



République Algérienne Démocratique et Populaire
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE D'AHMED DRAYA-ADRAR FACULTE DES
SCIENCES ET DE TECHNOLOGIES
DEPARTEMENT DES SCIENCES ET DE TECHNOLOGIES



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de
Master en Electrotechnique
Option : commande électrique

Sur le Thème :

**Conception d'une application web dédié l'acquisition et
le monitoring de la température basé sur les cartes :
Wi-Fi ESP8266 et Arduino/Ethernet -Shield**

Soutenu en Juin 2022 devant le jury :

Préparés par

M^{elle} DJABBOURI Kheira

M^{elle} KOUDDAD Aicha

Encadreur Dr : BOURAIYOU A Maitre de recherche A, URERMS ADRAR

Président Dr : CHABANI B.S. Maitre de conférences A, UNIVERSITE D'ADRAR

Examineur Mr : CHABACHI S. Maitre de Assistant A, UNIVERSITE D'ADRAR

Année universitaire 2021//2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Nous exprimons nos sincères remerciements à : Dieu, le tout puissant, de nous avoir donné la force et la patience pour réaliser ce travail.

Nous exprimons nos sincères remerciements à :

L'encadrant Mr. Dr. BOURAIYOU Ahmed maitre de recherche A, à URERMS d'Adrar pour ses efforts pour sa disponibilité, son encadrement, son orientation et ses conseils avisés, sans sa contribution ce travail n'aurait pas été riche et n'aurait pas été possible.

J'espère que tous les membres du jury ici trouveront notre plus profond respect pour avoir pris la peine d'évaluer et d'examiner notre travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à tous nos professeurs de la spécialité « commande électrique » tout au long de notre formation et à tout le personnel administratif de l'université, sans oublier tout le personnel administratif de l'Unité de Recherche en Energies Renouvelables Saharien d'Adrar qui a grandement facilité notre recherche.

Nous remercions chaleureusement les familles DJABBOURI et KOUDDAD pour leur aide matérielle et morale tout au long de la période

Équiper.

Nous tenons enfin à remercier tous qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail Et pour chacun, nous avons négligé de mentionner.

Dédicace

J'ai toujours pensé faire où offrir quelque chose à mes parents en signe de reconnaissance pour tout ce qu'ils ont consenti comme efforts, rien que pour me voir réussir, et voilà, l'occasion est venue.

À tous mes frères et sœurs qui ont été toujours avec moi et Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours. À ma famille Djabbouri, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité

À tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès (Dj. Mabrouk, Ikram, Kaltoum, Ftytoo, Taw'amietc. À tous ceux que j'aime.

À tout le groupe ETT et ELN promotion 2021/2022 Département ST

À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer



Kheira. Dj

Dédicace

D'emblée, je remercie Dieu Tout-Puissant, qui m'a donné volonté, courage et patience, et a guidé mes pas vers le droit chemin pendant mes années d'études.

Je dédie ce travail à :

Au plus cher de tous, mes parents, 'GHERRABI Nadia' et 'Boulenoire', sont mon soutien dans mon cheminement scolaire.

À mes sœurs : Mebrouka, Elhachemi, Fatima Zohra, Mohammed Abdellah ; Pour leur soutien moral, en particulier Fatima Zohra et Elhachemi, qui m'ont soutenu moralement et financièrement afin de réaliser ce travail.

Je dédie également ce travail aux hommes invisibles "A N S" qui m'ont soutenu moralement tout au long de mon parcours universitaire



K . Aicha

ملخص

تعد مراقبة معاملات الأرصاد الجوية مثل درجة الحرارة والرطوبة والإشعاع الشمسي مهمة في حياتنا اليومية وأيضاً في العديد من المجالات مثل الأنظمة الصناعية ومحطات الطاقة المتجددة للتحكم والتنبؤ وتشخيص الأعطال.

كما ظهرت مؤخراً تكنولوجيا جديدة في مجال الإلكترونيات وشبكات الكمبيوتر وانتشرت بسرعة على نطاق واسع أنها إنترنت الأشياء (IoT) التي تعمل على ربط العالمين المادي والافتراضي.

في مذكراتنا سنحاول تطبيق مفهوم إنترنت الأشياء لتطوير نظام لقياس درجات الحرارة ومراقبتها على متصفح ويب. يتكون هذا التطبيق من طريقتين: لاسلكي وسلكي. يتم فيها قياس درجة الحرارة بواسطة مستشعر LM 35 ثم إرسال البيانات المتحصل عليها إلى السحابة (Google Sheets) وأخيراً استعراضها ومراقبتها عبر تطبيق أندرويد.

الكلمات المفتاحية:

درجة الحرارة، صفحة الويب، اردوينو، IoT، ESP 8266، Ethernet – Shield، مستشعر LM 35، أندرويد.

Résumé

La supervision des paramètres météorologiques tels que la température, l'humidité et le rayonnement solaire est importante dans notre vie quotidienne et également dans de nombreux domaines tels que les systèmes industriels et les centrales d'énergie renouvelable pour le contrôle, la prévision et le diagnostic des pannes.

Une nouvelle technologie dans l'électronique et les réseaux informatiques a récemment émergé et s'est propagée rapidement à grande échelle, l'Internet des objets (IoT), qui relie les mondes physique et virtuel.

Dans notre mémoire, nous essaierons d'appliquer le concept de l'Internet des Objets pour développer une plateforme d'acquisition et de suivi des températures sur un navigateur web. Cette application se compose de deux méthodes : sans fil et câblé. La température est mesurée par le capteur LM 35, puis les données obtenues sont envoyées dans le cloud (Google Sheets) et enfin examinées et surveillées via l'application Android.

Les mots-clés :

Température, page web, Arduino, IoT, ESP 8266, Ethernet – Shield, capteur LM 35, Android.

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des Tableaux

Liste des Abréviations

Introduction générale..... II

Chapitre I : Aperçu sur IOT et les Capteurs de Température

1.1. Introduction I

1.2. Internet des objets..... I

1.2.1. Qu'est-ce que l'Internet des objets (IoT) ? 1

1.2.2. Comment fonctionne l'Internet des objets ? 2

1.2.3. Technologies de l'IoT 3

a) La technologie 3

b) Structure générale des technologies IoT..... 3

c) Nécessité de technologies intelligentes 4

1.2.4. Domaines d'application..... 5

1.2.5. Internet des objets (IoT) Visions et fonctionnalités 9

1.3. Un aperçu des différents types de capteurs de température..... II

1.3.1. La température 11

1.3.2. Types de capteurs et détecteurs de Température 12

1.3.2.1. Le Thermostat 13

1.3.2.2. La thermistance 15

1.3.2.3. Le thermocouple 16

• Le principe de fonctionnement d'un thermocouple..... 16

• Les différence type de thermocouple 17

1.3.2.4. Détecteurs de température résistifs (RTD) 17

1.3.2.5. Capteur de température CS215..... 19

1.4. Conclusion 20

Chapitre II : Description Générale sur les Matérielles

2.1. Introduction 21

2.2. Partie matérielle..... 21

2.2.1. Arduino 21

2.2.1.1. Présentation générale « introduction » 21

2.2.2. Description de la carte arduino UNO 22

▪ Caractéristiques Techniques de La carte d'Arduino Uno..... 22

2.2.3. Description de la carte Arduino Mega..... 23

2.2.4. Description de la carte ESP 8266 25

▪	Caractéristiques techniques de la carte ESP 8266.....	26
2.2.5.	Description de la carte L’Ethernet Shield.....	27
▪	Les caractéristiques de l’Ethernet Shield.....	27
2.2.6.	<i>Les capteurs utilisés</i>	28
2.2.6.1.	Description de capteur LM 35.....	28
2.2.6.2.	Les caractéristiques Capteur de température LM 35	28
2.2.7.	L’afficheur LCD.....	29
▪	Les caractéristiques L’afficheur LCD.....	30
2.2.8.	Plaque d’essai.....	30
2.2.9.	Câbles de connexion (jumpers).....	31
2.3.	<i>Partie logicielle</i>	31
2.3.1.	Généralités sur L’IDE d’Arduino.....	31
2.3.2.	Définition d’IDE Arduino.....	32
2.3.2.1.	Description du logiciel.....	32
2.3.2.2.	Les différents boutons de l’interface de l’IDE d’Arduino	33
2.3.2.3.	Description d’un programme	34
2.3.3.	Les outils utilisés pour la création de page Web.....	35
•	Langage HTML.....	35
•	Langage CSS.....	35
2.3.4.	Création de l’application Android.....	36
2.3.4.1.	<i>Définition d’Android</i>	36
2.3.4.2.	<i>Application utilisant MIT App Inventor</i>	36
2.3.4.2.1.	<i>Structure d’un IDE App Inventor</i>	36
➤	<i>Pourquoi MIT App Inventor</i>	38
2.4.	<i>Conclusion</i>	39

Chapitre III : Conception et Réalisation

3.1.	<i>Introduction</i>	41
3.2.	<i>Schéma synaptique de système</i>	41
3.3.	<i>L’implémentation de notre système</i>	42
3.3.1.	Formule utilisée.....	42
3.3.2.	Affichage sur L’afficheur LCD.....	43
3.3.3.	Méthode Wi-Fi par carte Wi-Fi ESP 8266.....	44
3.3.3.1.	Créer une page Web carte Wi-Fi ESP 8266.....	44
3.3.3.2.	Réalisation et Résultats.....	48
3.3.4.	Méthode câblée par Arduino Mega /Ethernet-Shield.....	49
3.3.4.1.	Créer une page Web avec Arduino /Ethernet -Shield.....	50

3.3.4.2.	Réalisation et Résultats.....	52
3.4.	Collection de données.....	53
3.5.	Application Android.....	54
3.5.1.1.	Création de l'application Android.....	54
3.5.1.2.	Résultats.....	58
3.5.1.3.	Test et résultats.....	59
3.6.	Conclusion.....	60
	<i>Conclusion general et perspective.....</i>	<i>IV</i>
	<i>Références bibliographiques.....</i>	<i>VI</i>

Liste des figures

Figure 1. 1: Système embarqué.	1
Figure 1. 2: Schéma expliquant l'internet des objets.	1
Figure 1. 3: L'Internet des objets regroupe tous les objets physiques communicants dotés d'une identité numérique unique.	2
Figure 1. 4: fonctionne l'Internet des objets.	3
Figure 1. 5: Structure générale du marché des technologies IOT.	4
Figure 1. 6: Structure générale du réseau IOT et connectivité.....	5
Figure 1. 7: Domaines d'application des technologies IOT.	6
Figure 1. 8: Bouchon lumineux.et GlowCap.....	6
Figure 1. 9: Le parapluie Forecast.....	7
Figure 1. 10: HAPIfork.	7
Figure 1. 11: Amazon Echo Dot.....	8
Figure 1. 12: Sécurité domestique intelligente.....	8
Figure 1. 13: Surveillance de la glycémie.	9
Figure 1. 14: Vers des visions IOT.	10
Figure 1. 15: vers des fonctionnalités IOT.....	11
Figure 1. 16: Fonctionnement d'un capteur.	12
Figure 1. 17: Le thermostat.	14
Figure 1. 18: Symbole communément utilisé pour représenter une thermistance.	15
Figure 1. 19: La thermistance.....	16
Figure 1. 20: capteur de thermocouple.....	17
Figure 1. 21: détecteur de température à résistance RTD.	19
Figure 1. 22: Capteur de température CS215.....	19
Figure 2. 1:Arduino Uno	22
Figure 2. 2:Arduino Mega.....	24
Figure 2. 3:Caractéristiques techniques de la carte	25
Figure 2. 4:Node MCU ESP 8266.....	25
Figure 2. 5:Caractéristiques techniques de la carte esp 82 66	26
Figure 2. 6: La carte Ethernet Shield.....	27
Figure 2. 7: Le microprocesseur W5100	27
Figure 2. 8:Capteur de température LM 35	28
Figure 2. 9: Les caractéristiques Capteur de température LM 35.	29
Figure 2. 10: L'afficheur LCD	29
Figure 2. 11: Plaque d'essai	30
Figure 2. 12: Câble male à male.....	31
Figure 2. 13: Câble male à femelle	31
Figure 2. 14: Câble femelle à femelle	31
Figure 2. 15: L'interface de l'IDE d'Arduino.	32
Figure 2. 16 : Les différentes parties de l'interface de l'IDE d'Arduino.	33

Figure 2. 17: La barre d'outils de l'IDE d'Arduino.	34
Figure 2. 18: Les différentes parties que comporte un programme Arduino.	34
Figure 2. 19: L'interface design est composée de Cinq zones.	36
Figure 2. 20: Composants design de la palette.	37
Figure 2. 21: Interface des blocs d'App Inventor.	38
Figure 3. 1: Schéma synaptique de système.	42
Figure 3. 2: affichage de température en Celsius et Fahrenheit sur l'afficheur LCD.	43
Figure 3. 3: système de Méthode sans fil « Wi-Fi ».	44
Figure 3. 4: affichage de température en degré en Celsius et Fahrenheit sur page web d'une Méthode sans fil « Wi-Fi » sur PC.	48
Figure 3. 5: affichage de température en degré Celsius et Fahrenheit sur page Web d'une Méthode sans fil « Wi-Fi » sur smart-phone.	49
Figure 3. 6: système de la car câble.	49
Figure 3. 7: Configuration de l'ordinateur PC.	52
Figure 3. 8: Affichage température en degré Celsius et Fahrenheit sur page Web d'une Méthode câblée sur ordinateur portable (PC).	53
Figure 3. 9: Exemple de données stockées dans Google Sheets.	54
Figure 3. 10: Site MIT App Inventor.	55
Figure 3. 11: ouvrir un nouveau projet.	55
Figure 3. 12: Fenêtre pour créer un nouveau projet avec MIT App Inventor.	56
Figure 3. 13: Interface de design d'app inventer.	56
Figure 3. 14: Interface de L'application sur interface de design d'app inventer.	56
Figure 3. 15: Interface de design d'app inventer.	57
Figure 3. 16: Interface des blocs d'App Inventor.	58
Figure 3. 17: Interface des blocs d'App Inventor.	58

Liste des Tableaux

Tableau 1. 1 :Les différence type de thermocouple.	17
Tableau 3. 1: paramètres de formule utilisée	43
Tableau 3. 2 : Partie du programme qui est responsable de l’affichage de la page Web.....	47
Tableau 3. 3: programme responsable de l'affichage de la page Web.	51
Tableau 3. 4: Interface de la page Web sur l'application mobile.	59

Liste des Abréviations

IOT :	L'Internet des objets « Internet of Things ».
Wi-Fi :	Wireless Fidelity.
Adresse IP :	Internet Protocol.
HTTP :	Hyper Text Transfer Protocol.
CMS :	Content Management system.
SMS :	« Short messages service » service de messages courts
HD :	« High Definition » Haute définition
WWW :	World Wide Web
NTC :	Coefficient de température négatif
PTC :	Coefficients de température positifs
RTD :	Détecteurs de température résistifs.
IDE :	Integrated development environment.
UNO :	"un" en italien
PWM :	« Pulse Width Modulation » modulation de largeur d'impulsions.
DC :	Direct courant.
AC :	Alternative courante.
VCC :	Voltage Courant Continue.
USB :	« Universal Serial Bus », bus universel en série.
SRAM :	Static Random Access Memory.
MFLASH :	Flash memory (mémoire de programme)
I2C :	Protocole de communication.
ICSP :	In-circuit serial programming.
EEPROM :	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory.
UART :	(universal Asynchronous Receiver Transmitter), émetteur-récepteur asynchrone universel.
ESP 8266 :	Expressif modules 8266.

LCD :	Liquid Cristal Display.
HTML :	Hyper Text Transfer Protocol.
SGM :	Standard generalized markup.
CSS :	Cascading Style Sheets.
W3C :	World Wide Web Consortium.
OS :	Operating System.
iOS :	International Organization for Standarization.
MIT :	Massachusets Institute of Technology.
Adresse MAC :	Adresse Media Access Control.
°C :	Celsius
°F :	Fahrenheit

INTRODUCTION GENERALE
INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Il existe plusieurs méthodes qui peuvent être utilisées pour afficher les résultats de mesures comme la température, dans notre cas nous avons opté pour l'Internet des Objets (IoT) en anglais : « internet of thing (IoT) ». L'internet des objets, appelé la 3e révolution industrielle, va profondément changer le quotidien des gens avec la domotique, la santé et les loisirs, l'énergie, la distribution et notre environnement avec la ville intelligente ou les transports connectés.

L'internet des objets est simplement un concept où les machines et les objets du quotidien sont connectés via Internet et sont également capables de transmettre des informations et éventuellement de recevoir des commandes. L'Internet des objets et ses protocoles sont parmi les sujets les mieux financés dans l'industrie et étudiés dans le milieu universitaire. Il n'existe pas de définition standard, unifiée et partagée de l'IOT ; cependant, les technologies IOT permettent aux objets ou aux appareils de fonctionner comme des ordinateurs, d'agir intelligemment et de prendre des décisions de collaboration qui sont bénéfiques pour certaines applications. L'IOT désigne une information qui se fond dans notre quotidien pour nous simplifier la vie.

Les systèmes intelligents d'aujourd'hui ne cessent d'augmenter en complexité. Cet extrême résulte de la diversité des exigences du marché, de la concurrence interne, de la qualité ainsi que de la densité et de la diversité des produits qu'ils traitent afin de répondre aux besoins des Consommateurs avec une utilisation optimale [1]. Actuellement, les nouvelles technologies et la fiabilité de la technologie sans fil ont permis le développement de nouvelles inventions dans plusieurs et divers domaines tels que : le militaire, l'industrie, l'agriculture, etc. Parmi ces créations, la maison intelligente, qui recevra un large champ d'application dans le futur proche. Parmi ceux-ci, les réseaux Wi-Fi ont été largement utilisés en raison de la large propagation des téléphones intelligents et des tablettes dans le monde [2].

Par conséquent, cela nous a motivés à étudier et proposer un système de surveillance de la température. Nous avons également créé un système pour afficher la température via une page Web que nous pouvons contrôler à distance, cela se fera de deux manières différentes, filaire et sans fil, à l'aide d'une carte ESP 8266 et d'un Arduino.

Nous avons structuré notre mémoire en trois chapitres :

Dans le premier chapitre nous avons présenté, l'internet des objets et leurs technologies, en suite nous allons parler le fonctionnement de L'IOT et enfin nous avons représenté les différents types de capteurs de température.

Le deuxième chapitre est consacré au microcontrôleur et au langage de programmation utilisé, en particulier l'IDE Arduino, puis aux types de capteurs utilisés dans notre système.

Dans le dernier chapitre, nous introduisons la partie pratique de la première partie de la conception de systèmes et de pages Web liés à la température, en passant en revue chaque méthode (filaire et sans fil) pour mettre en œuvre et afficher des pages Web sur un ordinateur ou un smartphone. Deuxième partie nous créons une application Android et affichons la page web créée dans la première partie.

Nous terminons ce mémoire par une conclusion et perspectives une bibliographie.



Chapitre I :
Aperçu sur IOT et les
Capteurs de Température

1.1. Introduction

L'internet des objets est basé sur l'intégration de divers processus tels que l'identification, la détection, la mise en réseau et le calcul. Il permet des innovations technologiques à grande échelle et une valeur ajoutée des services qui personnalisent l'interaction des utilisateurs avec diverses « choses ».

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'internet des objets et enfin nous aborderons les différents types de capteurs de température.

1.2. Internet des objets.

1.2.1. Qu'est-ce que l'Internet des objets (IoT) ?

L'internet des objets est un terme apparu en 1999, cela signifie la connexion d'appareils contenant des systèmes intégrés entre eux via Internet afin d'envoyer et de recevoir des données. Ou l'interconnexion des appareils du système embarqué à Internet pour envoyer ou recevoir des informations Figure 1.1 [3]–[5].

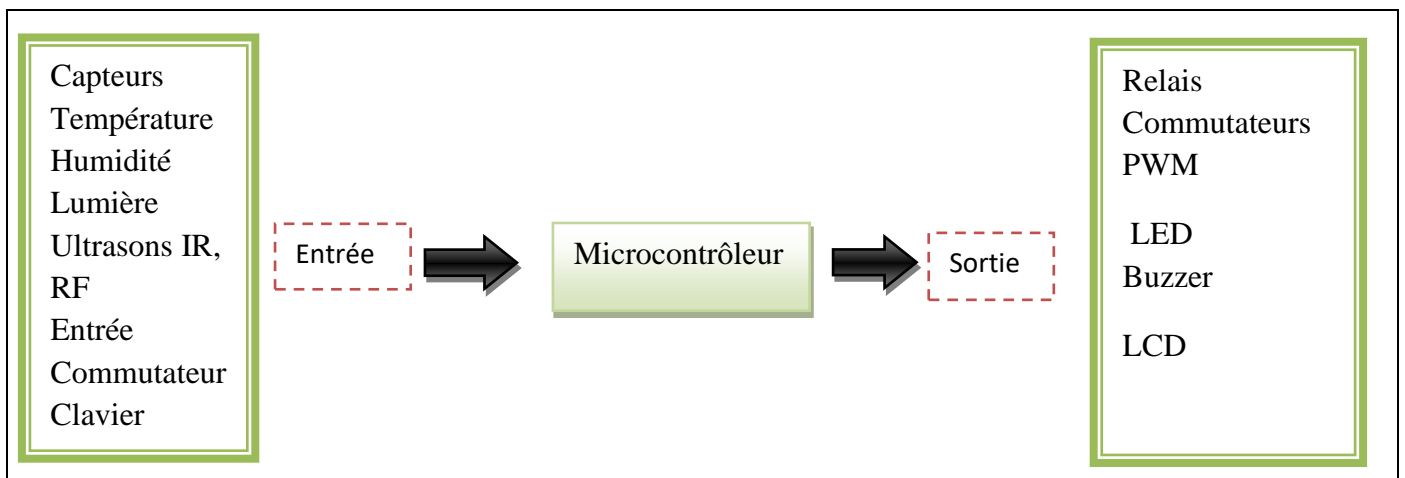


Figure 1. 1: Système embarqué.

- L'Internet des objets comporte trois parties : « voir Figure 1.2 »



Figure 1. 2: Schéma expliquant l'internet des objets.

1. La chose, qui est intégrés avec un capteur.
2. Le réseau qui les relie.
3. Les systèmes qui traitent les données vers/depuis la chose.

En réalité, la définition de ce qu'est l'Internet des objets n'est pas figée. Elle recoupe des dimensions d'ordres conceptuel et technique. D'un point de vue conceptuel, l'Internet des objets caractérise des objets physiques connectés ayant leur propre identité numérique et capables de communiquer les uns avec les autres. Ce réseau crée en quelque sorte une passerelle entre le monde physique et le monde virtuel (voir Figure 1.3). D'un point de vue technique, l'IOT consiste en l'identification numérique directe et normalisée (adresse IP, protocoles smtp, http...) d'un objet physique grâce à un système de communication sans fil qui peut être une puce RFID, Bluetooth ou Wi-Fi [6].



Figure 1. 3: L'Internet des objets regroupe tous les objets physiques communicants dotés d'une identité numérique unique.

L'internet des objets est considéré comme la troisième évolution de l'Internet, baptisée Web 3.0. Les objets constituant « l'Internet des objets », qualifiés de « connectés », « Communicants » ou « intelligents ».

