

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : Sciences de l'ingénierie
Département : Electronique
Domaine : Sciences et technologie
Filière : Télécommunications
Spécialité : Réseaux et Télécommunications

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

**Simulation d'un réseaux domotique à base d'Internet
des Objets**

Présenté par : OTMANI YACINE

Encadrant : SAHRAOUI LEILA MCB UMBA

Jury de Soutenance :

KOUADRIA.N	MCA	UMBA	Président
SAHRAOUI.L	MCB	UMBA	Encadrant
YAHIA	MCB	UMBA	Examineur

Année Universitaire : 2020/2021

Résumé

L'évolution de la technologie et de l'informatique a fait que l'internet n'est pas limité à la gestion des réseaux, mais aussi s'est étendu à la gestion et le contrôle des objets, sous le terme Internet des Objets (IoT). Parmi les domaines les plus en vue de l'utilisation de cette nouvelle technologie, on retrouve le domaine de la domotique appelé aussi la maison intelligente. Cette catégorie de maison connectée prévoit d'avoir le confort, la sécurité, la communication et l'économie de l'énergie.

Dans ce travail, nous proposons de concevoir un modèle réduit d'une maison dite « intelligente ». Implémenter les fonctions de domotique et simuler des scénarios automatisés à l'aide du logiciel Packet Tracer de Cisco.

Mots-clés : IoT, Internet des objets, Maison intelligente, Domotique, Cisco Packet Tracer

Abstract :

The evolution of technology and computing has meant that the internet is not limited to the management of networks, but also has extended to the management and control of objects, under the term Internet of Things (IoT). Among the most prominent areas of the use of this new technology is the field of home automation, also known as the smart home. This category of connected home provides for comfort, security, communication and energy saving.

In this work, we propose to design a reduced model of a so-called “smart” house. Implement home automation functions and simulate automated scenarios using Cisco Packet Tracer software.

Keys-words: IoT, Internet of Things, Smart Home, Home Automation, Cisco Packet Tracer

ملخص

يعني تطور التكنولوجيا والحوسبة أن الإنترنت لا يقتصر على إدارة الشبكات ، ولكنه امتد أيضًا إلى إدارة الكائنات والتحكم فيها ، تحت مصطلح إنترنت الأشياء (IoT). من بين المجالات الأكثر شيوعًا لاستخدام هذه التكنولوجيا الجديدة مجال أتمتة المنزل ، المعروف أيضًا باسم المنزل الذكي. توفر هذه الفئة من المنازل المتصلة الراحة والأمان والتواصل وتوفير الطاقة. في هذا العمل ، نقترح تصميم نموذج مصغر لما يسمى بالمنزل "الذكي". تنفيذ وظائف أتمتة المنزل ومحاكاة السيناريوهات الآلية باستخدام برنامج Cisco Packet Tracer

الكلمات المفتاحية: IoT، إنترنت الأشياء ، المنزل الذكي
أتمتة المنزل ، Cisco Packet Tracer

Remerciement

Je tiens à remercier sincèrement Mme SAHRAOUI, en tant que directeur de mémoire, qui a été toujours à l'écoute et très disponible pour la réalisation de ce travail.

Mes remerciements sont aussi adressés aux membres de jury qui ont accepté de juger ce travail.

Je n'oublie pas de remercier ma famille pour leur contribution et leur patience.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis qui m'ont encouragé pour finaliser ce travail.

Table de matières

Table de matières.....	I
Liste des figures.....	IV
Liste des tableaux.....	VI
Abréviation.....	VII
Introduction générale.....	1
Chapitre I : L'INTERNET des Objets	3
Introduction	3
1. Historique de l'io T.....	3
2. Définition de l'internet des objets	3
2.1. L'évolution de l'écosystème de l'internet des objets	4
2.2. Architecture de l'internet des objets	6
2.2.1. Le traitement des données	8
2.2.2. La transmission des données et architecture réseau dans IoT.....	10
2.2.3. Topologies.....	11
2.2.4. Protocoles de communication pour l'IoT.....	13
2.2.4.1. Bluetooth.....	13
2.2.4.2. Wifi (Wireless Fidelity).....	13
2.2.4.3. NFC (Near Field communication).....	13
2.2.4.4. Zigbee.....	13
3. Les objets connectés.....	14
3.1. Les propriétés d'usage d'un OC.....	15
3.2. La communication entre les objets.....	15
3.2.1. Jonction entre le monde physique et le monde numérique	16
3.3. Fonctionnement.....	16
4. Domaines d'applications de l'IoT.....	17
4.1. Les Avantages, Inconvénients et Sécurités d'IOT.....	18
4.2. Les avantage	18
4.3. Les inconvénients.....	19
4.4. Sécurités de l'IoT.....	19
5. Travaux et objectifs dans l'IoT	20

Table de matière

6. Conclusion.....	21
Chapitre II : la domotique.....	22
Introduction.....	22
1. Définitions.....	23
2. Domaines de la domotique.....	23
2.1. Protection des personnes et des biens.....	23
2.2. Confort de la vie quotidienne.....	23
2.2.1. La régulation en fonction de la luminosité extérieure.....	23
2.2.2. La programmation quotidienne et hebdomadaire.....	24
2.2.3. Simplification de la vie.....	24
2.2.4. Les économies d'énergie.....	24
3.La maison communicante.....	24
3.1. Techniques de mise en place d'une maison connectée.....	25
3.2. Techniques de liaison.....	25
3.2.1. Domotique sans fil.....	26
3.2.2. Domotique à courant porteur CPL.....	27
3.2.3. Domotique câblée.....	27
4. Constitution d'un système domotique.....	28
4.1. Unité de gestion.....	28
4.2. Capteurs.....	28
4.3. Actionneurs.....	28
4.4. Interface de pilotage.....	29
4.5. Protocoles de communication.....	29
5. Marché des maisons intelligentes.....	29
5.1. Statistiques.....	29
5.2. Domotique en Algérie.....	30
5.3. Fabricants spécialisés de la domotique.....	31
6. Dispositifs de domotique.....	32
6.1. NodeMCU ESP8266.....	32
6.2. La carte Arduino.....	32
6.3. Raspberry Pi.....	33

Table de matière

6.4. Les cartes basées sur les microcontrôleurs STM (STMicroelectronics)	33
7. Conclusion	35
Chapitre III : Simulation d'une maison intelligente	36
Introduction	36
1.Présentation de Simulateur Cisco Packet Tracer7.1	36
2. Les fonctions du système domotique réalisé	37
3. Scénarios de simulation de la maison connectée	38
3.1. Scénario 1 configuration du système de détection de CO2	38
3.1.1. Les étapes de configuration	38
3.1.2. Configuration du système de détection de Dioxyde de carbone CO2	39
3.1.3. Test de fonctionnement	40
3.2. Scénario 2 Détection de mouvement et appel téléphonique	41
3.2.1. Contrôle des appareils	41
3.3. Scénario 3 Présence ou absence de personne dans une maison intelligente	42
3.3.1. Arrivée à la maison	42
3.3.2. Partir de la maison	43
4. Contrôle de la maison intelligente via la passerelle ou la MCU	44
4.1. Contrôle externe de la maison intelligente	45
4.2. Configuration du réseau internet	46
4.3 Equipements utilisés	46
4.3.1 Interconnexion des Équipements	47
4.3.2. Configuration et Adressage des appareils	47
4.4. Configuration du server CO (CENTRAL OFFICE SERVER)	49
4.4.1. Configuration du server DNS et IoT	50
4.4.2. Condition de fonctionnement sur serveur IoT	53
5. Conclusion	55
Conclusion générale	56
Référence bibliographiques	57

Liste des figures

Figure 1.1 : interconnexion du mode de l'Internet Des Objets.....	4
Figure 1.2 : Evolution des nombres appareils connectés (2020).....	5
Figure 1.3 : Evolution de l'internet.....	5
Figure 1.4 : Le maillage de réseaux.....	6
Figure 1.5 : Plan technique d'architecture des IoT.....	7
Figure 1.6 : Architecture de l'internet des objets	7
Figure 1.7 : Traitement des données (le fog computing).....	9
Figure 1.8 : Traitement des données (le cloud).....	10
Figure 1.9 : Topologie en étoile.....	11
Figure 1.10 : Topologie totalement maillée.....	12
Figure 1.11 : Topologie partiellement maillée.....	12
Figure 1.12 : Quelques objets connectés	16
Figure 1.13 : Jonction entre le monde physique et le monde numérique	16
Figure 1.14 : Les domaines d'Internet of Things.....	18
Figure 1.15 : Sécurité et Privacy de l'Internet des Objets.....	20
Figure 2.1 : Le HomeEasy.....	26
Figure 2.2 : Le X2D (courant porteur).....	26
Figure 2.3 : Le protocole radio Zwave.....	26
Figure 2.4 : L'Io-Homecontrol.....	27
Figure 2.5 : Le réseau Zigbee.....	27
Figure 2.6 : courant porteur CPL.....	27
Figure 2.7 : Le Bus de terrain KNX.....	28
Figure 2.8 : Le chiffre d'affaire dans une sélection de pays en 2017	29
Figure 2.9 : Maintronics une entreprise basée en Algérie	30
Figure 2.10 : La mosquée Khalifa al Tajer de Deira à Dubaï	31
Figure 2.11 : NodeMCU V0.9.....	32
Figure 2.12 : La carte Arduino "uno"	32
Figure 2.13 : Raspberry pi modèle B	33
Figure 2.14 : Carte surnommée <i>Blue Pill</i>	34
Figure 2.15 : Un des types de carte Nucleo STM32F411.....	34
Figure 3.1 : l'espace de travail du Packet Tracer.....	36

Figure 3.2: Conception d'une maison intelligente.....	37
Figure 3.3 : image de la partie MCU.....	37
Figure 3.4 : Configuration Gateway ou passerelle.....	38
Figure 3.5 : Configuration laptop ou le smartphone dans le réseau et configuration de la connexion à distance.....	39
Figure 3.6: Topologie d'un système de détection CO2 dans une maison intelligente.....	39
Figure 3.7 : tableau de conditions de fonctionnement des objets connectées.....	40
Figure 3.8 : image des objets connectés dans un système détection de CO2 état de repos.....	40
Figure 3.9 : image d'états des objets connectés dans un système détection CO2 état de marche.....	41
Figure 3.10 : Image des capteurs intelligent avec MCU et le programme utilisé.....	42
Figure 3.11 : présence du mouvement dans une maison intelligente.....	42
Figure 3.12 : conditions du fonctionnement.....	43
Figure 3.13 : ouverture de la porte de la maison intelligente (quitter la maison).....	43
Figure 3.14 : capture d'une image porte fermée.....	44
Figure 3.15 : schéma globale d'une maison intelligente.....	44
Figure 3.16 : Les objets connectés du Smart Home dans Laptop.....	45
Figure 3.17: Topologie générale d'une maison intelligente.....	45
Figure 3.18 : schéma des équipements réseaux.....	46
Figure 3.19 : configuration du Router.....	49
Figure 3.20 : configuration du central office serveur.....	50
Figure 3.21 : configuration server IoT sous le server DNS.....	50
Figure 3.22 : configuration compte utilisateur.....	51
Figure 3.23 : configuration le ventilateur au serveur IoT.....	52
Figure 3.24 : Contrôle des objets intelligents depuis le smartphone.....	53
Figure 3.25 : condition de fonction des objets connectés.....	54
Figure 3.26 : les objets connectés en positions de repos.....	54
Figure 3.27 : porte ouverte les objets connectés en marche.....	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Extrait d'un tableau comparatif de protocoles.....	14
Tableau 3.1 : Tableau d'équipement à utilisés.....	46
Tableau 3.2 : Tableau des interconnexions des équipements	47
Tableau 3.3 : Tableau d'adressages	48
Tableau 3.4 : Positions des états des objets connectés	53

Abréviation

ARM: Advanced RISC Machine

CPL: Courant Porteur en Ligne

DHCP : Dynamics Host Configuration Protocol

DNS : Domain Name System

EAU: Emirats Arabes Unis.

IDE: Integreted developement Environment

IdO : Internet des Objets

IoT : Internet of Things

IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers

802.11 : Groupe de travail IEEE sur les réseaux locaux sans fil

IP : Internet Protocol

IPV4 : Internet Protocol Version 4

IPV6 : Internet Protocol Version 6

KNX: Konnex.

KSA: Kingdom of Saudi Arabia

LAN : Local Area Network

LRWPAN: Low Rate WPAN)

M2M : Machine to Machine

MCU : Microcontroller Unit

NFC: Near Field Communication

OC : Objet Connecté

P2P : Peer-to-Peer

RFID : Radio Frequence Identification

SSID : Service Set Identifier

Wi-Fi : Wireless Fidelity

WLAN : Wireless Local Area Network

WPAN : Wireless Personal Area Network

WSN : Wireless Sensor Network

L'Internet des objets ou l'IoT est la capacité à connecter des objets, des choses, des capteurs, n'importe quoi à Internet. Il représente une évolution naturelle des technologies, le lien entre le monde digital et le monde physique. L'IoT est parmi nous et il évolue très vite. On estime à 20 milliards le nombre d'objets connectés en 2020. L'IoT amorce une révolution dans notre façon de vivre et travailler [1].

Il améliore encore plus notre vie en la rendant plus simple qu'avant. Les champs d'application sont nombreux et on le retrouve dans tous les domaines.

L'un des domaines les plus importants de l'IoT est les smart cities. Dans les smart cities, on utilise l'IoT pour récolter des données environnementales et comportementales afin d'améliorer la qualité de certains services et le mode de vie. On utilise des capteurs sans fil pour identifier des parkings libres, adapter l'éclairage public, détecter des fuites de tuyaux, améliorer le tri et le ramassage des déchets, etc. [1]

Aujourd'hui, à notre connaissance, aucune ville n'utilise tous ces services à la fois, mais beaucoup s'appuient sur l'IoT pour certaines de ces applications : Londres, Paris ou San Francisco.

Une autre application phare de l'IoT est la santé. L'Internet des Objets et les dispositifs médicaux peuvent récolter des données, permettre des soins à distance et permettre aux patients de mieux contrôler leur traitement. L'IoT permet une plus grande réactivité et une meilleure compréhension des différents comportements via une captation locale et précise des données [1].

L'Internet des Objets dans les transports et la logistique permet de gérer efficacement les chaînes d'approvisionnement, comme le suivi des véhicules connectés.

La smart agriculture fondée sur l'IoT vise à mieux gérer les ressources et améliorer la productivité.

L'Internet des Objets nous permet aujourd'hui de prévoir des espaces de travail et de logements mieux adaptés, on parle alors de domotique. La majorité des individus, et plus particulièrement les personnes âgées, passent beaucoup de leur temps à domicile, d'où l'influence considérable de l'habitat sur la qualité de vie. L'amélioration de la sécurité avec les systèmes de surveillances et de confort dans l'habitat apparaît comme une tâche d'une grande importance sociale. En effet, La domotique regroupe les technologies de l'électronique, de l'automatique, de l'informatique et des télécommunications permettant d'améliorer le confort, la sécurité, la communication et la gestion d'énergie d'une maison [2].

Effectivement, ces dernières années, l'informatique a été appliquée à la création des maisons intelligentes dans le but d'améliorer les conditions de vie des gens lorsqu'ils sont à leur domicile. Une maison intelligente est définie comme une résidence équipée de technologies d'informatique ambiante qui vise à assister l'habitant dans les situations diverses de la vie domestique.

La domotique repose sur trois principes : La liaison entre les appareils, la communication entre l'utilisateur et les appareils et l'automatisation. Elle propose un service d'enregistrement qui est toujours activé et un service de détection automatique des objets sur le réseau Ethernet local et le réseau sans fil. Une fois les appareils connectés à la passerelle domestique, l'utilisateur peut contrôler et surveiller les appareils intelligents à partir de son smartphone, sa tablette ou son PC [3].

Dans ce travail, nous allons présenter le monde de L'Internet des Objets (IoT), et en particuliers la maison connecté (la domotique), la simulation d'un système de Smart Home

(maison intelligente) Nous avons utilisé UML pour modéliser notre système et les relations entre les acteurs de la maison connectée. Ensuite, la simulation de la maison intelligente avec objets connectés est également effectuée par le logiciel Packet Tracer de Cisco.

Le présent mémoire est scindée trois principaux chapitres :

Dans le premier chapitre, nous avons expliqué les aspects généraux du monde L'Internet des Objets (IoT), ses avantages et les domaines d'applications.

Le second chapitre a été consacré à la domotique où nous avons introduit les différents concepts liés à la domotique en général, et la maison intelligente en particulier ainsi que ses avantages et sa répercussion sur la vie des individus.

Le chapitre trois présente la partie simulation de la Maison connectée avec le logiciel Packet Tracer de Cisco.

Enfin, une conclusion générale vient clôturer ce mémoire, résumant les éléments essentiels qui ont été abordés.

Introduction

Ce chapitre présente le mode de l'Internet des Objets IdO (connu sous le nom IoT : Internet of Things) à commencer par l'historique et l'évolution de ce système, l'architecture et la topologie du réseau de l'internet des objets, passant par la définition de l'objet connecté. Les domaines d'applications, les avantages et les inconvénients du système, ainsi que certains travaux les plus récents ont été cités à la fin de ce chapitre.

1. Historique de l'Internet des Objets

L'internet est un réseau informatique mondial qui se transforme progressivement au réseau étendu dit Internet des Objets IdO reliant des objets du quotidien tels que les téléphones intelligents, téléviseurs sur internet, capteurs et actionneurs vers internet où les appareils sont intelligemment liés entre eux permettant de nouvelles formes de communication entre les objets et les gens, et entre les objets elles-mêmes.

Le concept des réseaux et d'internet a été élargi pour englober toutes les choses et occuper tous les domaines. Ce concept n'est plus comme avant, l'Internet des Objets intègre les objets du quotidien dans un réseau qui assure l'échange des données entre les éléments qui le composent, la communication et la coordination entre les appareils fournit une plus grande commodité pour les utilisateurs. L'Internet des objets a trouvé sa diffusion rapidement en raison des nombreux avantages et le confort qu'elle offre. Tel que l'amélioration des services publiques comme le transport et les parkings, augmenter la sécurité humaine, la surveillance et maintenance des lieux privés et publiques, réduire le temps perdu et économiser l'énergie etc....

2. Définition l'internet des objets

L'Internet des objets repose sur l'idée que tous les objets seront connectés un jour à internet et seront donc capables d'émettre de l'information et éventuellement de recevoir des commandes. On parle aussi de "ubiquitous computing", c'est à dire informatique omniprésente ou ubiquitaire. Ce nouveau paradigme informatique est basé non plus sur le PC, mais sur des objets quotidiens intégrant des capteurs et des capacités de communication. L'internet des objets propose de créer une continuité entre le monde réel et le monde numérique : il donne une existence aux objets physiques dans le monde numérique.

Sur le plan fonctionnel, l'internet des objets désigne de l'informatique qui se fonde dans notre quotidien pour nous simplifier la vie, nous faire gagner du temps, décharger notre cerveau de la mémorisation de données logistiques (itinéraires, agenda, etc.). Il permet de créer de nouveaux usages, comme, par exemple, des informations en temps réel sur la localisation de ses amis (figure 1.1).

Il permet aussi de faire des mesures exhaustives, là où on se contentait dans le passé d'un simple panel, comme par exemple avec la mesure du trafic automobile dans les rues de la capitale.

L'internet des objets est largement connecté au sujet "[Web Square](#)" (le successeur du Web 2.0 selon Tim O'reilly) : il s'agit d'un Web basé moins sur les pages HTML que sur la publication de données structurées émises par les médias sociaux, les objets, les bases de données publiques (mouvement Open Data), etc. Il est évident que l'internet des objets va générer une somme colossale de données qu'il faudra analyser et interpréter. Il requiert donc des architectures d'un nouveau genre de type "Big Data", capables de monter en charge à la manière des infrastructures des grands Web.



Figure 1.1 : interconnexion du mode de l'Internet Des Objets

2.1. L'évolution du système de l'internet des objets

Aujourd'hui, il y a plus d'appareils intelligents que de personnes. De plus en plus de personnes sont connectées à internet, d'une manière ou d'une autre, 24 heures sur 24. Un nombre toujours plus élevé de personnes possèdent et utilisent trois, quatre appareils intelligents, voire plus. On compte notamment des smartphones, des systèmes de surveillance de l'activité physique et de l'état de santé, des liseuses et des tablettes. Comme le montre les figures (1.2) et (1.3), chaque utilisateur possèdera en moyenne 6,58 appareils intelligents [3].

Comment est-il possible de connecter autant d'appareils ? Les réseaux numériques modernes rendent tout cela possible. Le monde a rapidement été couvert par les réseaux qui permettent aux appareils numériques de s'interconnecter et de transmettre des données. Imaginez le maillage de réseaux un peu comme une peau numérique qui entoure la planète, comme illustré dans la figure (1.4).

