

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOAND OULHADJ-BOUIRA



Faculté des Sciences et Sciences Appliquées
Département Génie électrique

Mémoire de fin d'étude

Présenté par :

Missoum Bilal Said

Sadoudi Omar

En vue de l'obtention du diplôme de **Master en :**

Filière : Télécommunication

Option : Systèmes des télécommunications

Thème :

**Implémentation d'un système de surveillance cellulaire de la consommation
d'énergie basé sur « IOT Internet Of Things »**

Devant le jury composé de :

KASMI
Labandji Mourad
SAOUD

MCA
MAA
MCA

UAMOB
UAMOB
UAMOB

Président
Encadreur
Examineur

Année Universitaire 2019/2020

ملخص

انترنت الأشياء (IOT) هو نظام من أجهزة الحوسبة المرتبطة، والآلات الميكانيكية والرقمية، التي يتم تزويدها بمعارف فريدة ولها القدرة على نقل البيانات على الشبكة بدون أي تدخل من الإنسان، وبفضل التطور الحاصل لها يمكننا اليوم ان نستخدم انترنت الأشياء في مجالات تطبيقية جديدة كالمراقبة والأمن والصحة، المنازل والمدن الذكية ولا تنحصر خدماتها في هذه المجالات فقط بل يمكن باستخدامها عمل أنظمة نقل وخدمات لوجستية ذكية

يهدف هذا العمل إلى إظهار تقنية إنترنت الأشياء التي ظهرت بعد الموجة الأخيرة من التطور التي لاحظتها البشرية والأهمية التي تحتلها في حياة الإنسان، كما يتناول هذا المشروع كيفية إنشاء نظام مراقبة خلوي لـ استهلاك الطاقة عن طريق برمجة المكونات الإلكترونية وإنشاء موقع ويب لنتائج نظامنا باستخدام شبكات ج.س.م.

الكلمات المفتاحية: إنترنت الأشياء، شبكات الاستشعار، ج.س.م

Résumé

L'Internet des objets (IDO) est un système de dispositifs informatiques interconnectés, de machines mécaniques et numériques, d'objets, qui sont pourvus d'identificateurs uniques et de la capacité de transférer des données sur un réseau sans nécessiter des interconnexions homme-machine. Aujourd'hui l'internet des objets est anticipé avec de nouveaux domaines d'applications comprenant la surveillance, la sécurité, la santé, les maisons et villes intelligentes ainsi que les systèmes de logistique et de transportation intelligents.

Ce travail vise à montrer à la technologie internet des objets qui a émergé après la récente vague de développement observée par l'humanité et l'importance qu'elle occupe dans la vie humaine, ce projet aborde également comment faire un système de surveillance cellulaire pour la consommation d'énergie par la programmation des composants électronique et création d'un site web pour les résultat de notre système avec l'utilisation des réseaux GSM.

Mots clés : Internet of Things, Internet des Objets, les réseaux de capteurs, GSM.

Abstract

The Internet of Things is a system of interconnected computing devices, mechanical and digital machines, objects, which are provided with unique identifiers and the ability to transfer data over a network without require human-machine interconnections. Today the Internet of Things is anticipated with new application areas including surveillance, security, health, smart homes and cities, and smart logistics and transportation systems.

This work aims to show the internet of things technology that emerged after the recent wave of development observed by humanity and the importance it occupies in human life, this project also discusses how to make a cellular surveillance system for energy consumption by programming electronic components and creating a website for the results of our system with the use of GSM networks.

Keywords : Internet of Things , sensor networks, GSM.

Dédicace

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

A Nos pères, nous espérons que vous soyez fiers et que vous trouvez ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour nous avoir aidé à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venus de vous.

A Nos mères, de par vos amours, vos soutiens, tous les sacrifices consentis et vos précieux conseils, pour toute votre assistance et vôtres présences dans notre vie, soit ce travail aussi modeste, l'expression de nos sentiments et de notre éternelle gratitude.

*A tous nos frères et toutes nos sœurs
A toutes nos familles, Et tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin durant toute la période de travail.*

Bilal

Dédicaces

Je dédie cette thèse...

A ceux qui m'ont transmis l'éducation, le sérieux et beaucoup de valeurs humaines : à mes parents :

A ma mère, pour sa gentillesse, son affection, sa douceur, sa tendresse, ses encouragements éternels et qui sans elle rien n'aurait été possible.

A mon père, pour son attachement, ses chaleureux encouragements, sa vive compassion à ma réussite et surtout pour sa compréhension et sa patience.

A mon cher frère Oualid pour ses conseils et son soutien et sa compréhension.

A mes sœurs Amina et Khadidja « NADA » pour leur soutien et leur patience et tendresse qui ont toujours représentés à mes yeux des exemples à suivre.

A ma petite princesse Acyl Sidra « Sissi » et mes petits princes Amir et Sayf.

A mes amis et tous ceux qui me CHERS

Enfin, à tous ceux que ma mémoire porte et mon mémoire ne peut supporter

Omar

Remerciement

Ce travail a été effectué au sein du Département des Sciences et Sciences appliquées de l'Université de Bouira.

Nous tenons à remercier, en premier lieu, Mr. LABANDJI Mourad et Dr. MEDJEDOUB Smail et Dr. BENZAOUI Amir Directeurs de ce mémoire qui ont bien voulu nous encadrer pour l'élaboration et le suivi de notre mémoire de master.

Nos remerciements vont également à nos parents, nos oncles et nos tantes de tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour nous permettre de suivre nos études dans les meilleures conditions possibles et n'avoir jamais cessé de nous encourager tout au long de nos années d'étude.

Nous remercions les membres de jury : de nous avoir fait l'honneur d'accepter de participer à nos jurys, et aussi ceux qui nous ont aidé à l'aboutissement de ce travail.

Table de matières

Remerciement	I
Table de matières	II
Liste des figures	III
Liste des tableaux	IV
Abréviation	V
Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités sur L'internet des Objets	3
I.1. Introduction	4
I.2. Historique	4
I.3. Définition	5
I.3.1. IOT	5
I.3.2. Plateformes de développement	6
I.4. Le Domaine D'Application	6
I.5. Les Composants De L'IOT	10
I.6. Le fonctionnement de l'IOT	11
I.7. Avantages et inconvénients de l'IoT	13
I.8. Les réseaux de capteurs	13
I.8.1. Architecture d'un réseau capteur sans fil	14
I.8.2 Applications des réseaux de capteurs sans fil	15
9. Conclusion	16
Chapitre II : GSM	17
II.1. Introduction	18
II.2. Historique	18
II.3. La carte SIM	20
II.4. Le concept cellulaire	21
II.5. Cellule	22
II.6. Présentation de la norme GSM	23
II.7. L'architecture du réseau GSM	23
II.7.1 Sous système radio (BSS)	24
II.7.1.1 Station de base (BTS)	24
II.7.1.2 Contrôleur de station de base (BSC)	25
II.7.2 Sous système réseau (NSS)	26

II.7.2.1	Commutateur (MSC)	26
II.7.2.2	Enregistreur de localisation des visiteurs (VLR)	26
II.7.2.3	Enregistreur de localisation nominale (HLR)	26
II.7.2.4	Centre d'authentification (AUC)	26
II.7.2.5	Enregistreur des identités des équipements (EIR)	26
II.7.3	Le sous-système d'exploitation et de maintenance (OSS)	27
II.7.4	La station mobile (MS)	27
II.8.	Les interfaces du réseau GSM	27
II.9	La transmission sur l'interface radio	28
II.9.1	Partage des bandes de fréquences	28
II.9.2	Diffèrent Types De Multiplexage	29
II.9.2.1	Les canaux physiques	29
II.9.2.2	Les canaux logiques	30
II.10	Le Handover	31
II.10.1	Nécessité d'un Handover	31
II.10.2	Types d' Handover	32
II.11	Le Roaming	32
II.11.1	Roaming régional	33
II.11.2	Roaming national	33
II.11.3	Roaming international	33
II.12	Conclusion	34
Chapitre III :	Partie réalisation	35
III.1.	Introduction	36
III.2.	Analyse des besoins du système	36
III.2.1.	Exigences Fonctionnelles	36
III.2.2.	Besoins matériels	36
III.3.	Plateformes logicielles	43
III.3.1.	Langages de programmation	43
III.3.2.	Plateformes de développement et outils logiciels	44
III.4.	La vue statique du système d'IoT	45
III.5.	Architecture Matérielle du système	45
III.6.	Fonctionnement de système	46
III.6.1.	Partie 1 Arduino	46
III.6.2.	Partie 2 site web	51

III.7. Résultat après la réalisation	67
III.8. Conclusion	68

Liste des Figures

Figure I.01 : Représentation des statistiques sur l'iot	5
Figure I.02 : Représentation d'une maison intelligente	6
Figure I.03 : Représentation des constituants d'une ville intelligente	7
Figure I.04 : Smart factory	8
Figure I.05 : Smart retail	9
Figure I.06 : Représente d'un système de santé électronique	9
Figure I.07 : Représentation du fonctionnement de l'iot	12
Figure I.08 : Architecture d'un RCSF	14
Figure I.09 : Applications des réseaux de capteurs sans fil	15
Figure II.01 : Evolution de générations mobiles	20
Figure II.02 : Concept d'une cellule GSM	21
Figure II.03 : Architecture globale du réseau GSM (01)	23
Figure II.04 : Architecture globale du réseau GSM (02)	24
Figure II.05 : Station BTS	25
Figure II.06 : Les interfaces du réseau GSM	28
Figure II.07 : Multiplexage en fréquence FDMA	29
Figure II.08 : Principe Du TDMA	30
Figure II.09 : les canaux logiques d'un réseau GSM	31
Figure III.01 : Carte Arduino UNO	37
Figure III.02 : Carte Arduino MEGA	38
Figure III.03 : SIM900 GSM/GPRS Module	39
Figure III.04 : SIM900	39
Figure III.05 : Capteur de courant ASC712	40
Figure III.06 : logo PHP	40
Figure III.07 : logo MySQL	41
Figure III.08 : logo HTML & CSS	41
Figure III.9 : logo Atom	41
Figure III.10 : logo Arduino IDE	41
Figure III.11 : logo XAMPP	42
Figure III.12 : logo Fritzing	42
Figure III.13 : logo FileZilla	42

Figure III.14 : architecture matérielle du système	43
Figure III.15 : Branchement de matériel (01)	44
Figure III.16 : Branchement de matériel (02)	45
Figure III.17 : Organigramme générale	45
Figure III.18 : Organigramme de calcul de consommation	47
Figure III.19 : Organigramme de transmission des données	48
Figure III.20 : Inter connexion entre Arduino et base des données	49
Figure III.21 : Page d'accueil de site AWARDSPACE	51
Figure III.22 : Page d'inscription de site AWARDSPACE	51
Figure III.23 : étapes d'inscription au site AWARDSPACE	52
Figure III. 24 : Page des paramètres disponible au site AWARDSPACE	52
Figure III.25 : étape de création de Domain	53
Figure III.26 : Choisir du Domain	53
Figure III.27 : Création de Domain	54
Figure III.28 : étape de création FTP Compte	54
Figure III.29 : Changement du mot de passe de compte FTP	55
Figure III.30 : Programme FileZilla	55
Figure III.31 : Connexion compte FTP aux FileZilla	56
Figure III.32 : Transformation des fichiers avec compte FTP aux FileZilla	56
Figure III.33 : Transfère des fichiers avec compte FTP aux FileZilla	57
Figure III.34 : étapes de création base des données	57
Figure III.35 : Création de la base des données	57
Figure III.36 : étapes de gérer la base des données	58
Figure III.37 : interface PhpMyAdmin	58
Figure III.38 : création table des utilisateur (SQL langage)	59
Figure III.39 : code table de la consommation (SQL langage)	59
Figure III.40 : Organigramme générale du site web	60
Figure III. 41 : Page d'accueil de site web	60
Figure III.42 : Diagramme d'activité d'authentification	61
Figure III.43 : Page d'accueil de site web après l'authentification	61
Figure III.44 : Diagramme de consulter la consommation	62
Figure III.45 : Diagramme de traçage du graphe	63
Figure III. 46 : Diagramme de changement du nom et mot de passe d'utilisateur	63
Figure III.47 : Page d'administration de site web	64

Figure III.48: Diagramme d'ajouter un utilisateur	65
Figure III.49 : code SQL dans PHP pour création table consommation	65
Figure III.50 : code PHP pour connecte à base des données	66
Figure III.51 : Diagramme de consommation d'un utilisateur	66
Figure III.52 : Diagramme de changement du mot de passe ou nom d'utilisateur	67
Figure III.53 : Diagramme de suppression d'un utilisateur	67
Figure III.54 : Diagramme de suppression de consommation d'un utilisateur	68
Figure III.55 : Diagramme de Liste des utilisateurs	68
Figure III.56 : Résultats de consommation (Tableau)	69
Figure III.57 : Résultats de consommation (Graphe)	69

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Tableau des composants de l'IOT	10
Tableau 02 : Tableau qui présent les informations de carte SIM	20
Tableau 03 : Présentation des interfaces	28
Tableau 04 : Ordre disponible pour chaque range d'un compte	50

Abréviation

IOT : Internet of Things

GSI : Global Standards Initiative

ITU : International Télécommunication Union

IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers

RFID : radio frequency identification

RCSF : réseau capteur sans fil

GSM : Global System for Mobile communications

MCN : Mobile Communication Network

GPRS : General Packet Radiocommunications Service

CEPT : Conférence Européenne des Postes et Télécommunications

SMG : Société militaire du canton de Genève

ETSI : Européen Télécommunication Standards Institute

EDGE : Enhanced Data GSM Environment

UMTS : Universal Mobile Telecommunications System

IP : Internet protocole

SIM : Subscriber Identity Module

BSC : Basic Station Controller

BSS : Base station sub-system.

NSS : (Network Sub-System) sous-système réseau.

OSS : OperationSubsystem.

MSC : Mobile Service Center.

MS : Mobile Station.

HLR:(Home Location Register) le registre des abonnés locaux.

VLR :(Visitor Location Register) le registre des abonnés visiteurs.

EIR : (Equipment IdentityRegister) le registre des terminaux.

AUC : (Autentication Center) le centre d'authentification.

RNIS : Réseau Numérique à Intégration de Services

IMEI : International Mobile Equipment Identity

IMSI : International Mobile Subscriber Identity

FDMA : Frequency Division Multiple Access

TDMA : Time Division Multiple Access

AMRT : Accès Multiple à Répartition dans le Temps

TCH : Traffic Channel

SACCH : Slow Associated Control Channel

BCCH : Broadcast Control Channel

CCCH : Common Control Channel

SCH : Synchronization Channel

SDCCH : Stand-alone Dedicated channel

FACCH : Fast Associated Control Channel

Wi-Fi : Wireless Fidelity

Introduction générale

Introduction générale

La technologie est présente dans nos vies et elle ne cessera de nous étonner par la qualité et la rapidité de son évolution. Elle améliore nos vies par sa quantité d'informations ouvertes à tous, elle informe de tout ce qui se produit partout dans le monde, elle oriente la prise de décision et permet de s'actualiser facilement. La technologie représente d'énormes avantages pour tout le monde. Ces dernières années, la technologie s'est répandue dans tous les domaines et son impact sur la vie quotidienne est inévitable.

Toujours dans le but de faciliter la vie et de faire éliminer les difficultés autour de l'être humain, plusieurs technologies sont apparues pour garantir ces besoins, l'une de ces technologies est l'IoT (Internet Of Things).

L'IoT représente l'extension d'Internet à des choses et à des lieux du monde physique. Alors qu'Internet ne se prolonge habituellement pas au-delà du monde électronique, l'Internet des objets connectés représente les échanges d'informations et de données provenant de dispositifs présents dans le monde réel vers le réseau Internet.

L'Internet des objets devient un sujet intéressant de nos jours, elle a atteint divers domaines tels que l'agriculture, les soins de santé, la ville intelligente, l'énergie intelligente, etc. Et a ouvert une nouvelle source d'innovations techniques presque inépuisables, qui sont également précieux pour une grande variété d'industries.

La technologie IoT facilite la connexion de toutes sortes d'objets au réseau et le développement d'applications pour contrôler et gérer les objets.

Dans notre projet on a traité le thème d'implémentation d'un système de surveillance cellulaire de la consommation d'énergie basé sur IoT sur 3 chapitres :

Dans le 1^{er} chapitre nous commençons par donner une vue générale sur l'Internet des objets, on parle aussi sur les réseaux des capteurs. Ensuite dans le 2^{ème} chapitre nous présentons le GSM et ces caractéristiques. Enfin dans le 3^{ème} chapitre nous terminons par la partie réalisation.

Chapitre I : Généralités sur L'internet des Objets

Chapitre I

Généralités sur L'internet des Objets

I.1. Introduction

Au cours des dernières années, nous avons été témoins de l'excitation de l'Internet des objets, également connu sous le nom d'IoT.

L'évolution de l'Internet des objets (IoT) a engendré une formidable transformations numériques dans de nombreux secteurs d'activité humaine, les soins de santé, le transport, le réseau électrique, la fabrication, logistique, l'agriculture, l'automatisation et bien d'autres. Cela est dû en partie au fait que les technologies de communication, technologies des capteurs et mémoire informatique et la puissance de traitement sont devenues facilement disponibles et peu coûteuses.

En effet, l'Internet des objets est une combinaison d'une poussée technologique et une attraction humaine pour une connectivité de plus en plus croissante avec tout ce qui se passe dans l'environnement immédiat et plus large.

Dans ce chapitre, nous allons présenter c'est quoi l'IOT, leur domaine d'application, ces composants et leurs fonctionnement, avantages et inconvénients, ainsi on parle sur les réseaux de capteurs.

I.2. Historique

Le terme « internet of things » est née en 1999 au centre MIT (Massachusetts Institute of technology), grâce Kevin Ashton, un chercheur britannique, pionnier dans son domaine (IdO), son équipe lança la promotion d'une connectivité ouvert de tous les objets en utilisant les étiquettes RFID (radio frequency identification) grâce à l'apparition du nouveau protocole IPV6, des secteurs comme l'aéronautique s'emparent rapidement du concept de l'internet des objets, et participant aux recherche. Ce concept de l'IoT commence à connaître une popularité en 2007, on a envisagé alors de mettre en place un internet des objets global.

Maintenant, il y a plus de 50 milliards d'appareils IoT en 2020, et ces appareils généreront 4,4 zettaoctets de données cette année. (Un zettaoctet est un billion de giga-octets.) En comparaison, en 2013, les appareils IoT ont généré seulement 100 milliards de giga-octets. Le montant d'argent à gagner sur le marché de l'IoT est également stupéfiant ; les estimations

de la valeur du marché en 2025 varient de 1,6 billion de dollars à 14,4 billions de dollars. [1]

[2] [5]

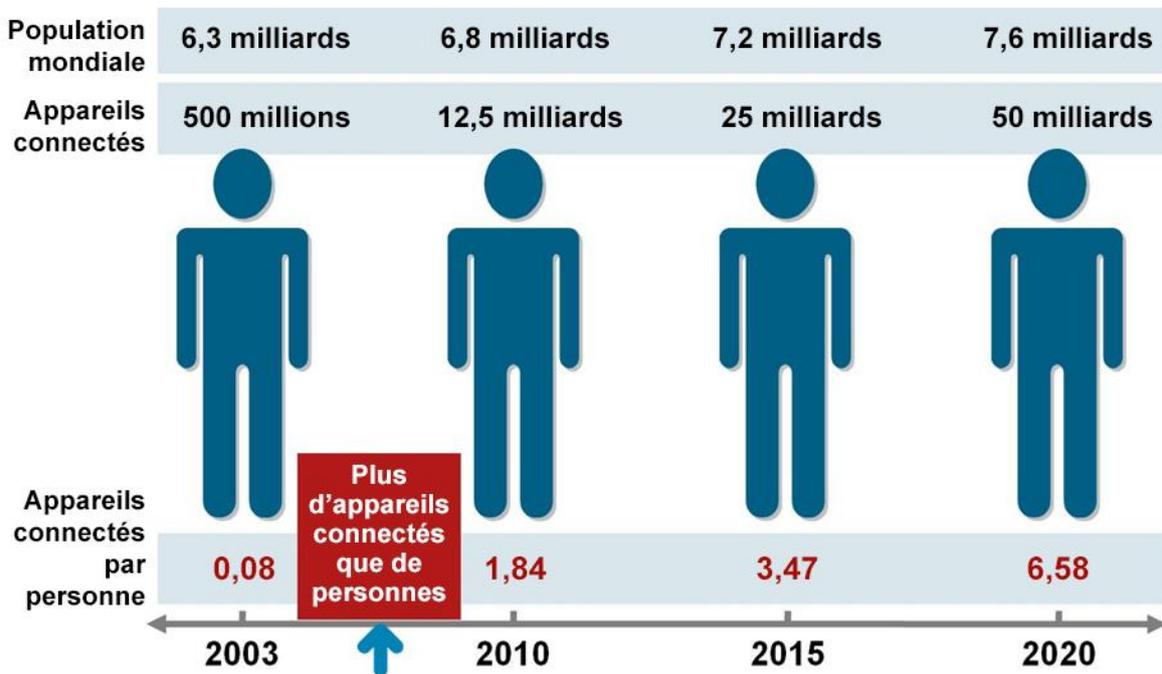


Figure I.01 : Représentation des statistiques sur l'iot

I.3. Définition

I.3.1. IOT

Le groupe de travail Internet of Things Global Standards Initiative (IoT-GSI), piloté par l'International Télécommunication Union (ITU), considère l'IoT comme « une infrastructure mondiale au service de la société de l'information » permettant « d'offrir des services évolués en interconnectant des objets (physiques et virtuels) grâce à l'interopérabilité de technologies de l'information et de la communication existantes ou en évolution. [3] [5]

De son côté, l'IEEE définit l'IoT comme un « réseau d'éléments chacun muni de capteurs qui sont connectés à Internet ». [3] [5]

L'IoT-GSI définit également un objet connecté comme un équipement possédant les sept attributs suivants :

- ✓ Capteurs
- ✓ Connectivité à Internet
- ✓ Processeurs
- ✓ Efficacité énergétique
- ✓ Coût optimisé
- ✓ Fiabilité
- ✓ Sécurité

- **Exemple d'application IoT 3 : Les villes intelligentes**

Les villes intelligentes peuvent être considérées comme des villes de l'avenir et la vie intelligente, et par le taux d'innovation de la création de villes intelligentes d'aujourd'hui, il sera devenu très faisable pour entrer la technologie IoT dans le développement des villes.

Par l'IoT, les villes peuvent être améliorées à plusieurs niveaux, en améliorant les infrastructures, en améliorant les transports...etc



Figure I.03 : Représentation des constituants d'une ville intelligente

- **Exemple d'application IoT 4 : Smart Factory**

Dans une chaîne d'approvisionnement mondiale, les entreprises pourront suivre tous leurs produits au moyen d'étiquettes d'identification par radiofréquence (RFID).

De plus, la maintenance des machines sera facilitée par des capteurs connectés, permettant une surveillance en temps réel de la santé et des performances des équipements de l'usine.



Figure I.04 : Smart factory

- **Exemple d'application IoT 5 : Smart Retail**

Veut dire (vente au détail intelligente). L'IoT répond à la fois aux besoins des clients et aux besoins de l'entreprise : comparaison des prix d'un produit, la recherche d'autres produits de même qualité à des prix inférieurs, avec des promotions de magasin, donnant des informations non seulement aux clients mais aussi aux magasins et aux entreprises. La possession de ces informations en temps réel aide les entreprises à améliorer leur activité et à satisfaire les besoins des clients.

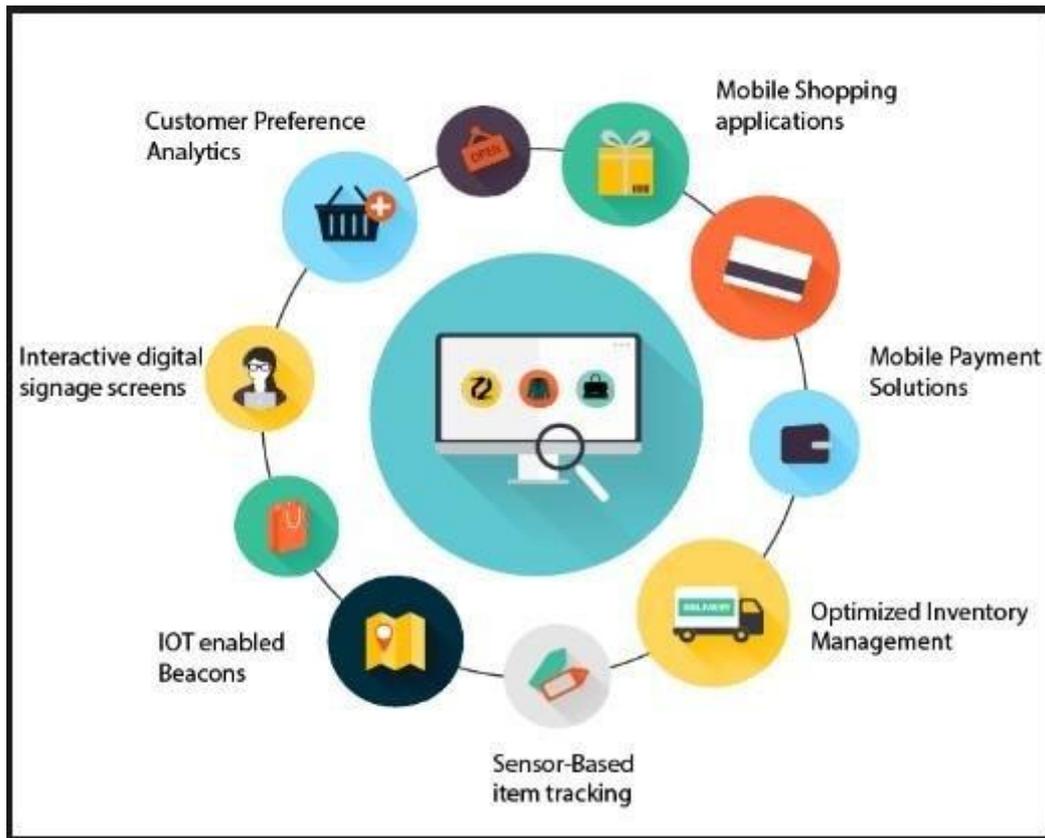


Figure I.05 : Smart retail

- Exemple d'application IoT 6 : E-Health

Le contrôle et la prévention sont deux des principaux objectifs des futurs soins de santé. Déjà aujourd'hui, les gens ont la possibilité d'être suivis et surveillés par des spécialistes même si le patient et le spécialiste ne sont pas au même endroit. Retracer l'historique de santé des personnes est un autre aspect qui rend la cyber santé assistée par l'IoT très polyvalente.