1.2.2. Comment fonctionne l'Internet des objets ?

L'internet des objets fonctionne principalement avec des capteurs et objets connectés placés dans/sur des infrastructures physiques. Ces capteurs vont alors émettre des données qui

vont remonter à l'aide d'un réseau sans fil sur des plateformes IoT. Elles pourront ainsi être analysées et enrichies pour en tirer le meilleur profit. Ces plateformes de data management et de data visualisation sont les nouvelles solutions IoT permettant aux territoires, entreprises ou même usagers d'analyser les données et d'en tirer des conclusions pour pouvoir adapter pratiques et comportements Figure 1.4.

Vous l'aurez compris, l'IoT est étroitement lié aux objets connectés car ils ont la faculté de capter une donnée et de l'envoyer, via le réseau Internet ou d'autres technologies. Les objets connectés interagissent avec leur environnement par le biais de capteurs : température, vitesse, humidité, vibration... Dans l'Internet des Objets, un objet peut aussi bien être un véhicule qu'une machine industrielle ou encore une place de parking [7], [8].



Figure 1. 4: fonctionne l'Internet des objets.

1.2.3. Technologies de l'IoT

a) La technologie :

L'Internet des Objets s'appuie sur une variété de technologies et protocoles existants ou à définir qui, combinés ensemble ouvre la porte à de nouvelles et intéressantes perspectives. Pour illustrer les aspects technologies.

b) Structure générale des technologies IoT :

La montée en puissance des technologies IoT est actuellement intense et selon Projections pour les 10 prochaines années, plus de 125 appareils IoT à 109 \$ sont devrait être connecté. Les investissements attendus dans les technologies IoT sont également élevés, les attentes étant plus de 120 109 USD d'ici 2021 [9], avec un taux de croissance annuel composé d'environ

7,3 %. La structure générale actuelle du marché des technologies IoT sont présentées dans la Figure 1.5, où il est évident que les la majorité du marché se concentre sur les villes intelligentes et l'IoT industriel [10].

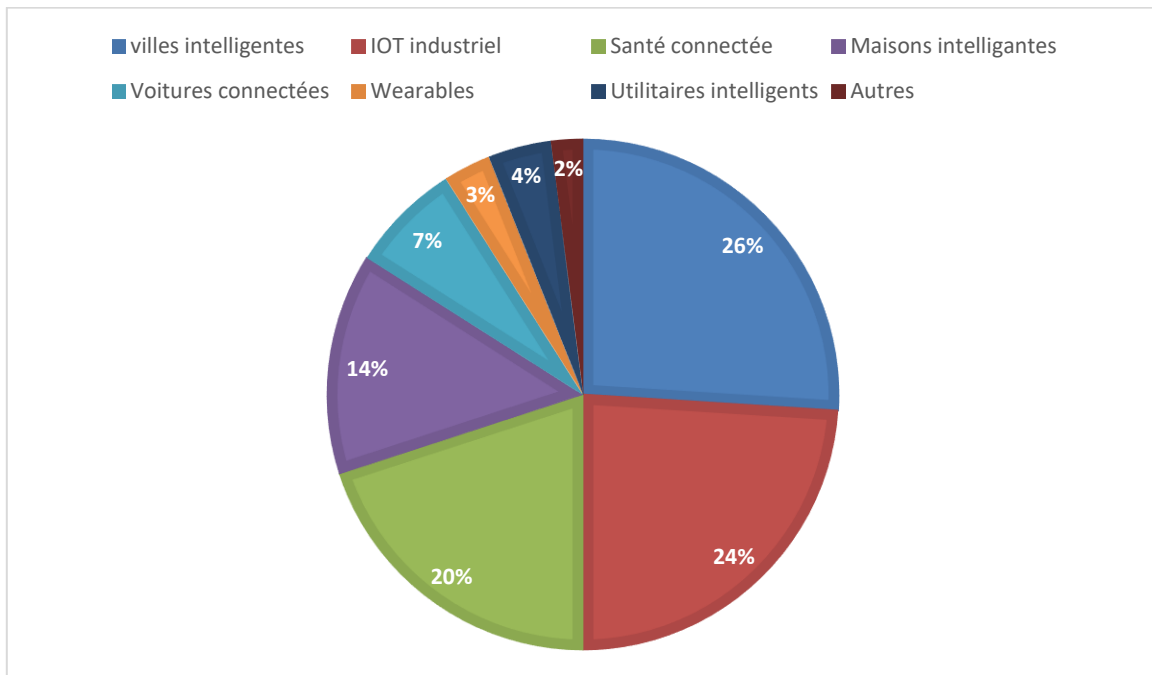


Figure 1. 5: Structure générale du marché des technologies IOT.

c) Nécessité de technologies intelligentes :

Le monde change rapidement, c'est-à-dire se développe dans un environnement technologique sens et est entraînée par le système économique actuel à l'échelle mondiale.

Malheureusement, chaque développement technologique a son prix, qui peut être ressentie par l'utilisation intense de ressources limitées ressources fossiles et la production de divers impacts sur environnement [11], La population est constamment croissance avec un taux annuel d'environ 1,1% par an avec la courante population étant supérieure, 7\$109 La concentration de la population est dans les villes et selon les projections de l'ONU, environ 68% de la population sera vivre dans les villes d'ici 2050. Une infrastructure importante une pression est attendue dans les villes en raison de l'urbanisation accélérée, de nouvelles solutions technologiques seraient essentielles pour garantir le fonctionnement normal fonctionnement des villes dans des circonstances complexes et exigeantes. Dans le sens précédent, l'application générale de l'IoT et les technologies intelligentes joueraient un rôle important et pourraient aider à combler certains problèmes majeurs liés aux infrastructures dans les villes.

La nécessité des technologies IoT est étroitement liée aux avancées technologiques et à la numérisation en cours, où une variété des produits électrons que doivent être connectés d'une manière ou d'une autre de manière utile manière. Il est nécessaire de disposer de services plus

efficaces et flexibles processus en général, qui pourraient être obtenus avec la bonne mise en œuvre des technologies IoT [4].

Les technologies IoT ont permis pour une variété de services efficaces et de réseaux intelligents, d'applications ou des dispositifs qui peuvent assurer des effets synergiques utiles et produire avantages. L'atout majeur des technologies IoT est leur aspect connectique qui recèle un énorme potentiel, (voir Figure 1. 6).

Divers avantages sont possibles et seraient progressivement intégrés dans nos vies au cours des années à venir dans différents domaines d'application.

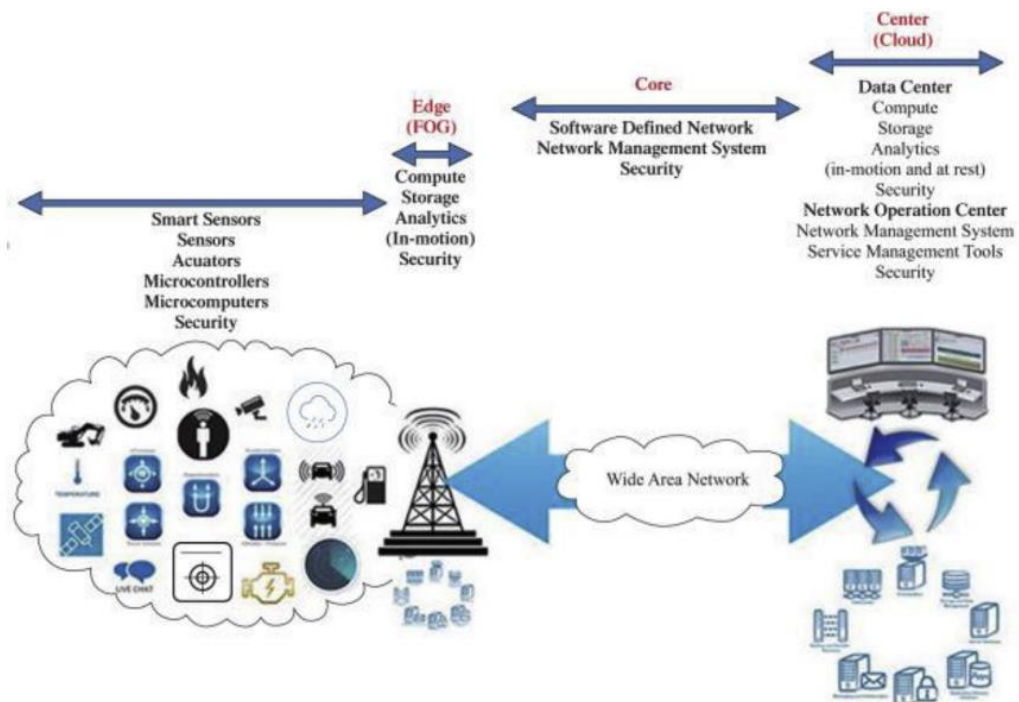


Figure 1. 6: Structure générale du réseau IOT et connectivité [12].

1.2.4. Domaines d'application

Les domaines d'application de IOT sont variés et basés sur les solutions technologiques actuellement disponibles, les secteurs d'application les plus représentés sont illustrés parmi eux à la Figure 1.7 Les domaines d'application plus importants de l'IoT sont liés à l'industrie et à la ville intelligente, par rapport au nombre de projets réalisés, ainsi que l'agriculture ...etc.

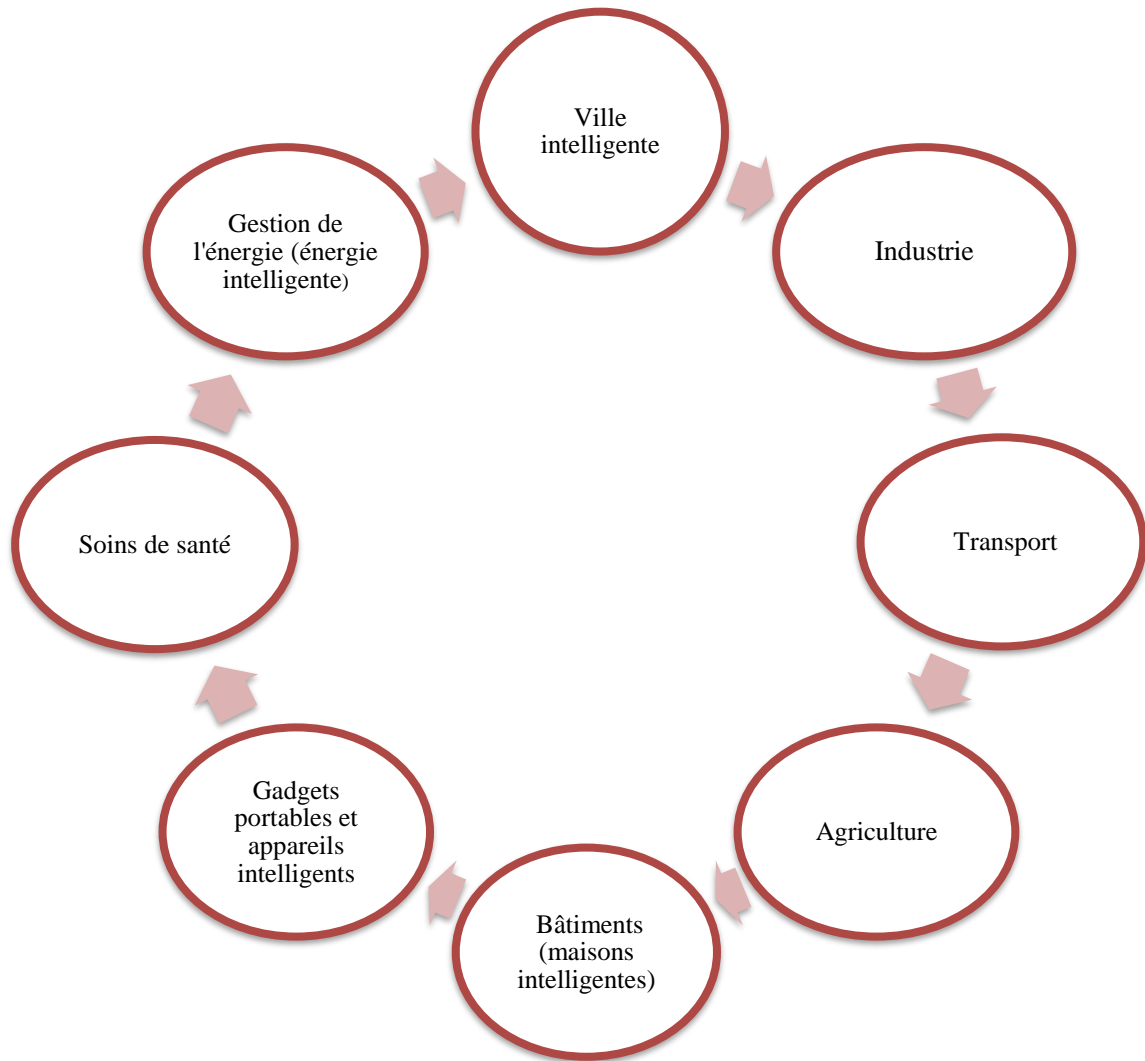


Figure 1. 7: Domaines d'application des technologies IOT.

Certaines applications basées sur le concept de l'IoT :

- **Un flacon de pilules mis médecine :**

Déjà sur le marché Un flacon de pilules qui brille, émet des bips, des téléphones et des SMS si vous risquez de manquer une dose. Le soi-disant GlowCap, de Vitality Inc.



Figure 1. 8: Bouchon lumineux et GlowCap.

▪ **Le parapluie Forecast :**

Le parapluie Forecast fournit des informations sur la probabilité de pluie afin que les utilisateurs puissent prendre une décision simple et éclairée sur l'opportunité d'emporter leur parapluie avec eux lorsqu'ils rentrent chez eux.

Utilisant la technologie Wi-Fi existante pour extraire sans fil des informations d'Internet, la poignée de parapluie éclairée de Forecast brille plus intensément avec le risque accru de précipitations offrant un signal clair et discret à l'utilisateur.

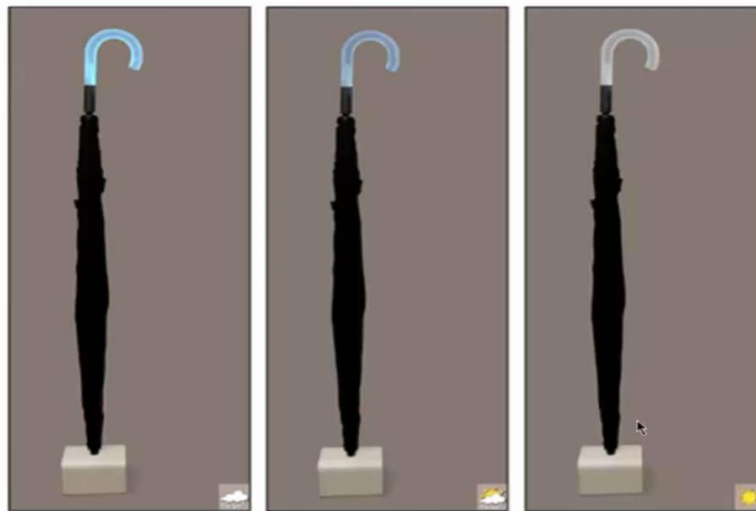


Figure 1. 9: Le parapluie Forecast.

▪ **La HAPIfork :**

Est une fourchette électronique qui vous aide à surveiller et suivre vos habitudes alimentaires. Il vous alerte également à l'aide de voyants lumineux et de douces vibrations lorsque vous mangez trop vite.



Figure 1. 10: HAPIfork.

- **Amazon Echo Dot :**

Amazon Echo Dot est un appareil mains libres à commande vocale avec un petit intégré. Dot se connecte au service Alexa Voice pour écouter de la musique, fournir des informations, des actualités, des résultats sportifs, la météo et bien plus encore instantanément.



Figure 1. 11: Amazon Echo Dot.

- **Canary :**

Canary est un système de sécurité complet intégré dans un seul appareil. Il s'adapte à votre maison au fil du temps et envoie des notifications intelligentes avec vidéo HD directement sur votre smartphone.



Figure 1. 12: Sécurité domestique intelligente.

▪ **Lecteur de glycémie :**

Un lecteur de glycémie à alimentation cellulaire transmet chaque résultat de test à un serveur sécurisé et fournit une rétroaction et un encadrement instantanés aux patients. Cela permet aux médecins, aux infirmières et aux éducateurs en diabète de disposer de données cliniques en temps réel.



Figure 1. 13: Surveillance de la glycémie.

1.2.5. Internet des objets (IoT) Visions et fonctionnalités :

Il existe diverses définitions, perspectives et visions qui derrière l'IoT. Les premiers stades d'Internet ont été caractérisés par WWW (World Wide Web) avec lien HTML statique (Hyper Text Markup Language de balisage). Ce concept a évolué vers le Web 2.0 qui a permis l'interaction des utilisateurs via les réseaux sociaux, les forums, blogs, plateformes e-learning, CMS (Content Management System), etc. La prochaine étape dans l'évolution d'Internet est appelée Web 3.0 ou Web sémantique.

L'objectif principal du Web 3.0 est de rendre le contenu et les services Web compréhensibles par les appareils sans intervention humaine. L'IoT porte le Web 3.0 à un nouveau niveau en permettant une connectivité à tout moment et n'importe où par n'importe qui et n'importe quoi. Il permet de créer de nouveaux services à valeur ajoutée en assemblant dynamiquement différents types de capacités (détection, communication, données traitement, actionnement, etc.).

Les différences dans les visions de l'IoT sont le résultat de diverses approches de cette question. La plupart des auteurs définissent l'IoT selon des aspects particuliers et des intérêts

spécifiques. Nous avons besoin pour relever ce défi pour comprendre le concept IoT qui aider à faciliter les recherches ultérieures. Dans la littérature récente, l'IoT est considéré sous deux ou trois perspectives principales (visions), telles que la perspective orientée « Internet », orientée « Objet » et orientée « Sémantique ». Nous ne considérons que le concept de base d'Internet ne change pas beaucoup et il s'agit de choses qui changent et deviennent intelligentes. La recherche approfondie de l'IoT nécessite une approche globale et la meilleure façon est de rassembler diverses perspectives et visions car l'IoT n'est pas un système individuel mais intègre plusieurs sous-systèmes et technologies. Par exemple, l'IoT Comprend des capteurs, une infrastructure de réseau, des outils d'analyse de données, etc.

Sur lequel diverses applications et services peuvent être exécutés. Tout cela peut être considéré selon la vision de l'UIT de l'IoT qui permet connectivité avec le concept 3A : n'importe quand, n'importe où, par n'importe qui et n'importe quoi.

Nous pouvons signifier qu'une perspective globale est nécessaire pour comprendre le paradigme IoT, Pour fournir notre définition nous introduisons une vision orientée services qui met l'accent sur les services de IoT tout en incluant toutes les perspectives mentionnées ci-dessus [13] (Figure 1.14). Sur la base de ces considérations, nous mettons en évidence les caractéristiques communes de IoT (Figure 1.15).

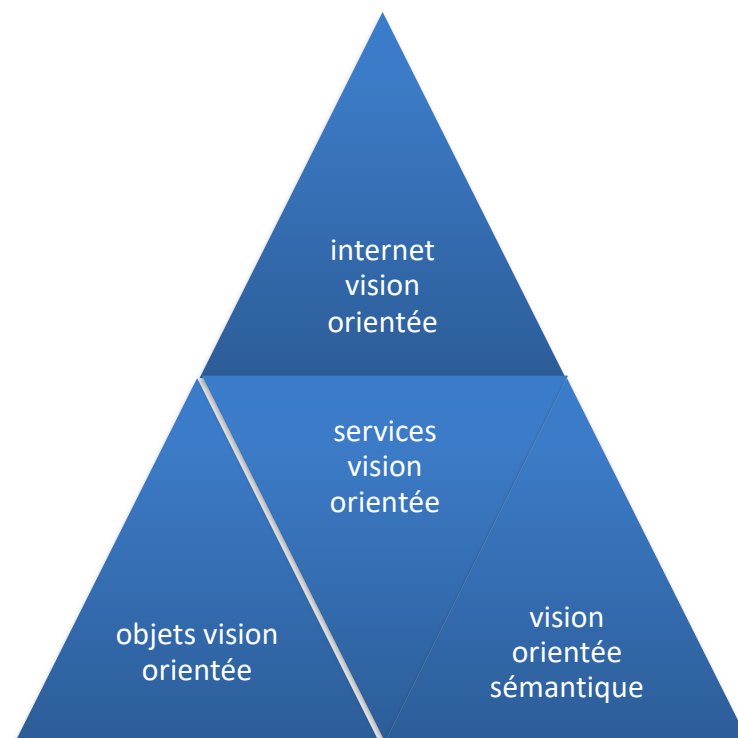


Figure 1. 14: Vers des visions IOT.

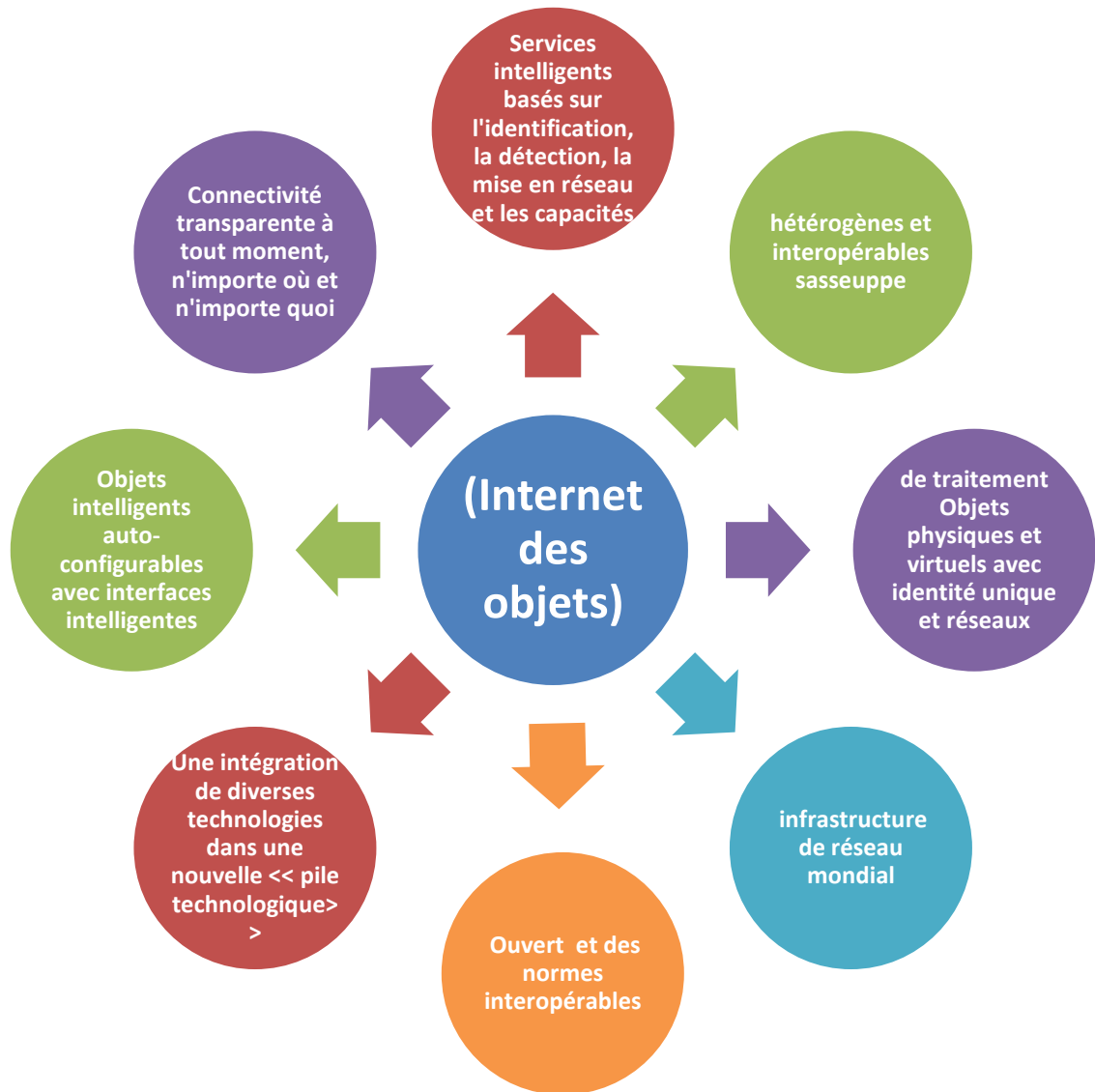


Figure 1. 15: vers des fonctionnalités IOT

1.3. Un aperçu des différents types de capteurs de température

Dans cette partie, nous intéressons à la température et la différence type de capteur de température.

