuit électrique. Enfin, relier les broches VCC des relais à la broche 5V de l'ESP32 pour fournir l'alimentation nécessaire. Ces connexions permettent à l'ESP32 de contrôler l'état des relais et d'activer ou désactiver les ventilateurs associés en fonction des conditions de température mesurées par le capteur DHT22.

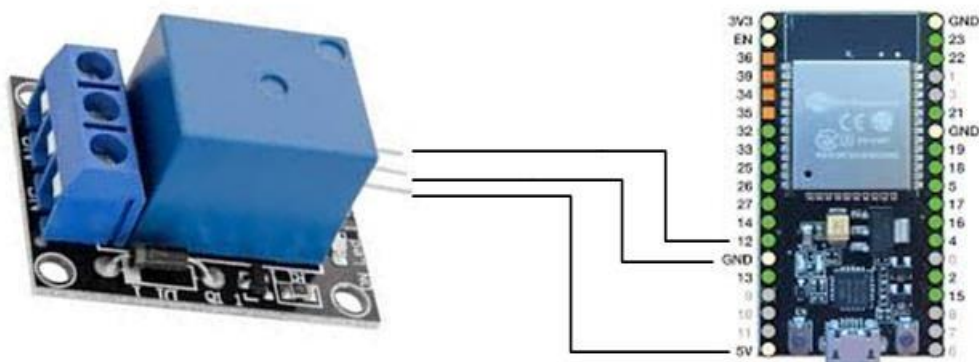


Figure II.27 : le bronchement des relais avec l'esp32.

II.8.2 Schéma de montage des ventilateurs

Pour connecter les ventilateurs aux relais, commençons par assurer que les ventilateurs ont une source d'alimentation appropriée, de 12V. Les relais, qui agissent comme des

interrupteurs, permettent à l'ESP32 de contrôler les ventilateurs. Chaque relais possède trois bornes : COM (commun), NO (normalement ouvert) et NC (normalement fermé). Pour le premier ventilateur, on va relier la borne positive (+) de la source d'alimentation au terminal COM du relais connecté au GPIO 12 (Ventilo_1). Connecter ensuite le terminal NO du relais à l'entrée positive (+) du ventilateur et l'entrée négative (-) du ventilateur à la borne négative (-) de l'alimentation. Pour le second ventilateur, c'est la même procédure en connectant la borne positive (+) de la source d'alimentation au terminal COM du relais connecté au GPIO 14 (Ventilo_2), puis le terminal NO du relais à l'entrée positive (+) du ventilateur et l'entrée négative (-) du ventilateur à la borne négative (-) de l'alimentation. Ainsi, lorsque les relais sont activés par l'ESP32, les circuits des ventilateurs se ferment, permettant aux ventilateurs de recevoir l'alimentation nécessaire pour fonctionner.

La figure II.19 résume le branchement des ventilateurs aux relais.

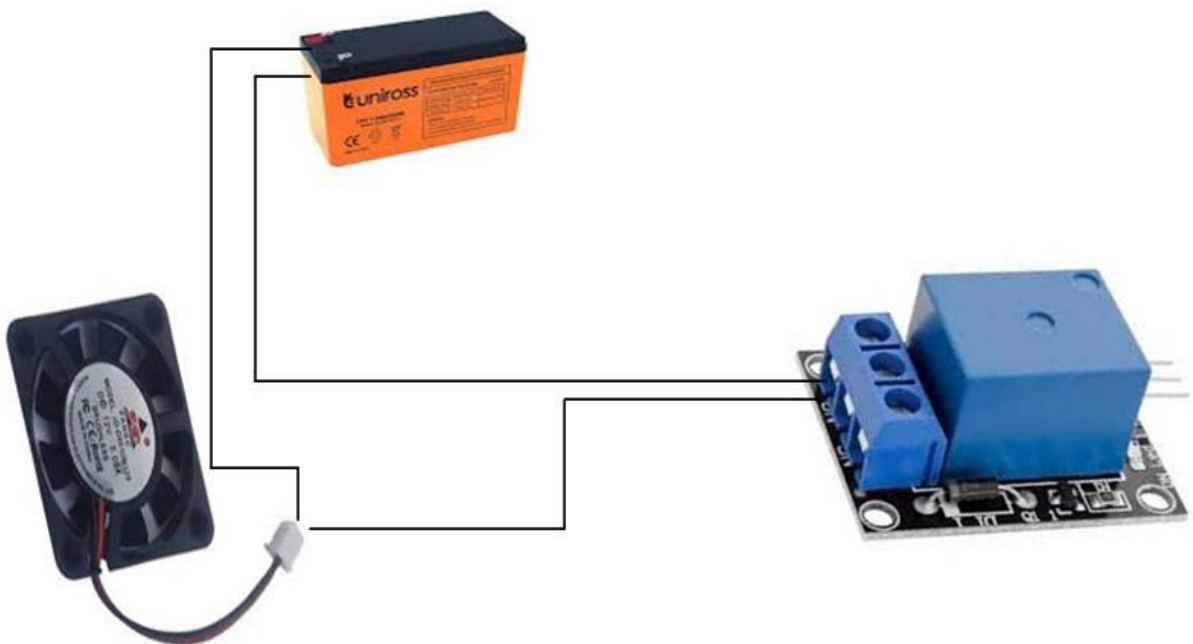


Figure II.28 : le branchement du ventilateur aux relais

II.8.3 Le schéma de montage du buzzer avec l'esp32

Pour connecter le buzzer à la carte ESP32, commencez par relier la broche positive (+) du buzzer à la broche GPIO 26 de l'ESP32,

