

RAPORT DE FIN D'ETUDE
Licence Sciences Mathématique et Informatique

**RÉALISATION D'UN COMPTEUR D'ÉNERGIE
INTELLIGENT BASÉ SUR « IOT »**



RÉALISE PAR :
SAIFI WAFAE
MOUHIM MERYEM

SETENU LE : 17 JUIN 2022 DEVANT LE JURY :

Pr. ELFILALI SANAA

Pr. BENLAHMER ELHABIB

Pr. OUAHABI SARA

Mr. TACE YOUNESS

Mme. ALAOUI FATIMA ZAHRA

Mr. ZEMNAZI OUSSAMA

Encadrante

Examinateur

Co-encadrante

Co-encadrant

Co-encadrante

Co-encadrant



Remerciement

Avant d'entamer ce rapport, nous tenons tout d'abord à remercier :

Le DIEU de nous avoir donné le courage, la force et la volonté pour achever ce modeste travail.

Nous tenons également à remercier tout particulièrement et à témoigner toute notre reconnaissance à notre chère encadrante SANAA EL FILALI, pour son dévouement et son soutien dans la concrétisation de ce projet de fin de module, pour être source d'information et de communication sans hésiter à aucun moment de consacrer une part de son temps précieux, et pour tous les conseils qu'il nous a prodiguées.

N'oublions pas notre Co-encadrant Mr TACE YOUNESS, Co-encadrante Mlle ALAOUI FATIMA ZAHRA, Co-encadrante OUAHABI SARA, Co-encadrant Mr ZAMNAZI OUSSAMA pour leur soutien et la confiance, leur aide pendant la réalisation de ce travail, ainsi que leur disponibilité et leurs conseils bienveillants.

Un remerciement spécial aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous feront en acceptant de juger ce modeste travail, pour leurs conseils avisés et leurs commentaires très constructifs, qui seront sans doute très utiles pour notre parcours dans notre domaine.

Nous tenons aussi à remercier le corps enseignant de SMI pour les efforts fournis durant notre enseignement et notre orientation. Nos remerciements vont aussi au support important fourni par Monsieur le doyen et les vice-doyens de notre établissement.

Finalement, Un remerciement particulier et sincère pour nos parents pour les efforts fournis. Ils ont toujours été présents. Que ce travail soit un témoignage de nos gratitude et nos profonds respects, et pour toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.



Dédicace

À nos très Chers, respectueux et magnifiques parents qui nous a soutenu tout au long de nos vies, Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous avez consentis pour faire de nos les personnes qui nous sommes aujourd’hui. Que Dieu le tout puissant vous bénisse.

À nos frères et nos sœurs Merci pour vos encouragements, votre confiance, votre présence et votre soutien dans les moments difficiles. Vous êtes pour moi le soleil de mes jours, vous les éclaircissez, vous les prolongez.

À nos amis Pour tout le soutien que vous m'avez offert, je vous dis merci.

À tous ceux qui ont marqué nos vies nous vous dédie ce modeste travail avec l'expression de ma profonde gratitude.

Les mots ne pourront pas exprimer nos profondes gratitude et reconnaissances pour votre soutien et votre encouragement.

Nous espérons qu'un jour nous rendre une partie de ce soutien qu'ils nous ont donné.