Chapitre 1 : l'Internet des Objets



Figure 1.2 : Evolution des nombres appareils connectés (2020)



Figure 1.3 : Evolution de l'internet



Figure 1.4 : Le maillage de réseaux

Grâce à cette peau numérique, les terminaux mobiles, les capteurs électroniques, les instruments de mesure électroniques, les dispositifs médicaux et les indicateurs peuvent tous se connecter. Ils assurent une fonction de surveillance, communiquent, évaluent les données et dans certains cas s'adaptent automatiquement aux informations collectées et transmises.

Nous vivons actuellement une transformation numérique, à mesure que la société adopte ces appareils numériques, que les réseaux numériques continuent de gagner du terrain dans le monde entier et que les bénéfices économiques de la numérisation se multiplient. La transformation numérique consiste à appliquer la technologie numérique pour créer les bases de l'innovation dans les entreprises et le secteur de l'industrie. Cette innovation numérique s'applique désormais à tous les aspects de la société humaine.

2.2. Architecture de l'internet des objets

La définition des concepts de l'internet des objets. Nous allons maintenant les qualifier sur un plan technique : ce sont des dispositifs permettant de **collecter, stocker, transmettre et traiter des données** issues du monde physique (figure 1.5).

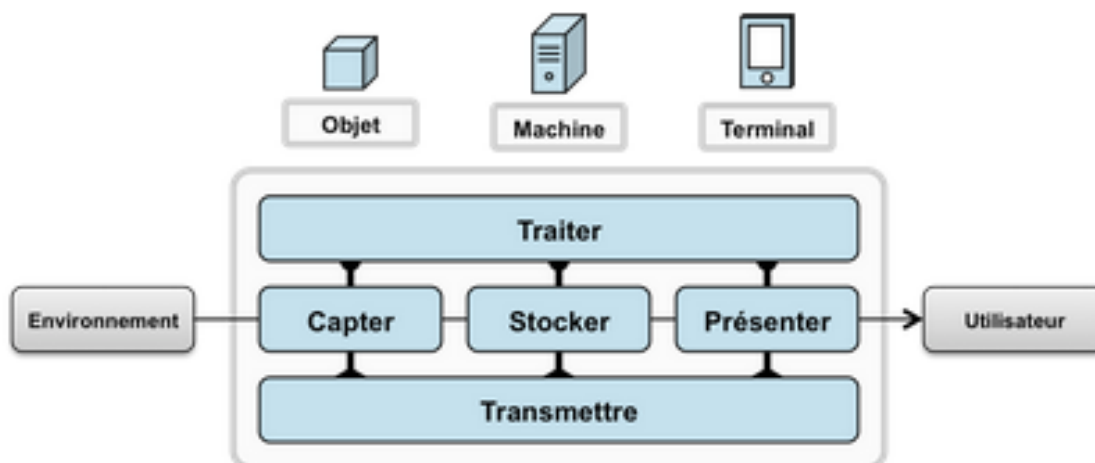


Figure 1.5 : Plan technique d'architecture des IoT

Les objets dont il est question ici sont donc des sources de données, identifiés et identifiables de façon unique et ayant un lien direct ou indirect (via un concentrateur) avec internet.

On a distingué deux types d'objet [4] :

- **Les objets passifs** : ils utilisent généralement un tag (puce RFID, code barre 2D). Ils embarquent une faible capacité de stockage (de l'ordre du kilo-octet) leur permettant d'assurer un rôle d'identification. Ils peuvent parfois, dans le cas d'une puce RFID, embarquer un capteur (température, humidité) et être réinscriptibles.
- **Les objets actifs** : ils peuvent être équipés de plusieurs de capteurs, d'une plus grande capacité de stockage, être doté d'une capacité de traitement ou encore être en mesure de communiquer sur un réseau.

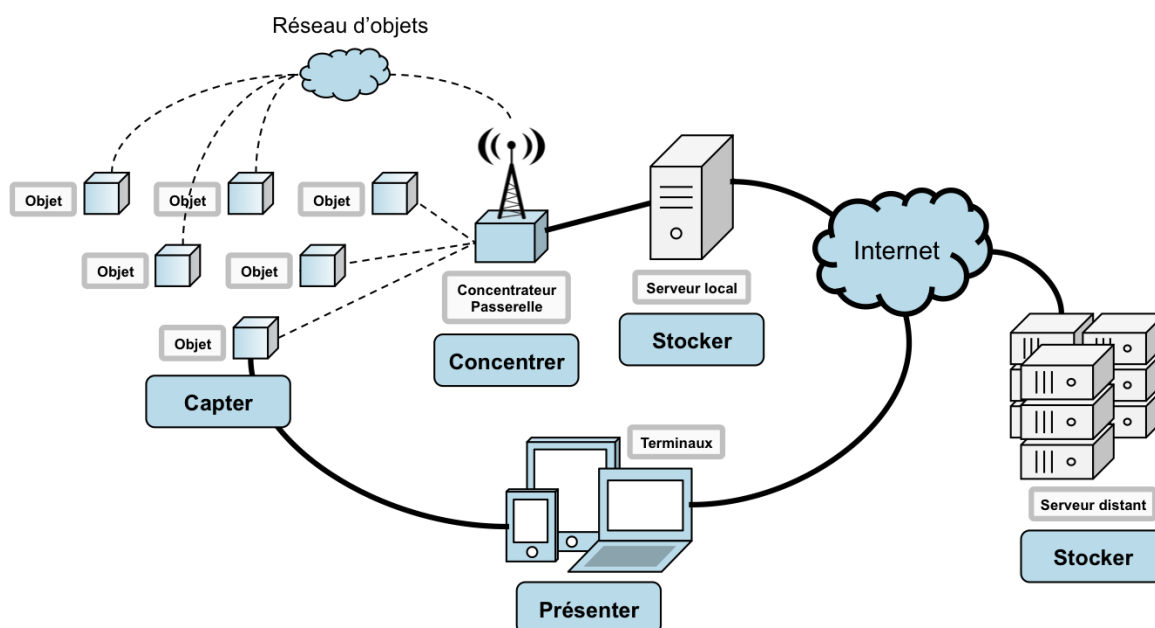


Figure1.6 : Architecture de l'internet des objets [5].

Précisons le rôle des différents processus présentés sur ce schéma [5] :

- **Capter** : désigne l'action de transformer une grandeur physique analogique en un signal numérique.
- **Concentrer** : permet d'interfacer un réseau spécialisé d'objet à un réseau IP standard (WiFi) ou des dispositifs grand public.
- **Stocker** qualifie le fait d'agréger des données brutes, produites en temps réel, méta taguées, arrivant de façon non prédictible.
- Enfin, **présenter** indique la capacité de restituer les informations de façon compréhensible par l'Homme, tout en lui offrant un moyen d'agir et/ou d'interagir.

Deux autres processus n'apparaissent pas sur le schéma, car ils sont à la fois transverses et omniprésents :

2.2.1. Le traitement des données

Le traitement des données est un processus qui peut intervenir à tous les niveaux de la chaîne, depuis la capture de l'information jusqu'à sa restitution. Une stratégie pertinente, qui consiste à stocker de l'information dans sa forme intégrale. On collecte de manière exhaustive, « big data », sans préjuger des traitements qu'on fera subir aux données. Cette stratégie est possible aujourd'hui grâce à des architectures capables d'emmagasiner de grandes quantités d'information comme les deux services suivant :

- **Le prétraitement des données (Fog computing) :**

Vu le nombre croissant de capteurs utilisés par l'Internet des objets, il est souvent nécessaire de stocker en toute sécurité les données du capteur à proximité de l'endroit où elles seront analysées. Ces données analysées servent alors à mettre à jour ou modifier rapidement les processus d'une entreprise. La figure ci-dessous (figure 1.7) présente un exemple de ville intelligente et le traitement des données des capteurs. Le fog computing est situé à la périphérie d'une entreprise ou d'un réseau d'entreprise. Les serveurs et les programmes informatiques assurent le prétraitement des données pour assurer une utilisation immédiate. Puis, les données prétraitées peuvent être envoyées vers le cloud pour une étude plus approfondie, si nécessaire.

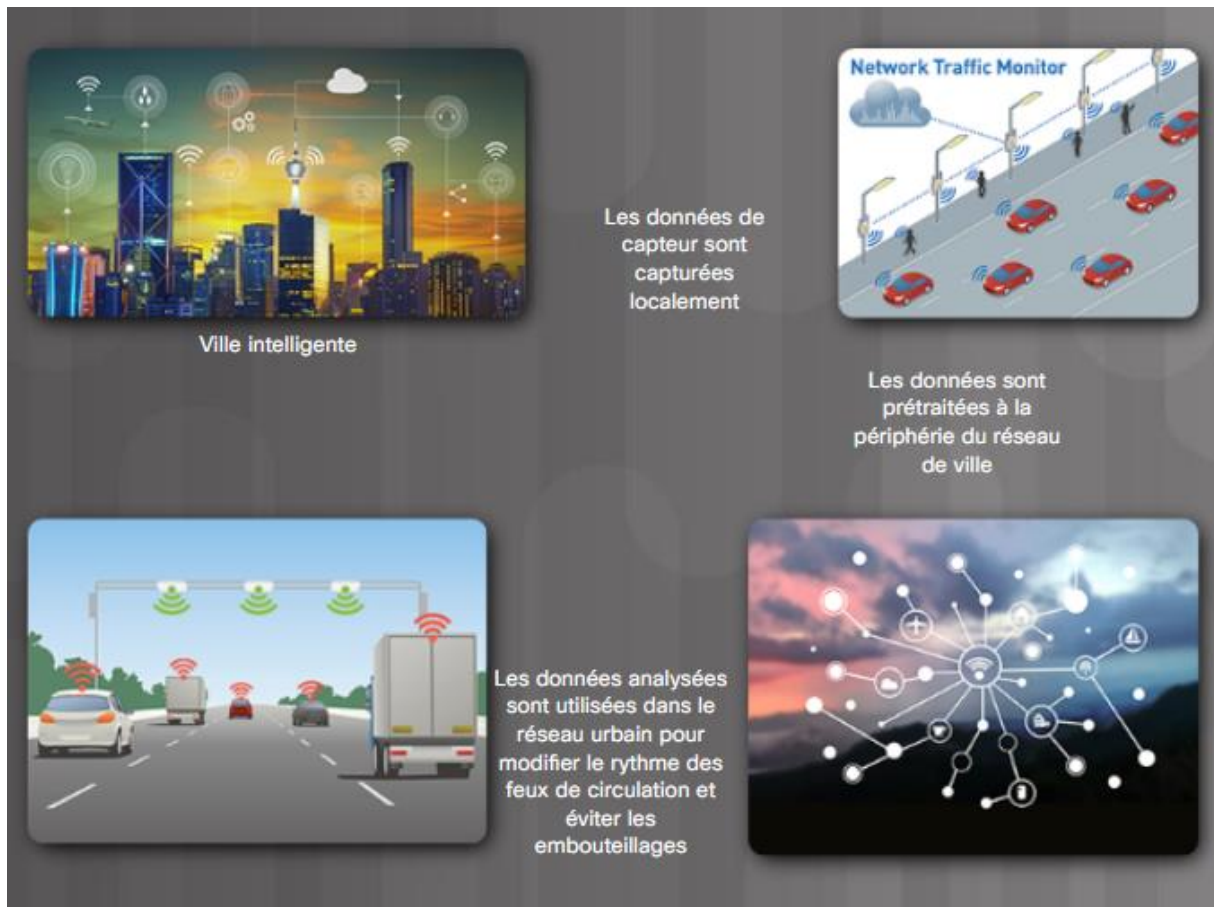


Figure 1.7 : Traitement des données (le fog computing)

- **Le cloud**

Le terme « cloud » est utilisé de bien des manières. Le cloud n'est pas vraiment un type de réseau, mais plutôt un ensemble de data center ou des groupes de serveurs connectés qui permettent de stocker et d'analyser des données, d'accéder à des applications en ligne et de fournir des services de sauvegarde à des fins personnelles et professionnelles (Figure 1.8). Plusieurs entreprises proposent des services cloud.



Figure 1.8 : Traitement des données (le cloud)

2.2.2. La transmission des données et architecture réseau dans IoT :

La transmission des données est un processus qui intervient à tous les niveaux de la chaîne.

La mise en œuvre d'un réseau IoT impose de répondre aux besoins de connectivité, d'acheminement des données, de transports des informations, ou encore de sécurité et de fiabilité des applications. Il faut ainsi prendre en compte la variété des matériels, la diversité des environnements radio, la complexité des topologies multi-sauts et les besoins d'applications envisageables sur ces réseaux.

On décline ici Les réseaux et supports des transmissions :

- **Le WPAN** qui consiste en un ensemble d'appareils qui communiquent sans fil à l'échelle de la zone d'une personne. Les réseaux sans fils déployés, à l'échelle des objets connectés sont basés sur une infrastructure centralisée tel que le WiFi et le Bluetooth

Des communications sans fil fiables et une collecte de données appropriée sont nécessaires pour alimenter les applications finales. Habituellement les appareils cibles produisent d'assez faibles volumes de données, de manière périodique. Ils utilisent des batteries de faible capacité et des portées limitées pour les communications sans fil, en raison de contraintes énergétiques ou de conception principalement. On parle alors de réseaux sans fils LRWPAN (Low Rate WPAN).

- **Les réseaux sans fils LRWPAN (Low Rate WPAN) [6] :**

Les réseaux sans fils LRWPAN sont des réseaux sans fils à l'échelle dite personnelle (Wireless Personal Area Networks, WPAN) et en particulier ceux à faible débit (Low Rate WPAN ou LRWPAN). Un réseau dit Low PAN consiste en des objets communicant en sans-fil et reposant

sur des ressources limitées (débit, énergie). Les liens radio utilisent des standards comme IEEE 802.15.4 par exemple.

Le très grand nombre d'objets connectés actuels et envisagés, requiert un vaste espace d'adressage. CEPENDANT, la densité des réseaux LowPAN empêche les utilisateurs ou administrateurs d'envisager des opérations manuelles sur chaque objet. Il est alors impératif de reposer sur des mécanismes d'auto-configuration grâce auxquels chaque objet peut déterminer l'adresse IP qu'il doit utiliser.

Ces deux contraintes peuvent être satisfaites par l'utilisation d'IPv6, qui a donc été choisi comme le protocole à utiliser pour l'interconnexion avec l'Internet [6].

2.2.3. Topologies [6]

Les objets communiquent entre eux au travers de points d'accès, chargés d'organiser les associations, le partage des ressources ainsi que diverses fonctions essentielles (économie d'énergie, sécurité...etc.).

On parle alors de topologies en étoile communément adoptées dans les standards traitant de réseaux locaux sans fils (Wireless Local Area Networks, WLAN). C'est notamment le cas du WiFi (standard IEEE 802.11) par défaut, avec un point d'accès et des objets qui s'y associent :

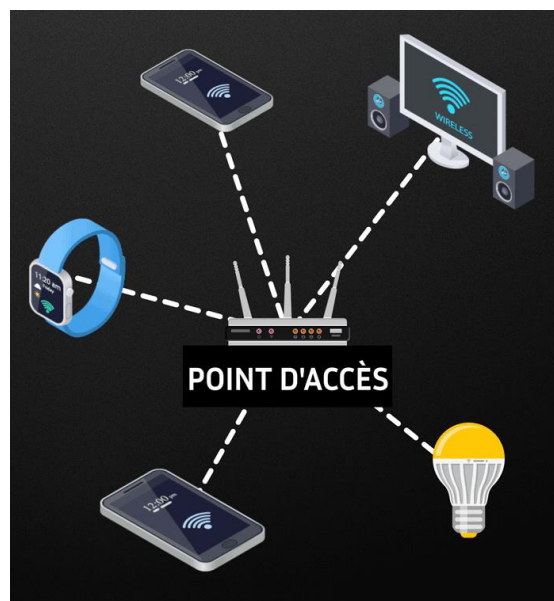


Figure 1.9 : Topologie en étoile [6].

D'autres topologies existent dans les réseaux en général, parmi lesquelles nous pouvons citer les topologies maillées. Dans ce cas il existe un lien entre chaque paire de nœuds :

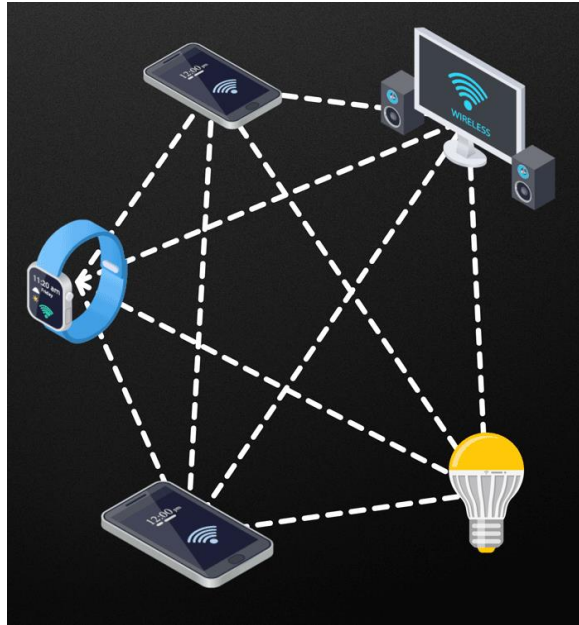


Figure 1.10 : Topologie totalement maillée [6].

Ou partiellement, i.e., seuls certains liens existent et sont utilisables :

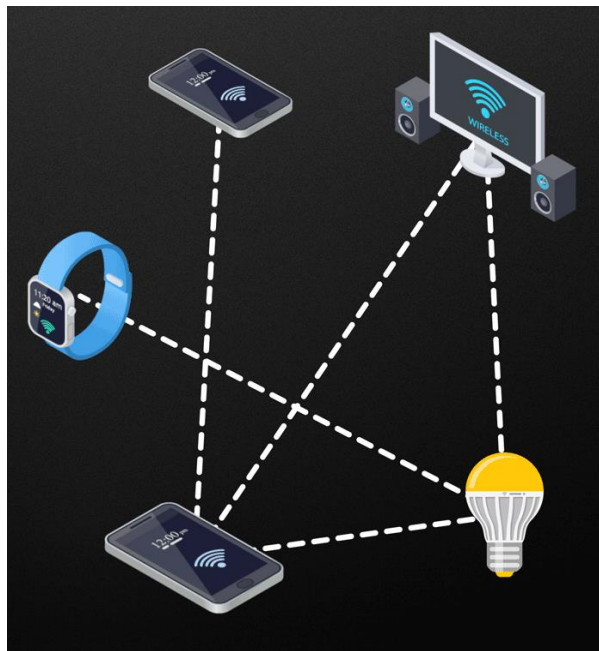


Figure 1.11 : Topologie partiellement maillée [6].

Les topologies maillées sont à la fois les plus adaptées pour les réseaux LRWPAN et en même temps les plus complexes à établir, ne serait-ce qu'en raison des chemins de routage devant être calculés pour transmettre des données depuis un objet vers un autre.

2.2.4. Protocoles de communication pour l'IoT :

L'IoT est fondé autour de sur plusieurs protocoles de communication, chacun d'eux a ses propres avantages et ses propres inconvénients, on peut distinguer plusieurs types de protocole comme [7] :

2.2.4.1. Bluetooth

C'est un système de communication sans fil, pour les appareils électroniques, il fait partie des réseaux WPAN, lancé par Ericsson en 1994, Le nom de la norme est celui de chef Viking, il est aussi connu sous le nom IEEE 802.15.1.

Le Bluetooth avec une puissance d'émission très faible, et un débit très limité et peu coûteux, son fonctionnement est très simple, il relie différents périphériques à un hôte ou plusieurs, créant ainsi ce qu'on appelle un Pico net (réseau personnelle).

2.2.4.2. Wifi (Wireless Fidelity)

C'est un réseau WLAN (Wireless Local Area Network), conçu sur la base du IEEE 802.11, son rayon de travail est largement supérieur. Le Wifi a d'abord été déployé dans les campus universitaires, les aéroports, les gars, et les grandes administrations public et privé, le wifi est bidirectionnel ça veut dire que les données circulent dans les deux sens.

La sécurité du protocole Wifi repose principalement sur le mécanisme de protocole WPA (wired Equivalent Privacy), ce mécanisme a été introduit en 2003, elle repose sur l'algorithme de chiffrement de communication. Comme il repose aussi sur le filtrage de l'adresse MAC, ce mécanisme permet de contrôler l'identité des périphériques et de les limiter sur son réseau, mais dans le cadre de l'IoT le filtrage MAC est rare.

Il y a trois principaux réseaux WLAN :

- IEEE 802.11a.
- IEEE 802.11b.
- IEEE 802.11g.