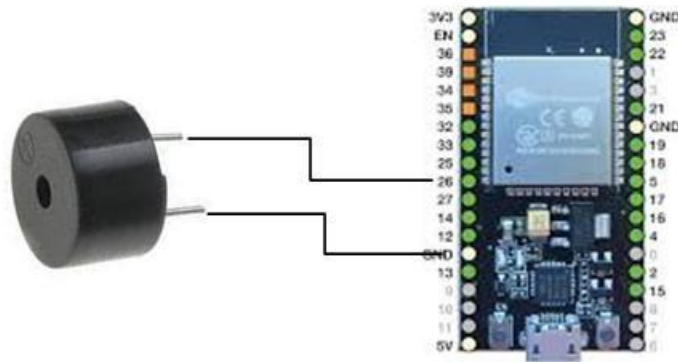


Figure II.29 : bronchement du buzzer

II.8.4 Schéma de Montage de l'écran LCD

Commencez par relier le module LCD à l'ESP32 en connectant la broche VCC (alimentation) du LCD à la broche 5V de l'ESP32 pour fournir l'alimentation nécessaire, et la broche GND (masse) du LCD à une broche GND de l'ESP32 pour compléter le circuit électrique. Ensuite, connecter les broches SDA et SCL du LCD aux broches GPO21 et JPO22 de l'ESP32,

Dans notre projet on a initialisé l'écran LCD avec l'adresse I2C 0x27 et une configuration de 16 caractères sur 2 lignes. , l'ESP32 peut communiquer avec l'écran LCD via le bus I2C et afficher les données de température et d'humidité mesurées par le capteur DHT22 .

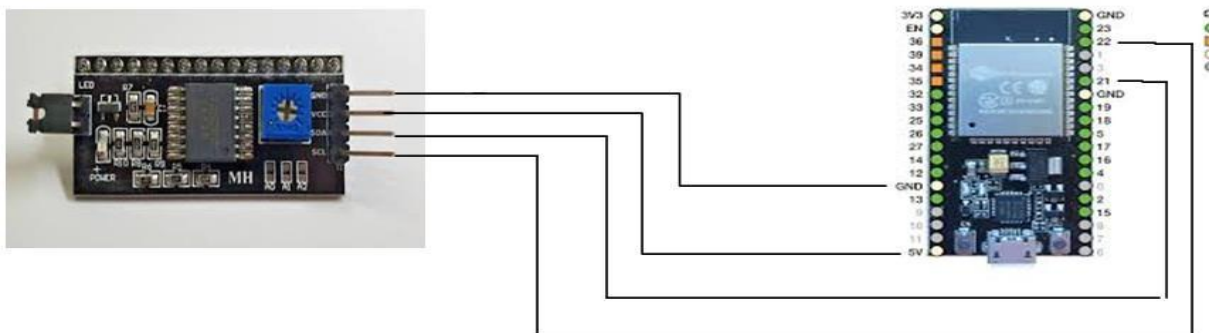


Figure II.30 : Le montage de l'écran LCD.

II.9 discussion

Dans ce chapitre, nous avons examiné en détail la conception et le branchement des composants clés pour notre système d'acquisition de données et de contrôle sur site. Nous avons exploré comment connecter le capteur de température et d'humidité DHT22 à la carte ESP32, ainsi que la configuration des relais pour contrôler les ventilateurs en fonction des données mesurées. De plus, nous avons abordé la connexion et l'utilisation d'un écran LCD via une interface I2C pour afficher les données en temps réel. Ces connexions et configurations permettent à notre système de collecter des données environnementales pertinentes et de prendre des décisions de contrôle appropriées en fonction des conditions mesurées. Dans le prochain chapitre, nous approfondirons la programmation et le fonctionnement de notre système pour faire des tests et voir les résultats du système.

Chapitre III : Tests et Résultats

III.1 Préambule

Ce chapitre détaille les tests effectués pour vérifier la fonctionnalité et la performance de notre système d'acquisition de données et de contrôle à distance. Nous décrirons l'environnement et les protocoles de test pour chaque composant : capteur DHT22, module de communication, serveur web, buzzer, et ventilateurs. Nous analyserons les performances du capteur DHT22 et le comportement du système lorsque la température dépasse 25°C. Les résultats obtenus seront comparés aux objectifs initiaux, avec identification des anomalies et propositions d'amélioration. Enfin, nous discuterons des performances globales et des perspectives d'amélioration futures du système.

III.2 Fonctionnement du Système

Notre système d'acquisition de données et de contrôle à distance repose sur plusieurs composants clés pour assurer un fonctionnement optimal. Le capteur DHT22 mesure la température, de -40 à 80°C avec une précision de $\pm 0.5^\circ\text{C}$, et l'humidité, de 0 à 100% avec une précision de $\pm 2-5\%$. Ce capteur numérique, économe en énergie, est facilement intégrable avec le microcontrôleur grâce à son interface numérique. Le microcontrôleur ESP32, qui est le cœur du système, collecte les données du DHT22, les traite et gère la communication avec le serveur web via ses capacités Wi-Fi intégrées. Doté d'un processeur à faible consommation et d'une mémoire suffisante, il assure le bon déroulement des opérations nécessaires.

Le buzzer, un dispositif électromécanique, émet un signal sonore lorsque la température dépasse 25°C, servant d'alerte sonore pour signaler des conditions critiques. Les ventilateurs, contrôlés par le microcontrôleur, s'activent pour abaisser la température lorsqu'elle dépasse un certain seuil. Ils sont généralement alimentés en 12V et contrôlés par un relais ou un transistor, ces derniers permettant de gérer les courants élevés nécessaires au fonctionnement des ventilateurs.

