

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj

Faculté des Sciences et de la technologie

Département d'Electronique

# Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE LICENCE

ILIERE : Electronique

Spécialité : Industries Electroniques

Par

DAHMANE Abir  
BOUZIDI Meriem  
ELABED Sid ali

Intitulé

**Implémentation d'un Réseau Prototype pour l'Internet des Objets**

Évalué le : 19/09/2021

Par la commission d'évaluation composée de\* :

Nom & Prénom	Grade	Qualité	Etablissement
M. H. GHARBI Abdennour	....	Président	Univ-BBA
M. BEHIIH Mohamed	MAA	Encadreur	Univ-BBA
Mlle. S. AHMED Soumia	....	Examineur	Univ-BBA

Année Universitaire 2020/2021

\* Conformément à :

- L'arrêté n°055 du 21 janvier 2021 Fixant dispositions exceptionnelles autorisées en matière d'organisation et gestion pédagogique, de l'évaluation et de la progression des étudiants, durant la période COVID-19 au titre de l'année universitaire 2020-2021 ;
- Procès-verbal de la réunion de l'équipe du domaine des Sciences et Technologies du mois de Mai 2021.

# Résumé

---

## *Résume*

Ce travail de projet de fin d'étude a pour objectif d'implémenter un réseau prototype d'internet des objets. Ce prototype est constitué d'un objet intelligent qui est un thermomètre, et un afficheur pour visualiser, à distance, la température mesurée d'une personne. L'objet intelligent est constitué d'un capteur analogique et passif de température LM35, d'un module Wifi de type ESP8266 pour transmettre la valeur de température mesurée à un site web distant en utilisant les ondes électromagnétiques. L'opération est contrôlée par microcontrôleur de type Arduino Uno. Ce prototype de réseau est suggéré pour les applications qui dépendent à la mesure de température telle que la lutte contre l'épidémie de CORONA et le déploiement du virus COVID-19.

**Mots clés :** Arduino Uno, Internet des objets, LM35, objet intelligent, réseau, Wifi,.

## *Abstract*

The aim of this project of end-study is the implementation of a prototype network for the Internet of Things. This prototype consists of a smart object which is a thermometer, and a display to view, from a distance, the measured temperature of a person. The smart object consists of an analog and passive temperature sensor LM35, a WiFi module type ESP8266 to transmit the measured temperature value to a remote website using electromagnetic waves. The operation is controlled by an Arduino Uno type microcontroller. This prototype network is suggested for applications that depend on temperature measurement such as the fight against the CORONA epidemic and the deployment of the COVID-19 virus.

مخص

يهدف مشروع نهاية الدراسة هذا إلى تنفيذ نموذج أولي لشبكة إنترنت الأشياء يتكون هذا النموذج الأولي من كائن ذكي وهو مقياس حرارة وشاشة لعرض درجة حرارة الشخص المقاسة من مسافة يتكون الكائن الذكي من مستشعر درجة الحرارة التناظرية وحدة واي في لنقل قيمة درجة الحرارة المقاسة إلى موقع ويب بعيد باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية يتم التحكم في العملية بواسطة متحكم دقيق تم اقتراح شبكة النموذج الأولي هذه للتطبيقات التي تعتمد على قياس درجة الحرارة مثل مكافحة وباء كورونا ونشر فيروس كورونا.

# Sommaire

---

Sommaire	
Remerciements	
Dédicace	
Introduction général	
Liste des figures	

## CHAPITRE I : Généralités sur l'internet des objets

I.1. Introduction.....	01
I.2. Origine et définition de l'IoT .....	01
Origine .....	01
Définition .....	01
I.3. Architecture de l'IoT.....	02
I.3.1. Architecture proposée par Internet Architecture Board (IAB) .....	03
I.3.2. Architecture en trois niveaux .....	03
I.3.3. Architecture en sept couches (le model Cisco).....	04
I.4. Fonctionnement de l'IoT.....	04
RFID (Radio Frequency Identification).....	05
WSN (Wireless Sensor Network) RFID (Radio Frequency Identification) .....	05
M2M (Machine to Machine).....	05
I.5. Caractéristiques générale de l'IoT .....	05
Connectivité .....	05
Sécurité .....	05
Intelligence et identité.....	06
I.6. Domaines d'applications.....	06
I.6.1. Les villes intelligente .....	06
I.6.2. Le Smart Grid.....	07
I.6.3. Les appareils intelligents.....	07
I.6.4. Les maisons et les bâtiments intelligents .....	08
I.6.5. Le système de santé électronique .....	09
I.6.6. Le transport et la mobilité intelligent .....	10
I.6.7. Les usines et la fabrication intelligente.....	10
I.6.8. La surveillance à distance des patients.....	11
I.7. Les réseaux sans fil .....	12
I.7.2. Réseaux sans fil utilisés par l'IoT .....	13
I.8. Conclusion .....	14

## CHAPITRE II : Les objets intelligents des réseaux IoT

II.1. Introduction .....	15
Les éléments d'un réseau IoT.....	15
L'IoT et les objets intelligents .....	15
Capteur d'un objet intelligent.....	16
Actionneur d'un objet intelligent.....	17
Contrôleur d'un objet intelligent .....	17

# Sommaire

---

Communicateur d'un objet intelligent.....	18
Les capteurs.....	18
Définition.....	18
Classification des capteurs .....	19
Les réseaux de capteurs sans fil .....	20
Définition.....	20
Applications des Réseaux de capteurs Sans Fil.....	21
Conclusion.....	21
<b>CHAPITRE III : Prototypage et résultats</b>	
<b>III.1.</b> Introduction.....	22
Modèle du réseau prototype.....	22
Description des éléments matériels.....	22
Le capteur de température.....	22
Le microcontrôleur.....	23
<b>III. 3.3.</b> Le module Wifi .....	24
<b>III.3.4.</b> Le serveur (le site) Web .....	24
Schéma avant de télécharger le code .....	24
Le code développé pour la programmation du module Wifi ESP8266 .....	25
Ajoute du capteur de température .....	27
Procédure de programmation de l'ESP8266 .....	28
Réalisation du réseau prototype .....	29
Conclusion .....	31
<b>III.9.</b> Conclusion générale.....	32
Bibliographié .....	33

# Remerciements

---

## Remerciements

Dieu dit:

(وَإِذْ تَأْتِيَنَّكُمْ رُبُّكُمْ لِيُنْزِلَنَّ عَلَيْكُمْ كِتَابًا مِّنْ لَّدُنْكُمْ وَتَقُولُوا سُبْحَانَ اللَّهِ إِنَّا كُنَّا عَلَيْهِمْ غَافِلِينَ) (Sourate Ibrahim)

(Verset 07 Sourate Ibrahim)

Louange à Dieu qui nous a montré le chemin de la science et de la connaissance et a nous aidé à accomplir cette tâche et m'a aidé à finir ce travail, comme l'indique l'impact : qui ne pas remercier personnes ne pas remercier Dieu . Que ce soit d'un point de vue scientifique ou humain, la réalisation de ce mémoire fut pour nous une expérience d'une immense valeur.

Nous remercier vivement Mr Mohammed BEHIIH, d'avoir accepté de nous diriger tout au long de ce travail, qu'elle trouve ici le témoignage de ma gratitude.

Nous remercier également Mr DERADJI Sur ses idées sur ce travail.

Merci du fond du cœur à mes merveilleux collègues et amis qui ont toujours été là soutenez-nous et ceux avec qui nous avons partagé des moments inoubliables, notamment Akrem MAOUCHI.

# Liste des figures

---

## Chapitre I

- Figure I.1. La chaîne de valeur IdO/ M2M
- Figure I.2. Les différentes couches de l'Internet des objets (selon Cisco)
- Figure I.3. Les constituants d'une ville intelligente
- Figure I.4. Les constituants d'une smart grid
- Figure I.5. Appareils intelligents dans le domaine de la santé
- Figure I.6. Les éléments d'un bâtiment intelligent
- Figure I.7. Système de santé électronique
- Figure I.8. Les aspects de transport intelligent
- Figure I.9. Schéma de l'industrie 4.0
- Figure I.10. Le mécanisme de la surveillance distante des patients
- Figure I.11. Classification des réseaux

## Chapitre II

- Figure II.1. Les blocs d'un réseau IoT.
- Figure II.2. Conception des objets intelligents
- Figure II.3. Les éléments d'un objet intelligent
- Figure II.4. Architecture des microcontrôleurs ADuCM302x
- Figure II.5. Simulation et construction des objets intelligents de l'IoT.
- Figure II.6. Les éléments d'un capteur
- Figure II.7. Exemple de capteurs passifs de type résistif
- Figure II.8. Exemple d'un réseau de capteurs sans fil
- Figure II.9. Exemple d'un réseau de corporels sans fil

## Chapitre III

- Figure III.1. Modèle de conception du réseau prototype
- Figure III.2. Mesure de la température à distance.
- Figure III.3. Capture LM35
- Figure III.4. Arduino Uno
- Figure III.5. Module Wifi ESP8266-01
- Figure III.6. Schéma avant de télécharger le code
- Figure III.7. Code source de programmation du module Wifi.
- Figure III.8. Circuit final de l'objet intelligent
- Figure III.9. Affichage de température sur le serveur Web
- Figure III.10. Les composants utilisés
- Figure III.11. La connexion de l'Arduino et esp avec le code

## Liste des figures

---

Figure III.12. La connexion de tous les composants

Figure III.13 .le circuit final

Figure III.14. Test de fonctionnement du réseau prototype implémenté.

## Introduction générale

Notre vie quotidienne a été bouleversée par l'évolution de l'Internet, qui nous relie les uns aux autres indépendamment des distances et des fuseaux horaires qui nous séparent. Cette évolution a concouru au développement d'une nouvelle génération d'objets interconnectés et dotés d'une capacité de communication et de détection en utilisant les différentes technologies existantes (technologie RFID, réseaux sans fils,...). Il s'agit donc d'une nouvelle façon d'interagir avec les objets qui peuvent changer radicalement notre vie, c'est «L'internet des Objets ou plus couramment IoT pour Internet of Things en anglais. [1]

L'internet des objets est un nouvel outil de connectivité et de mobilité, qui transforme les affaires et la vie quotidienne à des objets connectés. La technologie Internet des objets (IoT) a attiré beaucoup d'attention ces dernières années, en particulier dans le domaine médical. S'appuyer sur ce système est une nécessité, notamment avec l'émergence et la propagation du virus Corona dans le monde.[1]

L'objectif de notre travail est d'implémenter un réseau prototype qui peut être intégré dans les réseaux d'internet des objets et assurer la mesure de la température, transmettre les valeurs mesurées, et les afficher sur afficheur distant. Ce prototype peut être inclus dans le domaine de soin de santé.