TABLE DE MATIERE

Remerciement	1
Dédicace.....	2
TABLE DE MATIERE	3
LISTE DES FIGURES	6
LISTE DES TABLEAUX	7
Résumé	8
ABSTRACT	9
INTRODUCTION.....	10
ORGANIGRAME DE RAPPORT.....	11
Chapitre 1 : Contexte général du projet	12
Introduction.....	13
1. Cadre de projet	13
1.1 Présentation de Centre d’innovation et de Transfert Technologique	14
2.1 Présentation de la faculté Ben M’Sick	15
3.1 Organigramme de la FSBM	16
4.1 Le Département de Mathématiques et Informatique	17
5.1 Organigramme Pédagogique et Scientifique	17
2. Contexte de projet.....	18
1.2 Problématique :	18
2.2 Objectif :	18
3. Cahier de charges :.....	18
1.3 Objectif du projet :	18
2.3 Phases de projet :.....	18
3.3 Description fonctionnelle des besoins :	19
Conclusion	21
Chapitre 2 : Généralité sur Smart Grid et IOT	22
Introduction :	23
1. Smart Grid & IOT :.....	23
1.1 Généralité sur IOT « Internet des Objets » :	23



2.1 Généralité sur SG « Smart Grid » :	23
3.1 La différentes entre Smart Grid et les réseaux électriques classiques	24
2. Etude comparatif entre le compteur électromécanique et le compteur intelligent	25
1.2 Compteur électromécanique	25
2.2 Le compteur d'énergie intelligent IOT	26
Conclusion	28
Chapitre3 : Analyse Et Conception	29
Introduction	30
1. Méthodologie et planification	30
Planning réel	30
2. Conception de l'application web :	31
1.2 Conception des couches :	31
2.2 Diagramme de cas d'utilisation :	31
3.2 Diagramme de classe :	33
4.2 Diagrammes de Séquence :	34
Authentification :	34
Afficher les appareils :	35
Afficher Mesure :	36
Ajouter appareil :	37
Supprimer appareil :	38
Conclusion	38
Chapitre 4 : Technologies Matériels et Logiciels	39
Introduction :	40
1 Les matériels utilisés :	40
1.1 Arduino Méga 2560 :	40
2.1 Module WIFI ESP8622:	41
3.1 MODULE COMPTEUR ÉNERGÉTIQUE PZEM-004T-100A :	41
4.1 BREADBOARD :	42
5.1 Module relais :	42
2 Technologie de développement :	43
1.2 HTML :	43
2.2 CSS :	43
3.2 PHP :	43
4.2 Bootstrap :	44
5.2 MySQL	44



6.2 UML	44
3. Logiciels de développement :.....	45
1.3 GANTT.....	45
2.3 Visual Studio.....	45
3.3 WampServer :	45
4.3 PhpMyAdmin.....	46
5.3 Arduino IDE :.....	46
6.3 Node-Red.....	46
7.3 Fritzing.....	47
8.3 Star UML.....	47
Conclusion	47
Chapitre 5 : Réalisation	48
Introduction.....	49
1. Réalisation de branchement	49
1.1 Simulation de prototype.....	49
2.1 Le prototype réel	50
2. Programme Arduino :	51
3.Les Interfaces de l'application :	54
1.3 Accueil.....	54
2.3 Authentification	55
3.3 Inscription	55
4.3 L'affichage de la liste des Appareils	56
5.3 L'affichage des statistiques des appareils.....	57
6.3 La Suppression D'un Appareil.....	58
7.3 La Modification D'un Appareil	59
8.3 L'ajout D'un Appareil	59
4. L'assurassions de communication via Node-RED :	60
1.4 L'envoie des données via Node -RED	60
2.4 Représentation de notre flux dans NODE-RED	60
3.4 La récupération des données à partir de l'Arduino	60
4.4 L'envoie des données à notre base de données MySQL	61
Conclusion	62
Conclusion générale	63
Webographie	64