Le relais ou le transistor est crucial pour activer les ventilateurs, compatible avec les sorties du microcontrôleur (3.3V ou 5V) et capable de commuter des courants élevés. Le serveur web, autre composant vital, permet la surveillance et le contrôle à distance du système. Hébergé sur le microcontrôleur ou un serveur externe, il offre une interface web accessible

via un navigateur pour surveiller la température et l'humidité, et contrôler les ventilateurs. Utilisant le protocole HTTP ou HTTPS, il peut inclure une base de données pour stocker les données historiques.

Enfin, l'alimentation fournit une tension stable et adéquate pour tous les composants, pouvant être un adaptateur secteur ou une batterie rechargeable, offrant 3.3V pour le microcontrôleur et les capteurs, et 12V pour les ventilateurs. La capacité de l'alimentation doit être suffisante pour alimenter le système pendant une durée appropriée. En intégrant et en coordonnant ces composants, notre système assure la mesure précise de la température et de l'humidité, l'activation des alertes et des ventilateurs, ainsi que la possibilité de contrôler et de surveiller le tout via une interface web accessible à distance [21]

III .3 L'organigramme du DHT22

L'organigramme suivant illustre de manière claire et concise le processus décisionnel impliqué dans la gestion des données de température et d'humidité, ainsi que le contrôle des ventilateurs en fonction des seuils prédéfinis.

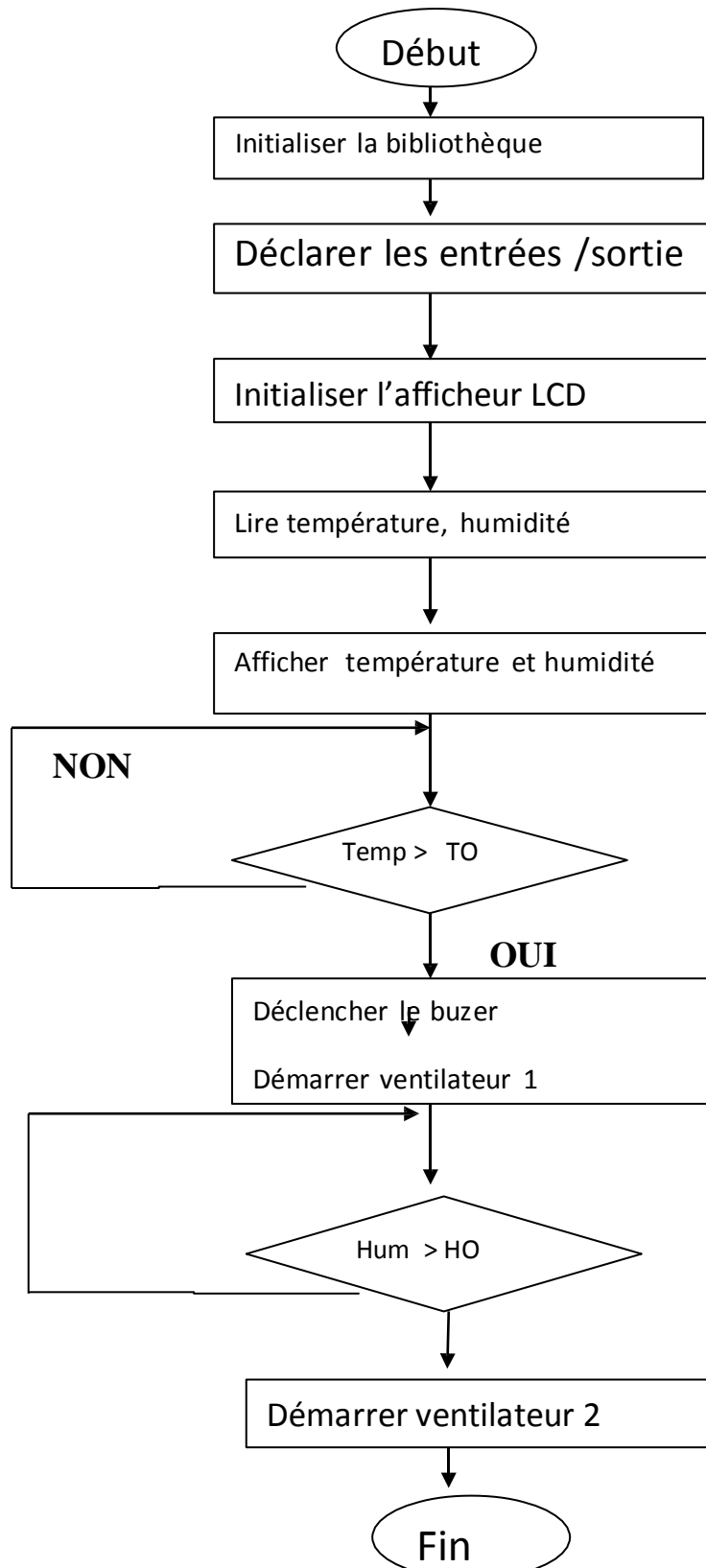


Figure III.31 : L'organigramme de DHT22.

III.4 Réalisation du système

Après avoir fait la conception du système, nous passons à l'étape de programmation, pour laquelle nous allons utiliser le logiciel Arduino IDE pour programmer le microcontrôleur de notre système suivant l'algorithme précédent.