2.2.4.3. NFC (Near Field communication)

C'est un réseau de communication sans fil rapide, flexible et mobile entre deux appareils électriques. La fonction principale de cette technologie est d'interagir avec un environnement donné. Il est devenu un standard pour les Smartphones et les appareils similaire, afin d'établir des communications radio entre eux lors d'un contact physique. Il existe trois modes de communication NFC :

- Le mode lecteur : le dispositif NFC agit comme un lecteur et un transpondeur standard, ce qui permet au lecteur d'échanger des données avec le transpondeur.
- Le mode "émulation de carte » : il s'agit d'une communication entre un lecteur standard et un dispositif NFC considéré par le lecteur comme un simple transpondeur.
- Le mode P2P : c'est une communication entre deux dispositifs NFC.

2.2.4.4. Zigbee :

La technologie ZigBee (aussi connu sous le nom IEEE 802.15.4) similaire à la technologie Bluetooth, elle fut créée dans l'objectif de proposer un protocole plus simple et moins coûteux et avec une très faible consommation d'énergie.

D'un point de vue sécurité, Zigbee utilise généralement le chiffrement symétrique AES pour chiffrer l'ensemble des échanges entre un appareil coordinateur et les appareils annexes, accompagné de code intégré. Il est utilisé dans plusieurs secteurs : la santé, la domotique, les services de télécommunications...

Parmi les propriétés de ZigBee on trouve :

- L'évitement de collision.
- La gestion de l'intervalle de temps.
- Intégrer la sécurité de transmission.

Voici un tableau récapitulatif qui donne une comparaison entre les quatre principaux protocoles du réseau internet des objets :

























	 WiFi	 ZigBee (802.15.4)	 Bluetooth	 NFC
Network topology	 Star	 Mesh	 Point-to-point	 Point-to-point
Range	 30-100 m	 10-20 m	 10 m	 < 0.1 m
Discovery	 Broadcast	 Broadcast	 Broadcast	 Response to field
Power	 High	 Low	 Classic: Mid LE/Smart: Low	 Tag: Zero Reader: Very low
Privacy	 Low	 Mid	 Mid	 High

Tableau 1.1 : Extrait d'un tableau comparatif de protocoles [7].

3. Les objets connectés

Avant de définir les concepts d'IdO, il est important de définir l'objet connecté (OC) qui est un dispositif dont la finalité première n'est pas d'être un système informatique ni une interface d'accès au web, exemple, un objet tel qu'une machine à café ou une serrure était conçue sans intégration de systèmes informatiques ni connexion à internet. L'intégration d'une connexion internet à un OC permet de l'enrichir en terme de fonctionnalité, d'interaction avec son environnement, il devient un OC Enrichi (OCE), par exemple, l'intégration d'une connexion internet à la machine à café la rendant accessible à distance.

Un OC peut interagir avec le monde physique de manière indépendante sans intervention humaine. Il possède plusieurs contraintes telles que la mémoire, la bande passante ou la consommation d'énergie, etc. Il doit être adopté à un usage, il a une certaine forme d'intelligence, une capacité de recevoir, de transmettre des données avec des logiciels grâce aux capteurs embarqués [8].

Un objet connecté a une valeur lorsqu'il est connecté à d'autres objets et briques logicielles, par exemple : Une montre connectée n'a d'intérêt qu'au sein d'un écosystème orienté santé/bien-être, qui va bien au-delà de connaître l'heure.

Un OC à trois éléments clés [9] :

- Les données produites ou reçues, stockées ou transmises.
- Les algorithmes pour traiter ces données.
- L'écosystème dans lequel il va réagir et s'intégrer.

3.1. Les propriétés d'usage d'un OC [10] :

- Ergonomie (utilisabilité, maniabilité, ...).
- Esthétisme (formes/couleurs/sons/sensations, ...).
- Usage (histoire culturelle, profil, matrice sociale, ...).
- Métamorphisme (adaptabilité, personnalisation, modulation, Certains chercheurs parlent des « hyper objets » capables de mutualiser leurs ressources afin d'effectuer des tâches du quotidien [11], ils sont reliés par des « liens invisibles » au sein d'un même écosystème. Dans ce contexte, certains chercheurs comme WEISER .M a déjà envisagé de l'informatique ubiquitaire, dans les technologies qui forment l'ensemble du tissu de notre vie quotidienne, au point d'en devenir indissociables » [12] [13].

3.2. La communication entre les objets

La communication entre les objets passe par des identifications connues entre eux. Un objet doit avoir un ou plusieurs identifiants (codes-barres) pour être reconnu par un autre et établir la connections. Le système GS1 a proposé une technologie basée sur des étiquettes RFID associant de manière unique les informations logistiques liées à un objet, à une adresse URL [14]. Google a proposé le projet Physical Web pour associer de manière unique une adresse URL à un objet. L'omniprésence dans notre vie des objets hétérogènes, mobiles et fragiles pose le problème des modèles de confiance adaptés à cet écosystème complexe et fragile [15]. Derrière ces technologies apparaissent la bataille pour les normes et standard des objets IoT, entre les entreprises géantes d'internet car chacune d'elles souhaitent imposer ses technologies (figure 1.12 et 1.13) [16].

Objets « traditionnels » : ordinateurs, tablettes, smartphones, etc.



Nouveaux objets connectés : appareils électroménagers, instruments de mesure, robots, serrures, machines-outils, bennes à ordures, drones, jouets, montres, véhicules, etc.



16

Figure 1.12 : Quelques objets connectés :

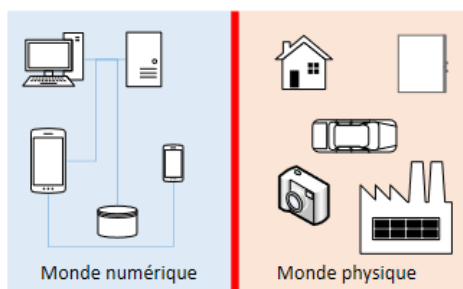
- Objets traditionnels : ordinateur, tablette, smartphone ...etc. (Figure 1.12 : les objets traditionnels)

- Nouveaux objets connectés : appareil électroménager, instrument de mesure, robots, serrures, machine-outil, montre, véhicule...etc. Figure 1.13 : nouveaux objets connectés

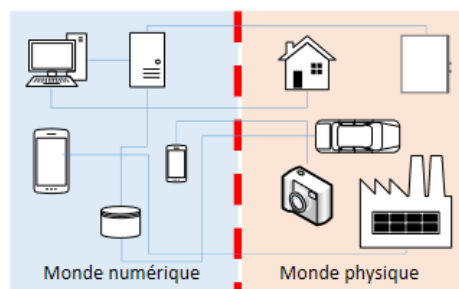
3.2.1. Jonction entre le monde physique et le monde numérique :

Les objets connectés sont considérés comme le future de l'internet. Jusqu'à présent, l'internet était purement virtuelle interagisse que avec des données numériques. Mais avec l'avènement de l'IdO on peut relier le monde virtuel au le monde physique qui permet un contrôle et un pilotage à distance. Donc IdO constitue une passerelle entre le monde physique et le monde numérique

Avant l'internet des objets



Aujourd'hui



17

Figure 1.13 : Jonction entre le monde physique et le monde numérique

3.3. Fonctionnement [17] :

L'IoT nécessite plusieurs systèmes technologiques pour son fonctionnement. Afin de permettre l'interconnexion de différents objets intelligents via l'internet, nous ne mettons l'accent que sur quelques-unes qui lui sont clés. Ces technologies désignent diverses solutions, techniques 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 sont :

- **RFID** (Radio Frequency Identification) : Englobe les technologies utilisant les ondes radio pour identifier des objets ou des personnes. Cette méthode permet grâce à une étiquette qui émet des ondes radio de mémoriser et de récupérer des informations à distance ou pour les identifier à distance et transférer des étiquettes aux objets.

- **WSN** (Wireless Sensor Network) : est un ensemble de nœuds organisés en un réseau coopératif qui communiquent sans fil, où chacun possède une capacité de traitement et peut contenir différents types de mémoires : un émetteur-récepteur (Radiofréquence RF) et une source d'alimentation, comme il peut aussi tenir compte des divers capteurs et des actionneurs. Il constitue alors un réseau de capteurs sans fil 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 les systèmes d'information.

4. Domaines d'applications de l'IoT :

Nous constatons que le concept de l'Internet of Things (IoT) est en pleine explosion vu que nous avons de plus en plus besoin dans la vie quotidienne d'objets intelligents capables de rendre l'atteinte de nos objectifs plus facile. Ainsi, les domaines d'applications de l'IoT peuvent être variés. Plusieurs domaines d'application sont touchés par l'IoT. Dans leur article, [18] ont classé les applications en quatre domaines (figure 1.14) :

1) le domaine personnel

2) le domaine du transport

3) l'environnement

4) l'infrastructure et les services publics (communauté). Comme le schéma ci-dessous

(figure 1.12) le montre, on trouve alors l'IoT dans notre vie personnelle quotidienne et également dans les services publics.

5) Intérêts national : nous pouvons affirmer que l'Internet peut être connecté à n'importe quel objet. Ainsi, les domaines d'applications de l'IoT sont multiples. On cite, à titre d'exemples, l'industrie, la santé, l'éducation et la recherche. Cependant, il sera possible dans le futur de trouver le concept de l'IoT n'importe où, n'importe quand et à la disposition de tout le monde. L'intérêt de l'IoT a argumenté et consiste en un monde de données (énormes), si elles sont exploitées correctement, contribueront à répondre aux problèmes d'aujourd'hui, notamment dans les domaines suivants :

Aérospatial, aviation, automobile, télécommunications, construction, médical, autonomie des personnes handicapées, Pharmaceutiques, gestion des chaînes d'approvisionnements, fabrication et gestion du cycle de vie des produits, sécurité, sûreté, surveillance de l'environnement, traçabilité alimentaire, agriculture et élevage (renforcer la capacité des

systèmes agricoles, sécurité alimentaire en intégrant le besoin d'adaptation et le potentiel d'atténuation dans les stratégies de développement de l'agriculture durable) [19].

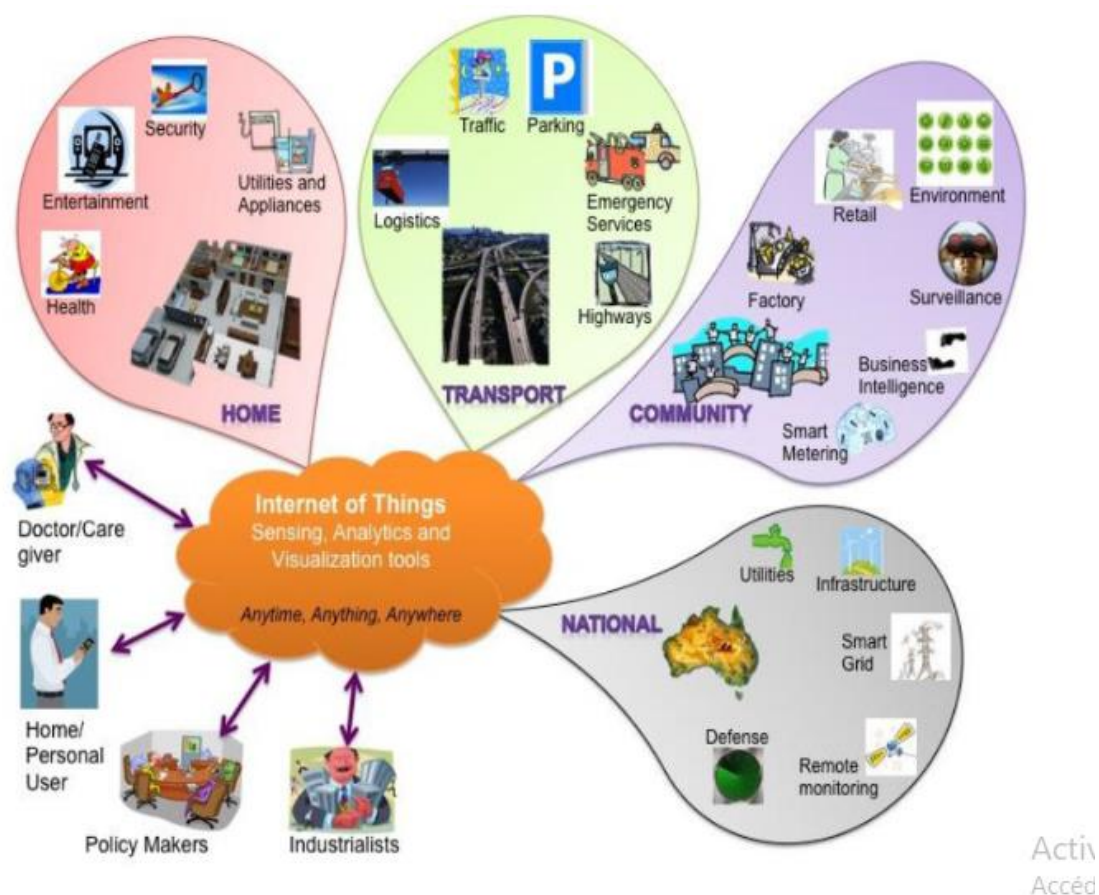


Figure 1.14 : Les domaines d'Internet of Things [20]

4.1. Les Avantages, Inconvénients et Sécurité d'IOT :

4.2. Les avantages :

Les avantages des IoT sont nombreux, en plus de ce qui a été cité ci-dessus nous pouvons ajouter les avantages suivants :

- Centraliser le contrôle des différents systèmes d'une habitation, connecter les dispositifs de la maison à un réseau et les piloter à distance,
- Superviser l'environnement des cultures agricole, surveiller la pollution de l'air, du sol et des eaux.
- La gestion de la ville intelligente, optimiser l'utilisation des infrastructures physiques de la ville (le transport et parkings, consommation de l'énergie, surveiller les phénomènes naturels, vent, hauteur des rivières etc....) [21]

- La santé (Health) : assurer le suivi des signes clinique avec des réseaux personnels et capteurs médicaux qui surveillent les constantes biologiques [21], faciliter la télésurveillance des patients à mobilité réduite à domiciles.
- La sécurité et surveillance les bâtiments d'entreprise, les centres commerciaux, les usines, les parkings et autres lieux publics [21].
- Dans l'industrie : suivi total des produits, de la chaîne de production jusqu'à la distribution.

4.3. Les inconvénients

- La protection des données, la vie privée et la sécurité sont souvent les principales inquiétudes des sceptiques de l'IOT.

Plus les technologies informatiques se diversifient, et plus les possibilités de contournement (Hacking) se multiplient.

Or l'IoT risque de ne pas échapper à la règle. Une étude du cabinet d'analystes [22] tend d'ailleurs à confirmer cette crainte : seuls 27% des professionnels des systèmes embarqués estiment que les objets connectés sont peu ou pas vulnérables aux attaques.

Si cette étude met surtout en avant le fait que les données transmises automatiquement par les objets peuvent être altérées par l'utilisateur, l'interception des données lors de leur transmission (piratage du moyen de communication : signal GPS, réseau Wifi, etc.) pose un très grand risque de sécurité et intégrité des informations transmises.

- Les objets connectés, ainsi que leur installation sont très coûteuse.

4.4. Sécurités de l'IoT :

Dimensions de la sécurité de l'IdO est une technologie caractérisée par une forte ubiquité dans le monde physique et une omniprésence autour de ses usagers. Les diverses applications potentielles de l'IdO, l'hétérogénéité de ses technologies habilitantes et sa forte dimension humaine et socioéconomique rendent sa sécurité un sujet difficile et complexe. En plus des problèmes de sécurité des technologies qui le constitueront l'IdO accentue les problèmes de sécurité des personnes qui l'utiliseront, et fait émerger de nouveaux problèmes liés à la sécurité des systèmes sous son contrôle.

Comme illustrer sur la (figure 1.15), la sécurité et l'intimité (privacy) dans l'IdO, peut être abordée de trois angles complémentaires qui reflètent ses dimensions technologique, humaine et systémique.

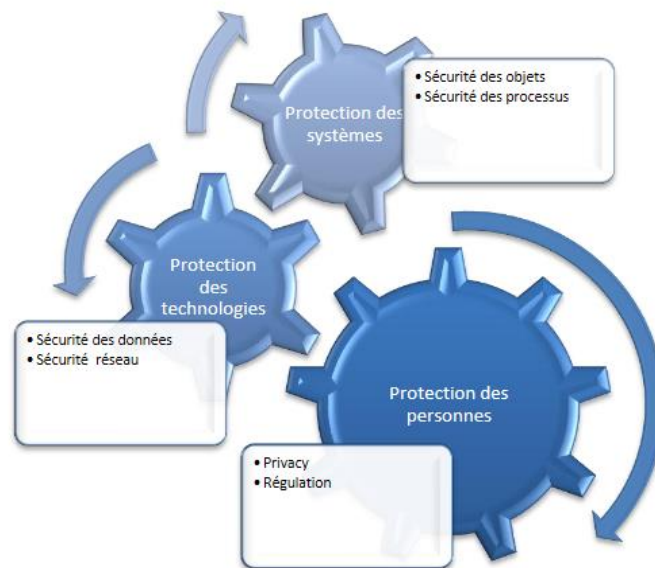


Figure 1.15 : Sécurité et Privacy de l'Internet des Objets

Vue l'émergence des technologies de l'IdO dans tous les domaines de la vie quotidienne, cela pose la question sur la sécurité l'IdO. Elle doit être pensée sous 3 angles complémentaires : technologique, humain et systémique [19] :

- La protection de la technologie concerne la sécurité des données, des communications et des Infrastructures réseaux et leurs fonctionnalités.
- La protection des personnes concerne la protection de la vie privée des usagers (« privacy ») qui nécessite, en plus des solutions technologiques, une régulation appropriée qui établit les responsabilités en cas de litiges.
- La protection des systèmes interconnectés et hébergeant les objets de l'IdO, concernera la protection des objets eux-mêmes livrés à ces systèmes et les processus qu'ils contrôleront » a analysé les travaux existants et les besoins de l'IdO en terme de sécurité [19], il conclut que les développements potentiels se déroulent autour de trois axes à court, moyen et long terme. , il illustre ces trois axes et synthétise les verrous scientifiques et technologiques derrière chacun.

5. Travaux et objectifs dans l'IoT :

Plusieurs travaux existent déjà dans tous les secteurs : aéronautique, automobile, ferroviaire, fabrication industrielle et médicale, énergie, etc. Ces objets connectés comprennent non seulement les Smartphones, les tablettes, les téléviseurs mais aussi les horloges, les ampoules, les serrures, les chaussures, les colliers de chien, des trottinettes etc. Citons quelques exemples:

Kolibree :

Est la première brosse à dents intelligente, équipé de plusieurs capteurs qui lui permettent d'évaluer quels endroits de la bouche l'utilisateur a effectivement brossés et indique lorsqu'il faut changer de zone afin d'améliorer la qualité du brossage [15]. Kolibree propose le choix de partager les données avec un dentiste pour estimer l'état de vos dents.

PlasticCard : Une carte qui fait réunir tous les systèmes de paiement en un seul lieu. Cette carte est équipée de puces NFC et RFID, ainsi que d'une bonne vieille puce et d'une bande magnétique. Un écran tactile est placé en façade. Il permet de passer différentes informations : nom du porteur, numéro de carte...etc.

Dès qu'elle n'est plus à portée du Smartphone auquel elle est reliée, la carte peut afficher un message pour demander de la renvoyer à son propriétaire ou, pour plus de prudence, un dispositif d'effacement à distance s'active.

Le vélo intelligent : qui peut fonctionner comme un Uber et venir vous chercher là où vous le demandez simplement depuis l'application mobile dédiée. Cet appareil a pour ambition de faciliter la vie des habitants. [16].

Bicyclette intelligente : Google prévoit de lancer (Google self-driving bike) avec la fonction de guidage automatique sans que vous ayez besoin de la diriger. Tout ceci grâce à une caméra 360 située à l'avant du vélo.

Les satellites : des objectifs ont été atteints par l'utilisation des nouvelles technologies, telles que l'imagerie satellitaire et l'informatique, les systèmes de positionnement par satellite comme le GPS, aussi par l'utilisation des capteurs qui vont s'occuper de récolter les informations utiles sur l'état du sol, taux d'humidité, taux des sels minéraux, etc. et envoyer ces informations au fermier pour prendre les mesures nécessaires garantissant la bonne production.

La pêche : L'entreprise « Deeper » vient de sortir un nouvel objet connecté qui s'intitule le « Deeper Fish Finder ». Cet objet a été créé pour les pêcheurs amateurs et professionnels.

6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'internet des objets qui est un nouveau concept pour notre façon de vivre et la gestion de nos affaires avec l'utilisation de l'internet. Avec l'IoT, les personnes, les objets, les systèmes de communications sont connectés via un réseau afin d'assurer une meilleure gestion et contrôle pour un meilleur confort du quotidien et de l'environnement. Cependant, il faut garantir la sécurité des données et des informations personnelles avec des systèmes informatiques qui se multiplient avec l'évolution omniprésente.