LISTE DES FIGURES

Figure 1:Logo CITT	14
Figure 2:Accueil de la faculté Ben M'Sick	15
Figure 3:Organigramme des services administratifs de la FSBM	16
Figure 4:Organigramme des services administratifs de la FSBM	16
Figure 5:Architecture des réseaux classique	24
Figure 6:L'architecture de Smart Grid.....	25
Figure 7:Compteur électromécanique.....	25
Figure 8:Compteur intelligent	26
Figure 9:Planning réel	30
Figure 10:Diagramme de cas d'utilisation	31
Figure 11:Diagramme de classe.....	33
Figure 12:Diagrammes de Séquence	34
Figure 13:Diagramme de Séquence « afficher les appareils »	35
Figure 14:Diagramme de Séquence « afficher Mesure »	36
Figure 15:Diagramme de Séquence « Ajouter appareil »	37
Figure 16:Diagramme de Séquence « Supprimer appareil »	38
Figure 17 : Arduino Méga 2560.....	40
Figure 18 : Module WIFI ESP8622	41
Figure 19 : PZEM004T	41
Figure 20 : BREADBOARD	42
Figure 21 : Module relais.....	42
Figure 22:Logo HTML	43
Figure 23:Logo CSS.....	43
Figure 24:Logo PHP.....	43
Figure 25:Logo Bootstrap.....	44
Figure 26:Logo MySQL	44
Figure 27:Logo UML	44
Figure 28:Logo GANTT	45
Figure 29:Logo Visual Studio	45
Figure 30:Logo WampServer	45
Figure 31:PHP MyAdmin.....	46
Figure 32:Logo Arduino IDE	46
Figure 33:Logo Node-RED	46
Figure 34:Logo FRITZING	47
Figure 35:Logo Star UML	47
Figure 36:Simulation de prototype	49
Figure 37:Prototype réel.....	50
Figure 38:Page d'accueil	54
Figure 39:Page d'authentification	55
Figure 40:Page inscription.....	55
Figure 41:Page affichage de la liste des appareils	56
Figure 42:Affichage des statistiques des appareils	58
Figure 43:Message de confirmation.....	58
Figure 44:Page de modification.....	59
Figure 45:L'ajout d'un nouvel appareil	59



LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1:Les fonctionnalités du prototype.....</i>	19
<i>Tableau 2:La fonctionnalité d'Identification</i>	20
<i>Tableau 3:La fonctionnalité d'Afficher les matériels</i>	20
<i>Tableau 4: La fonctionnalité d'afficher les mesures.....</i>	20
<i>Tableau 5:La fonctionnalité d'Ajouter un appareil.....</i>	21
<i>Tableau 6:La fonctionnalité de supprimer un appareil.....</i>	21
<i>Tableau 7: Etude comparative.....</i>	27



Résumé

Grâce à l'intégration des énergies renouvelables et au développement des compteurs d'électricité comme base du **SMART GRID**, il contribuera à améliorer le progrès technologique du système de réseau.

Dans ce projet, on s'est intéressé à la conception et à la réalisation d'un compteur intelligent d'énergie électrique basé sur **IOT**.

Tout d'abord, on a étudié les compteurs d'énergie classique et électronique. Ensuite, on a développé la conception interne de ce compteur intelligent en utilisant le capteur **PZEM004t** et une carte **Arduino méga 2560**.

Enfin, on a réalisé une communication qui est basée sur une base de données et une application web qui permet de connecter le client au compteur.

- Les mots clé :

SG: Smart Grid

IoT: Internet of Things



ABSTRACT

Through the integration of renewable energy and the development of electricity meters as the basis of **SMART GRID**, it will help improve the technological progress of the grid system.

In this project, we were interested in the design and realization of a smart meter of electrical energy based on **IOT**.

First, conventional and electronic energy meters were studied. Then, we developed the internal design of this smart meter using the **PZEM004t** sensor and an **Arduino mega 2560** board.

Finally, we realized a communication that is based on a database and a web application that connects the customer to the meter.