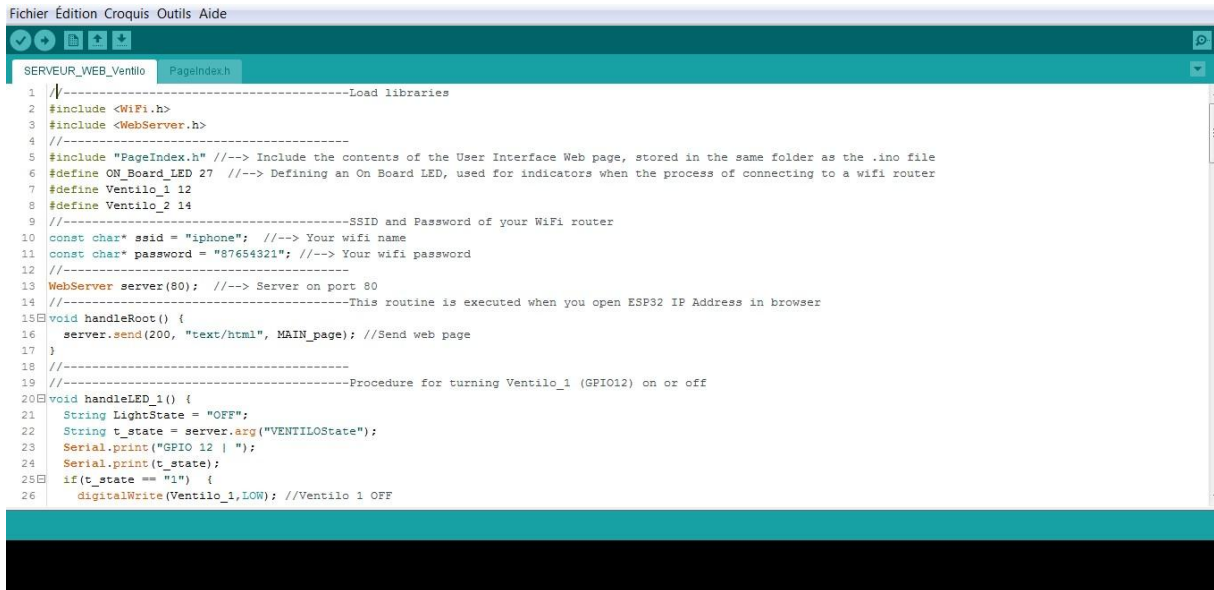


Figure III.32 : surface de l'IDE arduino.

Après avoir saisi le programme qui convient notre système suivant l'organigramme on va faire la compilation du programme pour vérifier si il ne contient pas des erreurs mais avant de faire la compilation on va choisir d'abord le type de carte en allant dans l'ongle 'outil' puis 'type de carte' et on va sélectionner la carte esp32.

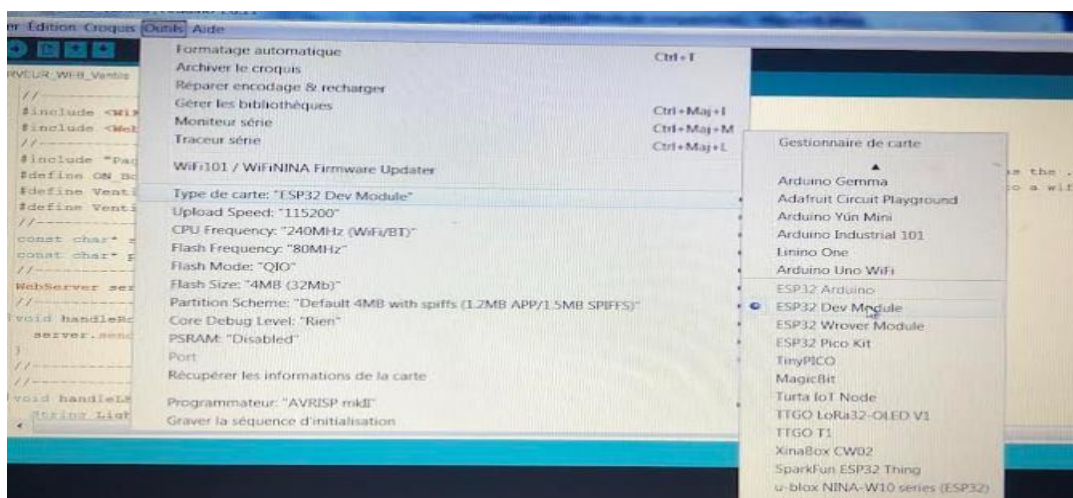


Figure III.33 : choisir le type de carte sur arduino ide.

On s'appuie simplement sur le bouton "Vérifier" (icône en forme de coche) dans la barre d'outils de l'IDE. Cela lancera le processus de compilation de notre code. Pendant la compilation, l'IDE vérifie la syntaxe de notre programme et génère le fichier binaire correspondant, prêt à être téléverser sur la carte ESP32.

L'icone sous forme de coche se trouve a la droite de figure III.31.



Figure III.34 : Compilation du programme.