Ce mémoire est composé de 3 chapitres : Le chapitre 1 est consacré à l'étude de l'IoT, l'évolution du web et d'internet, Nous donnons ensuite une brève description de la notion d'objet par rapport à l'IoT. Le lien entre l'IoT et les réseaux sans fil est aussi discuté. Le chapitre 2 est consacré à l'étude des éléments de l'internet des objets, et d'une manière plus précise les objets intelligents. L'importance des réseaux de capteurs sans pour l'internet des objets a été aussi détaillée. Les étapes de prototypage de notre réseau sont discutées et expliquées dans le troisième chapitre. A la fin, une conclusion générale sur travail.

# Chapitre I

## Généralités sur l'internet des objets

## **Introduction**

De nos jours, nous vivons entourés de dispositifs électroniques, à la maison, au travail ou dans d'autres environnements, même à l'intérieur du corps des gens. Le développement croissant dans le domaine de l'informatique a encouragé l'intégration d'une variété de dispositifs sophistiqués dans les maisons. Ces dispositifs communiquent entre eux pour aider les utilisateurs dans des situations particulières et selon leurs besoins comme dans la sécurité, le confort, et même la santé.

En santé, nous trouvons un domaine ouvert et motivé dans la recherche de solutions technologiques pour une meilleure efficacité et un gain d'argent. Cet avantage peut accroître l'accessibilité à ce domaine par une plus grande population.

Dans ce contexte, le cyber santé est introduit. Il est défini comme l'utilisation des dispositifs électroniques et d'autres technologies pour aider à la pratique des soins de santé. Cela comprend les prescriptions médicales et la surveillance à distance des patients.

Dans ce chapitre, nous présentons les généralités de l'Internet of Things (IoT). Nous présentons également un tour d'horizon sur l'architecture de l'IoT, et ses domaines d'application et ses caractéristiques.

## **Origine et définition d'IOT**

### **Origine**

L'origine de l'IoT peut être attribuée à Kevin Ashton, membre de la communauté de développement de l'identification par radiofréquence (RFID) et l'un des fondateurs de la Auto-ID Center original au MIT, qui a introduit le terme IoT dans une présentation tenue à Proctor & Gamble (P&G) en 1999 a déclaré que ce technologue visionnaire a mis les entreprises au défi d'imaginer un monde où Internet imprégnera tous les aspects de la vie des gens. Les ordinateurs seront capables de détecter les choses pour eux-mêmes en utilisant la technologie RFID et des capteurs et donneront un retour en temps réel sans intervention humaine [1].

En 2003, le centre Auto-ID a publié le code de produit électronique réseau (EPC). L'EPC a permis de suivre les objets se déplaçant d'un endroit à un autre. Cela a donné une idée pour la mise en œuvre de l'IoT, où les micro-puces peuvent être utilisées pour créer un réseau pour le grand public de moyens commerciaux. La mise en œuvre de l'identification par radiofréquence (RFID) a encore renforcé les opportunités de développement de l'IoT en tant que nouveau paradigme informatique dans les domaines académique et industriel environnements. Ce n'est que parfois entre les années 2008 et 2009, l'IoT est devenu plus

pertinent pour le monde pratique en raison de la croissance des appareils mobiles, de la communication embarquée et omniprésente, du cloud computing et des données analytique.

## **Définition**

L'IoT est un réseau qui relie et combine les objets avec l'Internet, en suivant les protocoles qui assurent leurs communications et échange d'informations à travers une variété de dispositifs [1].

L'IoT peut se définir aussi comme étant « un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électroniques normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi, de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter les données sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels [2].

Il existe plusieurs définitions sur le concept de l'IoT, mais la définition la plus pertinente à notre travail de recherche est celle proposée par Weill et Soussi qui ont défini l'IoT comme « une extension de l'Internet actuel envers tout objet pouvant communiquer de manière directe ou indirecte avec des équipements électroniques eux-mêmes connectés à l'Internet. Cette nouvelle dimension de l'Internet s'accompagne avec de forts enjeux technologiques, économiques et sociaux, notamment avec les économies majeures qui pourraient être réalisées par l'ajout de technologies qui favorisent la standardisation de ce nouveau domaine, surtout en matière de communication, tout en assurant la protection des droits et des libertés individuelles[3].

## **Architecture de l'IOT**

Vu le développement rapide de l'IoT, il devenait nécessaire d'avoir une architecture de référence qui permettrait d'uniformiser la conception des systèmes et favoriserait l'interopérabilité et la communication entre les différents écosystèmes de l'IoT. La figure I.1. présente la chaîne de valeur IoT/ M2M). Par exemple, un objet de marque X devra pouvoir envoyer des informations à une plateforme Y via le réseau Z. L'interopérabilité peut être vue sous deux angles, soit "fermée" au sein de grands écosystèmes qui partagent les mêmes standards, soit "native" basée sur des standards plus globaux, exemple, la v1 de l'internet avec IP ou HTTP.

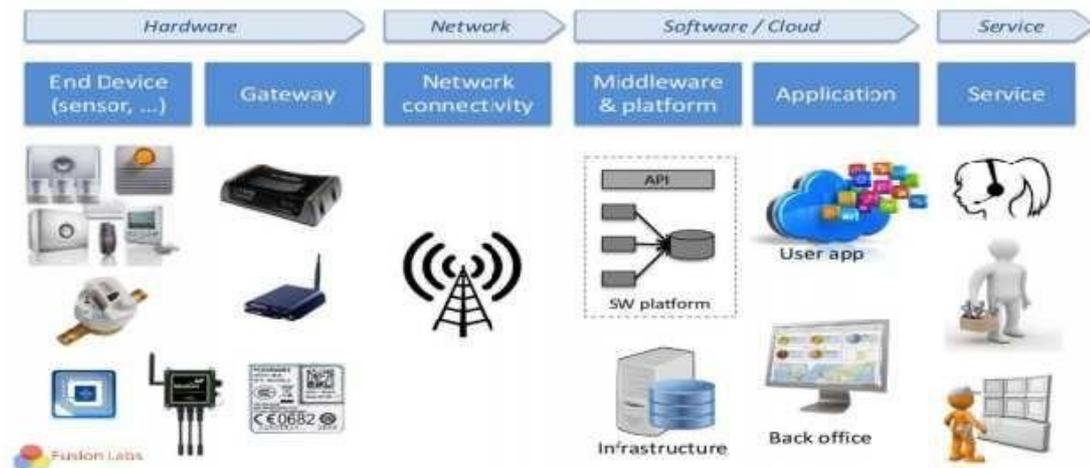


Figure I.1. La chaîne de valeur IdO/ M2M

### Architecture proposée par Internet Architecture Board (IAB)

En mars 2015, le comité Internet Architecture Board (IAB) édite la RFC17452. Il propose quatre modèles communs d'interactions entre des acteurs de 'IdO

**La communication entre objets** : ce modèle est basé sur une communication sans-fil entre deux objets. Les informations sont transmises grâce à l'intégration d'une technologie de communication sans-fil comme ZigBee ou Bluetooth, etc.

**La communication des objets vers le cloud** : dans ce modèle, les données collectées par les capteurs envoient à des plateformes de services via un réseau.

**La communication des objets vers une passerelle** : ce modèle est basé sur un intermédiaire qui fait le lien entre les capteurs et les applications dans le cloud.

**Des objets au partage des données en back-end2** : l'objectif de ce modèle permet le partage des données entre les fournisseurs de services. Il est basé sur le concept «web programmable». Les fabricants mettent en place une API permettant l'exploitation des données agrégées par d'autres fabricants.

### Architecture en trois niveaux

D'autres organismes proposent un modèle à trois niveaux sont :

**Applications**: concerne les applications et les services proposés aux clients.

**Cloud Computing**: concerne les plateformes de services à qui sont destinées les données. Ce niveau permet d'établir de lien entre les capteurs et le réseau de plateformes et le logiciel de traitement de données.

**Réseaux capteurs:** le niveau le plus bas correspond aux capteurs et à la communication entre eux (le Machine-to-Machine). Il s'agit d'un réseau de capteurs qui génèrent les données et par la suite ils vont alimenter les offres de services [4].

Ce modèle est dit « cloud-centric » parce qu'il est basé, en grande partie, sur le cloud. L'IEEE considère le cloud computing comme élément central pour le développement de l'IoT.

### Architecture en sept couches (le model Cisco)

D'autres entreprises ont proposé des architectures de couches superposées comme l'entreprise américaine Cisco. En octobre 2013, Jim Green présente «Building the Internet of Things », le modèle envisagé par son entreprise pour l'IoT, Il est composé de 7 couches (figure I.2).

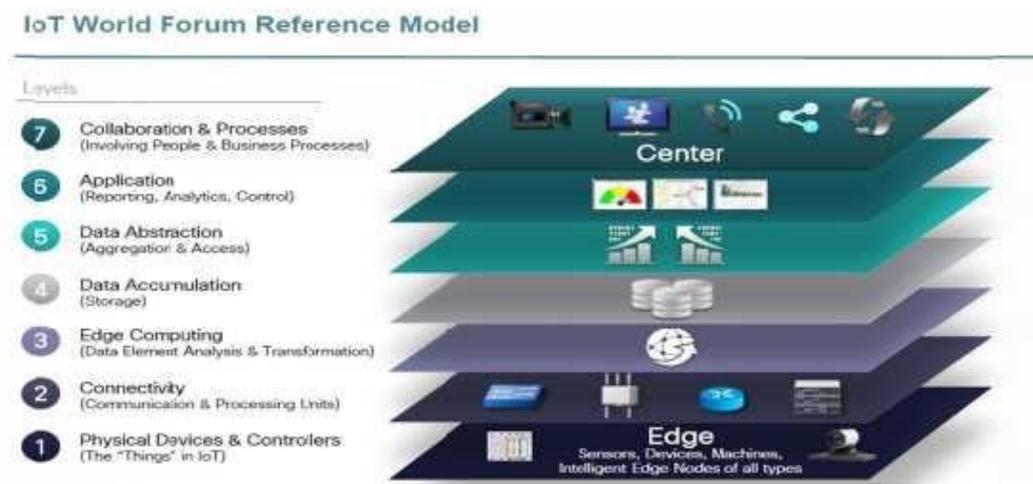


Figure I.2. Les différentes couches de l'Internet des objets (selon Cisco)

Ces modèles montrent l'engouement des entreprises pour les développements des écosystèmes de l'IoT ouverte et interopérable pour être acceptés par les acteurs des marchés. Malgré, ces architectures, il reste des efforts à faire pour proposer un modèle de référence globale qui prend en compte les spécificités de l'IoT.

### Fonctionnement de l'IoT

L'IoT permet l'interconnexion des différents objets intelligents via l'Internet. Ainsi, pour son fonctionnement, plusieurs systèmes technologiques sont nécessaires. Citons quelques exemples de ces technologies.

L'IoT désigne diverses solutions techniques (RFID, TCP/IP, technologies mobiles, etc.) qui permettent d'identifier des objets, de capter, stocker, traiter, et transférer des données dans les environnements physiques, mais aussi entre des contextes physiques et des univers virtuels [5].