- Key words

SG: Smart Grid

IoT: Internet of Things



INTRODUCTION

La bonne gestion des réseaux de distributions d'électricité est devenue une nécessité. Parmi les équipements les plus importants dans les réseaux de distributions basse tension nous avons le compteur électrique, qui permet de mesurer la consommation pour établir une facturation. Ces dernières années, ce compteur électrique a évolué car il est devenu nécessaire de réaliser des compteurs qui permettent de fournir des informations (tension, courant, puissances et énergie) sur la consommation d'énergie. Dans ce contexte stratégique un peu exacerbé, sur un souvent parlé du réseau électrique intelligent qui est un réseau moderne. Il reste sur le recours à des capteurs, à des dispositifs de surveillance et de communication, à l'automatisation et à l'informatique pour améliorer la souplesse, la sécurité, la fiabilité, l'efficience et la sûreté du service l'électricité.

Vue le progrès technologique dans les domaines informatiques et télécommunications, l'électricien est amené à créer des nouvelles catégories des compteurs d'énergie. Dans ce contexte, l'idée de remplacer le compteur classique par un compteur intelligent ou communiquant est apparue. C'est un compteur programmable permettant d'envoyer et de recevoir des données tels que la consommation. Par conséquent, le client va être capable de suivre sa consommation en termes d'énergie et de coût

Avec l'Internet des objets « **IOT** » et l'innovation technologique, le monde connaît une transformation numérique vertigineuse dans tous les secteurs vitaux et industriels y compris le secteur énergétique.

Alors dans notre projet on a orienté notre étude vers les systèmes de monitoring et de gestion d'énergie consommée ; on va utiliser une carte Arduino méga2650, un capteur PZEM004t pour faire les mesures nécessaires basant sur le NODE-RED pour récupérer nos données instantanées et les envoyer vers notre base de données afin de réaliser une application de web.



ORGANIGRAME DE RAPPORT

Chapitre 1 : Contexte général du projet

Chapitre 2 : Généralité sur Smart Grid et IOT

Chapitre 3 : Analyse Et Conception

Chapitre5 : Technologies Matériels et Logiciels

Chapitre 5 : Réalisation



Chapitre 1 : Contexte général du projet





Introduction

Ce chapitre constitue un aperçu général sur la Faculté des Sciences Ben M'Sick, les départements de cette faculté et organisme d'accueil, ainsi une description détaillée du département d'informatique, le contexte général dans lequel le projet s'intègre, en présentant à la fois son thème principal, la problématique générale et les objectifs du Projet, ainsi que la conduite du projet.

1. Cadre de projet

Dans le cadre de la préparation du Projet de Fin d'Etude suggéré par CITT pour l'obtention du diplôme de Licence Fondamentale en Sciences Mathématiques et Informatiques sous la direction de :

Pr. ELFILALI SANAA	Encadrante
Mr. TACE YOUNESS	Co-encadrant
Pr. OUAHABI SARA	Co-encadrante
Mme. ALAOUI FATIMA ZAHRA	Co-encadrante
Mr. ZEMNAZI OUSSAMA	Co-encadrant

Ce projet a été réalisée par :

MOUHIM MERYEM

SAIFI WAFAA



1.1 Présentation de Centre d'innovation et de Transfert Technologique



Figure 1:Logo CITT

Centre d’Innovation et de Transfert Technologique

Le projet s’inscrit dans le cadre d’une stratégie nationale de l’innovation élaborée depuis 2009 par les partenaires suivants :

- ✓ Ministère de l’Education Nationale, de la Formation Professionnelle, de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique.
- ✓ Ministère de l’Industrie, de l’Investissement, du Commerce et de l’Economie numérique.
- ✓ Confédération Générale des Entreprises du Maroc.
- ✓ Universités marocaines (Rabat, Casablanca, Marrakech, Fès et AGADIR).

Objectifs spécifiques :

- ✓ Mettre en place un écosystème favorisant le développement d’une culture d’innovation.
- ✓ Eriger le pays en producteur de technologie ainsi qu’une place attractive pour les chercheurs.
- ✓ Promouvoir l’innovation et l’incubation des projets innovants.
- ✓ Développer les interfaces Université-Entreprise.
- ✓ Valoriser les résultats de la recherche scientifique.
- ✓ Faire profiter les entreprises des savoirs et des connaissances développés par les universités.
- ✓ Favoriser le transfert technologique entre les centres de recherche et le monde de l’entreprise.