1.3.1. La température

La température est sans doute l'une des grandeurs les plus importantes en milieu industriel (génie chimique, agro-alimentaire, analyse opérationnelle : moteurs, navettes spatiales, gestion des bains de peinture, etc.). Elle est mesurée indirectement par un autre principe physique. Il faut donc connaître les principales techniques de mesure et les principes physiques qui permettent leur utilisation.

La mesure d'une température est calibrée dans l'une des différentes échelles des températures : degrés Celsius, degrés Fahrenheit, degrés Kelvin. L'unité S.I. de température est

le Kelvin (K), le degré Celsius (°C), est couramment utilisé. Le degré Fahrenheit (°F) est une grandeur américaine.

1.3.2. Types de capteurs et détecteurs de Température

Un capteur de température est un appareil qui détecte et mesure la chaleur et la fraîcheur et les convertit en un signal électrique [14].

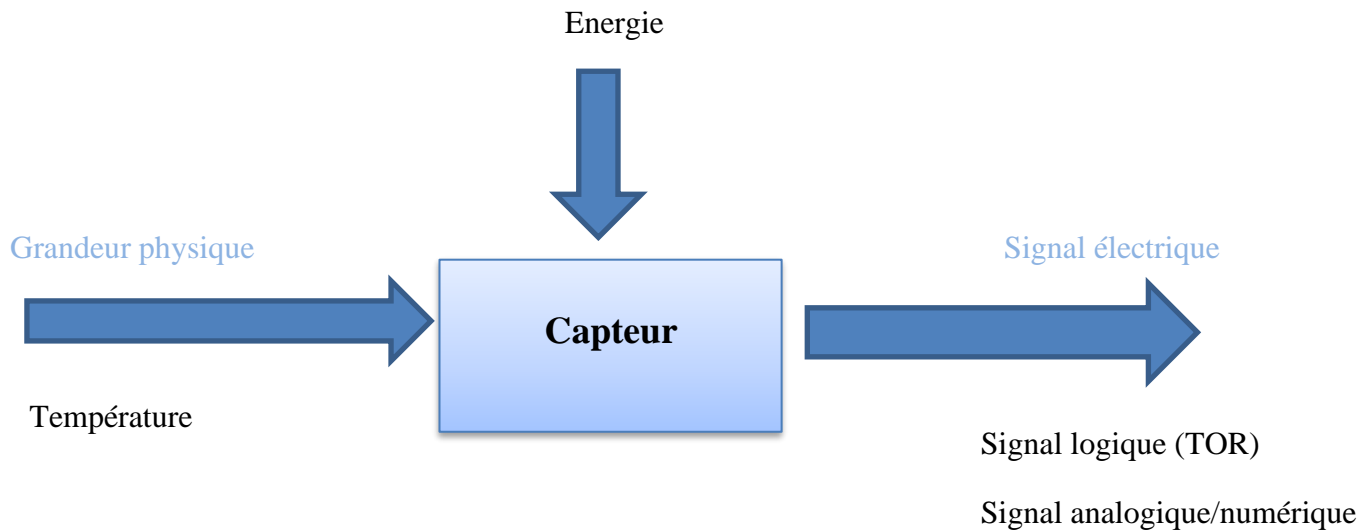


Figure 1. 16: Fonctionnement d'un capteur.

Le type le plus couramment utilisé de tous les capteurs sont les types de capteurs qui détectent la température ou la chaleur.

Ces types de capteurs de température varient de simples dispositifs thermostatiques ON/OFF qui contrôlent un système de chauffage d'eau chaude domestique à des types de semi-conducteurs très sensibles qui peuvent contrôler des installations de four de contrôle de processus complexes.

Nous nous souvenons de nos cours de sciences à l'école que le mouvement des molécules et des atomes produit de la chaleur (énergie cinétique) et plus le mouvement est important, plus il génère de chaleur. Les capteurs de température mesurent la quantité d'énergie thermique ou même de froid généré par un objet ou un système, nous permettant de "détecter" ou de détecter tout changement physique de cette température produisant une sortie analogique ou numérique. Il existe deux nombreux types de capteurs de température disponibles et tous ont des caractéristiques différentes en fonction de leur application réelle. Un capteur de température se compose de deux types physiques de base :

- Types de capteurs de température à contact : ces types de capteurs de température doivent être en contact physique avec l'objet détecté et utiliser la conduction pour surveiller les changements de température. Ils peuvent être utilisés pour détecter des solides, des liquides ou des gaz sur une large plage de températures.
- Types de capteurs de température sans contact : ces types de capteurs de température utilisent la convection et le rayonnement pour surveiller les changements de température. Ils peuvent être utilisés pour détecter des liquides et des gaz qui émettent de l'énergie rayonnante lorsque la chaleur monte et que le froid se dépose au fond dans des courants de convection ou pour détecter l'énergie rayonnante transmise par un objet sous forme de rayonnement infrarouge (le soleil).

Les deux types de base de capteurs de température avec contact ou même sans contact peuvent également être subdivisés en trois groupes de capteurs suivants, électromécaniques, résistifs et électroniques et les trois types sont décrits ci-dessous [14] .

1.3.2.1. Le Thermostat

Le thermostat est un capteur ou un interrupteur de température électromécanique de type contact, qui se compose essentiellement de deux métaux différents tels que le nickel, le cuivre, le tungstène ou l'aluminium, etc., qui sont collés ensemble pour former une bande bimétallique. Les différents taux de dilatation linéaire des deux métaux dissemblables produisent un mouvement de flexion mécanique lorsque la bande est soumise à la chaleur.

La bande bimétallique peut être utilisée elle-même comme interrupteur électrique ou comme moyen mécanique d'actionner un interrupteur électrique dans les commandes thermostatiques et est largement utilisée pour contrôler les éléments chauffants à eau chaude dans les chaudières, les fours, les réservoirs de stockage d'eau chaude ainsi que dans les véhicules. Systèmes de refroidissement des radiateurs.

Le thermostat se compose de deux métaux thermiquement différents collés dos à dos. Lorsqu'il fait froid, les contacts sont fermés et le courant passe dans le thermostat. Lorsqu'il devient chaud, un métal se dilate plus que l'autre et la bande bimétallique collée se plie vers le haut (ou vers le bas) ouvrant les contacts empêchant le courant de circuler.

Il existe deux principaux types de bilames basés principalement sur leur mouvement lorsqu'ils sont soumis à des changements de température. Il existe les types « snap-action » qui produisent

une action instantanée de type « ON/OFF » ou « OFF/ON » sur les contacts électriques à un point de température défini, et les types « creep-action » plus lents qui changent progressivement de position. À mesure que la température change.

Les thermostats de type à action instantanée sont couramment utilisés dans nos maisons pour contrôler la température de consigne des fours, des fers à repasser, des réservoirs d'eau chaude à immersion et ils peuvent également être trouvés sur les murs pour contrôler le système de chauffage domestique.

Les types de plantes grimpances consistent généralement en une bobine ou une spirale bimétallique qui se déroule ou s'enroule lentement lorsque la température change. En règle générale, les bandes bimétalliques de type creeper sont plus sensibles aux changements de température que les types standard à encliquetage ON/OFF, car la bande est plus longue et plus fine, ce qui les rend idéales pour une utilisation dans les jauges de température et les cadrans, etc.

Bien qu'ils soient très bon marché et disponibles sur une large plage de fonctionnement, l'un des principaux inconvénients des thermostats standard à action brusque lorsqu'ils sont utilisés comme capteur de température est qu'ils ont une large plage d'hystérésis entre l'ouverture des contacts électriques et leur fermeture. Par exemple, il peut être réglé sur 20°C mais ne peut pas s'ouvrir avant 22°C ou se refermer avant 18°C.

Ainsi, la plage de variation de température peut être assez élevée. Les thermostats bimétalliques disponibles dans le commerce pour un usage domestique ont des vis de réglage de la température qui permettent de pré régler un point de consigne de température et un niveau d'hystérésis plus précis [14].



Figure 1. 17: Le thermostat.

1.3.2.2. La thermistance

La thermistance est un autre type de capteur de température, dont le nom est une combinaison des mots THERMISTANCE sensible RESISTOR. Une thermistance est un type spécial de résistance qui modifie sa résistance physique lorsqu'elle est exposée à des changements de température.

Les thermistances sont généralement fabriquées à partir de matériaux céramiques tels que les oxydes de nickel, de manganèse ou de cobalt recouverts de verre, ce qui les rend facilement endommagées. Leur principal avantage par rapport aux types à action instantanée est leur rapidité de réponse à tout changement de température, de précision et de répétabilité.

La plupart des types de thermistances ont un coefficient de température négatif de résistance ou (NTC), c'est-à-dire que leur valeur de résistance diminue avec une augmentation de la température, et bien sûr, il y en a qui ont un coefficient de température positif, (PTC), en ce que leur la valeur de résistance augmente avec une augmentation de la température.

Les thermistances sont construites à partir d'un matériau semi-conducteur de type céramique utilisant la technologie des oxydes métalliques tels que le manganèse, le cobalt et le nickel, etc. Le matériau semi-conducteur est généralement formé de petits disques ou boules pressés qui sont hermétiquement scellés pour donner une réponse relativement rapide à tout changement de température.

Les thermistances sont évaluées par leur valeur résistive à température ambiante (généralement à 25°C), leur constante de temps (le temps de réagir au changement de température) et leur puissance nominale par rapport au courant qui les traverse. Comme les résistances, les thermistances sont disponibles avec des valeurs de résistance à température ambiante allant de 10 MΩ à quelques Ohms, mais à des fins de détection, ces types avec des valeurs en kilo-ohms sont généralement utilisés [14].



Figure 1. 18: Symbole communément utilisé pour représenter une thermistance.

Les thermistances sont des dispositifs résistifs passifs, ce qui signifie que nous devons y faire passer un courant pour produire une sortie de tension mesurable. Ensuite, les thermistances sont généralement connectées en série avec une résistance de polarisation appropriée pour former un réseau diviseur de potentiel et le choix de la résistance donne une sortie de tension à un point ou une valeur de température prédéterminée.

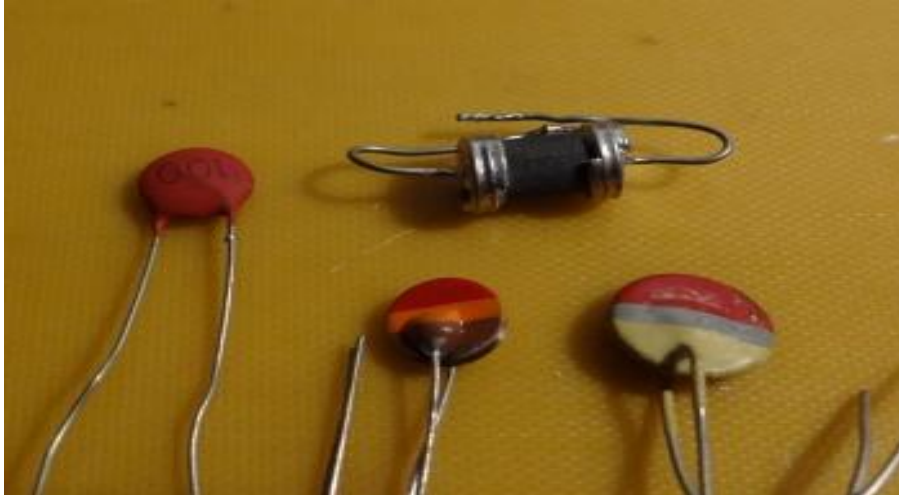


Figure 1. 19: La thermistance..

1.3.2.3. Le thermocouple

Le thermocouple est de loin le type le plus couramment utilisé de tous les types de capteurs de température. Les thermocouples sont populaires en raison de leur simplicité, de leur facilité d'utilisation et de leur rapidité de réponse aux changements de température, principalement en raison de leur petite taille. Les thermocouples ont également la plage de température la plus large de tous les capteurs de température allant de moins de -200°C à bien au-dessus de 2000°C .

Les thermocouples sont des capteurs thermoélectriques constitués essentiellement de deux jonctions de métaux différents, tels que le cuivre et le constantan, qui sont soudées ou serties ensemble. Une jonction est maintenue à une température constante appelée jonction de référence (froide), tandis que l'autre jonction de mesure (chaude). Lorsque les deux jonctions sont à des températures différentes, une tension est développée à travers la jonction qui est utilisée pour mesurer le capteur de température comme indiqué ci-dessous

- **Le principe de fonctionnement d'un thermocouple :**

Est très simple et basique. Lorsqu'elles sont fusionnées, la jonction de deux métaux différents tels que le cuivre et le constantan produit un effet "thermo-électrique" qui donne une différence

de potentiel constante de seulement quelques millivolts (mV) entre eux. La différence de tension entre les deux jonctions est appelée "effet Seebeck" car un gradient de température est généré le long des fils conducteurs produisant une fem. Ensuite, la tension de sortie d'un thermocouple est fonction des changements de température [14].

- **Les différence type de thermocouple :**

Le tableau (01.1) suivant présente les différents types de thermocouple [15].

Thermocouples	Plage de température (°C)
Type B	1370 à 1700
Type E	0 à 870
Type J	0 à 760
Type K	95 à 1260
Type N	650 à 1260
Type R	870 à 1450
Type S	980 à 1450
Type T	-200 à 370

Tableau 1. 1 :Les différence type de thermocouple.



Figure 1. 20: capteur de thermocouple.

1.3.2.4. Détecteurs de température résistifs (RTD).

Un autre type de capteur de température à résistance électrique est le détecteur de température à résistance ou RTD. Les RTD sont des capteurs de température de précision

fabriqués à partir de métaux conducteurs de haute pureté tels que le platine, le cuivre ou le nickel enroulés dans une bobine et dont la résistance électrique change en fonction de la température, similaire à celle de la thermistance. Des RTD à couche mince sont également disponibles. Ces appareils ont un film mince de pâte de platine qui est déposé sur un substrat en céramique blanche.

Les détecteurs de température résistifs ont des coefficients de température positifs (PTC) mais contrairement à la thermistance, leur sortie est extrêmement linéaire, produisant des mesures de température très précises.

Cependant, ils ont une très faible sensibilité thermique, c'est-à-dire qu'un changement de température ne produit qu'un très petit changement de sortie, par exemple $1\Omega/^{\circ}\text{C}$.

Les types les plus courants de RTD sont fabriqués à partir de platine et sont appelés thermomètre à résistance de platine ou PRT, le plus couramment disponible d'entre eux étant le capteur Pt100, qui a une valeur de résistance standard de $100\ \Omega$ à $0\ ^{\circ}\text{C}$. L'inconvénient est que le platine est cher et l'un des principaux inconvénients de ce type d'appareil est son coût.

Comme la thermistance, les RTD sont des dispositifs résistifs passifs et en faisant passer un courant constant à travers le capteur de température, il est possible d'obtenir une tension de sortie qui augmente linéairement avec la température. Un RTD typique a une résistance de base d'environ $100\ \Omega$ à $0\ ^{\circ}\text{C}$, augmentant à environ $140\ \Omega$ à $100\ ^{\circ}\text{C}$ avec une plage de température de fonctionnement comprise entre -200 et $+600\ ^{\circ}\text{C}$.

Parce que le RTD est un dispositif résistif, nous devons faire passer un courant à travers eux et surveiller la tension résultante. Cependant, toute variation de résistance due à l'auto-échauffement des fils résistifs lorsque le courant les traverse, I^2R , (loi d'Ohms) provoque une erreur dans les lectures. Pour éviter cela, le RTD est généralement connecté à un réseau de pont de Wheatstone qui a des fils de connexion supplémentaires pour la compensation de plomb et/ou la connexion à une source de courant constant.[15].



Figure 1. 21: détecteur de température à résistance RTD.

1.3.2.5. Capteur de température CS215 :

La sonde de température et d'humidité relative CS215 est conçue pour les applications météorologiques générales et autres applications d'enregistrement de données. Il utilise le protocole de communication SDI-12 pour communiquer avec n'importe quel enregistreur SDI-12, ce qui simplifie l'installation et la programmation [16].



Figure 1. 22: Capteur de température CS215.

- **Aperçu :**

La sonde CS215 utilise un élément à puce unique qui comprend un capteur de Température et un capteur d'humidité relative. Chaque composant est calibré individuellement à l'aide des corrections de calibrage stockées sur la puce. L'article se change facilement sur le terrain. Le

remplacement complet de l'élément ré étalonne complètement la sonde pour la température et l'humidité, réduisant ainsi les temps d'arrêt et les coûts d'étalonnage.

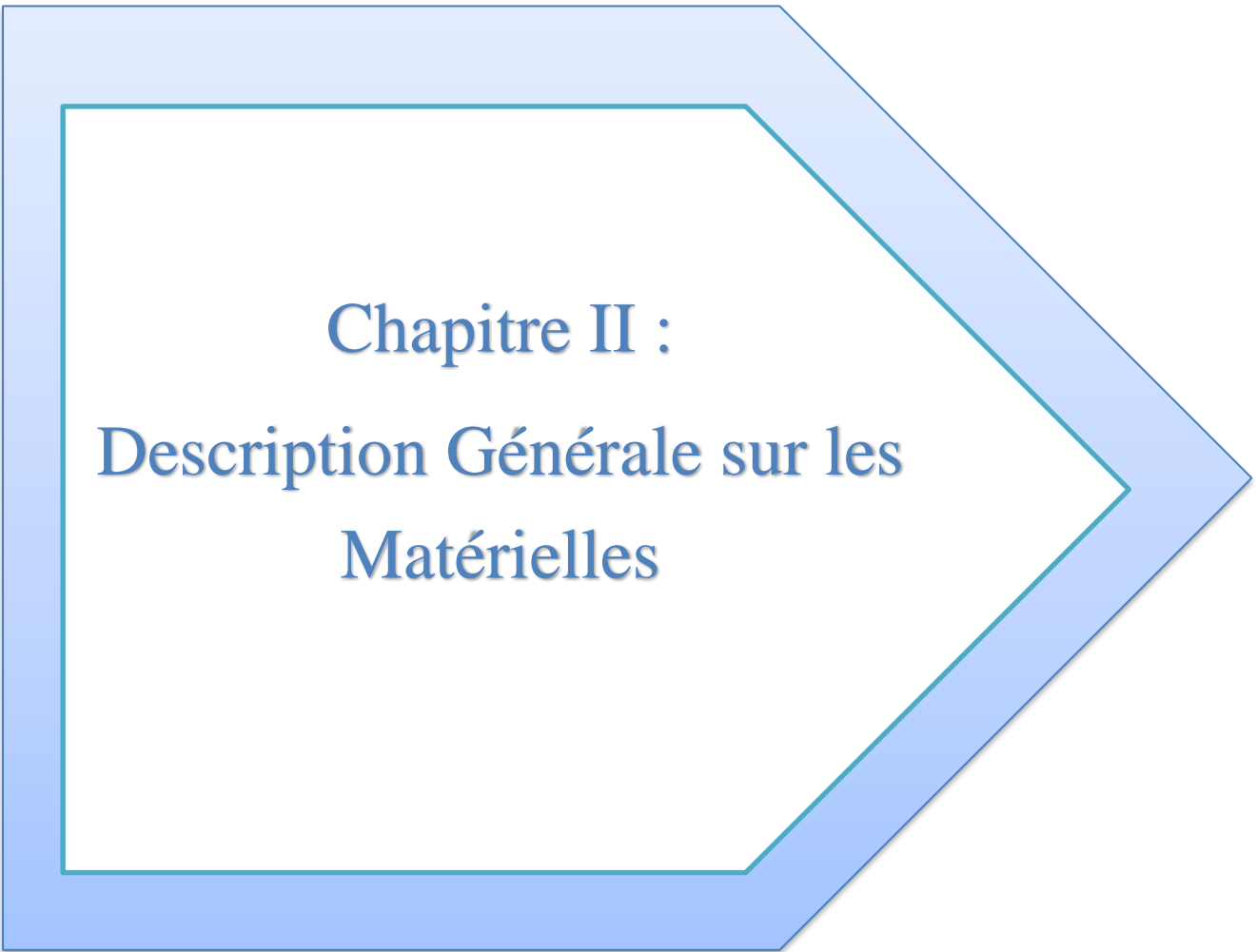
L'électronique basse consommation à l'intérieur du CS215 contrôle la mesure prise par l'élément capteur et applique des corrections de température et linéaires aux lectures et présente les données via une interface compatible SDI-12 à un enregistreur de données.

La sonde est équipée d'un filtre en plastique fritté à faible coût pour minimiser les effets de la poussière et de la saleté sur le capteur. Le filtre est léger et hydrophobe, minimisant ainsi l'effet de la réponse temporelle du capteur. Le boîtier de la sonde est conçu pour résister à une exposition permanente à tous les temps et pour s'adapter à une gamme d'écrans anti-rayonnement, y compris des écrans compacts à moindre coût.

La longueur du câble pour le CS215 est spécifiée lors de la commande du capteur [16].

1.4. Conclusion :

Au début de ce chapitre nous avons définis l'internet des objets (IoT), et la Technologies de L'IoT, par la suit nous avons parlé de Domaines d'application et son fonctionnement et quelques visions et fonctionnalités de L'IoT, En plus nous avons donné une description et des caractéristiques de capteur de température utilisées.



Chapitre II :
Description Générale sur les
Matérielles

2.1. Introduction

Afin d'atteindre les objectifs IoT dont nous avons parlé au chapitre 1 et de créer des pages Web et des applications Android pour s'assurer qu'elles fonctionnent correctement, nous avons besoin de composants.

Dans ce chapitre, nous avons décrit les caractéristiques de ces composants en deux parties, d'abord une partie matérielle contenant plusieurs appareils, puis une partie logicielle concernant la programmation.

2.2. Partie matérielle

2.2.1. Arduino

2.2.1.1. Présentation générale « introduction »

La carte Arduino est une plate-forme électronique gratuite et open source avec Matériel et logiciel faciles à utiliser. Pour toutes les couches de la société. Étudiants et chercheurs [17].

La cartes Arduino sont pouvoir faire de lire les entrées et les convertir en sorties, comme l'activation d'un moteur en lisant un message.

Pour ce faire, vous pouvez utiliser le langage de programmation Arduino (basé sur le câble) et le logiciel Arduino IDE (basé sur traitement).

Voici la fonctionnalité Arduino [17] :

1. Les cartes Arduino sont moins chères que les autres plateformes de microcontrôleurs.
2. 2. Arduino IDE fonctionne sur la plupart des systèmes d'exploitation comme LINUX, Windows ... etc.
3. Arduino IDE est facile à utiliser et programmable. C'est un logiciel open source évolutif et extensible.
4. De plus, des bibliothèques peuvent être facilement ajoutées dans votre code pour réduire et simplifier le travail requis.
5. Enfin, téléchargez le code sur la carte Arduino via un câble USB.