Introduction :

Ce chapitre est consacré à la domotique, nous allons commencer par une brève définition sur la maison intelligente, en savoir plus sur l'étendue de ses applications dans la vie courante, ses bien faits et les services offerts par la domotique. Nous aborderons par la suite les techniques de liaison de la maison intelligente et la constitution du système domotique, ainsi que quelques applications, en terminant par des équipement clés de la domotique.

1. Définitions :

Avant de s'immerger dans notre projet, c'est intéressé d'abord à définir clairement le mot domotique ; le mot domotique a été introduit dans le dictionnaire « le petit Larousse » en 1988. Ce mot a été construit à partir de « Domus », le domicile en latin, associé au suffixe « tique », couramment employé pour évoquer le terme des technologies d'automatique, électronique, électrique, informatique et des communications au service de la maison. Son champ d'application vise à assurer des fonctions de sécurité, de confort, de gestion d'énergie et de communication qu'on peut retrouver dans un espace domestique, câblée ou fonctionnant par ondes radio. La domotique s'est investi dans notre univers quotidien pour nous faciliter la vie.

Dans ses applications les plus évoluées, la domotique met en réseau et coordonne le fonctionnement de différents types d'équipements ménagers, de travail et de loisir. Elle peut se charger des tâches les plus complexes ou contraignantes et, en même temps, assurer l'intendance de la maison. A l'opposé, elle peut accomplir des actions très basiques, comme allumer une lumière dans une pièce. Les applications possibles de la domotique concernent aussi bien la programmation, la surveillance, que le contrôle à distance. La domotique offre une simplification qui peut alléger le poids des actions quotidiennes pour les personnes âgées ou handicapées, ou tout simplement apporter un confort majeur.

La **domotique** regroupe l'ensemble des technologies permettant l'automatisation des équipements d'un habitat. Elle vise à apporter des fonctions de confort : commandes à distance, gestion d'énergie (optimisation de l'éclairage et du chauffage... etc.), sécurité (comme les alarmes) et de communication (contacts et discussion avec des personnes extérieures) [23]. Les services offerts par la domotique couvrent 3 domaines principaux :

1. Assurer la protection des personnes et des biens en domotique par la prévention des risques d'accident (incendie, fuite de gaz, etc.).
2. Confort de la vie quotidienne surtout pour les personnes âgées ou handicapées, en installant une domotique pour les personnes à mobilité réduite. Effectivement en désigne la santé à domicile par le terme e-santé qui représente l'ensemble des « services du numérique au service du bien-être de la personne » malade, dépendante, en situation de handicap, fragile d'un point de vue social. Suppression de consultations ou hospitalisations non nécessaires. L'exemple de la téléconsultation apporte un gain de temps en raison de la suppression du transport des personnes d'un établissement à l'autre et améliore le suivi des soins.
3. Faciliter les économies d'énergie grâce à la réactivité maîtrisée d'une maison intelligente.

2. Domaines de la domotique :

Les domaines principaux d'applications de la domotique :

2.1. Protection des personnes et des biens : la domotique permet le suivi des personnes âgées ou handicapées. En matière de sécurité domestique, rien n'est laissé au hasard, Alarmes, détecteurs de mouvement ou d'intrusion, interphones et vidéo surveillance, téléphones, simulateurs de présence, se combinent pour détourner les visiteurs indésirables.

D'autres systèmes de détection sont prévus pour surveiller les enfants, prévenir les risques d'accident (incendie, fuite de gaz, etc.) et signaler des pannes (inondation, coupure de courant électrique, etc.).

La domotique de sécurité passe également par la centralisation de la surveillance et du contrôle de toutes les zones de la maison. Des capteurs de mouvements, d'ouverture, des poignées biométriques, l'automatisme des volets, sont installés sur les ouvertures et préviennent de toute intrusion, car l'ensemble est couplé à des alarmes silencieuses sans fil ou des sirènes.

Pour l'intérieur des pièces, des micros ultrasensibles, des caméras invisibles, des champs magnétiques, des détecteurs de fumées assurent aussi une grande sécurité s'ils sont judicieusement positionnés.

2.2. Confort de la vie quotidienne : Avec une installation domotique, on pourra aujourd'hui avoir une maison vivante et économe. Le fait de rendre la maison intelligente assurera un résultat basse-consommation évident. L'habitat offre aussi un bien-être sur-mesure, avec un confort en permanence. Manipuler ses volets roulants en pressant un bouton est devenu chose courante de nos jours. De même qu'ouvrir le portail ou la porte du garage depuis sa voiture. Plus globalement, tout ce qui se fait avec un interrupteur ou une poignée peut être automatisé et piloté à partir d'un poste fixe, ou à distance via une télécommande, un ordinateur ou un Smart phone Toutes les actions que nous faisons machinalement peuvent être automatisées et intégrées dans des scénarios préprogrammés.

L'élimination de tous les gestes fastidieux et répétitifs du quotidien pour gagner du temps, économiser l'énergie et nous tranquilliser l'esprit. Parmi ces scénarios préprogrammés, on peut citer :

2.2.1. La régulation en fonction de la luminosité extérieure : un capteur de luminosité peut être installé pour piloter l'éclairage en fonction d'un seuil prédéfini ou le réguler de façon continue afin d'obtenir une luminosité constante. Les éclairages s'allument, s'éteignent ou s'ajustent pour optimiser les conditions de luminosité.

- La commande d'éclairage : le capteur de présence permet de déclencher automatiquement un éclairage quand nous passons devant un garage, couloir, dressing, cave, etc. La minuterie permet d'interrompre un circuit après un laps de temps déterminé et la télécommande permet d'allumer la lumière depuis un canapé.

2.2.2. La programmation quotidienne et hebdomadaire : Nos rythmes de vie étant relativement réguliers, il est simple d'associer automatiquement un niveau de chauffage à différentes périodes de la journée ou de la semaine. Un chauffage qui passe du mode réduit au mode confort quelques minutes avant notre réveil puis bascule à nouveau dans la journée, sauf pendant le week-end, et s'ajuste en fonction de la température extérieure pour nous accueillir au retour du travail contribue de façon efficace et simple à notre bien-être tout en nous permettant de maîtriser les dépenses énergétiques.

2.2.3. Simplification de la vie : Le matin, nous nous réveillons en douceur : avec un réveil, qui s'est coordonné avec notre agenda, sonne, tandis que les volets s'ouvrent tous seuls, et que le chauffage tourne déjà dans la salle de bain. Au moment du départ, nous prévenons notre maison que nous partons grâce à un petit geste au moyen d'une télécommande (ou avec notre smartphone). Un programme se lance alors, les lumières s'éteignent, le chauffage s'arrête, les portes se verrouillent.

Avant de rentrer, le soir, nous prévenons notre domicile à distance. Le chauffage sera à la bonne température à notre arrivée et quand nous rentrerons et sans descendre de notre voiture, nous désactivons l'alarme, ouvrons le portail, éclairons l'allée si nécessaire et ouvrons la porte du garage au moyen d'une télécommande.

2.2.4. Les économies d'énergie : La domotique permet de diminuer jusqu'à 10 % des factures d'énergie. Grâce aux automatismes et à des capteurs, les équipements électriques inter-reliés pilotent au plus juste la consommation énergétique (chauffage, éclairage, eau, ventilation, etc.), tout en gardant sous contrôle le confort des zones occupées. Le but principal de la domotique est d'éviter le gaspillage en supprimant les dépenses inutiles.

- Les systèmes de régulation permettent de maîtriser la consommation d'électricité, de gérer le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire, avec un niveau de confort optimal.

-Un détecteur de présence placé dans chaque pièce, par exemple, commande instantanément l'allumage ou l'extinction des éclairages, la mise en route ou l'arrêt du chauffage, etc.

-Au jardin par exemple, l'arrosage s'automatise et le détecteur crépusculaire se charge d'allumer les lumières dès la tombée de la nuit et ainsi de lancer l'irrigation des plantes.

La maison intelligente utilise la programmation domotique via des scénarios qu'on peut déterminer en fonction des besoins spécifiques, évitant les pertes thermiques inutiles et palliant les risques d'oubli ou de sécurité.

3. La maison communicante

La communication tient une place de plus en plus importante dans le logement. La maison est dotée de capteurs de tous genres, permettant la connexion avec une télécommande universelle ou un smartphone. En communiquant avec l'habitat, il est possible de régler le chauffage, de recevoir des alertes lorsque des intrus tentent de faire une intrusion, ou lorsqu'une personne âgée maintenue à domicile est en situation de détresse. Gérez les programmes des appareils de la maison n'importe où, en fonction des besoins.

La centralisation des commandes est le corps du système domotique. Les appareils mis en réseau se reconnaissent et dialoguent entre eux, se déclenchant par simple appui sur une touche. Par le biais d'un interrupteur centralisé, les éclairages et volets motorisés peuvent être actionnés.

L'homme avait imaginé qu'il est impossible de communiquer avec son habitat, le contrôler à distance. Maintenant, la communication tient une place de plus en plus importante dans le logement. Une installation domotique adaptée, avec les appareils de la maison montés en réseau, satisfait aux besoins et aux loisirs de chaque personne du foyer. La centralisation des commandes est le corps du système domotique. Les appareils mis en réseau se reconnaissent et dialoguent entre eux, se déclenchant par simple appui sur une touche.

Par le biais d'un interrupteur centralisé, les éclairages et volets motorisés peuvent être actionnés individuellement, par groupes de pièces ou simultanément. En communiquant avec l'habitat, il est possible de régler le chauffage par zones, de simuler à distance une présence, etc.

Effectivement, en couplant l'installation avec une télécommande universelle ou avec un simple appui sur une touche sur son Smart phone, le pilotage s'effectue de n'importe où dans la maison, en fonction des besoins. Afin d'adapter la domotique à chaque logement et utilisation, plusieurs configurations sont à disposition :

- En domotique sans fil (Wifi, ondes radio,...) ;
- Par domotique CPL ou à courant porteur (appelé X10) ;
- Avec un câblage domotique bien pensé.

La domotique sans fil utilise plusieurs supports technologiques : les ondes radio ou RF (sur des fréquences en MHz) et l'infrarouge ou IR, qui a pour inconvénient de ne pas traverser les murs. Il est conseillé, pour une meilleure stabilité du système, de ne pas mixer le sans-fil avec un autre type de technologie, le CPL par exemple. Cela peut nuire à l'installation et à la qualité de la communication entre les équipements. Les ondes radio sont employées par de multiples protocoles comme le X10 RF, le HomeEasy, le X2D, le Zigbee, le Zwave, ou encore le Bluetooth. Les principales fréquences utilisées dans la domotique sont le 433 MHz et le 868MHz.

3.1. techniques de mise en place d'une maison connectée

Un système de maison intelligente est généralement constitué des équipements suivants :

- **un cerveau**, que ce soit un automate, un ordinateur, ou un « box domotique », qui centralise toutes les informations de la maison et déclenche des actions.
- **les capteurs** sont des périphériques permettant de relever la température, l'humidité, la luminosité, le niveau de CO₂, le niveau de bruit, détecter une présence, de la fumée, une fuite de gaz, etc...., grâce à eux la maison saura tout ce qui se passe.
- **les actionneurs** sont donc des périphériques qui pilotent des appareils (radiateurs, chaudière, télévision, machine à laver...etc.), des lampes, ou encore des automatismes (volets, porte de garage, store banne, etc.).

Le cerveau déclenche des actions en fonction des informations recueillies par les différents capteurs disséminés à travers la maison, par exemple si aucun détecteur ne détecte de présence dans la maison, le cerveau demande aux radiateurs de passer en mode économique et aux lampes de s'éteindre.

3.2. Techniques de liaison

La commande à distance des équipements de la maison se fait avec son téléphone portable ou avec une télécommande de l'intérieur (de n'importe quelle zone de la maison) ou de l'extérieur avant de rentrer par exemple mettre en marche un appareil comme le système de ventilation ou le chauffage.

Afin de piloter la maison en fonction des besoins du propriétaire, on doit adapter la domotique du logement avec plusieurs dispositifs de connexion :

- La domotique sans fil (Wifi, ondes radio,...).
- La domotique par CPL ou à courant porteur (appelé X10).
- La domotique avec un câblage [22]

3.2.1. Domotique sans fil

La domotique utilise la connexion sans fil avec plusieurs supports technologiques sur les ondes radio ou RF (sur des fréquences en MHz) et l'infrarouge ou IR, l'inconvénient majeur est la difficulté de connexion à travers les murs. La combinaison du système sans fil technologie CPL rend la connexion instable et diminue la qualité de la communication entre les équipements. [22]

Les ondes radio sont employées par de multiples protocoles comme le X10 RF, le Home Easy, le X2D, le Zigbee, le Zwave, ou encore le Bluetooth. Les principales fréquences utilisées dans la domotique sont le 433 MHz et le 868MHz. On trouve parmi les protocoles sans fil :

- **Le HomeEasy** : utilise la fréquence 433 MHz qui est règlementée par l'UIT (Union internationale des télécommunications).



Figure 2.1 : Le HomeEasy.

- **Le X2D** est mixte (courant porteur ou radio 868 MHz) convient à la domotique de sécurité et la domotique du chauffage.



Figure 2.2: Le X2D (courant porteur).

- **Le protocole radio Zwave** : fréquence 868,42 MHz en Europe. La portée du contrôleur Zwave peut équiper toute la maison sans risquer de problèmes de transmission.



Figure 2.3 : Le protocole radio Zwave.

- **L'io-Home Control** utilise les fréquences allant de 868 MHz à 870MHz, il possède un véritable retour d'informations grâce à son protocole bidirectionnel. Cette technologie est ouverte à différents fabricants leaders dans l'habitat.



Figure 2.4: L'io-Home.

- Le réseau Zigbee, basé sur le standard 802.15.4, ratifié par l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), a de plus en plus de fidèles. Il fonctionne avec des piles très longues durées d'autonomie, sur 866 MHz (bande libre en Europe) et 915 MHz (aux États-Unis).



Figure 2.5: Le réseau Zigbee.

3.2.2. Domotique à courant porteur CPL

Pour l'installation de la domotique à courant porteur on utilise le réseau électrique déjà existant. La domotique CPL est aussi connue sous l'acronyme de X10, qui est un protocole de communication et de contrôle de plusieurs appareils domotiques.



Figure 2.6: courant porteur CPL

Les CPL, c'est la possibilité de faire passer de l'information numérique (voix, donnée, image) sur le réseau électrique ordinaire. Cette technologie est basée sur l'utilisation d'un réseau filaire structuré déjà existant et parfaitement distribué dans toute la maison ou le bâtiment : le réseau électrique et ses points d'accès sont structurés autour des prises électriques.

Néanmoins, la fiabilité de la domotique CPL est incertaine. Avec cette technologie on peut avoir des parasites sur le réseau et altérer les autres transmissions. De plus, ces équipements sont moins rapides et encore coûteux, plus cher que le sans-fil.

3.2.3. Domotique câblée

Certains spécialistes préfèrent une domotique par câbles pour une domotique, aux approches sans fil ou CPL. Le pré-câblage doit être souple toute en suivant, l'évolution de la technologie qui ne cesse d'accroître.

Il faut ainsi prévoir un local de répartition pour centraliser les points d'arrivée de toutes les liaisons externes (électricité, téléphone, Internet, télévision, fibre optique ...). Dans les logements, le Bus de terrain KNX est une excellente solution domotique.

Ce Bus est constitué d'un câble fait de conducteurs torsadés par paires (deux au minimum) alimenté en très basse tension (courant faible).



Figure 2.7: Le Bus de terrain KNX

Le réseau a pour but d'empêcher les interférences électriques reprochées au CPL. Toutefois, le choix des câbles de leur qualité est très important ici.

Trois types de câbles sont habituellement utilisés, le câble UTP, le câble STP et le câble FTP. Les meilleurs câbles sont blindés ou écrantés, de type STP ou FTP.

Il est raisonnable et conseiller de choisir un réseau électrique, car c'est le plus simple à installer (et le mieux connu par les artisans et les architectes). Il doit respecter la norme NFC15-100. Il est aussi meilleur d'installer un panneau d'assortiment équipé de prises RJ45. Il faut, également prévoir un onduleur pour les équipements du réseau (modem ADSL, routeur, switches) et les équipements de la domotique de sécurité. [24]

4. Constitution d'un système domotique

La maison intelligente est une version plus développée du domaine de la domotique. Le fonctionnement d'un système domotique se repose sur plusieurs éléments communicants comportant au minimum les composants suivants :

- Unité de gestion.
- Capteurs.
- Actionneurs.
- Interfaces de pilotage.
- Protocoles de communication.

4.1. Unité de gestion

L'unité de gestion joue le rôle d'une « intelligence centralisée », elle contient assez peu d'objets, mais qui peuvent être sophistiqués. Elle est composée de deux principaux éléments :

- Unité centrale : c'est une carte de développement, qui ressemble en réalité à un microordinateur avec des connecteurs, exemple : Raspberry pi.
- Le logiciel domotique : un micro-ordinateur nécessite un logiciel, d'où il faudra un logiciel de traitement des tâches, exemple : Jeedom.

4.2. Capteurs

Les capteurs sont des organes qui renvoient des informations sur l'environnement, ils transforment l'information physique en un signal électrique, exemple de capteur : DHT11 capteur d'humidité et de température, MQ2 capteur de gaz ...etc.

4.3. Actionneurs

Les actionneurs sont des dispositifs qui font des actions, en répondant à des commandes programmées, ces actions peuvent agir sur certains éléments (les portes, les volets ...).

4.4. Interface de pilotage

C'est un ensemble de dispositifs matériel et logiciel, qui permet à un utilisateur de commander, contrôler ou superviser une maison et ses habitants à distance ou de proximité. Exemples : Smartphone, tablette, télécommande...

4.5. Protocoles de communication

La communication entre les équipements d'un système domotique est assurée par un protocole commun, un protocole alors, est une spécification de règles qui permet l'échange entre différents dispositifs. Il existe deux types de protocole :

- Protocole propriétaire : les produits sont disponibles chez un seul fabricant, dont les spécifications sont fermées, exemples : X2D de Delta Dore, PnP...
- Protocole standard : Il s'agit le plus souvent de regroupement de plusieurs fabricants qui utilisent un même protocole, dont les spécifications sont disponibles, exemples : KNX, Zigbee...

5. Marché des maisons intelligentes

5.1. Statistiques

Selon les statistiques relevées sur le site Statista [25] : Il est prévu que le chiffre d'affaire du marché des Smart Home devrait augmenter de 25% par an.

-La pénétration des ménages est de 7.5% en 2018, et devrait atteindre 19.5% d'ici 2022.

-Le taux des revenus financières dans le marché des Smart Home est de 25%.

-Les plus grands marchés du Smart Home sont par ordre décroissant : USA, Chine, Japon, Allemagne, UK.

- Le graphe ci-dessous, représente un classement d'une sélection de pays selon le chiffre d'affaire du marché de la domotique en 2017.

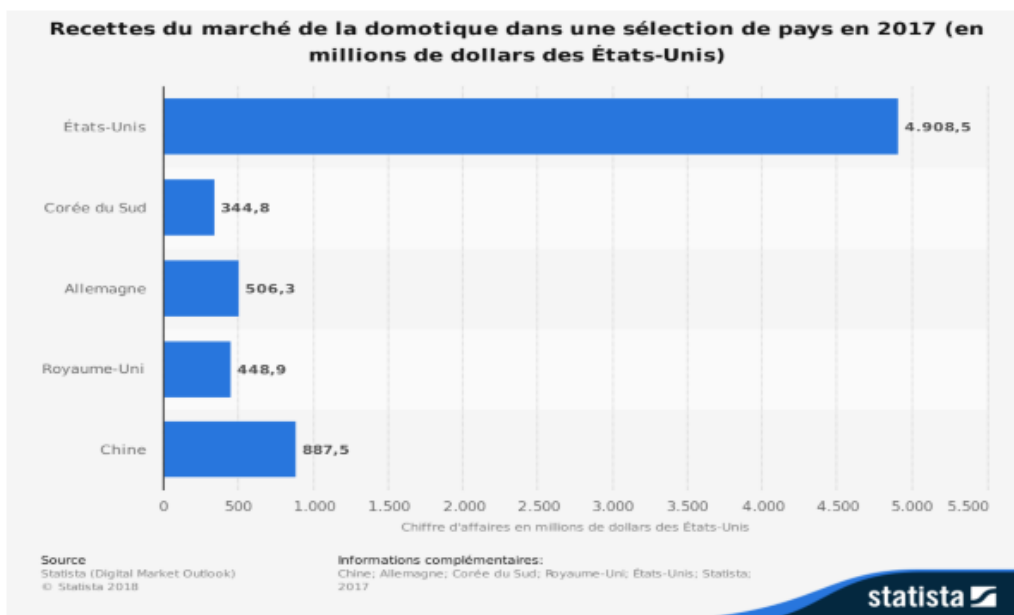


Figure 2.8 : Le chiffre d'affaire dans une sélection de pays en 2017 [25].

5.2. Domotique en Algérie

La domotique ce n'est plus un luxe, c'est une nécessité imposée par le temps s'accorder avec le développement technologique. En Algérie, elle est peu présente, bien qu'il y ait des tentatives pour suivre l'évolution de la domotique. Les obstacles que rencontre le développement de la domotique en Algérie sont dus à plusieurs contraintes :

- La faible demande, donc c'est une question de priorité de la part des citoyens.
- L'environnement est peu propice pour accueillir tous les aspects de la domotique.
- Rareté des entrepreneurs et des investisseurs capables de mettre en œuvre de tels projets.
- Rareté de compétences travaillant dans le domaine des technologies modernes et intelligentes.

Malgré ces contraintes il existe quelques sociétés qui ont franchis le pas, comme exemples des deux sociétés suivantes :

- ✓ **Maintronics** une entreprise basée en Algérie spécialisée dans l'intégration de solutions domotiques et de gestion technique du bâtiment. Ils accompagnent les particuliers et les professionnels de l'étude préalable à la mise en service, afin d'intégrer sans contraintes les nouvelles technologies d'automatisme et de multimédia dans leurs projets de bâtiments résidentiels ou tertiaires [26].



Figure 2.9 : Maintronics une entreprise basée en Algérie [26]

- ✓ **Ets_Oouldlamara** est une entreprise spécialisée dans le secteur des Télécommunications, l'informatique et la sécurité elle opère au niveau national pour une clientèle diversifiée avec un personnel hautement qualifié [27].

Ets_Oouldlamara est liée à des partenaires prestigieux reconnus mondialement dans les secteurs des Télécommunication, l'informatique et la sécurité qui lui permettent de s'engager sur la qualité de ces produits qui donneront une entière satisfaction.

Installation, mise en service et maintenance des :

- Standards téléphoniques de petite, moyenne et grande capacité traditionnels ou IP.
- Réseaux informatiques.
- Système de sonorisation.
- Systèmes de détection incendie
- Vidéosurveillance.
- Réseau TV collectif

Pour donner une valeur et une importance à la domotique en Algérie, il faut que les systèmes d'informations et les médias arrivent à mettre en valeur les biens faits et les intérêts de la domotique. Ainsi que certains investissements du gouvernement pour le développement dans le domaine pour suivre le rythme d'évolution des technologies modernes, et afin de développer la conscience scientifique, et donner à ses citoyens les compétences techniques de gestion de ces technologies.

Par contre, certain pays arabe tels qu'UAE et KSA sont les leaders du monde arabe dans l'utilisation et la propagation de ces technologies. La mosquée Khalifa al Tajer au centre-ville de Deira à Dubaï (Émirats arabes unis) est la première mosquée écologique de l'émirat, entièrement gérée avec le système domotique UNA AUTOMATION Master, qui vous permet d'atteindre le résultat ambitieux de 20/25% d'économie d'eau et d'énergie. D'une superficie de 4 180 m², il peut accueillir 3500 fidèles [28].



Figure 2.10 : La mosquée Khalifa al Tajer de Deira à Dubaï [28].

5.3. Fabricants spécialisés de la domotique

Le marché des smart homes se partage un nombre important de fabricants (Legrand, ABB, ...), avec une forte hétérogénéité des matériels, y compris les matériels électroniques les alarme, les appareils multimédias, et les objets connectés.

De nombreuses opérateurs de télécommunication et d'information (Google, Apple, Microsoft...) ont pénétré ce marché, et proposent des solutions domotiques qui ne nécessitent pas des travaux lors de leur installation dans le logement, et assurent le développement de l'IOT.

- **Delta Dore** : C'est une société française, créée en 1970, reconnue surtout par ses solutions domotiques ou de maison connectée, elle utilise le protocole radio X3D [29].
- **Siemens** : est l'un des principaux producteurs mondiaux de solutions intelligentes pour économiser l'énergie et les ressources, il est très présent dans les Smart homes en utilisant le protocole KNX. Il est considéré comme l'un des géants dans ce domaine.
- **Control 4** : Control 4 a été classé comme le meilleur fournisseur de solutions de maison intelligente aux États-Unis depuis des années, avec ses produits contrôlant n'importe quel appareil dans la maison ou le bureau. Notons que toutes les ressources et les logiciels utilisés par ces fabricants sont confidentiels, toutefois il existe des ressources et des logiciels qui sont ouverts, d'où le nom de la domotique ouverte « libre ».

6. Dispositifs de domotique :

Dans cette partie, nous donnerons à titre indicatif quelques ressources disponibles sur le net liés à la domotique.

6.1. NodeMCU ESP8266

C'est une carte électronique open source, programmable, IoT, c.-à-d. qu'elle permet de connecter les objets les uns aux autres via internet, elle est basée sur le module ESP8266-12, très utilisée dans les applications IoT. NodeMCU a été créé par la société chinoise « Expressif Systems » en 2014[31].

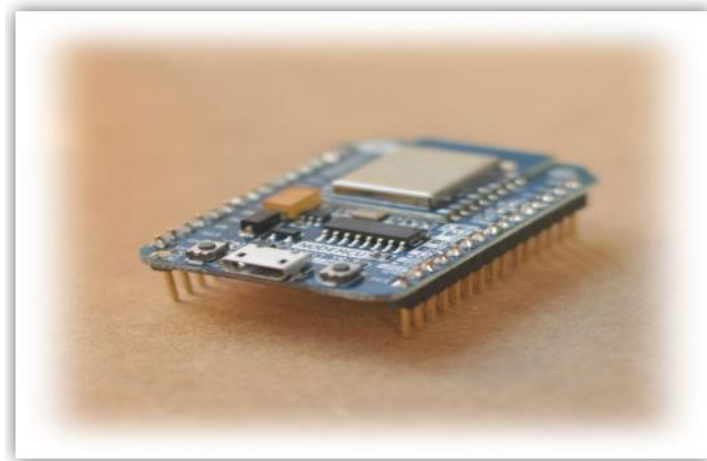


Figure 2.11: NodeMCU V0.9

6.2. La carte Arduino

C'est une carte électronique open source, basé sur un microcontrôleur de la compagnie ATMEL, c'est un outil qui va permettre la création des systèmes électroniques plus ou moins complexes, elle est programmée en langage Arduino C, qui est à son tour dérivé de langage C.



Figure 2.12 : La carte Arduino "uno".

6.3. Raspberry Pi

Le Raspberry pi est un micro-ordinateur équipé d'un microprocesseur ARM, et un système d'exploitation libre de type GNU/Linux et des logiciels compatibles, il est très utilisé dans les applications domotiques



Figure 2.13 : Raspberry pi modèle B [30].

6.4. Les cartes basés sur les microcontrôleurs STM (STMicroelectronics) :

La famille **STM32** est une série de microcontrôleurs 32-bits en circuits intégrés réalisés par la société Franco-Italienne STMicroelectronics (le siège de la société est à Genève, en Suisse, résultant de la fusion de deux sociétés Franco-Italienne de semi-conducteurs appartenant au gouvernement en 1987 : "Thomson Semi-conducteurs" en France et "SGS Microelectronica" en Italie) [32]. Les puces STM32 sont regroupées dans différentes séries proches, basées sur les processeurs d'architecture ARM 32-bits, tels que le Cortex-M7F, le Cortex-M4F, le Cortex-M3, Cortex-M0+, ou le Cortex-M0. Chaque microcontrôleur est constitué d'un cœur de calcul, de mémoire vive (RAM) statique, de mémoire flash (pour le stockage), d'une interface de débogage et de différents périphériques [33].

-Citant quelques exemples :

En Audio Les STM32 F4 possédants un **DSP**, ils sont adaptés pour l'usage du son. La carte synthétiseur **Axoloti** est un exemple d'application dans le domaine du son [34].

Compteur électrique : Le compteur électrique **Linky** déployé en France utilise un STM32 F2 (STM32 F203) [34].

- Deux autres exemples de cartes avec STM32 :

Carte surnommée **Blue Pill** compatible Arduino basée sur un STM32 **F103** C8T6 et reliée par **GPIO** à un module comportant un **microsystème électromécanique** MPU6050 (gyroscope et accéléromètre) [35].

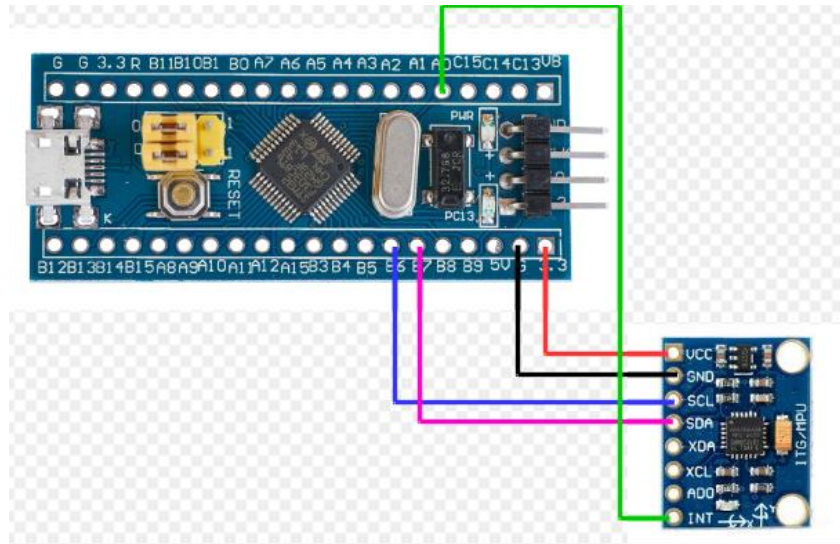


Figure 2. 14 : Carte surnommée *Blue Pill* [35]

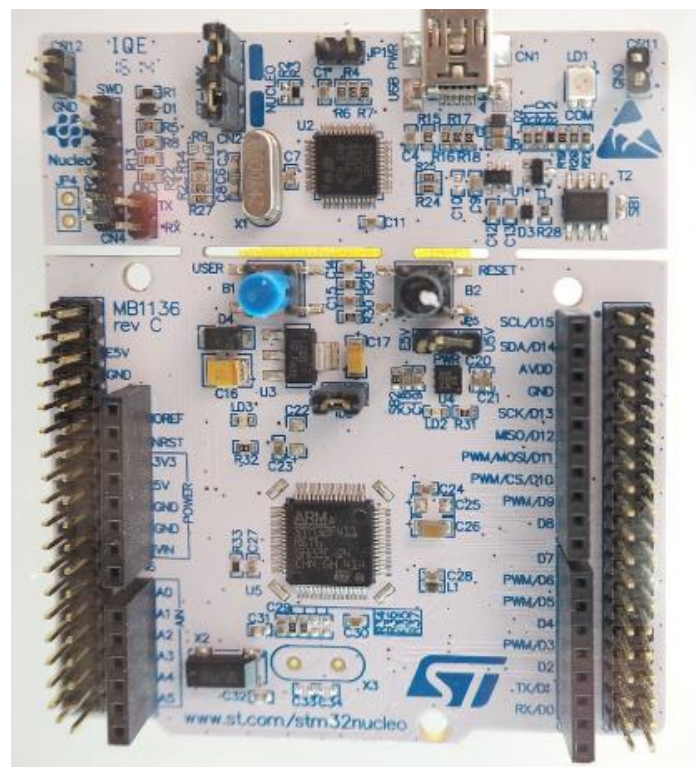


Figure 2.15 : Un des types de carte Nucleo STM32F411 [35]

7. Conclusion

Parmi les applications majeures du IoT, en retrouve la maison intelligente ou connectée, elle désigne l'avenir d'un confort de l'habitat conçu dans le but de facilité et commander les actions de la vie quotidienne à distance.

Dans ce chapitre nous avons mis le point sur la domotique., ses modalités de connexion, ses fonctionnalités et son impact sur la vie de l'individu.

Introduction :

Nous allons présenter la partie simulation effectuée avec le logiciel **Cisco Packet Tracer7.1**. Dans notre travail, représente la simulation d'une maison intelligente. La maison est équipée avec des objets qui seront connectés via un laptop ou un smartphone, à travers un smartphone nous pouvons contrôler à distance les différents objets de la maison comme la lumière, l'ouverture et la fermeture de porte, détection d'incendie, déclenchement de l'arroseur et de la sirène d'alarme. Ainsi que le contrôle du volet de garage, du système de détection de mouvement et vidéo surveillance à distance. Quelques scenarios de programmation de simulation de routine de vie quotidienne seront également implémentés. Des captures qui montrent la configuration et la programmation des objets ont été aussi illustrées.

1. Présentation de Simulateur Cisco Packet Tracer7.1 :

Cisco Packet Tracer est un outil innovateur de simulation et de visualisation des réseaux. Ce logiciel gratuit nous permet de mettre en pratique des scénarios de simulation afin d'exploiter nos compétences en configuration de réseau et de dépannage. Cisco Packet Tracer7.1 est disponible pour les environnements de postes de travail Windows et Linux.

Les équipements doivent être reliés via des connexions (câbles paires torsadées, fibre optique, sans fil) [36]. Une fois l'ensemble des équipements connectés, une configuration avec adressage IP est effectué, La version 7.1 de Packet Tracer est encore récente avec des nouvelles fonctionnalités et améliorations. Cette version nous permet de simuler les nouveaux produits de Cisco. Avec cette version on peut utiliser des équipements qui possèdent le service d'application pour le domaine de l'Internet Of Things (version de Packet Tracer figure 3.1).

La conception de la maison intelligente a été réalisé l'UML (Unified Modeling Language). UML est une approche de modélisation un langage diagramme de conception c'est l'une des techniques les plus populaires de modélisation et représentation d'un système (figure 3.2).

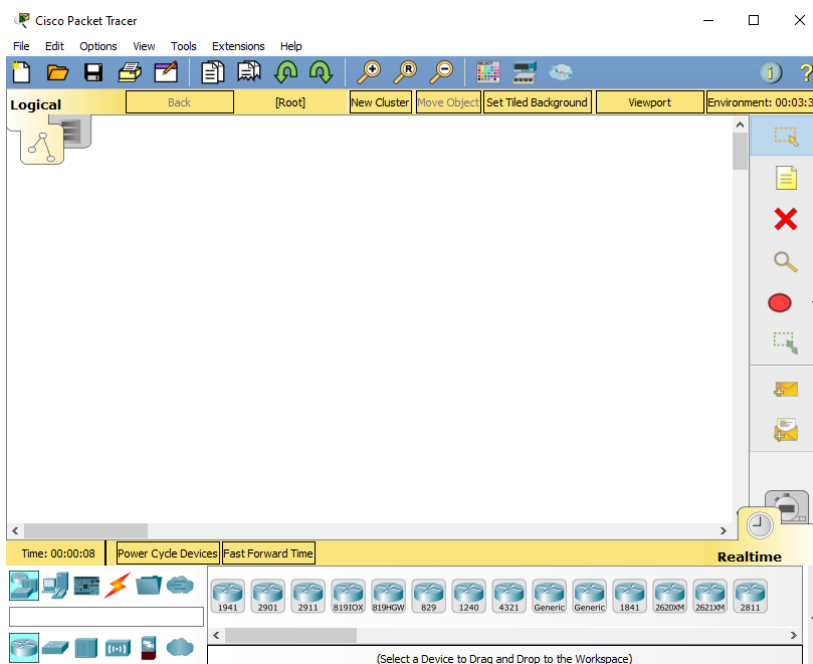


Figure 3.1 : l'espace de travail du Packet Tracer

Une maison intelligente doit être à la fois confortable, autonome, communicante, assurant la sécurité des individus toute en contrôlant l'énergie consommée. Tous ces ensembles de

fonctions sont réalisées avec un système domotique, afin de simplifier la vie quotidienne des habitants de la maison.

2. Les fonctions du système domotique réalisé

Le système domotique réalisé avec la maison intelligente et implémenté avec Packet Tracer regroupe les fonctions suivantes :

- la gestion d'éclaira
- l'ouverture sécurisée de la porte principale, l'ouverture et fermeture des volets des fenêtres
- l'acquisition de la température à l'intérieur de l'habitat et le contrôle de la ventilation.
- le contrôle du volet de garage,
- le contrôle du système de détection de mouvement et la vidéo de surveillance à distance.
- Quelques scenarios de routine de vie quotidienne sont programmés avec une simulation de communication entre les équipements (appareils) de la maison (figure 3.2)
- le contrôle à distance des équipements de la maison se fait via une connexion à l'internet.

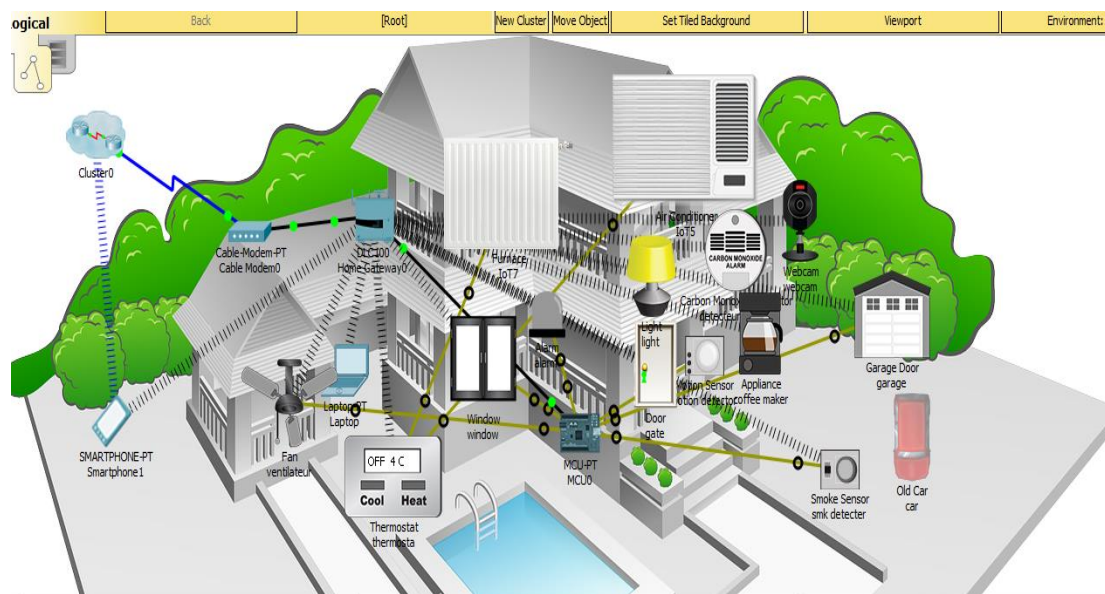


Figure 3.2 : Conception d'une maison intelligente

Cisco Packet Tracer fournit des cartes électroniques possédant des microcontrôleurs. Ces cartes électroniques sont programmées pour nous permettre de relier les objets entre eux dans le but d'interagir afin de réaliser certains scénarios. Parmi ces cartes on trouve la carte SBC et MCU Figure 3.3.

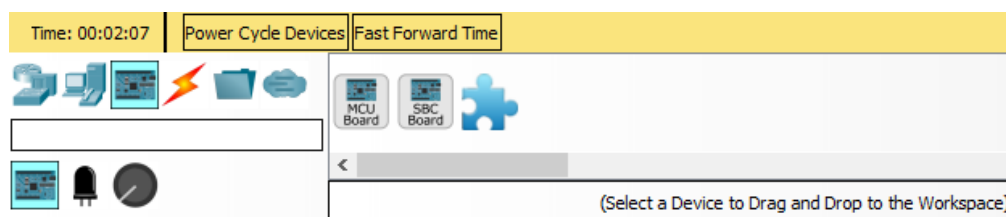


Figure 3.3 : image de la partie MCU

3.Scénarios de simulation de la maison connectée :

Plusieurs scenarios vont être présenté dans la maison connectée avec la Home Gateway et avec la MCU

3.1. Scénario 1 configuration du système de détection de CO2 :

Ce modelé de détection est connecté à la passerelle domestique (Home Gateway)

3.1.1. Les étapes de configuration :

A/ Configuration de la passerelle domestique (Home Gateway)

- Ajouter une passerelle domestique.
- Choisir network devices puis sur Wireless devices
- Sélectionner le périphérique Home Gateway
- configuration du système de commande à distance (wifi) changer le SSID en 'pilote', cliquez sur WPA2- PSK et taper 'pilote2021 figure 3.5.

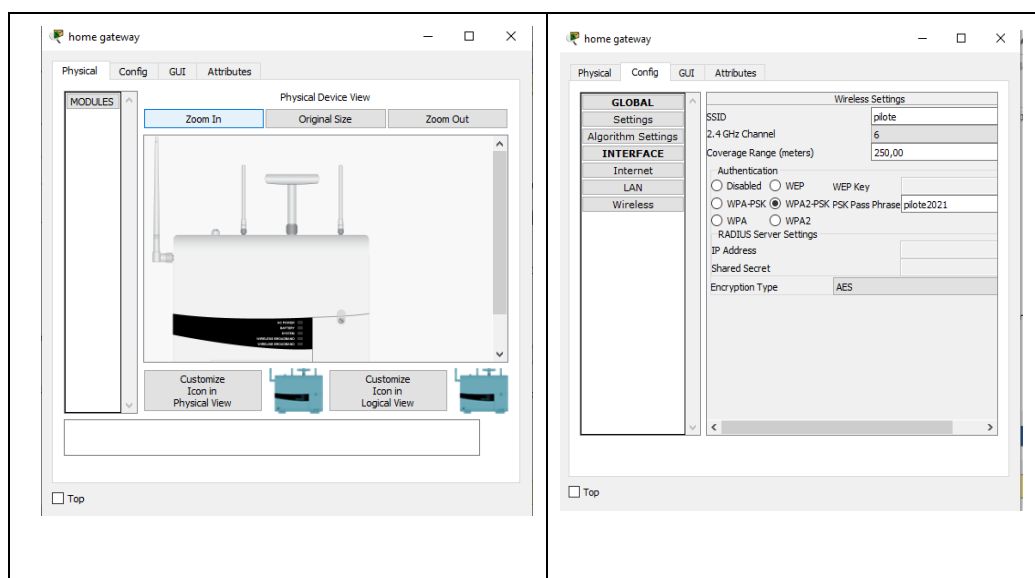


Figure 3.4 : configuration Gateway ou passerelle

B/ Configuration du récepteur distant :

Pour configurer le laptop ou le smartphone à distance, il faut suivre les étapes suivantes :

- Ajouter le Laptop ou le smartphone pour le Laptop le mettre en fonction l'interface Wifi 'Linksys-WPC300N'.
- Configurer 'PC Wireless' puis taper 'pilote2021' puis connecter le système en cliquant sur 'connect'.

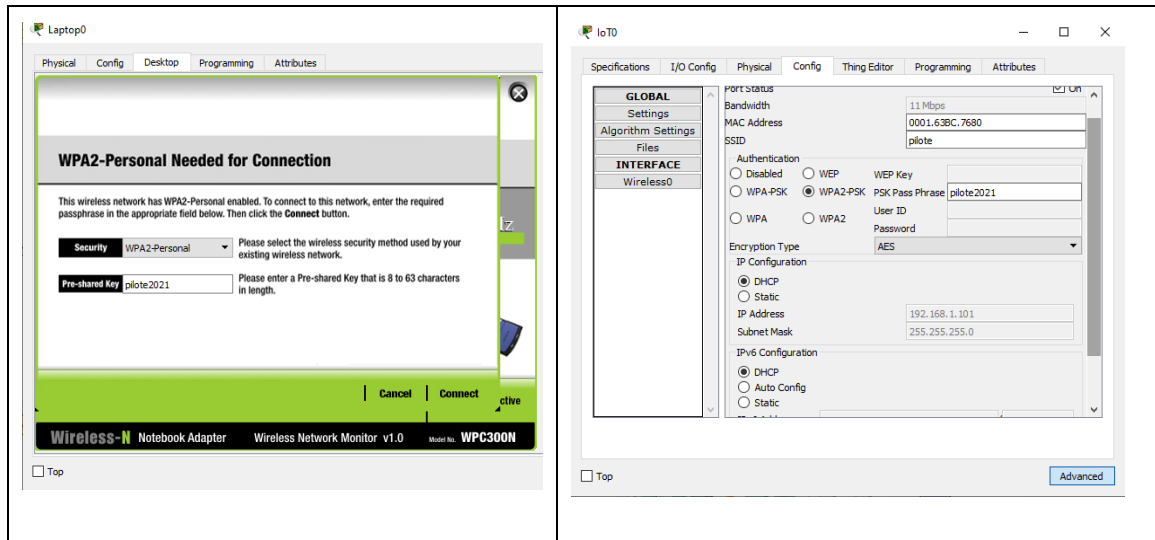


Figure 3.5 : configuration laptop ou le smartphone dans le réseau et configuration de la connexion à distance

3.1.2. Configuration du système de détection de Dioxyde de carbone CO2

Après la configuration du Home Gateway et le Laptop (smartphone) ajouter les périphériques : le ventilateur, la fenêtre et le détecteur Dioxyde de carbone (Fan, Window et Carbon Dioxide Detector) Figure 3.6.

- Cliquer sur 'Advanced' et sur 'I/O Config' et dans la fenêtre qui apparaît changer le Network adapté au 'PT-IOTNM-1W' et fermer la fenêtre.

- Dans les paramètres de configuration, le réseau pilote doit figurer dans la zone SSID pilote2021 dans WPA2-PSK figure 3.5.

Pour le capteur de Dioxyde Carbone au réseau sans fil, on doit faire la même procédure comme le ventilateur figure 3.5.

- Vérifier que le serveur DHCP est sélectionné dans les paramètres de configuration IP

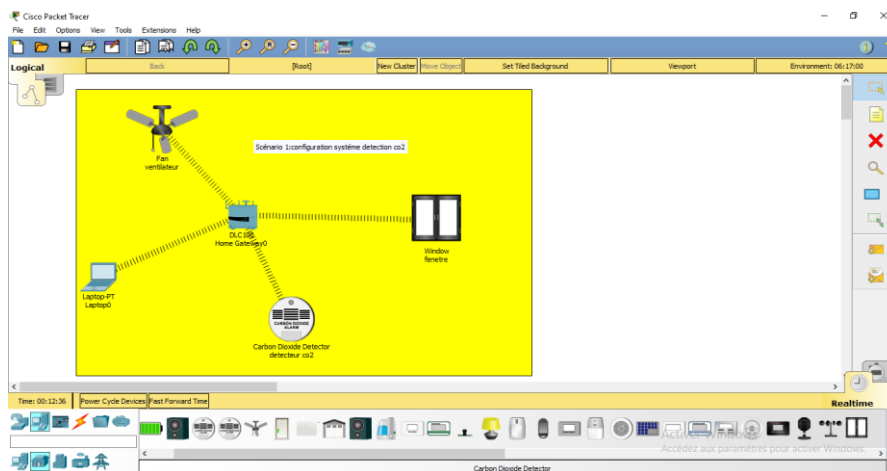


Figure 3.6 : topologie d'un système de détection CO2 dans une maison intelligente

Sur le Laptop et dans 'Desktop' choisir sur 'Web Browser. Dans la fenêtre qui apparaît, on clique sur la l'adresse IP de de la passerelle(Gateway) puit sur 'Go ',

Les Conditions de marche et arrêt du système sont configurer de la manière suivante :

Donner un nom à l'action qui ouvre la fenêtre (fenêtre open) et fermer la fenêtre (Fenêtre close) puis mettre les conditions avec la commande "IF" figure (3.7)

IF 'Carbon Dioxide'>0.15then 'fenêtre' 'on' to 'true'.

IF 'Carbon Dioxide< 0.15 then 'fenêtre' 'on' to 'false '

Cliquer sur 'Add' puis ajouter la condition pour le fonctionnement de ventilateur.

IF 'Carbon Dioxide'>0.15 then 'ventilateur' 'on' to 'High'.

IF 'Carbone Dioxide '>0.15 then 'ventilateur 'on' to 'off'.

Actions	Enabled	Name	Condition	Actions
Edit Remove	Yes	ventilateur on	detecteur dioxyde de carbone Level > 0.15	Set ventilateur Status to High
Edit Remove	Yes	ventilateur off	detecteur dioxyde de carbone Level < 0.15	Set ventilateur Status to Off
Edit Remove	Yes	fenetre open	detecteur dioxyde de carbone Level > 0.15	Set fenetre On to true
Edit Remove	Yes	fenetre close	detecteur dioxyde de carbone Level < 0.15	Set fenetre On to false

Figure 3.7 : tableau de conditions de fonctionnement des objets connectées

3.1.3. Test de fonctionnement :

1- Niveau du Dioxyde du Carbone <0.15

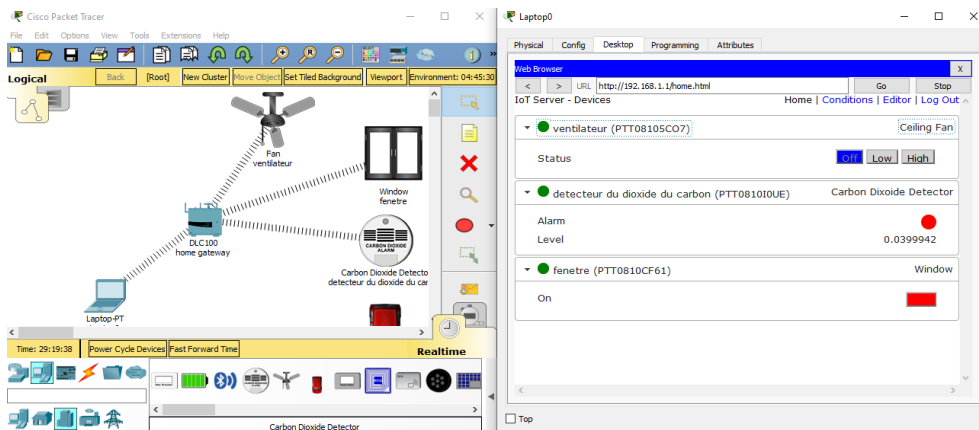


Figure 3.8 : image des objets connectés dans un système détection de CO2 état de repos

- Selon les conditions avec un taux inférieur à la norme tous les objets connectés restent en positions de repos :
- Ventilateur à l'arrêt, Fenêtre fermée
- Capteur détection CO2 en position de repos figure 3.8.

2- niveau du Dioxyde du Carbone > 0.15

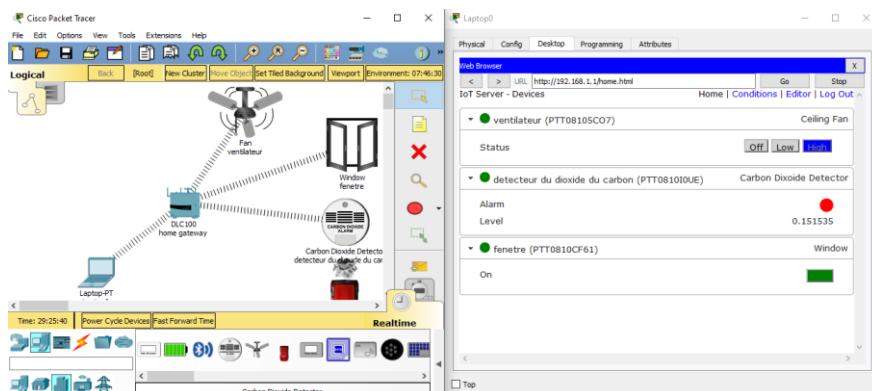


Figure 3.9 : image d'états des objets connectés dans un système détection CO2 état de marche

- Selon les conditions tant que le taux supérieur à la norme tous les objets connectées bascule en positions de marche :
- Ventilateur en marche, Fenêtre ouvert.
- Capteur détection CO2 en position activé (état de marche) figure 3.9.

3.2. Scénario 2 Détection de mouvement et appel téléphonique :

Cette action de Détection de mouvement et appel téléphonique est effectuée par programmation sur microcontrôleur (MCU)

La Détection de mouvement et appel téléphonique c'est un système de détection d'intrusion, une l'alarme est activée, aussitôt qu'il y a détection de mouvement dans la maison.

Le système se compose d'un détecteur de mouvement qui déclenche un appel téléphonique au smartphone en temps réel : en émettant une lumière rouge (ou activation de sirène) et transmet un appel téléphonique au smartphone en temps réel ou au Laptop pour informer le propriétaire de l'intrusion de personne dès la détection d'un mouvement.

3.2.1. Contrôle des appareils.

A/ configuration des périphériques filaires

- Ajouter une carte MCU (Microcontroller Unit)
- Connecter Motion Detector et Alarme au MCU avec des câbles droits (Copper Straight Through),
- programmation de la carte MCU - cliquer sur MCU puis sur 'programming' puis sur 'New' et donner un nom au projet et choisir un langage de programmation.

B/ Test de fonctionnement Pour vérifier la présence d'un mouvement appuyer sur le bouton 'Alt' du clavier et déplacer la souris sur le détecteur de mouvement afin de simuler un mouvement. Si la couleur change devient rouge un appel est transmis au numéro inscrit dans le programme figure 3.10.

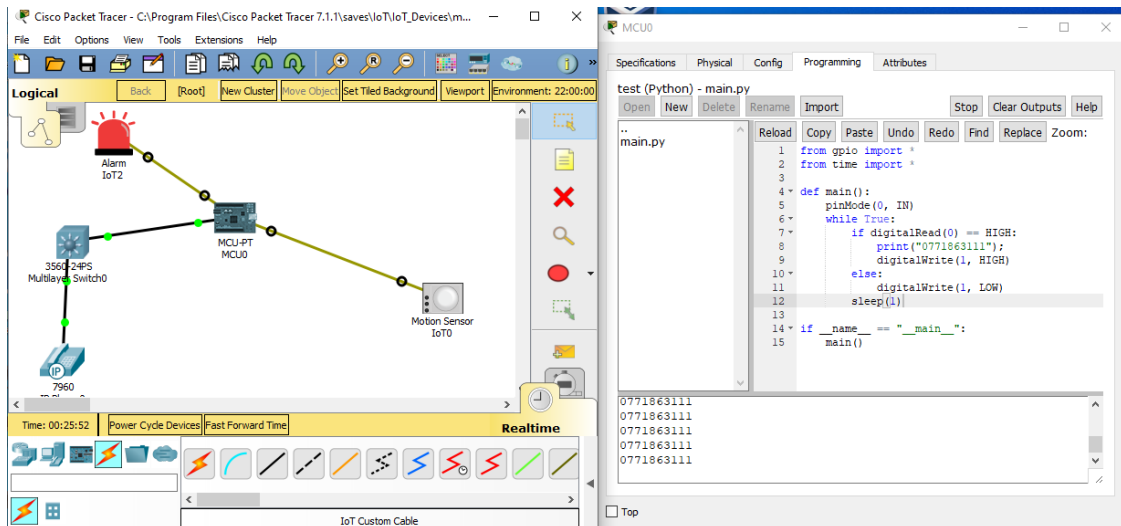


Figure 3.10 : Image des capteurs intelligent avec MCU et le programme utilisé.

3.3. Scénario 3 Présence ou absence de personne dans une maison intelligente

3.3.1. Arrivée à la maison : Configuration de la maison sur Gateway

A/ Configuration de la passerelle domestique (Home Gateway)

Après la configuration du Home Gateway et le Laptop ajouter les périphériques : ventilateur, fenêtre et camera, lampe et la porte figure 3.11.

- Configurer le Ventilateur et ajouter le nom du la 'Fan' « Ventilateur »
- Configure le système avec les mêmes étapes vus précédemment dans (3.1.2) pour la commande à distance (wifi), dans le réseau figurer dans la zone SSID et pilote2021 dans WPA2-PSK.

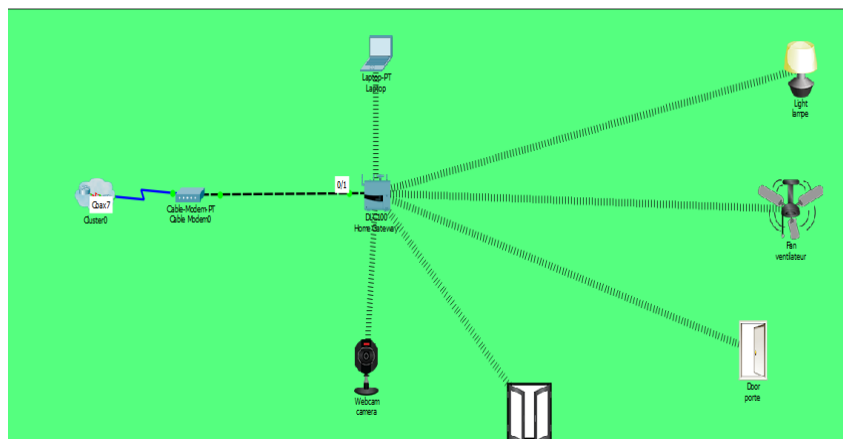
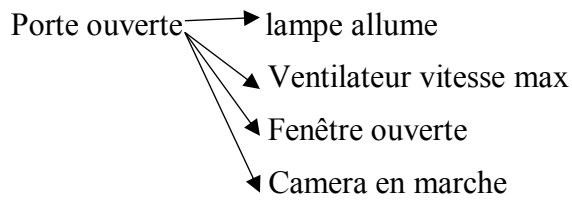


Figure 3.11 : présence du mouvement dans une maison intelligente.

B/ Test fonctionnement :

Selon les conditions du fonctionnement de la maison intelligente :

Arrivée à la maison (ouverture de la porte) : figure 3.11 et figure 3.12.



Partir de la maison (fermeture de la porte) : figure 3.12

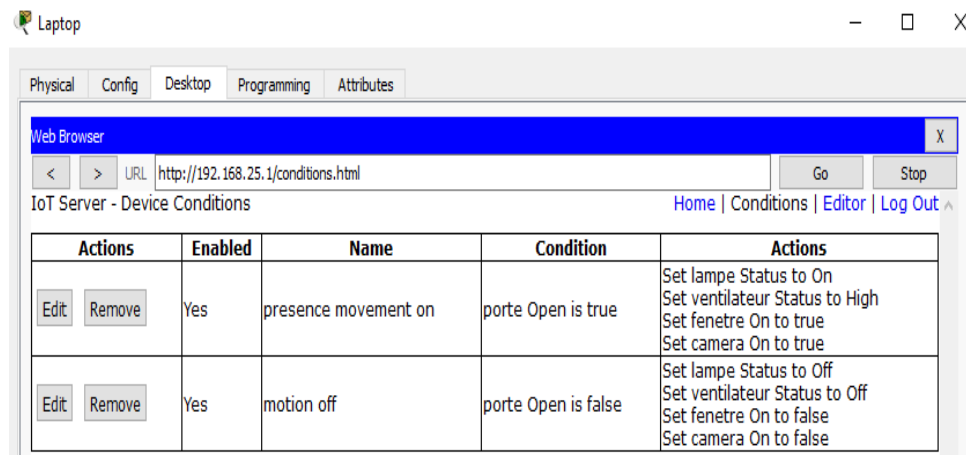
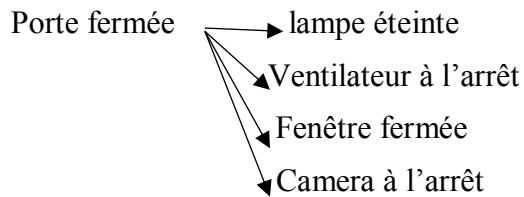


Figure 3.12 : conditions du fonctionnement.

3.3.2. Arrivée à la maison

A/Test de fonctionnement : voir figure 3.13.

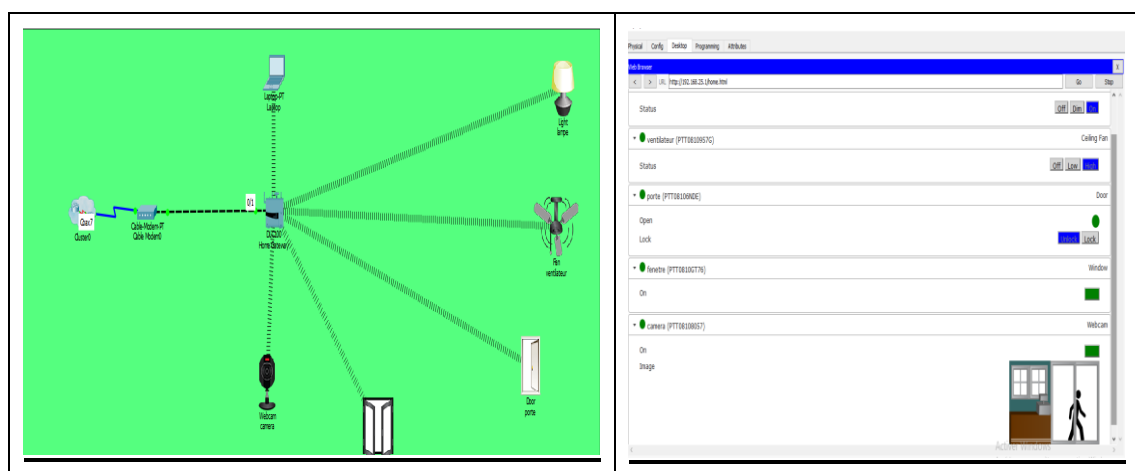


Figure 3.13 : ouverture de la porte de la maison intelligente (arrivée à la maison)

Porte fermée : figure 3.14.

Lorsque la personne quitte la maison la fermeture de la porte déclenche tout le second scénario (partir de la maison)

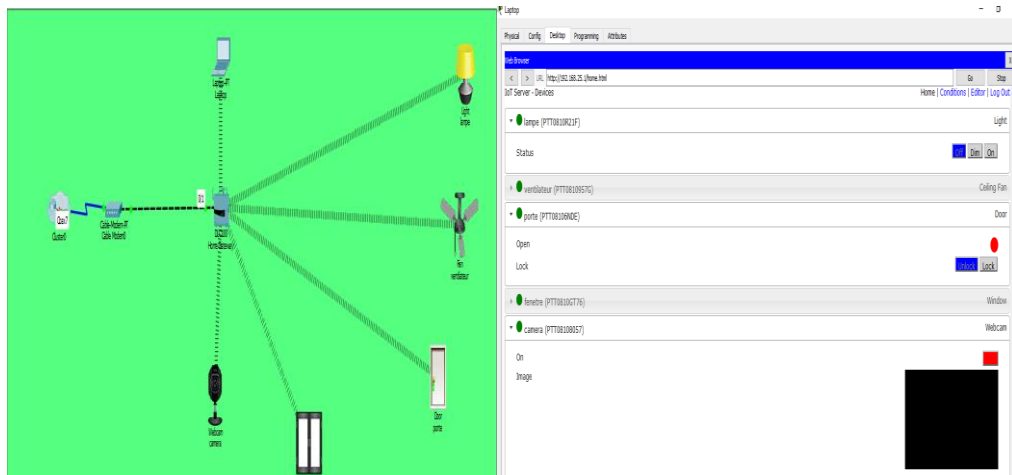


Figure 3.14 : capture d'une image porte fermée

4. Contrôle de la maison intelligente via la passerelle ou la MCU :

Dans une maison intelligente, il faut trouver un compromis entre les objets connectés et le coût de conception. Selon le cahier de charge, vous pouvez opter pour une connexion via la passerelle Gateway avec des objets connectés câblés ou smart. Sinon utiliser la (MCU) avec des objets câblés ou smart pour réduire le coût de l'installation.

La commande de la maison intelligente est faite par un Smartphone ou un Laptop via la passerelle, les appareils illustrés représentent les équipements utilisés pour concevoir une maison intelligente (l'ajout de certains éléments aux équipements vus dans les scénarios précédents nous a permis de créer la maison connectée) la figure 3.15

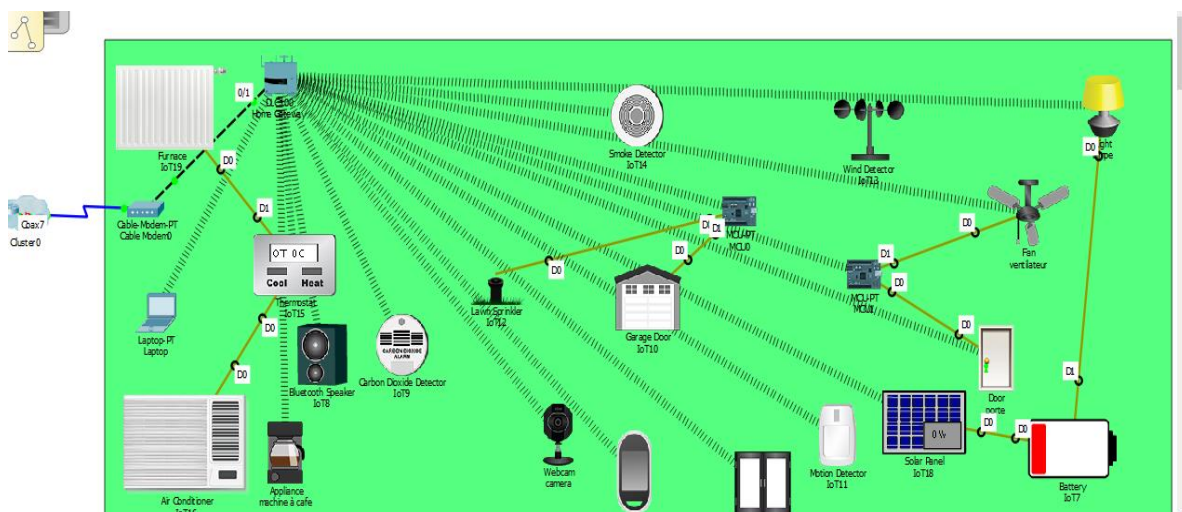


Figure 3.15 : schéma globale d'une maison intelligente

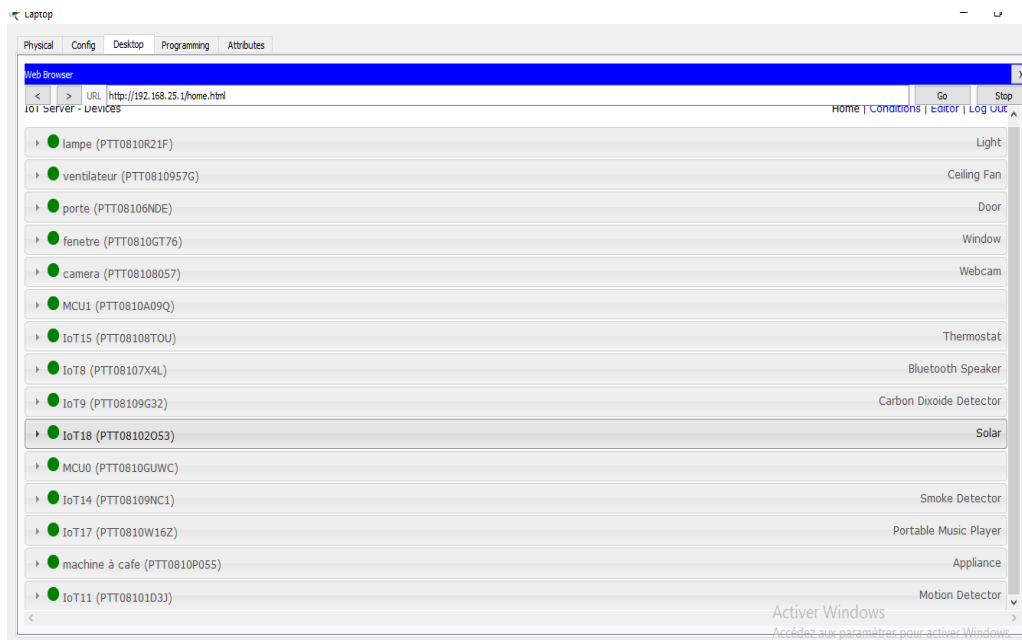


Figure 3.16 : Les objets connectés du Smart Home dans Laptop

4.1. Contrôle externe de la maison intelligente (figure 3.17) :

L'architecture de la maison intelligente est composée des quatre parties

- 1-configuration de la maison via Gateway.
- 2-configuration du réseau internet
- 3-configuration serveur centrale.
- 4- configuration du serveur DNS et serveur IOT.

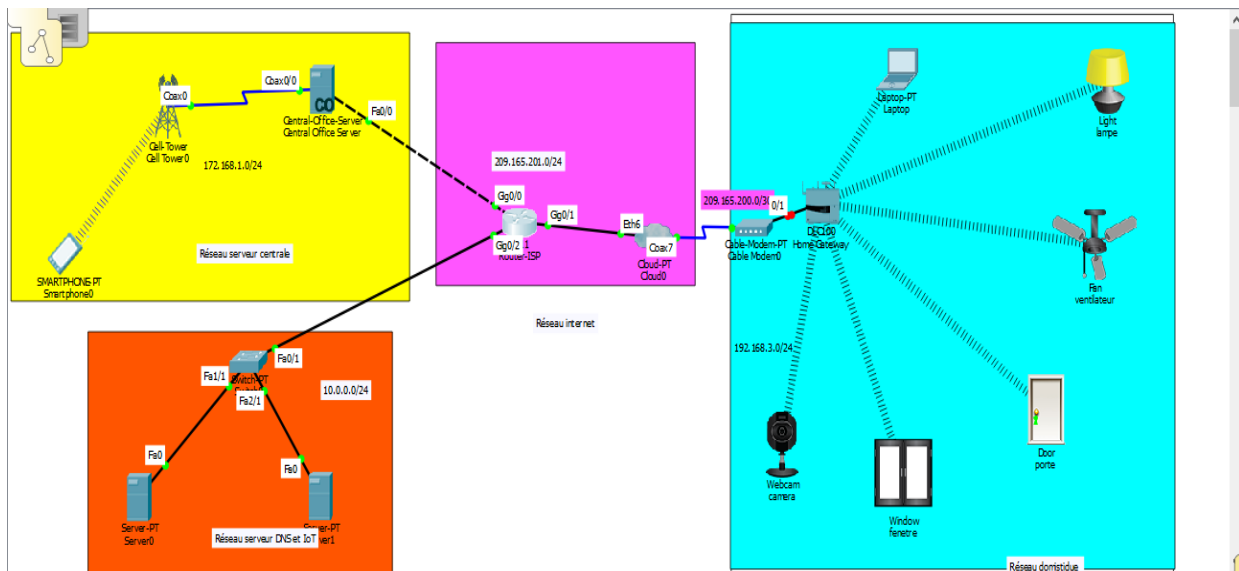


Figure 3.17: Topologie générale d'une maison intelligente

4.2. Configuration du réseau internet :

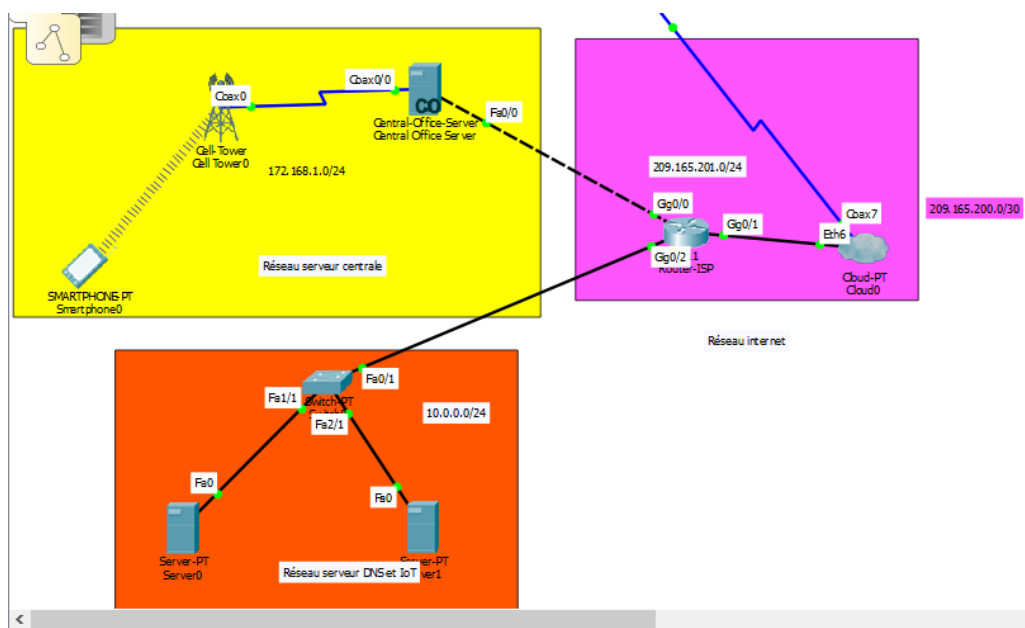


Figure 3.18 : Schéma des équipements réseaux

4.3. Equipements utilisés :

Pour réaliser notre installation sur Packet tracer, nous utilisons les équipements suivants :

Tableau 3.1 : Tableau d'équipement à utiliser

Equipements	Localisation dans Packet tracer
Routeur 2911	Network devices > router>2911
Cell Tower	Network devices > Wireless Devices>Cell-Tower
Central Office Server	Network Devices>Wireless Devices>Central Office Server
Switch-PT	Network Devices>Wireless Devices> Switch-PT
Serveur-PT (serveur DNS)	End devices>End Devices> Serveur-PT
Serveur-PT (serveur DNS)	End devices>End Devices> Serveur-PT
Cloud-PT	Network Devices>WAN Emulation>Cloud-PT
Cable-Modem	Network Devices>WAN Emulation> Cable-Modem

4.3.1 Interconnexion des Équipements :

Pour que l'équipement communique entre elle il faut avoir une connexion spécifique dédiée à chaque équipement selon son installation interne voir tableau suivant :

Tableau 3.2 : Tableau des interconnexions des équipements

Equipement	Connexion	Interface de connexion
Smart phone	Cell Tower	3G/4G,3G/4G server
Cell Tower	Central office server	Coax0- Coax0/0
Central office server	Router -ISP	Fa0/0- Gig0/0
Switch-ISP	Router-ISP	Fa0/1- Gig0/2
Server DNS	Switch-ISP	Fa0/0- Fa1/1
Server IoT	Switch-ISP	Fa0/0- Fa2/1
Cloud	Router-ISP	Eth6- Gig0/1
Cable Modem	Cloud	Port0-coax7
Cable Modem	Passerelle Maison(DL100)	Port1-internet
Laptop	Passerelle Maison(DL100)	Wireless-wireless
Lampe	Passerelle Maison(DL100)	Wireless-wireless
Ventilateur	Passerelle Maison(DL100)	Fa1-ethernet1

4.3.2. Configuration et Adressage des appareils :

Une fois les appareils sont connectés correctement, ils doivent être configurer, nous allons dans un premier temps définir le plan d'adressage réseau, en suite procéder à la configuration réseau par réseau.

Tableau 3.3 : Tableau d'adressages

Réseau	Adresse IP
Réseau -ISP	10.0.0.0/24
Réseau Central Office Server	209.165.201.0/24
Réseau Cell Tower	172.16.1.0/24
Cloud(Internet)	209.165.200.0/30
Réseau domestique	192.168.3.0/24

Adressage des équipements :

1-Configuration du Router-ISP :

- Configuration du routeur :

- ✓ GigabitEthernet0/0 : et enter 209.165.201.1 comme adresse IP et 255.255.255.0 comme masque de sous réseau puis mettons le champ « Port Status » à « On ».
- GigabitEthernet0/1 : enter l'adresse IP (209.165.200.1) et 255.255.255.252 comme masque de sous réseau puis mettons le champ « Port Status » à « On ».
- GigabitEthernet0/2 : enter l'adresse IP (10.0.0.1) et 255.255.255.0 comme masque de sous réseau puis mettons le champ « Port Status » à « On ».

- ✓ Une fois la configuration de l'interface FastEthernet0/0 terminé. Il faut maintenant définir les différentes routes avec les commandes suivantes via l'onglet « CLI »
 - Vers le réseau domestique : ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 209.165.200.2
 - Vers le réseau Cell Tower : ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 209.165.201.2

- ✓ Configurons maintenant le DHCP en entrant les commandes suivantes :
 - DHCP LAN_ISP
 - Ip dhcp pool LAN_ISP
 - Network 10.0.0.0 255.255.255.0
 - Default-router 10.0.0.1
 - Dns-server 10.0.0.10
 - Ecrire la commande « exit » et valider avec « enter »
 - DHCP LAN_CENTRAL OFFICE SERVER
 - Ip dhcp pool LAN_CENTRAL OFFICE SERVER
 - Network 209.165.201.0 255.255.255.0
 - Default-router 209.165.201.1
 - Dns-server 10.0.0.10
 - Ecrire la commande « exit » valider avec « enter »
 - Puis la commande « copy run start »
 - Et en fin « sh run » figure (3.20).

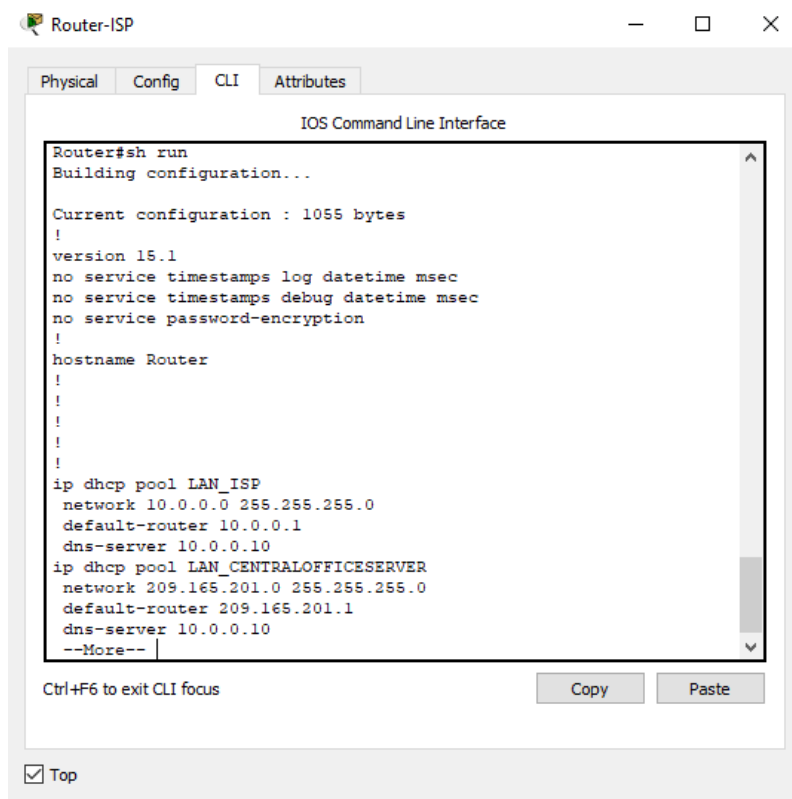


Figure 3.19 : Configuration du Router

4.4. Configuration du server CO (CENTRAL OFFICE SERVER) :

- ❖ Dans l'interface central office server et sur "config -inter face"
- ❖ Dans la section « ip configuration » activer le DHCP pour obtenir une adresse ip généré automatiquement voir figure 3.20.

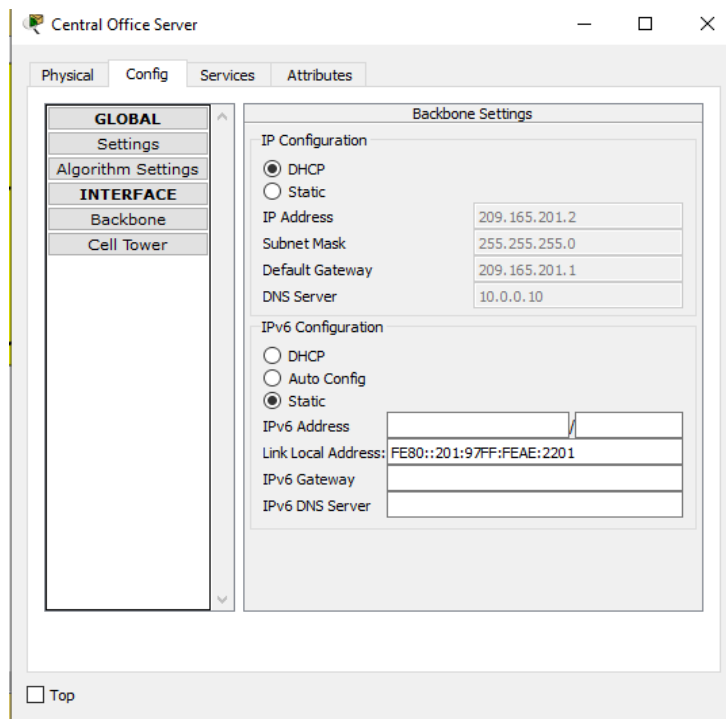


Figure (3.20) : configuration du central office serveur

4.4.1. Configuration du server DNS et IoT

A/Service DNS

- Se rendre dans « config » après avoir cliqué sur « server DNS » ;
- Se rendre sur l'interface FastEthernet0 ;
- Dans la section « ip configuration » entre l'adresse IP 10.0.0.10 et le masque 255.255.255.0
- Et dans le setting entre 10.0.0.1 comme Gateway et 10.0.0.10 comme DNS server dans la section Gateway /DNS IPv4 ;
- Allons en suite sur l'onglet « service » puis sur « DNS » ;
- Activons le service DNS en cliquant sur « on » ;
- Et dans le champ « Name » entrons « IoT server » et dans l'adresse entrons « 10.0.0.15 » et cliquant sur « Add ».

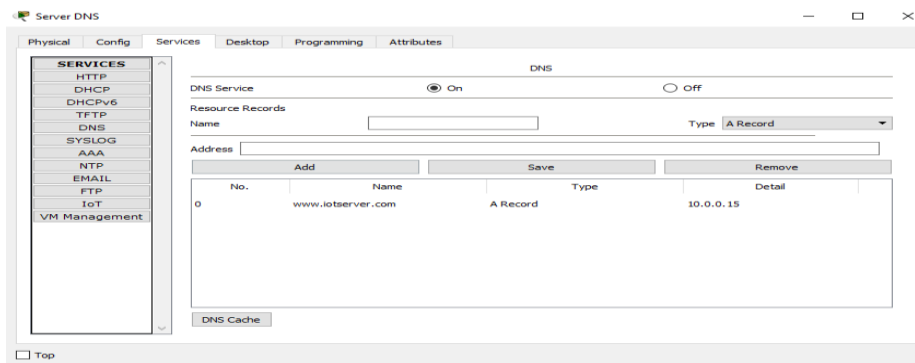


Figure 3.21 : Configuration server IoT sous le server DNS

B/ Création du compte utilisateur :

Maintenant que le service IoT est activé, nous allons créer un compte qui sera nécessaire au équipement IoT pour s'enregistrer sur le serveur, pour cela procédons comme suit :

- Cliquant sur le serveur laptop ;
- Cliquant l'onglet « Desktop » et allons sur « Web browser » ;
- Dans l'url, entrons <http://iotserver.com>;
- Cliquant « sign up new » ;
- Entrons les paramètres suivants ;
- Username : admin ou maison 2021
- Password : admin ou uni2021
- En fin cliquant sur create (figure 3.22).