En effet, bien qu'il existe plusieurs technologies utilisées dans le fonctionnement de l'IoT, nous mettons l'accent seulement sur quelques-unes qui sont, selon Han et Zhanghang, les technologies clés de l'IoT. Ces technologies sont les suivantes : RFID, WSN et M2M, et sont définies ci-dessous.

## **RFID (Radio Frequency Identification)**

Le terme RFID englobe toutes les technologies qui utilisent les ondes radio pour identifier automatiquement des objets ou des personnes. C'est une technologie qui permet de mémoriser et de récupérer des informations à distance grâce à une étiquette qui émet des ondes radio [6]. Il s'agit d'une méthode utilisée pour transférer les données des étiquettes à des objets, ou pour identifier les objets à distance. L'étiquette contient des informations stockées électroniquement pouvant être lues à distance [7].

## **WSN (Wireless Sensor Network)**

C'est un ensemble de nœuds qui communiquent sans fil et qui sont organisés en un réseau coopératif. Chaque nœud possède une capacité de traitement et peut contenir différents types de mémoires, un émetteur-récepteur RF et une source d'alimentation, comme il peut aussi tenir compte des divers capteurs et des actionneurs. Comme son nom l'indique, le WSN constitue alors un réseau de capteurs sans fil qui peut être une technologie nécessaire au fonctionnement de l'IoT.

## **M2M (Machine to Machine)**

C'est l'association des technologies de l'information et de la communication avec des objets intelligents dans le but de donner à ces derniers les moyens d'interagir sans intervention humaine avec le système d'information d'une organisation ou d'une entreprise [8].

## **Caractéristiques générale de l'IoT**

Les caractéristiques générales de l'IoT sont les suivantes :

### **Connectivité**

Est une exigence importante de l'infrastructure IoT. Les objets de l'IoT doivent être connectés à l'infrastructure IoT. N'importe qui, n'importe où, n'importe quand, la connectivité doit être garantie à tout moment. Sans connexion, rien n'a de sens.

### **Sécurité**

À la mesure que nous tirons profit de l'IoT, nous ne devons pas oublier sur la sécurité. En tant que créateurs et destinataires de l'IoT, nous devons concevoir pour la sécurité. Cela inclut la sécurité de nos données et la sécurité de notre bien-être physique. Sécuriser le point de

terminaison, les réseaux et les données se dirigent à travers l'ensemble de celui-ci signifie créer un paradigme de sécurité qui évoluera.

### Intelligence et identité

L'extraction de connaissances à partir des données générées est très importante. Par exemple, un capteur saisit des données, mais ces données ne seront utiles que si elles sont interprétées correctement. Chaque appareil IoT a une identité unique. Cette identification est utile pour suivre l'équipement et parfois pour interroger son état [9].

### Domaines d'application

L'internet offre de nombreuses applications à ses utilisateurs. Parmi ces applications nous citons [10] :

### Les villes intelligentes

Beaucoup de grandes villes ont été soutenues par des projets intelligents, comme Séoul, New York, Tokyo, Shanghai, Singapour, Amsterdam et Dubaï. Les villes intelligentes (Figure I.3) peuvent encore être considérées comme des villes de l'avenir et la vie intelligente, et par le taux d'innovation de la création de villes intelligentes d'aujourd'hui, il sera devenu très faisable pour entrer la technologie IoT dans le développement des villes. La demande exige une planification minutieuse à chaque étape, avec l'appui de l'accord des gouvernements, citoyens à mettre en œuvre la technologie d'Internet des objets dans tous les aspects. Par l'IoT, les villes peuvent être améliorées à plusieurs niveaux, en améliorant les infrastructures, en améliorant les transports, etc.



Figure I.3. Les constituants d'une ville intelligente

### Le Smart Grid

L'un des domaines d'application de l'IoT est le secteur de la distribution d'énergie intelligente, dit « Smart Grid » (Figure I.4). En France, ERDF est très actif dans le développement de ce domaine, où un besoin clair en récupération d'information à différents points du réseau électrique est devenue nécessaire pour une meilleure intégration des différentes sources d'énergies et une meilleure gestion de la distribution jusqu'aux utilisateurs finaux.



Figure I.4. Les constituants d'une smart grid

### Les appareils intelligents

Des appareils intelligents dans les soins de santé sont utilisés pour stocker et gérer les paramètres de soins clés et pour gérer les données sur les maladies capturées (Figure I.5). Ils sont principalement déployés pour fournir des solutions de conditionnement physique en suivant les activités ciblées et des dispositifs de diagnostic utilisés pour stocker des données de dispositifs. Principalement, ils sont utilisés comme des solutions de fitness pour suivi des activités du patient et des appareils de diagnostic intelligents tels que les dispositifs de tension matérielle, les podomètres, Google verre, etc. utilisé pour capturer les données des capteurs, pour une analyse plus approfondie par le médecin.



Figure I.5. Appareils intelligents dans le domaine de la santé

### Les maisons et les bâtiments intelligents

Les technologies Wifi dans la domotique ont été principalement utilisées pour plusieurs raisons :

Les appareils électroniques tels que les téléviseurs, les appareils mobiles,... généralement pris en charge cette technologie ;

Le taux croissant d'adoption de dispositifs informatiques mobiles comme les téléphones intelligents, les tablettes ;

Les appareils mobiles garantissent que les consommateurs peuvent accéder aux contrôleurs des appareils portables connectés à un réseau. A l'aide du concept de l'internet des objets, les maisons et les bâtiments peuvent exploiter alors de nombreux appareils et objets intelligemment (Figure I.6). Comme un exemple d'application intéressante de l'IoT dans les maisons intelligentes et les bâtiments on trouve : l'éclairage intelligent, le contrôle de l'air et de chauffage central, la gestion de l'énergie et la sécurité. Ainsi, les réseaux de capteurs sans fil (WSN) avec intégration de la technologie de l'internet des objets fourniront une gestion intelligente de l'énergie dans les bâtiments. D'autre part, l'internet avec des systèmes de gestion de l'énergie aussi offre la possibilité d'accéder aux systèmes d'information et de contrôler l'énergie d'un bâtiment par un ordinateur portable ou un Smartphone placé n'importe où dans le monde.



Figure I.6. Les éléments d'un bâtiment intelligent

### Le système de santé électronique

L'internet des objets a rapidement transformé la prestation de soins. Les équipements et les capteurs sont de plus en plus « intelligents » et génèrent toujours plus de données nécessaires aux équipements médicaux, aux professionnels et profitant ainsi aux patients, en réduisant les coûts et en améliorant leur satisfaction. Les données ainsi collectées facilitent, adaptent, améliorent, anticipent ou réorganisent les soins des patients. Dans le contexte de généralisation du traitement médical électronique, l'Internet des objets est fondamental. En effet, la conception d'un système intelligent de prise de décision clinique, matérialisé par le stockage des données collectées sur les patients et leur accessibilité universelle, procurerait au médecin un excellent appui durant la phase de traitement (figure I.7). L'internet des objets trouve donc tout son intérêt dans le domaine médical, et qui aussi peut améliorer le développement dans ce dernier.

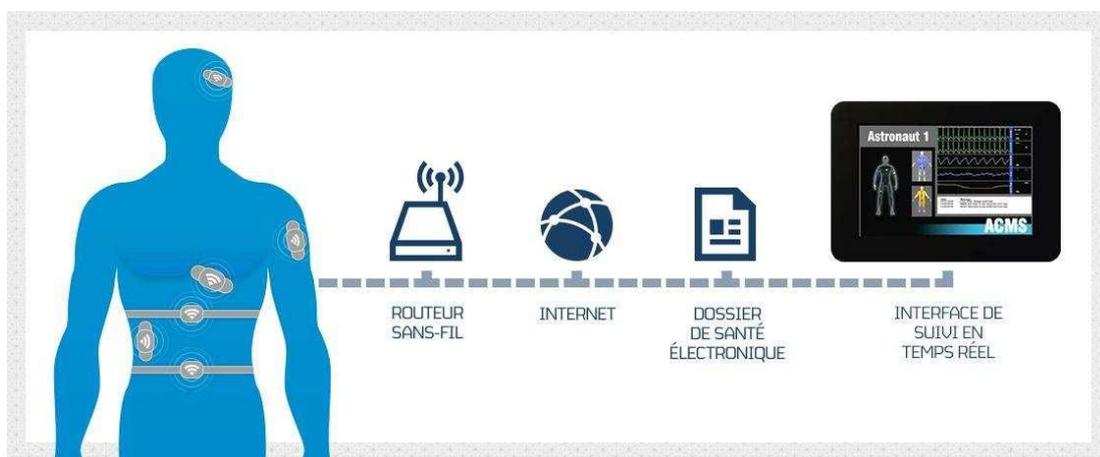


Figure I.7. Système de santé électronique

### Le transport et la mobilité intelligente

Le développement du transport est l'un des facteurs qui indiquent le bien-être de pays. Une application de surveillance de l'état des routes et d'alerte est l'un des applications les plus importantes de l'IoT. Le processus a besoin de l'identification de l'utilisateur et son trajectoire souhaité dans son application sur son téléphonique intelligents. Le transport intelligent est confronté à trois conceptions principales ils sont l'analyse des transports, le contrôle des véhicules connectées. L'analyse de transport représente l'analyse de la prédiction de la demande et de détection anomalie. Le routage des véhicules et le contrôle de la vitesse en plus de la gestion du trafic sont tous connu comme le contrôle du transport qu'ils ont réellement étroitement lié au véhicules connecté (par la communication V2X), et globalement régie par la diffusion multi-technologie comme montre la figure I.8.

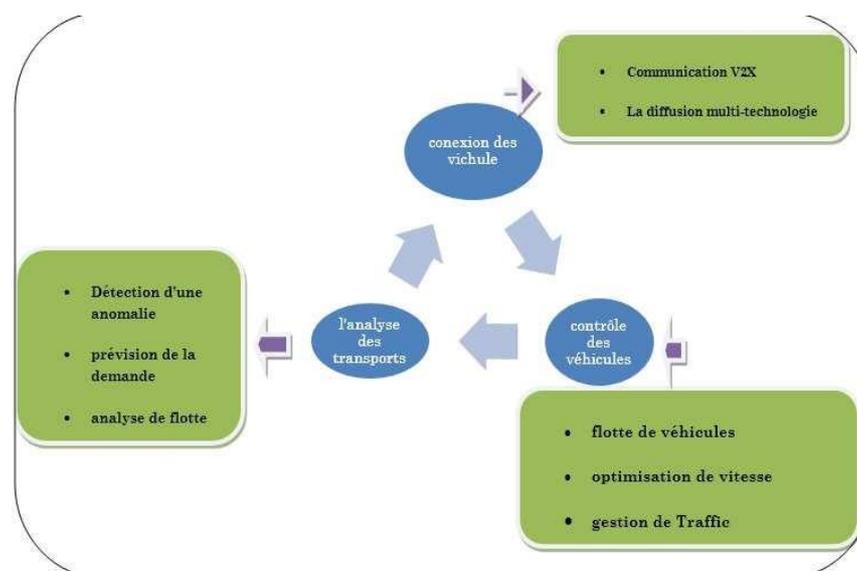


Figure I.8. Les aspects de transport intelligent

### Les usines et la fabrication intelligente

L'usine intelligente a ajouté une nouvelle valeur dans la révolution de la fabrication en intégrant l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique et l'automatisation du travail et la communication M2M avec le processus de fabrication. L'usine intelligente va changer fondamentalement, comment les produits sont inventés, fabriqués et expédiés. En même temps, cela améliorera la sécurité des travailleurs et protège l'environnement un faible incident de fabrication. Ces progrès dans la façon dont les machines

et autres objets communiquent, et la manière dont la prise de décision passe des humains aux systèmes techniques signifie que la fabrication devient "plus intelligente". La révolution des industries et de la fabrication est devenue l'une des plus technologies développées de nos jours, la croissance de l'évolution de l'industrie a pris de nombreuses générations. La première génération liée aux machines mécaniques en plus de la puissance de l'eau et du courant. La deuxième génération de l'industrie traite de la production de masse, des chaînes de montage et de l'électricité.