2.2.2. Description de la carte arduino UNO

Arduino UNO est un microcontrôleur contenant :

- ✓ 14 broches numériques E/S.
- ✓ 6 broches de sortie PWM.
- ✓ 6 entrées analogiques.
- ✓ Un oscillateur à cristal de 16 MHz.
- ✓ Une connexion USB.
- ✓ Une prise d'alimentation, un connecteur ICSP.
- ✓ Un bouton de réinitialisation.
- ✓ Atmega16U2 installé et configuré comme un convertisseur USB-série.

"UNO", qui signifie "un" en italien, est une carte Arduino d'entrée de gamme. Uno, également nommé pour marquer la sortie de la version 1.0 d'Arduino. L'Uno et la version 1.0 seront les versions d'Arduino, à l'avenir [17].



Figure 2. 1:Arduino Uno [18].

▪ Caractéristiques Techniques de La carte d'Arduino Uno

Les principales caractéristiques de la carte Arduino UNO sont les suivantes

- Horloge 16 MHz.
- Flash de 32 Ko.
- Mémoire SRAM de 2 Ko.

- 14 broches d'E/S numériques avec résistances pull-up internes (désactivées par défaut, mais peuvent être activées avec la commande `input_pullup`).
- 6 broches d'entrée analogiques, chacune avec une résolution de 10 bits.
- Toutes les broches IO peuvent être connectées via des en-têtes de 0,1".
- La consommation maximale de courant par broche est de 20 mA et le courant maximal pour le boîtier ATmega328 est de 200 mA.
- Tension de fonctionnement :5V.
- Tension d'entrée (recommandée) :7_12V.
- Tension d'entrée (limites) :6 -20V.
- Alimenté via USB (5V @ 500mA) ou à l'aide de la connexion jack cylindrique positive centrale 5,5 mm/2,1 mm Avec une prise DC Barrel, vous devrez utiliser une alimentation 9-12V @ 2A DC comme celle-ci.
- Longueur : 68.6 mm.
- Largeur :53.4 mm.
- Poids : 25g. [2.3]

2.2.3. Description de la carte Arduino Mega

Le Mega 2560 est une carte microcontrôleur grand format basée sur l'ATmega2560. Elle possède 54 broches d'entrée/sortie numériques environ 4 fois plus que la carte Arduino Uno, dont 15 peuvent être utilisées comme sorties PWM, 16 entrées analogiques, 4 ports série matériels UART, un oscillateur à quartz de 16 MHz, une connexion USB, une prise d'alimentation, une tête ICSP et un bouton de réinitialisation. Il contient tout ce qui est nécessaire pour supporter le microcontrôleur ; il suffit de le connecter à l'ordinateur avec un câble USB ou de l'alimenter avec un adaptateur AC / DC ou une batterie pour démarrer [19].



Figure 2. 2:Arduino Mega [20].

▪ Caractéristiques techniques de la carte Arduino Mega

Les principales caractéristiques de la carte Arduino Mega sont les suivantes :

- Microcontrôleur : ATmega2560.
- Tension de fonctionnement : 5V.
- La fréquence :16 MHz.
- Mémoire SRAM : 8 Ko.
- EEPROM : 4 Ko.
- Mémoire flash : 256 Ko.
- Boutons d'E / S numériques : 54 dont 15 fournissent une sortie PWM.
- 16 Pointes d'entrée analogiques.
- Tension d'entrée de recommandé : 7-12V.
- Tension d'entrée (limite) :6-20V.
- Courant CC pour la Broche de 3.3V :50 mA.
- Courant CC pour la Broche d'E/S :20 mA.
- Largeur : 53.3 mm.
- Longueur : 101.52 mm.
- Poids : 37 g.

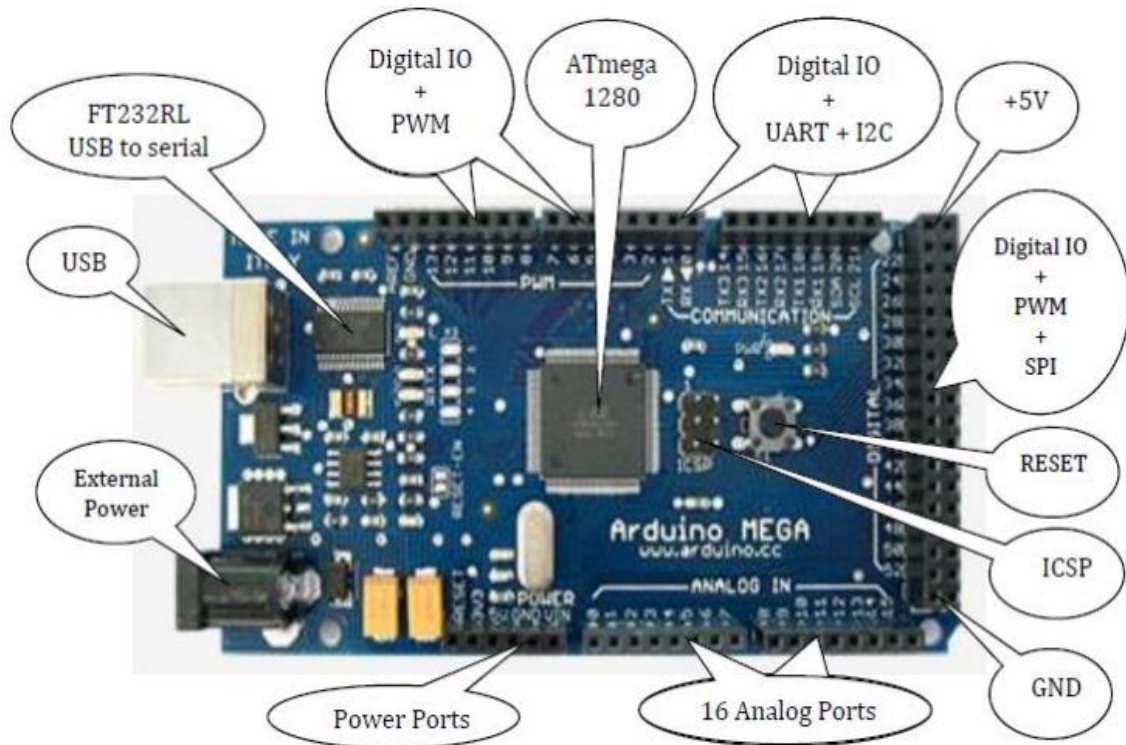


Figure 2. 3:Caractéristiques techniques de la carte [20].

2.2.4. Description de la carte ESP 8266

ESP 8266 est un circuit de microcontrôleur intégré (32-Bit RISC CPU Tensilica Xtensa LX106 à 80 MHz) avec connexion Wi-Fi développé par le fabricant chinois expressif conçu spécifiquement pour les applications IoT. L'interface sans fil Wi-Fi permet la création de points d'accès sans fil, l'hébergement de serveurs, la connexion Internet et le partage de données [21].



Figure 2. 4:Node MCU ESP 8266 [22].

■ **Caractéristiques techniques de la carte ESP 8266**

- ✓ Microcontrôleur : Tensilica 32 bits.
- ✓ Tension de fonctionnement : 3,3 V.
- ✓ Le processeur : 80 MHz.
- ✓ Mémoire FLASH : 4 Mo.
- ✓ SRAM : 64 Ko.
- ✓ Tension d'entrée : 7-12V.
- ✓ 16 Broches d'E/S numériques.
- ✓ Une Broches d'entrée analogiques.
- ✓ UART : 1.
- ✓ SPI : 1.
- ✓ I2C : 1
- ✓ USB-TTL basé sur CP2102 est inclus à bord, permettant Plug n Play
- Antenne PCB.
- ✓ Dimensionnel de la carte esp 8266 49 x 24,5 x 13mm.
- ✓ USB intégré Adaptateur UART série (SiliconLabs CP2102)

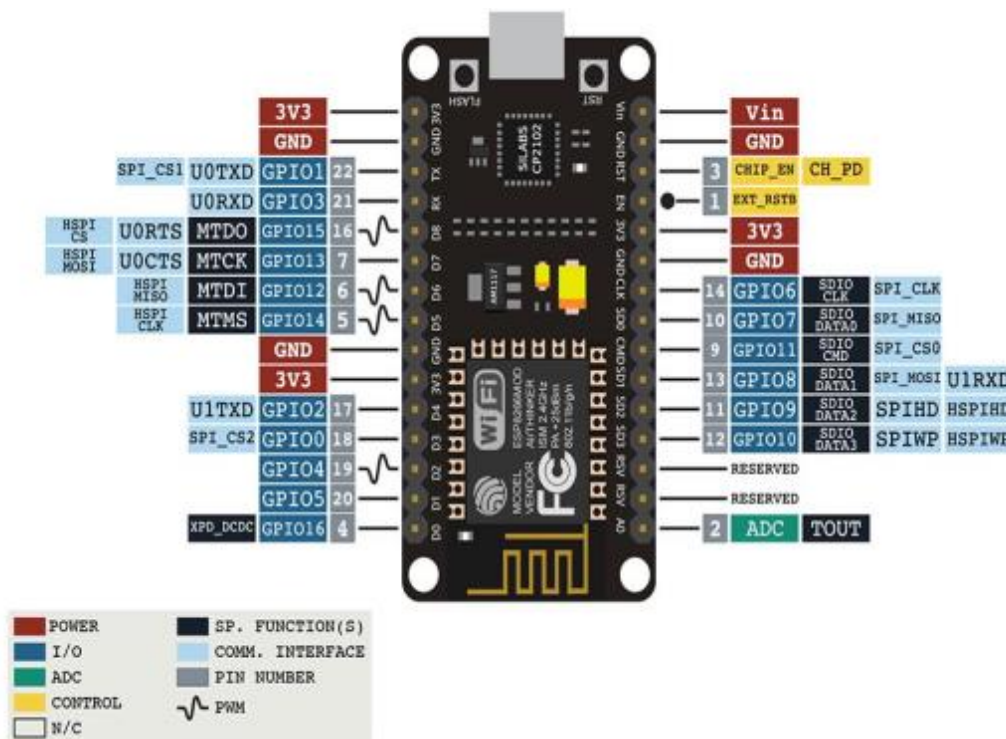


Figure 2. 5:Caractéristiques techniques de la carte esp 82 66 [22].

2.2.5. Description de la carte L'Ethernet Shield

Ethernet Shield vous permet de connecter la carte de contrôle Arduino UNO ou Arduino Mega à l'internet. Cette carte fournit un accès au réseau via le câble RG45. Basé sur le microprocesseur Wiznet W5100 [23].

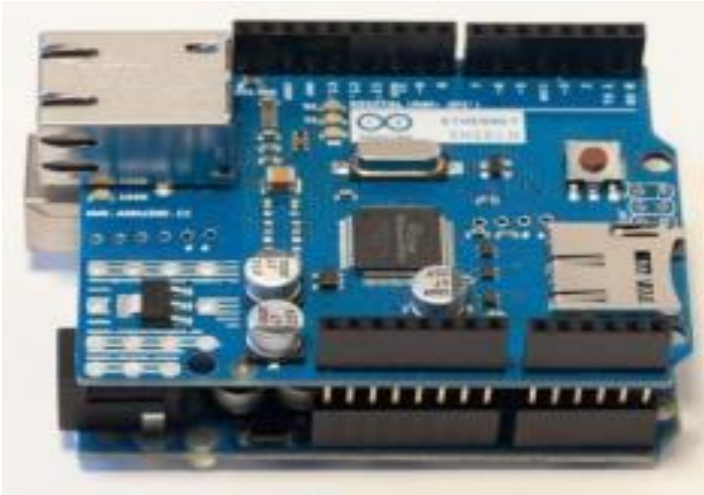


Figure 2. 6: La carte Ethernet Shield. [24]



Figure 2. 7: Le microprocesseur W5100 [24].

▪ Les caractéristiques de l'Ethernet Shield

La carte Ethernet Shield dispose les caractéristiques suivantes :

- ✓ Tension d'alimentation 3V - 5,5 VDC.
- ✓ Tension d'entrée VH : 3 - 5,5 V.
- ✓ Tension d'entrée VL : -0,3 0 0,5 V.
- ✓ Courant : unité de 100 Ma.
- ✓ Taille du circuit imprimé : 55,88 mm X 68,58 mm X 1,6 mm ;
- ✓ Indicateurs : TX, RX, COL, FEX, SPD, LNK.
- ✓ Alimentation : 5V.
- ✓ Protocole de communication : SPI.

▪ Les caractéristiques L'afficheur LCD

Les caractéristiques essentielles de L'afficheur LCD sont [28]:

- ✓ Mode d'affichage : SIN ; BLUB.
- ✓ Format d'affichage : 16 caractères x 2 lignes.
- ✓ Direction d'observation : 6 heures.
- ✓ Données d'entrée : interface 4 bits ou 8 bits disponible.
- ✓ Police d'affichage : 5X8 points.
- ✓ Alimentation : alimentation simple ($5V \pm 10\%$).
- ✓ Schéma de conduite : 1/16 Duty, 1/5Bias.
- ✓ Rétroéclairage (côté) : LED (blanc).

2.2.8. Plaque d'essai

Il s'agit d'une plaque en plastique isolant comportant de nombreux trous. Ces trous sont séparés par 2,54 mm, ce qui est l'espace standard pour les équipements électriques. Il est composé de deux matériaux, un isolant et un conducteur qui relie électriquement les trous entre eux et suit un schéma horizontal ou vertical. Que nous utilisons dans Montage [29].

Une planche à pain (ou breadboard) est un très bon moyen de tester un montage sans effectuer de soudure et de s'assurer rapidement que notre montage est sans erreur.



Figure 2. 11: Plaque d'essai. [29].

2.2.9. Câbles de connexion (jumpers)

Les fils de connexion sont simplement des fils qui ont des broches de connecteur à chaque extrémité, ce qui leur permet d'être utilisés pour connecter deux points l'un à l'autre sans soudure. Les fils de connexion sont généralement utilisés avec des planches à pain et d'autres outils de prototypage afin de faciliter le changement d'un circuit selon les besoins. Assez simple. En fait, cela ne devient pas beaucoup plus basique que les fils de connexion [30].

Les fils de raccordement sont généralement disponibles en trois versions :

- ✓ Mâle à mâle.
- ✓ Mâle à femelle.
- ✓ Femelle à femelle.

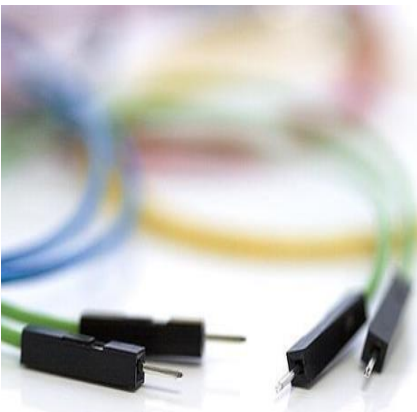


Figure 2. 12: Câble male à male [30].

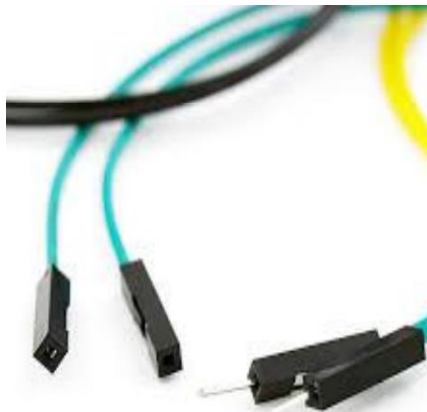


Figure 2. 13: Câble male à femelle [30].



Figure 2. 14: Câble femelle à femelle. [30]

2.3. Partie logicielle

2.3.1. Généralités sur L'IDE d'Arduino

Arduino IDE est un environnement de développement gratuit et open source qui peut être téléchargé depuis le site officiel Arduino, son interface se compose d'un ensemble d'outils de développement qui rendent les cartes Arduino faciles à programmer. En tant qu'environnement de programmation, nous avons utilisé la version 1.8.19 du logiciel Arduino (IDE) pour implémenter et installer notre système.

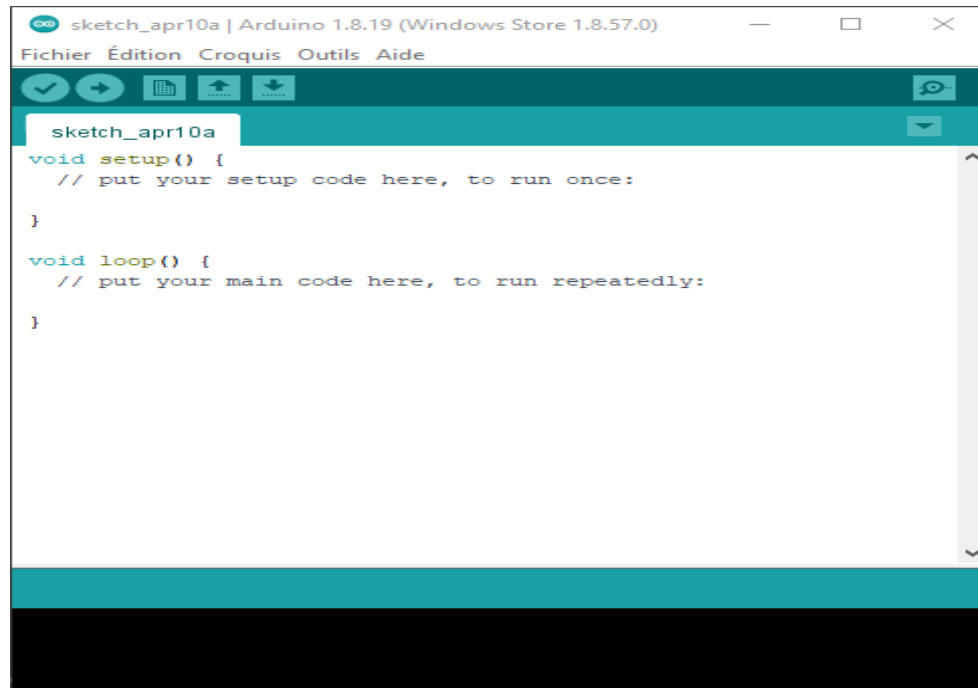


Figure 2. 15: L'interface de l'IDE d'Arduino.

2.3.2. Définition d'IDE Arduino

L'environnement de programme Arduino est un environnement de développement intégré (IDE) dédié au langage Arduino¹. Le logiciel Arduino permet d'écrire des programmes, appelés "sketches", de les connecter et de les transférer à une carte Arduino via USB et contient un moniteur de port série. L'avantage du langage Arduino est qu'il est basé sur le langage C / C++ et supporte toutes les syntaxes courantes du langage C et d'autres outils C++.

En outre, de nombreuses bibliothèques gratuites sont disponibles pour la communication sur les périphériques connectés à la carte (écrans LCD, capteurs, servomoteurs, etc.).

2.3.2.1. Description du logiciel

L'IDE Arduino se compose de 5 parties illustré par la figure 2.16 [31] :

1. Menu toolbar : Ce sont les options de configuration du logiciel.
2. Common fonctions toolbar : Il contient les boutons nécessaires pour la programmation des cartes.
3. Text editor : C'est le bloc qui va contenir le programme créé.
4. Message area : Il aide à corriger les fautes commises dans le programme, C'est le débogueur.

5. Text console.

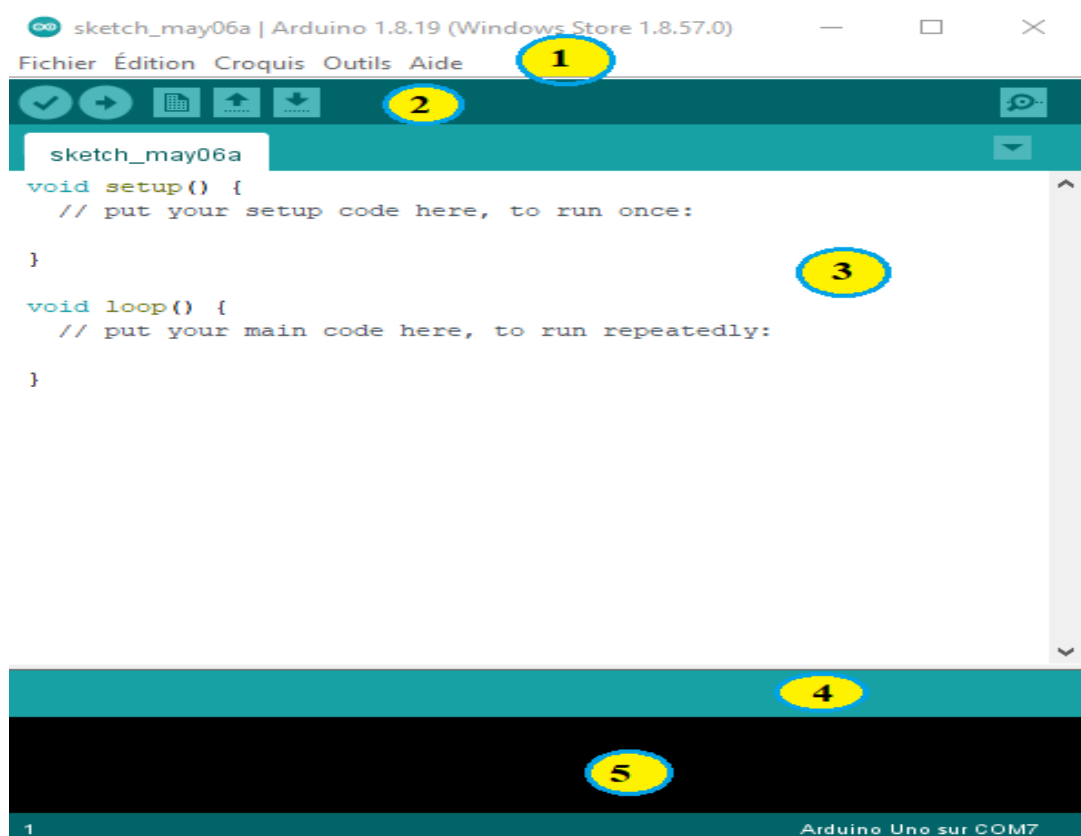


Figure 2. 16 : Les différentes parties de l'interface de l'IDE d'Arduino.

2.3.2.2. Les différents boutons de l'interface de l'IDE d'Arduino

La barre d'outils de l'IDE d'Arduino comporte six boutons :

- ✓ Bouton 1 : Ce bouton permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans le programme écrit.
- ✓ Bouton 2 : Charge (téléverse) le programme dans la carte Arduino sélectionné dans (outils).
- ✓ Bouton 3 : Il permet de crée un nouveau fichier.
- ✓ Bouton 4 : Il permet d'ouvre un fichier déjà enregistré, ou présent dans la liste des exemples fournie par Arduino.
- ✓ Bouton 5 : C'est le bouton de sauvegarde, il permet d'enregistrer le fichier ou d'enregistrer la modification apportée à ce dernier.
- ✓ Bouton 6 : ce bouton ouvre le moniteur série, qui permet de communiquer avec la carte Arduino à travers la liaison série.