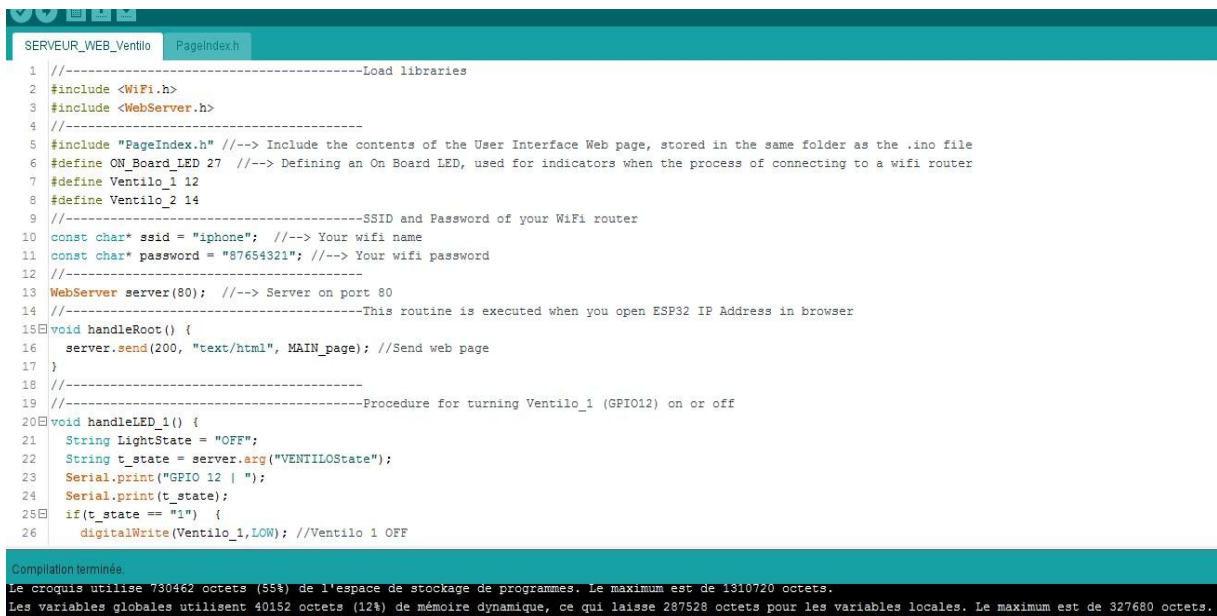


Figure III.35 : compilation du programme avec sucer.

La figure précédente montre que le programme est compiler et il ne contient pas d'erreur donc on peut le téléverser vert la carte esp32 on s'apure sur le bouton qui est comme une flèche dans la barre d'outils d'arduino ide.

III.5 Protocole de Test du Système

Le test de notre système d'acquisition de données et de contrôle à distance, qui inclut la mesure de température et d'humidité avec le capteur DHT22, ainsi que le déclenchement de

ventilateurs et d'un buzzer, se déroulera en plusieurs étapes. Voici les étapes détaillées du protocole de test.

III.5.1 Préparation et connexion

- **Configurer le réseau W-IFI**

Faut Assurez que le réseau Wi-Fi (SSID 'SSID' et Mot de passe: "mot de passe ") est actif et accessible. Et que l'ESP32 est correctement alimenté et connecté aux réseaux Wi-Fi.

- **Initialiser les composants**

- Vérifiez que tous les composants sont correctement connectés à l'ESP32.
- faut Assurez que le capteur DHT22, les ventilateurs, le buzzer et l'écran LCD sont opérationnels.

III.5.2 Test de connexion WIFI

1. Connexion de l'ESP32

- Téléverser le programme sur l'ESP32.
- Surveillez le moniteur série pour vérifier la connexion Wi-Fi.
- Faut Assurez que l'ESP32 obtient une adresse IP et que le message "WiFi connected." apparaît.

2. Test de capteur et affichage

- ❖ **Vérification du capteur DHT22**

- Surveillez le moniteur série pour vérifier les lectures de température et d'humidité.
- faut Assurez que les valeurs affichées sur l'écran LCD correspondent aux lectures du capteur.

- ❖ **Vérification de l'affichage LCD :**

- faut Assurez que l'écran LCD affiche correctement les valeurs de température et d'humidité en temps réel

III.5.3 Test des Actionneur

1. Test des Ventilateurs :

- Chauffez le capteur DHT22 (par exemple, en soufflant de l'air chaud dessus) pour que la température dépasse 25°C.
- Vérifiez que les ventilateurs se déclenchent automatiquement.
- Surveillez le moniteur série pour vérifier les états des ventilateurs.

2. Test du Buzzer :

- Augmentez la température pour qu'elle dépasse 25°C tout en maintenant les ventilateurs éteints.
- Assurez que le buzzer se déclenche.
- Réduisez la température en dessous de 25°C et vérifiez que le buzzer s'éteint.

III.5.4 Test de l'interface web

1. Ouvrez un navigateur web et saisissez l'adresse IP de l'ESP32.
2. Vérifiez que la page principale se charge correctement.

❖ Contrôle des ventilateurs via le web :

1. Utilisez l'interface web pour activer et désactiver les ventilateurs.
2. Surveillez les états des ventilateurs et vérifiez qu'ils répondent aux commandes web.

III.5.5 Test de Scénario combinés

1. Scénarios de température et humidité :

- Simulez des variations de température et d'humidité.
- Vérifiez que le système réagit correctement en activant les ventilateurs et le buzzer selon les seuils définis.

2. Scénarios d'erreurs et récupération :

- Déconnectez et reconnectez le capteur DHT22 pour tester la récupération du système après une erreur de capteur.

- Assurez-vous que le système peut revenir à un état stable et fonctionnel après une défaillance.