Dans la fin du dernier siècle, les industries sont exploitées sous le contrôle des ordinateurs et de l'automatisation qui est reconnu par la troisième génération d'industries. L'industrie intelligente c'est la quatrième génération connue par l'industrie 4.0 est basée sur les systèmes de chiffrement physiques qui est capables de se connecter à Internet. Le concept de l'industrie 4.0 avec l'Internet des objets peut atteindre de grandes attentes pour les accords de résolution des industries avec de nombreux aspects sont illustrés par la figure I.9.

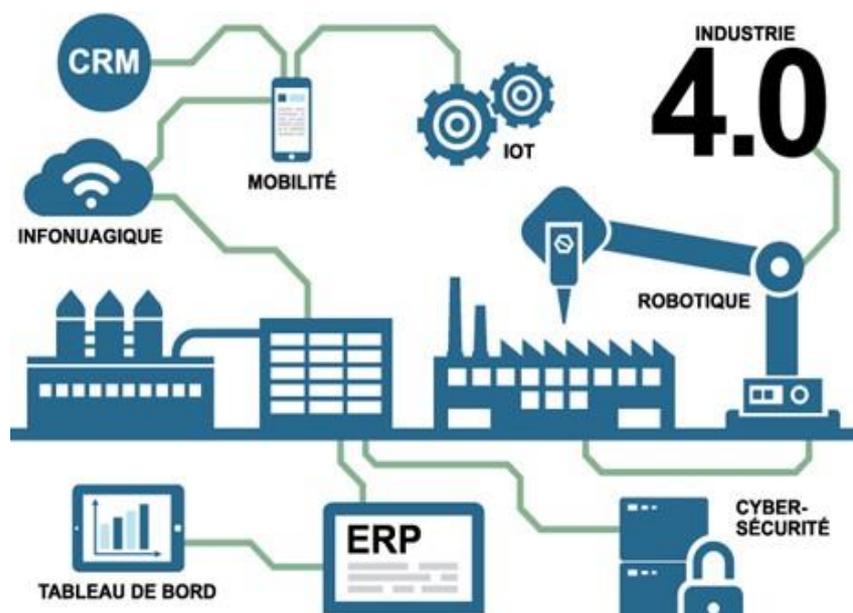


Figure I.9. Schéma de l'industrie 4.0

### La surveillance à distance des patients

Ce domaine d'application est déployé pour surveiller à distance les paramètres essentiels du patient par l'utilisation de capteurs, de dispositifs et les objets qui les entourent (figure I.10). En cela, les données critiques du patient sont transmises et partagées en temps réel entre le patient et les soignants. Sa principale pertinence est la gestion des maladies chroniques telles que le diabète, les maladies cardiaques, asthme, etc.



Figure I.10. Le mécanisme de la surveillance distante des patients

## Les réseaux sans fil

### Classification des réseaux sans fil

Cette classification est fondée sur la notion d'étendue géographique entre systèmes informatique.

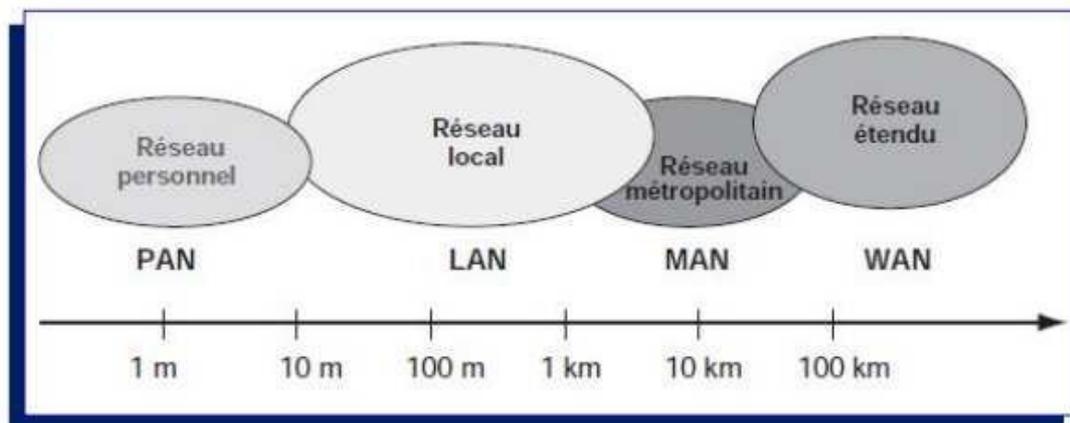


Figure I.11. Classification des réseaux

### Un réseau personnel PAN (Personal Area Network)

C'est un réseau d'étendue limitée à quelques mètres pour l'interconnexion des équipements personnels (GSM, PDA, PC et PC portable) d'un seul utilisateur.

### B. Réseau local LAN (Local Area Network)

Ce sont des réseaux locaux d'étendue limitée. C'est des réseaux intra-entreprises destinés à l'échange de données et ou partage locale de ressources informatique.

**C. Réseau métropolitain MAN (Métropolitain Area Network)**

C'est des réseaux d'étendus de l'ordre de quelques kilomètres, utilisés pour fédérer plusieurs sites équipés d'un réseau local (réseau de campus).

**D. Réseau étendu WAN (Wide Area Network)**

C'est des réseaux très étendus, qui assurent le transport des informations sur de grandes distances entre plusieurs villes et l'interconnexion de réseaux d'une même entreprise.

**Réseaux sans fil utilisés par l'IoT****A. Radio Frequency IDentification (RFID)**

L'identification par radiofréquence constitue un élément essentiel du concept IoT lorsqu'il a été introduit pour la première fois en 1999 par Kevin Ashton [1]. La baisse du prix des étiquettes RFID passives a permis la prolifération rapide de cette technologie dans toutes sortes d'applications de suivi et de surveillance, assurant à nouveau sa place dans l'IoT

**B. Bluetooth**

Bluetooth Low Energy, également appelé Bluetooth Smart, a été conçu pour une consommation ultra-faible applications, ce qui le rend idéal pour connecter des appareils dans une petite plage. De plus, en raison de la popularité de BLE, les défis les plus importants (par exemple, la communication sur IPv6) sont constamment relevés afin d'améliorer encore plus la technologie.

**C. ZigBee**

Est un réseau basé sur des normes protocole construit sur la liaison physique et de données IEEE 802.15.4 couche, et est souvent utilisé à tort comme référence générique aux radios IEEE 802.15.4. Sur la base des différentes exigences du système de mise en réseau, Zigbee Alliance propose trois spécifications – ZigBee PRO, ZigBee RF4CE et ZigBee IP, tous conçus pour les appareils à faible consommation et à faible coût.

Bien qu'il soit censé être un standard ouvert, le concept de Zigbee des profils d'application sont aussi une source d'incompatibilité parmi les produits Zigbee.

**D. Wifi**

Bien que le Wi-Fi n'ait certainement pas été conçu pour IoT, il a été utilisé dans de nombreuses solutions IoT en raison à son utilisation généralisée. Plusieurs poids léger les protocoles applicatifs, tels que CoAP, MQTT, AMQP, etc. ont été développés pour réduire les frais généraux inutiles et rendre le Wi-Fi adapté même aux environnements contraints.

Cas d'utilisation de l'IoT

**E. 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks)**

---

6LoWPAN est un Internet Engineering Task Force (IETF), protocole défini qui fournit la connectivité entre les réseaux de capteurs sans fil et Internet prenant en charge IPv6 à l'aide d'IEEE 802.15.4. Il désigne une liaison sans fil pour les réseaux personnels à faible consommation (LoWPAN). Ces réseaux sont classés par leurs capacités plus restreintes que les autres WPAN (par exemple Bluetooth) et WLAN (par exemple Wi-Fi), ils ont petite taille de trame, faible débit de données, faible bande passante et faible puissance de transmission.

#### **F. IEEE 802.15.4 Standard**

IEEE 802.15.4 est une norme recommandée qui définit une gamme de réseaux personnels sans fil (WPAN) à des fins différentes. Il s'agit d'un WPAN (Wireless Personal Area Network) pour une communication omniprésente entre les appareils. Sa gamme de fréquence de fonctionnement comprend la bande industrielle, scientifique et médicale de 2,4 GHz offrant une accessibilité mondiale.

#### **G. Réseaux cellulaires**

Le réseau cellulaire est un mode de technologie de communication qui permet l'utilisation de téléphones portables. Un téléphone portable est un émetteur-récepteur qui permet la transmission et la réception instantanées d'ondes radio.

#### **Conclusion**

Dans ce chapitre on a présenté une étude détaillée sur l'internet des objets, l'origine, sa définition leurs architecture, fonctionnement puis leurs caractéristiques, domaine d'application. Pour une bonne connexion entre les appareils, on utilise des différentes technologies réseaux utilisées par l'IoT seront présentées dans le chapitre suivant.

# Chapitre II

## Les objets intelligents des réseaux IoT

### Introduction

Pour être capable de concevoir et /ou de contribuer dans mise en œuvre des réseaux IoT, il est indispensable de connaître les éléments de ces réseaux d'une manière approfondie. Chaque phénomène physique peut être un sujet d'une communication à travers les réseaux IoT. Pour créer ce lien de communication, il faut passer par plusieurs niveaux architecturaux. Ce chapitre est consacré à 'l'étude des éléments intervenants dans les réseaux IoT, le lien direct entre l'IoT et le monde physique à travers les objets intelligents, et en particulier les capteurs.

### Les éléments d'un réseau IoT

D'une manière générale, les réseaux IoT sont constitués de cinq éléments fondamentaux : les objets intelligents (objets/outils), passerelle (routeur) IoT, le cloud IoT, les analytiques IoT, et les applications IoT [15]. Le lien entre ces éléments est montré par la figure II.1.