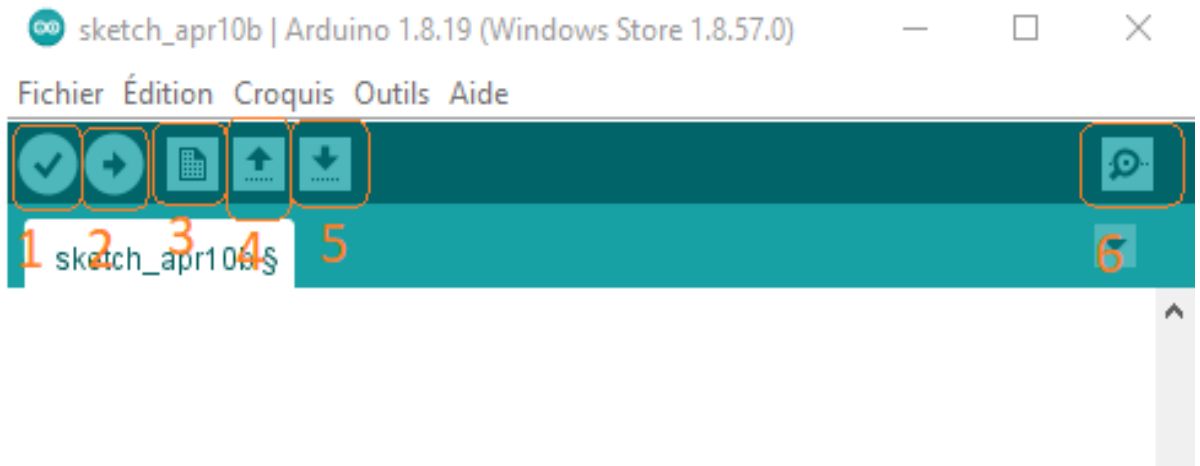


Figure 2. 17: La barre d'outils de l'IDE d'Arduino.

2.3.2.3. Description d'un programme

Un programme Arduino comporte 3 parties :

1. La partie déclaration des variables (optionnelle)
2. : la fonction void setup (): La partie initialisation et configuration des entrées/sorties.
3. : la fonction void Loop (): La partie principale qui s'exécute en boucle.

Chaque section du programme utilise des instructions différentes de la syntaxe du langage Arduino.

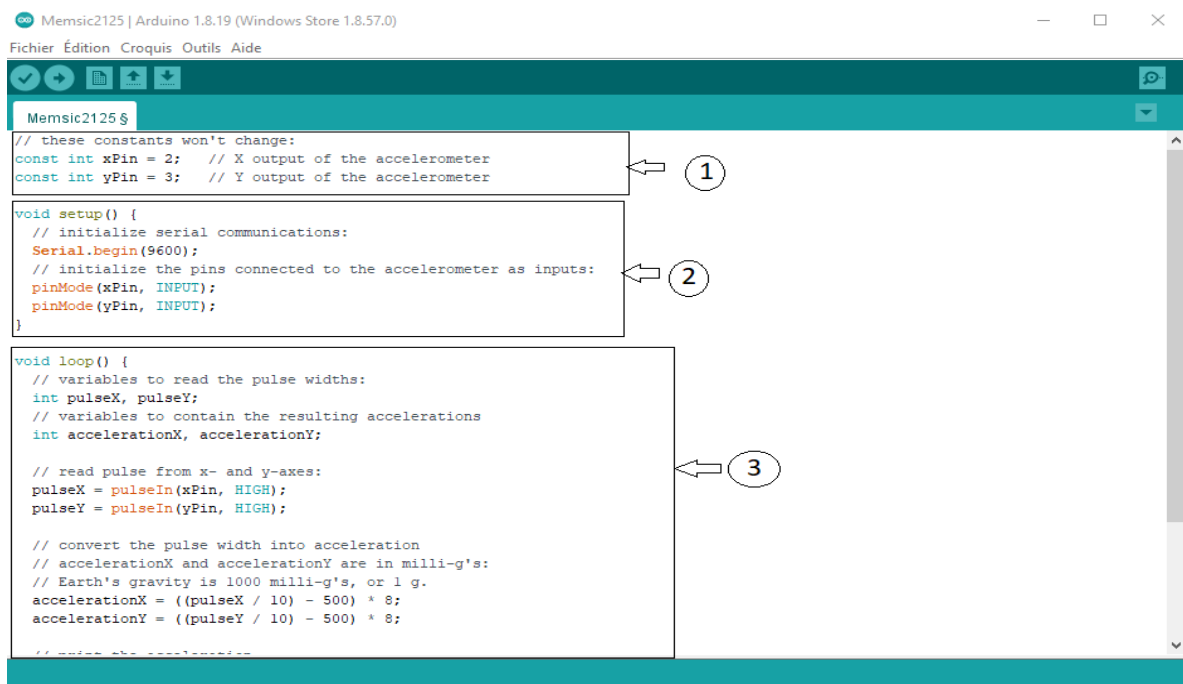


Figure 2. 18: Les différentes parties que comporte un programme Arduino.

2.3.3. Les outils utilisés pour la création de page Web

Pour créer les pages Web de notre projet, nous avons besoin de deux langages de base pour créer des pages Web :

- **Langage HTML**

HTML : « *Hyper Text Markup Language* » C'est un langage de balisage créé en 1989 par l'informaticien Tim Berners Lee. Il est basé sur SGM (Standard Generalized Markup Language), un langage commun qui utilise de nombreuses balises.

Aujourd'hui, la cinquième version du langage HTML est HTML 5. Avec le protocole HTTP « Hyper Text Transfer Protocol » ou URL, c'est l'une des trois inventions majeures du World Wide Web.

Le langage HTML a apporté une véritable révolution à Internet en simplifiant le langage SGM (Standard Generalized Markup). Sur la base d'un système de blocs, les informations peuvent être organisées, décorées et catégorisées pour rendre la navigation fluide et pertinente pour chaque internaute [32].

- **Langage CSS**

CSS : ("*Cascading Style Sheets*" en anglais) est un langage qui permet de gérer le rendu des pages web. Le langage CSS est une recommandation du World Wide Web Consortium (W3C), comme HTML. Les styles permettent de définir des règles qui s'appliquent à un ou plusieurs documents HTML. Ces règles concernent le positionnement, l'alignement, les polices, les couleurs, les marges et espacements, les bordures, les images de fond, etc. des éléments. Le but de CSS est de séparer la structure d'un document HTML de sa présentation. CSS améliore également l'accessibilité des documents Web [33].

Nous pouvons écrire la langue HTML et CSS à travers le logiciel suivant :

1. Visual Studio Code
2. L'IDE d'Arduino

2.3.4. Création de l'application Android

2.3.4.1. Définition d'Android :

Android est un système d'exploitation mobile développé par Google. Il est utilisé par plusieurs smartphones et tablettes.

Le système d'exploitation (OS) Android est basé sur le noyau Linux. Contrairement à IOS d'Apple, Android est open source, ce qui signifie que les développeurs peuvent modifier et personnaliser le système d'exploitation de chaque téléphone. Par conséquent, différents téléphones basés sur Android ont tendance à avoir des interfaces graphiques différentes, même avec le même système d'exploitation [34].

2.3.4.2. Application utilisant MIT App Inventor :

L'environnement en ligne MIT App Inventor permet le développement rapide d'applications Android pour les appareils mobiles, en utilisant la programmation graphique et les événements orientés objet.

2.3.4.2.1. Structure d'un IDE App Inventor :

L'IDE App Inventor est composée de deux interfaces [35], [36] :

1. Interface de design.
2. Interface des blocks.

➤ Interface de design :

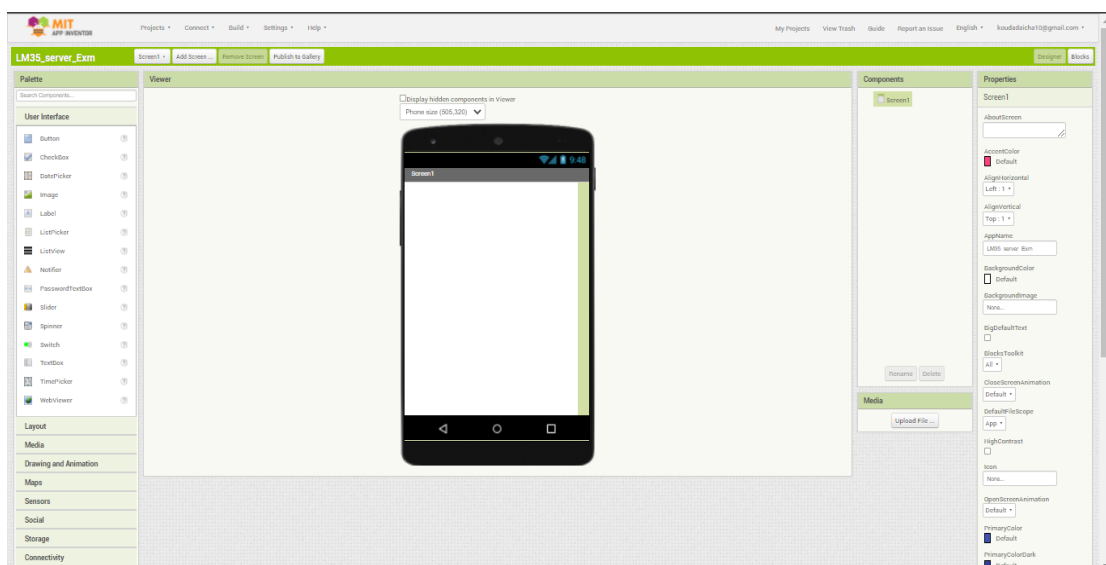


Figure 2. 19: L'interface design est composée de Cinq zones.

1. Zone Palette : C'est la zone où se trouvent tous les éléments qui composent l'application.

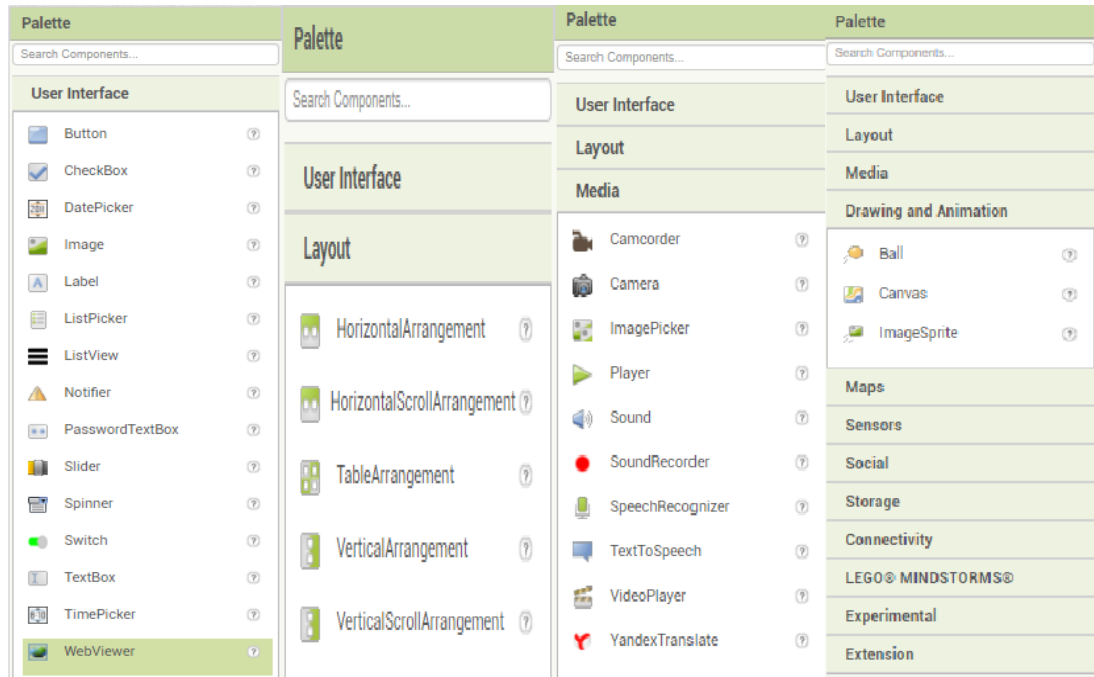


Figure 2. 20: Composants design de la palette.

1. La zone Viewer : là où l'écran est affiché, il donne un aperçu visuel de l'application "Add Screen ... ", cliquez sur ce bouton pour ajouter plusieurs écrans.
2. La zone component : Les éléments ajoutés à l'écran apparaîtront dans cette interface sous forme d'arborescence.
3. La zone Media : Cliquez sur "upload file" pour télécharger des médias (sons, images, etc.) et les insérer dans l'application.
4. La zone Propriétés : C'est la zone de réglage des propriétés (alignement, couleur, etc.) de chaque élément.

➤ Interface blocks :

Après avoir terminé la conception, il faut lancer l'éditeur de blocs afin de mettre en œuvre la programmation associée aux différents objets L'éditeur de blocs illustré dans la figure ci-dessous comporte deux zones [36]:

1. La zone Blocks : vous trouverez ici tous les blocs nécessaires à la programmation, qui à leur tour se composent de deux parties :
 - Bult-in : Ce sont des fonctions prédéfinies (tests, boucles, opérations logiques, etc.).
 - Éléments placés dans le concepteur.

2. La zone Viewer : il s'agit de l'espace de travail pour organiser les blocs. Tester application.

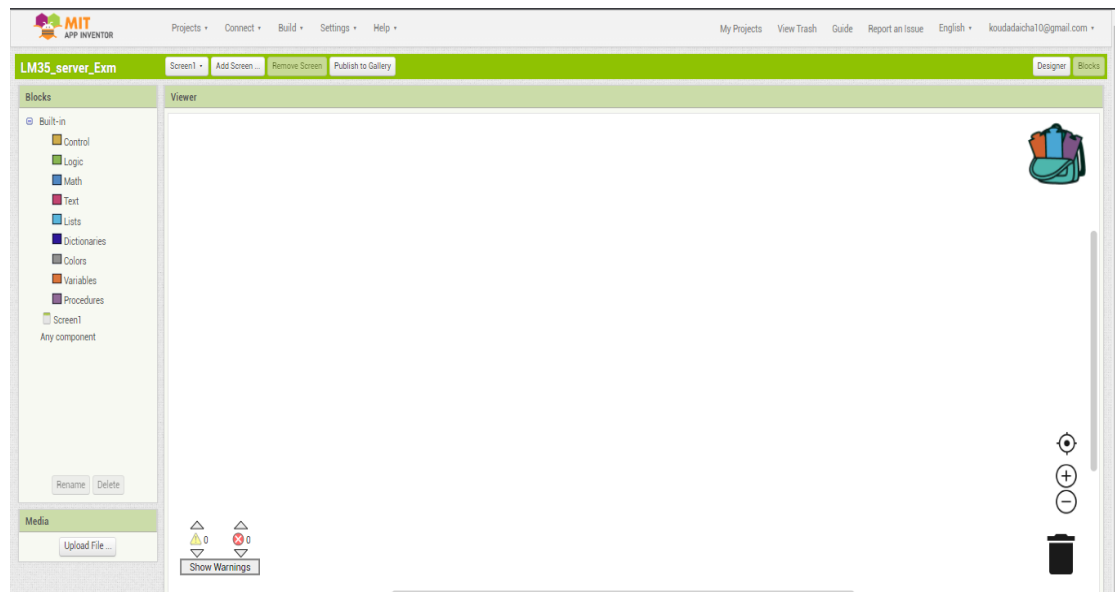


Figure 2. 21:Interface des blocs d'App Inventor.

App Inventor propose trois modes de connexion, appuyez sur " connect" [36] :

- Connectez votre téléphone via USB.
- Connectez-vous au Wifi et testez avec un appareil Android avec l'application "AI Companion" installée. L'option AI Companion devrait faire apparaître une fenêtre contenant un code QR, lancer l'application sur votre smartphone et saisir, ou scanner, ou saisir manuellement ce code pour que l'application puisse se lancer.
- Tester avec un simulateur.

➤ **Pourquoi MIT App Inventor :**

On a mentionné que nous avons choisi de travailler avec App Inventor pour les raisons suivantes :[36]

- Il s'agit d'un logiciel très bien documenté.
- Prise en main rapide pour les gens non spécialisés.
- Environnement simple et efficace.
- Pas de langage à apprendre, donc pas de risque d'erreur syntaxique.
- Logiciel libre, gratuit, et multiplateforme.

2.4. Conclusion

A la fin de ce chapitre, nous avons évoqué les composants nécessaires à la réalisation de notre projet, en partant de la partie matérielle comprenant la carte Arduino (UNO/Mega) et carte réseau (ESP 8266/Ethernet Shield), un capteur de température (LM 35), une plaque d'essai, câbles de liaison (Jumper) et LCD ; puis passé à la partie logicielle représentée par l'IDE ARDUINO et le langage HTML et CSS.IDE App Inventor et sa version.

Dans le chapitre suivant, nous aborderons les pages Web et les applications (mise en œuvre du projet).



Chapitre III :
Conception et Réalisation

3.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons commencer à réaliser le système spécial de mesure de la température, à travers deux méthodes différentes, sans fil « Wi-Fi » à l'aide d'une carte WI-FI ESP 8266 et câblée à l'aide d'une carte Arduino Mega /Ethernet-Shield, puis nous allons concevoir la page Web dans les deux langues suivantes HTML et CSS pour afficher les résultats de mesure via un le programme Arduino IDE.

3.2. Schéma synaptique de système

Le schéma synaptique suivant va nous permettre de mieux comprendre le fonctionnement global du système étudié. Le système de mesure se compose de deux parties principales : transmission et réception.

La partie transmission se compose d'un capteur de température LM 35 et de deux types différents d'unités de communication : La première méthode Wi-Fi qui dépend de la communication à distance et à travers l'unité WI-FI ESP 8266 et La deuxième méthode est le câble à travers Arduino Mega/Ethernet-Shield.

La partie réception « Affichage » concerne la page web créée par les deux langues suivantes :HTML et CSS. Le schéma du système apparaît à la figure 3.1:

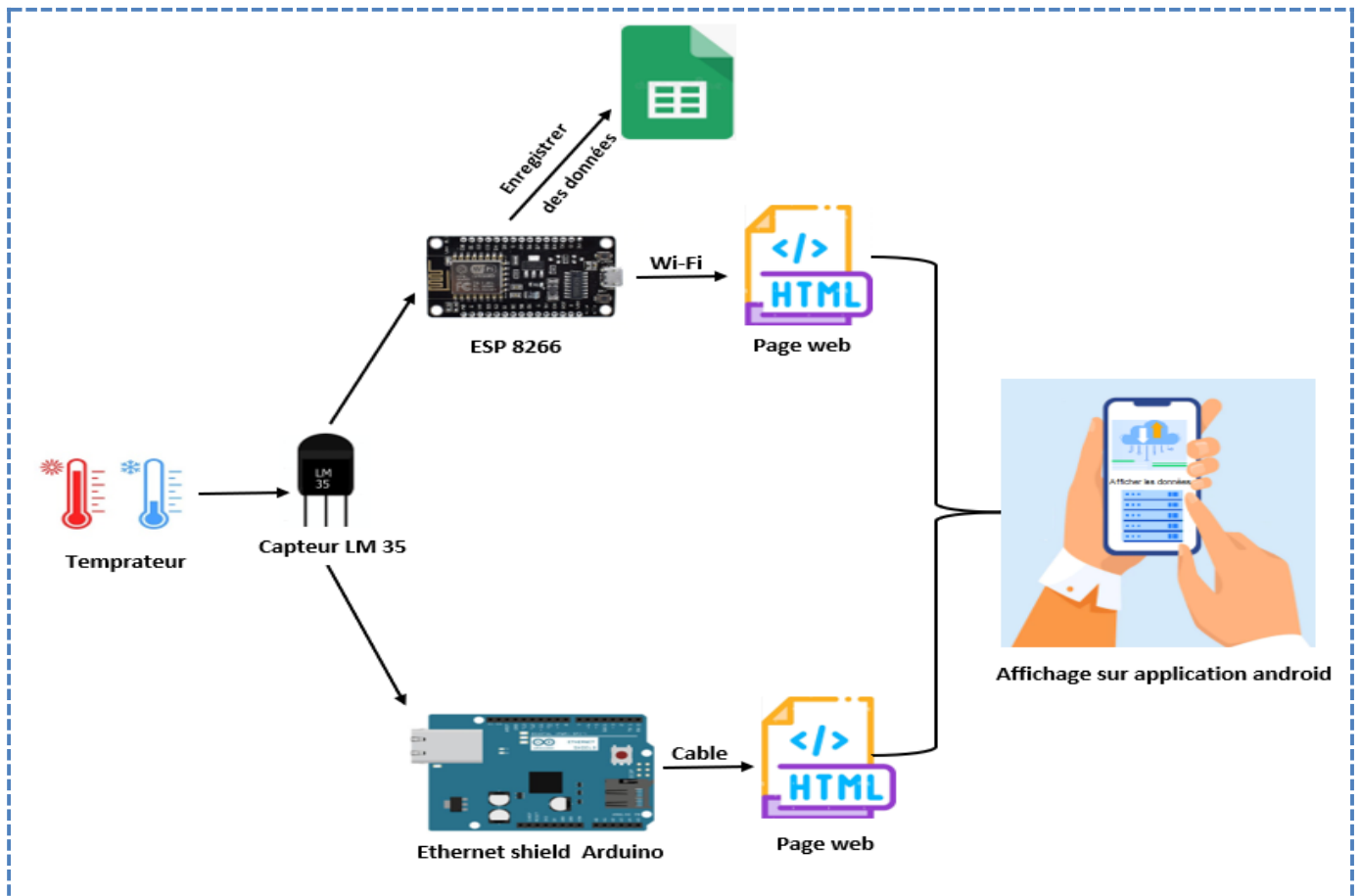


Figure 3. 1: Schéma synaptique de système.

3.3. L'implémentation de notre système

3.3.1. Formule utilisée

Il y a quatre formules ont été utilisées pour calculer la température en degrés Celsius, puis transformée en Fahrenheit :

$$\text{Sensor integre value} = \text{analogRead}(A_0) \dots (3.1)$$

$$\text{Sensor voltage reel} = \text{sensor integre value} * \frac{5 \cdot 10^3}{1023} \dots (3.2)$$

$$\text{Temperature } (^{\circ}\text{C}) = \frac{\text{Sensor voltage reel}}{10 \text{ mV}} \dots (3.3)$$

$$\text{Temperature } (F) = \text{Temperature } (^{\circ}\text{C}) \times 1.8 + 32 \dots (3.4)$$

La fonction `analogRead()` est utilisée pour lire la valeur sur cette entrée analogique.

Le tableau suivant représente l'évolution des deux valeurs : Sensor intègre value et Sensor voltage réel En changeant le type de carte ESP 8266 et arduino Mega

Carte	ESP8266	Arduino Mega
Paramètres		
Sensor intègre valeur	0 1023	0 1023
Sensor voltage réel	0V_3.3V	0V_5V

Tableau 3. 1: paramètres de formule utilisée

3.3.2. Affichage sur L'afficheur LCD :

Avant de concevoir notre page Web, nous affichons d'abord la température en « Celsius °C et Fahrenheit °F » sur l'afficheur LCD de type 16*2.

Pour ce faire, nous avons connecté le capteur de la température LM 35 à la carte Arduino UNO via la broche analogique A0.

Comme nous avons programmé la carte Arduino via le programme Arduino EDI, et pour cela nous avons utilisé la bibliothèque suivante :

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

Pour d'identifier l'afficheur LCD. La figure suivante va représenter la réalisation de ce système.