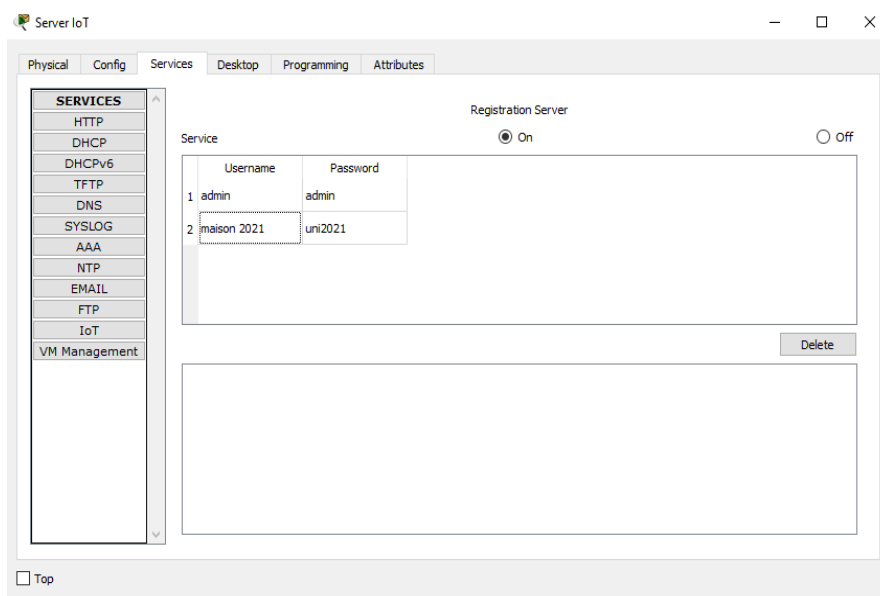


Figure 3.22 : Configuration compte utilisateur

C/configurations les objets connectés avec le serveur IoT :

Maintenant que le service IoT est activé, nous allons configurer les objets connectés au équipement IoT pour les enregistrés sur le serveur, pour cela procédons comme suit :

- Cliquant sur le ventilateur et connectée le au « remote server » sous adresse www.iotserver.com avec password et username (figure 3.23) ;

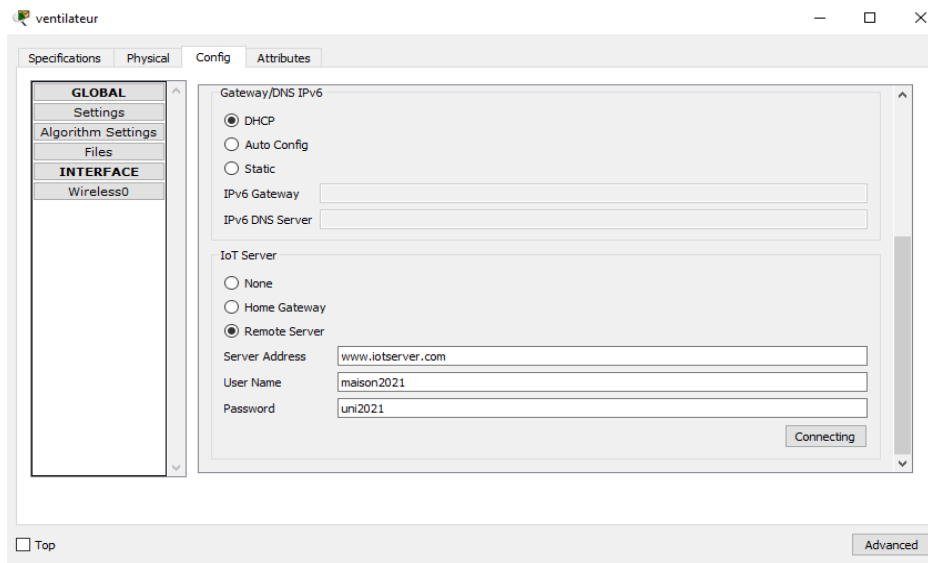


Figure 3.23 : Configuration du ventilateur au serveur IoT

Cette configuration est valable pour tous les objets connectés à la maison intelligente sous serveur IOT.

D/ Test de connexion :

Pour voir la communication entre le serveur IoT ET les équipements connectés au maison intelligente on doit faire :

- Cliquant sur le serveur laptop ;
- Cliquant l'onglet « Desktop » et allons sur « command prompt »
- Et exécuter l'instruction « Ping 10.0.0.15 »

E/ Test de fonctionnement :

Après vérification de la connexion entre le serveur IoT et l'objet connectés dans la maison intelligente, tous les objets peuvent être contrôlé à distance via laptop au smart phone tel que :

- Ouverture et fermeture de la porte.
- Déclenchement les séquences de la détection de mouvement
- Commande du camera
- Commande la vitesse du ventilateur
- Contrôle de la lumière.

Il faut maintenant définir le fonctionnement avec les commandes suivantes :

- Cliquer sur laptop ;
- Puis sur l'ongle Desktop
- Finalement sur l'icône IoT Monitor et tapez l'adresse « 10.0.0.15 » (figure 3.24).

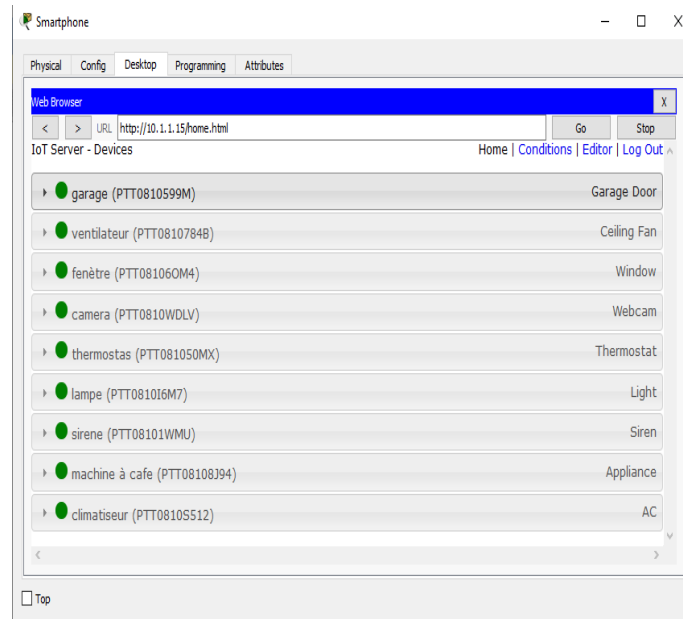


Figure 3.24 : Contrôle des objets intelligents depuis le smartphone

4.4.2. Condition de fonctionnement sur serveur IoT :

A/Condition de fonctionnement :

1-Porte garage fermée/ Porte garage ouverte : selon les conditions de cahier de charge déclarer sous dessous, on confirme la position des objets connectés.

Tableau 3.4 : Positions des états des objets connectés.

Porte garage ouverte	Porte garage fermée
Ventilateur vitesse max	Ventilateur à l'arrêt
Fenêtre ouverte	Fenêtre fermée
Lampe allume	Lampe éteinte
Camera en marche	Camera à l'arrêt
Machine à café en marche	Machine à café à l'arrêt
Thermostat régler à 21° Celsius	Thermostat à l'arrêt

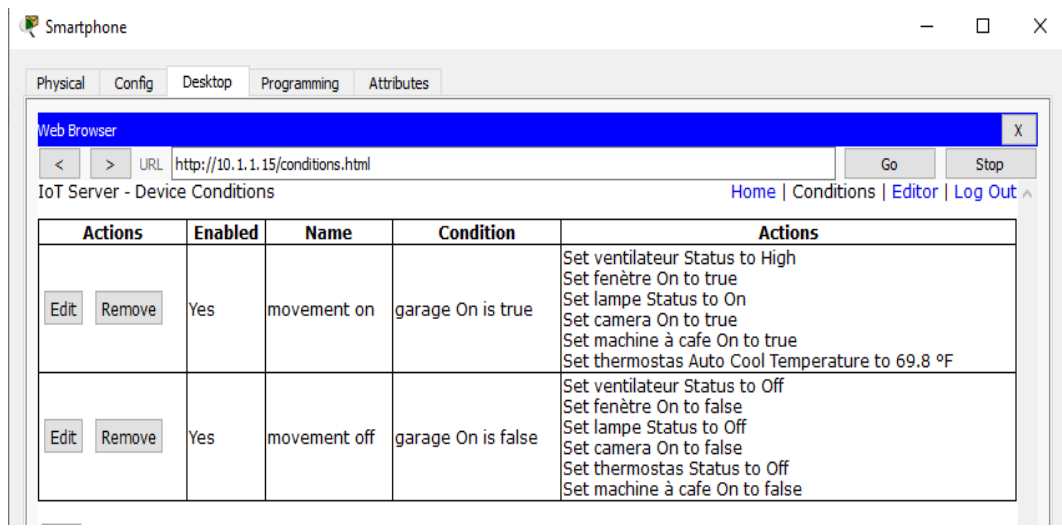


Figure 3.25 : Condition de fonction des objets connectés

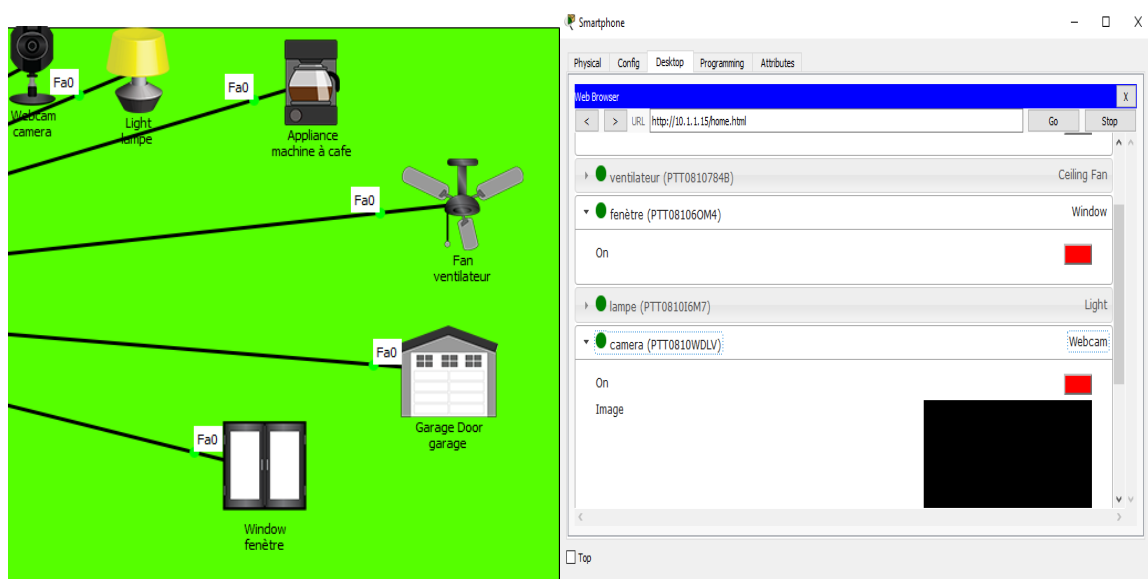


Figure 3.26 : Les objets connectés en positions de repos

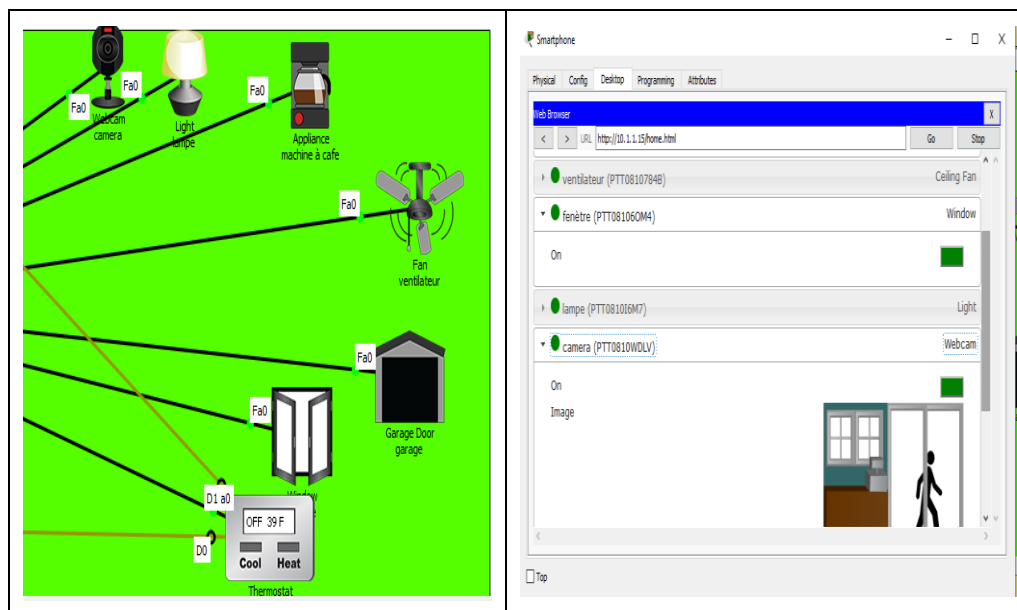


Figure 3.27 : Porte ouverte les objets connectés en marche.

Avec les figures précédentes (figures 3.25, 3.26, 3.27) nous avons illustrés les états des objets connectés, lorsque la porte du garage est fermée et lorsqu'elle est ouverte, ce qui confirme le bon fonctionnement de la connexion à distance par internet

5. Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à la simulation d'une maison connectée, plusieurs scénarios furent configurés et testés. Il y a eu ceux connectés à la passerelle Gateway et ceux avec la carte MCU. Nous avons également configuré et exposé la simulation de la maison complète contrôler par Internet, en utilisant le central office server et le serveur IoT.

Dans notre étude nous avons mis l'accent sur le domaine de l'internet des objets (IoT), ces enjeux sa portée sur l'environnement et la vie quotidienne et ces applications dans l'habitats. Le premier chapitre a été consacré à l'architecture et les domaines d'applications de l'IoT, l'aspect et la conception des objets connectés a été présenté ainsi que leurs connectivités. Certains travaux et applications les plus récentes ont été cité à la fin du chapitre.

Le chapitre 2 est basé sur la domotique 'la maison intelligente', les techniques de liaison des objets dans la maison intelligente, les critères de fonctionnement et la constitution du système domotique, quelques exemple d'applications furent illustrés, parachevé par quelques équipements destinés au domaine de l'IoT et en particuliers à la domotique.

Dans le troisième chapitre nous avons abordés la partie simulation et tests, ou une brève présentation du langage de simulation le Cisco Packet Tracer a été illustré.

Après avoir conçu la maison connectée avec différents équipements, plusieurs scénarios ont été effectué au sein de la maison, tels que la détection de CO₂, la détection d'intrusion, etc., ainsi que le contrôle de la maison par internet (à distance) via un smartphone ou un laptop.

Ce travail nous a apporté énormément de connaissances et de compétences en termes de modélisation et de simulation avec le logiciel Cisco Packet Tracer. Nos connaissances ont été renforcé et enrichit dans le domaine de l'internet des objets (IoT). D'autre part, cette étude nous a permis de découvrir le domaine d'internet des objets et de mieux comprendre les composants et la technologie concernée.

Perspective :

Comme l'IoT est déjà une partie intégrante de notre monde et que les échanges se font déjà entre les objets et machine à machine (ou M2M), ce qui fait augmenter l'accroissement des recherches et des applications. Comme perspectives, on peut suggérer d'implémenter une application sur smartphone qui nous permettra d'intégrer le contrôle à distance et être au courant des évènements au sein de la maison à chaque instant.

Références bibliographique

- [1] Nathalie Mitton, " Internet of Things with Microcontroller : a hands-on course ", cours en ligne, Nathalie Mitton chercheuse, Inria, Institut National Recherche Agronomique 2021.
- [2] HAMOUCHE. H, "Conception et réalisation d'une centrale embarquée de la domotique « Smart Home »", Mémoire Master, Université Mohammed V de Rabat, Rabat, 2015.
- [3] <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/asr1000/configuration/guide>
- [4] CHALLAL.L, SIROUAKNE.S, « Gestion des clés dans l'internet des objets » Mémoire de Master, Université de Bejaia, Algérie, 2017.
- [5] <http://fr.slideshare.net/Cisco> « Building of Internet of Things ».
- [6] E. BACCELLI, A. GALLAIS, " Internet of Things with Microcontroller : a hands-on course ", cours en ligne, Inria, Institut National Recherche Agronomique 2021.
- [7] B. Jorge, B. Lacroix, A. Proux, les protocoles réseau de l'internet des objets [en ligne], disponible sur : <http://www.arrow.com/fr-fr/research-andevents/articls/protocols-for-the-internet-of-things>
- [8] ROXIN, I., BOUCHEREAU A., "Ecosystème de l'Internet des Objets", dans Bouhaï N. et Saleh I., (dir.) "Internet des objets : Evolutions et Innovations ", ISTE Editions Londres, Mai 2017.
- [9] SALEH, I, 2017. « Les enjeux et les défis de l'Internet des Objets (IdO) », Revue « Internet des objets ».2017.
- [10] SALEH, I., 2017. « Les enjeux et les défis de l'Internet des Objets (IdO) », Revue « Internet des objets » 1. DOI:10.21494/ISTE.OP.2017.0133
- [11] MAVROMMATI I., KAMEAS A., « The evolution of objects into hyper-objects : will it be mostly harmless?», Personal and Ubiquitous Computing. 2003. Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-003-0223-1>
- [12] WEISER M., « Hot Topics : Ubiquitous Computing » IEEE Computer, octobre 1993
- [13] WEISER M., « The computer for the XXIe century », Scientific American, vol. 265, n° 3, p. 3- 11, 1991
- [14] www.gs1.org/standards
- [15] SZONIECKY S., SAFIN S. « Modélisation éthique de l'Internet des Objets », Volume : 2, Date, 2017/06/19, dans la revue « Internet des objets » ISTE, DOI:10.21494/ISTE.OP.2017.0148
- [16] Introduction-a-linternet-des-objets-ido-iot-yassine-haddab-pdf-free.html
- [17] HAN.M and ZHANG.H, 2013. «Business Intelligence Architecture Base on Internet of Things. Journal of Theoretical Applied Information Technology, vol.50, no. 1. Pp.90-95.

Références bibliographique

- [18] Internet des objets : Evolutions et innovations I.Gubbiet
- [19] Challal Yacine « sécurité d'internet des objets » : vers une approche cognitive et systématique .HDR, juin 2012, UTC
- [20] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT) : A vision, architectural elements, and future directions," Future Generation Computer Systems, vol. 29, no. 7, pp. 1645-1660, 2013.
- [21] Limit Internet of Things IoT Readness, http://www.ti.com/ww/en/internet_of_things/iot-limit.html
- [22] HAMID. H « Etude et réalisation d'une centrale embarquée de la domotique », mémoire Master, Université Mohammed V, Rebat, Maroc, 2015.
- [23] <https://www.adafruit.com/product>.
- [24] <http://www.cea.fr/comprendre/Pages/nouvelles-technologies/essentiel-sur-domotiquemaison-connectee>.
- [25] <https://fr.statista.com/statistiques/584631/perspective-du-marche-numerique-recettes-de-ladomotique-pour-maisons-intelligentes-dans-une-selection-de-pays/>. Recettes du marché de la domotique dans une sélection de pays en 2017 (en millions de dollars des États-Unis)
- [26] <http://www.maintronics.net/>
- [27] <https://www.olldz.net/domotique-algerie.html>
- [28] <https://www.domologica.it/?lang=fr>
- [29] Delta Dore,
- [30] https://www.deltadore.fr/fichier/Presentation_Groupe_Delta%2520Dore_2017-2018.pdf/179.
- [31] Découverte des ESP8266 : le microcontrôleur connecté par wifi pour 2 € au potentiel Phénoménal avec Constellation, <https://sebastien.warin.fr/2016/07/12/4138-decouverte-des-esp8266-le-microcontrolleur-connectepar-wifi-pour-2-au-potentiel-phenomenal-avec-constellation/>
- [32] <https://fr.wikipedia.org/wiki/STMicroelectronics>
- [33] <https://en.wikipedia.org/wiki/STM32>
- [34] <https://fr.wikipedia.org/wiki/STM32>
- [35] Microsoft word. INF1160-Equipements-9sept13.doc.
- [36] <https://www.cours-gratuit.com/cours-packet-tracer/cours-packet-tracer-cisco-en-pdf>.