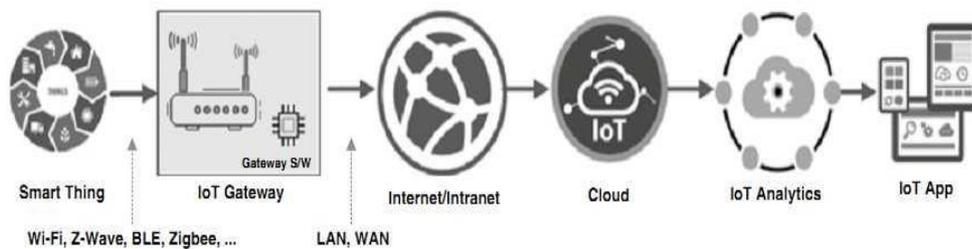


Figure II.1. Les blocs d'un réseau IoT.

### L'IoT et les objets intelligents

Les objets intelligents représentent une partie indispensable et importante dans les réseaux IoT. Un model de conception des objets intelligents est montré par la figure II.2. Il s'agit, essentiellement, d'un objet physique avec un dispositif électronique qui a le potentiel d'échanger de données dans les réseaux IoT [16].

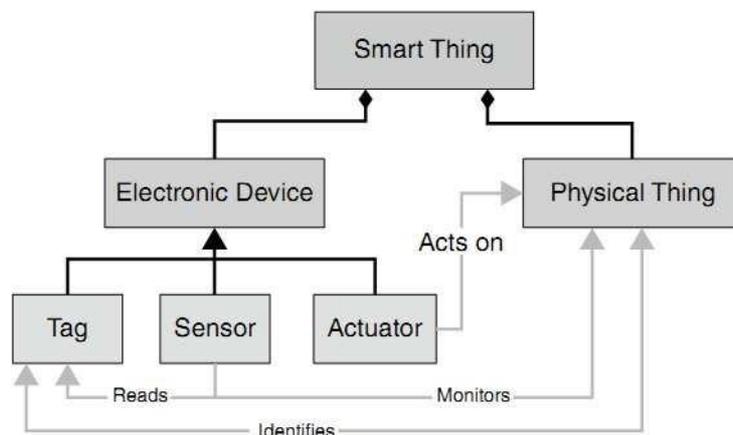


Figure II.2. Conception des objets intelligents

Les objets intelligents ont des identités numériques uniques avec une capacité de détection (et/ou d'actionneur), un processeur intégré, un communicateur et/ou un actionneur (Figure II.3). Le dispositif électronique peut être une balise, un capteur, ou un actionneur.

- Les balises fournissent une identification numérique (en termes de code à barres, identification radiofréquence [RFID], etc.) aux objets intelligentes et sont lues par des capteurs de lecteur ;
- Les capteurs sont soit simples ou avancés, les capteurs simples sont intégrés ou attachés à des choses intelligentes et sont responsables de la lecture d'identité, de la surveillance de l'état des choses physiques et de la communication. Les capteurs avancés sont des capteurs à bord avec des algorithmes intelligents et des techniques logicielles pour les observations d'un environnement spécifique et de surveillance des états de choses physiques ;
- Les actionneurs agissent sur la chose physique pour mettre à jour son état.

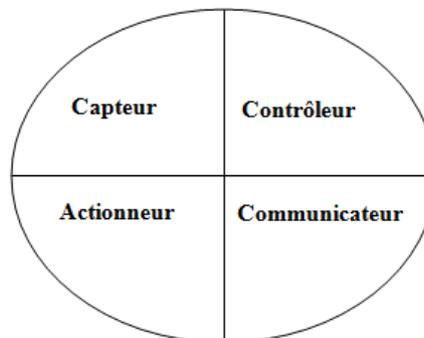


Figure II.3. Les éléments d'un objet intelligent

### Capteur d'un objet intelligent

Ce sont des objets qui ont la capacité à percevoir un changement dans les conditions ambiantes qui se produisant autour de leur environnement. En général, un capteur est un appareil capable de recevoir et de répondre à un stimulus comme la variation de tout phénomène naturel température, flux, lumière, etc. Techniquement, un capteur est un dispositif qui traduit le stimulus reçu en un signal électrique.

Par exemple, pour les capteurs de température, l'entrée est une observation (non électrique) liée au changement de propriété physique d'un objet, et la sortie est un signal électrique en termes de variation de charge, de tension, de courant, etc. qui peut être décrit par la fréquence, l'amplitude et la phase. La sortie du capteur doit finalement être compatible avec les circuits électroniques. Les capteurs couramment utilisés dans les objets intelligents IoT incluent le

capteur de température, le capteur d'humidité, le capteur de proximité, le capteur de mouvement,

### **Actionneur d'un objet intelligent**

Ce sont des dispositifs d'un système IoT qui effectuent des actions physiques (électroniques, mécaniques) soit directement ou indirectement sur l'environnement pour contrôler un certain mécanisme. Pour agir, un actionneur doit posséder une source d'énergie, et un signal de commande. Dans les réseaux IoT, ce signal est l'issue de la prise d'une décision sur les informations détectées reçues par le contrôleur [17]. Les actionneurs sont classés en plusieurs types ; électriques, magnétiques, mécaniques, hydrauliques, pneumatiques, etc. chacun de ces actionneurs agit comme suivant :

- Les actionneurs électriques utilisent des moteurs électriques pour actionner l'équipement en termes de couple mécanique (une électrovanne est un actionneur électrique utilisé pour contrôler le débit d'eau dans les tuyaux) ;
- Les actionneurs magnétiques sont actionnés par l'implication d'énergie magnétique ;
- Les actionneurs mécaniques sont basés sur le principe de la conversion du mouvement rotatif en mouvement linéaire (les engrenages, les poulies, les chaînes, etc.).
- Les actionneurs hydrauliques utilisent la puissance hydraulique pour convertir le mouvement mécanique à un autre type ; linéaire, oscillatoire ou rotatif.
- Les actionneurs pneumatiques convertissent de l'énergie produite par l'air comprimé en mouvement linéaire ou rotatif.

**Contrôleur de chose intelligente** Pour rendre les choses intelligentes, les applications IoT exigent généralement plus qu'un simple ajout d'un capteur à un objet physique, c'est-à-dire un microcontrôleur (MCU).

### **Contrôleur d'un objet intelligent**

Un contrôleur (micro-) est un élément indispensable lors l'ajoute d'un capteur (actionneur) à un objet physique.

Les microcontrôleurs sont constitués d'un de plusieurs processeurs, mémoire, périphériques d'entrée/sortie programmables sur un seul circuit intégré. Dans les systèmes IoT, les microcontrôleurs sont essentiellement conçus pour les applications embarquées. La rentabilité des MCU prend en charge leur utilisation. Pour connecter avec les réseaux, les microcontrôleurs sont équipés par des ports Ethernet/Wi-Fi.

Les microcontrôleurs de la série ADuCM302x de *Analog Devices* (Figure II.4) sont des microcontrôleurs ultra basse consommation conçus pour les applications IoT [18]. Cette série

---

est caractérisée par : 256 ko de mémoire flash, une cache de 4 ko, et une mémoire SRAM système de 64 ko.

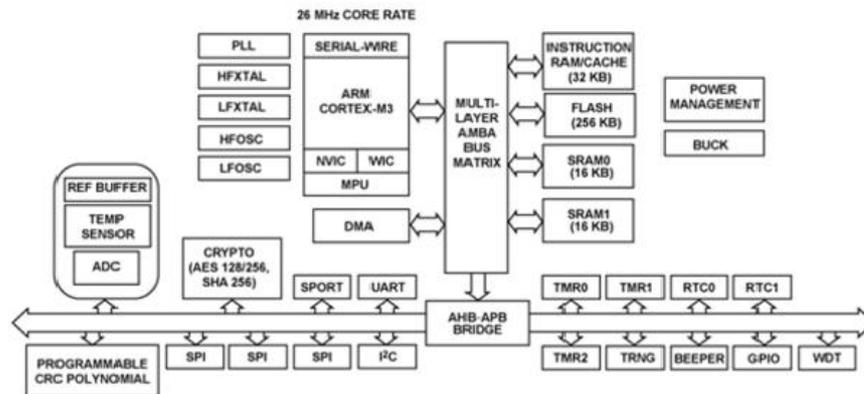


Figure II.4. Architecture des microcontrôleurs ADuCM302x

### Communicateur d'un objet intelligent

Les objets intelligents de l'IoT contiennent des composants de transmission à faible puissance qui peuvent transmettre les données détectées aux appareils technologiques de réseau respectifs. Différents types de réseaux sans fil, notamment Wi-Fi, Bluetooth, etc. permettent la connectivité d'objets intelligents à l'infrastructure de réseau IP via des passerelles IoT.

La figure II.5 donne un exemple de simulation d'un lien IoT entre un plusieurs capteurs, actionneurs, un microcontrôleur, et un mécanisme de communication. Par exemple, l'ensemble (constitué du ventilateur (actionneur) équipé par un capteur de température (capteur), et contrôlé par le microcontrôleur) est considéré comme objet intelligent, et la communication est assurée par les liaisons sans fil.

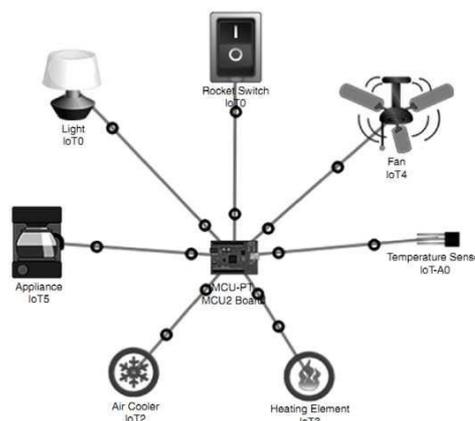


Figure II.5. Simulation et construire des objets intelligents de l'IoT.

### Les capteurs

#### Définition

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette

grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande. On peut considérer que le capteur est constitué de deux parties distinctes; le corps d'épreuve qui saisie la grandeur physique, et l'élément sensible (transducteur) qui convertit la grandeur physique saisie en un signal généralement électrique exploitable par l'organe de traitement, appelé aussi image informationnelle [19].