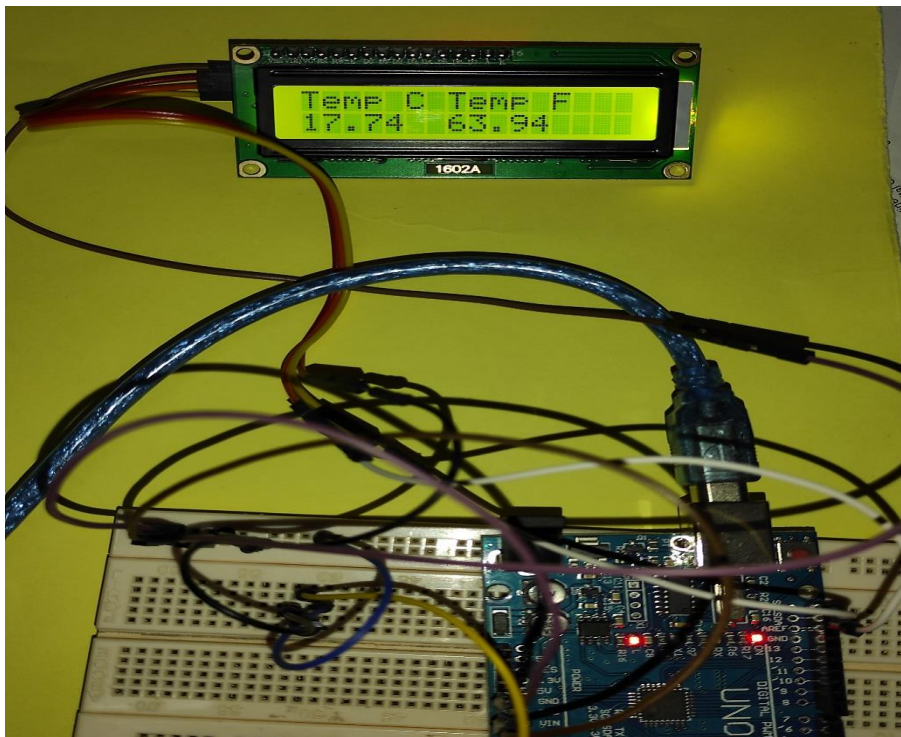


Figure 3. 2: affichage de température en Celsius et Fahrenheit sur l'afficheur LCD.

3.3.3. Méthode Wi-Fi par carte Wi-Fi ESP 8266

Pour de créer une page web pour la surveillance de la température basée sur la méthode sans fil Wi-Fi. Par microcontrôleur Wi-Fi ESP 8266 et capteurs de température LM 35.

Alors que le développement de la page Web a été fait uniquement en utilisant le HTML 5 et CSS 3, Cette page web fournit un guide utile pour la surveillance de la température sur le smartphone HTML ou la page de l'ordinateur portable via l'adresse IP.

La figure (3.3) suivant qui représentait le système de méthode sans fil « Wi-Fi ».

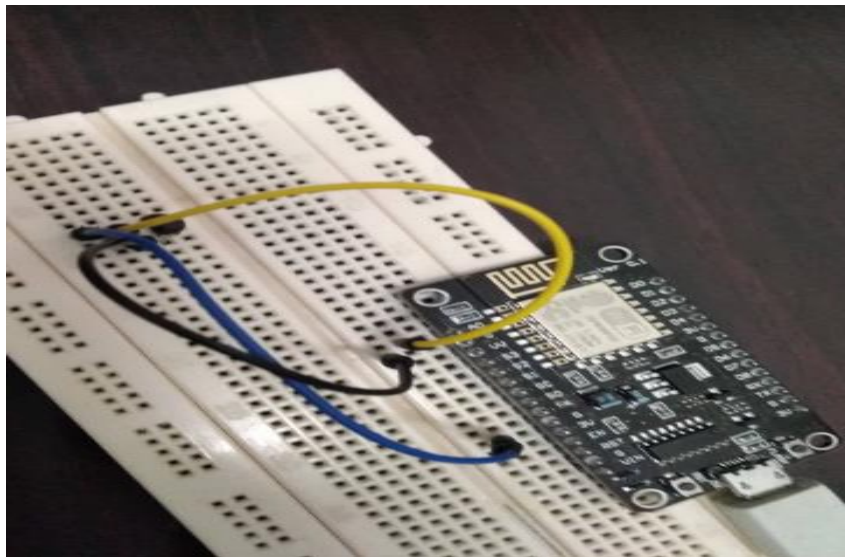


Figure 3. 3:système de Méthode sans fil « Wi-Fi ».

3.3.3.1. Créer une page Web carte Wi-Fi ESP 8266

La programmation du module ESP 8266 a été réalisée dans l'environnement IDE Arduino en utilisant C++. Pour connecter l'ESP 8266 au Wi-Fi.

Nous devons passer par plusieurs étapes dans la programmation du serveur Web qui permettent de créer une page Web accessible depuis n'importe quel navigateur Internet en entrant l'adresse IP du module ESP 8266. Ces étapes sont les suivantes :

- ✓ Étape 01 : consiste à inclure la bibliothèque Wi-Fi dans le sketch Arduino comme suit :

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

- ✓ Étape 02 : Créer deux variables pour sélectionner SSID (identifiant du réseau Wi-Fi) qui vous permet de connaître les réseaux Wi-Fi comme suit :

```
const char ssid = "*****";
```

```
const char password = ".....";
```

- ✓ Etape 03 : Nous avons créé un exemple contenant le serveur web dans le port 80 qui est le port standard pour les pages web via les instructions :

```
WiFiServer server(80);
```

- ✓ Le serveur web démarre à l'exécution après la connexion de l'ESP8266 au WiFi via les instructions suivantes :

```
WiFi.begin (ssid, password);
```

- ✓ Lorsque le serveur est disponible, les méthodes `client.println()` et `client.print()` sont utilisées pour envoyer du texte au navigateur.
- ✓ Etape 04 : ont été utilisés HTML 5 et CSS 3 uniquement pour créer une page Web qui permet la surveillance de la température en degrés Celsius et Fahrenheit via :
 - Thermomètre numérique.
 - Barre de progression.
- ✓ Étape 05 : Cette page a été mise à jour (actualisé) Page toutes les 10 s en suivant les instructions :

```
client.println ("Refresh: 10");
```

Le Tableau 3.2 contient la partie du logiciel responsable de l'affichage de la page Web sur n'importe quel navigateur.

```
webPage += "<!DOCTYPE html>";
webPage += "<html>";
webPage += "<head>";
webPage += "<meta http-equiv=\"refresh\" content=\"10\">";
webPage += "<meta name=\"viewport\" content=\"width=device-width, initial-
scale=1\">";
webPage += "<link
href=\"https://use.fontawesome.com/releases/v5.7.2/css/all.css\" rel=\"stylesheet\">";
webPage += "<title>ESP8266 -LM 35 Sensor</title>";
webPage += "</head>";
webPage += "<style>";
webPage += "body {font-family: monaco, Consolas;
    \"background-color: #FFFFFFE0;\"
    \"color: blue;}";
```

```

webPage += "  h2 { text-align: center; "
          "    border-style: solid; "
          "    border-color: coral; }";
webPage += "  h3 { text-align: center; "
          "    border-style: solid; "
          "    border-color: coral; }";
webPage += "  p { font-size: 1rem; "
          "color: green;"
          "text-align: center;"
          "background-color: #FFFFE0;}"
          "  .units { font-size: 1rem; "
          "    color: blue; }          "
          ".dht-labels{"
          "font-size: 1.5rem;"
          "vertical-align:middle;"
          "padding-bottom: 15px;}";

webPage += "img.urerms {\n position: absolute;\n bottom: 0;\n right:0;\n }";
webPage += "img.univ {\n position: absolute;\n bottom: 0;\n left:0;\n }";

//webPage += "img.univ { position: absolute;"
//          " bottom: 0;"
//          " right:0;}";

//webPage += "  p { font-size: 2.0rem; }"
//          "  .units { font-size: 1.2rem; }"
//          "font-size: 1.5rem;"
//          "vertical-align:middle;"
//          "padding-bottom: 15px;}";
//
webPage += "</style>";
webPage += "<body>";
webPage += "<h2>ESP8266 IOT with LM 35 Temperature Sensor </h2>";

```

```

webPage += "<h3>Digital Thermometer</h3>";
webPage += "<hr>";
webPage += "<p>\n<i class=\"fa fa-thermometer-half\" style=\"font-
size:2.0rem;color:#62a1d3;\"></i> \n<span class=\"dht-labels\">Temperature in Celsius :
</span> \n<span id=\"TemperatureValue\"> + String(temp_C ) + \"</span>\n<sup
style=\"color:red;\" class=\"units\">&deg;C</sup>\n</p>";
webPage += "<p>\n<i class=\"fa fa-thermometer-half\" style=\"font-
size:2.0rem;color:#ff6347;\"></i> \n<span class=\"dht-labels\">Temperature in
Fahrenheit : </span> \n<span id=\"TemperatureValue\"> + String(temp_F) +
\"</span>\n<sup style=\"color:blue;\" class=\"units\">&#8457;</sup>\n</p>";
webPage += "<hr>";
webPage += "<h3>Progress Bar</h3>";
webPage += "<h4 style='text-align: center;color: #ff6347;border:2px solid
Violet;'>Celsius &deg;C</h4> ";
webPage += "<center><progress style='width: 40%;height: 2.5rem;background-
image:red;text-align: center;position: relative;color: red;' value='"+ String(temp_C) +'\"
max='100'></progress></center>";
webPage += "<h4 style='text-align: center;color: #ff6347;border:2px solid
Violet;'>Fahrenheit &#8457;</h4>";
webPage += "<center><progress style='width: 40%;height: 2.5rem;background-
image:red;text-align: center;position: relative;color: red;' value='"+ String(temp_F) +'\"
max='150'></progress></center>";
webPage += "<center><img class=\"urerms\"
src=\"https://icreata.net/assets/img/supporters/8.jpg\" alt=\"URERMS\" width=\"50\"
height=\"50\"></center>";
webPage += "<center><img class=\"univ\" src=\"https://www.univ-adrar.edu.dz/wp-
content/uploads/2022/03/logo-univ3.png\" alt=\"Univ\" width=\"50\"
height=\"50\"></center>";
webPage += "</body>";
webPage += "</html>";

```

Tableau 3. 2 : Partie du programme qui est responsable de l'affichage de la page Web.

3.3.3.2. Réalisation et Résultats

Pour réaliser que l'ESP 8266 est connecté au capteur de température LM 35 via la broche analogique A0, le système ESP 8266 avec LM 35 est présenté à la figure 3.3.

Avant de donner une visualisation de la température sur une page Web via Wi-Fi via le capteur ESP 8266 et LM 35, vous devez obtenir l'adresse IP, qui sera affichée dans l'interface série de l'IDE Arduino.

La température (Celsius et Fahrenheit) sera affichée en temps réel toutes les 2 secondes via le port (COM 8).

Afin de confirmer le bon fonctionnement du système. Dans notre travail, la connexion Internet du point d'accès Wi-Fi du Smart-phone a été utilisé. L'adresse IP privée fournie était 192.168.43.243 qui permet d'accéder à la page Web dans le Smart-phone et l'ordinateur portable (PC).

Les deux figure (3.4, 3.5) suivants affichent la page Web sur votre ordinateur et smartphone.

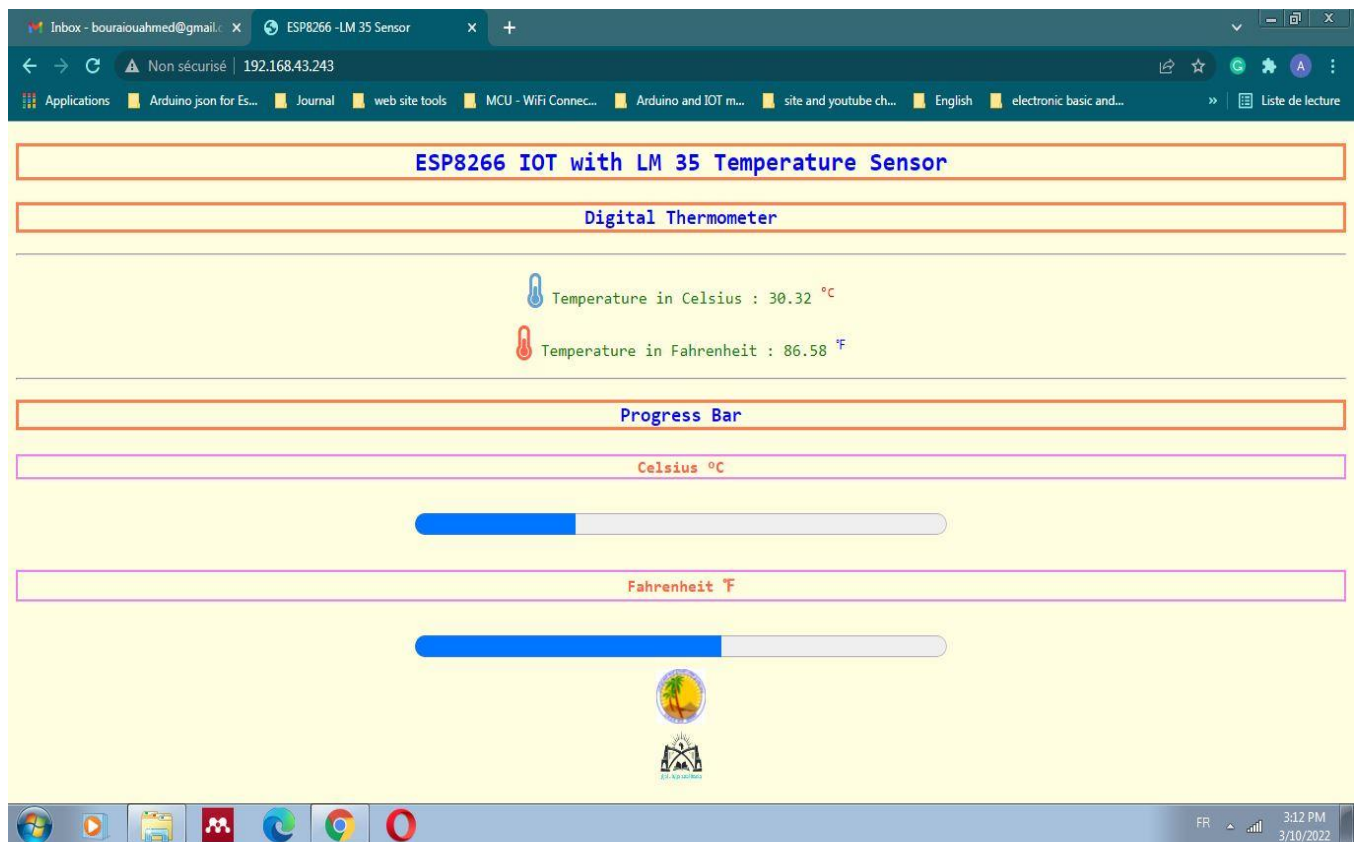


Figure 3. 4: affichage de température en degré en Celsius et Fahrenheit sur page web d'une Méthode sans fil « Wi-Fi » sur PC.

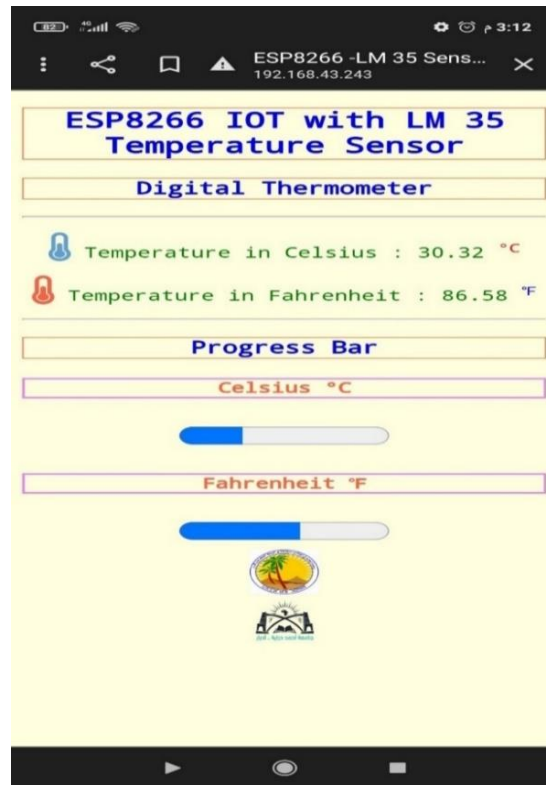


Figure 3. 5: affichage de température en degré Celsius et Fahrenheit sur page Web d'une Méthode sans fil « Wi-Fi » sur smart-phone.

3.3.4. Méthode câblée par Arduino Mega /Ethernet-Shield

L'affichage de la température sur un navigateur Web à l'aide d'un Ethernet-Shield et d'un capteur LM 35 basé sur Arduino Mega se fait sur un réseau local entre l'ordinateur PC et la carte Arduino.

La figure (3.6) suivante qui représentait le système méthode câblée.

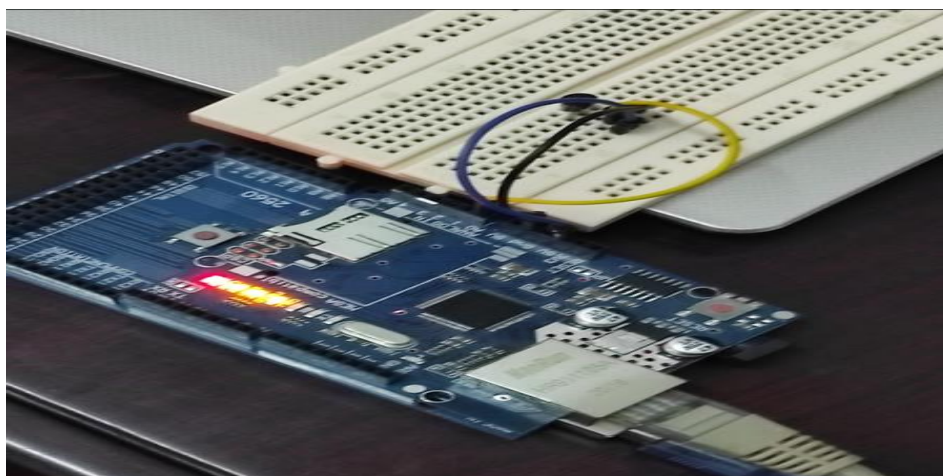


Figure 3. 6: système de la car câble.

3.3.4.1. Créer une page Web avec Arduino /Ethernet -Shield

Pour créer et afficher une page Web pour Ethernet-Shield, nous devons effectuer deux étapes nécessaires :

- *Étape 01 : code source.*

La première consiste à connecter le module Ethernet Shield à la carte arduino Mega, puis à configurer l'Arduino Ethernet Shield en tant que serveur HTTP avec une adresse IP fixe de 192.168.0.11, permettant à l'Arduino Mega de communiquer sur le réseau local câblée.

Les principales actions suivantes requises sont Initialiser les bibliothèques Ethernet dans sketch Arduino comme :

#include <SPI.h> : Bibliothèque communication en SPI avec le Shield Ethernet.

#include <Ethernet.h> : Bibliothèque de communication Ethernet sur un réseau local.

- ✓ Entrez l'adresse IP et MAC de l'Ethernet Shield comme suit :

byte mac[] = { 0x10, 0x11, 0x12, 0x13, 0x14, 0x15}.

IPAddress ip(192,168,0, 11)

- ✓ La fonction serveur est assignée à l'Ethernet Shield le port 80 via l'instruction ci-dessous :

EthernetServer server(80)

- ✓ Démarrez la connexion Ethernet et le serveur avec l'adresse MAC et l'adresse IP via :

Ethernet.begin(mac, ip)

Dans ce travail, seuls les html 5 et CSS 3 ont été utilisés pour créer la page Web qui permet d'afficher la température en degrés Celsius °C et Fahrenheit °F via :

- ✓ Affichage numérique « Digital display ».
- ✓ Barre de progression « Progress bar ».

Cette page a mis à jour (actualisé) la page toutes les 10 secondes à l'aide de l'instruction

client.println("Refresh: 10").

À la fin de cette étape, il passera à la partie du programme responsable de l'affichage de la page Web sur n'importe quel navigateur.


```

client.println("<!DOCTYPE HTML>");
client.println("<html>");
client.println("<title >Arduino Webserver-LM 35 Temperature Sensor</title>");
client.println("<body style='background-color:rgba(187, 212, 151, 0.3); font-family: Arial, Helvetica, Sans-Serif; '>");
client.println("<h1 style='text-align: center;Color:green;'>Arduino Webserver-Ethernet shield-LM 35 Temperature Sensor </h1 >");
client.println("<hr>");
client.print("<h2 style='text-align: center;Color:red;'>Degree Celsius</h2>");
client.println("<hr>");
client.println("<br>");
client.println("<table border='2' align='center' width='500' height='50' style='text-align: center;color:purple;'><tr><th>Temperature </th> <th>"+String(temp_C)+" &#8451;</th></tr></table>");
client.println("<br>");
client.println("<center><progress style='width: 50%;height: 3.5rem;background-image:red;text-align: center;position: relative;color: red;' value='"+ String(temp_C) +" max='100'></progress></center>");
client.println("<hr>");
client.print("<h2 style='text-align: center;Color:red;'>Degree Fahrenheit</h2>");
client.println("<hr>");
client.println("<br>");
client.println("<table border='2' align='center' width='500' height='50' style='text-align: center;Color:red;'><tr><th>Temperature </th> <th>"+String(temp_F) +" &#8457;</th></tr></table>");
client.println("<br>");
client.println("<center><progress style='width: 50%;height: 3.5rem;background-image:red;text-align: center;position: relative;color: red;' value='"+ String(temp_F) +" max='150'></progress></center>");
client.println("</body>");
client.println("</html>");

```

Tableau 3. 3: programme responsable de l'affichage de la page Web.

- *Étape 02 : Configuration de PC*

Définissez l'adresse IP et le masque de sous-réseau de l'ordinateur PC comme :

- ✓ Adresse IP de l'ordinateur : 192.168.0.9
- ✓ Masque de sous-réseau de l'ordinateur : 255.255.255.0

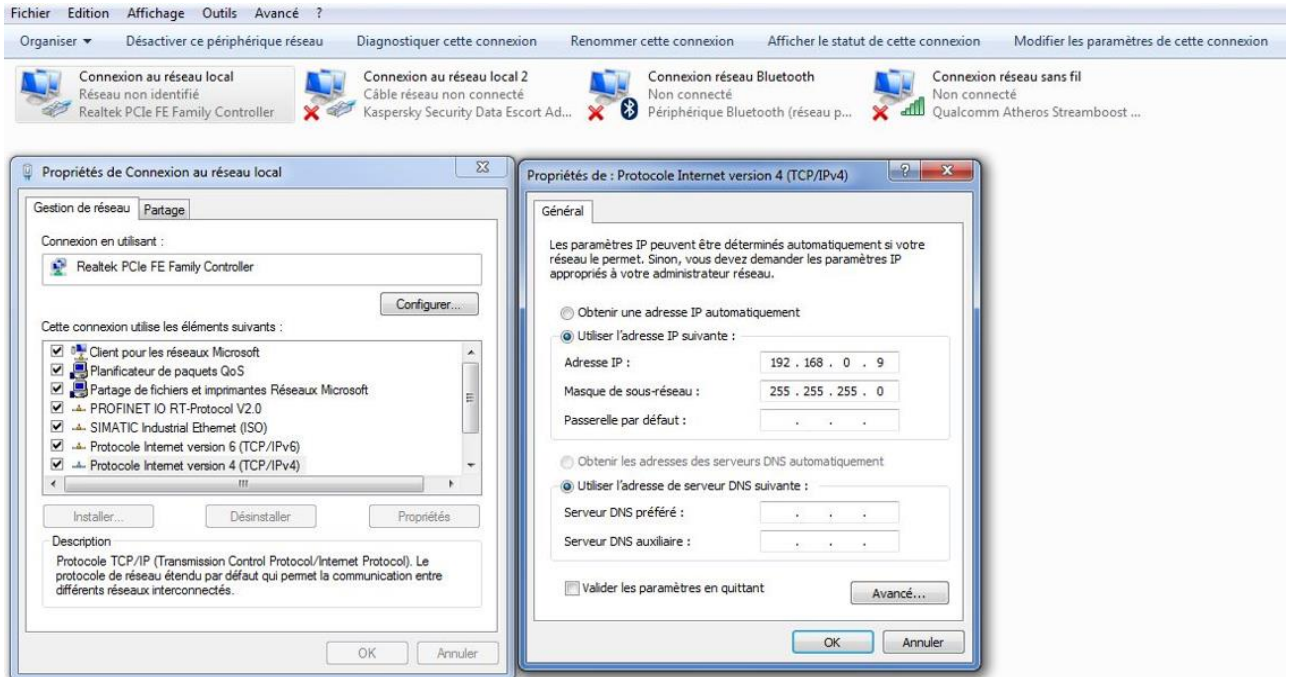


Figure 3. 7: Configuration de l'ordinateur PC.