2.1 Présentation de la faculté Ben M'Sick



Figure 2:Accueil de la faculté Ben M'Sick

A travers notre étude dans cette université, nous voulons apporter une définition qui lui convient.

La Faculté des Sciences Ben M'Sick a ouvert ses portes en 1984. Elle est rattachée à l'Université Hassan II de Casablanca.

La Faculté des Sciences Ben M'Sick a accordé un intérêt particulier au développement de la recherche scientifique parallèlement à sa mission d'enseignement et de formation.

De 1984 à 2003, la FSBM a dispensé diverses formations de type premier cycle (DEUG) et deuxième cycle (Licences es- sciences : Bac+4) dans diverses spécialités.

A partir de 1989, les premières formations de 3ème cycle (CEA et DES) ont commencé grâce à la mise en place d'un certain nombre d'équipes et de laboratoires de recherche.

En 1997, avec la création des UFR, la nouvelle réorganisation de la formation à et par la recherche a donné lieu à de nouveaux regroupements de chercheurs autour de nouvelles thématiques.

Depuis 2003, la faculté des sciences Ben M'Sick dispense une formation modulaire et semestrielle dans le cadre de la réforme pédagogique de l'enseignement supérieur conformément au système LMD.

En 2008, suite à la réorganisation du cycle doctorat, La faculté des Sciences Ben M'Sick a mis en place le Centre d'Etude Doctoral (CED) :« Sciences et applications ». Ce centre est adossé à l'ensemble des structures de recherches accréditées par l'université