III.6 Analyse du test

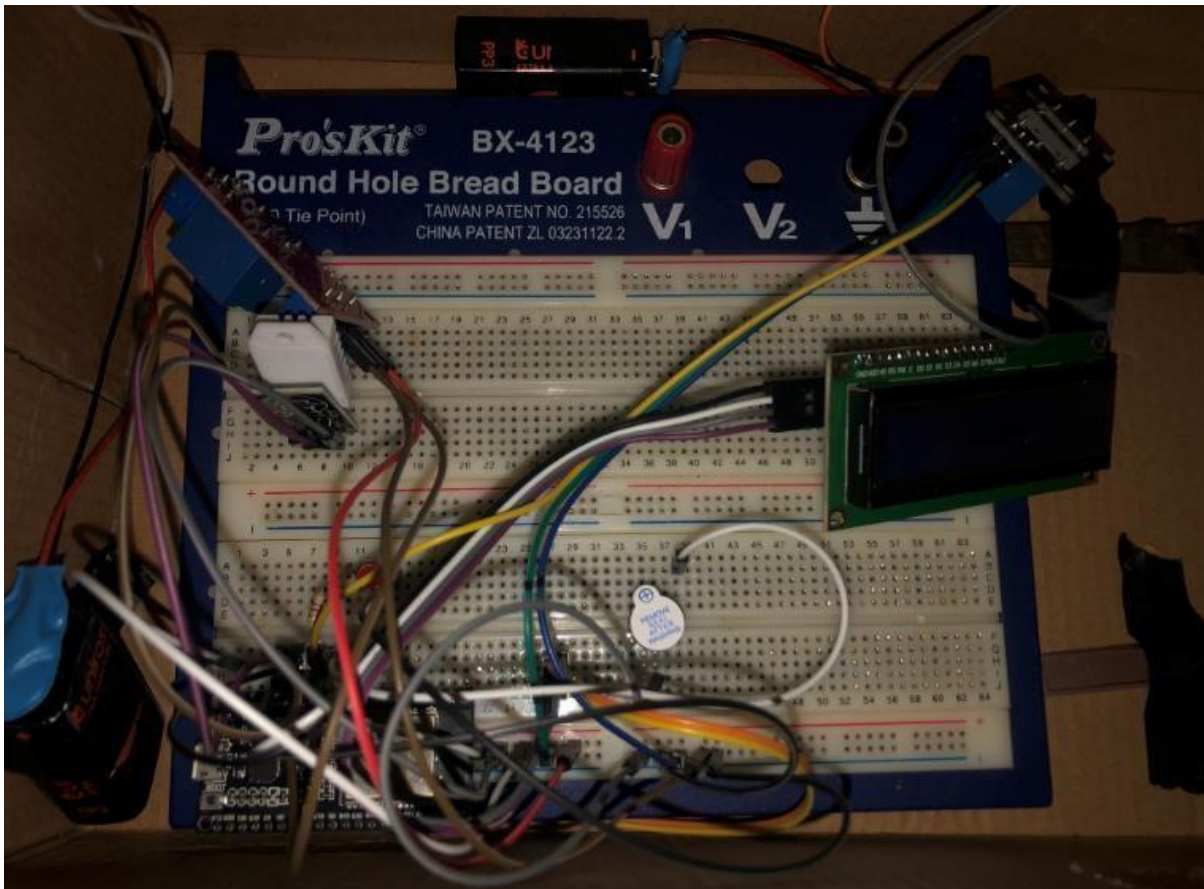


Figure III.36 : montage d'esp32 DHT22-Ventilateur –Buzzer –LCD.

Les résultats des tests menés sur notre système d'acquisition de données et de contrôle à distance fournissent des informations cruciales sur ses performances et son fonctionnement réel. En analysant la précision et la réactivité des mesures effectuées par le capteur DHT22, nous avons constaté une correspondance étroite avec les valeurs de référence, attestant de la fiabilité de ce composant dans des conditions variées. En ce qui concerne la fiabilité de la communication, nous avons observé des échanges de données fluides et une connectivité stable entre l'ESP32 et les autres composants du système, avec des pertes de données

négligeables et des latences minimales. L'activation des composants, notamment des ventilateurs et du buzzer, s'est révélée rapide et efficace, avec une réponse appropriée aux changements de température. Enfin, l'analyse de l'interface web a mis en lumière une expérience utilisateur satisfaisante, marquée par une ergonomie intuitive et une réactivité du serveur web adéquate lors des interactions utilisateur. Ces résultats globalement positifs témoignent de la performance et de la robustesse de notre système, tout en identifiant des axes potentiels d'amélioration pour optimiser encore d'avantage son fonctionnement.