3.3.4.2. Réalisation et Résultats

L'Arduino Mega 2560 connecté au capteur de température LM 35 via la broche analogique A0.

Avant de donner le résultat de la visualisation de la température sur la page Web via la plateforme via la connexion Ethernet câble, vous devez obtenir l'adresse IP (192.168.0.11), puis la mettre sur l'URL pour afficher la page Web.

Les résultats d'affichage de la température sur le navigateur Google Chrome sont illustrés à la figure 3.8.

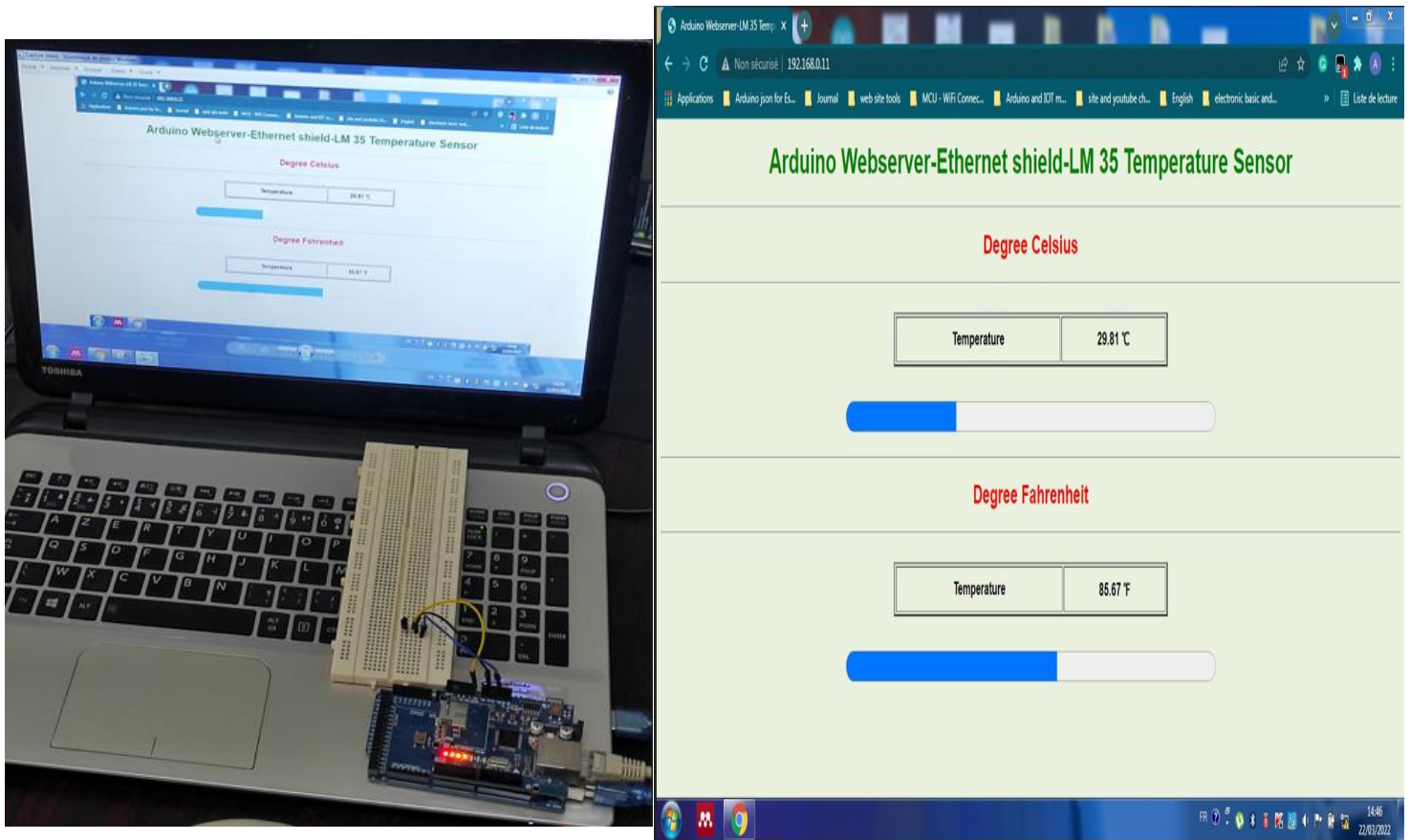


Figure 3. 8: Affichage température en degré Celsius et Fahrenheit sur page Web d'une Méthode câblée sur ordinateur portable (PC).

3.4. Collection de données

L'objectif de cette partie est la collection des données à travers d'enregistrement de la mesure de la température.

Nous avons créé le système capable de collecter des données de température à l'aide ESP 8266 et interface de l'Internet (cloud) google Sheets.

The screenshot shows a Google Sheets spreadsheet titled 'Data_Im35'. The spreadsheet contains a table with the following data:

	A	B	C	D
1	date	time	temperature_C	temperature_F
2	2022-03-27	19:40:53	29.03	84.26
3	2022-03-27	19:40:55	29.03	84.26
4	2022-03-27	19:40:58	29.03	84.26
5	2022-03-27	19:41:01	29.03	84.26
6	2022-03-27	19:41:03	29.03	84.26
7	2022-03-27	19:41:06	29.35	84.84
8	2022-03-27	19:41:09	29.03	84.26
9	2022-03-27	19:41:11	29.03	84.26
10	2022-03-27	19:41:14	29.03	84.26
11	2022-03-27	19:41:16	29.03	84.26
12	2022-03-27	19:41:19	29.03	84.26
13	2022-03-27	19:41:21	29.03	84.26
14	2022-03-27	19:41:24	29.35	84.84
15	2022-03-27	19:41:26	29.03	84.26
16	2022-03-27	19:41:29	29.03	84.26
17	2022-03-27	19:41:31	29.35	84.84
18	2022-03-27	19:41:34	29.03	84.26
19	2022-03-27	19:41:36	29.03	84.26
20	2022-03-27	19:41:39	29.03	84.26
21	2022-03-27	19:41:41	29.03	84.26
22	2022-03-27	19:41:44	29.03	84.26

Figure 3. 9: Exemple de données stockées dans Google Sheets.

3.5. Application Android

Nous créons une application mobile pour ce système de surveillance de la température. L'application affiche les données de la page Web pour ESP 8266 et Collecte de données.

3.5.1.1. Création de l'application Android

Pour utiliser l'IDE App Inventor :

1. Il faut d'abord créer un compte Gmail, puis aller sur le site :

<http://ai2.appinventor.mit.edu/>

Il est possible d'utiliser une version offline. Lors de l'ouverture de l'IDE, on obtient la fenêtre suivante :

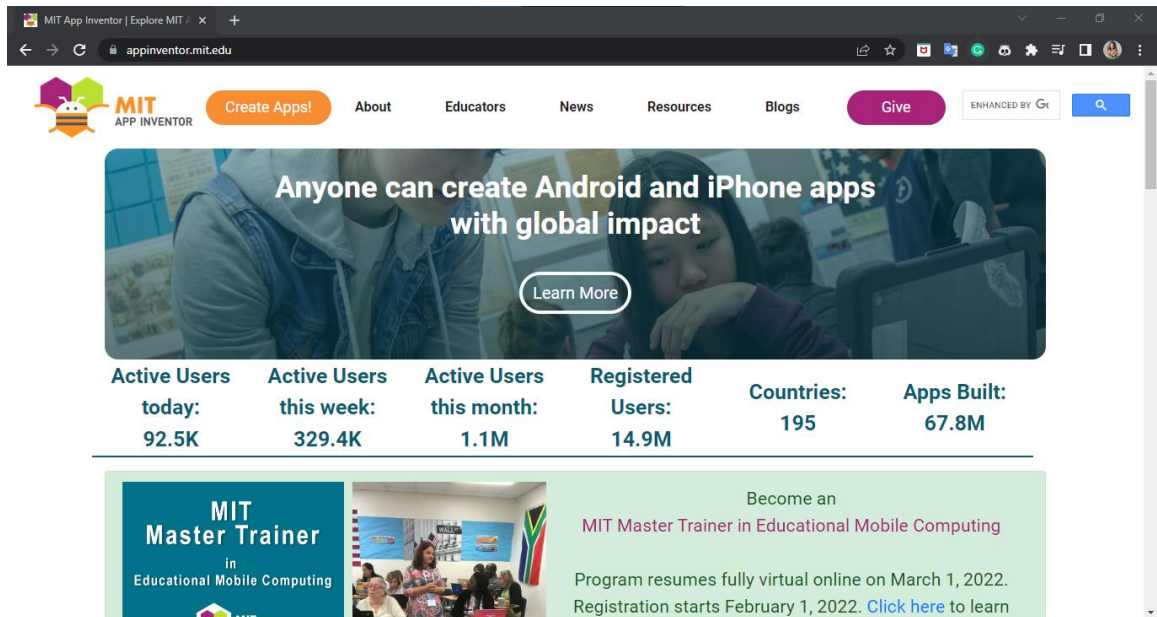


Figure 3. 10: Site MIT App Inventor.

1. Ouvrir Projets

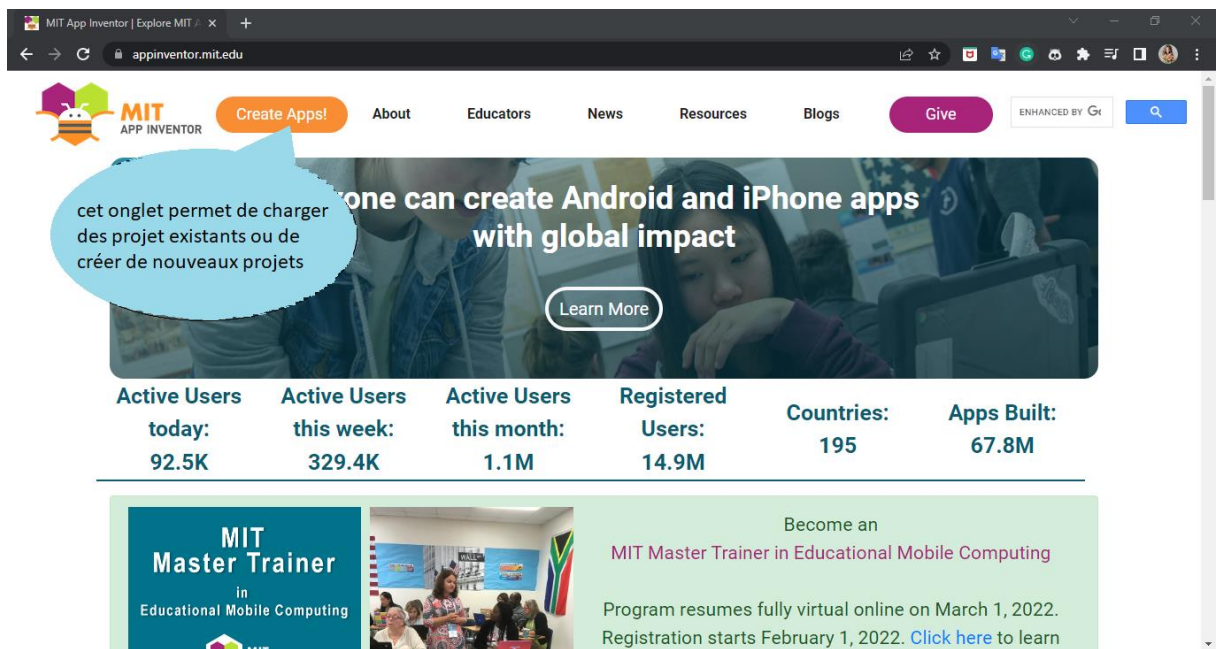


Figure 3. 11: ouvrir un nouveau projet

- Commencez un nouveau projet et entrez un nom de projet (au lieu de l'espace, utilisez un trait de soulignement).

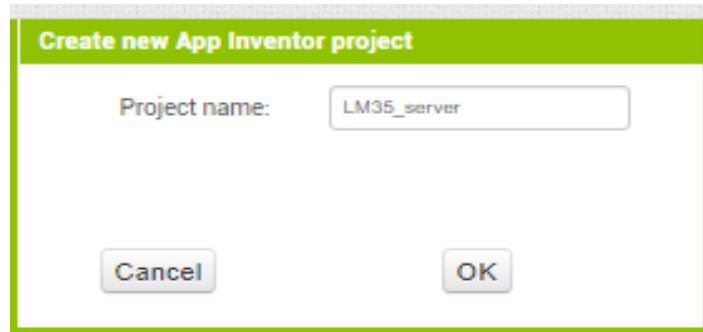


Figure 3. 12: Fenêtre pour créer un nouveau projet avec MIT App Inventor

3. Le projet affiche un premier écran et la fenêtre Designer.

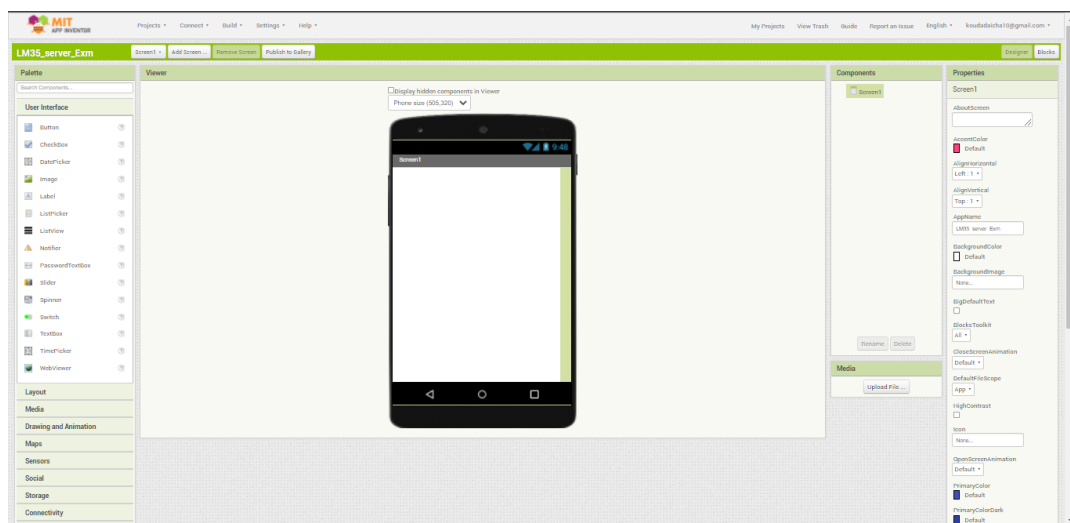


Figure 3. 13: Interface de design d'app inventer.

4. Définissez les paramètres de Screen1 dans la colonne la plus à droite (par exemple, alignement, image de fond, couleurs, etc.) comme dans l'exemple de Figure 3.14.

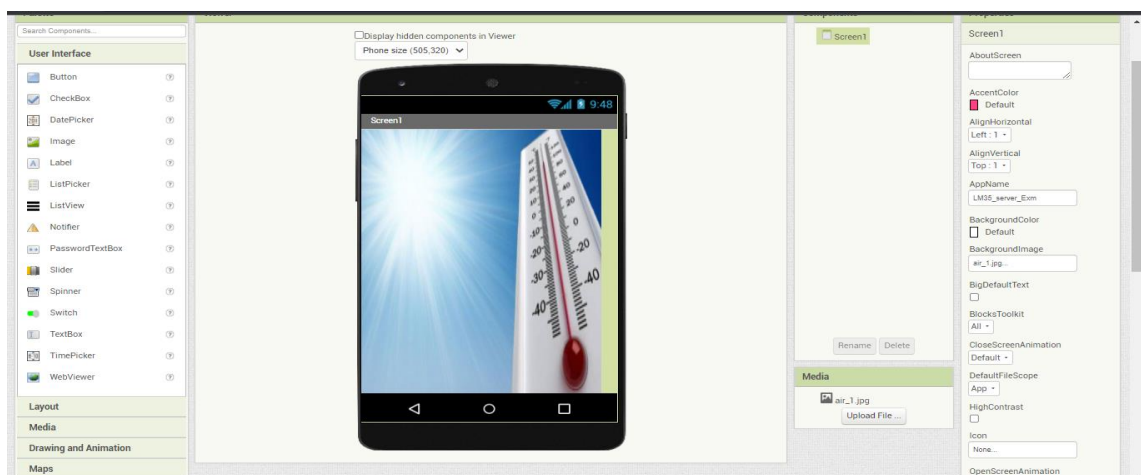


Figure 3. 14: Interface de L'application sur interface de design d'app inventer.

- Faites glisser un objet Web Viewer de la colonne de gauche de l'interface utilisateur vers la fenêtre de l'application. En cliquant sur l'objet WebViewer1 (dans la colonne du milieu à droite), ses paramètres peuvent être modifiés.

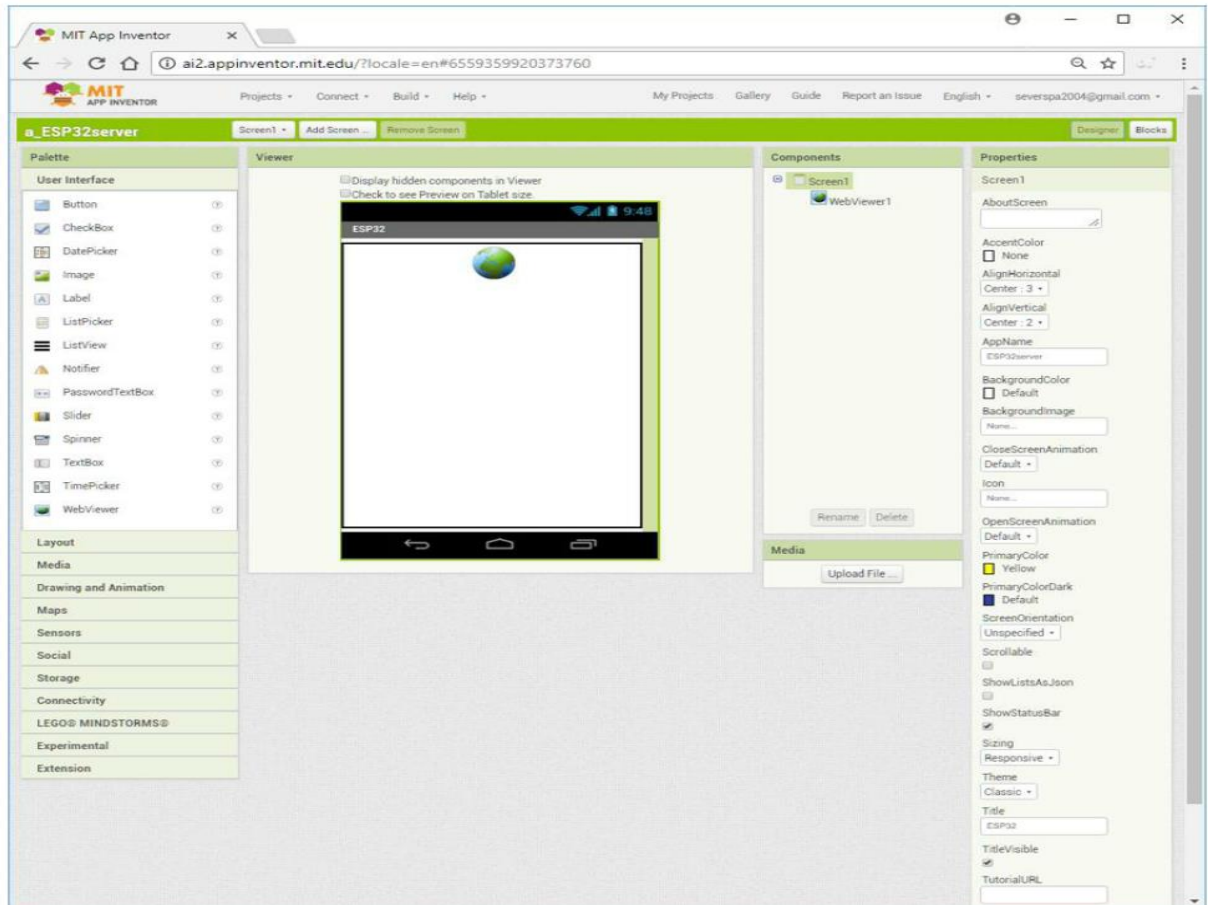


Figure 3. 15: Interface de design d'app inventer.

- Sélectionnez l'onglet Blocs (en haut à droite) et créez la visionneuse comme dans Illustration 2.8. Pour cela, cliquez sur la colonne de gauche, d'abord sur le l'objet Screen1 et faites glisser l'instruction d'initialisation.

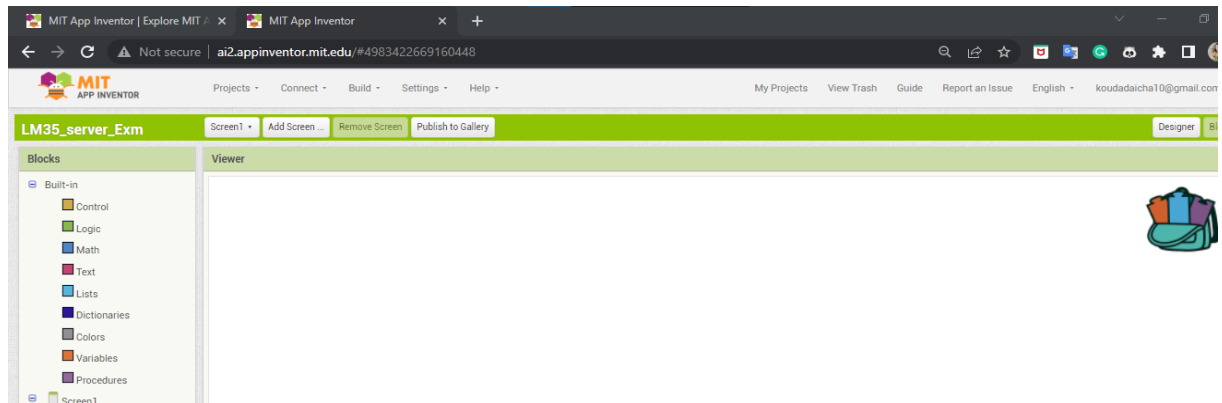


Figure 3. 16: Interface des blocs d'App Inventor.

7. Puis cliquez sur l'objet WebView1 et écrivez l'URL du serveur. L'adresse est écrite sous forme de texte.

3.5.1.2. Résultats

Après l'assemblage des différents composants qui constituent notre application, on peut résumer cette phase « Scratch » par la figure qui suit :

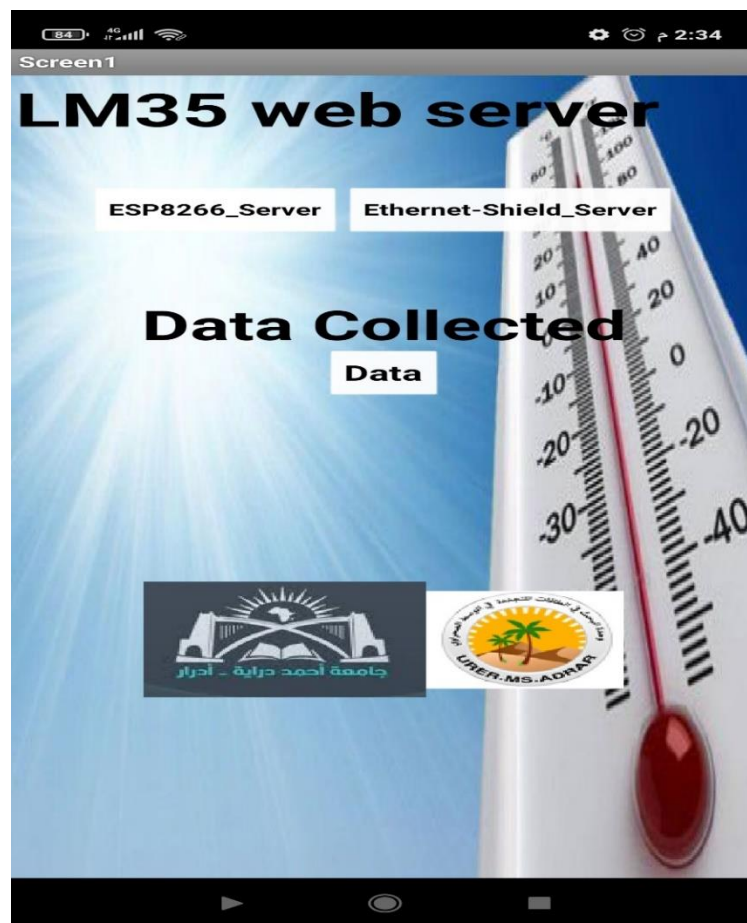


Figure 3. 17: Interface des blocs d'App Inventor.

3.5.1.3. Test et résultats

Dans le tableau ci-dessous, nous présentons quelques tests du tracker :

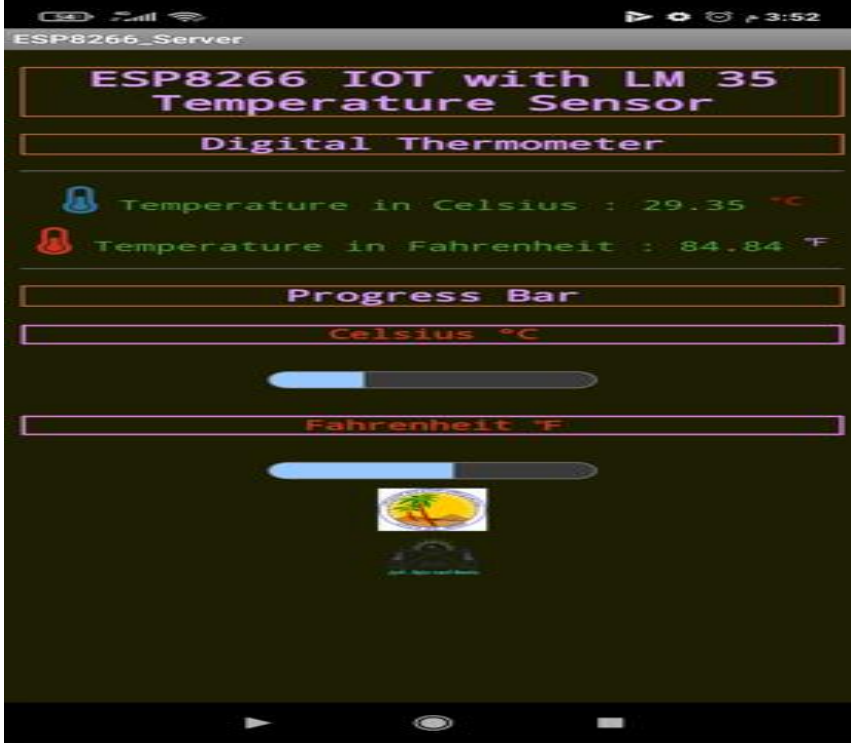
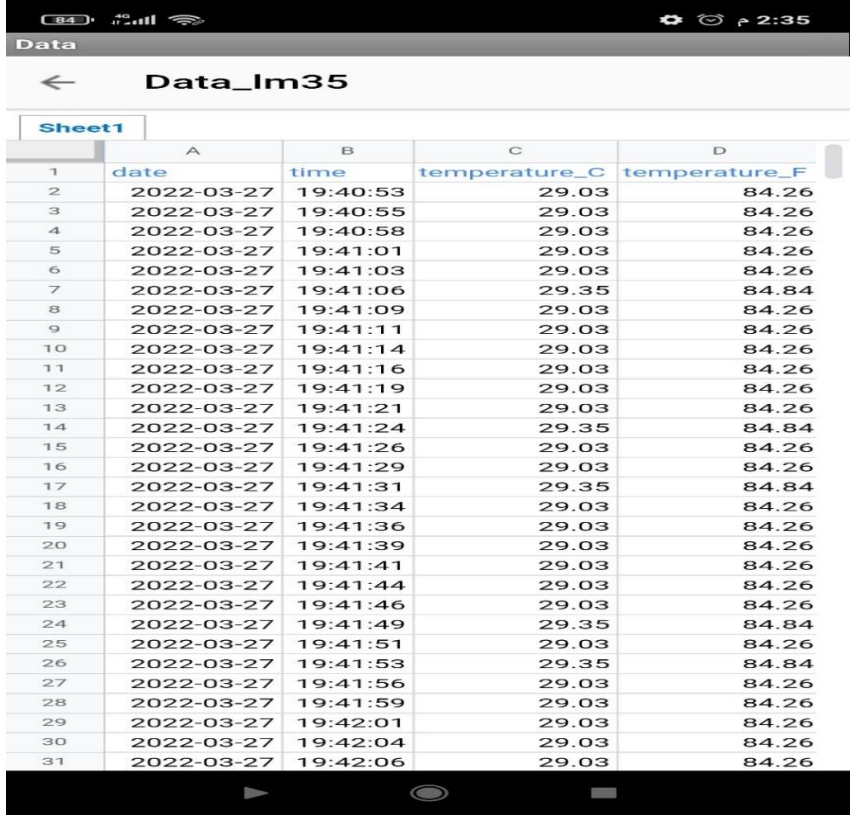
Nom de test	Résultat																																																																																																																																																																
Page web de ESP 8266	 <p>The screenshot shows a mobile web interface for an ESP8266 IOT device. The title is "ESP8266 IOT with LM 35 Temperature Sensor". It displays "Digital Thermometer" information with two temperature readings: "Temperature in Celsius : 29.35 °C" and "Temperature in Fahrenheit : 84.84 °F". Below the readings are two progress bars, one for Celsius and one for Fahrenheit, both showing a blue fill. There is also a small image of a bowl of food and a sensor icon at the bottom.</p>																																																																																																																																																																
Page web de Data	 <p>The screenshot shows a mobile web interface for a data page. The title is "Data" and the page content is "Data_Im35". It displays a table with the following data:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>date</th> <th>time</th> <th>temperature_C</th> <th>temperature_F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>2022-03-27</td><td>19:40:53</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>3</td><td>2022-03-27</td><td>19:40:55</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>4</td><td>2022-03-27</td><td>19:40:58</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>5</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:01</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>6</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:03</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>7</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:06</td><td>29.35</td><td>84.84</td></tr> <tr><td>8</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:09</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>9</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:11</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>10</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:14</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>11</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:16</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>12</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:19</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>13</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:21</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>14</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:24</td><td>29.35</td><td>84.84</td></tr> <tr><td>15</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:26</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>16</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:29</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>17</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:31</td><td>29.35</td><td>84.84</td></tr> <tr><td>18</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:34</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>19</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:36</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>20</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:39</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>21</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:41</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>22</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:44</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>23</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:46</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>24</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:49</td><td>29.35</td><td>84.84</td></tr> <tr><td>25</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:51</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>26</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:53</td><td>29.35</td><td>84.84</td></tr> <tr><td>27</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:56</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>28</td><td>2022-03-27</td><td>19:41:59</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>29</td><td>2022-03-27</td><td>19:42:01</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>30</td><td>2022-03-27</td><td>19:42:04</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> <tr><td>31</td><td>2022-03-27</td><td>19:42:06</td><td>29.03</td><td>84.26</td></tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	1	date	time	temperature_C	temperature_F	2	2022-03-27	19:40:53	29.03	84.26	3	2022-03-27	19:40:55	29.03	84.26	4	2022-03-27	19:40:58	29.03	84.26	5	2022-03-27	19:41:01	29.03	84.26	6	2022-03-27	19:41:03	29.03	84.26	7	2022-03-27	19:41:06	29.35	84.84	8	2022-03-27	19:41:09	29.03	84.26	9	2022-03-27	19:41:11	29.03	84.26	10	2022-03-27	19:41:14	29.03	84.26	11	2022-03-27	19:41:16	29.03	84.26	12	2022-03-27	19:41:19	29.03	84.26	13	2022-03-27	19:41:21	29.03	84.26	14	2022-03-27	19:41:24	29.35	84.84	15	2022-03-27	19:41:26	29.03	84.26	16	2022-03-27	19:41:29	29.03	84.26	17	2022-03-27	19:41:31	29.35	84.84	18	2022-03-27	19:41:34	29.03	84.26	19	2022-03-27	19:41:36	29.03	84.26	20	2022-03-27	19:41:39	29.03	84.26	21	2022-03-27	19:41:41	29.03	84.26	22	2022-03-27	19:41:44	29.03	84.26	23	2022-03-27	19:41:46	29.03	84.26	24	2022-03-27	19:41:49	29.35	84.84	25	2022-03-27	19:41:51	29.03	84.26	26	2022-03-27	19:41:53	29.35	84.84	27	2022-03-27	19:41:56	29.03	84.26	28	2022-03-27	19:41:59	29.03	84.26	29	2022-03-27	19:42:01	29.03	84.26	30	2022-03-27	19:42:04	29.03	84.26	31	2022-03-27	19:42:06	29.03	84.26
	A	B	C	D																																																																																																																																																													
1	date	time	temperature_C	temperature_F																																																																																																																																																													
2	2022-03-27	19:40:53	29.03	84.26																																																																																																																																																													
3	2022-03-27	19:40:55	29.03	84.26																																																																																																																																																													
4	2022-03-27	19:40:58	29.03	84.26																																																																																																																																																													
5	2022-03-27	19:41:01	29.03	84.26																																																																																																																																																													
6	2022-03-27	19:41:03	29.03	84.26																																																																																																																																																													
7	2022-03-27	19:41:06	29.35	84.84																																																																																																																																																													
8	2022-03-27	19:41:09	29.03	84.26																																																																																																																																																													
9	2022-03-27	19:41:11	29.03	84.26																																																																																																																																																													
10	2022-03-27	19:41:14	29.03	84.26																																																																																																																																																													
11	2022-03-27	19:41:16	29.03	84.26																																																																																																																																																													
12	2022-03-27	19:41:19	29.03	84.26																																																																																																																																																													
13	2022-03-27	19:41:21	29.03	84.26																																																																																																																																																													
14	2022-03-27	19:41:24	29.35	84.84																																																																																																																																																													
15	2022-03-27	19:41:26	29.03	84.26																																																																																																																																																													
16	2022-03-27	19:41:29	29.03	84.26																																																																																																																																																													
17	2022-03-27	19:41:31	29.35	84.84																																																																																																																																																													
18	2022-03-27	19:41:34	29.03	84.26																																																																																																																																																													
19	2022-03-27	19:41:36	29.03	84.26																																																																																																																																																													
20	2022-03-27	19:41:39	29.03	84.26																																																																																																																																																													
21	2022-03-27	19:41:41	29.03	84.26																																																																																																																																																													
22	2022-03-27	19:41:44	29.03	84.26																																																																																																																																																													
23	2022-03-27	19:41:46	29.03	84.26																																																																																																																																																													
24	2022-03-27	19:41:49	29.35	84.84																																																																																																																																																													
25	2022-03-27	19:41:51	29.03	84.26																																																																																																																																																													
26	2022-03-27	19:41:53	29.35	84.84																																																																																																																																																													
27	2022-03-27	19:41:56	29.03	84.26																																																																																																																																																													
28	2022-03-27	19:41:59	29.03	84.26																																																																																																																																																													
29	2022-03-27	19:42:01	29.03	84.26																																																																																																																																																													
30	2022-03-27	19:42:04	29.03	84.26																																																																																																																																																													
31	2022-03-27	19:42:06	29.03	84.26																																																																																																																																																													

Tableau 3. 4: Interface de la page Web sur l'application mobile.

3.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les étapes de conception et de réalisation, puis nous avons présenté les tests qui nous ont permis de vérifier le bon fonctionnement de notre système, de mesurer la température et de l'afficher sur la page Web que nous avons créée, et de sauvegarder les résultats de mesure en utilisant les services disponibles par les services de l'Internet des Objets.

Enfin, nous avons présenté les résultats obtenus sur l'application Android.

CONCLUSION GENERAL ET
CONCLUSION GENERAL ET

PERSPECTIVE
ПЕРСПЕКТИВЕ

CONCLUSION GENERAL ET PERSPECTIVE

Dans ce travail, nous avons réalisé et conçu un système basé sur la technologie de l'Internet des objets, ce système permet de mesurer et d'afficher la température sur la page Web.

Ce système de mesure de température est basé sur un microcontrôleur, par exemple (ESP 8266 et Arduino). La température est captée par le capteur LM 35.

Nous avons d'abord créé : affichage de la température sur l'écran LCD en utilisant la carte Arduino Uno comme affichage local de la température en degré Celsius °C et Fahrenheit °F.

Après cela, nous avons implémenté une application Web pour surveiller la température en utilisant deux méthodes différentes, sans fil « Wi-Fi » via la carte Wi-Fi ESP 8266 et câble basée sur la carte Arduino Mega / Ethernet Shield. Le programme a été développé dans l'IDE Arduino en utilisant C++ et HTML 5/CSS 3 uniquement (CSS : style Intégré).

Ensuite, nous avons construit un système capable de collecter des données de température à l'aide de l'ESP 8266 et d'interface de l'Internet (cloud) de Google Sheets. Le but est de collecter les données en enregistrant la mesure de la température.

Enfin, nous avons rassemblé toutes les pages Web résultantes dans une application Android. Le but était d'afficher la température sur n'importe quelle longue distance à tout moment, Cette application est développée sur le site APP inventer2. Cette application peut être installée sur votre téléphone Android.

L'investigation système et logicielle de ce projet a donné des résultats satisfaisants. En effet Ce projet nous a amené à découvrir une nouvelle plateforme de développement et à enrichir nos connaissances et expériences théoriques et pratiques dans le domaine de l'internet des objets, et une meilleure compréhension des composants et technologies impliqués dans ce domaine. Ce projet nous a également appris à débiter en programmation des pages Web sur l'environnement Arduino et la programmation pour appareils mobiles, en particulier, la conception et la réalisation d'une application mobile sous Android App Inventor est open source.

Perspective

Le travail réalisé peut être amélioré, et d'un point de vue, nous devons ajouter d'autres fonctionnalités pour faciliter de plus en plus le travail, améliorer la qualité du programme en augmentant les interruptions et en réduisant la consommation d'énergie.

- Concevoir des modèles miniatures basés sur les principes des circuits intégrés.
- Améliorer la qualité de la programmation en augmentant les interruptions et en réduisant la consommation d'énergie.
- Développer l'aspect sécurité de l'application WEB en créant un compte email pour chaque utilisateur.
- Donner à l'utilisateur la possibilité de contrôler son application web (ajouter ou supprimer un équipement, renommer un équipement, etc.).
- Contrôle de plusieurs prises connectées en même temps tout en gérant le problème de collision entre ces prises.
- Développer une application mobile pour les personnes qui utilisent des smartphones Android via l'exploitation et la maintenance du système.
- Améliorer de plus en plus le système en incorporant d'autres types de capteurs, par exemple (caméra, capteur d'humidité, de gaz, etc.) afin de fournir un système pour une maison intelligente.

Références
REFERENCES

bibliographiques
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- [1] B. Wang, S. J. Hu, L. Sun, and T. Freiheit, “Intelligent welding system technologies: State-of-the-art review and perspectives,” *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 56, pp. 373–391, 2020.
- [2] G. Cosoli, S. Spinsante, F. Scardulla, L. D’Acquisto, and L. Scalise, “Wireless ECG and cardiac monitoring systems: State of the art, available commercial devices and useful electronic components,” *Measurement*, vol. 177, p. 109243, 2021.
- [3] K. Garg, C. Goswami, R. S. Chhatrawat, S. Kumar Dhakar, and G. Kumar, “Internet of things in manufacturing: A review,” in *Materials Today: Proceedings*, 2021, vol. 51, pp. 286–288.
- [4] S. Madan, S. Sofat, and D. Bansal, “Tools and Techniques for Collection and Analysis of Internet-of-Things malware: A systematic state-of-art review,” *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*. 2022.
- [5] L. Long, “Research on status information monitoring of power equipment based on Internet of Things,” *Energy Reports*, vol. 8, pp. 281–286, 2022.
- [6] O. Elijah, T. A. Rahman, I. Orikumhi, C. Y. Leow, and M. N. Hindia, “An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 5, no. 5, pp. 3758–3773, 2018.
- [7] C. Zhu, V. C. M. Leung, L. Shu, and E. C. H. Ngai, “Green Internet of Things for Smart World,” *IEEE Access*, vol. 3, pp. 2151–2162, 2015.
- [8] J. A. Stankovic, “Research directions for the internet of things,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 1, no. 1, pp. 3–9, 2014.
- [9] S. Nižetić, P. Šolić, D. López-de-Ipiña González-de-Artaza, and L. Patrono, “Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future,” *J. Clean. Prod.*, vol. 274, 2020.
- [10] S. Nižetić, N. Djilali, A. Papadopoulos, and J. J. P. C. Rodrigues, “Smart technologies for promotion of energy efficiency, utilization of sustainable resources and waste management,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 231, pp. 565–591, 2019.

- [11] N. Chen, F. Qin, Y. Zhai, H. Cao, R. Zhang, and F. Cao, "Evaluation of coordinated development of forestry management efficiency and forest ecological security: A spatiotemporal empirical study based on China's provinces," *J. Clean. Prod.*, vol. 260, 2020.
- [12] D. Zhang, C. C. Chan, and G. Y. Zhou, "Enabling Industrial Internet of Things (IIoT) towards an emerging smart energy system," *Glob. Energy Interconnect.*, vol. 1, no. 1, pp. 39–47, 2018.
- [13] F. Paganelli and D. Parlanti, "A DHT-based discovery service for the internet of things," *J. Comput. Networks Commun.*, 2012.
- [14] "Temperature Sensor." [En ligne]. Disponible: <https://www.te.com/usa-en/products/sensors/temperature-sensors.html>. [Accédé: 15-Apr-2022].
- [15] "Thermocouples." [En ligne]. Disponible: https://www.electronicstutorials.ws/io/io_3.html. [Accessed: 30-May-2022].
- [16] "CS215 Temperature." [En ligne]. Disponible: https://biogeodb.stri.si.edu/physical_monitoring/downloads/cs215.pdf. [Accédé: 10-May-2022].
- [17] "Arduino." [En ligne]. Disponible: <https://www.arduino.cc/> [Accédé: 02-May-2022].
- [18] "Arduino UNO." [En ligne]. Disponible: <https://shop.mchobby.be/en/arduino-board-kits/10--t-arduino-uno-r3-atmega328-assemble-3232100000100-arduino.html?yoReviewsPage=5>. [Accédé: 01-May-2022].
- [19] "Arduino Mega 2560." [En ligne]. Disponible: <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>. [Accédé: 10-Jul-2021].
- [20] "Arduino Mega." [En ligne]. Available: <https://www.gotronic.fr/art-carte-arduino-mega-2560-12421.htm>. [Accédé: 05-May-2022].
- [21] M. Yaichi, M. Rebhi, and B. Bousmaha, "Smart Unidirectional Road Lighting Control Using NodeMCU ESP8266," in *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2021, vol. 174, pp. 682–688.
- [22] A. Bouraiou *et al.*, "A Temperature Supervision Web Application Based on Wireless

- Wi-Fi ESP8266 Microcontroller and LM 35 Sensor,” 2022, pp. 385–394.
- [23] “Ethernet Shield.” [En ligne]. Disponible: <https://www.kubii.fr/hat-cartes-d-extensions/2896-arduino-ethernet-shield-2-3272496300927.html>. [Accédé: 02-May-2022].
- [24] “Arduino Ethernet Shield W5100.” [En ligne]. Disponible: <https://www.eagle-robotics.com/accueil/18-shield-ethernet-arduino-unomega-w5100-0180201370185.html>. [Accédé: 10-Jun-2021].
- [25] “LM 35 Temperature sensor.” [Online]. Disponible: <https://wordpress.callac.online/index.php/numerique/arduino/la-bibliotheque-serialdlf/mesure-de-temperature-avec-le-capteur-lm35/>. [Accédé: 25-Jul-2021].
- [26] “LM 35 Data sheet.” [En ligne]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>. [Accédé: 03-Mar-2021].
- [27] “LM 35.” [En ligne]. Disponible: <https://researchdesignlab.com/lm-35.html>. [Accédé: 07-Apr-2021].
- [28] “LCD.” [En ligne]. Disponible: <https://plaisirarduino.fr/afficheur-lcd-comment-lexploiter/>. [Accédé: 11-May-2022].
- [29] “Plaque d’essai.” [En ligne]. Disponible: https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/plaque-dessai-ou-breadboard-protoboard/_x_tr_sl=fr&_x_tr_tl=ar&_x_tr_hl=en-US&_x_tr_pto=wapp. [Accédé: 13-May-2022].
- [30] “Câbles de connexion.” [En ligne]. Disponible: <http://blog.sparkfuneducation.com/what-is-jumper-wire>. [Accédé: 11-May-2022].
- [31] “Arduino IDE.” [En ligne]. Disponible: <https://create.arduino.cc/projecthub/products/arduino-ide>. [Accédé: 10-Apr-2022].
- [32] “HTML.” [En ligne]. Disponible: <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-html-480/>. [Accédé: 20-May-2022].
- [33] “CSS.” [En ligne]. Disponible: <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-css-4050/>. [Accédé: 20-May-2022].

- [34] “Android.” [En ligne]. Disponible: <https://techterms.com/definition/android>. [Accédé: 20-May-2022].
- [35] A. E. Amoran, A. S. Oluwole, E. O. Fagorola, and R. S. Diarah, “Home automated system using Bluetooth and an android application,” *Sci. African*, vol. 11, 2021.
- [36] T. Mikołajczyk, H. Fuwen, L. Moldovan, A. Bustillo, M. Matuszewski, and K. Nowicki, “Selection of machining parameters with Android application made using MIT App Inventor bookmarks,” in *Procedia Manufacturing*, 2018, vol. 22, pp. 172–179.