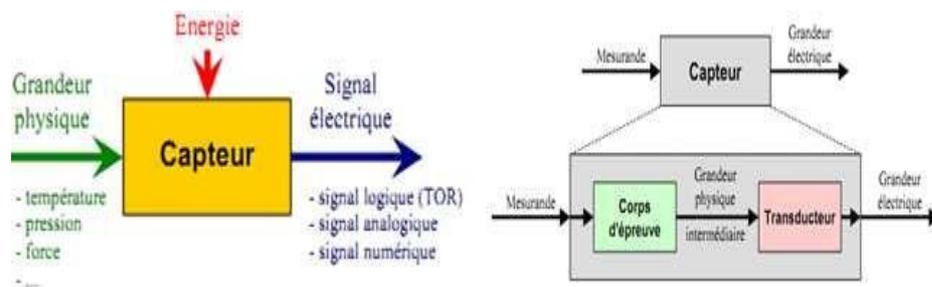


Figure II.6. Les éléments d'un capteur

### Classification des capteurs

Les capteurs sont, généralement, classifiés selon plusieurs méthodes

#### A. Selon la nature de l'information en sortie

La sortie d'un capteur peut varier de 3 façons différentes, et délivre donc une information de type (1) Analogique ; la grandeur électrique délivrée en sortie par ce type de capteur est en relation directe (le plus souvent proportionnelle) à la grandeur physique à capter. Le signal varie de façon continue au cours du temps et possède une infinité de valeurs possibles dans un intervalle donné. (2) Tout ou Rien (TOR) ; ces capteurs génèrent une information électrique de type binaire (vrai ou faux) qui caractérise le phénomène à détecter. On parle alors plutôt de détecteurs. (3) Capteur numérique; ce type de capteur délivre en sortie une information électrique à caractère numérique, c'est-à-dire ne pouvant prendre qu'un nombre limité de valeurs distinctes. Le signal varie de façon discontinue au cours du temps. L'information délivrée par ces capteurs est un code numérique sur plusieurs bits [19].

#### B. En actifs /passifs

C'est une classification qui se repose sur l'effet mis en œuvre pour générer le signal de mesure.

- Les capteurs passifs; ils font intervenir une impédance dont la valeur varie avec la grandeur physique, il faut donc intégrer un capteur passif dans un circuit avec une alimentation. (1) les capteurs résistifs, la résistance varie avec la grandeur physique (mesure de température par résistance à fil de platine (sonde Pt100), thermistance (CTN, CTP)). La figure II.7 montre un

exemple de quelques capteurs résistifs. (2) les capteurs inductifs, l'inductance varie avec la grandeur physique. (3) les capteurs capacitifs, la capacité varie avec la grandeur physique.

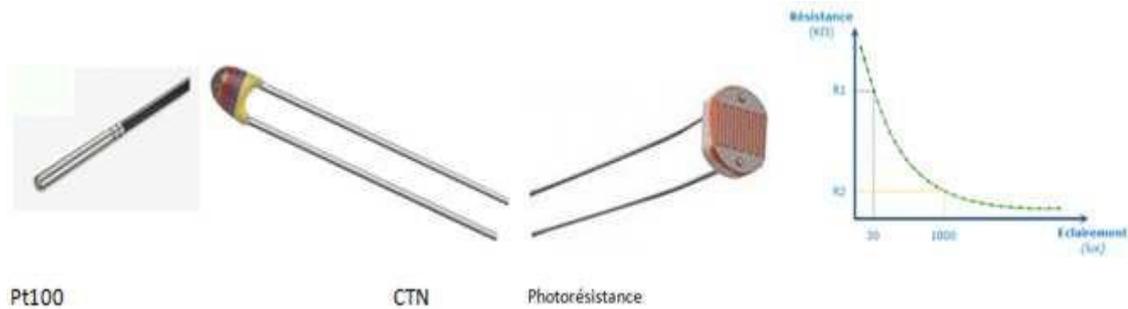


Figure II.7. Exemple de capteurs passifs de type résistif

- Les capteurs actifs; la grandeur d'entrée ou ses variations génère directement une énergie (tension, courant, charge électrique). Cette énergie étant généralement faible, les capteurs nécessitent tout de même l'utilisation d'amplificateurs. Ces capteurs sont associés à un effet physique quelconque (photovoltaïque, thermoélectriques, piézoélectrique, d'induction électromagnétique, à Effet Hall, etc)

## Les réseaux de capteurs sans fil

### II.4.1. Définition

Il s'agit d'un réseau ad hoc qui inclut des petits nœuds de détection ou capteurs. Ces réseaux sont caractérisés par leurs faibles vitesses de traitement et réduction des capacités de stockage. Les capteurs peuvent être déployés de façon aléatoire dans une zone à partir de laquelle les utilisateurs souhaitent recueillir des données. En général, les réseaux de capteurs sans fil contiennent des centaines ou des milliers de capteurs qui sont généralement identiques. Le déploiement d'un réseau de capteurs est facile grâce à la flexibilité de sa topologie. En effet, les nœuds de capteurs ont la capacité de communiquer soit entre eux, soit directement avec une station de base.

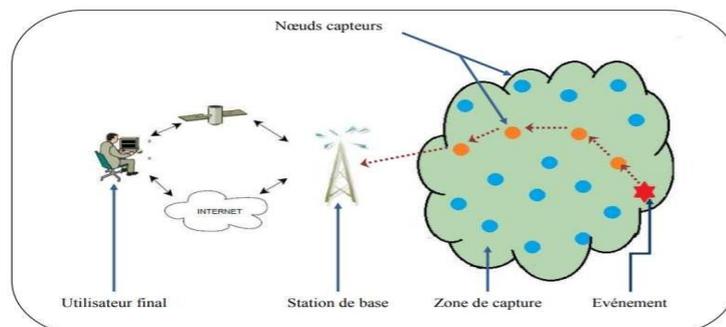


Figure II.8. Exemple d'un réseau de capteurs sans fil

**II.4.2. Applications des Réseaux de capteurs Sans Fil**

Les réseaux de capteurs sans fil ont un champ d'application large et varié. Cela est devenu possible en raison de son faible coût, de sa petite taille et de ses moyens de communication sans fil utilisés et une large gamme de types de capteurs disponibles. Il se caractérise également par la possibilité d'auto-organisation et l'établissement de contacts entre eux sans aucune intervention humaine, en particulier dans les zones inaccessibles ou hostiles, ce qui accroît davantage le nombre de domaines ciblés par leur application (environnement, catastrophes naturelles, bâtiments intelligents, la santé, l'agriculture, l'industrie...etc.). Les domaines militaire, civil, agricole et environnemental, industriel, la santé, et domestiques sont plus ciblés par les réseaux de capteurs.

**Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons les éléments de base de l'IoT, Les objets intelligents sont des capteurs (des actionneurs) contrôlés par un mécanisme de contrôle. Les informations transmises par l'IoT passent plusieurs éléments. Plusieurs types de capteurs peuvent être utilisés pour rendre un objet physique intelligent. Les réseaux de capteurs est un mécanisme de suivre un phénomène ou un état en utilisant plusieurs nœuds. Ces réseaux représentent un noyau pratique pour l'IoT.

# **Chapitre III**

## **Prototypage et résultats**

### Introduction

La technologie médicale joue aujourd'hui un rôle de premier plan dans notre vie quotidienne pour nous fournir des résultats clairs qui ne peuvent pas être déterminés à l'œil nu. L'internet des objets peut contribuer considérablement pour le soin de santé et en temps réel. Ces derniers mois, et après l'apparition du virus de COVID-19, la recherche scientifique a été orientée, dans plusieurs, pour lutter contre cette épidémie et le déploiement de virus. Pour cette raison, la détection des infections est primordiale, et la mesure de la température des personnes à une indication sur de l'infection. Pour cela, un réseau prototype a été réalisé et implémenté pour mesurer la température des patients et transmettre la transmettre en temps réel à un serveur Web pour l'afficher.

Dans ce chapitre, nous allons décrire les étapes à suivre pour réaliser et implémenter notre réseau prototype ainsi que les résultats obtenus.

### Modèle du réseau prototype

Notre réseau prototype est basé sur la conception des réseaux IoT, un objet intelligent a été réalisé, et les résultats de mesure, avec des autres données, seront, par la suite, transmis à lien distant pour l'afficher. La figure III.1 montre le schéma synoptique de notre réseau. L'objet intelligent est constitué d'un capteur de température, d'un microcontrôleur pour contrôler les opérations de mesure, et d'un module Wifi pour la communication. Dans l'autre bout de notre prototype, on trouve un serveur Web pour afficher les mesures.

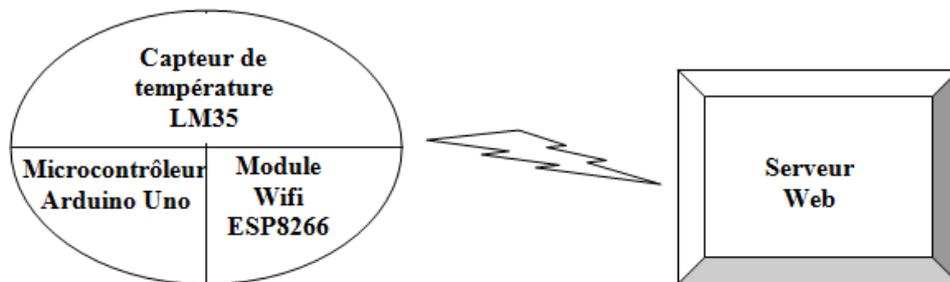


Figure III.1. Modèle de conception du réseau prototype

### Description des éléments matériels

#### Le capteur de température

C'est un thermomètre utilisé pour mesurer la température d'une personne. Comme le montre la figure III.2, il est possible de mesurer la température à distance en se basant sur les rayons infrarouges.



### III. 3.3. Le module Wifi

Le module émetteur-récepteur sans fil Wifi série ESP-01 ESP8266 (Figure III.5) est un SOC autonome avec une pile de protocoles TCP/IP intégrée qui peut donner à n'importe quel microcontrôleur un accès à votre réseau Wifi. L'ESP8266 est capable d'héberger une application ou de décharger toutes les fonctions de réseau Wifi d'un autre processeur d'application.

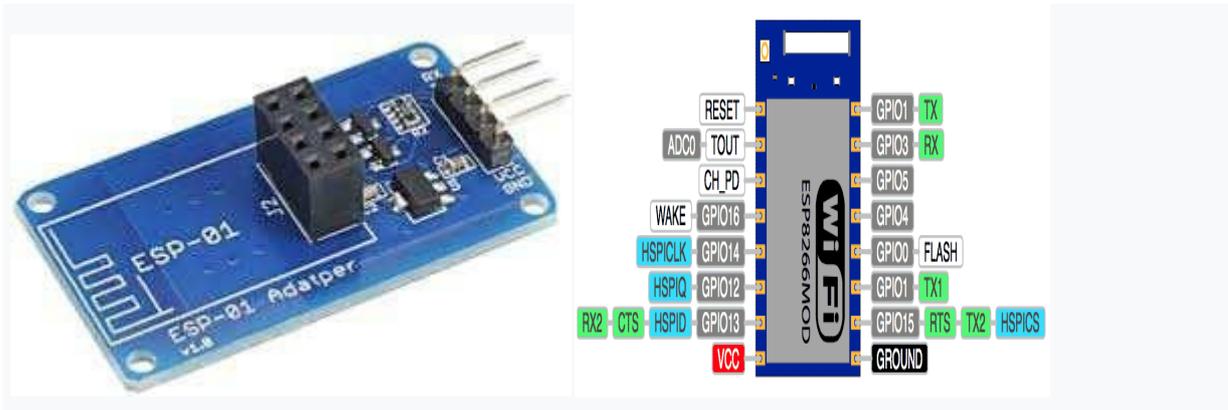


Figure III.5. Module Wifi ESP8266-01

### III.3.4. Le serveur (le site) Web

Pour afficher les valeurs de mesure, on peut utiliser les navigateurs d'internet (Google Chrome, Mozilla, etc.) installés dans un miro ordinateur.