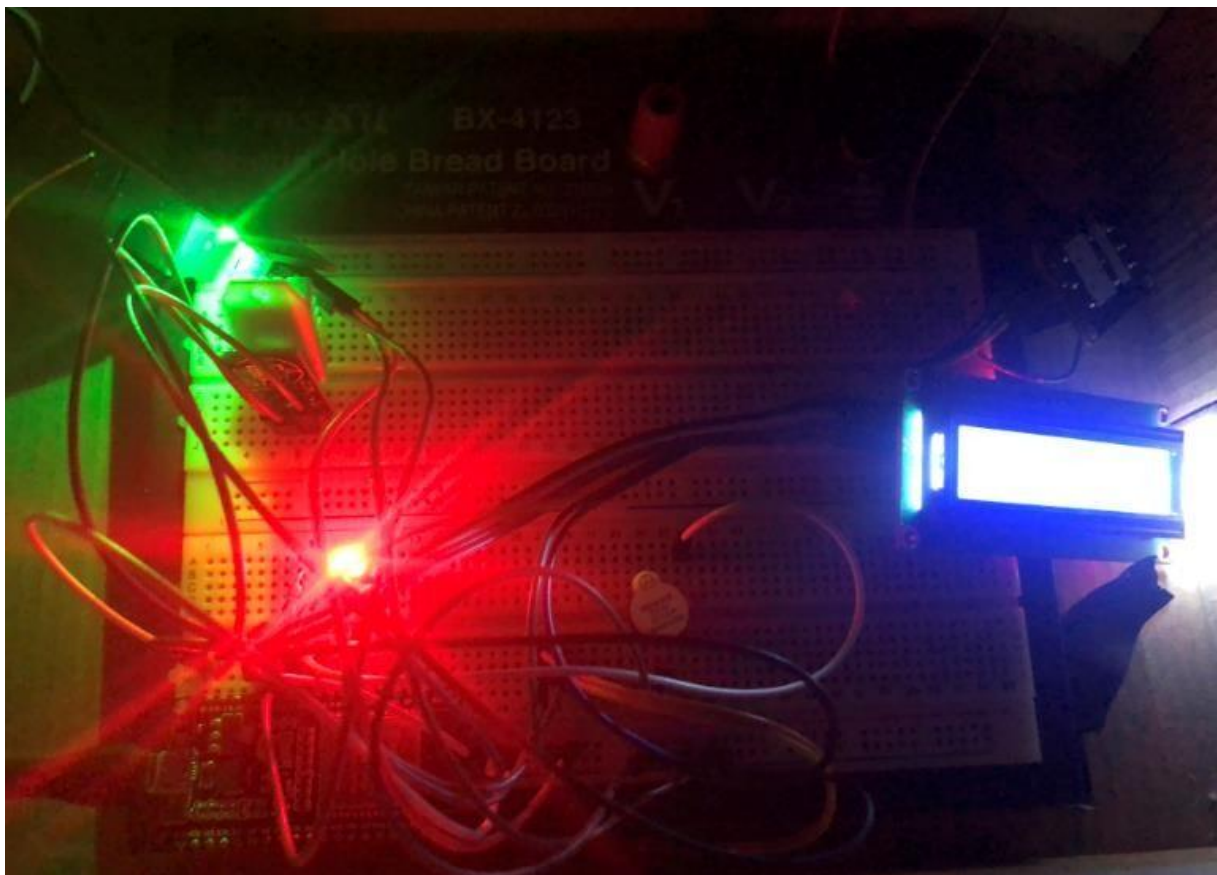


Figure III.37 : Résultat du montage.

III.7 Le contrôle à distance

Pour faire contrôler les ventilateurs sur site ou à distance faut juste récupérer l'adresse IP de l'esp32 dans le moniteur série de Arduino IDE figure III.35 et de la saisir dans un

navigateur pour accéder à l'interface du serveur figure III.36 la on peut voir l'état des ventilateur et les contrôler sur site ou a distance .

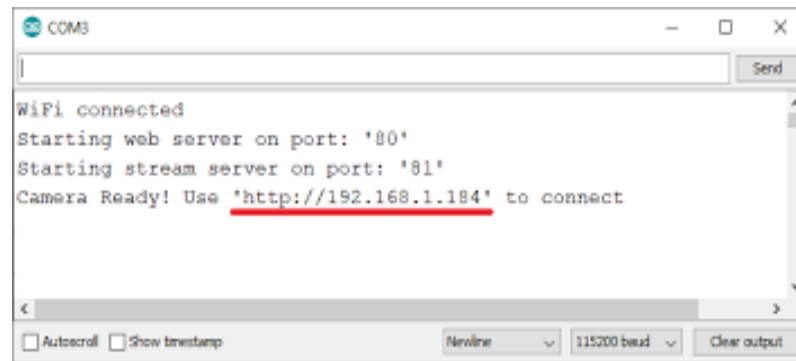


Figure III.38 : Adresse IP de l'esp32.



Figure III.39 : Interface du serveur.

III.8 Discussion des Anomalies et Solutions Proposées

Lors de la mise en œuvre et des tests du système de surveillance de la température et de l'humidité utilisant le capteur DHT22, plusieurs anomalies ont été observées. Les incohérences dans les mesures de température et d'humidité étaient fréquentes, souvent causées par des fluctuations de tension d'alimentation ou des interférences électromagnétiques. De plus, le temps de réponse de l'écran LCD était parfois plus long que prévu, probablement dû à une mauvaise gestion du rafraîchissement ou à une surcharge du microcontrôleur. Des défaillances dans la communication avec le serveur ont également été notées, résultant en une incapacité à envoyer les données pour une surveillance à distance, souvent à cause de problèmes de connectivité réseau ou d'erreurs de protocole.

III.9 Description des Anomalies ou des Dysfonctionnements Observés

Lors des tests de notre système d'acquisition de données et de contrôle à distance, nous avons identifié quelques anomalies et dysfonctionnements qui méritent une attention particulière.

Nous avons observé occasionnellement des écarts entre les valeurs mesurées par le capteur DHT22 et les valeurs de référence, notamment lors de variations rapides de température. De plus, nous avons rencontré des retards intermittents dans la réponse des ventilateurs et du buzzer aux stimuli thermiques, ce qui a compromis la réactivité du système dans certaines situations.

III.10 Analyse des Causes Possibles de ces Problèmes

Plusieurs facteurs pourraient contribuer à ces dysfonctionnements. Les écarts de mesure du capteur DHT22 pourraient être dus à des fluctuations de tension ou à des interférences électromagnétiques environnementales, altérant ainsi la précision des lectures. Les retards observés dans l'activation des composants pourraient être attribuables à des délais de traitement logiciel ou à des limitations matérielles de l'ESP32, affectant la vitesse de réaction du système dans des conditions extrêmes.

III.11 Solution pour résoudre les anomalies

Pour corriger ces problèmes, nous envisageons plusieurs modifications et améliorations. Concernant les écarts de mesure du capteur DHT22, nous pourrions envisager l'ajout de filtres analogiques pour réduire les interférences électromagnétiques et calibrer le capteur pour compenser les variations de tension. Pour améliorer la réactivité des composants, nous pourrions optimiser le code logiciel pour réduire les délais de traitement et éventuellement mettre à niveau le matériel vers un microcontrôleur plus puissant pour garantir des performances optimales dans des conditions extrêmes.