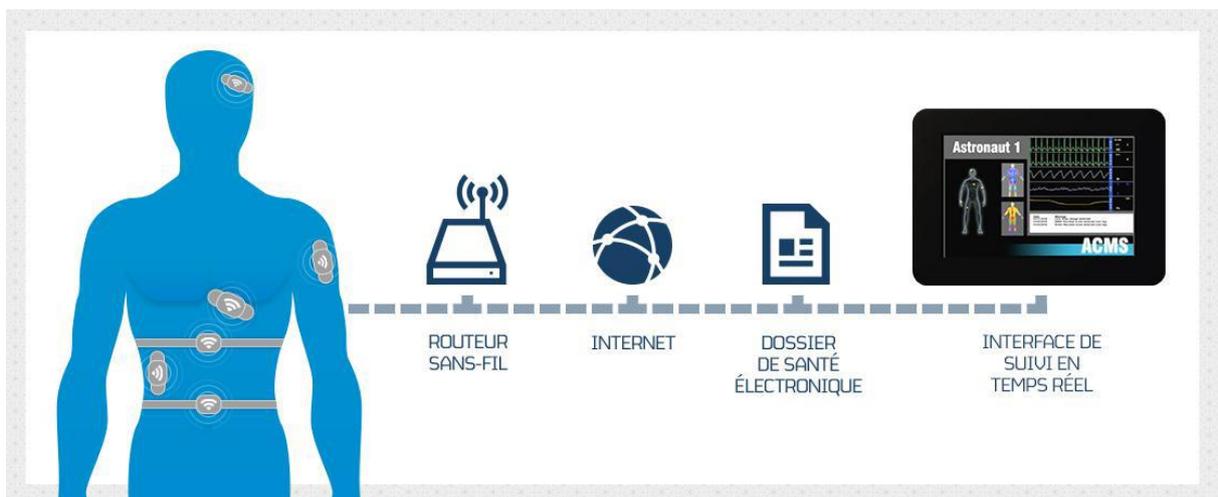


Figure 06 : Représente d'un système de santé électronique

I.5. Les Composants De L'IOT

Nous avons entendu parler de l'Internet des objets, l'IoT qui permet la connexion de nos appareils intelligents et des objets au réseau pour fonctionner efficacement et à distance. [4]

Le tableau suivant présente les composants principaux de l'IOT :

Composants	Définition
Objets physiques	Un objet connecté est un objet physique équipé de capteurs ou d'une puce qui lui permettent de transcender son usage initial pour proposer de nouveaux services. Il s'agit d'un matériel électronique capable de communiquer avec un ordinateur, un smartphone ou une tablette via un réseau sans fil (Wi-Fi, Bluetooth, réseaux de téléphonie mobile réseau radio à longue portée de type Sigfox ou LoRa, etc.), qui le relie à Internet ou à un réseau local
Capteurs	Ils sont installés sur les objets connectés, ils sont plus ou moins intelligents, selon qu'ils intègrent ou non eux-mêmes des algorithmes d'analyse de données, et qu'ils soient pour certains auto-adaptatifs. Les capteurs connus sont : Capteurs de température et thermostats, Capteurs de pression, Humidité / niveau d'humidité, Détecteurs d'intensité lumineuse, Capteurs d'humidité, Détection de proximité, Étiquettes RFID
Gens	Exemple : Les humains peuvent contrôler l'environnement via des applications mobiles
Prestations de service	Exemple : Services Cloud - peuvent être utilisés pour : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Traiter les Big Data et les transformer en informations précieuses ✓ Construire et exécuter des applications innovantes ✓ Optimiser les processus métier en intégrant les données de l'appareil
Plateformes	Elle est considérée comme un type d'intergiciel utilisé pour connecter les composants IoT (objets, personnes, services, etc.) à l'environnement l'IoT.
Réseaux	Les composants IoT sont liés entre eux par des réseaux, utilisant diverses technologies, normes et protocoles sans fil et filaire.

Tableau 01 : Tableau des composants de l'IOT

I.6. Le fonctionnement de l'IOT

Les éléments de base de l'IoT sont des appareils qui collectent des données. D'une manière générale, ce sont des appareils connectés à Internet, ils ont donc chacun une adresse IP. Ils varient en complexité, des véhicules autonomes qui transportent des produits autour des étages des usines aux simples capteurs qui surveillent la température dans les bâtiments. Ils comprennent également des appareils personnels tels que des trackers de fitness qui surveillent le nombre de pas que chaque individu fait chaque jour. Pour que ces données soient utiles, elles doivent être collectées, traitées, filtrées et analysées, chacune pouvant être traitée de différentes manières.

La collecte des données se fait en les transmettant des appareils à un point de collecte. Le déplacement des données peut être effectué sans fil à l'aide d'une gamme de technologies ou sur des réseaux câblés. Les données peuvent être envoyées sur Internet à un centre de données ou à un cloud disposant d'une capacité de stockage et de calcul ou le transfert peut être organisé, avec des appareils intermédiaires agrégeant les données avant de les envoyer.

Le traitement des données peut avoir lieu dans des centres de données ou dans le cloud, mais parfois ce n'est pas une option. Dans le cas d'appareils critiques tels que les arrêts en milieu industriel, le délai d'envoi des données de l'appareil vers un centre de données distant est trop important. Le temps d'aller-retour pour envoyer des données, les traiter, les analyser et renvoyer des instructions (fermer cette vanne avant l'éclatement des tuyaux) peut prendre trop de temps. Dans de tels cas, le calcul périphérique peut entrer en jeu, où un périphérique intelligent peut agréger des données, les analyser et façonner des réponses si nécessaire, le tout à une distance physique relativement proche, réduisant ainsi le retard. Les périphériques Edge ont également une connectivité en amont pour envoyer des données à traiter et à stocker. [4] [5] [11]

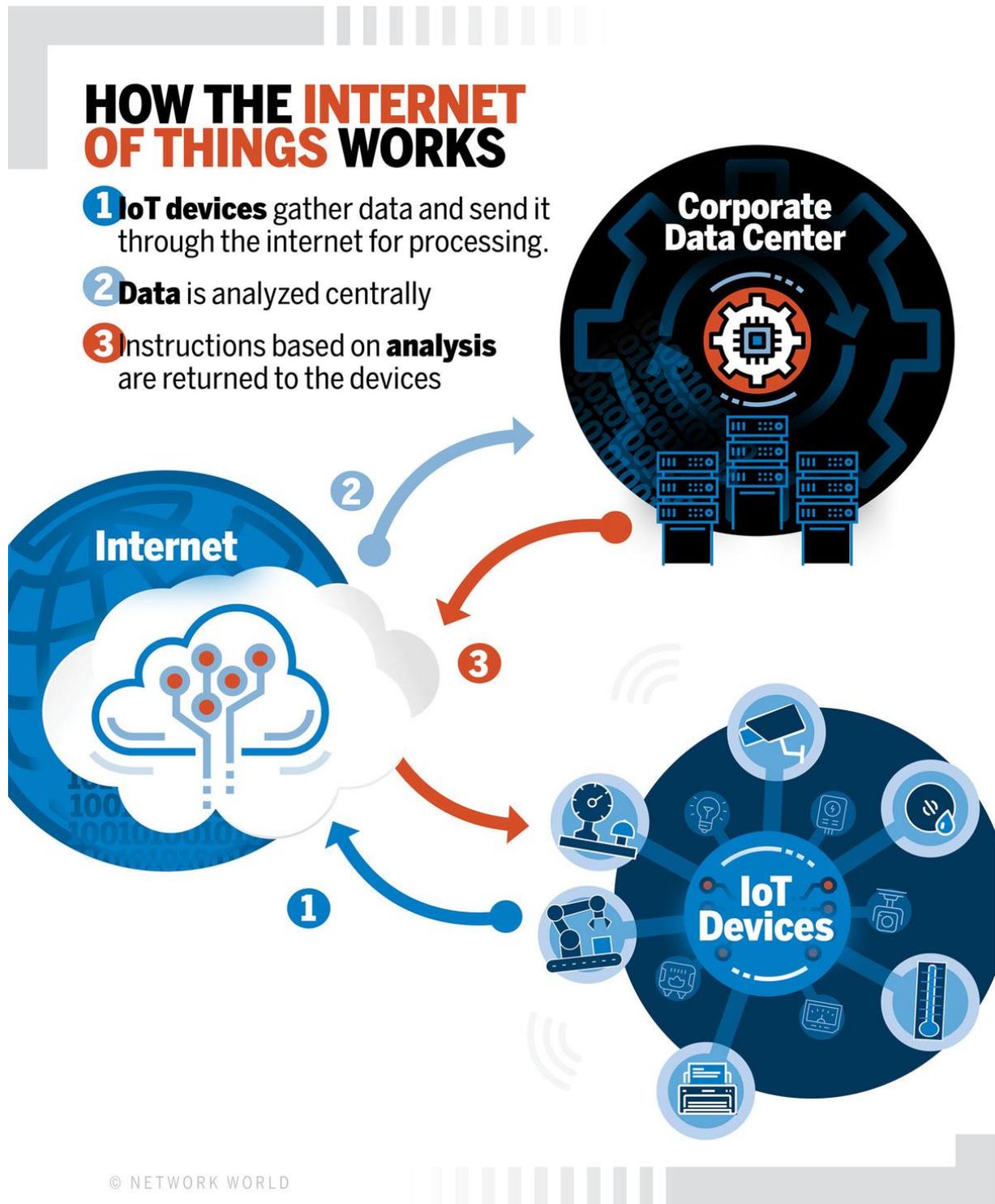


Figure I.07 : Représentation du fonctionnement de l'iot

I.7. Avantages et inconvénients de l'IoT

Certains des avantages de l'IoT sont les suivants :

- ✓ Possibilité d'accéder aux informations de n'importe où et à tout moment sur n'importe quel appareil.
- ✓ Communication améliorée entre les appareils électroniques connectés.
- ✓ Le transfert de paquets de données sur un réseau connecté permettant d'économiser temps et argent.
- ✓ Automatiser les tâches contribuant à améliorer la qualité des services d'une entreprise et à réduire le besoin d'intervention humaine. [6]

Certains inconvénients de l'IoT sont les suivants :

- ✓ À mesure que le nombre d'appareils connectés augmente et que davantage d'informations sont partagées entre les appareils, le potentiel d'un pirate informatique de voler des informations confidentielles augmente également.
- ✓ Les entreprises devront éventuellement faire face à un nombre considérable - peut-être même des millions - d'appareils IoT, et la collecte et la gestion des données de tous ces appareils seront difficiles.
- ✓ S'il y a un bug dans le système, il est probable que chaque appareil connecté soit corrompu.
- ✓ Comme il n'y a pas de norme internationale de compatibilité pour l'IoT, il est difficile pour les appareils de différents fabricants de communiquer entre eux. [6]

I.8. Les réseaux de capteurs

Les réseaux de capteurs sans fil ont connu une croissance importante, depuis leur introduction il y a près de deux décennies, avec des applications dans divers domaines de la vie quotidienne. Vu dans le cadre de l'Internet des objets (IoT), il devrait être encore élargi à la fois en nombre d'appareils et en catégories d'applications prises en charge. Ces environnements modernes prennent en charge les applications omniprésentes pour les environnements d'assistance, comme les voitures de santé personnalisées, les applications de maison intelligente et de ville intelligente, etc. [8]

Un capteur est un appareil électronique qui détecte les sens ou mesure les stimuli physiques de l'environnement du monde réel et convertit le signal des stimuli sous forme analogique ou numérique. [8]

Il n'est pas limité à un simple appareil qui ne peut détecter qu'une valeur scalaire. Des capteurs multimédias capables de détecter des données multimédias (c.-à-d. Vidéo, audio ou image) sont actuellement disponibles et intègrent des réseaux de capteurs étroitement traditionnels dans un large éventail de domaines d'application. [8]

Les capteurs peuvent être classés en fonction des paramètres qu'ils mesurent :

- ✓ Mécanique (par exemple position, force, pression, etc.).
- ✓ Thermique (par exemple température, flux de chaleur).
- ✓ Champs électrostatiques ou magnétiques.
- ✓ Intensité de rayonnement (par exemple électromagnétique, nucléaire).
- ✓ Chimique (par exemple humidité, ion, concentration de gaz).
- ✓ Biologique (par exemple toxicité, présence d'organismes biologiques) etc.
- ✓ Militaire - suivi de l'ennemi ou surveillance du champ de bataille. [8]

I.8.1. Architecture d'un réseau capteur sans fil

Un RCSF est composé d'un ensemble de nœuds capteurs. Ces nœuds capteurs sont organisés en champs « sensor fields » (voir figure suivante). Chacun de ces nœuds a la capacité de collecter des données et de les transférer au nœud passerelle (dit "sink" en anglais ou puits) par l'intermédiaire d'une architecture multi-sauts. Le puits transmet ensuite ces données par Internet ou par satellite à l'ordinateur central « Gestionnaire de tâches » pour analyser ces données et prendre des décisions. [9]

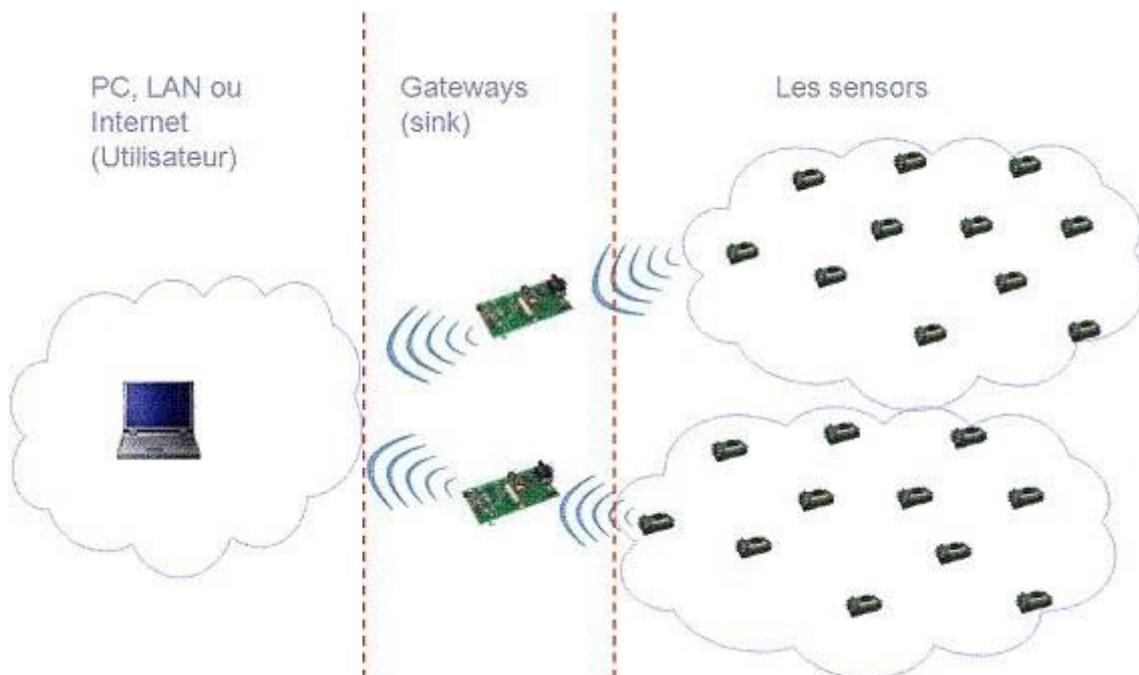


Figure I.08 : Architecture d'un RCSF

I.8.2 Applications des réseaux de capteurs sans fil

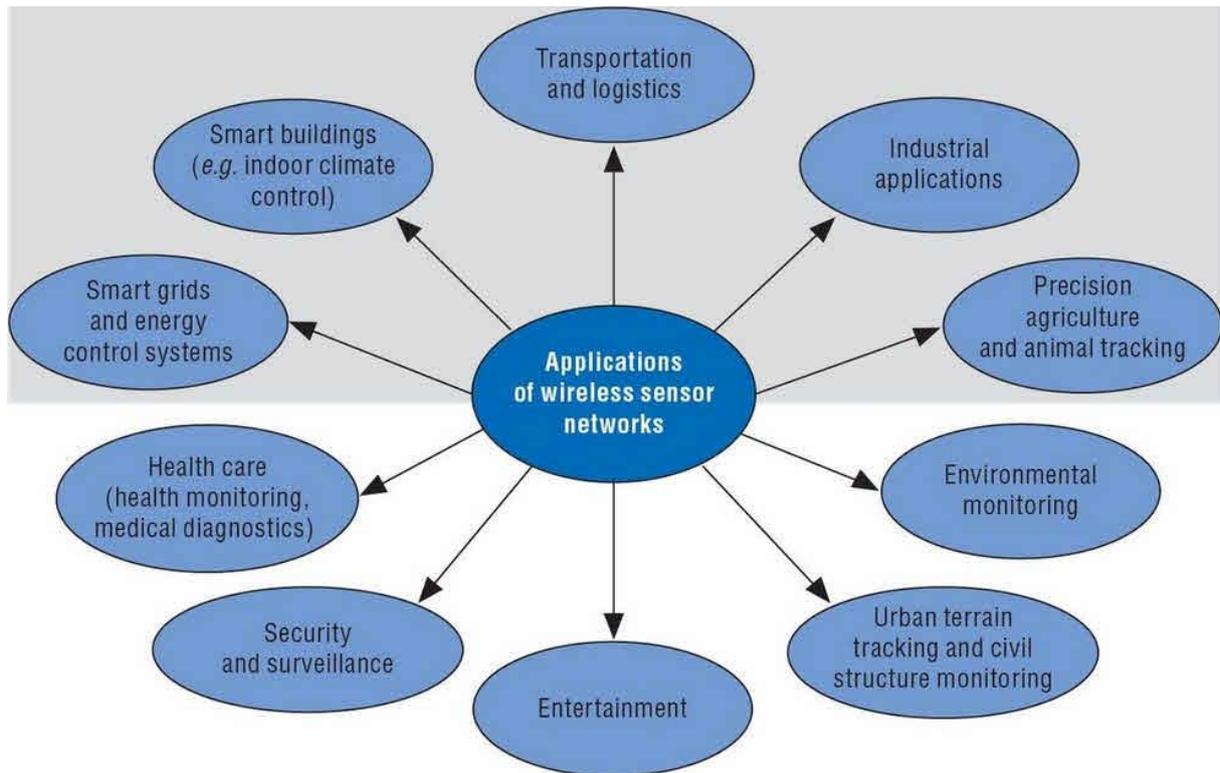


Figure I.09 : Applications des réseaux de capteurs sans fil

- ✓ Ces réseaux sont utilisés dans les suivis environnementaux, tels que la détection des forêts, le suivi des animaux, la détection des inondations, les prévisions et les prévisions météorologiques, ainsi que dans des applications commerciales comme la prévision et la surveillance de l'activité sismique.
- ✓ Les applications militaires, telles que les applications de surveillance de suivi et de surveillance de l'environnement utilisent ces réseaux. Les nœuds de capteur des réseaux de capteurs sont déposés dans le champ d'intérêt et sont contrôlés à distance par un utilisateur. Le suivi des ennemis, les détections de sécurité sont également effectuées en utilisant ces réseaux.
- ✓ Les applications de santé, telles que le suivi et la surveillance des patients et des médecins utilisent ces réseaux.
- ✓ Les applications de réseaux de capteurs sans fil les plus fréquemment utilisées dans le domaine des systèmes de transport, telles que la surveillance du trafic, la gestion dynamique du routage et la surveillance des parkings, etc., utilisent ces réseaux.
- ✓ La réponse rapide aux urgences, la surveillance des processus industriels, le contrôle automatisé du climat des bâtiments, la surveillance des écosystèmes et des habitats, la surveillance de la santé des structures civiles, etc., utilisent ces réseaux. [7] [8] [10]

9. Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté une étude détaillée sur l'internet des objets (IOT), ça définition, leurs domaine d'application, ces composants et son fonctionnement et bien sur des avantages et inconvénients.

Presque la même chose pour les réseaux capteurs, leurs fonctionnement et applications.

Chapitre II : GSM

CHAPITRE II

GSM

II.1. Introduction

Les réseaux de communication mobile (MCN) sont un type de réseaux de télécommunications avec un ensemble de terminaux, d'entités et de nœuds connectés les uns aux autres via des liaisons qui permettent la télécommunication entre les utilisateurs des terminaux. Les entités représentent des personnes utilisant des appareils mobiles portables, et en même temps, elles communiquent entre elles par des messages ou des signaux d'appel vocaux. MCN est pris en charge et offert par de nombreuses technologies telles que le système mondial de communications mobiles (GSM), le service général de radiocommunication par paquets (GPRS).

Depuis les débuts du développement du GSM, la planification du réseau du système GSM a subi d'importantes modifications afin de répondre à la demande toujours croissante des opérateurs et des utilisateurs mobiles avec des problèmes de capacité et de couverture. La planification du réseau radio est peut-être la partie la plus importante de tout le processus de conception en raison de sa proximité avec les utilisateurs mobiles.

Le GSM (Global System for Mobile communications), est un système cellulaire et numérique de télécommunication mobile. L'utilisation du numérique pour transmettre les données permet des services et des Possibilités élaborées par rapport à tout ce qui a existé.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les caractéristiques principales du système GSM et son architecture.

II.2. Historique

Durant des siècles, l'homme s'est contenté de la parole ou des écrits comme seuls moyens de communication entre deux personnes éloignées d'une distance importante.

En 1982, lors de la Conférence Européenne des Postes et Télécommunications (CEPT) que fut créé le Groupe Spécial Mobile (GSM).

En 1985, la Commission Européenne annonce l'imposition de la norme issue du GSM.

En 1987, le choix est arrêté sur la transmission numérique AMR.

En 1989, les travaux du Groupe Spécial Mobile "GSM" sont transférés au comité "SMG" de l'Européen Télécommunication Standards Institute (ETSI), qui poursuit les tâches de

normalisations. Notons que c'est cette comité qui mettra au point le module d'identité d'abonné SIM.

Le groupe "GSM" change alors de signification : de "Groupe Spécial Mobiles" il devient "Global System for Mobile communications"

En 1991 fût réalisé la première communication entre un mobile et un abonné fixe. Les premiers terminaux sont représentés au Salon Télécom à Genève cette même année. Puis on assiste à l'ouverture des systèmes d'essai à Paris.

Et c'est en 1992 que fût ouvert le système GSM ITINERIS de France Telecom, rejoint plus tard par SFR du groupe Cegetel et par Bouygues Telecom (1994).

L'explosion du marché des mobiles, sa croissance soutenue et l'apparition de nouveaux services amènent les réseaux GSM actuels à leur limite. Le débit de 9,6 kb/s, défini à l'origine, est insuffisant pour couvrir les nouveaux besoins de transferts de données et constitue un frein à la diffusion de contenus multimédias.

Les premières applications WAP (norme permettant l'affichage de pages Web sur les Mobiles) sur réseau sans fil souffrent encore de temps de connexion et de réponse trop long, surtout quand les appels sont facturés à la durée. De plus, la qualité de service est encore insuffisante et la fiabilité des communications doit être améliorée.

Les nouvelles normes de téléphonie hauts débits, tels GPRS, EDGE et UMTS devraient résoudre ces problèmes et bouleverser à terme les possibilités.

Le développement des communications mobiles et sans fil a été traditionnellement considérée comme une séquence de générations successives. La première génération de téléphonie mobile analogique a été suivie par la deuxième génération ou numérique. La troisième génération permet une transmission de données multimédia complète ainsi que des communications vocales. La quatrième génération est entièrement basée sur le protocole Internet (IP), y compris les communications vocales, et augmente le débit en parallèle de ces activités liées à l'évolution des technologies sans fil actuelles de quatrième génération (4G). La cinquième génération (5G), elle progresse les performances et la fourniture de services des systèmes sans fil, en fournissant des débits de données allant jusqu'à 200 Mbps avec une couverture étendue et jusqu'à 1 Gbps avec une couverture locale. [12]

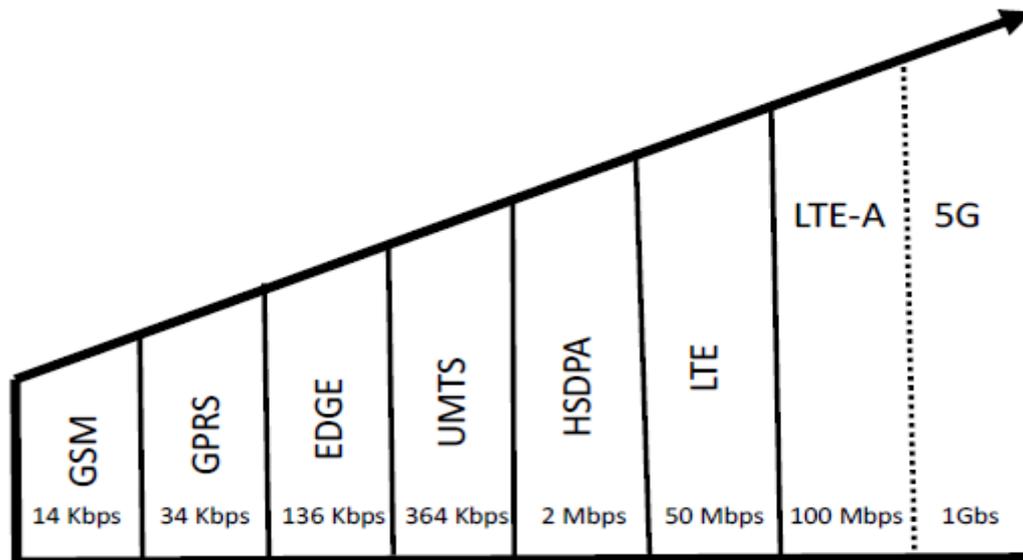


Figure II.1 : Evolution de générations mobiles

II.3. La carte SIM

La carte SIM est une carte à puce à microprocesseur, qui s'insère dans un terminal dont l'identification s'effectue exclusivement par celle-ci.

La principale fonction de la carte SIM est de contenir et de gérer un certain nombre d'informations, elle se comporte donc comme une mini base de données. [13]

On peut résumer ces informations dans le tableau ci-dessous :

Paramètres	Commentaires
Données administratives	
PIN / PIN2	Mot de passes demandé à chaque connexion
PUK / PUK2	Code pour débloquer une carte
Langue	Langue choisie par l'utilisateur
Données liées à la sécurité	
La clé K_i	Valeur unique, connue par la SIM et le HLR
CKSN	Séquence de chiffrement
Données relatives à l'utilisateur	
IMSI	Numéro international de l'abonné
MSISDN	Numéro d'appel d'un téléphone GSM
Données de roaming	
TMSI	Numéro attribué temporairement par le réseau à un abonné
Location updating status	Indique si une mise à jour de la localisation est nécessaire
Données relatives au réseau	
Mobile Country Cod (MCC)	Identifiant du pays de l'abonné
Mobile Network Code (MNC)	Identifiant du réseau de l'abonné
Numéros de fréquence absolus	Fréquence utilisée par le PLMN

Tableau 02 : Tableau qui présent les informations de carte SIM

II.4. Le concept cellulaire

Au début de la téléphonie mobile, le but était d'atteindre une grande surface avec une seule antenne puissante, située de préférence sur une grande tour.

Avec ce système il était impossible de réutiliser les fréquences sur la surface couverte par l'antenne et par conséquent le nombre d'utilisateurs était limité. Le concept cellulaire a beaucoup apporté dans le design des réseaux pour résoudre le problème de l'encombrement du trafic et pour permettre à l'opérateur d'utiliser les fréquences à disposition avec plus d'efficacité. Avec ce concept nous admettons qu'une cellule sert une surface beaucoup plus petite à l'aide d'une station de base.

Le nombre de canaux alloué à une station représente seulement une portion de tous les canaux alloués au système complet.

Un canal est en général composé d'une fréquence. Les stations voisines les unes des autres ont droit à des canaux différents pour qu'elles ne s'empêtent pas.

Par contre nous pouvons utiliser des canaux (fréquences) identiques si deux cellules sont suffisamment éloignées l'une de l'autre. Ceci permet ainsi de résoudre le problème de l'encombrement, ou en d'autres termes un plus grand nombre d'utilisateurs pourra faire usage du téléphone cellulaire simultanément. Plus le nombre de cellules est grand pour une surface donnée, plus le nombre d'utilisateurs pourra être grand également. La puissance d'émission doit être adaptée à la dimension de la cellule.

A la campagne les cellules sont de dimension plus importante étant donnée le faible nombre d'utilisateurs.

La planification des fréquences consiste à attribuer des fréquences (canaux) à des cellules. Nous pouvons utiliser un même ensemble de canaux pour des cellules suffisamment éloignées. On parle alors de « réutilisation de fréquences ». [14]

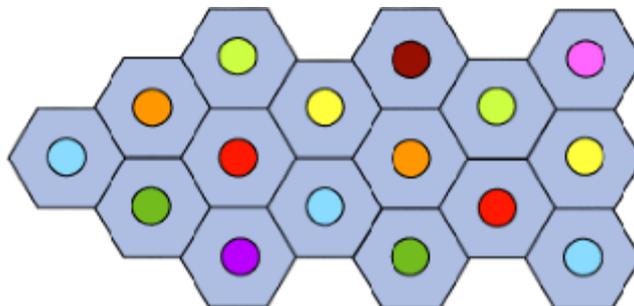


Figure II.2 : Concept d'une cellule GSM

II.5. Cellule

On appelle cellule, une surface géographique de service du réseau couverte par des antennes (couverture) sur laquelle il y a la disponibilité d'un canal de transmission donnée (voie balise), constitué d'une voie radio électrique caractérisée par une fréquence donnée ou un couple de fréquences données selon les services assurés.

Les cellules sont disposées de façon adjacente les unes contre les autres et peuvent couvrir un rayon variant de 5 à 20 Km, c'est-à-dire qu'elles peuvent desservir les abonnés situés dans un cercle de 10 à 40 Km de diamètre.

La cellule joue le rôle d'interface entre le mobile et le central cellulaire, elle assure donc les fonctions suivantes :

- ✓ Affectation des canaux de communication aux mobiles,
- ✓ Emission permanente de la signalisation,
- ✓ Supervision de la communication.

La dimension d'une cellule est fonction de la puissance de son émetteur-récepteur. Si un émetteur-récepteur est très puissant, alors son champ d'action sera très vaste, mais sa bande de fréquence peut être rapidement saturée par des communications. Par contre, en utilisant des cellules plus petites, (émetteur-récepteur moins puissant) alors la même bande de fréquence pourra être réutilisée plus loin, ce qui augmente le nombre de communications possibles.

Dans la conception d'un réseau cellulaire, il faut considérer les aspects suivants :

- ✓ La topographie (bâtiments, collines, montagnes, etc.).
- ✓ La densité de la population (ou de communications) pour établir la dimension de cellule.
- ✓ Deux cellules adjacentes ne peuvent utiliser la même bande de fréquence afin d'éviter les interférences. La distance entre deux cellules ayant la même bande doit être de 2 à 3 fois le diamètre d'une cellule.

Il faut noter que la taille des cellules n'est pas la même sur tout le territoire. En effet, celle-ci dépend :

- ✓ Du nombre d'utilisateurs potentiels dans la zone.
- ✓ De la configuration du terrain (relief géographique, présence d'immeubles).
- ✓ De la nature des constructions (maisons, buildings, immeubles en béton, ...) et de la localisation (rurale, suburbaine ou urbaine) et donc de la densité des constructions.

Chaque cellule est caractérisée par :

- ✓ La puissance d'émission normale de sa BTS (dans cette zone le niveau de champ électrique doit être supérieur à un seuil déterminé.
- ✓ Sa fréquence de porteuse utilisée pour l'émission radio électrique.
- ✓ Le réseau auquel elle est interconnectée. [14]

II.6. Présentation de la norme GSM

Le GSM est la première norme de téléphonie cellulaire de seconde génération qui soit pleinement numérique, c'est la référence mondiale pour les systèmes radio mobiles. Le réseau GSM offre à ses abonnés des services qui permettent la communication de stations mobiles de bout en bout à travers le réseau. La téléphonie est la plus importante des services offerts. Ce réseau permet la communication entre deux postes mobiles ou entre un poste mobile et un poste fixe. Les autres services proposés sont la transmission de données à faibles débits et la transmission de messages alphanumériques courts. [15]

II.7. L'architecture du réseau GSM

Un réseau GSM compte une (ou plusieurs) station de base par cellule. La station mobile choisit la cellule selon la puissance du signal.

Une communication en cours peut passer d'une cellule à l'autre permettant ainsi la mobilité des utilisateurs. [16] [17]

Un réseau GSM est constitué de trois sous réseau :

- ✓ Le sous-système radio : BSS - Base Station Subsystem
- ✓ Le sous-système réseau : NSS – Network Subsystem.
- ✓ Le sous-système opération : OSS – Operation Subsystem.

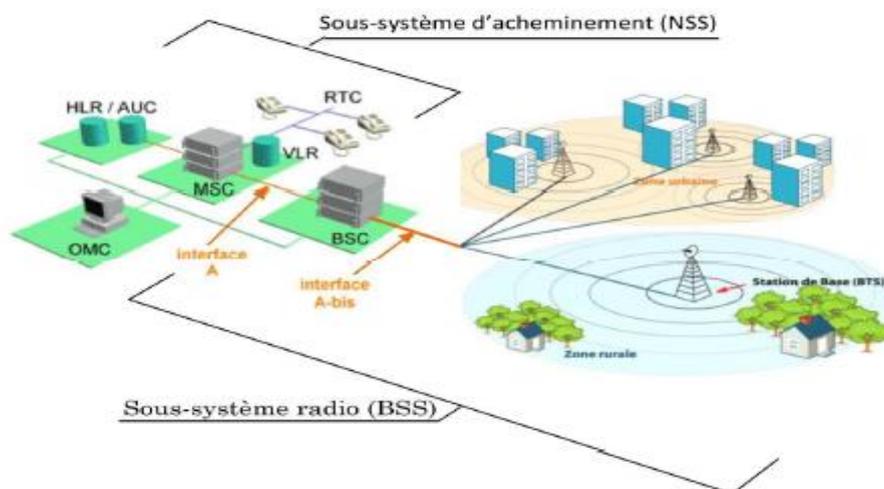


Figure II.3 : Architecture globale du réseau GSM (01).

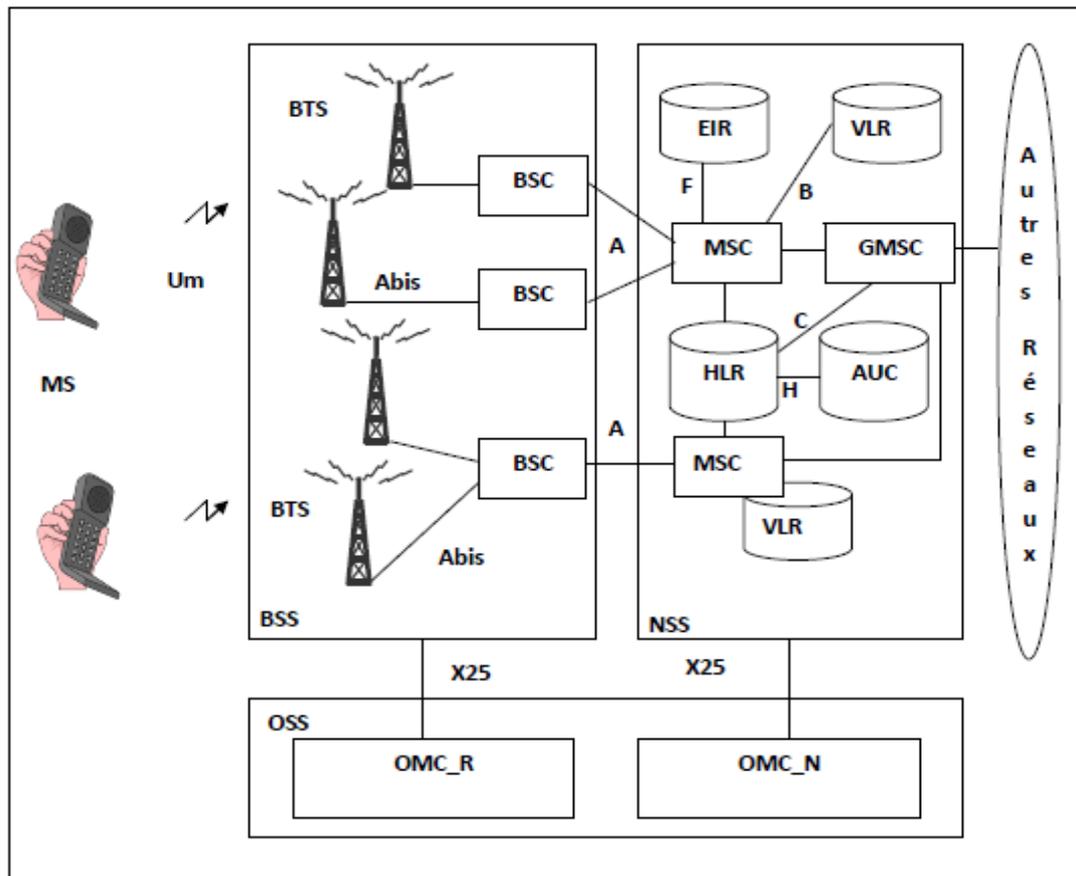


Figure II.4 : Architecture globale du réseau GSM (02).

II.7.1 Sous système radio (BSS)

Le sous-système radio gère la transmission radio. Il est constitué de plusieurs entités dont le mobile (MS), la station de base (BTS) et un contrôleur de station de base (BSC).

II.7.1.1 Station de base (BTS)

La BTS représente la partie radio du réseau GSM, elle relie les stations mobiles à l'infrastructure fixe du réseau.

La BTS est composée d'un ensemble d'émetteurs / récepteurs. Elle assure :

- ✓ La gestion du multiplexage temporel (une porteuse est divisée en 8 slots dont 7 sont alloués aux utilisateurs), et la gestion des sauts de fréquence.
- ✓ Des opérations de chiffrement.
- ✓ Des mesures radio permettant de vérifier la qualité de service ; ces mesures sont transmises directement au BSC.
- ✓ La gestion de la liaison de données (données de trafic et de signalisation) entre les mobiles et la BTS.
- ✓ La gestion de la liaison de trafic et de signalisation avec le BSC.

La capacité maximale typique d'une BTS est de 12 porteuses, soit 96 communications simultanées. En zone urbaine où le diamètre de couverture d'une BTS est réduit, cette capacité peut descendre à 4 porteuses soit 24 communications.



Figure II.5 : Station BTS

II.7.1.2 Contrôleur de station de base (BSC)

Ce sont des concentrateurs de BTS. Ils gèrent les ressources radioélectriques et le fonctionnement d'un certain nombre de stations de base notamment les handovers tandis que les BTS ne font qu'appliquer les décisions prises par le BSC. Un BSC standard peut contrôler une soixantaine de BTS, ce nombre peut être réduit en zone rurale. Le BSC est connecté aux BTS par l'interface Abis et aux MSC par l'interface A.

II.7.2 Sous système réseau (NSS)

Le rôle principal de ce sous-système est de gérer les communications entre les abonnés et les autres usagers qui peuvent être d'autres abonnés, des usagers sur le réseau RNIS ou des usagers de réseaux téléphoniques fixes.

II.7.2.1 Commutateur (MSC)

Cet élément peut être considéré comme le cœur d'un système cellulaire puisqu'il fait la gestion des appels et de tout ce qui est lié à l'identité des abonnés, à leur enregistrement et à leur localisation. Le MSC agit en somme comme un nœud d'un réseau commuté.

II.7.2.2 Enregistreur de localisation des visiteurs (VLR)

Cette base de données contient temporairement des informations sur les abonnés qui visitent une région desservie par un MSC autre que celui auquel ils sont abonnés. Ces informations proviennent du HLR auquel l'abonné est enregistré et indiquent les services auxquels l'abonné a droit. Ce transfert d'informations se fait qu'une seule fois et n'est effacé que lorsque l'abonné ferme son appareil ou quitte la région du MSC courant.

En procédant ainsi, le VLR n'a pas à interroger le HLR chaque fois qu'une communication est demandée par ou pour l'abonné visiteur.

Il est à noter que le VLR est toujours associé à un MSC.

II.7.2.3 Enregistreur de localisation nominale (HLR)

Il s'agit d'une base de données contenant les informations sur les abonnés appartenant à la région desservie par le commutateur de services mobiles (MSC).

II.7.2.4 Centre d'authentification (AUC)

L'AUC est une base de données protégée qui contient une copie de la clé secrète inscrite sur la SIM de chaque abonné. Cette clé est utilisée pour vérifier l'authenticité de l'abonné et pour l'encryptage des données envoyées.

II.7.2.5 Enregistreur des identités des équipements (EIR)

Chaque terminal mobile est identifié par un code IMEI. Le registre EIR contient la liste de tous les terminaux valides. Une consultation de ce registre permet de refuser l'accès au réseau à un terminal qui a été déclaré perdu ou volé.

II.7.3 Le sous-système d'exploitation et de maintenance (OSS)

Ce sous-système est branché aux différents éléments du sous-système réseau de même qu'au contrôleur de station de base (BSC). Par une vue d'ensemble du réseau, l'OSS contrôle le trafic au niveau du BSS.

II.7.4 La station mobile (MS)

La station mobile est constituée du téléphone portable à proprement parler mais aussi d'une carte appelée carte SIM, qui est indispensable pour accéder au réseau. Cette carte contient, sur un microprocesseur, les informations personnelles de l'abonné. Ce dernier peut donc, par insertion de la carte SIM dans n'importe quel téléphone portable, recevoir des appels, en donner et avoir accès à tous les services qu'il a souscrit : le téléphone portable et l'utilisateur sont totalement indépendants.

Le téléphone portable est identifié par le numéro IMEI. Ce numéro renseigne sur le type d'équipement, l'identité du constructeur et le numéro de série.

La carte SIM contient le numéro IMSI, mais aussi une clé secrète pour la sécurité, ainsi que d'autres informations. Les numéros IMEI et IMSI sont indépendants, ce qui permet la séparation du téléphone portable et de l'utilisateur. De plus, la carte SIM protège l'abonné des connections frauduleuses par l'introduction d'un numéro d'identité personnel (code PIN) lors de l'accès au réseau. [18] [19] [20]

Nous distinguons trois types de stations mobiles :

- ✓ Les stations mobiles embarquées (classe 1) de puissance 20 W
- ✓ Les mobiles portables (classe 2) de 8 W.
- ✓ Les mobiles portatifs de (classe 3) 5 W, (4) 2 W et (5) 0.8 W.
- ✓ Les mobiles portatifs 2 W sont actuellement les plus répandus dans les réseaux GSM.

II.8. Les interfaces du réseau GSM

Les interfaces sont des protocoles permettant de communiquer entre chaque structure réseau GSM. Elles sont un élément essentiel défini dans la norme GSM car ce sont ces interfaces qui déterminent les interconnexions réseaux au niveau international. [21] [22]

Voici le tableau présentant les interfaces dans un système GSM :

Nom	Localisation	Utilisation
Um	MS-BTS	Interface radio
A bis	BTS-BSC	Divers
A	BSC- MSC	Divers
B	MSC-VLR	Divers
C	GMSC-HLR	Interrogation HLR pour appels entrant
D	VLR-HLR	Gestion des informations d'abonnés
E	MSC-MSC	Exécution des handover
E	MSC-GMSC	Transport des messages courts
F	MSC-EIR	Vérification de l'identité du terminal
G	VLR-VLR	Gestion des informations d'abonnés
H	HLR-AUC	Echange des données d'authentification

Tableau 03 : Présentation des interfaces

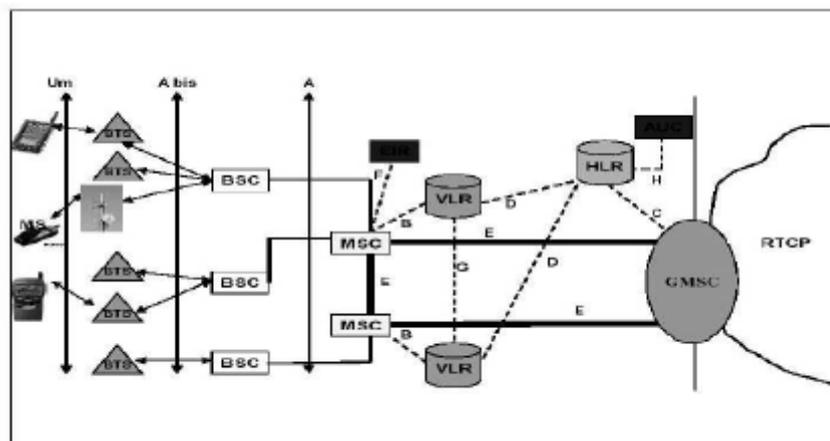


Figure II.6 : Les interfaces du réseau GSM

II.9 La transmission sur l'interface radio

Elle est caractérisée par les méthodes d'accès et les techniques de transmission de la voix et les données, comme la méthode d'accès multiple (TDMA, FDMA, saut de fréquences).

II.9.1 Partage des bandes de fréquences

Les canaux radio sont utilisés pour communiquer dans les deux sens, station mobile et réseau, ils sont décomposés en deux groupes :

- **Canaux montants (Up Link) :** Ce sont deux canaux destinés pour les communications des stations de base vers la station de base ou ils utilisent la bande 890Mhz jusqu'à 915Mhz
- **Canaux descendants (Down Link) :** Ce sont des canaux destinés pour les communications des stations de bases vers les stations mobiles, ils utilisent la bande 935Mhz à 960Mhz.

II.9.2 Différent Types De Multiplexage

II.9.2.1 Les canaux physiques

Pour augmenter la capacité du réseau, le GSM utilise deux techniques pour l'allocation de ses fréquences :

- ✓ L'accès multiple à répartition en fréquence ou le partage en fréquence (FDMA)
- ✓ L'accès multiple à répartition dans le temps ou le partage en temps (TDMA).

A. multiplexage en fréquences FDMA :

La méthode d'accès FDMA (Frequency Division Multiple Access) ou Accès Multiple par Répartition de Fréquences (AMRF) repose sur un multiplexage en fréquences.

Un tel procédé divise la bande de fréquences en plusieurs sous bandes. Chacune est placée sur une fréquence dite porteuse ou carrier qui est la fréquence spécifique du canal. Chaque porteuse ne peut transporter que le signal d'un seul utilisateur. La méthode FDMA est essentiellement utilisée dans les réseaux analogiques.

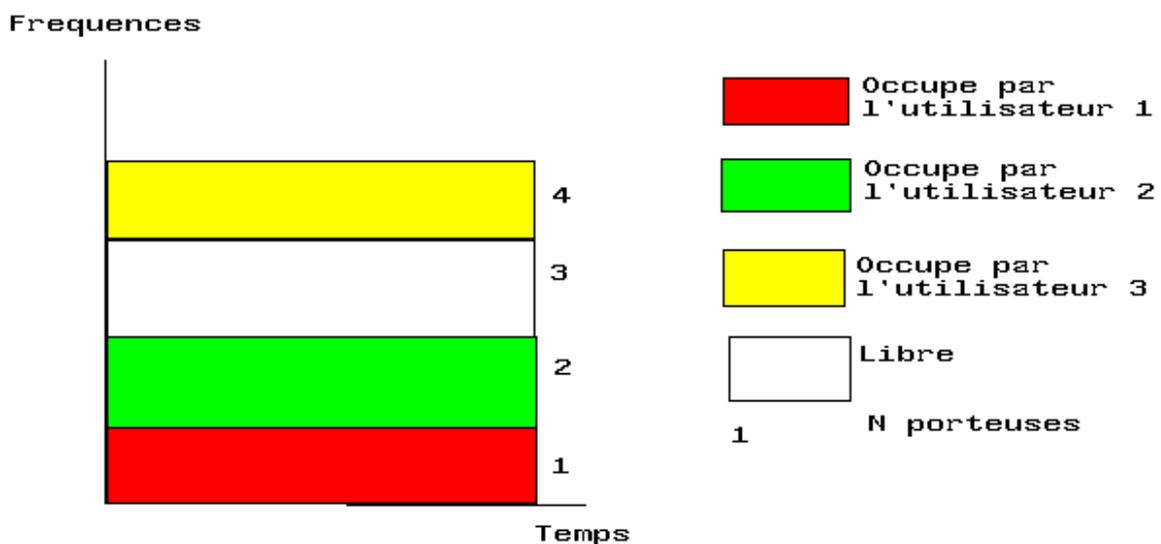


Figure II.7 : Multiplexage en fréquence FDMA

B. Multiplexage en temps TDMA :

La technique d'accès TDMA (Time Division Multiple Access) ou Accès Multiple à Répartition dans le Temps (AMRT) offre la totalité de la bande de fréquences à chaque utilisateur pendant une fraction de temps donnée, dénommée slot (intervalle de temps).

L'émetteur de la station mobile stocke les informations avant de les transmettre sur le slot, autrement dit dans la fenêtre temporelle qui lui a été réservée. Les différents slots sont

regroupés par la suite en trames, le système offrant ainsi plusieurs voies de communication aux différents utilisateurs.

La succession des slots dans les trames forme le canal physique de l'utilisateur. Le récepteur enregistre les informations à l'arrivée de chaque slot et reconstitue. Le signal à la vitesse du support de transmission.

Le TDMA s'applique principalement à la transmission des signaux numériques, contrairement au FDMA conçu pour une transmission analogique. Toutefois la combinaison des deux techniques est possible.

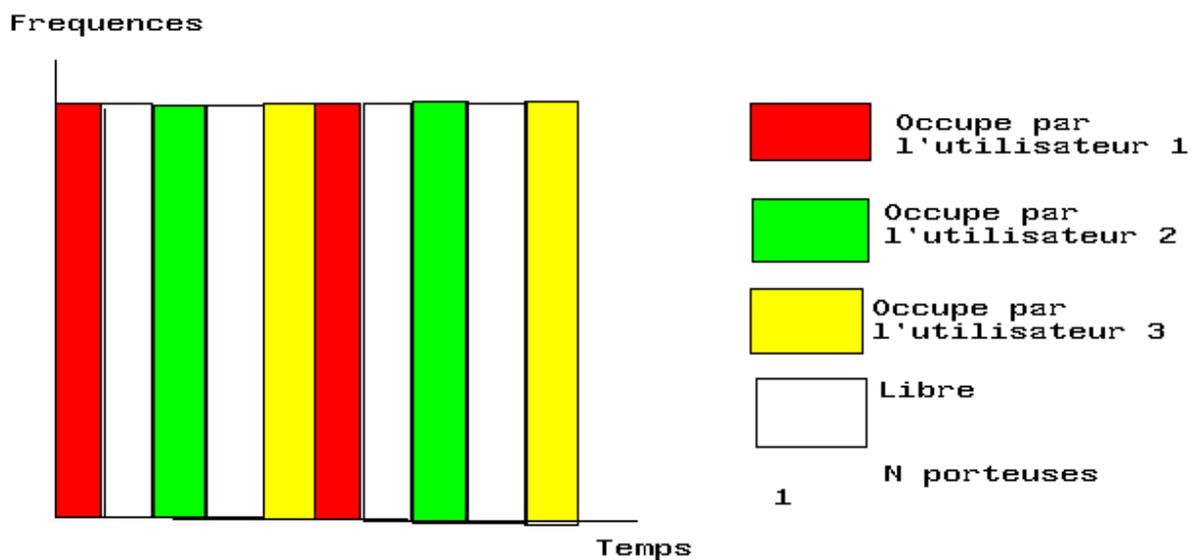


Figure II.8 : Principe Du TDMA.

II.9.2.2 Les canaux logiques

Sur une paire de fréquence, un slot parmi 8 est alloué à une communication avec un mobile donné. Cette paire de slot forme un canal physique duplex.

Ce dernier forme la base de deux canaux logiques :

- ✓ Le TCH (Trafic Channel) qui porte la voie numérisée, mais aussi un petit canal de contrôle.
- ✓ Le SACCH (Slow Associated Control Channel) qui permet principalement le contrôle des paramètres physiques de la liaison.

D'une manière plus générale, il faut prévoir une multitude de fonction de contrôle, en particulier :

- ✓ Diffuser les informations systèmes BCCH (Broadcast Control Channel).
 - ✓ Prévenir les mobiles des appels entrants et faciliter leur accès au système CCCH (Common Control Channel).
 - ✓ Contrôler les paramètres physiques avant et pendant les phases actives de transmission (FACCH, SCH et SACCH).
 - ✓ Fournir des supports pour la transmission de signalisation téléphonique (SDCCH).
- [23] [24]

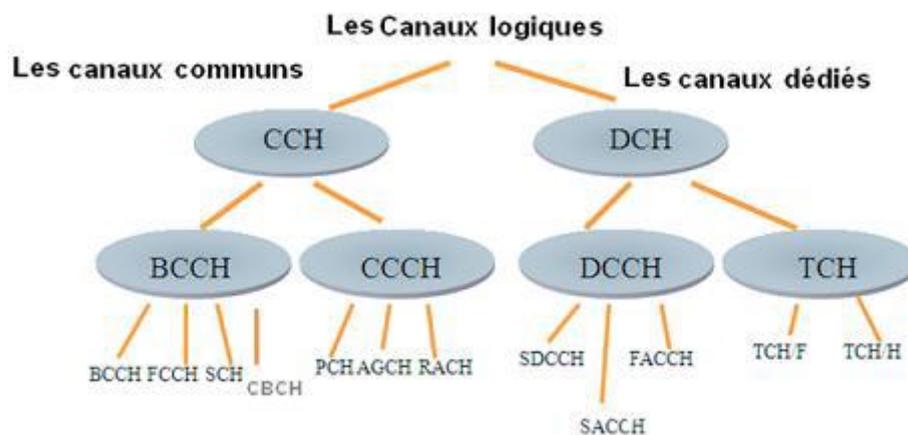


Figure II.9 : les canaux logiques d'un réseau GSM.

II.10 Le Handover

Le Handover est un mécanisme fondamental dans la communication cellulaire (GSM ou UMTS par exemple). Globalement, c'est l'ensemble des opérations mises en œuvre permettant qu'une station mobile puisse changer de cellule sans interruption de service. Ce mécanisme permet l'itinérance entre cellules ou opérateurs. [25] [26]

II.10.1 Nécessité d'un Handover

Il existe trois cas où un handover est nécessaire :

- **Rescue Handover** : la station mobile quitte la zone couverte par une cellule pour un autre. C'est la qualité de transmission qui détermine la nécessité du handover, qualité indiquée par le taux d'erreur, l'intensité du signal reçu, le niveau d'interférences et le délai de propagation.

- **Confinmet handover** : la station mobile subirait moins d'interférences si elle changeait de cellule (les interférences sont dues en partie aux autres stations mobiles dans la cellule). La station mobile écoute en permanence d'autres cellules pour mesurer la qualité d'une connexion à ces dernières. De plus, chaque station mobile est synchronisée avec plusieurs BTS pour être prêt en cas de Handover.
- **Traffic Handover** : le nombre de stations mobiles est trop important pour la cellule, et des cellules voisines peuvent accueillir de nouvelles stations mobiles. Cette décision nécessite de connaître la charge des autres BTS.

Le Handover tient compte de la direction du mouvement.

En GSM, dans tous les cas, le Handover est du ressort du MSC (Mobile services Switching Center ou Mobile Switching Center).

II.10.2 Types d' Handover

La station Mobile MS ayant déjà un canal dans une cellule donnée (gérée par un BSC et MSC donnés), il reçoit un nouveau canal. Il existe quatre types de Handover :

- **Handover Intra-BSC** : le nouveau canal est attribué à la MS dans la même cellule ou une autre cellule gérée par le même BSC.
- **Handover Intra-MSC** : le nouveau canal est attribué à la MS mais dans une cellule gérée par un autre BSC, lui-même étant géré par le même MSC.
- **Handover Inter-MSC** : le nouveau canal est attribué dans une cellule qui est gérée par un autre MSC.
- **Handover Inter-Système** : un nouveau canal est attribué dans un autre réseau mobile que celui qui est en charge de la MS (exemple entre un réseau GSM et un réseau UMTS).

II.11 Le Roaming

Le Roaming désigne plus généralement la capacité des clients à accéder à leurs services de téléphonie mobile (voix ou données) depuis différents réseaux au fur et à mesure d'un déplacement. Cette fonctionnalité est particulièrement utile en déplacement dans un pays étranger.

Cette faculté est possible du fait que le réseau mobile GSM conserve à chaque instant une information sur la zone de localisation de l'abonné mobile.

Par abus de langage, le terme Roaming désigne aujourd'hui le Roaming international. Pour un réseau de type Wi-Fi, ce terme est utilisé pour évoquer le fait d'un changement de

cellule ou de réseau (niveaux 2 ou 3) tout en restant en communication (voix ou données). Dans ce cas il s'agit en fait d'un Handover plutôt que d'un Roaming.

II.11.1 Roaming régional

L'abonné a le droit de roamer uniquement sur une région donnée. Dans les premiers temps du réseau GSM, certains opérateurs mobiles avaient prévu de proposer des offres restreintes à une région. Avec le succès du GSM et la baisse des coûts du mobile, ce type d'offre a disparu, sauf dans les départements d'outre-mer.

Quoique dans les pays de grande extension géographique et constitués de plusieurs États (USA, Russie, Inde, Chine, etc.), ce genre de Roaming peut exister mais est à la limite de la notion entre Roaming régional et Roaming national.

II.11.2 Roaming national

En français, le « Roaming national » peut se traduire par « itinérance nationale ». L'abonné peut roamer ou se localiser d'un opérateur mobile à un autre dans un même pays. Une autre exception profite aux opérateurs 3G ayant une licence UMTS (opérateurs 3G) n'ayant pas de licence d'opérateur GSM. Dans ce cas, pour des raisons de compétition loyale imposée par le régulateur national, un accord de Roaming national limité géographiquement et dans le temps est trouvé entre l'opérateur 3G et un des opérateurs GSM du pays.

II.11.3 Roaming international

Le Roaming signifie itinérance en français. Ce service proposé par les opérateurs de télécommunications permet aux usagers de téléphones mobiles de pouvoir appeler et être appelés dans un pays étranger. Tous les opérateurs de téléphonie mobile passent des accords d'un pays à l'autre pour permettre à leurs clients d'être en continuité de service où qu'ils se trouvent.

L'accord est souvent bilatéral pour permettre aux abonnés de chaque opérateur d'utiliser le réseau de l'autre opérateur. [25] [26]

II.12 Conclusion

Le GSM a donc. En grande partie, une architecture filaire mis à part la partie reliant le mobile à la BTS qui est une interface air.

Cette interface est unique aux communications sans fil et c'est elle qui est responsable en premier lieu de la complexité liée aux réseaux sans fils et aux téléphone mobiles.

Dans ce chapitre, nous avons présenté les principes de base du GSM avec les différentes techniques définies utilisées. Ces techniques offrent une meilleure qualité de communication et une signalisation en temps réel entre les entités du réseau.

Chapitre III : Partie réalisation

Chapitre III

Partie réalisation

III.1. Introduction

L'implémentation de notre système de surveillance cellulaire est accomplie grâce à un ensemble de modules et composants. Pour réaliser ce système on a utilisé deux solutions matérielles et logiciels disponibles.

Dans ce chapitre nous allons présenter nos composants et le branchement de notre matériel ainsi son architecture et fonctionnement, puis créer un site web qui permet aux utilisateurs de consulter régulièrement la quantité d'énergie consommée.

III.2. Analyse des besoins du système

III.2.1. Exigences Fonctionnelles

Ce sont les exigences liées au fonctionnement du système à développer.

- a) Assurer l'authentification des différents utilisateurs du système.
- b) Acquérir les mesures des grandeurs physiques issues des capteurs utilisés.
- c) Permettre la consultation des données.
- d) Gestion des comptes des utilisateurs.
- e) Stockage des données pertinentes.

III.2.2. Besoins matériels

- **Cartes Arduino**

C'est une plateforme open-source d'électronique programmée qui est basée sur une simple carte à microcontrôleur, et un logiciel, incontournable environnement de développement intégré, pour écrire, compiler et transférer le programme vers la carte à microcontrôleur [27]

Choix de la carte Arduino :

- **Le prix** : les cartes Arduino sont relativement peu coûteuses comparativement aux autres plates-formes. C'est la moins chère des versions du module Arduino qui peut être assemblée à la main.

- **Multi plateforme** : le logiciel Arduino, écrit en C, tourne sous les systèmes d'exploitation Windows, Macintosh et Linux. Sachant que la plupart des systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows.
- **Logiciel Open Source et l'extensibilité** : Le logiciel Arduino et le langage C (pour la programmation de la carte) sont publiés sous licence open source.
- **Disponibilité** : les cartes Arduino sont disponibles dans le marché par rapport aux autres microcontrôleurs.

Il existe plusieurs modèles d'Arduino parmi eux :

- **Carte Arduino UNO** :
 - ✓ Alimentation : via port USB ou 7 à 12 V sur
 - ✓ Connecteur
 - ✓ Microprocesseur : ATmega328
 - ✓ Mémoire flash : 32 kB
 - ✓ 14 broches d'E/S dont 6 PWM
 - ✓ 6 entrées analogiques 10 bits
 - ✓ Intensité par E/S : 40 mA
 - ✓ Cadencement : 16 MHz
 - ✓ Bus série, I2C et SPI gestion des interruptions
 - ✓ fiche USB B
 - ✓ dimensions : 74 x 53 x 15 mm [10].



Figure III.01 : Carte Arduino UNO

- **Carte Arduino MEGA**
 - ✓ Alimentation : via port USB ou 7 à 12 V
 - ✓ Connecteur
 - ✓ Microprocesseur : ATmega2560
 - ✓ Mémoire flash : 256 kB
 - ✓ 54 broches d'E/S dont 14 PWM
 - ✓ 16 entrées analogiques 10 bits
 - ✓ Intensité par E/S : 40 mA
 - ✓ Cadencement : 16 MHz
 - ✓ Gestion des interruptions
 - ✓ Fiche USB B
 - ✓ Dimensions : 107 x 53 x 15 mm [10]



Figure III.02: Carte Arduino MEGA

- **SIM900 GSM/GPRS Module**

Le SIM900 est une solution GSM / GPRS quadri-bande complète dans un module SMT qui peut être intégré dans les applications client.

Doté d'une interface standard, le SIM900 offre des performances GSM / GPRS 850/900/1800/ 1900MHz pour la voix, les SMS, données, petit facteur de forme et faible consommation d'énergie. Avec une configuration minuscule de 24 mm x 24 mm x 3 mm, le SIM900 peut répondre à presque toutes les exigences d'espace de votre application M2M, en particulier pour les exigences de conception minces et compactes. [28]

- ✓ SIM900 est conçu avec un processeur mono puce très puissant intégrant le cœur AMR926EJ-S

- ✓ Module GSM / GPRS quadri-bande d'une taille de 24 mm x 24 mm x 3 mm
- ✓ Combinaison de type SMT pour application client
- ✓ Une pile de protocoles TCP / IP puissante intégrée
- ✓ Basé sur une plateforme mature et éprouvée sur le terrain, soutenue par notre service d'assistance, de la définition à la conception et à la production.



Figure e III.03 : SIM900 GSM/GPRS Module



Figure III.04 : SIM900

- **Capteur de courant**

Dans notre cas nous avons pris le capteur : ACS712.

L'Allegro® ACS712 fournit des solutions économiques et précises pour la détection de courant alternatif ou continu dans les systèmes industriels, automobiles, commerciaux et de communication. Le package de l'appareil permet une mise en œuvre facile par le client.

Les applications typiques incluent la commande de moteur, la détection et la gestion de charge, les alimentations à découpage et la protection contre les surintensités.[29]

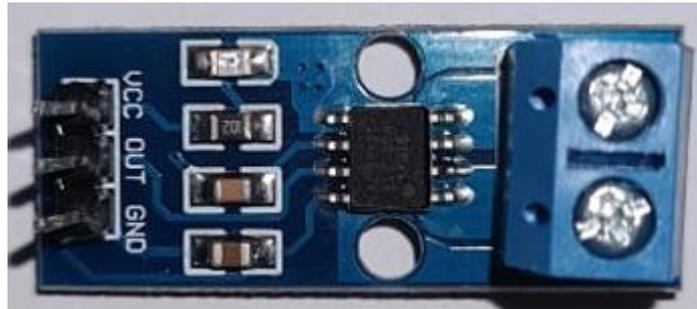


Figure III.05 : Capteur de courant ASC712

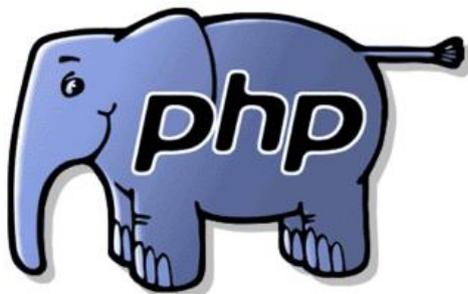
III.2.3. Besoin Software

- ✓ Arduino IDE.
- ✓ Atom.
- ✓ XAMPP.
- ✓ Plateforme gratuite pour site web.

III.3. Plateformes logicielles

III.3.1. Langages de programmation

Langage de programmation Arduino : Le langage de programmation Arduino peut être divisé en trois parties principales : structures, valeurs (variables et constantes), et fonctions.[30] www.arduino.cc consulte le 02/02/2020



- **PHP :** (PHP Hypertext Preprocessor) est un langage de scripts généraliste et Open Source, spécialement conçu pour le développement d'applications web. Il peut être intégré facilement au HTML.[31]

Figure III.06 : Logo PHP



Figure III.07 : Logo MySQL

- **MySQL** : est un langage standard pour stocker, manipuler et récupérer des données dans des bases de données. [30]



Figure III.08 : Logo HTML & CSS

- **HTML** :(HyperText Markup Language) est le langage de balisage standard pour les pages Web. Il est utilisé afin de créer et de représenter le contenu d'une page web et sa structure. [30]

Autres technologie est utilisée avec HTML pour décrire la présentation d'une page (CSS)

- **CSS** :(Cascading Style Sheets) est un langage déclaratif utilisé pour décrire la présentation de pages web dans le navigateur[30]

III.3.2. Plateformes de développement et outils logiciels

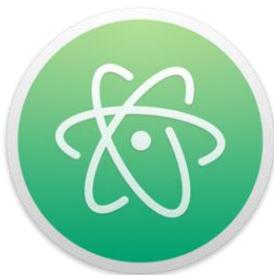


Figure III.09 : Logo Atom

- **Atom** : est un éditeur de texte open source moderne développé par GitHub. Il est conçu pour être prêt à l'emploi, mais hautement personnalisable. Atom utilise des technologies Web: l'aspect et la convivialité peuvent être personnalisés à l'aide de CSS et de nouvelles fonctionnalités peuvent être ajoutées au HTML et au JavaScript. [32]



Figure III.10 : Logo Arduino IDE

- **Arduino IDE** : Le logiciel Open Source Arduino (IDE) permet d'écrire du code et de le télécharger sur la carte. Ce logiciel peut être utilisé avec une carte Arduino. [27]



- **XAMPP** : est une distribution Apache entièrement gratuite et facile à installer contenant MySQL, PHP. [33]

Figure III.11 : Logo XAMPP



- **Fritzing** : est un logiciel open-source multiplateforme permettant de construire des schémas et des circuits que nous utilisons avec Arduino. [34]

Figure III.12 : Logo Fritzing



- **FileZilla** : la solution FTP gratuite. Le client FileZilla prend en charge non seulement FTP, mais également FTP sur TLS (FTPS) et SFTP. Il s'agit d'un logiciel open source distribué gratuitement sous les termes de la licence publique générale GNU. [35]

Figure III.13 : Logo FileZilla

III.4. La vue statique du système d'IoT

- **Identification des acteurs** : nous distinguons les acteurs suivants :
- **Administrateur** : Son rôle est de gérer le système. Il possède tous les privilèges d'accès. Il a la possibilité d'utiliser toutes les fonctionnalités du système.
- **Utilisateur** : Il représente un technicien de maintenance par exemple ou toute autre personne contribuant suivi de l'éclairage. Cet acteur a des restrictions d'accès au système qui se limite par la consultation des données.

L'administrateur et l'utilisateur sont des acteurs principaux.

Ainsi, nous distinguons les acteurs secondaires suivants :

- **Objet connecté** : Représente la source de données du système. Son rôle est d'exécuter des actions et d'envoyer les données en fonction de la manière dont il a été programmé.
- **Plateforme d'IoT** : peut-être source ou destination de données. Principalement, un service de la plateforme sera utilisé pour le stockage distant des données.

- **Identification des cas d'utilisation** : Il est à rappeler qu'un cas d'utilisation représente une unité discrète d'interaction entre un utilisateur (humain ou machine) et un système.

III.5. Architecture Matérielle du système

D'après l'étude achevée dans phase d'analyse des besoins matériels et logiciels pour la fonctionnalité de notre système, nous proposons l'architecture matérielle décrite par la figure suivante :

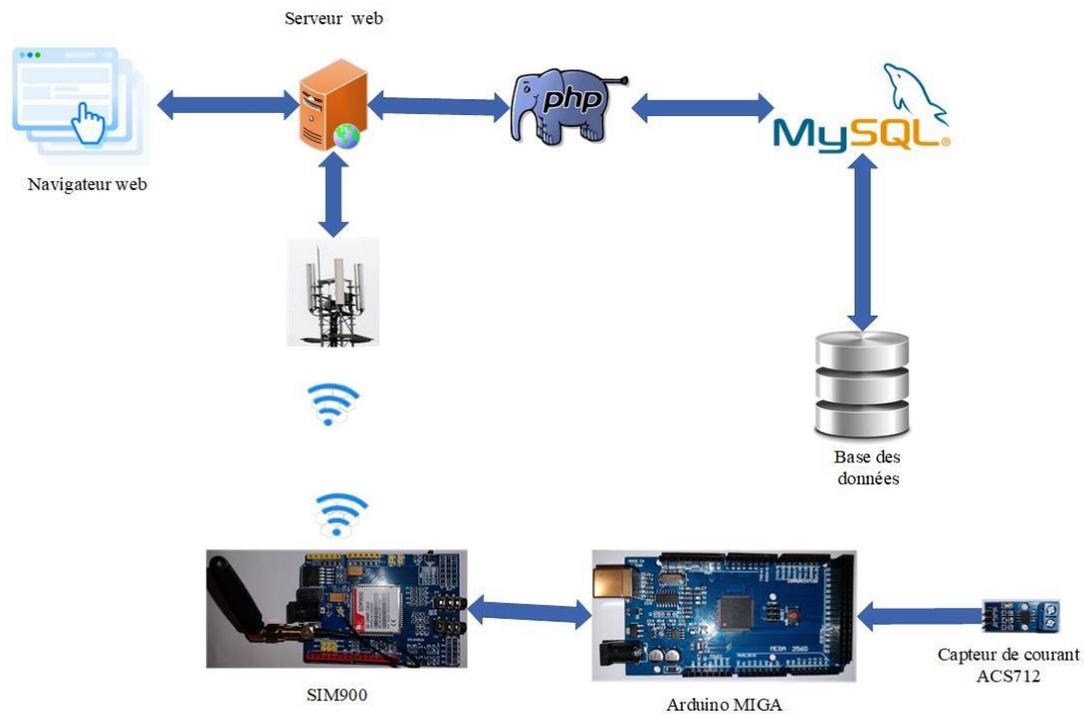


Figure III.14 : Architecture matérielle du système

- Au début, le capteur capture le niveau de courant et l'envoie à l'Arduino comme une tension, après l'Arduino traite la tension par le programme téléchargé sur la carte, ensuite l'information finale de programme est envoyée au serveur web par sim900 qu'elle est connectée au réseaux GSM, dans le serveur web on a une page php correspondre à la réception des données et répondre, cette page est connectée à base des données et enregistre l'information par l'utilisation de langage SQL.
- D'autre coté (coté utilisateur), le navigateur web connecte au serveur web pour l'affichage de site web, le serveur web exécute les page php pour servir l'utilisateur par ces commandes et connectes à la base des données pour consulter la consommation.

III.6. Fonctionnement de système

La technique de fonctionnement de notre système est simple on la présente sur ces étapes :

Partie 1 Arduino

- ✓ Calcule la consommation
- ✓ Envoyé l'information à la base des données a travers les réseaux cellulaires
- ✓ Enter connexion entre Arduino et base des donnée

Partie 2 site web

- ✓ Un site web pour consulter les résultats par l'utilisateur de notre system est gérée les comptes des utilisateurs par administrateur ou bien superviseur

III.6.1. Partie 1 Arduino

Dans cette partie on présente la technique de fonctionnement des programmes hardware de notre système comme des organigrammes.

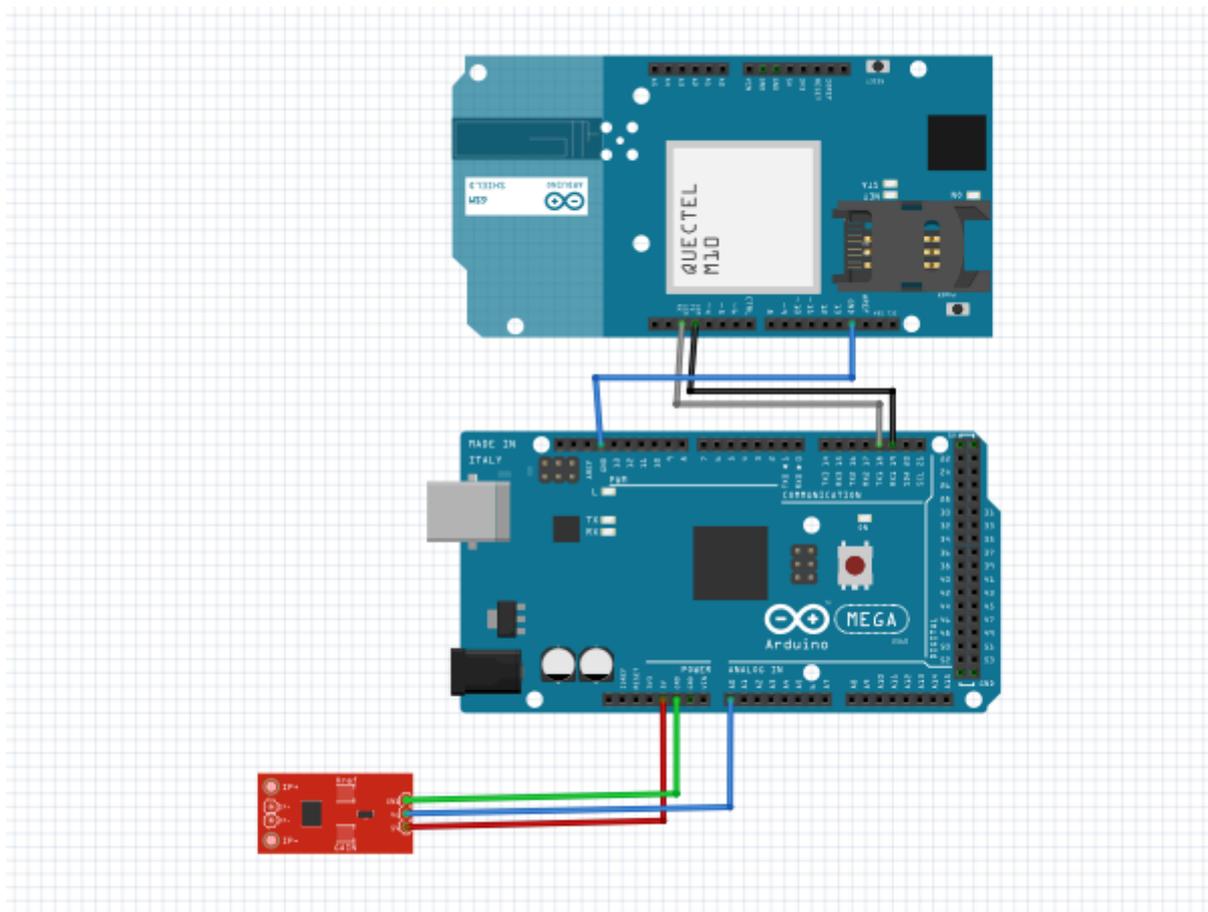


Figure III.15 : Branchement de matériel (01)

Le capteur de courant ACS 712 à 3 pignes VCC OUT GND, VCC et GND pour l'alimentation 5V d'Arduino, OUT c'est la pigne d'information, il est branché sur une pigne analogique dans l'Arduino A0 ((bien sûr dans notre cas,)).

Sim 900 on utilise juste les pigne RX TX GND, les pigne RX TX sont branché avec la pigne TX1 18 RX1 19 d'Arduino et bien sur GND avec GND, et en fin l'alimentation avec un chargeur qui fournit 5V 2A.

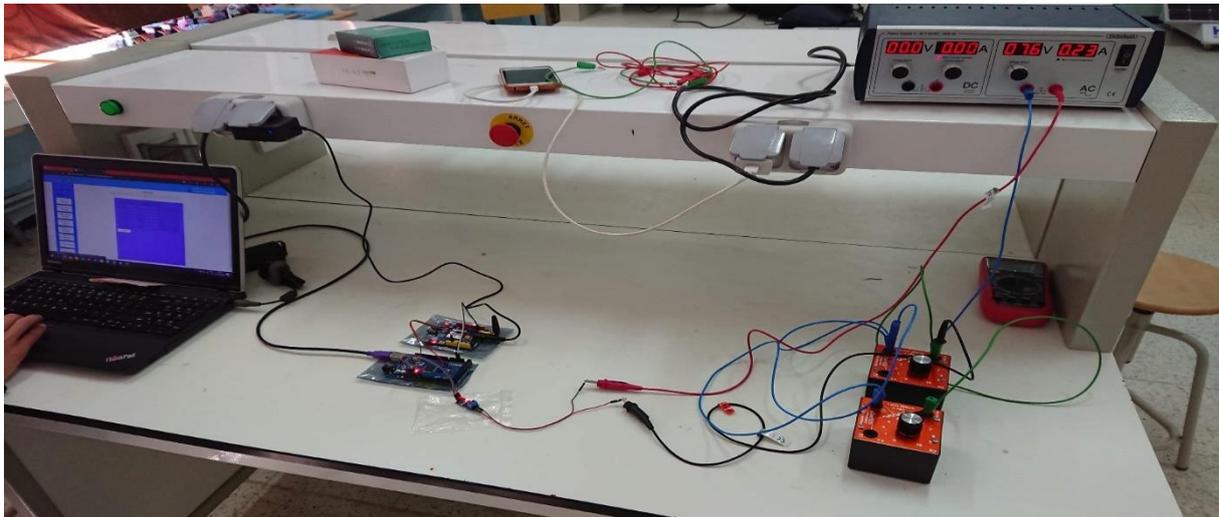


Figure III.16 : Branchement de matériel (02)

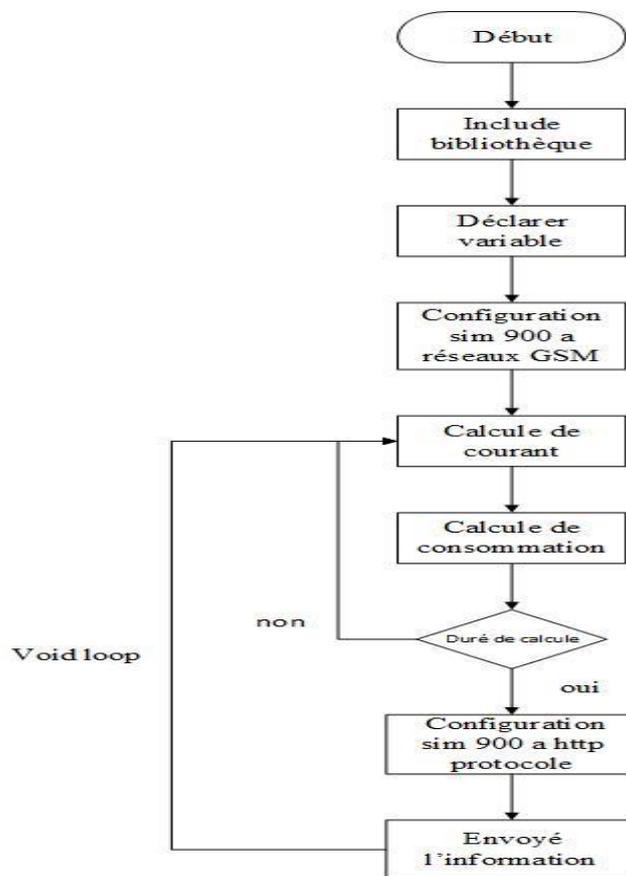


Figure III.17 : Organigramme générale

Au début de programme on include les bibliothèques utilisées, après les variable utilisé dans le programme ce dessous, ensuite on configure sim 900 aux réseaux GSM , maintenant on a void loop qui contient le programme répète , la première étape dans ce dernier est calculé le courant après la consommation.

On a la condition de la durée de calcul de consommation (on prend 1min = 60s) pour l'envoi de l'information a la base des données , si la durée inférieure a 60s le programme calcule la somme de consommations une autre fois , sinon on le programme envois l'information (consommation totale pendant 60s)

- **Organigramme de calcul de consommation**
 - **La consommation d'énergie**

On peut calculer la consommation pendant un temps donné par :

D'une manière générale,

Énergie = Travail = Consommation

Énergie = Puissance x Temps

De même :

Puissance = Énergie / Temps

Le kWh (kilo-Watt-heure) est une unité de consommation d'énergie d'énergie.

- Puissance active et cos phi

Dans le courant alternatif on peut calculer la puissance par la formule suivante :

Puissance = Tension x Courant actif

$P = U \times I \times \cos \varphi$

Où "φ" (ou "phi") est le déphasage du courant par rapport à la tension.[36]

On a utilisé un capteur de courant de modale (ACS712 - 30 A) pour détecter la valeur de courant, puis calculer la puissance et la consommation comme elle présenter dans le diagramme suivant :

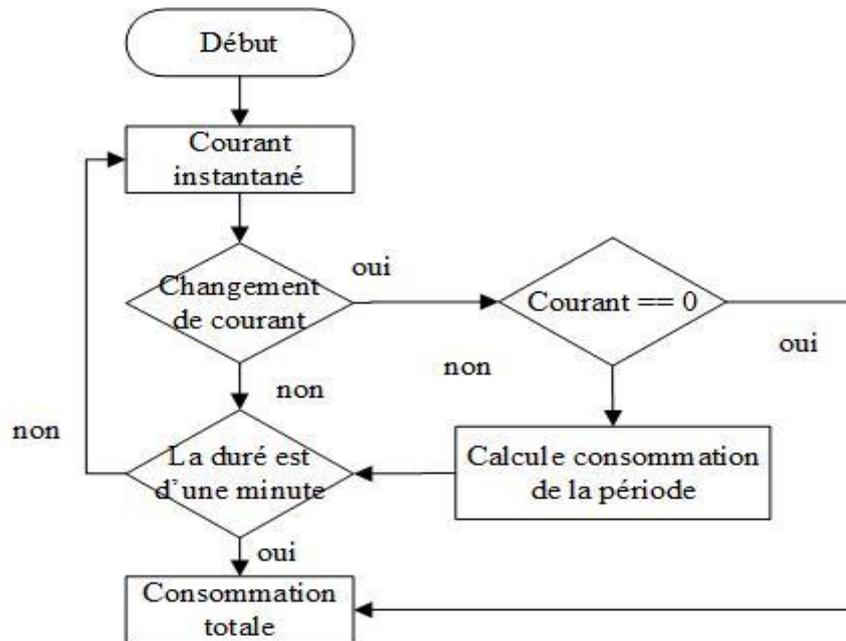


Figure III.18 : Organigramme de calcul de consommation

Dans la première partie de programme on calcule la consommation , la premier étape est calculer la valeur de courant instantané ensuite le programme teste la valeur si la valeur n'est pas changer et la durée supérieur à 1 min on calcule la consommation totale (après on envois l'information a base des données) ou la durée inferieur a 1 min on revient à l'étape de calcule courant instantané , si le courant change on test la nouvelle valeur , si il est nulle donc le consommateur arrête tous les appareils on calcule la consommation totale (après on envois l'information a la base des données à n'importe qu'elle valeur de la durée) , ou si la valeur n'est pas nulle on calcule la consommation de la période de changement après en test la période de calcule (1min) , la durée supérieur à 1 min on calcule la consommation totale (après on envois l'information a base des données) ou la durée inférieure à 1 min on revient à l'étape de calcule courant instantané.

- **Organigramme de transmission des données**

Lorsque le programme termine la calcule d'énergie consommée on prépare la SIM900 à transmettre les données par la configuration sur le protocole http, les données sont envoyées à une page sur notre site web.

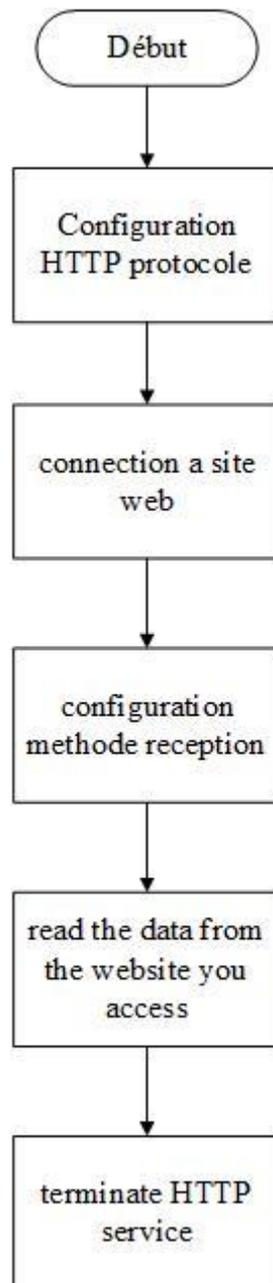


Figure III.19 : Organigramme de transmission des données

La première étape du programme est configuration http protocole, pour accès au site web au n'importe quelle serveur basé à http protocole, ensuite on entre au site web par le lien de site avec les données (Id, mot de passe, consommation totale), après on configure la méthode de réception et on lit la réponse du site web, enfin on termine http protocole

- **Inter connexion entre Arduino et base des données**

Cette étape est très importante dans notre système parce que cela nous permet de sauvegarder les informations sur la base des données.

Pour plus de sécurité on a utilisé un mot de passe pour faire cette étape, et pour plus de sécurité on utilise des Id unique pour chaque utilisateur.

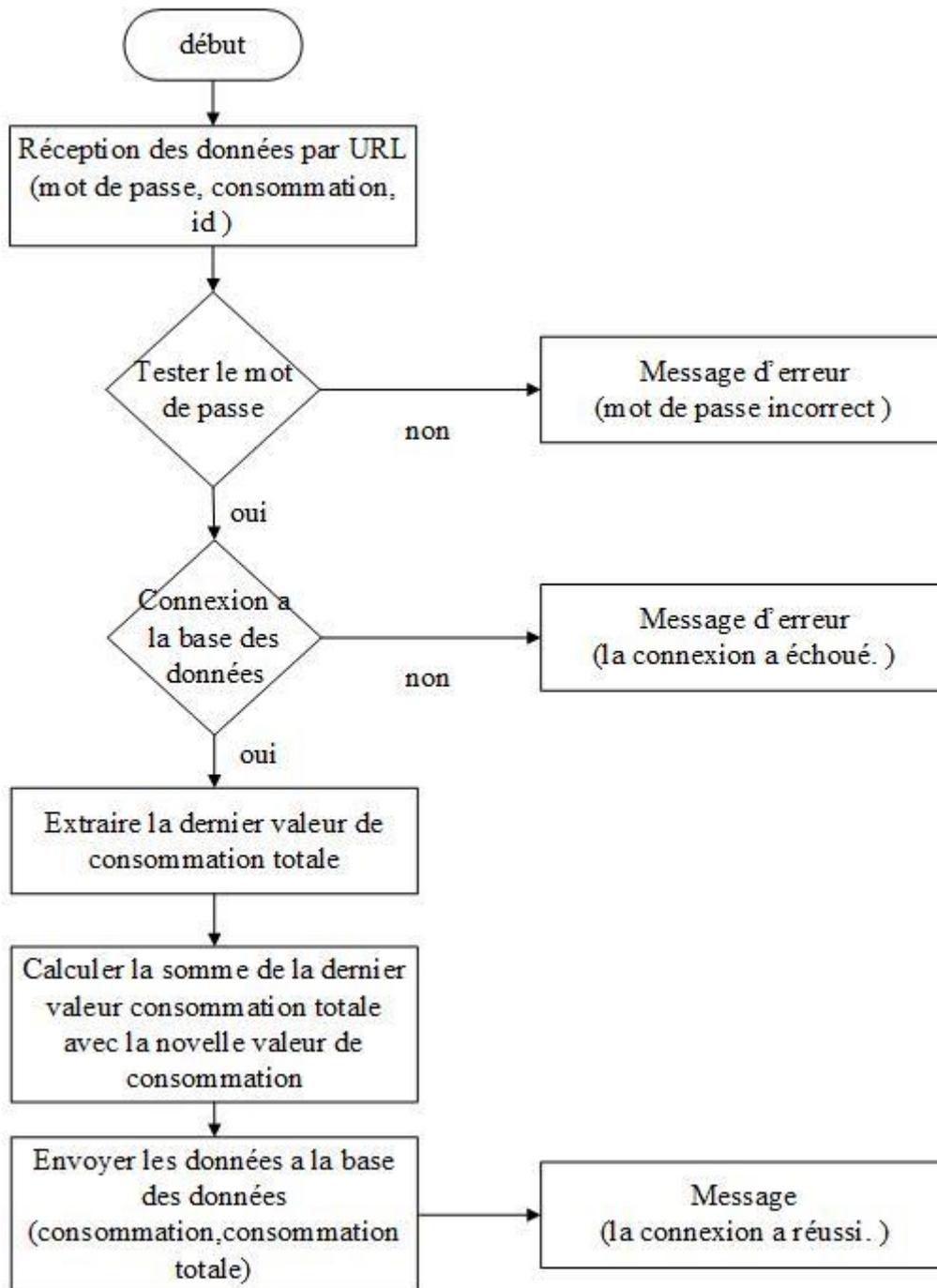


Figure III.20 : Inter connexion entre Arduino et base des données

Ce point très important pour enregistrer les informations dans la base des données, l'Arduino connecte au site web à l'aide de sim900 après on a une page spéciale pour recevoir et répondre aux données.

La page reçoit le mot de passe, consommation et id, la première étape est tester le mot de passe si il est faux affiche message d'erreur « mot de passe incorrect », si juste on passe à la

prochaine étape, connexion à la base des données à l'aide de ID (chaque utilisateur il a un ID unique) , si l'utilisateur n'est pas trouvé ou erreurs a la connexion à la base des données affiche message d'erreur « la connexion a échoué» , si elle est connecter sans problème on passe à l'étape d'enregistrement de la consommation.

Il extraire la dernière valeur de consommation totale (dans la base des données) et ajoute à ce dernier la nouvelle valeur de consommation. Enfin enregistrer les données à la base des données et affiche le message « la connexion a réussi ».

III.6. 2. Partie 2 site web

Dans le site web peut-être il y a plus d'un utilisateur, et pour plus d'organisation il y a 3 range de compte chacun son ordre qui peut effectuer, ils sont organisés sur cette table.

Ordres / Range		Utilisateur	Superviseur	Admin
Index	Consommation	Oui	Oui	Oui
	Change le nom	Oui	Oui	Oui
	Change le mot de passe	Oui	Oui	Oui
	Administration	Non	Oui	Oui
	Se déconnecter	Oui	Oui	Oui
Administration	Ajouter un utilisateur	Non	Oui	Oui
	Consommation d'un utilisateur	Non	Oui	Oui
	Change nom d'un utilisateur	Non	Oui	Oui
	Change mot de passe d'un utilisateur	Non	Oui	Oui
	Supprimer un utilisateur	Non	Non	Oui
	Supprimer consommation d'un utilisateur	Non	Non	Oui
	Liste des utilisateur	Non	Non	Oui

Tableau 04 : Ordre disponible pour chaque range d'un compte

- **Les étapes d'uploade site web sur un serveur**

On choisie la plateforme de hosting AWARDSPACE « <https://www.awardspace.com> » pour upgrader le site web

Les étapes d'upgrader le site sont :

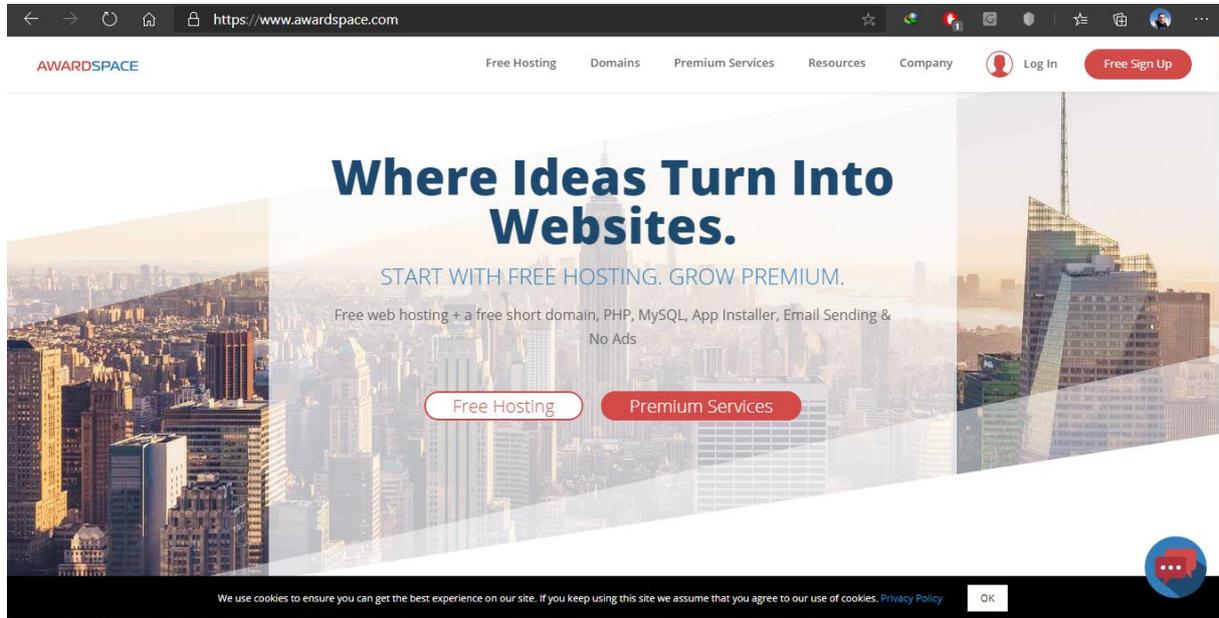


Figure III.21 : page d'accueil de site AWARDSPACE

1.Inscription dans le site AWARDSPACE

On inscrit facilement par« Free Sing UP » après « LOG IN WITH GOOGLE » après on choisit notre Google mail, puis confirmer l'email par le message dans la boite mail.

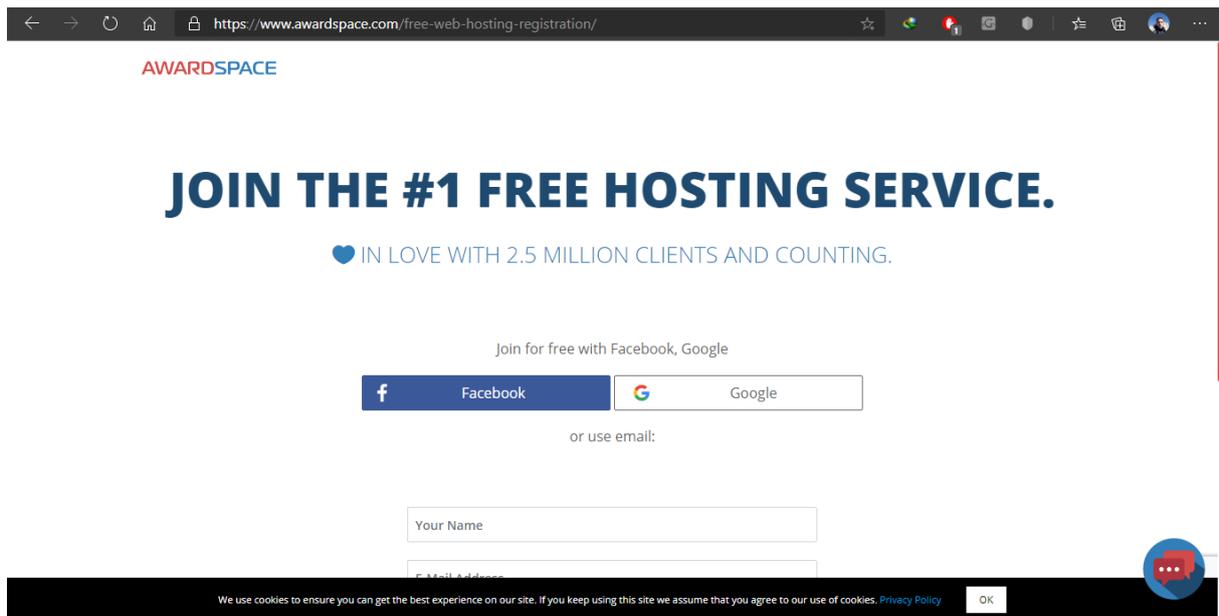


Figure III.22 :page d'inscription de site AWARDSPACE

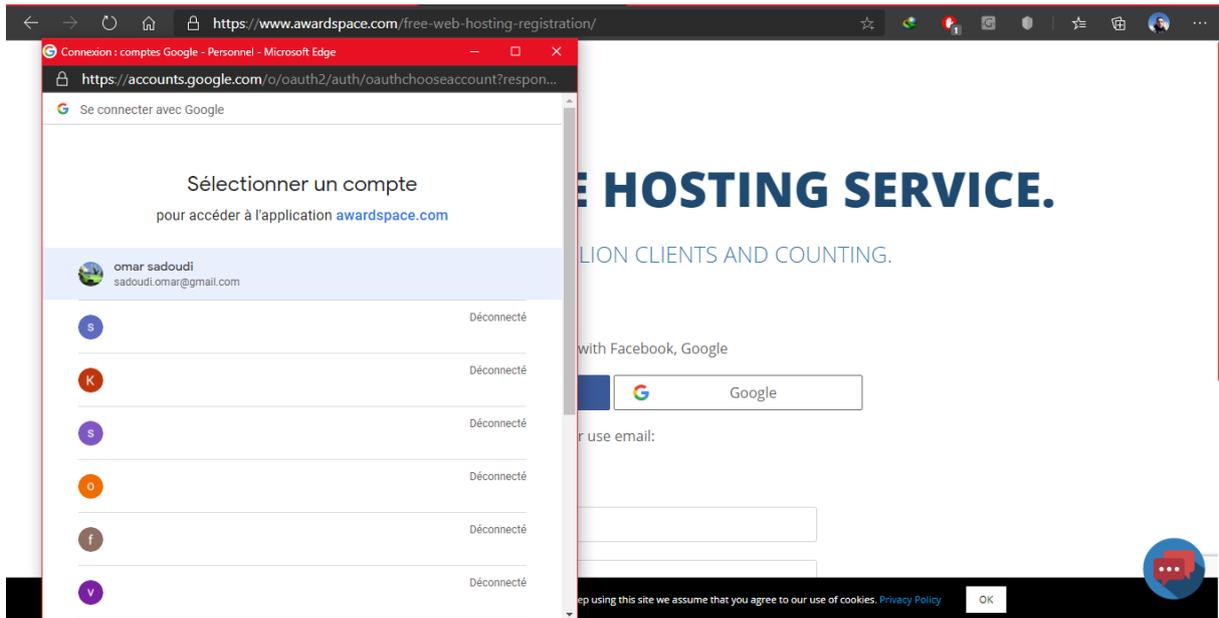


Figure III.23 : étapes d’inscription au site AWARDSPACE

2. création de domain

Après l’inscription on trouve la page pour gérer les paramètres de notre site

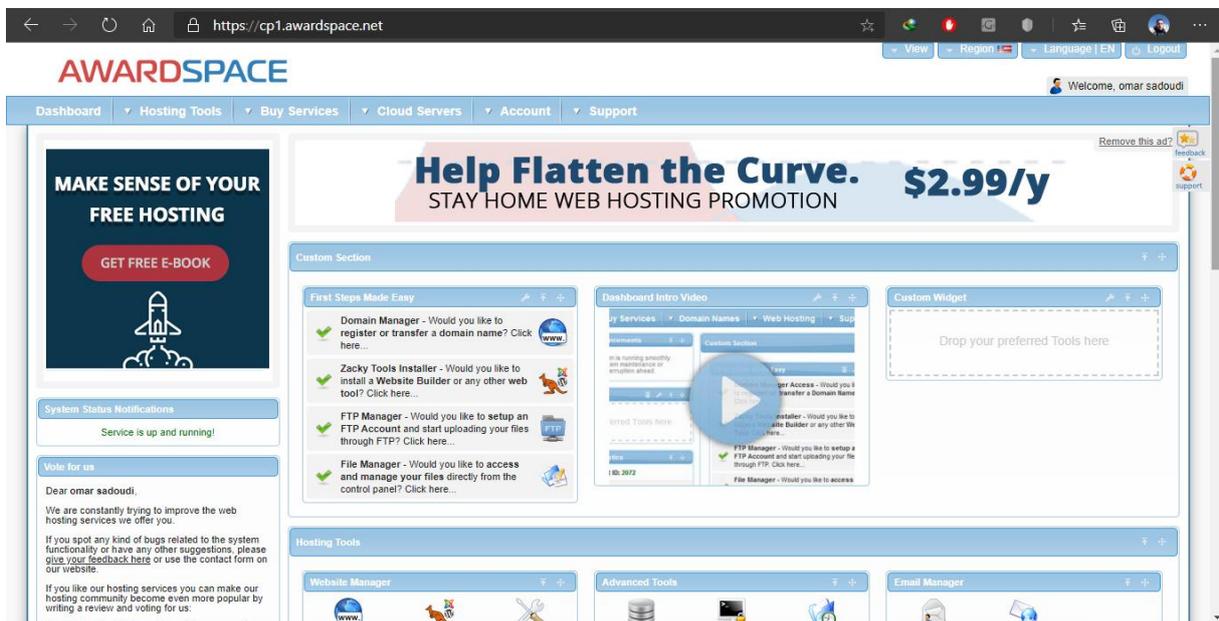


Figure III.24 : page des paramètres disponible au site AWARDSPACE

Maintenant on peut créer notre domaine de site web par cliquer sur « Hosting Tools » après « Domain Manager »

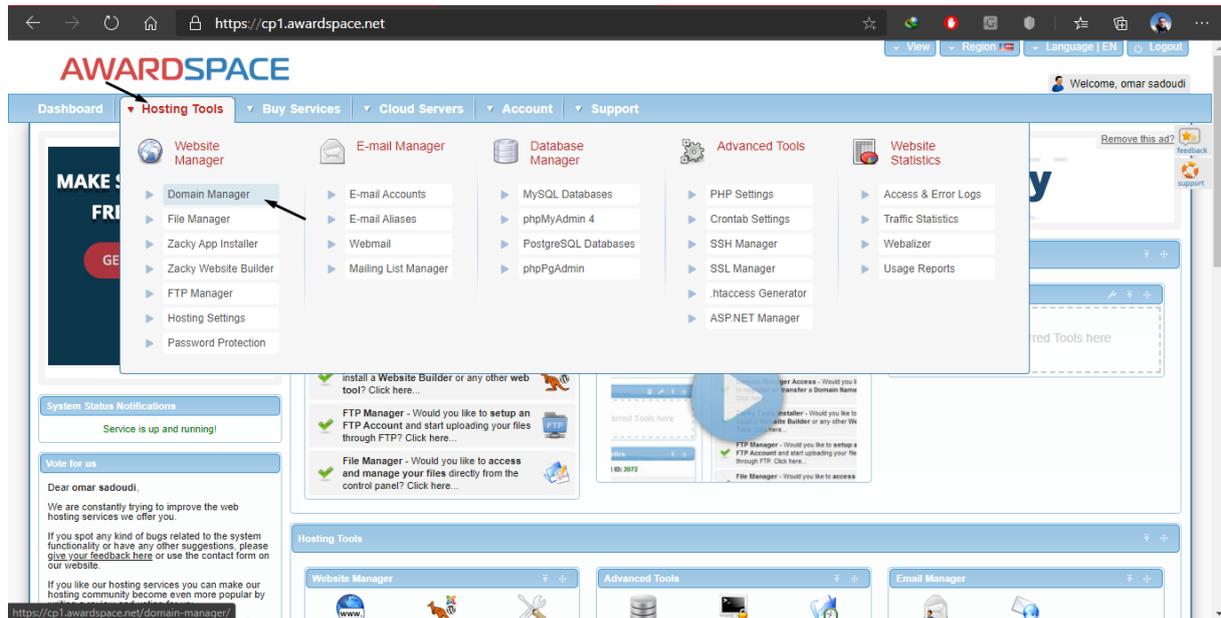


Figure III.25 : étape de création de Domain

Après cette étape vous pouvez créer le Domain de site que vous voyez dans le lien et bien sûr avec un suffixe on choisit « atwebpages.com » parce qu'elle free « https://.consumiot.atwebpages.com »

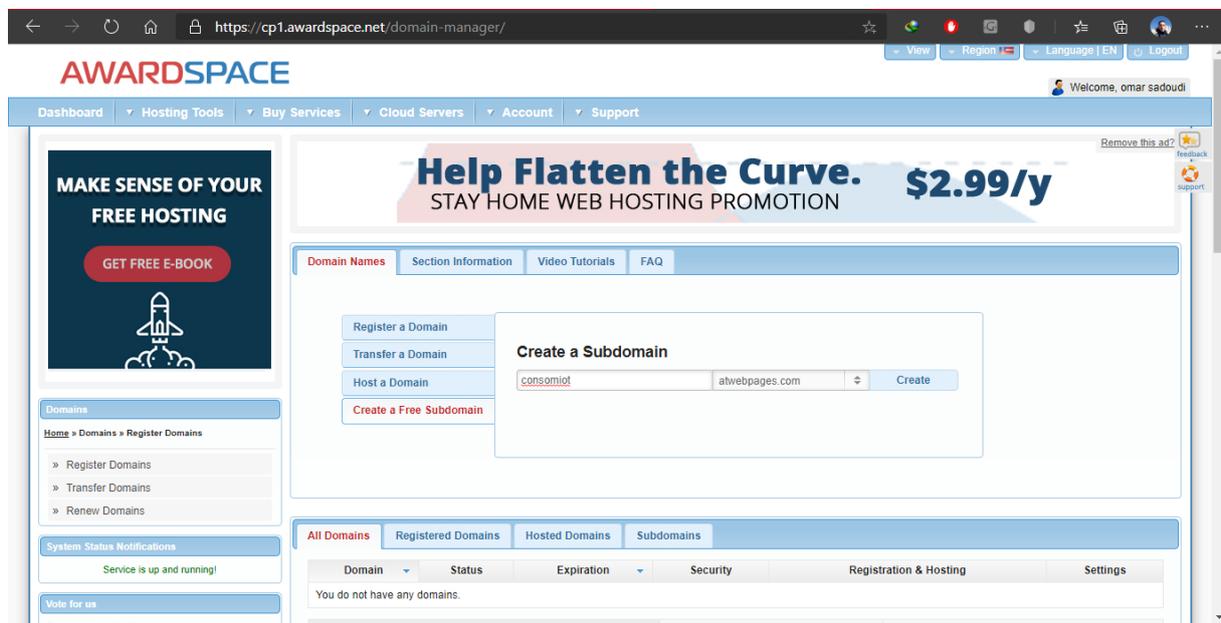


Figure III.26 : choisir du Domain

Après on clique « create » pour créer le domaine s'il est valable et non utiliser, on voit le message qui confirme la création de domaine

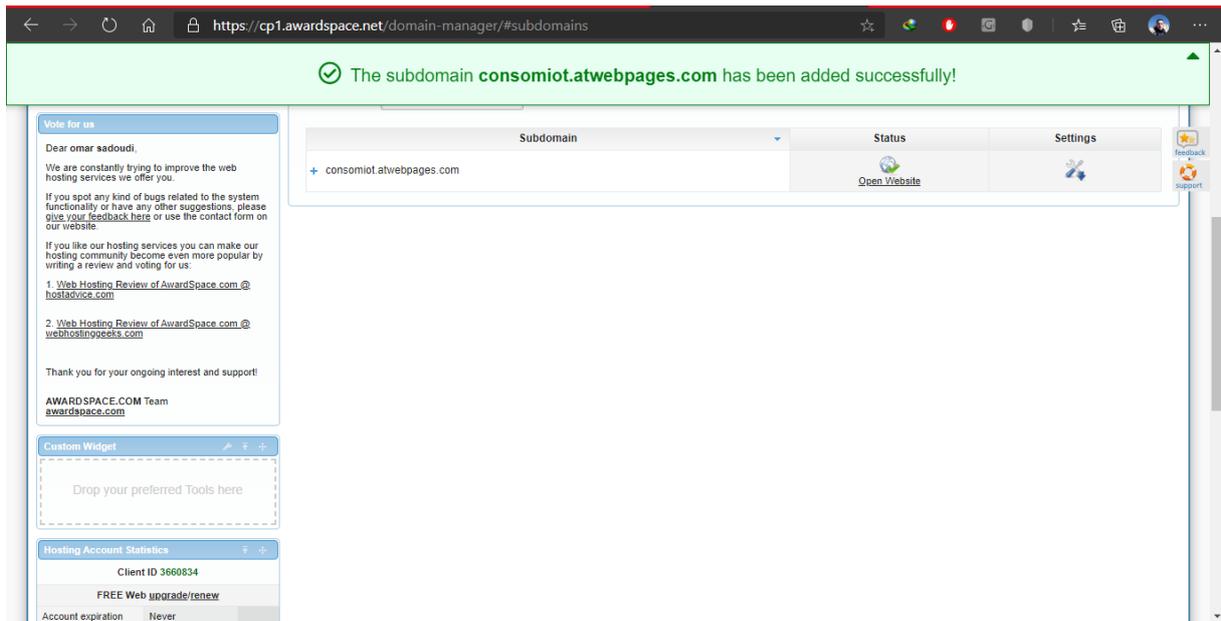


Figure III.27 : création de Domain

2. Crée compte FTP

Le compte FTP est important pour gérer les fichiers du site web upgradé ou supprimé, le compte est déjà créé mais il oblige de changer son mot de passe pour entrer au compte.

Pour changer le mot de passe on clique sur « Hosting Tools » après « FTP manager »

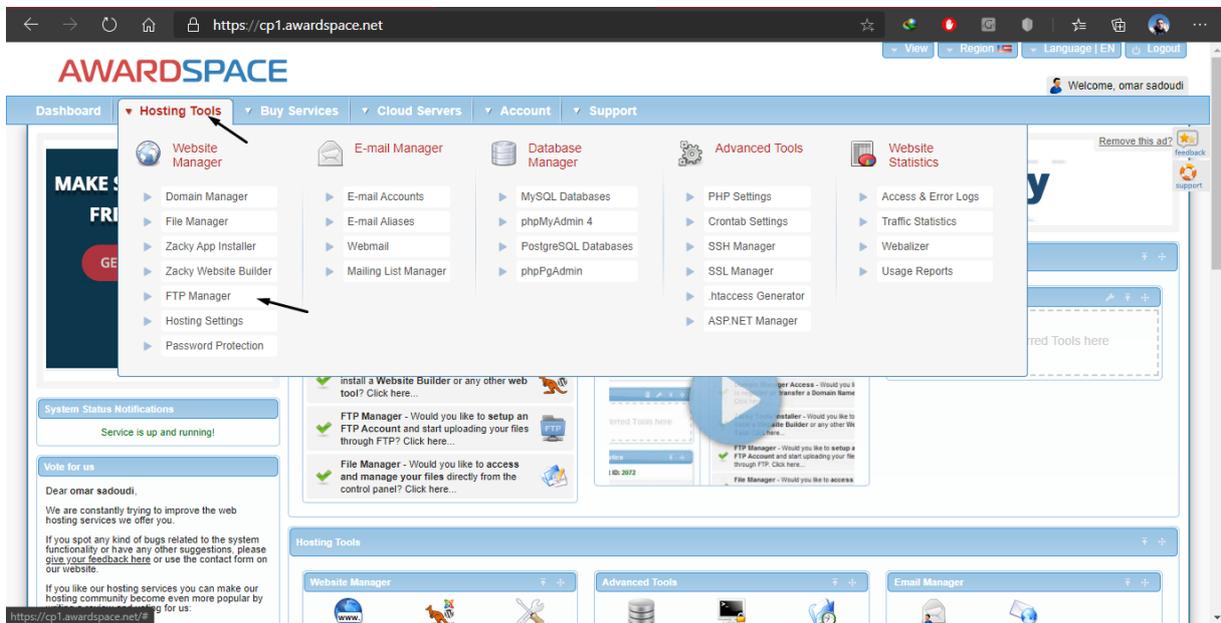


Figure III.28 : étape de création FTP Compte

On entre à New Password et on confirme ce dernier, après son change Password

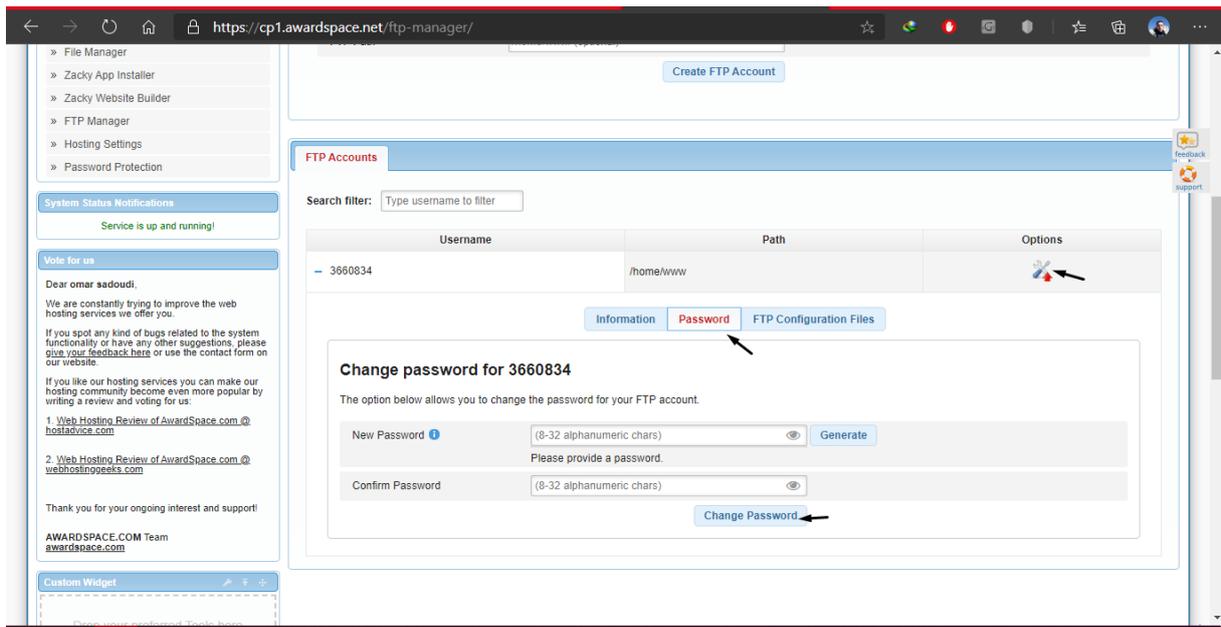


Figure III.29 : Changement du mot de passe de compte FTP

3.Upgrade du site web

Pour upgrader les fichiers de site web on utilise le compte FTP et le programme FileZilla qui utilise le protocole FTP pour transférer les données.

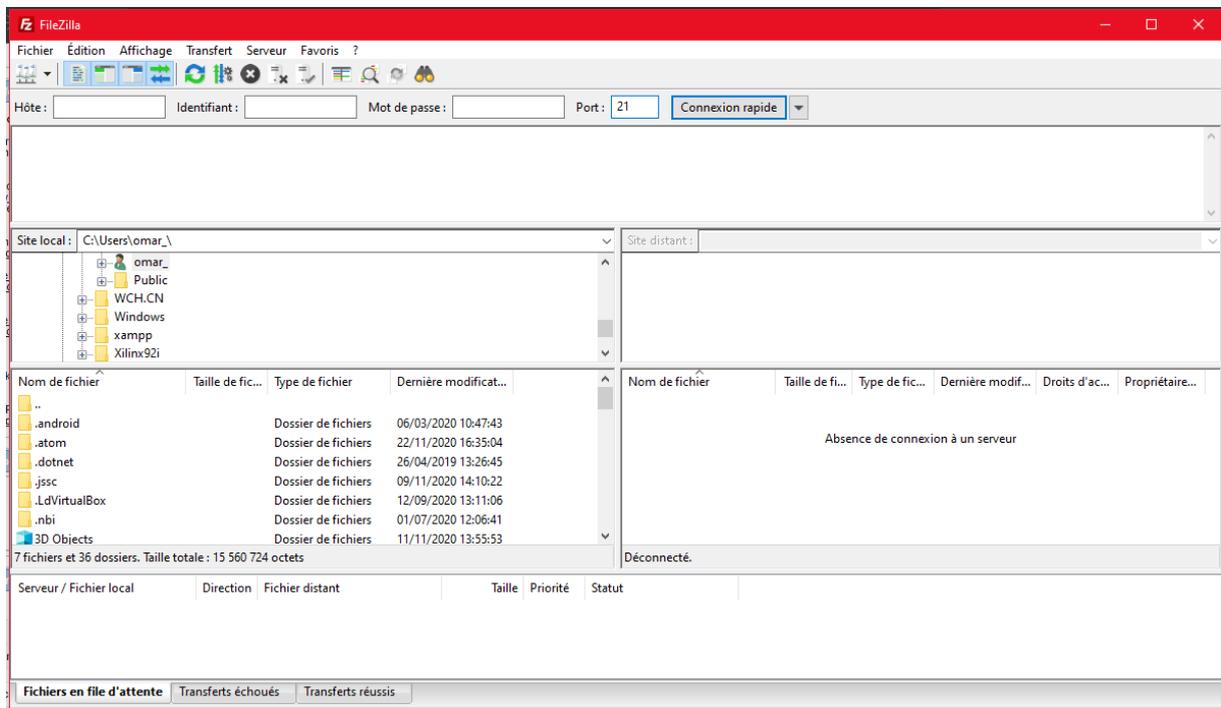


Figure III.30 : Programme FileZilla

On entre les informations : hôte, identifiant, mot de passe et Port qui sont disponible sur la page info de compte FTP.

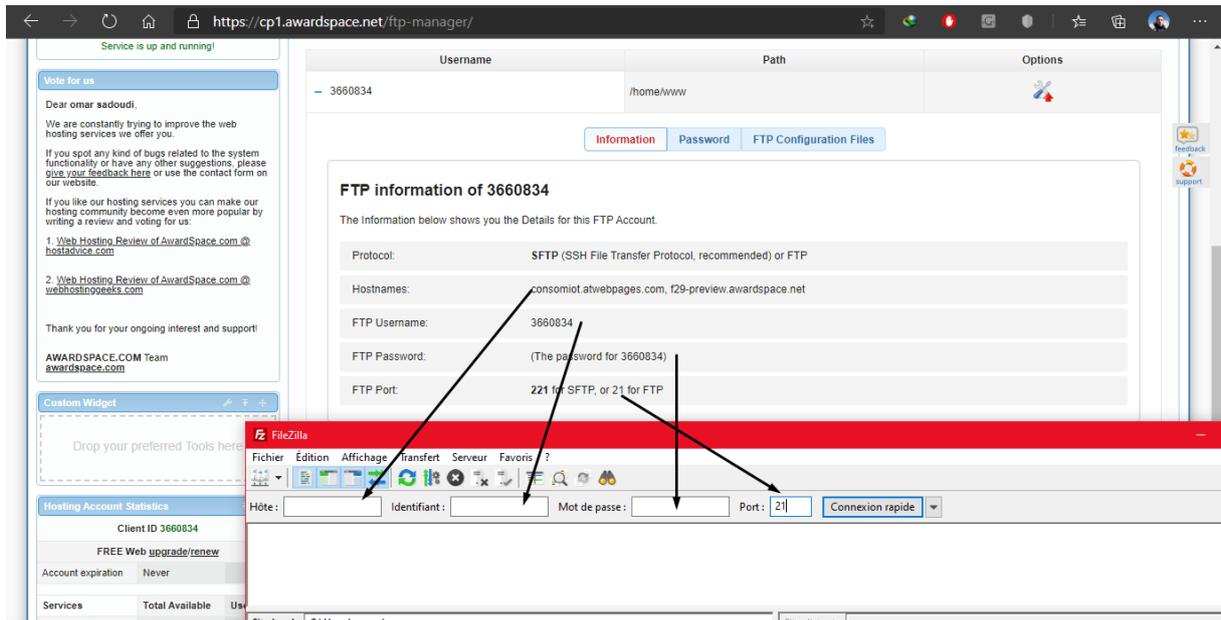


Figure III.31 : Connexion compte FTP aux FileZilla

Les fichiers de notre site ont upgradé dans le dossier consomiot.atwebpages.com.

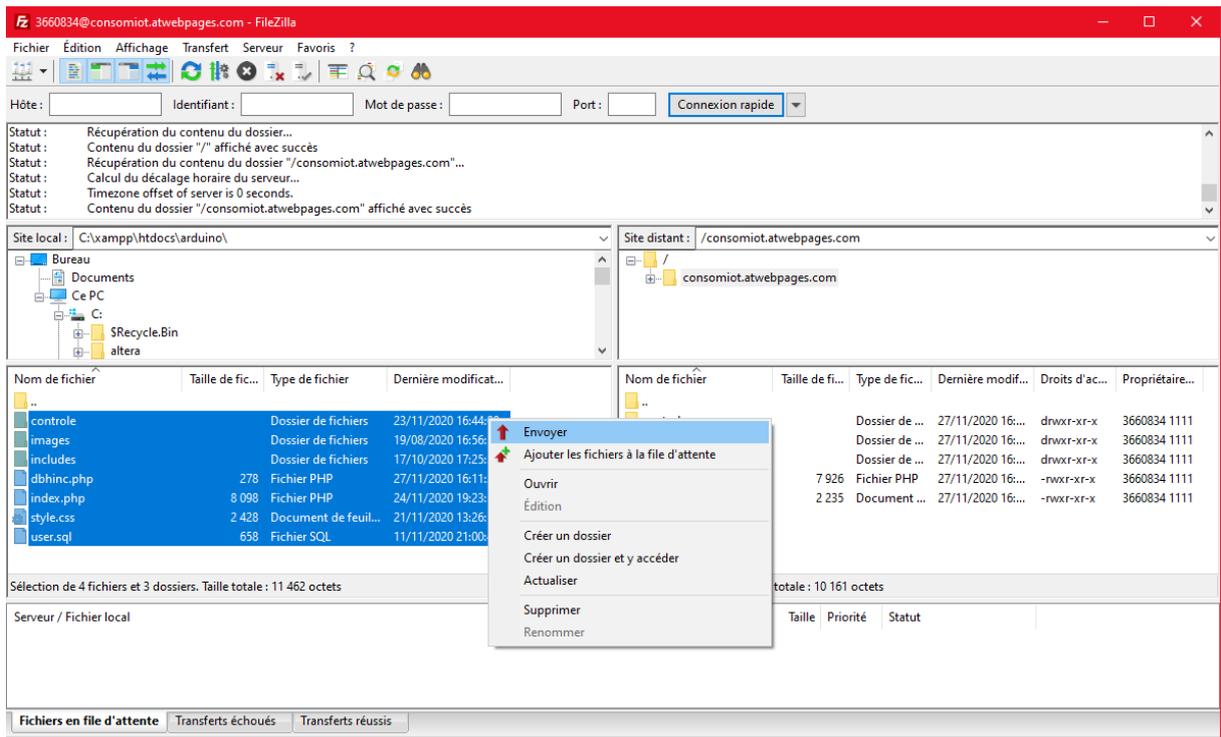


Figure III.32 : Transformation des fichiers avec compte FTP aux FileZilla

On attend quelques minutes pour uploader les fichiers

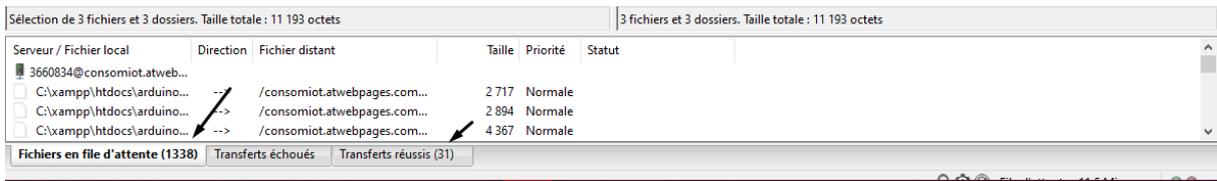


Figure III.33 : Transfère des fichiers avec compte FTP aux FileZilla

4. Création la base des données

On crée La base des données, on clique sur Hosting Tools --- MySQL Databases.

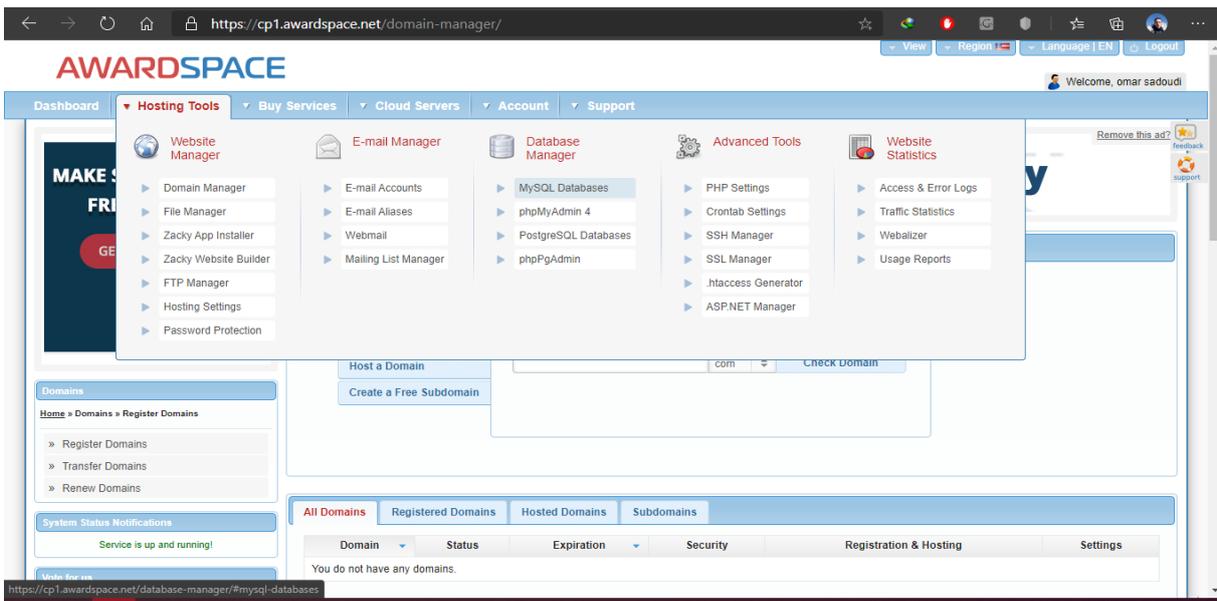


Figure III.34 : étapes de création base des données

Après on choisit un nom et un mot de passe pour la base des données.

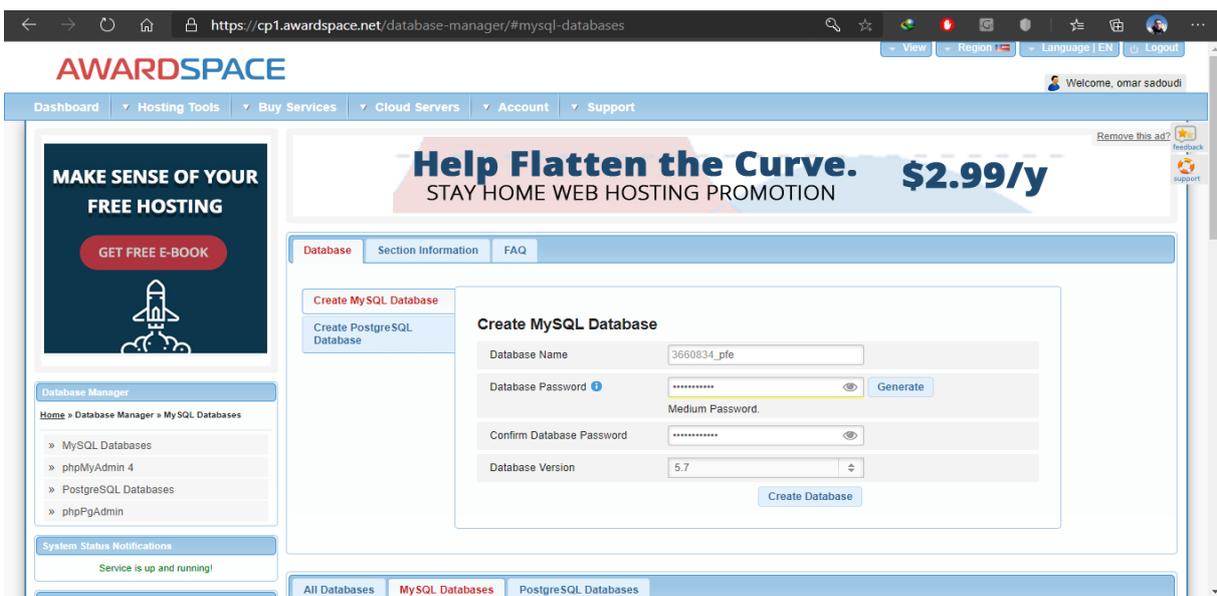


Figure III.35 : Création de la base des données

Maintenant la base des données est créée, on choisit PhpMyAdmin dans la liste d'options pour gérer la base des données, et bien sur on a modifier les paramètres de la base de données dans notre scripte de site web.

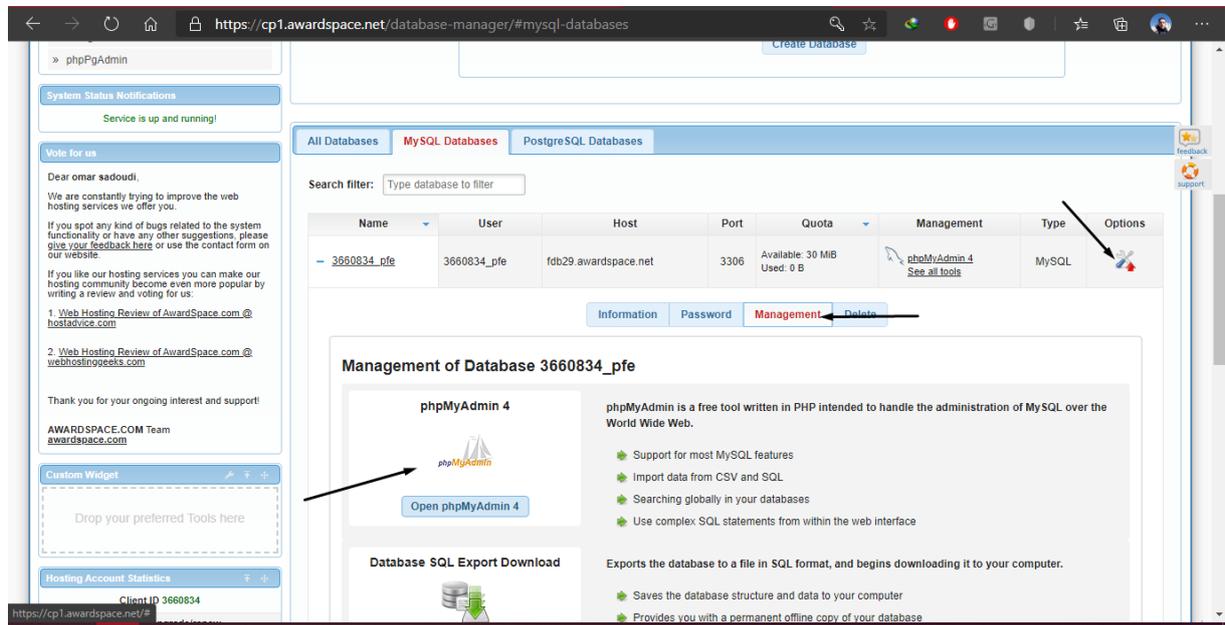


Figure III.36 : étapes de gérer la base des données

Après l'entrée a PhpMyAdmin on choisit SQL pour création des tableaux.

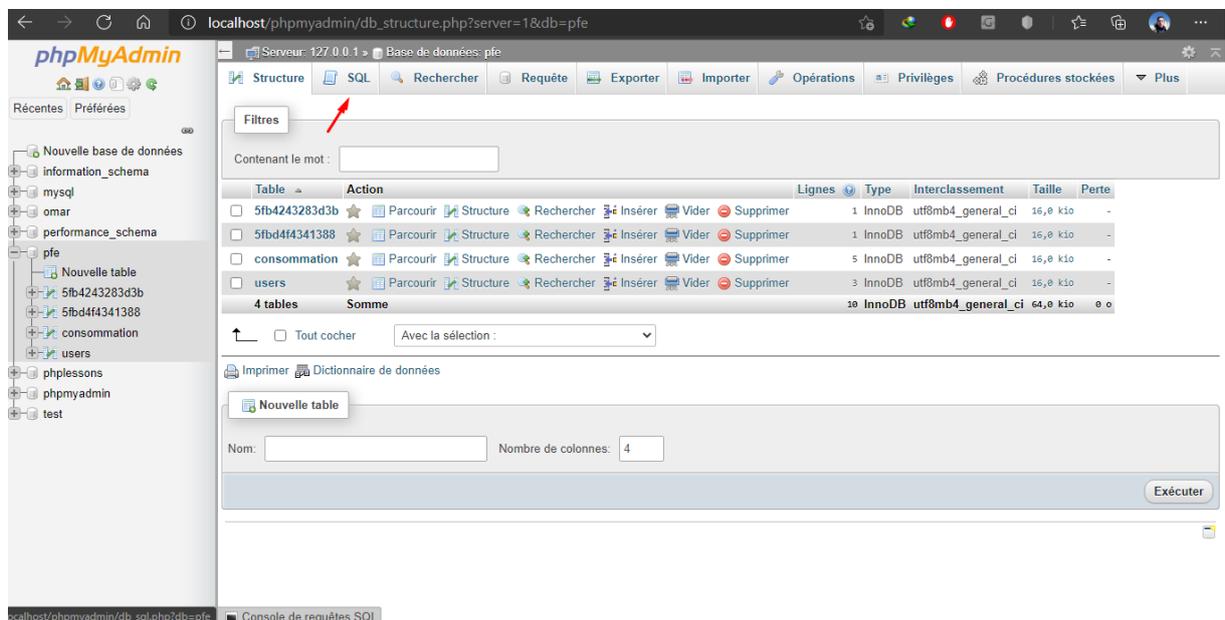


Figure III.37 : interface PhpMyAdmin

Dans la base des données on a deux tableaux.

Le premier tableau pour les utilisateurs qui contient Id d'utilisateur, nom d'utilisateur, mot de passe, range et id de tableaux.

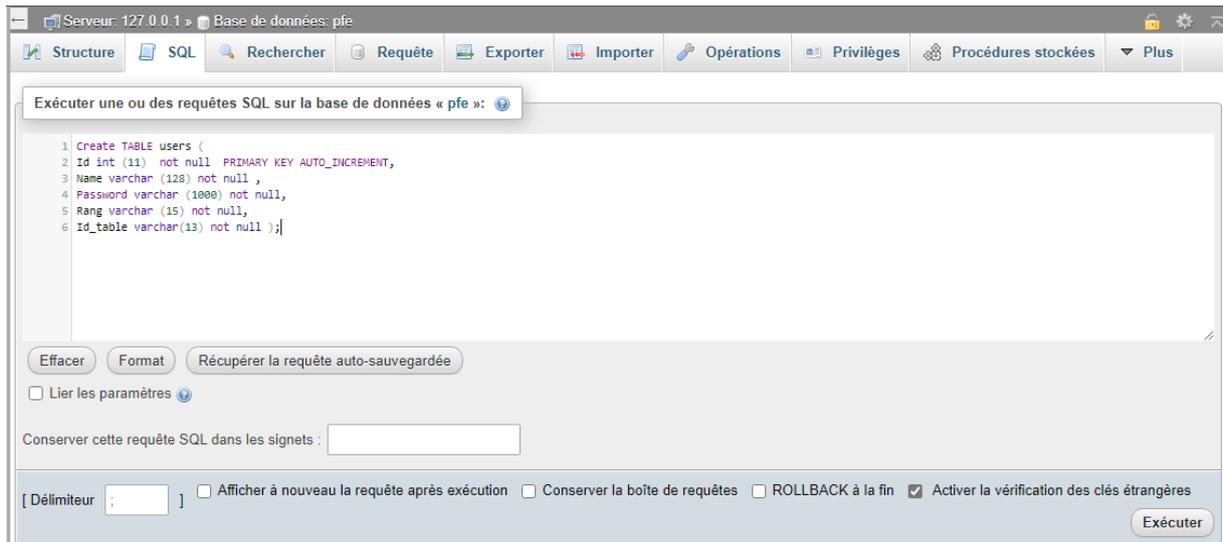


Figure III.38 : création table des utilisateur (SQL langage)

Le deuxième tableau pour la consommation, chaque utilisateur il a un tableau spécial, le nom de ce tableau est l'Id d'utilisateur. Ce tableau est créé automatiquement lorsque on ajoute un utilisateur à partir de PHP et SQL dans le site web.

```
/* tableau consommation */  
Create TABLE $id (  
Id int (11) not null PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,  
Consommation float (11) ,  
Consommation_total float (11) not null,  
Date timestamp default CURRENT_TIMESTAMP ) ;
```

Figure III.39 : code table de la consommation (SQL langage)

- **Organigramme générale de site web**

Le site web est raccordé avec la base de données qui stocke les comptes d'utilisateur et leurs id et range et consommation.

Dans le site web il y a plusieurs pages et des commandes pour l'utilisateur.

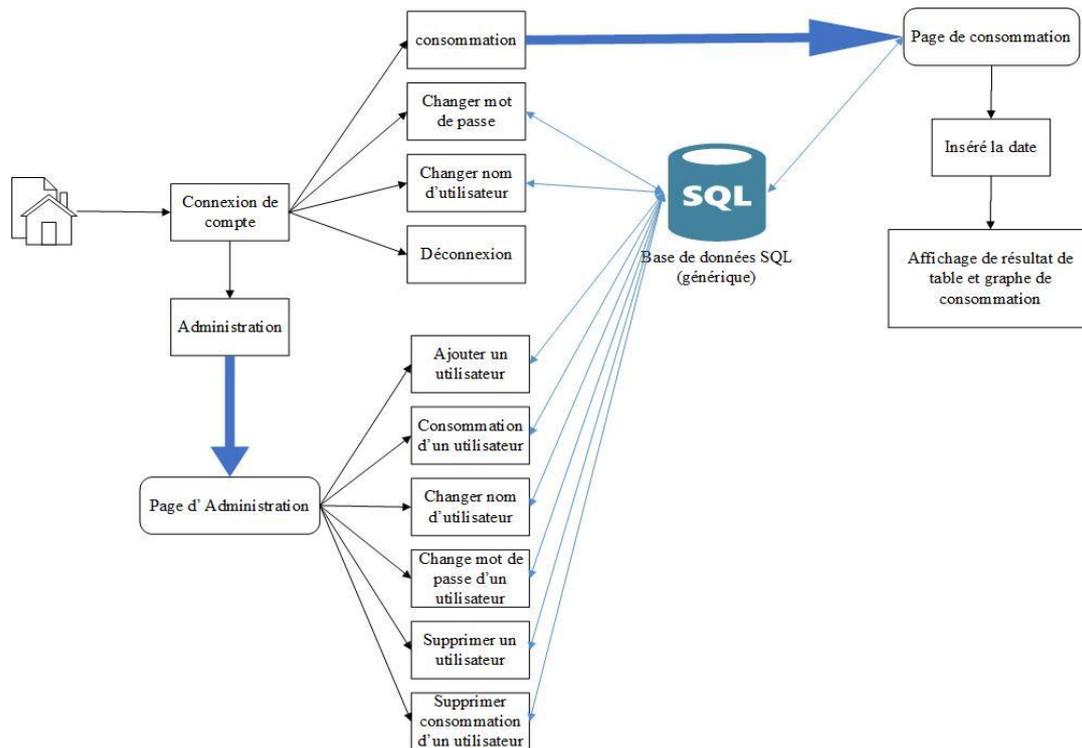


Figure III.40 : Organigramme générale du site web

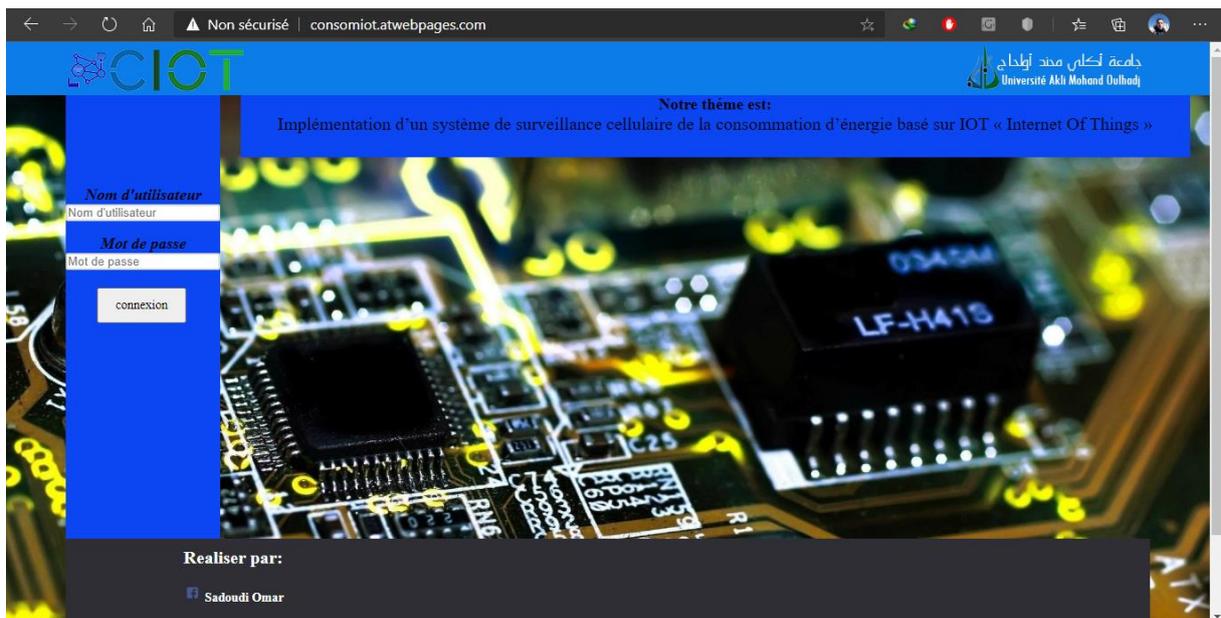


Figure III.41 : page d'accueil de site web

- **Diagramme d'activité d'authentification**

Lorsque vous tapez l'URL de notre site web, vous trouvez la page d'accueil qui oblige l'utilisateur d'identifié leur identité pour l'utilisation de site.

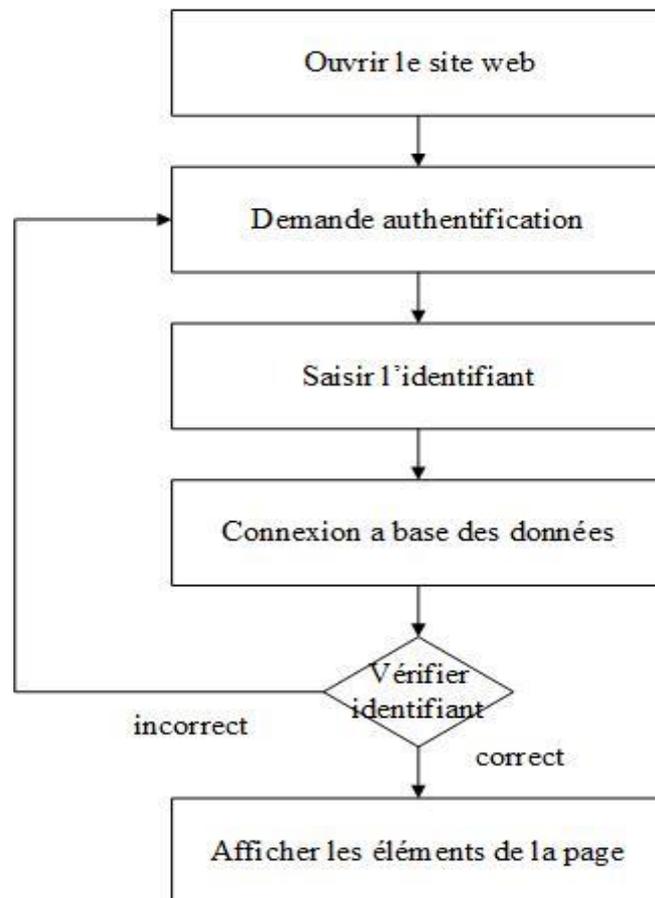


Figure III.42 : Diagramme d'activité d'authentification

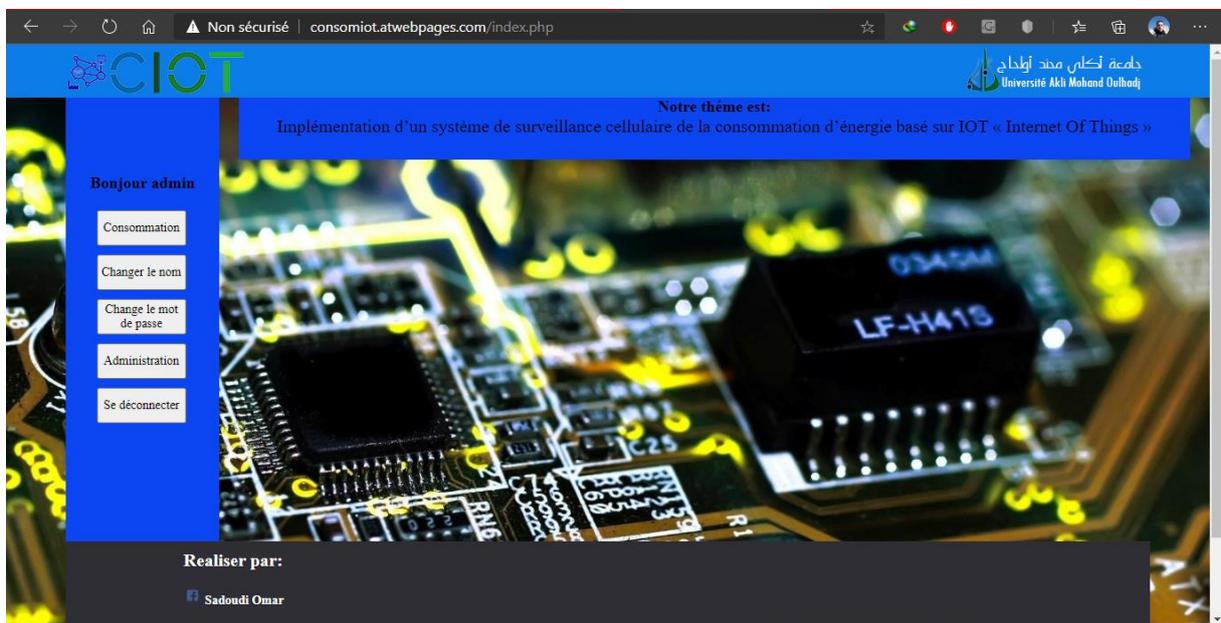


Figure III.43 : Page d'accueil de site web après l'authentification

Après que l'utilisateur saisisse leur information d'identification et clique sur connexion, l'algorithme d'activité d'authentification commence d'exécuter, la première étape est de connecter à la base des données pour confirmer l'existence de nom d'utilisateur après

comparer le mot de passe entrée avec le mot de passe enregistré sur la basse des donnes , si correct affiche les élément de la page , ou si incorrect affiche message d’erreur.

- **Diagramme de consulter la consommation**

Pour consulter votre consommation vous choisissez la commande consommation dans le menu.

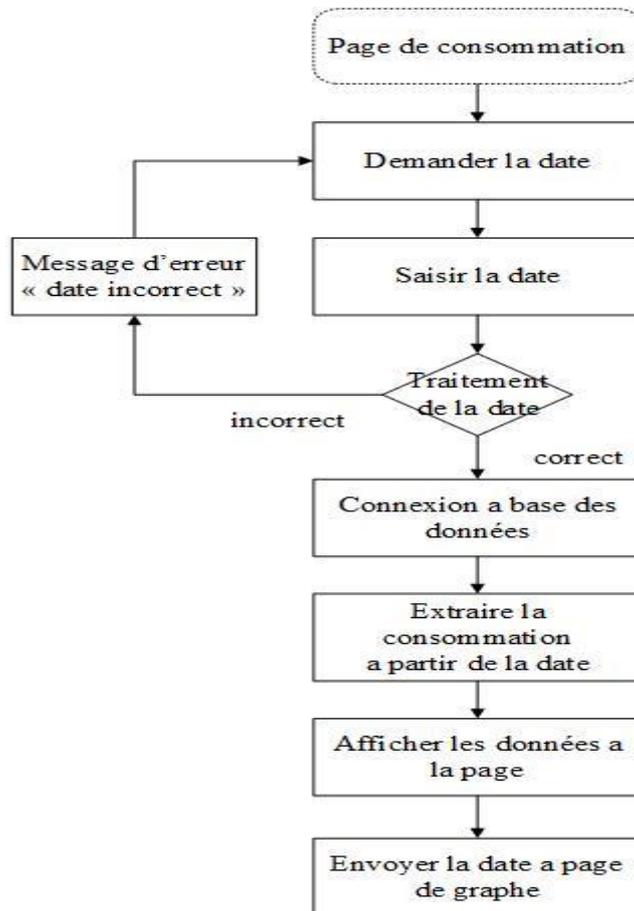


Figure III.44 : Diagramme de consulter la consommation

Après que l'utilisateur saisis la date et clic sur ok l'algorithme de consulter la consommation commence d'exécute , il est démarré par le traitement de la date (est ce que la date est logique , par exemple le mois de 1 jusqu'à 12) si la date n'est pas logique affiche message d'erreur ou si logique passe à l' étape suivent pour connecté à la base des données et extraire la consommation de la date entre par l'utilisateur , en fin présente les données sur un tableau et l'envoi la date à la page de graphe.

Pour plus de visualisation vous pouvez voire la consommation dans un graphe par clique sur le bouton graphe.

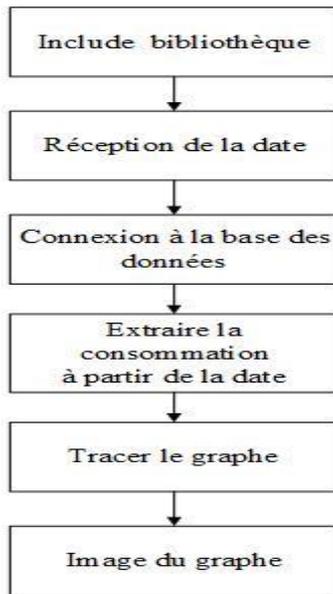


Figure III.45 : Diagramme de traçage du graphe

Après on clique sur le graphe, la page de graphe exécute le code, la première étape include la bibliothèque de tracer les graphes de java scripte, après recevoir la date par le lien et connecte à la base des données et extraire les donnes et placé dans la fonction de graphe pour tracer ce dernier.

- **Diagramme de changement du mot de passe ou nom :**

Il y a la possibilité à l'utilisateur pour changer leur nom et mot de passe

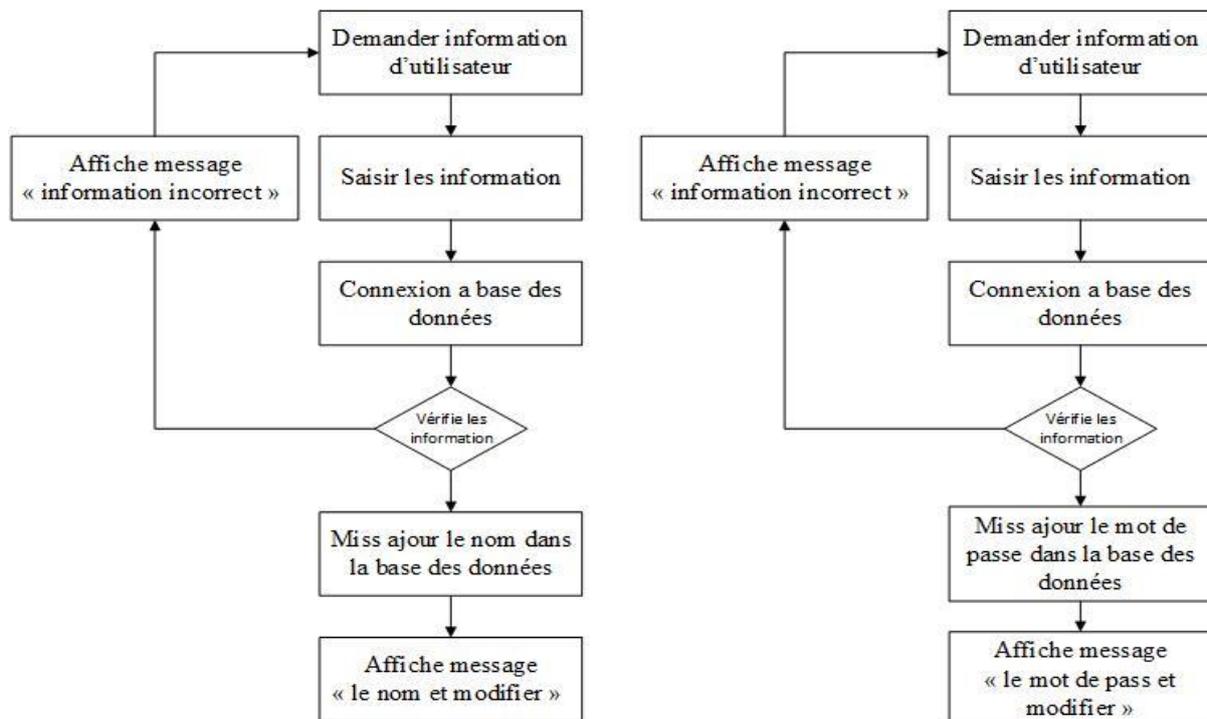


Figure III.46 : Diagramme de changement du nom ou mot de passe d'utilisateur

L'algorithmes de changement du nom ou mot de passe d'utilisateur est presque le même.

Lorsque l'utilisateur entre les informations et clique sur changer le nom ou mot de passe le programme teste les informations nom utilisateur et mot de passe. Si incorrect, affiche le message information incorrect. Si correct, passe à l'étape de changement du mot de passe ou nom par testée le nouveau nom (déjà existe les lettres utilisées) ou nouveau mot de passe (nombre des chiffres plus que 6, des chiffres acceptés par le programme), si il y a une erreur affiche le message nom ou mot de passe incorrect; ou si tout est correct ce dernier est mis à jour dans la base des données et affiche le message nom / mot de passe est modifier.

Compte administrateur

Pour le compte administrateur il peut entrer à l'administration

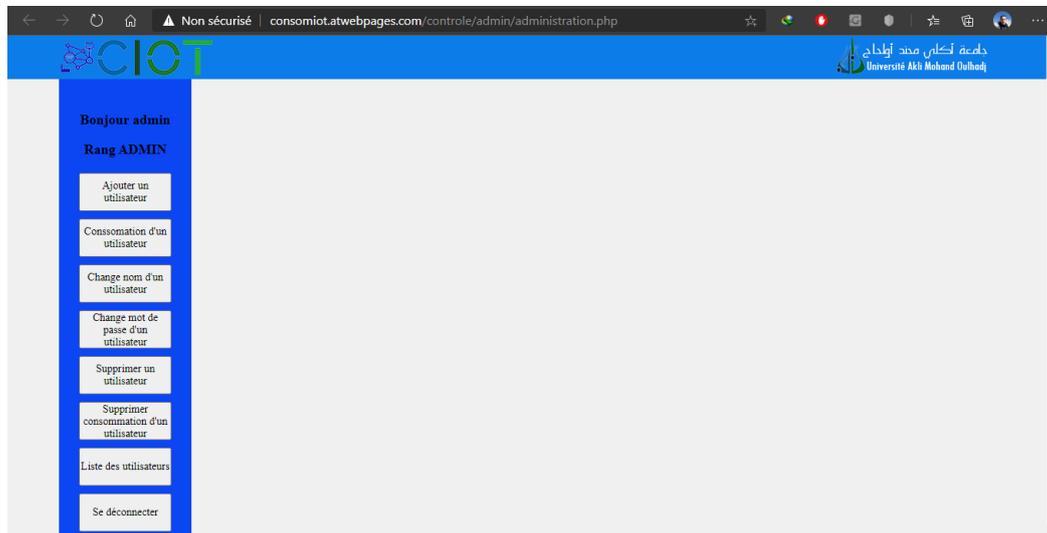


Figure III.47 : Page d'administration de site web

- **Diagramme d'ajouter un utilisateur**

Bien sûr notre système il peut comprendre plusieurs utilisateurs donc les administrateurs et le superviseur peuvent ajouter des utilisateurs par le bouton ajouter un utilisateur dans l'administration.

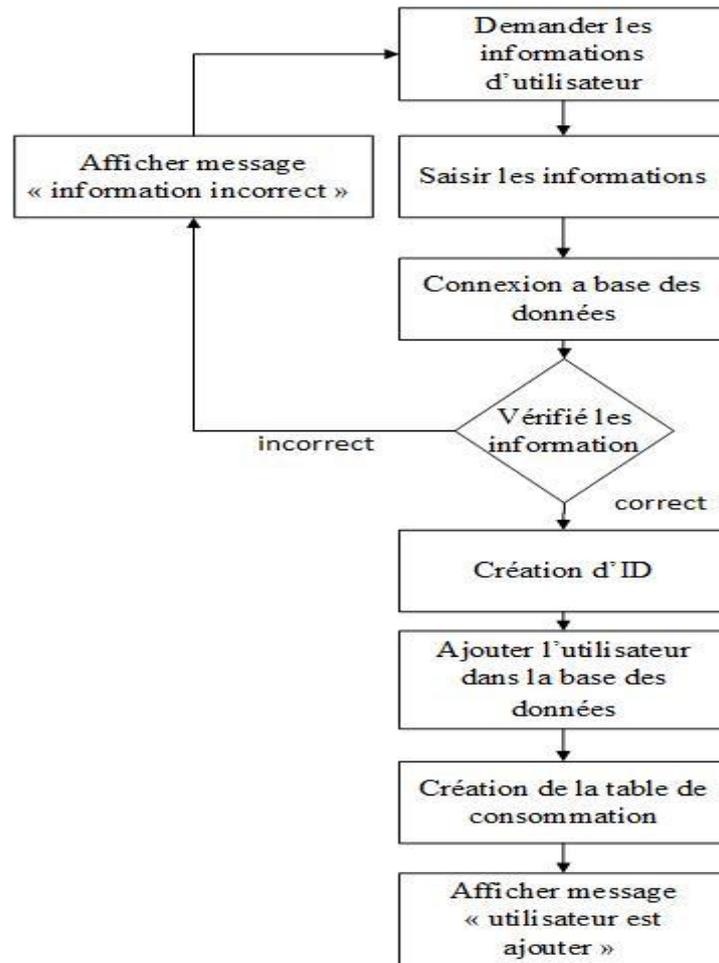


Figure III.48 : Diagramme d'ajouter un utilisateur

Lorsque on entre à la page d'ajouter un utilisateur et tapé les informations et cliquer sur ajouter un utilisateur, le programme vérifie les information (nom existe ou non, mot de passe correct) s'il y a une erreur affiche message « information incorrect », ou si correct passe à la prochaine étape. En fine ajouter l'utilisateur a la base des données et au même temp créé un tableau pour la consommation.

```

$sql2="INSERT INTO users ( Name , Password, Rang, Id_table ) VALUES ('$name', '$mdp1', \"UTILISATEUR\", '$id'); ";
$result = mysqli_query($conn , $sql2);
header ("Location:administration.php?change=AUU&erreurs=ON");
$sql3="
CREATE TABLE $id (
Id int (11) not null PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
Consommation float (11) ,
Consommation_total float (11) not null,
Date timestamp default CURRENT_TIMESTAMP ) ; ";
$result = mysqli_query($conn , $sql3);
$sql4 = " INSERT INTO $id ( Consommation , Consommation_total , Date ) VALUES ( 0 , 0 , null); ";
$result = mysqli_query($conn , $sql4);
};
    
```

Figure III.49 : code SQL dans PHP pour création table consommation

La fonction « `mysqli_query($conn , $sql2)` » correspond a connecté a la base des données de définitions « `$conn` », et envoyé la commande « `$sql2` ».

```

dbhinc.php
1  <?php
2
3  $dbServername = "localhost" ; // nom de server
4  $dbUsername = "id[redacted]_root" ; // nom utilisateur dase des donnees
5  $dbPassword = "#[redacted]" ; // mote de passe
6  $dbName="id[redacted]_pfe" ; //nom dase des donnees
7  $conn = mysqli_connect($dbServername, $dbUsername, $dbPassword, $dbName ) ;
8  // fonction de connexion a base des donnees
9  ?>
10

```

Figure III.50 : code PHP pour connecte à base des données

- **Diagramme Consommation d'un utilisateur**

Les administrateurs et le superviseur peut être voire la consommation de tous les utilisateurs

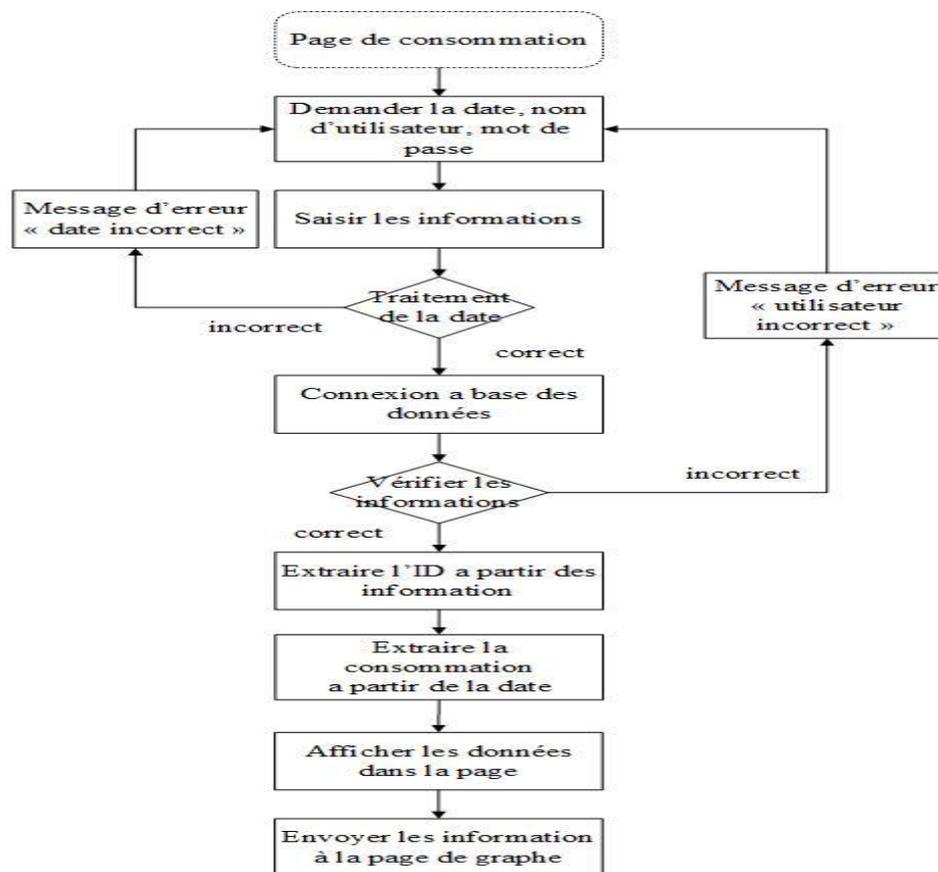


Figure III.51 : Diagramme de consommation d'un utilisateur

Pour voire la consommation d'un utilisateur , entrer à la page d'administration après consommations d'un utilisateur et entrer les information de l'utilisateur demandé (la date de consommation , nom, et mot de passe de l'utilisateur) le code fait un traitement pour la date si la date est correct connecte à la base des données pour vérifier les information de l'utilisateur si correct extraire l'ID de cet utilisateur et cherche la consommation a partirez de leur ID enfin extraire la consommation et affiche a la page et envoie les information (date , ID) a la page de graphe .

- Diagramme de changement du mot de passe ou nom d'utilisateur

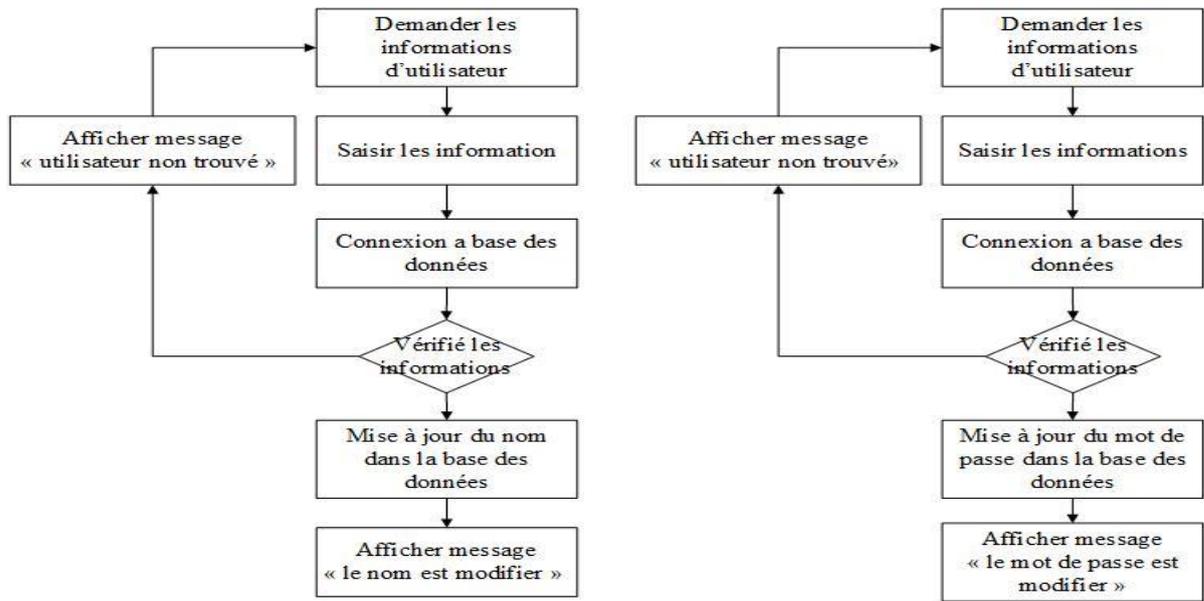


Figure III.52 : Diagramme de changement du mot de passe ou nom d'utilisateur

Le principe de ce code et le même principe de changement du mot de passe et nom (pour utilisateur).

- Diagramme de suppression d'un utilisateur

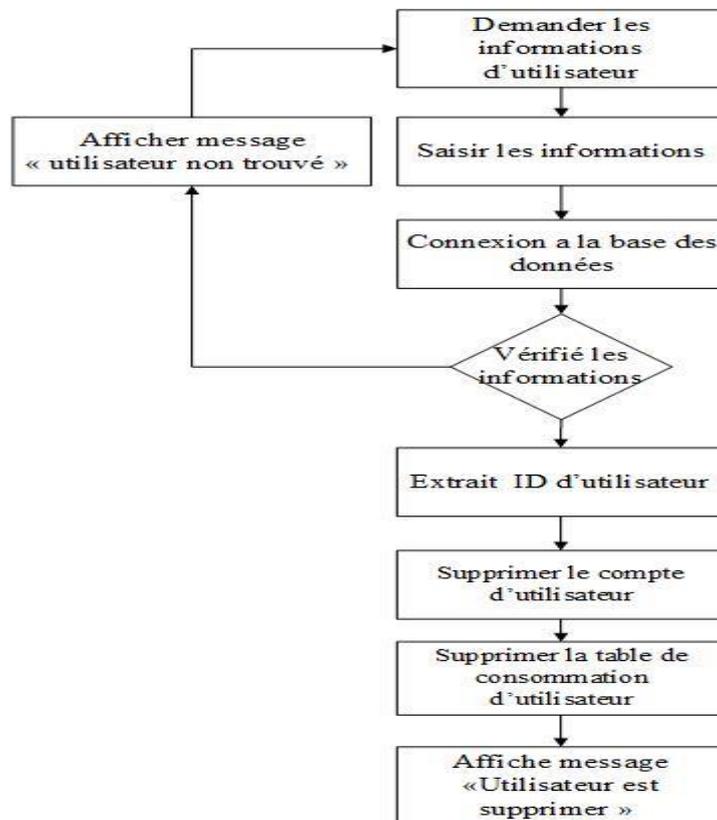


Figure III.53 : Diagramme de suppression d'un utilisateur

Dans la page de suppression, on entre les informations d'utilisateur après le code connecte a la base des données pour vérifier les information si correct extraire l'ID de cet utilisateur et supprime le compte et leur consommation.

- **Diagramme de suppression de consommation d'un utilisateur**

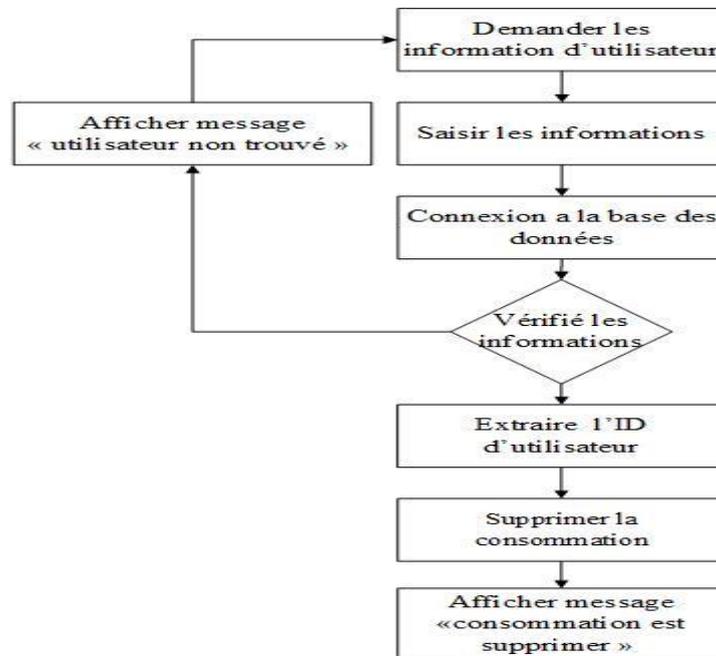


Figure III.54 : Diagramme de suppression de consommation d'un utilisateur

Dans la page de suppression on entre les informations d'utilisateur après le code connecte à la base des données pour vérifier les informations si correctes extraire l'ID de cet utilisateur et supprime la consommation.

- **Diagramme de Liste des utilisateurs**

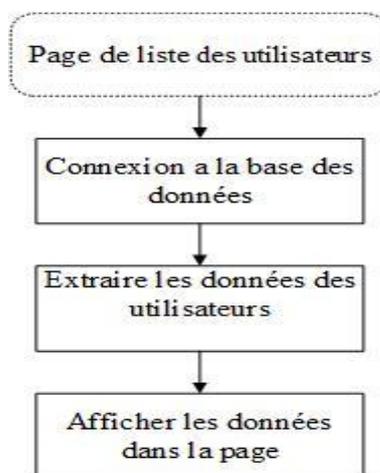


Figure III.55 : Diagramme de Liste des utilisateurs

Pour voir tous les utilisateurs on entre a la page liste d'utilisateur après la code da page connecte à la base des données et extraire tous les utilisateurs et affiche dans la page.

III.7. Résultat après la réalisation

ID:	Consomation:	Consomation totale:	Date:
1	0	0	2020-12-01 11:46:44
2	0.79	0.79	2020-12-01 11:47:24
3	0.79	1.58	2020-12-01 11:48:24
4	0.79	2.37	2020-12-01 11:49:25
5	0.79	3.16	2020-12-01 11:50:25
6	0.79	3.95	2020-12-01 11:51:25
7	0.79	4.74	2020-12-01 11:52:26
8	0.79	5.53	2020-12-01 11:53:26
9	0.79	6.32	2020-12-01 11:54:27
10	0.79	7.11	2020-12-01 11:55:27
11	0.79	7.9	2020-12-01 11:56:28
12	0.79	8.69	2020-12-01 11:57:28
13	0.79	9.48	2020-12-01 11:58:29
14	0.79	10.27	2020-12-01 11:59:29
15	0.79	11.06	2020-12-01 12:00:29
16	0.79	11.85	2020-12-01 12:01:36
17	0.79	12.64	2020-12-01 12:02:30

Figure III.56 : Résultats de consommation (Tableau)

A la fin le résultat de consommation d'énergie pour un utilisateur affiche comme un tableau qui contient la consommation (Wh) (consommation instantanée dans le temps), consommation totale (Wh) et bien sur la date.

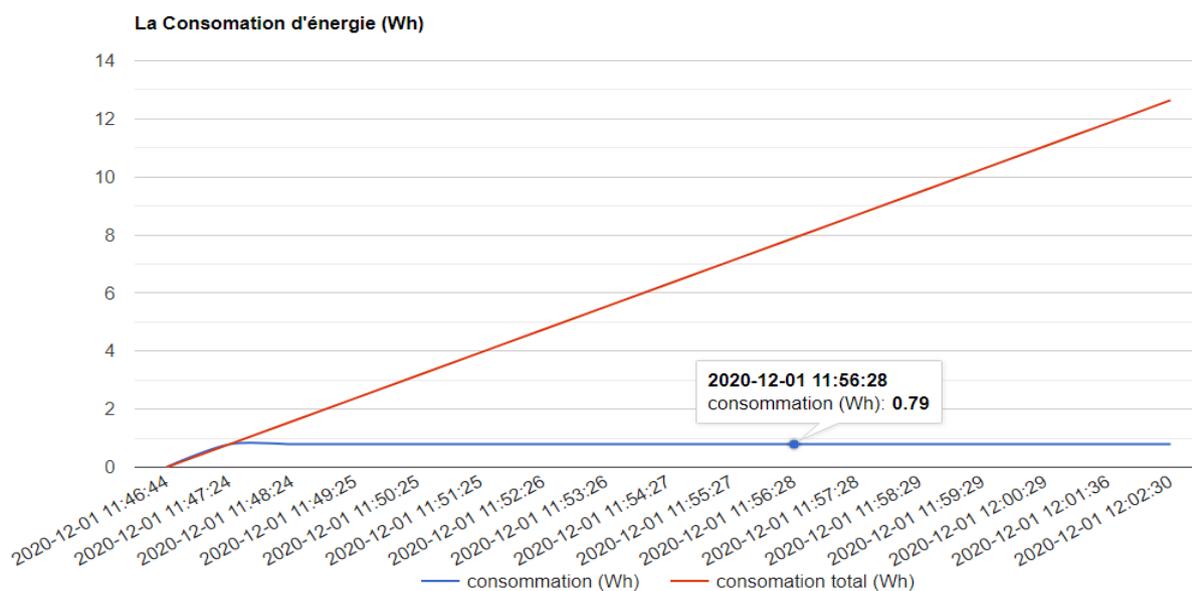


Figure 57 : Résultats de consommation (Graphe)

Le résultat est affiché comme un graphe pour la consommation instantané et la consommation totale.

III.8. Conclusion

Ce dernier chapitre, est divisé en deux parties principales. La première partie, est très importante car elle nous permet de comprendre le contexte de notre projet, y compris la partie hardware et software. La deuxième partie, est consacrée pour la réalisation d'un prototype qui a pour but de calculer le niveau d'énergie consommé par l'utilisateur. Ce system sera contrôlé en temps réel par un site web qu'on a créé.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'Internet des objets (IoT) est un réseau d'appareils physiques, de véhicules, d'appareils électroménagers et d'autres éléments intégrant de l'électronique, des logiciels, des capteurs, des actionneurs et une connectivité, ce qui permet à ces objets de se connecter, de collecter et d'échanger des intégrations directes du monde physique dans des systèmes informatiques, entraînant des améliorations de l'efficacité, des avantages économiques et une réduction de l'efforts de l'homme.

Dans ce contexte et au cours de ce mémoire, nous avons présenté au début une vue générale sur l'internet des objets, le fonctionnement, son architecture et domaine d'application. Nous avons aussi parlé dans le chapitre 2 sur le GSM et son architecture.

Dans le chapitre de réalisation nous avons fait un système de surveillance cellulaire pour la consommation d'énergie par la programmation des composants électronique et création d'un site web pour les résultats de notre système avec l'utilisation des réseaux GSM.

Référence bibliographique

[1] 'Enabling things to talk' Disigning IOT solutions with the iot archetectoral referance model

Editors : Alesandro Bassi, Martin Bauer, Martin Fledler, Thorsten Kramp, Rob Van Kranenburg, Sebastian Lange, Stefan Meissner.

[2] Internet des objets : comment la prochaine evolution d'internet change tout. editeur : Dave Evans.

[3] Healthcare applications of the Internet of Things : A Review. (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, (Alok Kulkarni, 2014) Alok Kulkarni, Sampada Sathe (2014). Vol. 5 (5), 2014, 6229-6232

[4] (André Pedroza, 2016) André Pedroza dos Santos, Dalfrede Welkener Soares Lima, Fhelipe Silva Freitas, Geiziany Mendes da Silva CESAR. 2016. A Motivational Study Regarding IoT and Middleware for Health Systems. The Tenth International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies

[5] [IEEE 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT) - Seoul, Korea (South) (2014.03.6-2014.03.8)] 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT) - Challenges from the Identities of Things : Introduction of the Identities of Things discussion group within Kantara initiative. DOI : 10.1109 / wf-iot.2014.6803106

Friese, Ingo ; Heuer, Jorg ; Kong, Ning

[6] Article : Internet of Things from A to Z (technologies and applications) || An IoT design and prototyping introduction tutorial with examples

DOI : 10.1002 / 9781119456735.ch6

Editeur : Hassan, Qusay

[7] The Internet of Things 'Connecting Objects to the Web'

Thèse editée par Hakima Chaouchi.

[8] [ACM Press the 8th International Conference - Biarritz, France (2016.11.01-2016.11.04)] Proceedings of the 8th International Conference on Management of Digital Eco Systems - MEDES - A survey on complex event definition languages in multimedia sensor networks

DOI : 10.1145 / 3012071.3012098Angsuchotmetee, Chinnapong; Chbeir, Richard

- [9] "Wireless sensor networks : a survey", Computer Networks. Vol. 38(4). - pp. 393-422, 2002
- [10] www.elprocus.com/introduction-to-wireless-sensor-networks-types-and-applications
- [11] www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot.
- [12] Book of Fundamentals of Cellular Network Planning and Optimisation by Ajay R. Mishra
- [13] 4G LTE (long term evolution) Edited by Anne WEI . CNAM Paris 2011.
- [14] Stephan Robert, "Planification des réseaux mobiles" Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-Vd), Institute for Information and Communication Technologies (IICT), Juin 2003.
- [15] S.C. MAHAMAT et I.A.R. BAWA, "Optimisation des réseaux GSM pour la migration vers l'UMTS", PFE, Promotion IGE 25, Institut des Télécommunications Abdelhamid Boussouf d'Oran, soutenu Juin 2005.
- [16] I.M. DAOUA, M.M. GONI BOUALAMA, "Evolution des réseaux mobiles de 2G vers la 3G", PFE, IGE 25, Institut des Télécommunications Abdelhamid Boussouf d'Oran, soutenu Juin 2005.
- [17] C. BERRABAH, S. ABDELKRIM, "Ingénierie et planification d'un réseau GSM", PFE, Promotion IGE 24, Institut des Télécommunications Abdelhamid Boussouf d'Oran, soutenu Juin 2004
- [18] S.C. MAHAMAT et I.A.R. BAWA, "Optimisation des réseaux GSM pour la migration vers l'UMTS", PFE, Promotion IGE 25, Institut des Télécommunications Abdelhamid Boussouf d'Oran, soutenu Juin 2005
- [19] ZNATY, "Global System for Mobile Communications Architecture, Interfaces et Identités", document PDF, 2008.
Site : www.yopdf.com
- [20] P. BRISSON, P. KROPF, " Global System for Mobile Communication (GSM)", Université de Montréal.
- [21] POLY, JL Langlois sur GSM, document PDF.

- [22] L. DENEIRE, “Téléphonie Mobile de troisième génération de GSM” a HSPDA, département R et T, Licence professionnelle, Janvier 2008.
- [23] I.M. DAOUA, M.M. GONI BOUALAMA, “Evolution des réseaux mobiles de 2G vers la 3G”, PFE, IGE 25, Institut des Télécommunications Abdelhamid Boussouf d’Oran, soutenu Juin 2005.
- [24] C. BERRABAH, S. ABDELKRIM, “Ingénierie et planification d'un réseau GSM”, PFE, Promotion IGE 24, Institut des Télécommunications Abdelhamid Boussouf d’Oran, soutenu Juin 2004
- [25] K. El-Khazen, « Mobile Communications », SFR, France, 2016, pp.4-10.
- [26] P. Brisson, P. Kropf, « GSM : Global System for Mobile Communications », IFT-6275,
- [27] Arduino, site officiel, <https://www.Arduino.cc/>
- [28] <https://simcom.ee/modules/gsm-gprs/sim900/>
- [29] <https://www.allegromicro.com/>
- [30] <https://www.w3schools.com>
- [31] <https://www.php.net/manual/fr/intro-what-is.php>
- [32] <https://github.com/topics/atom>
- [33] <https://www.apachefriends.org/fr/index.html> consulte le 18/11/2020 a 18 :30
- [34] <https://fritzing.org/> consulte le 18/11/2020 a 18 :30
- [35] <https://filezilla-project.org> FileZilla - The free FTP solution (filezilla-project.org)
- [36] <https://energieplus-lesite.be/theories/reseau-electrique9/puissance-active-et-puissance-reactive/>