#### Schéma avant de télécharger le code

Avant de télécharger le code dans le module Wifi, le montage montré par figure III.6 a été fait.

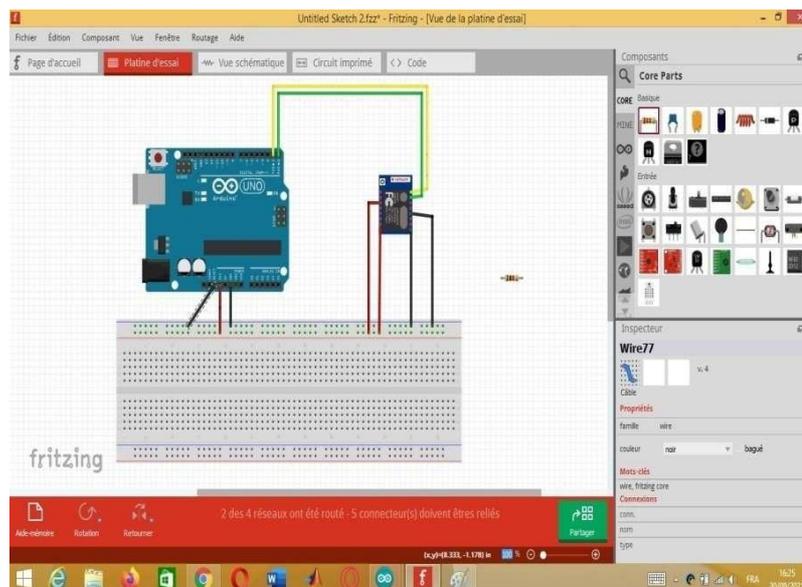


Figure III.6. Schéma avant de télécharger le code

**Le code développé pour la programmation du module Wifi ESP8266**

Une fois les bibliothèques installées, copiez et collez le croquis suivant dans l'IDE Arduino, puis téléchargez-le sur l'ESP8266. Les instructions et la tâche de chaque partie sont montrées par la figure III.7.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <NTPClient.h>
#include <WiFiUdp.h>

# nous initialisons une instance WifiUDP et NTPClient
WiFiUDP ntpUDP;
const long utcOffsetInSeconds = 3600;
NTPClient timeClient(ntpUDP, "pool.ntp.org", utcOffsetInSeconds);

#Nous utilisons cette fonction avec une structure de temps pour obtenir la date
unsigned long epochTime = timeClient.getEpochTime();
struct tm *ptm = gmtime ((time_t *)&epochTime);

# pour vous connecter à votre WiFi domestique, entrez vos identifiants réseau ici
const char* ssid = "Tenda_E7EAC8";
const char* password = "23032003";

ESP8266WebServer server(80);# Maintenant, nous ouvrons le port 80
String SendHTML(float TemperatureWeb, String TimeWeb, String DateWeb);
void handle_OnConnect();
void handle_NotFound();

float Temperature;
int tempPin=A0;
String formattedTime;
String Date;
int Day;
int Month;
int Year;

#pour la configuration, nous initialisons le moniteur série à 115200 pour créer des invites et afficher des informations. De plus, à l'aide des fonctions de démarrage, nous nous connectons au WiFi, démarrons un serveur puis initialisons le capteur DHT et le serveur de temps
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(tempPin,INPUT);
  Serial.println("Connecting to ");
```

```
Serial.println(ssid);
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(1000);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("Connected to WiFi");
Serial.print("IP: "); Serial.println(WiFi.localIP());
server.on("/", handle_OnConnect);
server.onNotFound(handle_NotFound);
server.begin();
timeClient.begin();
}
void loop() {
  server.handleClient();
}
#À l'intérieur de la fonction handle_OnConnect() se trouvent les commandes qui récupèrent les lectures de date, d'heure, de température et d'humidité à partir de leurs bibliothèques respectives
void handle_OnConnect() {
  timeClient.update();
  unsigned long epochTime = timeClient.getEpochTime();
  String formattedTime = timeClient.getFormattedTime();
  struct tm *ptm = gmtime ((time_t *)&epochTime);
  int monthDay = ptm->tm_mday;
  int currentMonth = ptm->tm_mon+1;
  int currentYear = ptm->tm_year+1900;
  formattedTime = timeClient.getFormattedTime();
  Date=String(currentYear)+"-"+String(currentMonth)+"-"+
String(monthDay);
  Temperature =analogRead(A0);
  Temperature= Temperature* 0.48828125;
  server.send(200, "text/html", SendHTML(Temperature,formattedTime,Date));
}
void handle_NotFound(){
  server.send(404, "text/plain", "Not found");
  delay(5000);
}
```

```
}  
#nous utilisons SendHTML() pour créer une page Web en fonction des données que nous  
avons collectées  
StringSendHTML(floatTemperatureWeb,StringTimeWeb,StringDateWeb){  
    String ptr = "<!DOCTYPE html> <html>\n";  
    ptr += "<head><meta name=\"viewport\" content=\"width=device-width, initial-scale=1.0,  
user-scalable=no\">\n";  
    ptr += "<title>ESP8266 Global Server</title>\n";  
    ptr += "</head>\n";  
    ptr += "<body>\n";  
    ptr += "<div id=\"webpage\">\n";  
    ptr += "<h1>ESP8266 Global Server</h1>\n";  
    ptr += "<p>Date: ";  
    ptr +=(String)DateWeb;  
    ptr += "</p>";  
    ptr += "<p>Time: ";  
    ptr +=(String)TimeWeb;  
    ptr += "</p>";  
    ptr += "<p>Temperature: ";  
    ptr +=(int)TemperatureWeb;  
    ptr += "C</p>";  
    ptr += "</div>\n";  
    ptr += "</body>\n";  
    ptr += "</html>\n";  
    return ptr;  
}
```

Figure III.7. Code source de programmation du module Wifi.

### Ajoute du capteur de température

Après l'avoir envoyé sans erreurs, nous continuons le schéma, nous s'ajoutons le capteur LM35 et une résistance de valeur de 1 K $\Omega$  pour la protection (Figure III.8).

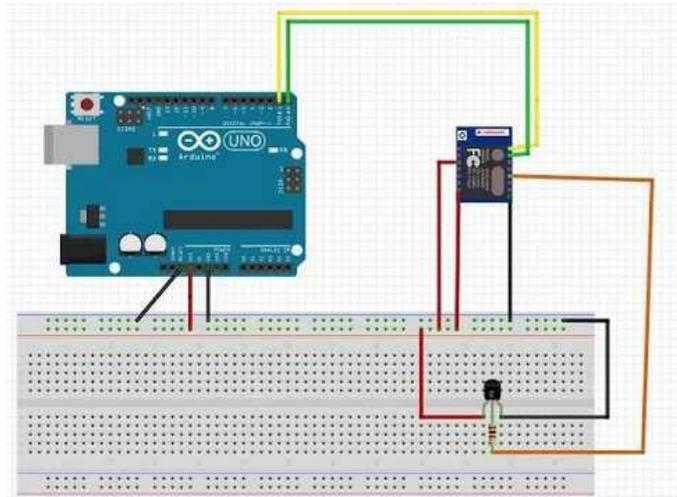


Figure III.8. Circuit final de l'objet intelligent

### Procédure de programmation de l'ESP8266

Pour programmer l'ESP8266 à l'aide de l'IDE Arduino, vous devez d'abord installer la carte puis procéder comme suivant.

**Etape 1.** Dans l'IDE Arduino, accédez à **Fichier** puis **Préférences**.

**Etape 2.** Dans le champ URL du gestionnaire de cartes supplémentaires, saisissez [http://arduino.esp8266.com/stable/package\\_esp8266com\\_index.json](http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json). Ensuite, appuyez sur OK.

**Etape 3.** Allez dans **Outils** puis **Tableau** puis **Gestionnaire de tableaux**.

**Etape 4.** Dans la barre de recherche de Boards Manager, saisissez ESP8266. Ensuite, appuyez sur installer sur la "communauté ESP8266 by ESP8266". À ce stade, les définitions de la carte ESP8266 sont déjà installées. Nous pouvons maintenant programmer la puce ESP8266 comme n'importe quelle autre carte Arduino.

**Etape 5.** On installe ESP8266 par ESP8266 community.

**Etape 6.** On redémarre Arduino ide. Après appuyer sur **outils** puis **Type de carte**.

**Etape 7.** Télécharger le code sur l'ESP-01. Choisir **Module générique ESP8266** comme carte. Assurez-vous également de sélectionner le bon numéro de port.

**Etape 8.** Nous choisissons la vitesse de téléchargement à 115200. Nous nous connectons esp après. Allez dans Outils >> Port Com3 (Arduino / genuino uno).

**Etape 9.** Après avoir cliqué sur Vérifier pour vérifier les erreurs.

**Etape 10.** On n'a pas trouvé d'erreur, on appuie sur la télé versé.

**Etape 11.** Après la connexion d'ESP, nous écrivons l'adresse IP (192.168.1.5) dans Google Chrome, et la température et l'heure nous seront affichées comme le montre la figure III.9.



Figure III.9. Affichage de température sur le serveur Web

### Réalisation du réseau prototype

**Phase 1 :** la préparation des composants nécessaires pour la réalisation comme le montre la figure III.10.

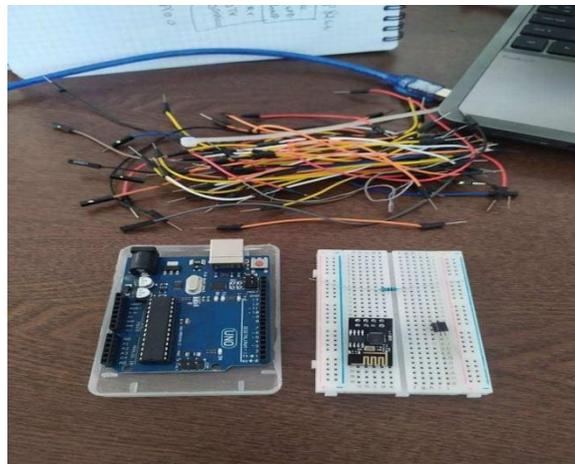


Figure III.10 .Les composants utilisés

**Phase 2 :** relier L'ESP à l'Arduino (figure III.11), après envoyer le code.

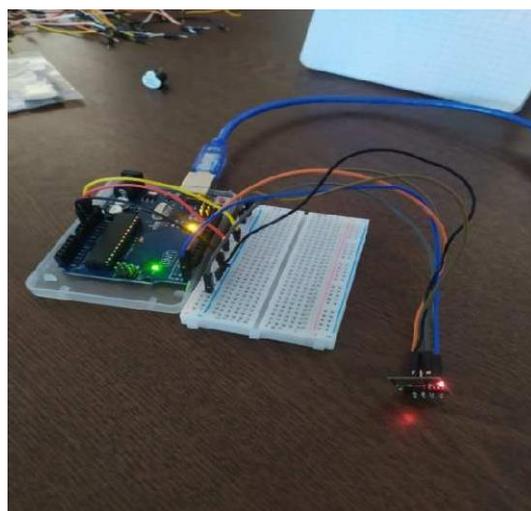
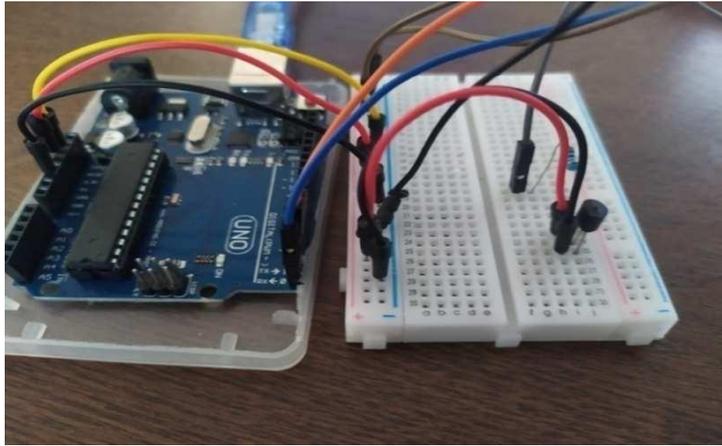


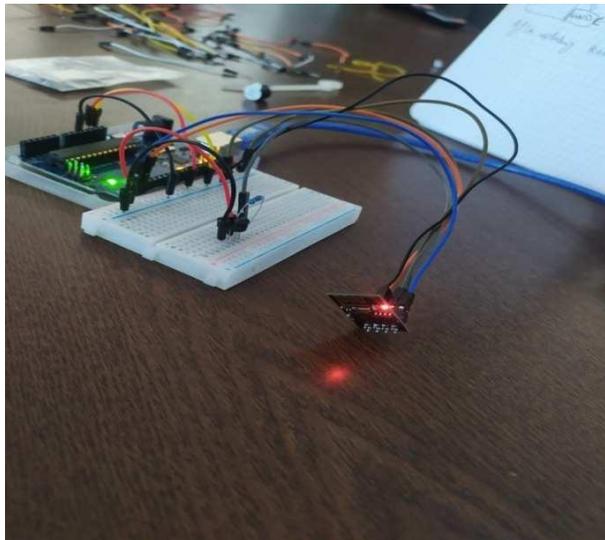
Figure III.11. La connexion du l'Arduino et esp avec le code

**Phase 3** : ajouter le capteur LM35 et la résistance de protection (figure III.12).



**Figure III.12.** La connexion de tous les composants

**Phase 4** : après nous envoyons le code pour rendre notre objet intelligent fonctionnel comme il est illustré par la figure III.13.



**Figure III.13.** le circuit final

**Phase 4** : maintenant, il est possible d'afficher la température mesurée sur le site Web (le navigateur Google Chrome). Cet affichage est montré par la figure III. 14.

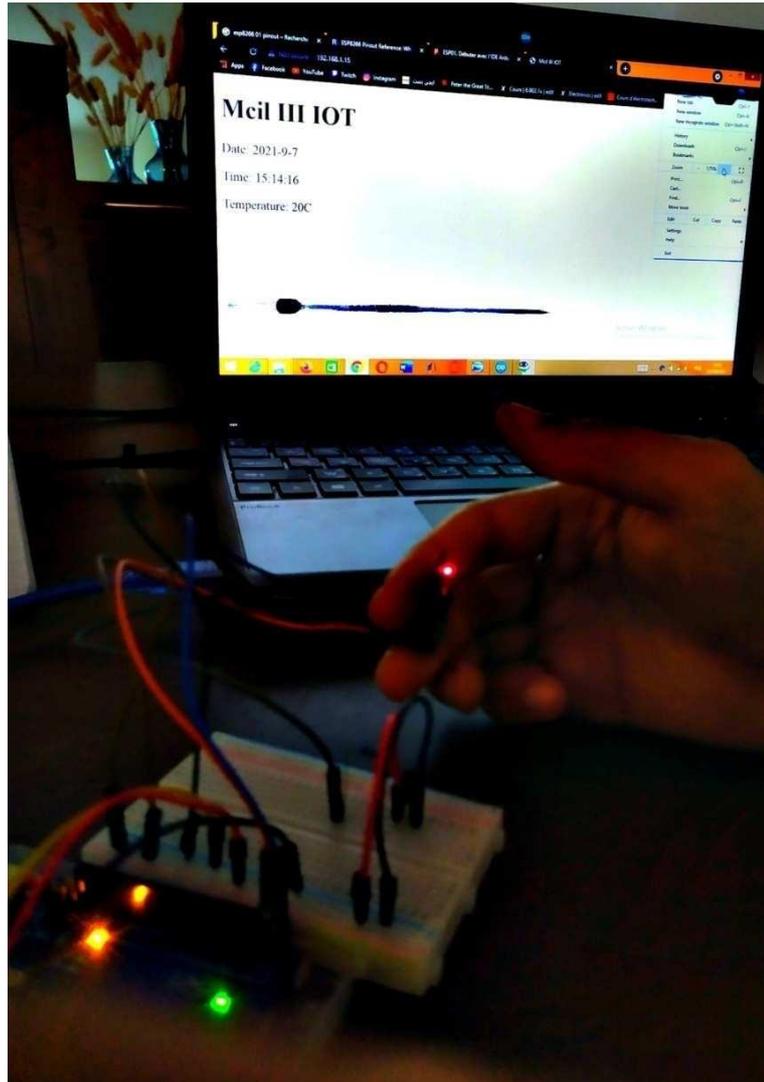


Figure III.14. Test de fonctionnement du réseau prototype implémenté.

### Conclusion

Il existe de nombreuses méthodes et appareils de mesure actuellement disponibles, mais la méthode de mesure de la température a été déterminée comme la plus pratique au vu de la rapidité de réponse et de la sécurité des opérateurs. Le capteur de température que nous avons réalisé joue un rôle majeur dans la crise que le monde traverse actuellement en raison de la propagation de l'épidémie de covid-19.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale

Ce travail de projet de fin d'études a été consacré à l'internet des objets, et ces applications dans notre vie quotidienne. Depuis quelques années, Internet évolue de l'internet des ordinateurs à l'internet des objets. Il y a convergence entre des domaines autrefois différents, comme les systèmes embarqués et la communication machine à machine avec internet et ses hiérarchies de réseaux.

La conception architecturale, en modèles de couches, de l'internet des objets se diffère d'un concepteur à un autre. Ces différentes conceptions incluent les mêmes éléments qui sont les objets intelligents, la passerelle, le Cloud, et les analytiques, et les applications. Les réseaux sans fil de télécommunication ou de l'informatique peuvent être considérés comme un support pratique pour implémenter et mettre en œuvre l'internet des objets.

La transmission, en temps réel, des données qui expriment une opération de suivre d'un phénomène ou d'un état est l'un des objectifs de l'internet des objets.

Nous avons récemment vu ce que le monde traverse à cause de la pandémie de corona, ce qui nous a fait compter sur l'internet des objets dans le domaine de santé, c'est ce dont nous avons parlé dans le dernier chapitre, où les scientifiques ont pu, inventer beaucoup des objets connectés à internet (stérilisateur intelligent, masque intelligent, mesure de la température humaine...), pour faciliter l'élimination de ce virus et faciliter la vie d'un être humain.

De notre point de vue, l'internet des objets joue un rôle important dans la vie humaine, en particulier la santé, où l'on croit que grâce à lui, le médecin humain sera éliminé et tout devint électronique, alors est-ce bon pour l'humanité.

# Bibliographie

# Bibliographie

---

## Bibliographie

- [1] M. Han and H. Zhang, "Business intelligence architecture based on internet of things " Journal of Theoretical & Applied Information Technology, vol. 50, no. 1, pp. 90-95, 2013.
- [2] P.J. Benghozi, S. Bureau, F. Massit-Folléa, C. Waroquiers, and S. Davidson, L'internet des objets: quels enjeux pour l'Europe, Éd. de la Maison des sciences de l'homme éd., 2009, 66 p.
- [3] M. Weill and M. Souissi, "L'Internet des objets: concept ou réalité?," dans Réalités industrielles, ESKA, Éd., Les Annales des Mines. ESKA, 2010, pp. 9096.
- [4] ROX 2017.
- [6] Les experts Ooreka, "Système RFID : définition et fonctionnement d'un système RFID ", 22 déc. 2015; <http://rfid.comprendrechoisir.com/comprendre/systeme RFID>.
- [7] M. Han and H. Zhang, "Business intelligence architecture based on internet of things" Journal of Theoretical & Applied Information Technology, vol. 50, no. 1, pp. 90-95, 2013.
- [8] N. Daniel, R. Marcel, and K. Daniel, Livre blanc Machine To Machine enjeux et perspectives: Orange Business Services, Syntec informatique, Fing, 2006, 40 p.
- [9] <https://www.geeksforgeeks.org/characteristics-of-internet-of-things/>.
- [10] [https://www.fun-mooc.fr/c4x/MinesTelecom/04013/asset/S4-5\\_-Objetscommunicants.pdf](https://www.fun-mooc.fr/c4x/MinesTelecom/04013/asset/S4-5_-Objetscommunicants.pdf)  
consulté le 14/02/2018.
- [11] <https://dl.ummo.dz/bitstream/handle/ummo/8366/BelaidNassima.pdf?sequence=1&isAll>  
[owd=y](#).
- [12] S. Jain, A. Srivastava, Healthcare Paradigms in the Internet of Things Ecosystem, 2021.
- [13] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Body\\_Area\\_Network#:~:text=Le%20Body%20Area%20Net](https://fr.wikipedia.org/wiki/Body_Area_Network#:~:text=Le%20Body%20Area%20Net)  
[work%20\(%20BAN,de%20fa%C3%A7on%20active%20\(actionneurs](#).
- [14] Vermesan & Friess, 2013, Howitt & Gutiérrez, 2003.
- [15] Serbanati, A., Medaglia, C.M., and Ceipidor, Building blocks of the internet of things: state of the art and beyond. In: Deploying RFID-Challenges, Solutions, and Open Issues. IntechOpen, 2011.
- [16] Enabling the Internet of Things Fundamentals, Design and Applications by Muhammad Azhar Iqbal, Sajjad Hussain, Huanlai Xing, Muhammad Ali Imran (z-lib.org)
- [17] Anjanappa, M., Datta, K., and Song, T. (2002). Introduction to sensors and actuators, The Mechatronics Handbook, vol. 1, 16.1–16.14. CRC Press.
- [18] <https://vipress.net/microcontrolleurs-optimises-pour-applications-internet-des-objets/>
- [19] G. Asch, et B. Poussery, "les capteurs en instrumentation industrielle", Dunod, 2017.