En mettant en œuvre ces modifications et améliorations proposées, nous sommes confiants de pouvoir résoudre les anomalies observées et améliorer encore les performances et la fiabilité de notre système

III.12 Discussion

En conclusion, ce chapitre d'analyse des performances de notre système d'acquisition de données et de contrôle à distance a permis d'évaluer de manière approfondie la précision, la réactivité, la fiabilité de la communication et l'efficacité des composants clés du système. En comparant les mesures du capteur DHT22 avec des valeurs de référence, nous avons confirmé la fiabilité de ce composant dans des conditions variées. De plus, la communication entre les différents modules s'est révélée stable, avec des pertes de données négligeables et des latences minimales. L'activation des composants, notamment des ventilateurs et du buzzer, a été rapide et efficace, garantissant une réponse appropriée aux stimuli thermiques. L'analyse de l'interface web a également révélé une expérience utilisateur satisfaisante, avec une ergonomie intuitive et une réactivité du serveur web adéquate. Ces résultats confirment la performance globale et la robustesse de notre système, tout en mettant en lumière quelques domaines potentiels d'amélioration, tels que l'optimisation des mesures du capteur DHT22 dans des conditions extrêmes et l'optimisation de la réactivité des composants. En intégrant ces ajustements, notre système sera encore mieux équipé pour répondre aux besoins et aux exigences des utilisateurs finaux.

Conclusion

En conclusion, ce mémoire de fin d'études représente une exploration approfondie et significative dans le domaine de la conception et de la réalisation d'un système d'acquisition de données et de contrôle à distance. À travers une méthodologie rigoureuse et des analyses détaillées, nous avons abordé les différentes phases du processus, depuis la conception initiale jusqu'à l'implémentation pratique du système.

Nous avons débuté par une revue de la littérature exhaustive, explorant les concepts fondamentaux des systèmes d'acquisition de données et examinant les technologies disponibles. Ensuite, nous avons détaillé le processus de conception de notre système, en mettant l'accent sur le choix des composants, l'architecture matérielle et logicielle, ainsi que les spécifications fonctionnelles et techniques.

La réalisation pratique du système a été réalisée avec une attention particulière aux détails, en utilisant des outils et des technologies appropriés pour garantir la fonctionnalité et la performance du système. Des tests approfondis ont été menés pour évaluer la précision, la réactivité, la fiabilité de la communication et l'efficacité des composants, fournissant ainsi des données précieuses pour l'analyse et l'amélioration continue du système.

Enfin, nous avons conclu par une discussion des résultats obtenus, mettant en évidence les forces et les faiblesses du système, ainsi que les opportunités d'amélioration future. Ce mémoire de fin d'études représente donc une contribution significative à la compréhension et à l'application des systèmes d'acquisition de données et ouvre la voie à de nouvelles recherches et développements dans ce domaine passionnant.

Bibliographie

[1] G. Maloy Smith, Qu'est-ce que l'acquisition de données - DAQ ou DAS?, lundi 5 février 2024 ·

[2] TS IRIS (Physique Appliquée) Christian BISSIERES « capteurs.pdf » .p.1

[3] « Généralités sur les capteurs », p.2. Consulté le : juin. 10, 2021.[En ligne].Disponible sur :

https://sti.discip.ac-caen.fr/IMG/pdf/Generalites_sur_les_capteurs.pdf

[4] « ArduinoMega2560Datasheet.pdf ». [En ligne]. Disponible sur:

<https://www.robotshop.com/media/files/PDF/ArduinoMega2560Datasheet.pdf>

[5] <https://docs.rs-online.com/51ed/0900766b81409bb2.pdf>

[6] <https://fr.scribd.com/document/710072025/document-sur-la-carte-esp32>

[7] « Raspberry-Pi-Model-Bplus-Product-Brief.pdf ». [En ligne].

Disponible sur: <https://static.raspberrypi.org/files/product-briefs/Raspberry-Pi-Model-Bplus-Product-Brief.pdf>

[8] « Cotteceau - Carte ARDUINO UNO Microcontrôleur ATMega328.pdf ».

[9] « esp32_datasheet_en.pdf ». [En ligne]. Disponible sur:

https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf

[10] « wifiNB.pdf [En ligne]. Disponible sur: [http://perso.univ-](http://perso.univ-mlv.fr/present/supports/pdfsrc/wifiNB.pdf)

[mlv.fr/present/supports/pdfsrc/wifiNB.pdf](http://perso.univ-mlv.fr/present/supports/pdfsrc/wifiNB.pdf)

[11] « Formation-Interface-communication-25.pdf ». [En ligne].

Disponible sur: [https://www.electronique-mixte.fr/wp-](https://www.electronique-mixte.fr/wp-content/uploads/2018/07/Formation-Interface-communication-25.pdf)

[content/uploads/2018/07/Formation-](https://www.electronique-mixte.fr/wp-content/uploads/2018/07/Formation-Interface-communication-25.pdf)

[Interface-communication-25.pdf](https://www.electronique-mixte.fr/wp-content/uploads/2018/07/Formation-Interface-communication-25.pdf)

[12] Francomme, F. Virolleau, J. Pang, Y. X. Phang, et T. Val, « ZigBee, de la théorie à la pratique :

Création d'un réseau ZigBee avec transmission de données », p. 19.

[13] « DHT22 Humidity & Temperature Sensor », p. 10.

[14] FEROUHAT, A. *Réalisation d'un système d'acquisition de données multi-capteur* (Doctoral dissertation, Université Kasdi Merbah Ouargla)

[15] DHT22Fiche technique, PDF

[16] Sara, M. (2012). Conception et réalisation d'une application Web pour la gestion du département d'Electronique de l'UMMTO (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri)