

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

Université A/Mira de Bejaïa
Faculté de Technologie
Département ATE



Mémoire de fin de cycle
en vue d'obtention du diplôme
de master en télécommunication

Thème

**Introduction à l'internet de l'objet et réalisation
D'un système domotique**

Réalisé par :

Mlle MEKRIOU RYMA
Mr MAZARI WALID

Soutenu devant le jury composé de :

Président	Mr MEKHMOUKH/ABDENNOUR
Examineur	MME MEZHOUD/NAIMA
Encadreur	Mr BERRAH/SMAIL
Co-encadreurs	Mr KHALDI MOUNIR

Université de Bejaïa
2016

Remerciement

Ce mémoire est le résultat d'un travail de recherche qui nous a permis de consolider nos connaissances et d'en développer de nouvelles. En préambule, nous adressons tous nos remerciements aux personnes qui nous ont aidés pour la rédaction de ce mémoire. En commençant par Monsieur BERAH Smail, notre promoteur, pour son aide précieuse ainsi qu'aux Membres du Jury qui nous font l'honneur de juger ce mémoire. Nous tenons ensuite à remercier tout particulièrement et à témoigner toute notre reconnaissance aux personnes suivantes : Mr KHALDI Mounir l'encadreur pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'il nous a fait vivre durant un mois au sein de la société Ooredoo à Oueled fayet , Mr MAYOUT Nacerddine pour ses directives et son soutien tout au long de ce travail, et Monsieur Amine Abdelkader Beladjine , pour le temps passé ensemble et le partage de son expertise au quotidien .Nous remercions également tout le personnel de la société pour leur accueil et leur esprit d'équipe.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à nos parents pour le soutien inconditionnel dont ils nous ont fait preuve.

TABLE DES ABRIVIATIONS

AWS Amazon Web Services

API Application programming interface

AMQP Advanced Message Queuing Protocol

ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line

BLE Bluetooth low energy

CQRS Command Query Responsibility Segregation

CoAP Constrained Application Protocol

CEP Complex event processing

DDS Data Distribution Service

LPWAN Low Power Wide Area Network

ICG Infrastructure à Clés Publiques

IoT INTERNET of THINGS

IdO Internet des Objets

HTTP HyperText Transfer Protocol

PKI Public Key Infrastructure

PaaS Platform as a service

NFC Near Field Communication

M2M machine to machine

MQTT Message Queuing Telemetry Transport

REST representational state transfer

RFID Radio Frequency Identification

TCP Transmission Control Protocol

UDP User Datagram Protocol

6LowPAN IPv6 Low power Wireless Personal Area Networks

LAN Local Area Network

MySQL/SGBDR système de gestion de bases de données relationnelles

Remerciement	I
Liste des abréviations	II
Sommaire	III
Table des figures	IV
Liste des tableaux	V
Introduction Générale.	VI
Résumé / abstract	VII

Sommaire

CHAPITRE I

I.1	Introduction :	2
I.2	Historique :	2
I.3	Présentation de l'internet des objets :	2
I.3.1	Définition :	2
I.3.2	La fonctionnalité de l'internet des objets :	3
I.3.2.1	Collecter / Actionner :	3
I.3.2.2	Communiquer :	3
I.3.2.3	Exécuter :	4
I.3.2.4	Visualiser :	4
I.4	Domaines d'applications :	4
I.4.1	Usages sans rétroaction :	4
I.4.2	Usages avec rétroaction :	4
I.5	Les acteurs de l'internet des objets :	5
I.6	Avantages et inconvénients :	6
I.6.1	Avantage :	6
I.6.2	Inconvénient :	6
I.7	Sécurité de l'internet des objets :	6
I.8	Conclusion :	7

CHAPITRE 2

II.1	Introduction	8
II.2	Réseaux internet	9
II.3	La plateforme d'internet des objets (IoT plateforme)	9

II.3.1	Services exposés par la plate-forme IoT	10
II.3.1.1	Les patterns.....	11
II.3.1.2	Les services d'administration des objets	12
II.3.1.3	Les services de passerelle télécom	12
II.3.1.4	Les services de calculs et de traitement des événements	13
II.3.1.5	Les services de stockage des données	14
II.3.1.6	Les services de data science et de Business Intelligence	14
II.3.1.7	Les services d'API.....	15
II.3.1.8	Les services de sécurité et de gestion d'identité.....	15
II.3.1.9	Les services d'administration.....	16
II.4	Interface de contrôle	16
	Avec les API, les objets savent communiquer entre eux	17
II.5	La communication machine-to-machine (M2M)	17
II.5.1	Les Capteurs.....	18
II.5.2	Les objets connectés.....	18
II.5.3	La passerelle (IoT Gateway)	19
II.5.4	Connecter les capteurs aux réseaux IoT.....	19
II.5.4.1	Bluetooth	19
II.5.4.2	NFC	19
II.5.4.3	WiFi.....	20
II.5.4.4	ZigBee	20
II.5.4.5	6LoWPAN.....	20
II.5.4.6	Z-Wave	20
II.5.4.7	RFID.....	21
II.6	Protocole applicatifs	21
II.6.1	L'architecture Request/Response.....	21
II.6.2	L'architecture Publish/Subscribe	21
II.7	Type de réseaux pour l'internet des objets :.....	21
II.7.1	Réseaux LAN (Local Area Network)	21
II.7.2	Réseaux cellulaires.....	22
II.7.3	Les réseaux LPWAN (Low Power Wide Area Network).....	22
II.7.3.1	Architecture	22
II.8	Conclusion.....	23

CHAPITRE 3

III.1	Introduction	24
III.2	Architecture domotique	24
III.2.1	Gateway	25
III.2.1.1	C'est quoi un Raspberry pi	25
III.2.1.2	Les composent du Raspberry pi.....	25
III.2.2	Installation du serveur LAMP	26
III.2.2.1	Installation d'Apache.....	26
III.2.2.2	Installation de PHP	28
III.2.2.3	Installation MySQL	28
III.2.3	Installation des applications domotique	29
III.2.3.1	Contrôle de l'éclairage :.....	29
III.2.3.2	Prise de température	32
III.2.3.3	Camera de surveillance :	34
III.2.3.4	Cloud personnel.....	34
III.2.4	Serveur Weaved :.....	37
	Conclusion :.....	38

Bibliographie

LSTE DES FIGURES

Figure 1.1 les fonctionnalités d'un écosystème IOT	3
Figure 1.2 les différentes parties de l'écosystème IOT pour les entreprises.....	5
Figure 2.1 Architecture d'un écosystème iot.....	8
Figure 2.2 les grands blocs fonctionnels d'une plate-forme IoT.....	10
Figure 2.3 les patterns	11
Figure 2.4 Administration des objets.....	12
Figure 2.5 passerelle Télécom.....	12
Figure 2.6 calcul et traitement des évènements	13
Figure 2.7 stockage des données.....	13
Figure 2.8 data science et business intelligence	14
Figure 2.9 API	15
Figure 2.10 sécurité et gestion d'identité	15
Figure 2.11 administration	16
Figure 2.12 le lien API	17
Figure 2.13 architecture d'un réseau LPWAN	22
Figure 3.1 Architecture domotique	24
Figure 3.2 Les composants d'un raspberry pi.....	25
Figure 3.3 l'accès au terminal de la Rpi via le logiciel Putty	26
0Figure3.4 identification pour pouvoir accéder au terminal.....	27
Figure3.5 Le terminal de la Rpi après l'identification.....	27
Figure3.6 configuration lors de l'installation de MySQL server.....	29
Figure 3.7 schéma d'un circuit de contrôle d'éclairage.....	29
Figure 3.8 la carte relais électrique réalisé.....	30
Figure 3.9 l'interface de l'application LMP dans le serveur web.....	31

Figure 3.10 aperçu de l'interface de l'application LMP sur un navigateur Web ...	32
Figure 3.11 configuration du capteur de température.....	33
Figure 3.12 l'affichage de la température dans le terminal.....	33
Figure 3.13 aperçu de l'interface de l'application TMP sur le navigateur Web.....	33
Figure 3.14 Interface de connexion à l'owncloud	36
Figure 3.15 interface de l'owncloud	37
Figure 3.16 le menu de sélection de protocole pour le choix de la connexion	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	applications d'usage sans rétroaction.....	4
Tableau 1.2	applications d'usage avec rétroaction	5

Introduction Générale

Internet se transforme progressivement en un réseau étendu, appelé « Internet des objets », qui est considéré comme une partie intégrante de l'Internet du futur. Il est basé sur des protocoles de communication interopérables afin de permettre l'interaction et l'intégration des choses virtuelles ainsi que physiques, L'internet du futur a comme principaux aspects complémentaires l'internet des objets et le Cloud computing .IdO peut bénéficier des capacités et des ressources illimitées du Cloud computing. De même, le Cloud peut bénéficier de l'IdO en étendant son champ d'application à traiter avec les choses du monde réel d'une manière plus distribuée et dynamique.

Mais l'image que projette IoT de demain est beaucoup plus vaste que celle d'aujourd'hui. On parle plutôt d'objets en mode plug and Play, capables de se découvrir et de communiquer entre eux. Et De réseaux d'objets connectés qui embarquent de l'intelligence qui est capables de prendre des décisions et de faire des actions de façon autonome

L'objectif de notre projet est la réalisation d'une maquette qui projette l'image domotique, qui a une partie électronique qui consiste à la réalisation des circuits électroniques et la partie logiciel qui consiste à installer les paquets nécessaire sur la Raspberry pi pour pouvoir intégrer notre application qui a pour fonction de contrôler les objets domestique en un simple clic ou de consulter la température la vidéo surveillance sur un Smartphone ou un ordinateur.

Le présent mémoire est organisé en 3 chapitres :

Chapitre 1 est consacré à définir l'internet des objets, citer ses fonctionnalités, ses différents domaines d'applications, expliquer ses acteurs, mentionner ses avantages et des inconvénients, et enfin la sécurité de l'iot

chapitre 2 est voué à détailler l'architecture d'un écosystème iot , définir le réseau internet ,définition de la plateforme d'iot et ses services, interface de contrôle (iot remote) ,la communication machine to machine (M2M) , protocoles d'applicatifs, type de réseau pour l'iot

Ainsi certaines notions pour la bonne compréhension de ce concept

Chapitre 3 est dédié à la réalisation d'un système domotique sur une maquette, définir les parties, dans ce chapitre nous allons expliquer l'architecture domotique et ces éléments et décrire les différentes étapes à suivre pour l'installation et la configuration des applications sur le Raspberry pi

I.1 Introduction :

L'internet des objets consiste de manière simplifiée à connecter des objets. En quelque sorte il s'agit de l'extension de l'Internet au monde réel des objets qui nous entourent.

Elle apporte un grand bénéfice : simplification des tâches quotidiennes, meilleure gestion de l'énergie, facilite la vie à la personne handicapée, amélioration des suivis de santé...

Dans ce chapitre, nous définissons de manière générale l'internet des objets.

I.2 Historique :

En 1989, Mark Weiser, professeur à Berkeley, avait une vision d'un monde où la technologie s'intègre dans les objets de la vie quotidienne. Aujourd'hui, sa vision prend forme : avec l'avancé de l'informatique et électronique, tout se miniaturise et se connecte à Internet : du téléphone, montres connectées, aux capteurs. On parle désormais de l'Internet des objets (IoT). Le terme IoT a été utilisé pour la première fois au laboratoire Auto-ID center au MIT en 1999, où ils travaillaient sur l'identification de la fréquence radio (RFID) en réseau et sur les technologies de détection émergentes.

La quantité d'objets connectés se multiplie à grande vitesse. D'après Cisco, ils prévoient 50 milliards d'objets connectés dans le monde d'ici 2020. En France, de plus en plus de startups émergent dans le domaine de l'IoT.

Les usages de l'IoT se diversifient et touchent quasiment tous les domaines : la maison connectée, la santé et le bien-être, les voitures connectées, etc. Mais l'IoT ne se limite pas aux consommateurs finaux ; il s'étend aussi aux collectivités à l'image des villes intelligentes ou encore aux business tels que l'industrie et l'agriculture. [1]

I.3 Présentation de l'internet des objets :

I.3.1 Définition :

L'internet des objets attribue, à chaque objet, du monde réel, une identification unique sous forme d'une étiquette lisible par des dispositifs mobiles sans fil. Un monde dans lequel les objets peuvent communiquer automatiquement avec des ordinateurs, entre eux de prendre des décisions intelligemment, et même offrir à un utilisateur distant le contrôle de ses objets qui a pour but de fournir des services pour divers secteurs (domotique, santé, industrie...) et de faciliter l'usage.

I.3.2 La fonctionnalité de l'internet des objets :

L'écosystème internet des objets il intègre divers technologies et domaines de compétences. Un système IDO constitué généralement, du hardware, du software, des protocoles de communication, du Cloud et du mobile.

Un système IoT se décompose en 4 fonctionnalités comme la montre la figure ci-dessous :

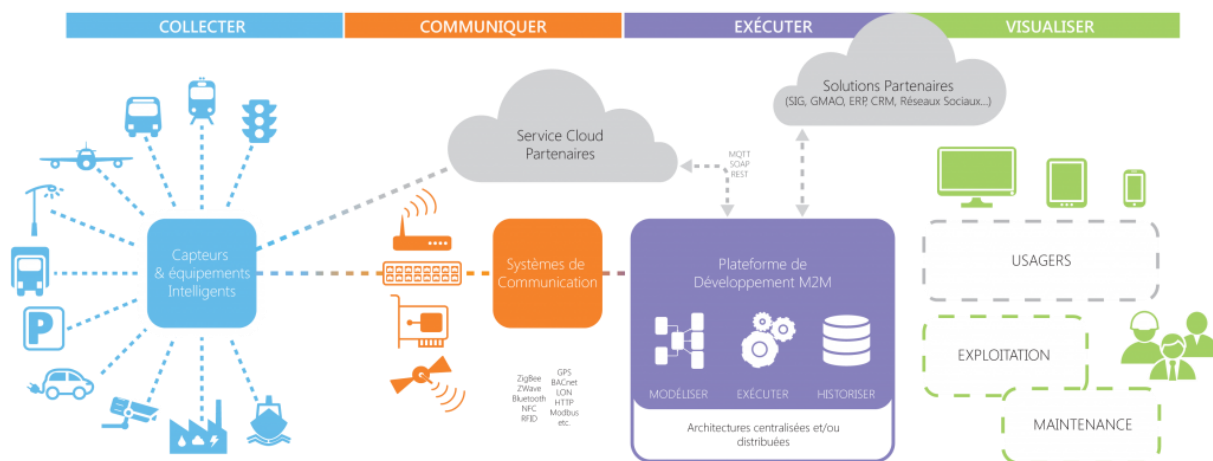


Figure 1.1 les fonctionnalités d'un écosystème IOT

I.3.2.1 Collecter / Actionner :

On est à la première couche au niveau des objets connectés. Qui peuvent être des capteurs qui captent des mesures de l'environnement physique (température, humidité) et des actionneurs qui ont le pouvoir d'agir sur l'environnement (des moteurs pour fermer ou ouvrir le volet de la chambre). Certains objets sont dotés de capacités et de ressources matérielles nécessaires qui leur permettent de se connecter directement à Internet. Mais généralement, ayant des contraintes matérielles, les objets connectés implémentent des protocoles de communication à basse énergie / bas débit et utilisent une Gateway pour pouvoir se connecter à internet cette Gateway peut être un Smartphone, une arduino ou une Raspberry pi...[2]

Les protocoles de communication basse énergie / bas débit sont classés selon leur portée: courte (ex: BLE, NFC), moyenne (ex: Zigbee) ou longue (ex. : Sigfox et LoRa).

I.3.2.2 Communiquer :

À cette étape que se passe l'envoi des données du LAN vers le Cloud. Et on peut distinguer deux modèles de protocoles pour transporter la donnée : Le modèle Publish / Subscribe avec des protocoles de type MQTT et le modèle REST avec des protocoles comme HTTP ou encore CoAP. [2]

I.3.2.3 Exécuter :

Cette étape s'occupe du stockage et du traitement des données. À cette étape que rentre en jeux la Plate-forme IoT qui est une solution Cloud qui a pour fonction de connecter plusieurs objets connectés, de traiter et de stocker leurs données, les analyser et les exposer à travers les différentes applications. Les plateformes IoT permettent aussi de faire communiquer des objets qui utilisent des protocoles différents. [2]

I.3.2.4 Visualiser :

Cette étape a pour tache d'afficher les services des objets connectés à travers différentes applications dédiées. Un utilisateur, à travers une application mobile, peut communiquer avec ses objets en consultant leurs données ou bien en envoyant des actions vers ses objets. [2]

I.4 Domaines d'applications :

On peut distinguer deux grandes familles d'usage de l'Internet des objets :

I.4.1 Usages sans rétroaction :

- Dans ce cas, l'Internet des Objets est utilisé pour faire une sorte de monitoring comme le montre la figure suivante :

À

Application	Consommation et l'État de l'objet	Mesure du contexte environnemental	Mesure des paramètres personnels d'un individu	Activité d'une infrastructure
Exemple d'application :	-surveiller la consommation d'énergie -prévenir une maintenance sur un objets en état de détérioration	-Météo -trafic routier -	-activité sportive -rythme cardiaque -tension artérielle -suivi des prise et chute de poids	-carte transport nfc -réseau de télécommunication -réseau d'énergie

Tableau1.1 application d'usage sans rétroaction

I.4.2 Usages avec rétroaction :

Dans ce cas, l'Internet des Objets permet de :

Application	Piloter les objets à distance	envoyer des notifications au fournisseur	envoyer des notifications aux usagers
Exemple d'application :	applications domotiques : allumer la lumière sans bouger de son canapé	A l'épuisement de stock les rayons de rongement envois une notification au distributeur afin d'être provisionner	-Y'a des travaux sur la route N° 26 veuillez ralentir.

Tableau1.2 application d'usage avec rétroaction

1.5 Les acteurs de l'internet des objets :

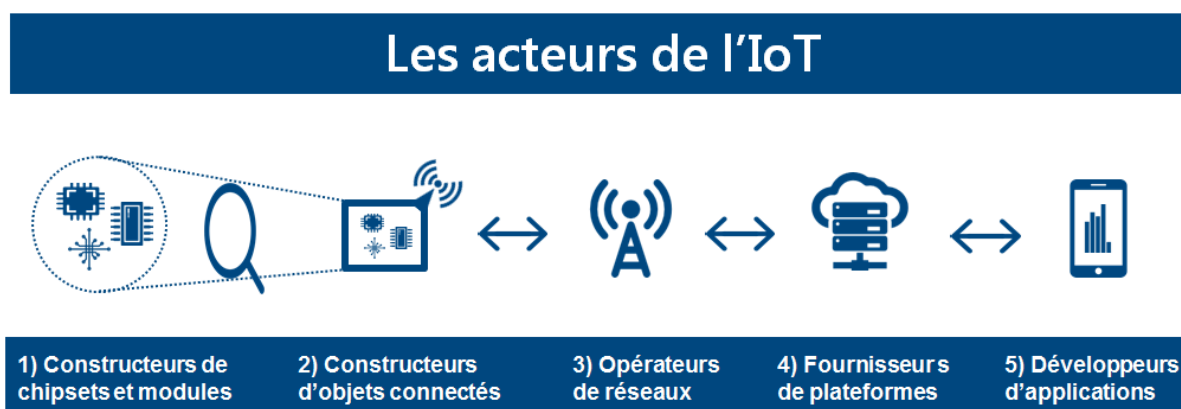


Figure 1.4 les différentes parties de l'écosystème IOT pour les entreprises

- Constructeur de chipsets et modules :** Ce sont eux qui produisent les capteurs et les transmetteurs électroniques qui, une fois assemblés, composeront les objets connectés. [3]
- Constructeur d'objets connectés :** est le plus connu : « l'objet connecté » en question Il s'agit de l'objet final constitué des capteurs et transmetteurs issus des Constructeurs de chipsets et modules. Il y a aussi une valeur ajoutée importante qui peut être apportée à ce niveau, comme l'ajout d'une « intelligence embarquée ». comme il se peut aussi que L'objet disposera d'un système d'exploitation plus ou moins avancé qui permettra par exemple de gérer au mieux la collecte des données, les périodes de transmissions, la sécurité... ce qui peut permettre à l'objet d'embarquer directement des composantes applicatives (client ou agent applicatif). [3]
- Opérateur de réseaux :** « la connectivité ». Il s'agit du réseau (ADSL, 3G, 4G, LPWAN) qui va permettre de relier l'objet pour qu'il puisse échanger ses

informations, et de transmettre les données qu'il produit ou mesure au destinataire final. [3]

- **Fournisseur de plateforme :** Ces plateformes ont pour rôle de stocker les données émises par les objets et de les traiter afin de les rendre exploitables par les applications métiers du client final exemple de plateforme (bluemix, AWS). [3]
- **Développeur d'application :** l'application utilise les données récupéré par les objets connectés.et traduit les données en informations exploitables directement (mesure de température,...). Il s'agit aussi des applications qui pourront mettre en valeur les données, Il reste possible d'héberger ces applications dans le Cloud de manière couplée avec la plateforme IoT. les fournisseurs de plateformes IoT proposent déjà des applications pour traiter des besoins « standards » de certains secteurs.[3]

I.6 Avantages et inconvénients :

I.6.1 Avantage :

Les objets connectés offrent, sans conteste, de nombreux avantages aux utilisateurs. Notamment, dans certains domaines comme la santé, les objets connectés vont faire des économies aux patients, en ce que ces derniers évitent certains déplacements vers les établissements de santé, en se servant des objets connectés pour transmettre des éléments permettant de diagnostiquer leurs états.

Dans le domaine de la domotique, les objets connectés améliorent considérablement la sécurisation et le contrôle des habitats, tout en restant sur son canapé la personne peut faire plein d'action (Contrôler la température de sa chaudière et sa climatisation , préparer un café à partir du salon ,allumer ou éteindre les lampes non utilisées, du coup implique un gain d'énergie) et en multipliant les détecteurs d'anomalie dans un domaine, et en automatisant l'envoi d'alerte vers les autorités, en cas d'intrusion

I.6.2 Inconvénient :

Le principal doute des utilisateurs des objets connectés demeure dans la sécurisation des données personnelles confidentielles, circulant sur Internet, auquel les éditeurs et concepteurs continuent de focaliser leurs efforts et innovations.)

I.7 Sécurité de l'internet des objets :

L'Internet des objets aura un grand impact sur notre quotidien (maison intelligente connecté, voiture connecté...) Cependant, le point sensible c'est la sécurité de cette explosion d'objets et des services connectés.

Une ICG (Infrastructure à Clés Publiques) ou Bien PKI est une infrastructure fiable qui sécurise les connexions entre les serveurs, les machines et les appareils depuis plusieurs années.

Le rôle d'une ICG dans la sécurisation de l'Internet des objets :

- **Authentification :**

La PKI est un standard reconnu qui permet une réelle interopérabilité, Elle peut servir à authentifier des appareils. Comme l'authentification des appareils aux services du Cloud, l'authentification des utilisateurs aux appareils et des objets aux objets, les infrastructures ICG sont utilisés depuis quelque année pour authentifier les machines et les serveurs.

Les infrastructures ICG sont des standards ouverts qui garantissent l'interopérabilité. [4]

- **Chiffrement :**

Dans l'Internet des objets, la confidentialité est d'une extrême importance et non pas optionnelle elle doit être intégrée. Chiffrer les communications vers et depuis ces objets connectées est obligatoire. L'utilisation d'une PKI permet de mettre en place les mécanismes indispensables de bases qui garantissent la confidentialité des communications en les chiffrant

- **Intégrité des données :**

Comme on ne peut pas ignorer la question de la confidentialité de l'écosystème de l'Internet des objets, il faut surtout pas ignorer l'intégrité des données au moment où elles sont utilisées car un objet qui consulte une base de données falsifiées peut devenir un réel danger pour son environnement. Le fait que les appareils peuvent désormais agir et prendre des décisions seuls sans aucune intervention de l'utilisateur, est l'aspect transformateur de l'internet des objets.

I.8 Conclusion :

Ce chapitre nous a permis d'avoir un aperçu de l'internet des objets, ses fonctionnalités et des domaines d'application ainsi de comprendre ses acteurs, en citant les avantages et inconvénients de l'internet des objets, et à la fin nous avons décrit les trois concepts fondamentaux d'une infrastructure PKI pour la sécurité de l'iot : authentification, chiffrement et intégrité des données.

Dans le chapitre suivant nous allons détailler l'architecture d'un écosystème iot, ses parties et ses caractéristiques

II.1 Introduction

L'écosystème Internet des objets est composé de plusieurs objets interconnectés à travers différents types de réseaux (voir figure 2.1). Un objet est un dispositif, autre qu'un ordinateur, auquel on peut intégrer un microprocesseur et qui peut être connecté à Internet. Ces objets sont la plus part des dispositifs à faible puissance et coût, dotés d'une mémoire et d'une capacité de calcul limitées. [5]

Par exemple : montres connectées, lunettes (glass de Google), bracelets connectés, réfrigérateurs connectés, compteurs, voitures, ampoules électriques, etc. Les équipements existants, tels qu'ordinateurs, téléphones intelligents et tablettes, sont aussi considérés comme faisant partie de l'écosystème Internet des objets.

Ces objets sont connectés à une passerelle et forment un réseau M2M (machine to machine) Ce réseau M2M est connecté à une plateforme IOT via le support internet, l'utilisateur peut superviser ou contrôler son réseau M2M en utilisant son compte personnel sur une plateforme IOT qui lui donne accès à une interface de gestion et de contrôle sur tous ses objets connectés (domestique ou à l'industrie).

Dans ce chapitre nous tenterons de découvrir les différentes couches de l'écosystème IdO de la couche matérielle à la couche applicative, en passant par la couche protocolaire. Nous aborderons aussi l'importance de la donnée dans l'IdO, Nous présenterons les différentes technologies mises en place avec quelques exemples pratiques d'implémentation.

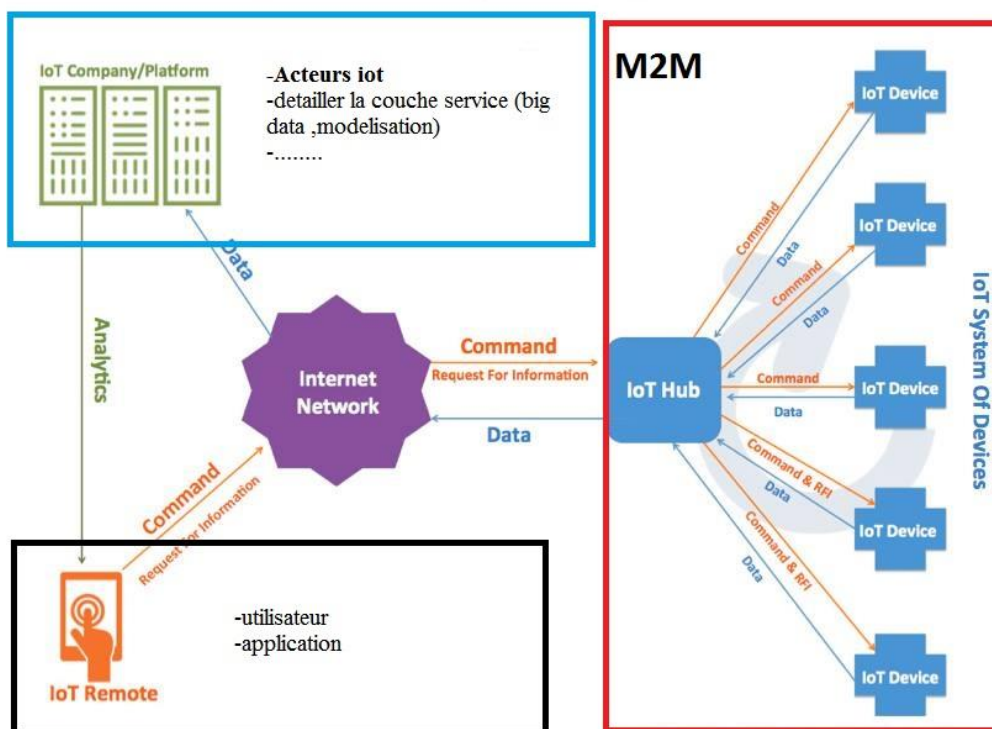


Figure 2.1 Architecture d'un écosystème iot

II.2 Réseau internet

L'Internet est un immense réseau d'ordinateurs à l'échelle mondiale. Il a pour fonction de communiquer et de partager l'information.

Au départ, le réseau Internet était surtout utilisé par les gouvernements et les établissements d'enseignement aux USA et en Europe. Depuis l'explosion de l'Internet au milieu des années 1990, l'utilisation de l'Internet a pris du terrain. Aujourd'hui, des PME, des associations, des écoles, en plus des universités de partout dans le monde parmi les utilisateurs auquel s'ajoutent les objets connectés. [6]

Le réseau internet représente un nœud de transit dans IOT il relie entre les différentes parties de l'écosystème IOT (utilisateurs, plateformes, et objets connectés)

II.3 La plateforme d'internet des objets (IoT plateforme)

Une plate-forme IoT est un socle middleware (Cloud de type Paas) sur lequel on déploie des applications IoT. Ce socle offre des services qui sont appelés par le code d'application que l'on déploie dessus. C'est donc un procédé analogue à ce que l'on fait sur les serveurs d'application.

Chaque fournisseur essaie de se différencier par les services fournis. Les services offerts sont également très variés et relèvent de technologies différentes. Pour finir, les middlewares bien que majoritairement présents en central, sont également présents dans les Gateway.

II.3.1 Services exposés par la plate-forme IoT

Cartographie des services offerts

La figure suivante présente les grands blocs fonctionnels d'une plate-forme IoT

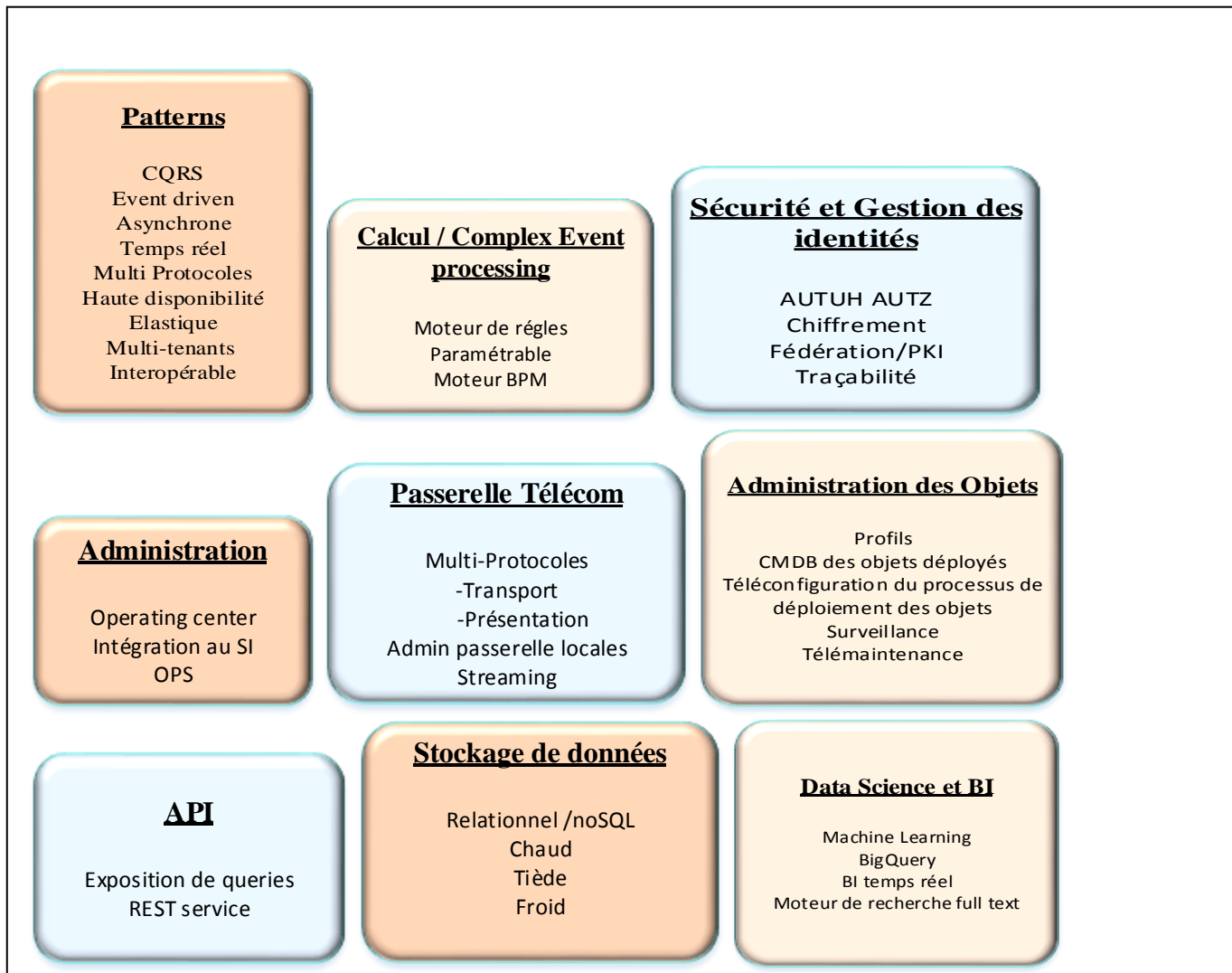


Figure 2.2 les grands blocs fonctionnels d'une plate-forme IoT

II.3.1.1 Les patterns



Figure 2.3 les patterns

Les plates-formes respectent certains patterns et il est très important de bien déterminer les besoins du projet :

- **CQRS** : La plate-forme sépare les canaux d'entrée des événements IoT des requêtes d'information
- **Event driven – Temps réel – Asynchrone** : La plate-forme reçoit des événements des objets et fait évoluer son état. Elle offre des facilités de traitements événementiels temps réel (calcul de durées, cumuls temps réel...). Les traitements sont asynchrones. Les protocoles de l'IoT supportent en général bien ce pattern.
- **Multi-protocoles** : La réception et l'envoi d'événements, leurs formats doivent se faire suivants des protocoles variés. La plate-forme offre une abstraction des services de communication, notamment sur les couches présentation et application.
- **Hautement disponible** : En général les services métier délivrés au client sont affectés gravement par la perte de messages et le fait de ne pas pouvoir interroger les données. Les patterns de haute disponibilité à appliquer se concentrent sur ces deux points.
- **Élastique** : Certaines applications IoT ont des caractéristiques de saisonnalité qui nécessitent des capacités variables. Les plates-formes doivent s'adapter à la demande de capacité.
- **Multi-tenants** : Les plates-formes doivent assurer l'étanchéité entre locataires, car elles sont souvent mutualisées (PaaS public ou multi-filiales dans les grands groupes).
- **Interopérable** : Les plates-formes offrent des représentations des objets et des états pouvant s'échanger en assurant la continuité sémantique. [7]

II.3.1.2 Les services d'administration des objets



Figure 2.4 Administration des objets

Il s'agit de :

- Contrôle du cycle de vie des objets et l'orchestration qui est géré par la plate-forme.
- Configuration des objets sur la partie physique et logiciel et sur des critères de profil (numéro de série, version du logiciel, service souscrit par le client...)
- Agir en temps réel sur un réseau d'objets et de leur configuration.
- Surveillance et télémaintenance des objets à distance, Ces services sont très important car ils aident à rendre plus léger la logistique des objets et réduisent les coûts.

II.3.1.3 Les services de passerelle télécom

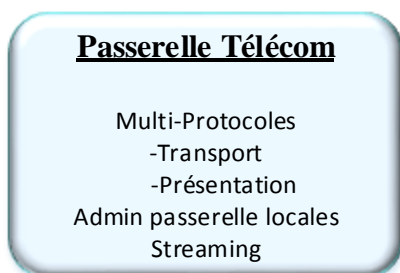


Figure 2.5 passerelle Télécom

La Gateway reçoit les messages de la part des objets à travers des protocoles tel que (MQTT, AMQP, DDS...) et les délivre aux traitements dans un autre. Ce dernier est dans la plus part des cas un protocole publish and suscribe permettant de recevoir les messages qui les concernent.

Trois aspects principaux sont à traiter :

- Le protocole de transport, qui est souvent TCP comme sa peut aussi être (UDP), supportant des flux d'événements.
- Le protocole de présentation : ou se trouve les éléments d'encodage des données, la gestion des schémas et la cryptographie.
- Le protocole d'application coté objet (CoAP) et la traduction événementielle interne de la plate-forme.

II.3.1.4 Les services de calculs et de traitement des événements

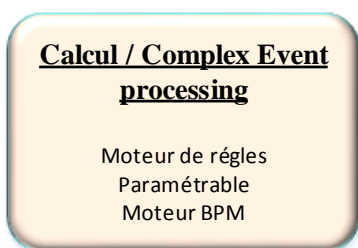


Figure 2.6 calcul et traitement des évènements

La base des traitements temps réel se situe dans Calcul/CEP. mais également de l'intégration d'un Business Process Manager dont l'état évolue avec l'occurrence d'événements reçus ou engendrés par le CEP. Le type d'usage : de déclencher un processus de maintenance sur un équipement qui Signale un mauvais fonctionnement ou une défaillance. Voir une surchauffe, et de la signaler à l'équipe maintenance. [7]

Le service de publication de canaux offre la possibilité de restituer un flux d'information engendré vers des consommateurs externes

II.3.1.5 Les services de stockage des données



Figure 2.7 stockage des données

On distingue généralement trois types de stockages de données :

- Le stockage de données chaudes : c'est un mécanisme de cache qui permet de traiter les événements dans un temps rapproché tel que le stockage d'une première information technique en attente d'un autre visant à créer un événement fonctionnel
- Le stockage tiède : c'est un mécanisme qui stocke les informations susceptibles d'être mutées. Par exemple, dans un service de logistique, il s'agit de l'objet transporté durant sa période de transport. Son état change de « embarqué », « en voyage », « débarqué », « livré »...
- Le stockage froid : c'est un mécanisme qui stocke les informations (devenues) immuables. Par exemple, les données de l'objet transporté quand il a été livré, facturé et payé. [7]

II.3.1.6 Les services de data science et de Business Intelligence

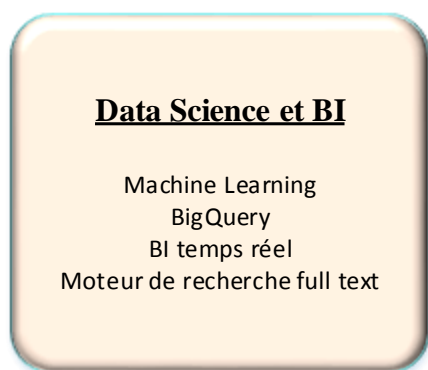


Figure 2.8 data science et business intelligence

On distingue deux types de services :

- La BI big data.
- Le machine Learning.

Du côté de la BI, les services peuvent adresser toutes les données, qu'elles soient chaudes, tièdes ou froides. Les requêtes effectuées sont de nature statistique ou opérationnelle (conduite d'une flotte d'objets ou de leur environnement en temps réel ou légèrement différé). On rencontre souvent des usages où c'est plus pratique de mélanger froid, tiède et chaud pour obtenir des décisions de meilleure qualité.

Du côté du machine Learning, les plates-formes se contentent de fournir des hooks vers du code spécialisé à construire en marge de la plate-forme.

II.3.1.7 Les services d'API



Figure 2.9 API

Les données présentes dans la plate-forme ne sont pas accessible en direct sur les stockages mais elles sont accessible uniquement à partir de l'interface de l'utilisateur. De la même façon, les utilisateurs de l'extérieur peuvent injecter des messages dans la plateforme par les API. Ces services, embarquent des fonctions (requêtes/injection de messages) préparées et exposent des liaisons variés : REST, email, message... [7]

II.3.1.8 Les services de sécurité et de gestion d'identité



Figure 2.10 sécurité et gestion d'identité

La protection des données IoT est un sujet qui est particulièrement important. Les plates-formes d'internet des objets sont donc particulièrement sensibles en termes de sécurité. Vu l'importance de ce besoin, les concepteurs de plates-formes adressent principalement :

- La traçabilité des événements (fonctionnels et d'administration) et des traitements.
- L'authentification des objets émetteurs / récepteurs d'événements, souvent par certificat.
- Le chiffrement des canaux de communication ou des payloads
- Le chiffrement des données stockées au niveau de la plateforme
- Le durcissement des accès aux API de requêtes (authentification forte)

Comme l' est un système ouvert sur Internet, une pattern importante veille sur la sécurité de l'IoT :

- La PKI. [7]

II.3.1.9 Les services d'administration

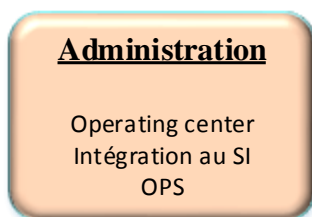


Figure 2.11 administration

Les plates-formes intègrent dans un même outil les fonctions d'administration de tous ces services. La tâche est particulièrement ardue car d'une part les objets techniques manipulés sont très variés (stockage, moteur de règles, CEP, passerelle télécom, API...) et ces objets étant intégrés s'influencent tous les uns les autres (fonctionnellement mais également au niveau opérationnel). La fourniture d'une interface d'administration globale qui assure l'intégrité technique et fonctionnelle de la plate-forme est de très grande valeur, mais est très compliquée à concevoir et réaliser. Malheureusement, les offres sont encore assez embryonnaires sur ce plan. [7]

L'exploitation des plates-formes est complexe et nécessite un fort savoir faire pour les plates-formes haute performance. L'emploi d'un PaaS est à considérer pour un projet où l'aspect exploitation ne veut pas être trop prenant.

II.4 Interface de contrôle

Elle peut être une application web ou bien une application mobile, cette application communique avec l'infrastructure d'une plateforme IoT via les API et l'infrastructure va communiquer avec la Gateway qui est situé dans le domicile ou l'entreprise distante, la Gateway va donc procéder au contrôle des objets connectés ou bien le relevé des informations environnemental

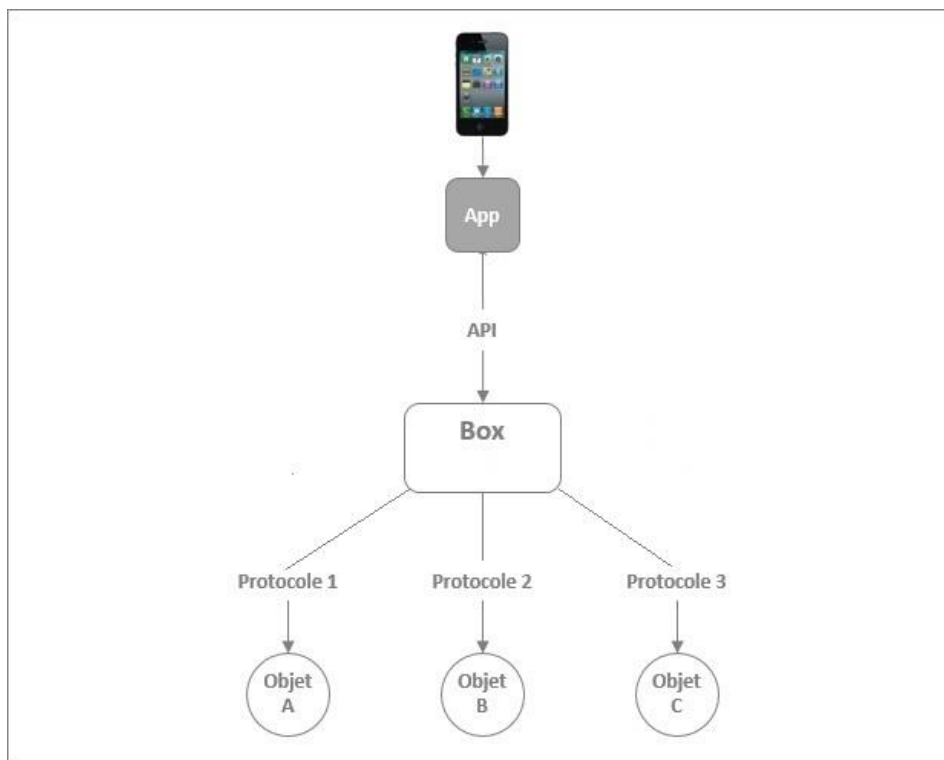


Figure 2.12 le lien API

Avec les API, les objets savent communiquer entre eux

Les API sont des morceaux de programme qui permettent à deux systèmes, a priori incompatibles et/ou concurrents, de communiquer ensemble. Tout se passe au niveau des Gateway protocolaires. Grâce aux API, une Gateway Wifi<>ZigBee est capable de communiquer avec une Gateway WiFi<>Z-Wave. Et voilà que des protocoles fermés peuvent communiquer ensemble.

II.5 La communication machine-to-machine (M2M)

Le machine to machine comme son nom l'indique c'est un réseau dans lequel des objets communique avec d'autres objets, il est composé de capteurs ayant des capacités de détections et de mesure d'événements, et munis d'éléments de communication qui donne à un administrateur la capacité de manipuler, observer et réagir aux événements et aux phénomènes dans un environnement spécifique à partir d'une application web/mobile.

Le réseau machine to machine est constitué de capteurs, d'actionneurs objets connectés, et de Gateway qui joue le rôle d'un hub pour ses objets.

II.5.1 Les Capteurs

Les capteurs sont des appareils qui possèdent des capacités de mesures, voire d'actions, sur leur environnement. Ils peuvent capter des informations liées à la température, au taux d'humidité, à la détection de présences, à la détection de gaz et de fumé, de polluants ou encore à la géolocalisation. Toutes ces informations sont les plus souvent collectées par les capteurs. Les spécificités de ces capteurs est dans leur taille et leur coût réduit, tout en étant dotés des capacités de traitements de l'information, et des possibilités de transmission sans fil.

L'objet intelligent dispose de possibilités de calcul et de transmission des données. L'échange d'informations, voir même l'interaction entre différents objets, sans l'intervention des utilisateurs ce qui implique une certaine forme d'intelligence. En fait plus le nombre de capteurs est grand plus "l'intelligence" du système augmente comme un réseau de neurones. L'objet va "capter", mesurer une caractéristique physique de son environnement, éventuellement appliquer un traitement informatisé, et fournir le résultat à d'autres objets comme des ordinateurs [8]

II.5.2 Les objets connectés

Un objet connecté est un appareil composé de capteurs qui envoient des données vers une application mobile ou un service web, pour de multiples domaines d'application. Les objets connectés s'appuient sur les innovations technologiques majeures tel que le Cloud computing, et l'avancée en générale des techniques informatiques. De plus en plus performants, ils peuvent être reliés à des services pour mesurer, partager, suivre, analyser les données quotidiennes de l'individu et lui donner des conseils.[9]

Depuis peu les objets connectés commencent à prendre part à notre vie quotidienne, et nous les retrouvons partout où nous allons :

Ordinateur, téléviseur, camera IP, bientôt réfrigérateur et bien d'autre, Les Smartphones et les montres connectées.

II.5.3 La passerelle (IoT Gateway)

Dans l'IoT, on considère souvent des objets (capteurs/actuateurs) qui ont des contraintes matérielles et logicielles qui ne leur permettent pas de se connecter directement au réseau Internet. Ils s'y connectent à travers une Gateway (passerelle). En effet, d'un côté, l'Internet n'est pas dimensionné pour gérer l'adressage de milliards d'objets connectés. Vient le protocole, TCP IP/V6 offrir des milliards de milliards d'adresses, mais il reste un protocole trop lourd pour être exploité par les capteurs. Donc les capteurs utilisent la version la plus

légère de l'IP/V6 qui est le protocole 6LowPAN (IPv6 Low power Wireless Personal Area Networks) qui est exploité au-dessus des protocoles réseaux 802.15.4.

Les Gateway ont pour rôle de connecter les objets à internet et envoyer ses données au Cloud. Ces Gateway peuvent être les points d'accès qu'on a chez nous, les téléphones mobiles, le RaspberryPi, ou bien l'Arduino. Ces Gateway fournissent ce qui est nécessaire du côté de la connectivité, de sécurité et de management des appareils. Les Gateway interprète aussi les protocoles propriétaires (Z-wave, zigbee, BLE) au réseau Internet. [10]

II.5.4 Connecter les capteurs aux réseaux IoT

L'essence même d'une installation IoT est la communication entre ses différents éléments. D'où beaucoup de protocoles ont vu le jour, et chaque constructeur a réalisé son protocole de communication.

II.5.4.1 Bluetooth

Bluetooth est une solution de connectivité sans fil dominante de courte portée permet d'obtenir des débits de l'ordre de 1 Mbps, utilise les ondes radio de bande de fréquence de 2.4 GHz. Il a une pénétration universelle dans l'espace de l'appareil mobile et est largement intégré dans les ordinateurs personnels, les Smartphones, et les accessoires grand public, l'évolution de la norme Bluetooth intelligente et Bluetooth intelligente Ready et maintenant Bluetooth 5.0, et l'ajout de TCP / IP et de maillage capacités de réseautage, [11]

II.5.4.2 NFC

(Near Field Communication) est une technologie qui permet des interactions à deux voies simples et sûres entre des appareils électroniques, et surtout applicable pour les Smartphones, permettant aux consommateurs d'effectuer des transactions de paiement sans contact, le contenu numérique d'accès et de connecter des appareils électroniques. Essentiellement, il étend la capacité de la technologie de carte sans contact et permet aux périphériques de partager des informations à une distance qui est inférieure à 10cm. [12]

II.5.4.3 WiFi

Le wifi caractérisé par la norme *IEEE 802.11* qui est un standard international son débit maximal peut varier de 6 Mbits/s à 54 Mbits/s en intérieur la fréquence varie selon les différentes normes de 2,4GHz et 5GHz L'omniprésence du Wifi dans l'environnement de la maison dans les réseaux locaux. Il nécessite peu d'explication supplémentaire, Actuellement,

la norme Wifi le plus couramment utilisé dans les foyers et de nombreuses entreprises est 802.11n, qui offre un débit sérieux dans la gamme de centaines de mégabits par seconde, ce qui est très bien pour les transferts de fichiers, mais peut-être trop consommateur d'énergie pour de nombreuses applications de l'IdO. [13]

II.5.4.4 ZigBee

Est comme Bluetooth, dispose d'une grande base installée de fonctionnement, mais peut-être traditionnellement plus dans les milieux industriels. ZigBee PRO et ZigBee Remote Control (RF4CE), entre autres profils ZigBee disponibles, sont basés sur le protocole IEEE802.15.4, qui est une technologie de réseau sans fil standard de l'industrie fonctionnant à 2.4GHz ciblant les applications qui nécessitent des échanges de données relativement peu fréquents à faible de données les tarifs sur une zone d'accès restreint et dans une plage 100m comme dans une maison ou un bâtiment.[14]

II.5.4.5 6LoWPAN

Une clé IP (Internet Protocol) à base est 6LoWPAN (IPv6 faible puissance sans fil Personal Area Network), 6LoWPAN est un protocole réseau qui définit les mécanismes d'encapsulation et de compression d'en-tête. La norme a la liberté de la bande de fréquence et de la couche physique et peut également être utilisé sur plusieurs plates-formes de communication, y compris Ethernet, Wi-Fi, 802.15.4 et sous-1GHz ISM. Un attribut clé est la pile IPv6 (Internet Protocol version 6), IPv6 est le successeur de l'IPv4 et offre environ 5×10^{28} adresses pour chaque personne dans le monde, permettant à tout objet ou dispositif embarqué dans le monde d'avoir sa propre adresse IP unique et se connecter à Internet. Spécialement conçu pour la maison ou l'automatisation des bâtiments. [15]

II.5.4.6 Z-Wave

Est une technologie de faible puissance de communication RF qui est principalement conçu pour l'automatisation de la maison pour les produits tels que les contrôleurs de la lampe et les capteurs parmi beaucoup d'autres. Optimisé pour une communication fiable et à faible latence des petits paquets de données avec des débits de données jusqu'à 100Kbit /s, il fonctionne dans la bande sous-1GHz et est imperméable aux interférences provoquées par WiFi et d'autres technologies sans fil dans la gamme de 2,4 GHz, tels que Bluetooth ou ZigBee. [16]

II.5.4.7 RFID

Radio Frequency Identification : méthode utilisée pour stocker et récupérer des données à distance en utilisant les Tags RFID. Ces Tags, qui peuvent être collées ou incorporées dans des produits, et qui sont composées d'une antenne et d'une puce électronique, réagissent aux ondes radio et transmettent des informations à distance. Cette technologie a été développée dans l'objectif de remplacer les codes-barres [17]

II.6 Protocole applicatifs

Ci-dessus, quelques protocoles applicatifs. Ces protocoles sont conçus spécifiquement pour les équipements à ressources limitées en capacité mémoire, en puissance de calcul et en énergie. On va se baser sur deux types distincts d'architecture : l'architecture Request/Response et l'architecture Publish/Subscribe.

II.6.1 L'architecture Request/Response

Est l'architecture utilisée quand on consulte un site web le client (navigateur web) émet des requêtes à destination du serveur qui héberge le site web qui à son tour lui répond au contenu demandé. Le protocole http repose sur cette architecture. [18]

II.6.2 L'architecture Publish/Subscribe

Permet, quant à elle, à un client « publisher », (ex capteur de température) de publier un message sur le réseau sans se soucier des destinataires du message ; Le client « publisher » publie son message sur un topic auquel peuvent être abonnés les clients qui souhaitent recevoir le message. Les clients abonnés au topic sont les « subscribers » de ce topic. Des mécanismes permettent de réserver la souscription aux topics aux seuls clients autorisés. Le lien entre les « publishers » (ceux qui publient) et les « subscribers » (ceux qui souscrivent) est assuré par un « broker » dont la principale fonction est de distribuer les messages publiés sur un topic aux abonnés de ce topic (les subscribers). [18]

II.7 Type de réseaux pour l'internet des objets :

II.7.1 Réseaux LAN (Local Area Network)

Ce sont des réseaux courte portée (entre 1 m et 100 m) avec une consommation d'énergie minimale. Ces réseaux sont utilisés comme boucles locales par les objets connectés (comme pour la domotique Contrôler ses objets domestique en boucle local sans avoir à se connecter à internet si la personne est chez elle).

II.7.2 Réseaux cellulaires

C'est des réseaux longue portée (de quelques kilomètres en zone urbaine à 30 km en zone rurale) et à grande consommation d'énergie. Les réseaux 3G ou 4G, permettent le transport de volumes important de données et ont une bonne couverture au niveau national et international (grâce au roaming).

II.7.3 Les réseaux LPWAN (Low Power Wide Area Network)

C'est des réseaux longue portée et à faible consommation énergétique. Qui ont pour fonction le transport des données de l'internet des objets à faible coût.

Ces réseaux LPWAN s'appuient souvent sur des bandes de fréquences entre 800MHz et 900 MHz. Ils coexistent sur ces fréquences avec les autres technologies radio, mais sans risque de collision. Et Ont une plus grande portée que celles des réseaux cellulaire : elle atteint 40 KM en zones rurales et descend à quelques kilomètres en ville. Ce qui implique que pour la couverture d'un pays sa nécessite un nombre moins important d'antenne que les réseaux cellulaire.

À titre d'exemple, Orange a installé 10 000 antennes 4G en France et Sigfox couvre le même territoire avec seulement 1500 antennes. [19]

II.7.3.1 Architecture

La technologie LPWAN s'intègre aux objets connectés grâce à un modem miniature qui permet à l'objet de communiquer des informations sur le réseau de la compagnie. Une fois les données récupérées par le serveur propriétaire, via les antennes (LPWAN), ces dernières sont directement retransmises sous HTTPS au serveur client qui peut les intégrer sur ses applications logicielles et utiliser les données récoltées pour faire fonctionner les services adéquats. [20]



Figure 2.13 Architecture d'un réseau LPWAN

II.8 Conclusion

dans ce chapitre nous avons étudié les 3 parties essentielles de l'écosystème IoT : la plateforme d'Internet des Objets et ses services, le processus de contrôle et la communication machine-to-machine (M2M) qui est constitué de capteurs et d'objets connectés au réseau via des protocoles standardisés (Bluetooth, WiFi, NFC, ZigBee, 6LoWPAN, Z-Wave, RFID), et de Gateway qui joue le rôle d'un hub pour ses objets, ces 3 parties essentielles sont liées via le réseau Internet. Et on a défini les 3 types de réseaux pour l'Internet des Objets : Réseaux LAN (Local Area Network), Réseaux cellulaires et Réseaux LPWAN (Low Power Wide Area Network). Dans ce qui suit nous allons aborder la réalisation d'un système domotique pour (maison, entreprise).

III.1 Introduction

Comme nous l'avons vu précédemment l'internet des objets est décrit comme un nouveau paradigme qui permet de proposer de nouveaux services dans de nombreux secteurs d'activités comme : l'aide à la personne, la e-santé, la surveillance, la traçabilité, l'automatisation des chaînes de production, et bien d'autres encore.

Dans ce chapitre nous réaliserons des applications web à usage domestique qui nous permet de Contrôler divers objets de la maison via un Smartphone soit en réseaux LAN ou WAN.

On peut Contrôler l'éclairage de la maison, voir la température que sa fait à l'intérieur comme à l'extérieur de la maison, allumer/éteindre / paramétrer sa climatisation ou son system de chauffage (contrôle IR) à distance, visionner sa vidéo surveillance de n'importe quel endroit dans le monde ...etc.

Une maison connectée est une habitation dans laquelle une technologie avancées et appareils communiquent et collaborent. Cela permet aux résidents de gérer un ou plusieurs appareils à partir d'une seule commande. Alors qu'avant il fallait encore se lever pour allumer et éteindre les lampes, et aujourd'hui vous pouvez effectuer cette action depuis votre fauteuil.

III.2 Architecture domotique

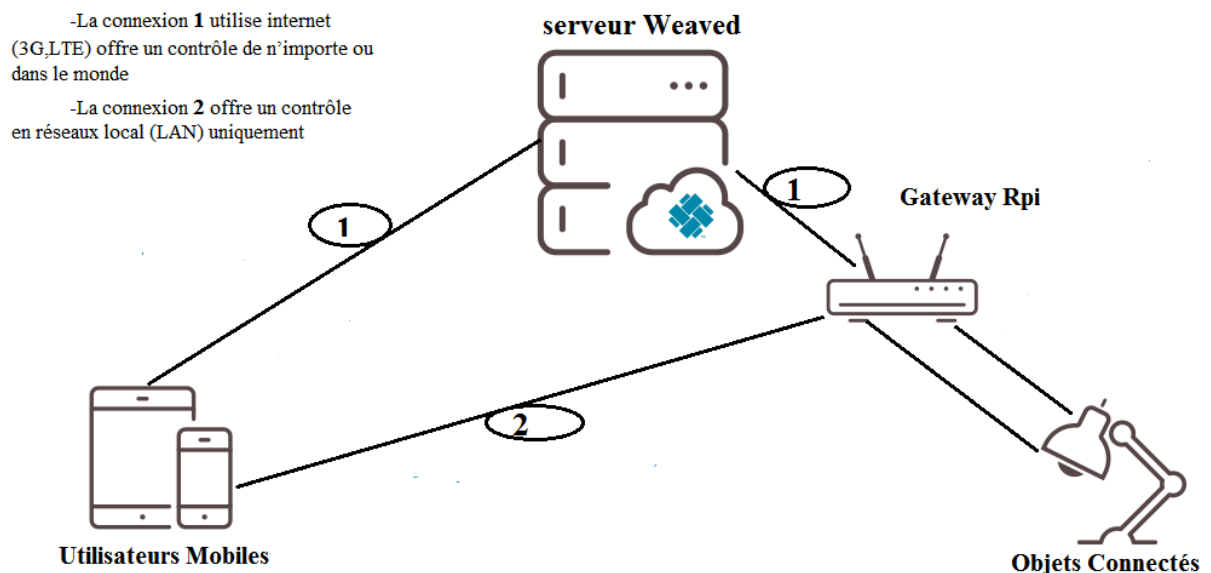


Figure 3.1 Architecture domotique.

III.2.1 Gateway

Cette Gateway permet de connecter à internet ou à un réseau local des objets (capteurs/actuateurs) qui ont des contraintes matérielles et logicielles qui ne leur permettent pas de se connecter directement au réseau Internet.

Dans notre cas on a choisi une carte Raspberry pi.

III.2.1.1 C'est quoi un Raspberry pi

Le Raspberry pi est un nano ordinateur de la taille d'une carte de crédit que l'on peut brancher à un écran et utiliser comme un ordinateur standard, ou en faire un usage personnel ou professionnel selon les compétences de l'utilisateur, comme c'est un open hardware qui fonctionne avec des Systems open source donc il est facile de personnaliser la carte selon le besoin.

III.2.1.2 Les composent du Raspberry pi

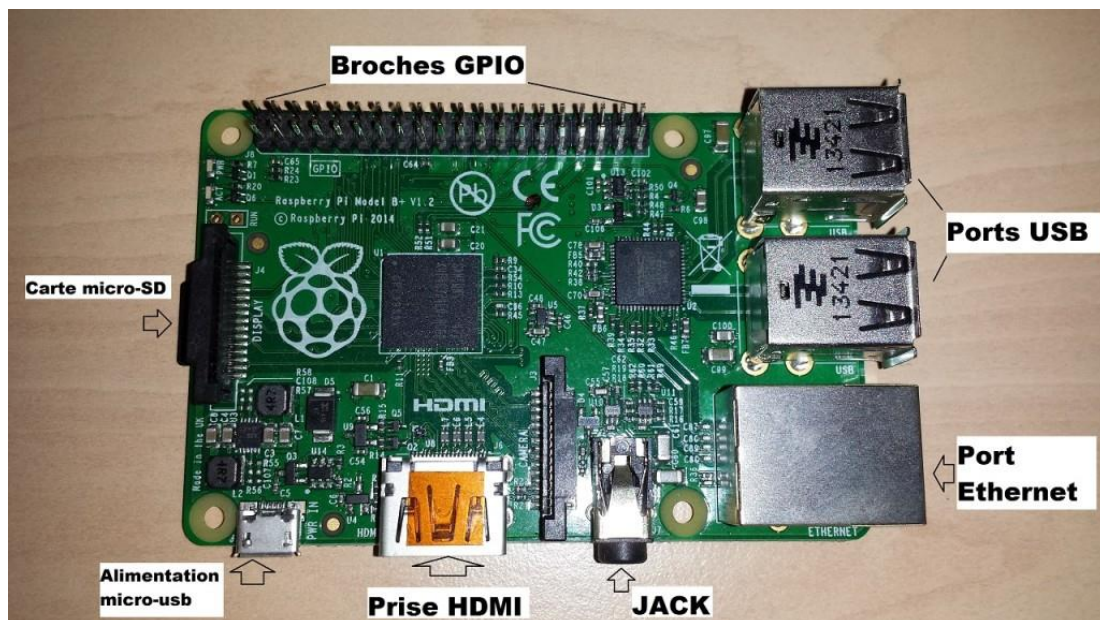


Figure 3.2 Les composants d'un raspberry pi.

Broches GPIO: elle contient 40 Branches GPIO, Ce sont des ports d'entrée/sortie qui peuvent être reliés à des capteurs et qui vont interagir avec l'environnement. On les utilisera dans la partie domotique.

Ports USB/Ethernet: elle contient 4 ports USB pour connecter une unité de stockage (HDD externe), un clavier et un dongle USB pour le wifi ou directement en filaire par le Port Ethernet.

Prises HDMI/Jack: HDMI gère la vidéo et le son.

Alimentation: Micro-USB, identique aux chargeurs de Smartphone

Carte Micro-SD: Mémoire de stockage pour le raspberry Pi, c'est ici qu'on a installé le système d'exploitation.

III.2.2 Installation du serveur LAMP

Pour la réalisation de notre system domotique on a besoin d'installer le Serveur LAMP (Linux Apache MySQL PHP)

Linux – System d'exploitation (on a choisi d'installer le wheezy)

Apache – Serveur Web (http) software

Mysql – Serveur Base de données

PHP – Langage de Programmation

III.2.2.1 Installation d'Apache

Quand on parle de serveur web, on pense souvent à la machine, mais ce terme désigne aussi le logiciel qui permet à la machine d'analyser les requêtes d'un utilisateur (sous forme http), et de retourner le fichier correspondant à la requête (ou une erreur si le fichier n'est pas trouvé, ou la requête est mal formulée).

Dans le cadre d'Apache.

Il faut bien s'assurer que la machine est bien à jour. Pour le faire il faut posséder les droits administrateur, soit en étant connecté en root, soit via la commande sudo.

On accède au terminal soit par l'interface graphique directement soit par liaison SSH avec le logiciel Putty.

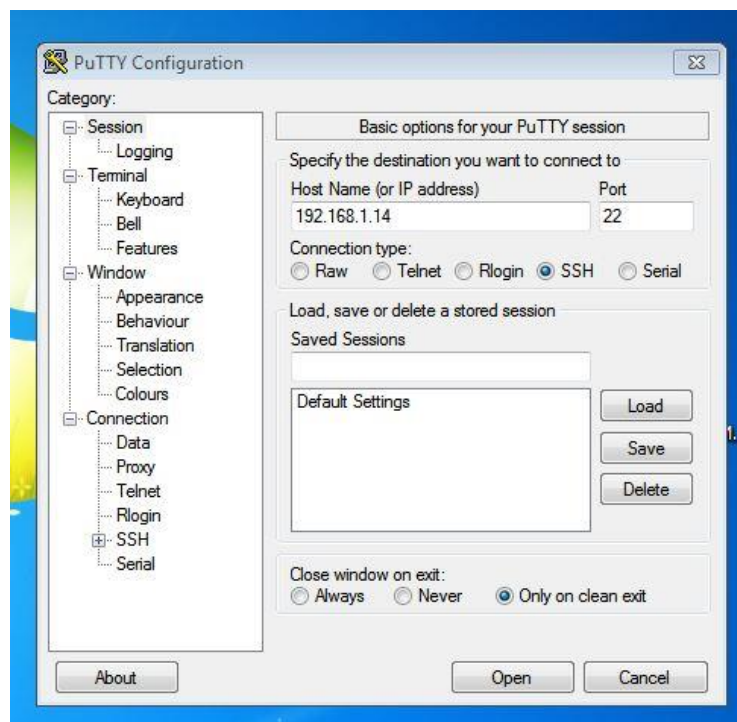


Figure 3 .3 l'accès au terminal de la Rpi via le logiciel Putty

Ce dernier (Putty) demandera d'introduire l'adresse IP de la carte Rpi une fois c'est fait il demandera le nom d'utilisateur et le mot de passe

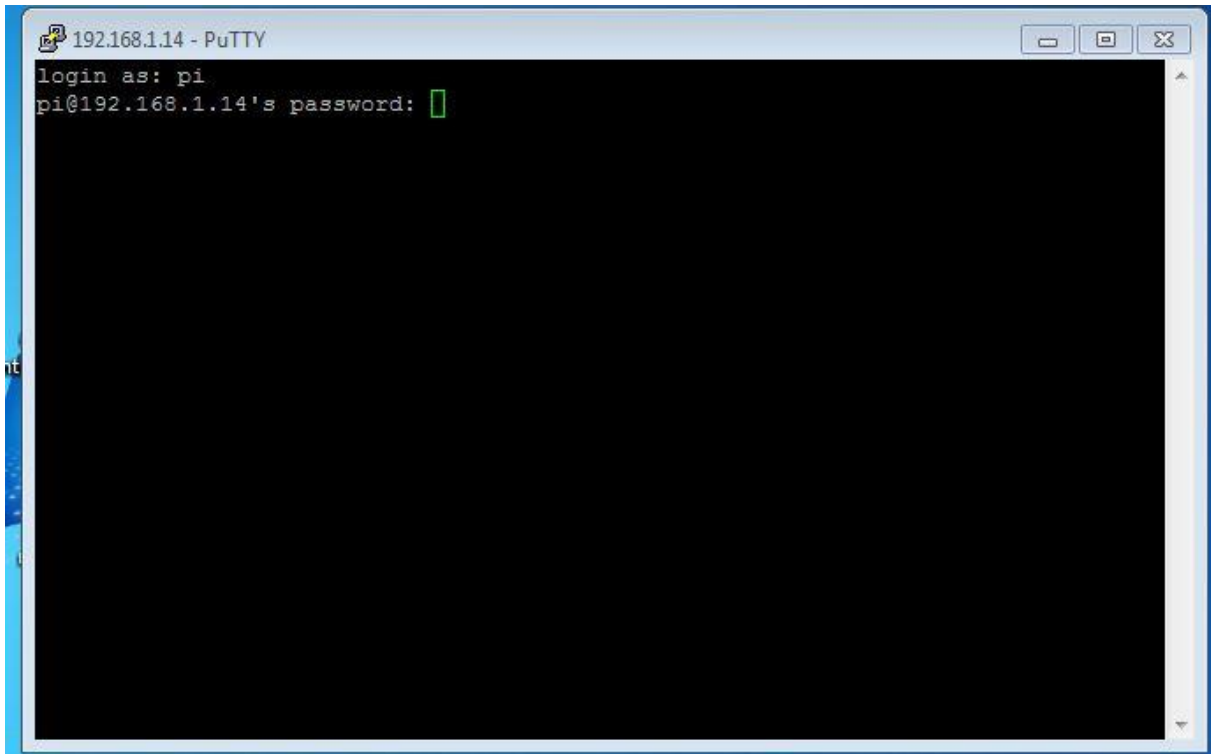


Figure 3.4 identification pour pouvoir accéder au terminal

Une fois le nom d'utilisateur et le mot de passe introduit on accède enfin au terminal de la carte Rpi.

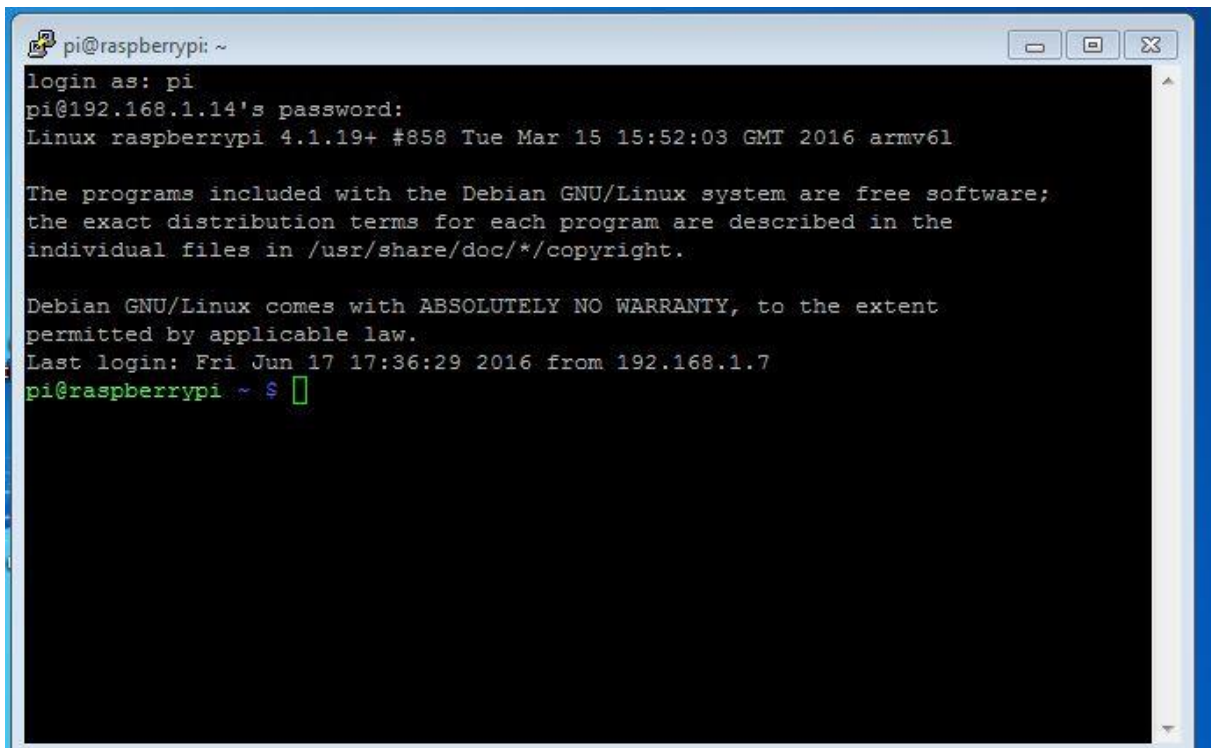


Figure 3.5 Le terminal de la Rpi après l'identification

Donc pour installer Apache il reste plus qu'à faire entrer les commandes suivantes

Maitre à jour la machine :

```
sudo aptitude update
```

```
sudo aptitude upgrade
```

Une fois le Raspberry Pi à jour, nous allons installer le serveur Apache :

```
sudo aptitude install apache2
```

III.2.2.2 Installation de PHP

Tout d'abord, il faut savoir que le PHP est un langage interprété. Et comme dans le cas des serveurs, l'acronyme PHP peut avoir plusieurs sens. En fait, quand on parle de PHP, on peut parler soit du langage, soit de l'interpréteur.

Ici, quand nous parlons d'installer PHP, cela signifie que nous allons installer l'interpréteur, afin d'utiliser le langage.

PHP (le langage cette fois) est principalement utilisé pour rendre un site dynamique, c'est-à-dire que l'utilisateur envoie des informations au serveur qui lui renvoie les résultats modifiés en fonction de ces informations.

On va encore une fois faire appel à l'administrateur pour installer php5 avec la ligne de commande :

```
sudo aptitude install php5
```

III.2.2.3 Installation MySQL

MySQL est un **Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles** (abrégé SGBDR). C'est-à-dire un logiciel qui permet de gérer des bases de données, et donc de gérer de grosses quantités d'informations. Il utilise pour cela **le langage SQL**. Il s'agit d'un des SGBDR les plus connus et les plus utilisés (Wikipédia et Adobe utilisent par exemple MySQL).

MySQL peut donc s'utiliser seul, mais dans notre cas on la combiné à un autre langage de programmation: PHP vu qu'on utilise une application Web pour un Cloud personnel ou l'en peut stocker des données et les consulter de n'importe où en toute sécurité

Nous allons installer mysql-server et php5-mysql (qui servira de lien entre PHP et MySQL)

```
sudo aptitude install mysql-server php5-mysql
```

Lors de l'installation de mysql-server, il nous est demandé un mot de passe pour le compte administrateur MySQL (root)

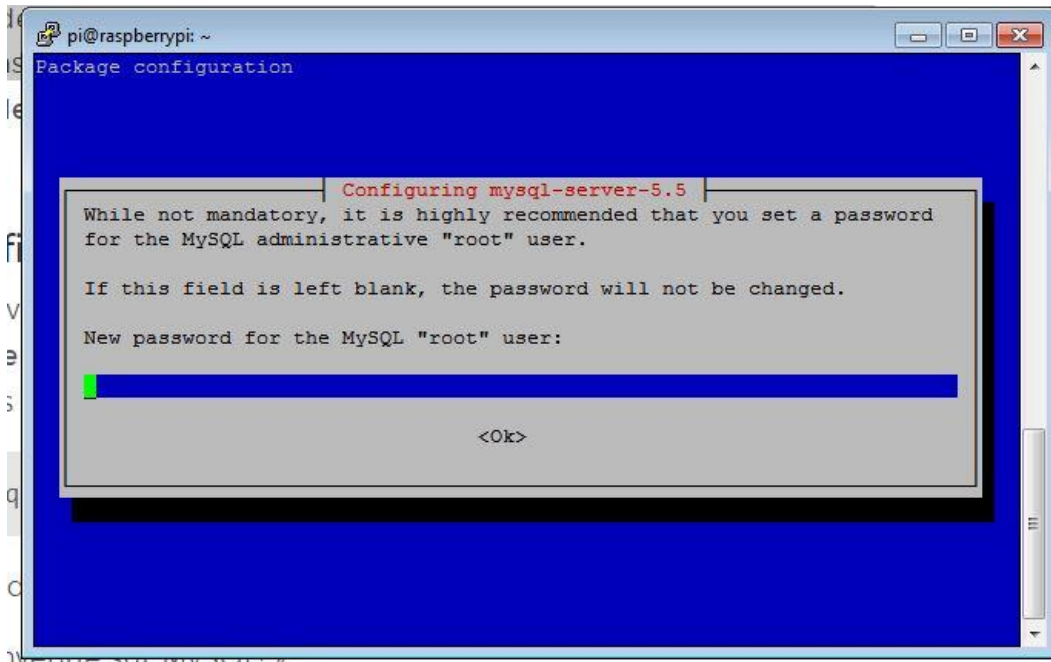


Figure 3.6 configuration lors de l'installation de MySQL server

Une fois l'installation fini on a donc maintenant un serveur web, relié à PHP5 et à MySQL. Soit tout ce qu'il faut pour la suite de notre travail.

III.2.3 Installation des applications domotique

III.2.3.1 Contrôle de l'éclairage :

Partie Electronique :

Nous avons utilisé des LED des résistances et fabriquer une carte relais électrique avec (un relais, une diode, une résistance et un transistor) afin de pouvoir contrôler des objets connecté a un réseau 220V

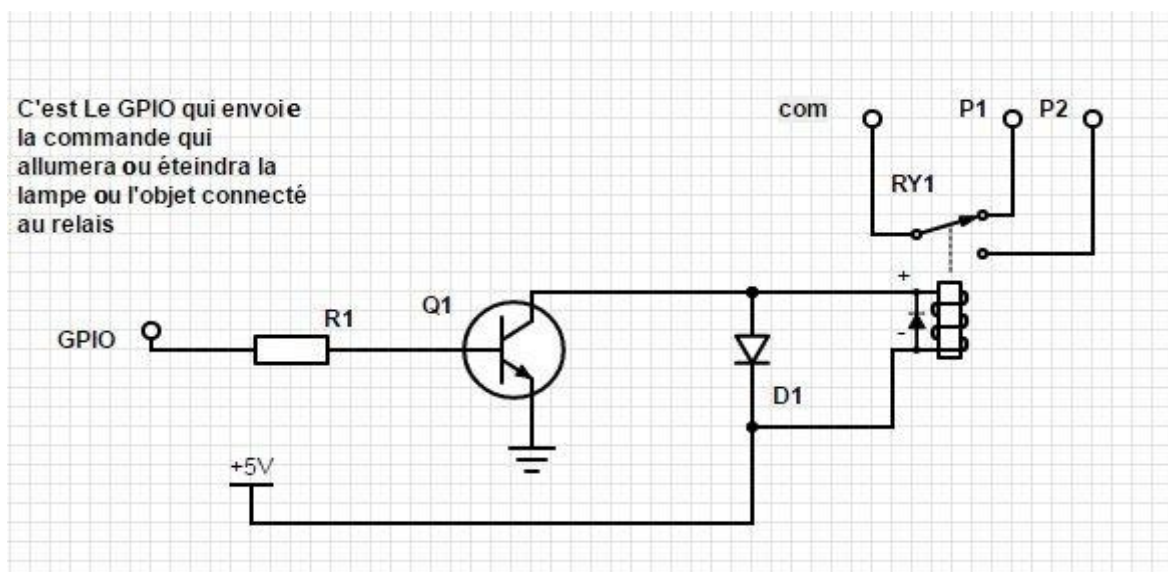
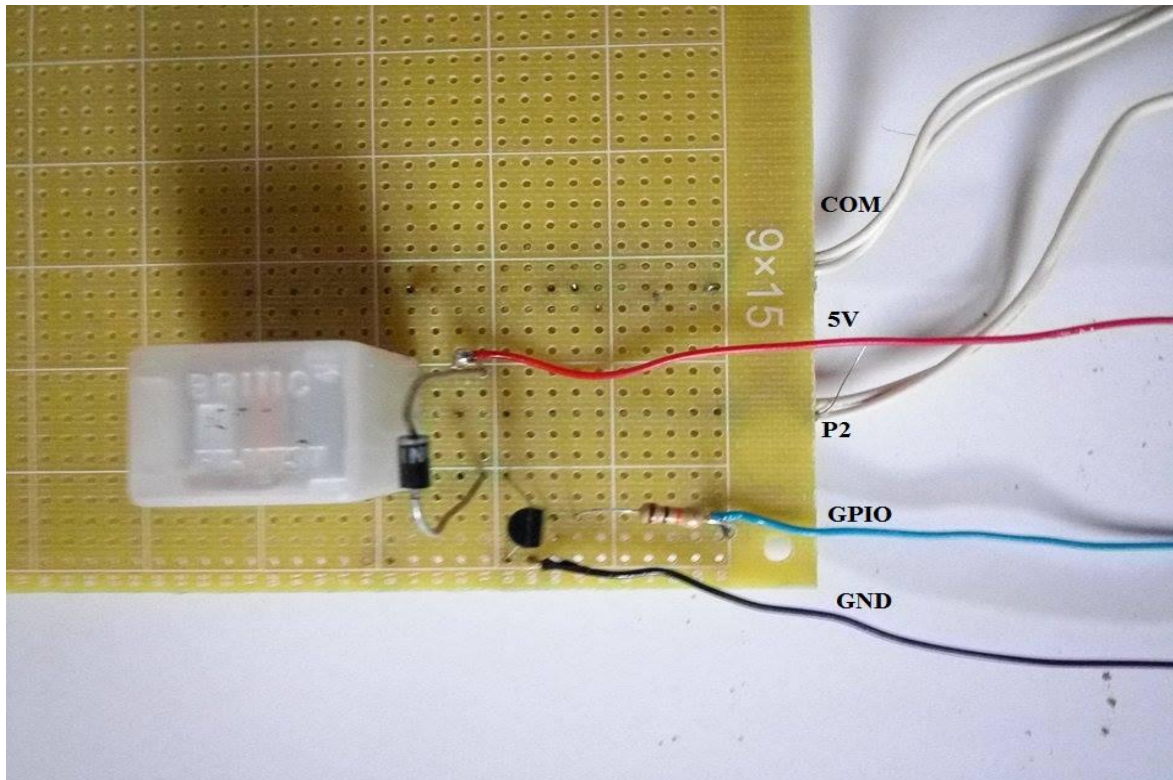


Figure 3.7 schéma d'une carte relais électrique**Figure 3.8 la carte relais électrique réalisé****Partie logiciel :**

Sous linux on peut utiliser des commandes pour Controller les GPIO. Par exemple Allumer une LED sur le GPIO 6 : On accède au terminal de linux comme nous l'avons mentionné au début et on insert les commandes suivante :

```
echo 6> /sys/class/gpio/export
```

```
echo out> /sys/class/gpio/gpio4/direction
```

Allumer la LED avec la commande :

```
echo 1 > /sys/class/gpio/gpio6/value
```

Eteindre la LED avec la commande :

```
echo 0> /sys/class/gpio/gpio6/value
```

Mais appliquer se genre de commande pour une maison ou une Enterprise sa risque de ne pas être facile pour les utilisateurs et c'est long à taper, c'est pour quoi nous avons fait une application qui résume une liste de commande en un simple bouton ON/OFF

Création de l'application Web :

Sur notre serveur WEB dans le répertoire `var/www/`

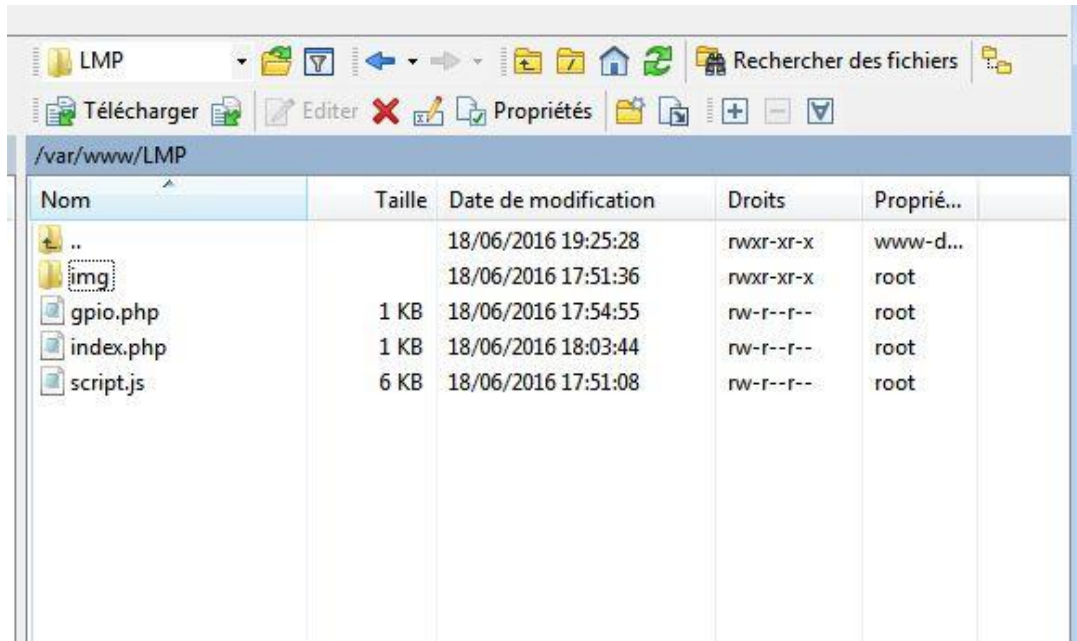


Figure 3.9 répertoire de l'application LMP sur le serveur apache

On a déployé Notre application qui est composé de 4 parties :

gpio.php : Elle contient le code PHP pour allumer/éteindre les LED en fonction de ce que la fonction JavaScript a envoyé.

index.php : Le script ajoute simplement un « écouteur d'événement » à chacun des huit boutons et chaque fois que l'un d'eux est pressé, il utilise une fonction qui appelle **gpio.php**, reçoit sa réponse, puis la renvoie. Enfin au JavaScript.

script.js : Le JavaScript change le bouton ampoule noir (pour OFF) en ampoule jaune (pour ON)

Un dossier img : contient les images qu'utilise le JavaScript pour afficher le statut des boutons

Aperçus de l'interface :

Il faut ouvrir un navigateur Web (internet explorer, Google chrome,) on introduit l'adresse IP de la carte Rpi (http://ip_Rpi/LMP/) LMP est le dossier dans le quel on a déployé notre application web dans le serveur apache.

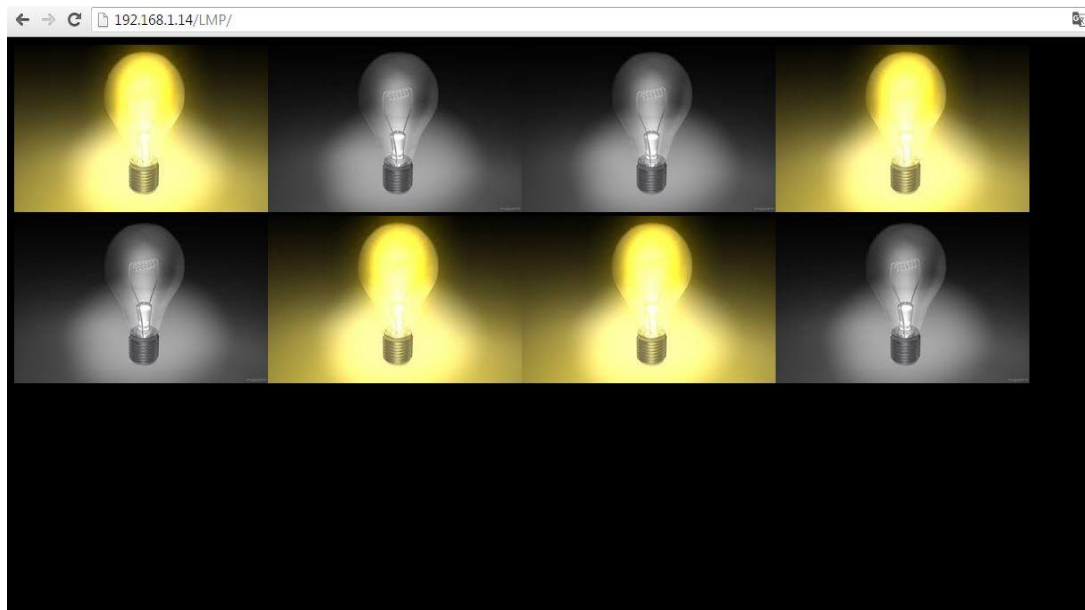


Figure 3.10 aperçu de l'interface de l'application LMP sur un navigateur Web

III.2.3.2 Prise de température

Partie Electronique :

Nous avons utilisé un capteur de température de type DS18B20 Pour sa sortie numérique du coup pas besoin d'un convertisseur A/N et une résistance qui sera branchée entre la branche de l'alimentation du capteur et sa branche de sortie vers le GPIO.

Partie logicielle :

Pour que la Carte Rpi communique avec le capteur de température nous devons installer l'interface **1-wire** .

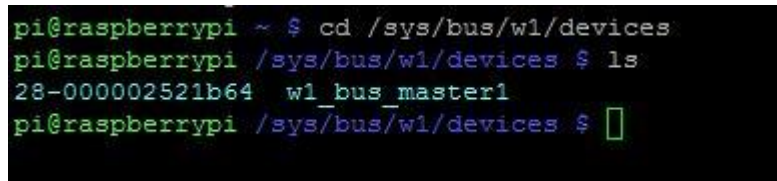
Pour cela voici les commandes à utiliser dans le terminal :

```
sudo modprobe w1-gpio
```

```
sudo modprobe w1-therm
```

Ensuite il faut identifier le capteur en cherchant son nom dans le dossier /devices

```
cd /sys/bus/w1/devices
ls
```



```
pi@raspberrypi ~ $ cd /sys/bus/w1/devices
pi@raspberrypi /sys/bus/w1/devices $ ls
28-000002521b64  w1_bus_master1
pi@raspberrypi /sys/bus/w1/devices $
```

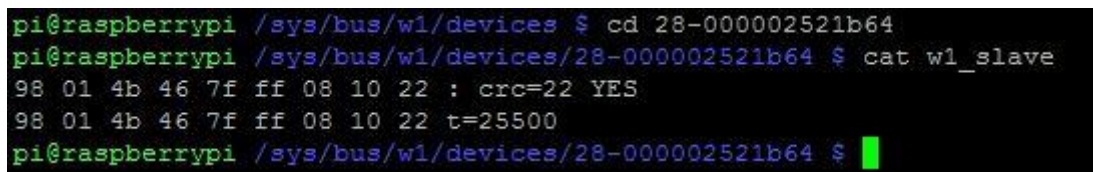
Figure 3.11 configuration du capteur

Dans notre cas nous voyons ici s'afficher un dossier **28-000002521b64** , Le nom change en fonction du capteur, mais il reste sous le format "**28-xxxxxxx**". Il faut aller dans ce dossier avec la commande :

```
cd 28-000002521b64
```

Ensuite il faut taper la commande suivante pour voir l'information récoltée par le capteur :

```
cat w1_slave
```



```
pi@raspberrypi /sys/bus/w1/devices $ cd 28-000002521b64
pi@raspberrypi /sys/bus/w1/devices/28-000002521b64 $ cat w1_slave
98 01 4b 46 7f ff 08 10 22 : crc=22 YES
98 01 4b 46 7f ff 08 10 22 t=25500
pi@raspberrypi /sys/bus/w1/devices/28-000002521b64 $
```

Figure 3.12 prise de température dans le terminal

On arrive à voir sur l'image que le capteur a bien récolté l'information et les a affichés. $t=25500$ qui veut dire $T=25,5\text{ °C}$ à l'instant de la capture.

Pour simplifier l'usage on a donc fait un programme qu'on a inséré dans le répertoire `var/www/TMP` situé dans le Serveur Web Apache afin d'obtenir une application Web facile plus claire :

Il faut introduire (http://ip_Rpi/TMP/) cela dans le navigateur Web (internet explore, Google chrome....) :



Temperature = 26 °C / 79 °F

Figure 3.13 aperçu de l'interface de l'application TMP sur le navigateur Web**III.2.3.3 Camera de surveillance :****Partie Matériel :**

On a besoin d'une simple webcam USB qui sera connectée au port USB de la Rpi

Partie logiciel :

Dans notre cas on utilise motion qui est un logiciel de détection vidéo et qui permet de diffuser un flux vidéo via internet par le protocole HTTP. C'est une solution simple pour diffuser le flux de sa webcam en ligne ou pour détecter des mouvements dans le champ d'une caméra par exemple.

La combinaison de la Rpi, linux et motion transforme une simple webcam ou n'importe quel camera en une cameraIP qui est une camera accessible de n'importe où, à partir d'un Smartphone ou d'un ordinateur connecté à internet ou même recevoir les images de la camera sur son propre compte de messagerie Gmail pu même le Cloud dropbox ...

III.2.3.4 Cloud personnel

Le Cloud est une technologie qui permet de mettre sur des serveurs de stockage localisés à distance des données ou des logiciels qui sont habituellement stockés sur l'ordinateur d'un utilisateur, voir sur des serveurs installés en réseau local au sein d'une entreprise.

Cette Virtualisation des ressources permet donc à l'entreprise d'accéder à ses données sans avoir à gérer une infrastructure informatique, souvent complexe et qui représente un certain cout pour l'entreprise.

Pour faire simple, le Cloud, vous permet d'accéder à vos données depuis n'importe quel ordinateur relié à Internet ou Smartphone, où que vous soyez.

Partie matériel :

On a juste besoin de la carte Rpi avec un module de stockage externe (HDD) car la carte SD ne pourra pas stocker beaucoup de données.

Partie logiciel :

On a choisi d'utiliser le Owncloud qui est un logiciel libre offrant une plateforme de services de stockage et le partage de fichiers et d'applications diverses en ligne. Contrairement

au cloud public, Dans le OwnCloud, le stockage des données se fait au sein de l'infrastructure de l'entreprise ou bien comme dans notre cas de la maison.

Fonctionnalité :

- Synchronisation de fichiers entre différents ordinateurs
- Stockage sécurisé (chiffrement des fichiers)
- Partage de fichiers entre utilisateurs ou publiquement
- Lecteur de musique en streaming
- Serveur de fichiers
- Calendrier
- Gestion des tâches
- Gestionnaire de contacts
- Éditeur de texte en ligne
- Visionneuse de documents en ligne (PDF, Open Document)
- Galerie d'images, qui permet de visualiser ses photos et de les classer en albums.
- Webmail expérimental
- Antivirus ClamAV.

Installation d'OwnCloud :

Comme on a installé précédemment le serveur LAMP il reste qu'à installer le programme OwnCloud avec la commande :

```
$ sudo apt-get install owncloud
```

Sécuriser le owncloud :

On va créer un virtualhost dans le répertoire **/etc/apache2/sites-available** et créer un fichier **owncloud.httpset** écrire à l'intérieur :

```
NameVirtualHost *:443
<VirtualHost *:443>
DocumentRoot /var/www/
SSLEngine On
SSLCertificateFile /etc/ssl/certs/owncloud.crt
SSLCertificateKeyFile /etc/ssl/private/owncloud.key
</VirtualHost>
```

Création du dossier de travail :

```
$ sudo cd /etc/apache2/
$sudomkdirCertOwncloud
$sudo cd CertOwncloud
```

Création du certificat pour 730 jours :

```
$ sudo openssl genrsa -out owncloud.key 1024
$ sudo openssl req -new -key owncloud.key -out owncloud.csr
$ sudo openssl x509 -req -days 730 -in owncloud.csr -signkey owncloud.key -out owncloud.crt
```

Une fois le certificat et la clé créés on les déplace dans le bon dossier :

```
$ sudo cp owncloud.crt /etc/ssl/certs
$ sudo cp owncloud.key /etc/ssl/private
```

Reste plus à activer tout ça :

```
$ sudo a2enmod ssl
$ sudo a2ensite owncloud.https
```

et voilà maintenant notre Owncloud fonction en HTTPS .

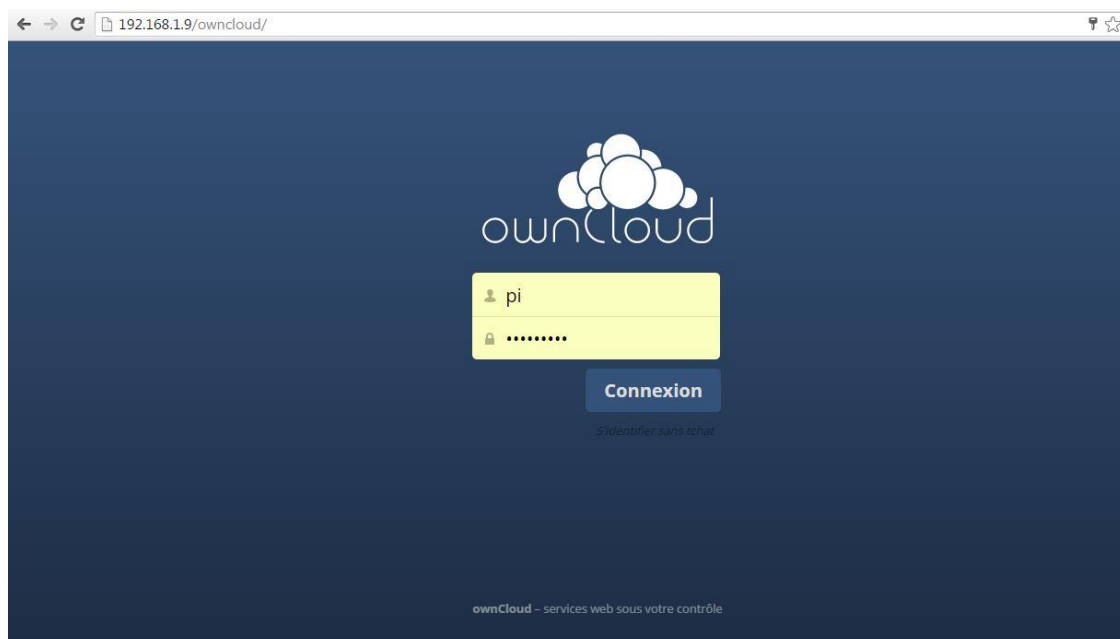


Figure 3.14 interface de connexion à l'owncloud

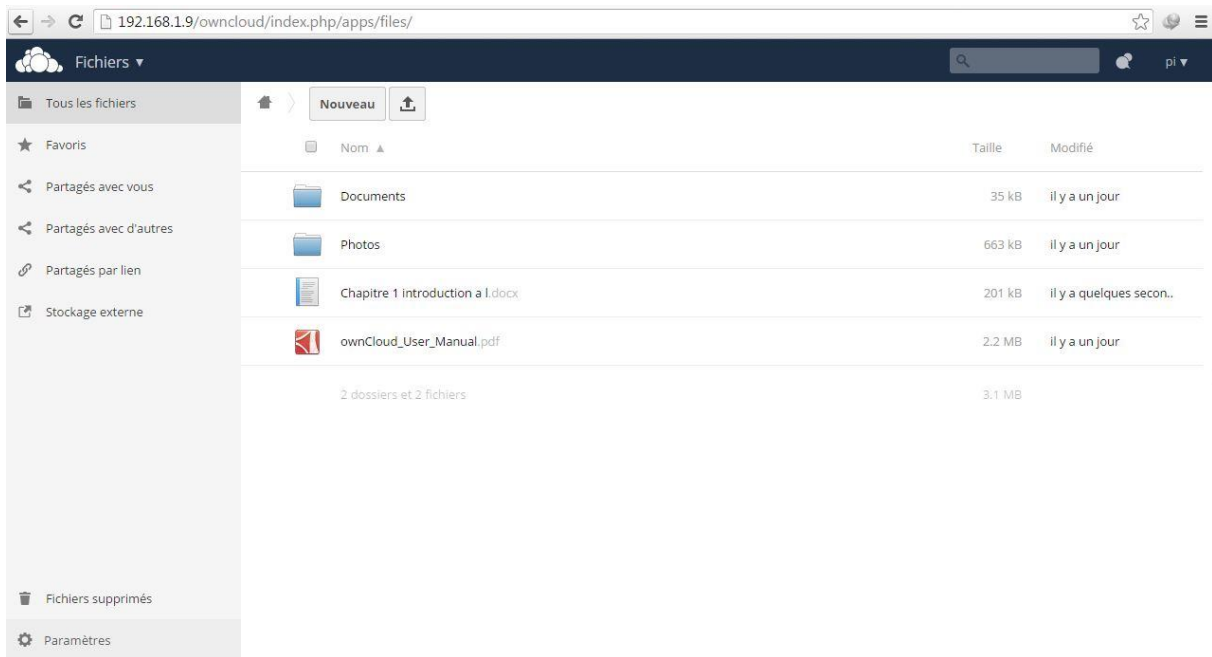


Figure 3.15 interface de l'owncloud

III.2.4 Serveur Weaved :

Est une plateforme dans la quel chaque utilisateur crée un compte dans le quel il peut ajouter des équipements qu'il veut Controller à distance de n'importe où dans notre cas on a ajouté la carte Rpi.

Afin que la carte Rpi interagisse avec la plateforme Weaved on doit installer le weaved client sur la carte Rpi avec la commande suivante :

\$ sudo apt-get install weavedconnectd

Et afin d'exécuter le weaved service il faut introduire la commande suivante :

\$ sudo weavedinstaller

Et on obtient la fenêtre suivante ou il faut choisir la connexion adapté au besoin

```
=====
Protocol          Port      Service      Weaved Name
=====
***** Protocol Selection Menu *****
*
*   1) SSH on default port 22           *
*   2) Web (HTTP) on default port 80    *
*   3) VNC on default port 5901        *
*   4) Custom (TCP)                    *
*   5) Return to previous menu         *
*
*****
Please select from the above options (1-5):
█
```

Figure 3.16 le menu de sélection de protocole pour le choix de la connexion

Dans notre cas on a choisi :

L'option 1 : pour un accès SSH afin d'intervenir à distance en cas de problème ou de maitre le system à jour.

L'option 2 : accès WEB (http) pour accéder à notre application Web de n'importe où, via un simple Smartphone avec connexion 3G ou bien un Ordinateur avec connexion internet

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons vu comment de simple application domotique peuvent révolutionner, améliore et facilite notre quotidien tout en utilisant du hardwares et de software open source tel que la Raspberry pi le et le serveur LAMP (linux ,apache, MySQL, PHP).

Conclusion générale

Le présent projet concerne une nouvelle thématique sur internet des objets et la réalisation d'un système domotique.

Le travail a été entamé par un aperçu général sur l'internet des objets (ses fonctionnalités, différents domaines d'applications, acteurs), puis on a détaillé l'architecture de l'écosystème IoT et ses éléments, Enfin on a réalisé un système domotique sur une maquette qu'on a pu contrôler via un réseau local LAN et WAN, dans ce contexte, on a utilisé la carte RASPBERRY PI.

Après sa configuration, plusieurs applications ont été réalisées, telles que l'affichage de la température, allumage des lampes...

Le travail a été réalisé au sein de l'entreprise OOREDOO dans le cadre de notre stage, on a utilisé notre carte Raspberry pi comme gateway.

Ce stage et cette réalisation nous ont permis d'élargir nos connaissances acquises durant le cycle de formation en graduation et d'acquérir une certaine expérience du monde professionnel et surtout de toucher de près le travail d'équipe.

Comme perspectives, il est souhaitable dans l'avenir de faire des simulations sur des projets réelles (maison, entreprise, établissement, ferme, jardin, piloter des objets ...) dans le but d'atteindre une nouvelle innovation.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] [2] L'Internet des Objets : 101, Publié par Sameh Ben Fredj
<http://blog.xebia.fr/2015/12/02/linternet-des-objets-101/>
- [3] (Digital corne) Le digital au service de l'innovation
<https://www.digitalcorner-solucom.fr/2016/04/salon-iot-world-decryptage-de-lecosysteme-de-liot-2/>
- [4] Objectif Sécurité Informatique Source: infoDSI.com
<http://www.objectifsecuriteinformatique.com/category/byod/>
- [5] <http://www.technologia.com/fr/publications/technologies-de-linformation/limportance-dipv6-dans-lecosysteme-internet-des-objets/>
- [6] <http://aira.com/aide/decouvrir/internet.html>
- [7] Cap sur les plates-formes IoT (Partie 2) Posté le par
Arnaud-François Fausse
<http://blog.octo.com/cap-sur-les-plates-formes-iot-partie-2/>
- [8] site crée comme support du TPE de françois cristini ,Jean chavanat ,
jushowa sims et walid ouadghiri
<http://jeanchavanat.wix.com/les-objets-connectes#!-propos1/c1uam>
- [9] site crée comme support du TPE de françois cristini, Jean chavanat ,
jushowa sims et walid ouadghiri
<http://jeanchavanat.wix.com/les-objets-connectes#!introduction/c21al>
- [10] L'Internet des Objets : Connecter vos capteurs aux réseaux IoT
Publié par Sameh Ben Fredj
<http://blog.xebia.fr/2016/02/26/linternet-des-objets-2-connecter-vos-capteurs-aux-reseaux-iot/>

[11] ... [16] "11 Internet of Things (IoT) Protocols You Need to Know About"

<http://www.rs-online.com/designspark/electronics/knowledge-item/eleven-internet-of-things-iot-protocols-you-need-to-know-about>

[17] <http://www.futura-sciences.com/magazines/high-tech/infos/dico/d/high-tech-rfid-4187/>

[18] Quels protocoles applicatifs pour l'Internet des Objets ? par Ali Benfattoum
<http://www.frugalprototype.com/quels-protocoles-applicatifs-pour-linternet-des-objets/>

[19] [20] L'Internet des Objets : Connecter vos capteurs aux réseaux IoT Publié par Sameh Ben Fredj
<http://blog.xebia.fr/2016/02/26/linternet-des-objets-2-connecter-vos-capteurs-aux-reseaux-iot/>

Résumé

Les réseaux domotique sont des systèmes de communication locaux visant à interconnecter des appareils domestique et partager des données entre celles-ci il est très intéressant d'étendre ce type de réseaux en leur intégrant une connectivité externe internet qui nous plonge dans le monde de l'internet des objets

Notre travaux s'est basé sur le fait de contrôler des objets et d'avoir un œil sur chez soi, peu importe la distance de l'individu.

Dans notre application on a pu constater l'importance de l'open-hardware et l'open-software qui nous permet d'aboutir à des solutions pratique et modifiable selon l'extension et le besoin.

Abstract

The home automation networks of local communication systems to interconnect devices and domestic share given between them it is very interesting to extend this type of networks by integrating their external internet connectivity which plunges us into the world of internet of Things.

Our work is based on the fact to control objects and to have a look at home, regardless of the distance of the individual.

In our application we have seen the importance of open hardware and open software that allows us to arrive at practical solutions and modifiable by extension and need.