3.1 Organigramme de la FSBM

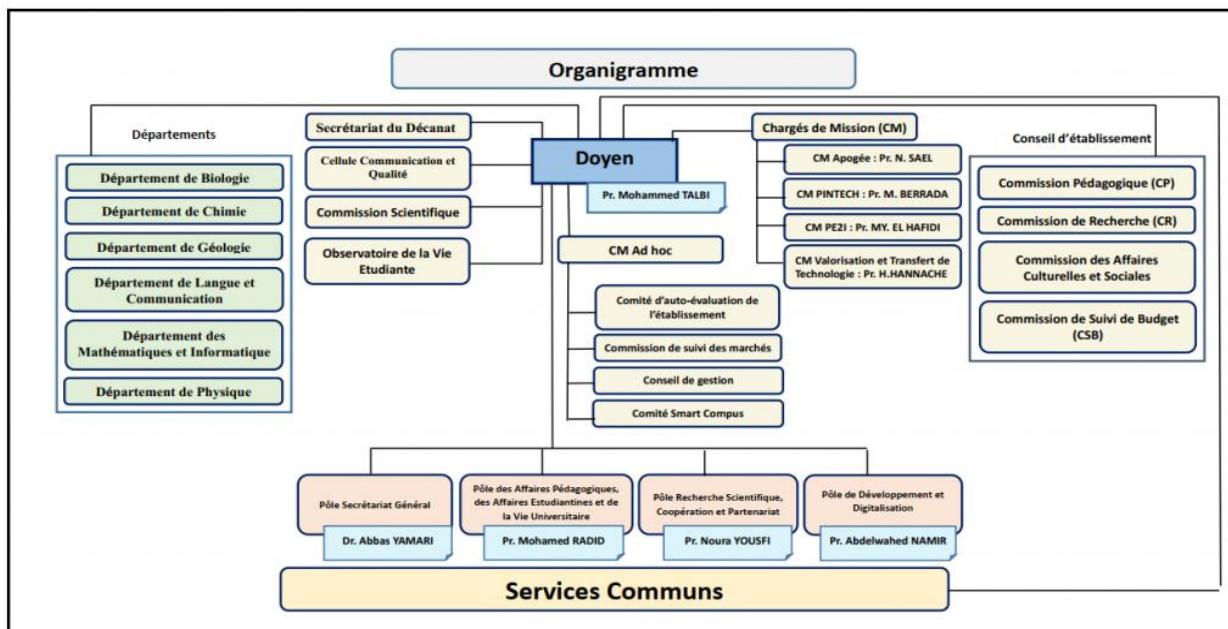


Figure 3:Organigramme des services administratifs de la FSBM

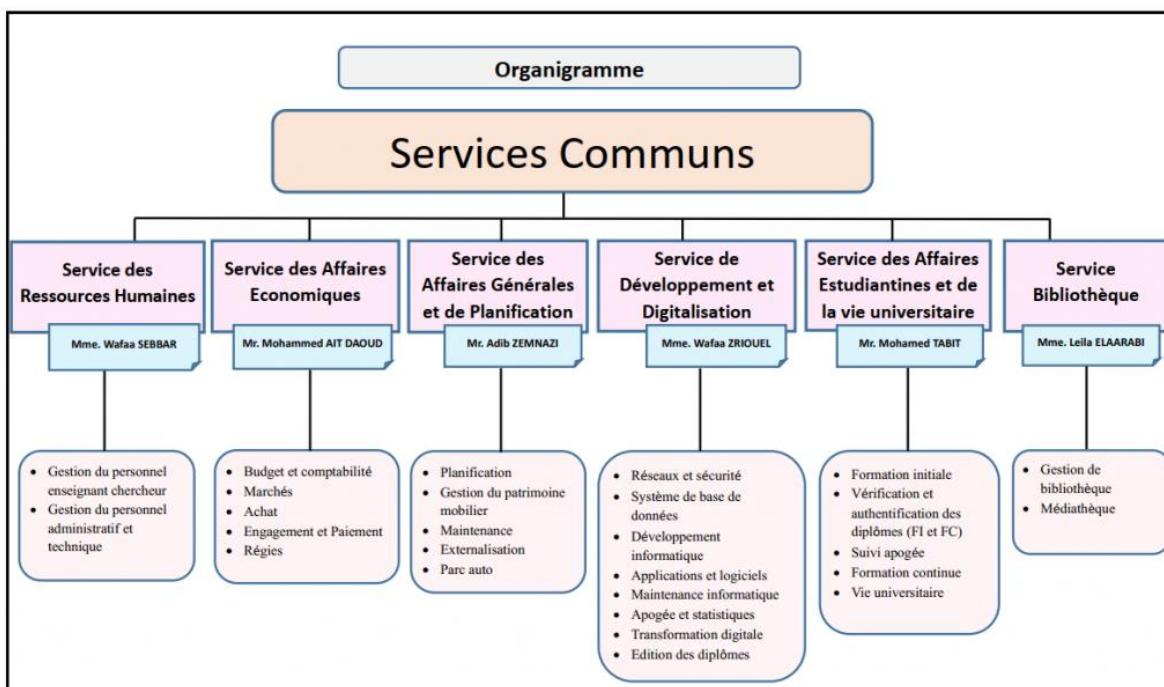


Figure 4:Organigramme des services administratifs de la FSBM



4.1 Le Département de Mathématiques et Informatique

Le département mathématique et informatique est un département se veut novatrice et pluridisciplinaire. Elle permettra aux étudiants concernés d'acquérir de bonnes bases dans les domaines des mathématiques (pures et appliquées) et en informatique. Elle permettra en particulier de Développer les connaissances des étudiants en informatique fondamentale, mathématiques physiques, langues et communication et Préparer les étudiants au master, doctorat et aux diplômes d'ingénieurs.

5.1 Organigramme Pédagogique et Scientifique

Formation, Enseignement et Recherche La FSBM forme sur :

- **6 parcours de licences fondamentales**

- Sciences Mathématiques Et Informatique (SMI)
- Sciences Mathématiques Et Applications (SMA)
- Sciences De La Matière Chimie (SMC)
- Sciences De La Matière Physique (SMP)
- Sciences De La Terre Et De L'univers (SVI)
- Licences Professionnelles
- Sciences ET Technologie de Laboratoire Spécialité Biotechnologie (STLSB)
- Méthode et Procédés d'Analyse (MPA)

- **18 Masters (Exemples)**

- Master Analyse Mathématique Et Applications
- Master Contrôle Qualité dans les Industries
- Pharmaceutique, Alimentaire et Cosmétiques et Matériaux
- Big Data

- **23 structures de recherche (Laboratoires et centres)**

- Accueille plus de 11000 étudiants en 2022 et précisément 1062 étudiants au filière mathématique informatique.
- 285 enseignants.



2. Contexte de projet

1.2 Problématique :

La lecture traditionnelle du compteur est effectuée par l'opérateur humain, ce qui nécessite un plus grand nombre de releveur et une longue heure de travail pour obtenir la lecture et la facturation des données de la zone complète.

Dans le scénario actuel, l'opérateur humain se rend chez le consommateur, pour effectuer le relevé du compteur afin de produire la facture. Si le consommateur n'est pas disponible, le processus de facturation sera en attente et le releveur doit à nouveau passer chez l'abonné. Aussi cela devient très difficile en saison pluvieuse. Dans le système post payé, il n'y a pas de contrôle de l'utilisation de l'électricité du côté du consommateur. Il y a beaucoup de gaspillage d'énergie du côté du consommateur en raison d'un manque de planification efficace de la consommation électrique. Afin d'obtenir une lecture efficace des compteurs, de réduire les erreurs de facturation et les coûts d'exploitation, le système de lecture automatique des compteurs joue un rôle important.

2.2 Objectif :

L'objectif principal consiste à concevoir et réaliser un prototype qui se coupe le rôle d'un compteur intelligent de la consommation électrique, et assurer une communication entre notre prototype et une application mobile. Pour atteindre nos objectifs nous allons décomposer notre projet en deux parties ; une concernant le prototype et l'autre concerne l'application.

3. Cahier de charges :

1.3 Objectif du projet :

Nous voulons offrir un compteur intelligent qui nous permet de savoir les consommations d'énergies électriques de nos appareils à l'aide des concepts d'*IOT* et *SMART GRID*, qu'on va le contrôler sympathiquement via une application mobile.

2.3 Phases de projet :

- Etude comparative des capteurs
- Réalisation de prototype
- Assurer la communication entre le prototype et l'application
- Conception et l'analyse d'application
- Réalisation
- Rapport



3.3 Description fonctionnelle des besoins :

Grace à notre système, nous fournirons les fonctions suivantes :

Au niveau de la maquette :

F1 : Mesurer le courant, la tension et la consommation.

F2 : Envoyer les données, les valeurs mesurées instantanées.

Au niveau d'Application web :

F3 : Identifier l'utilisateur.

F4 : Afficher les appareils d'utilisateur connecté.

F5 : Afficher les mesures de l'appareil sélectionné.

F6 : Ajouter un appareil.

F7 : Supprimer un appareil.

Alors, la description des fonctionnalités comme suit :

Sur la maquette :

F1	La maquette de projet doit être capable de mesurer le courant, la tension et la consommation d'énergie électrique de l'appareil connecté.
F2	La maquette de projet doit être capable d'envoyer les données et les statistiques mesurées et aussi accepter les ordres.

Tableau 1:Les fonctionnalités du prototype



Sur l'Application :

F3 : Identifier l'utilisateur :

Objectif	A l'objectif de spécifier l'utilisateur connecté pour pouvoir accéder aux données des appareils affectées.
Description	L'utilisateur doit faire l'authentification en premier temps pour pouvoir accéder aux ses données (les données de ses appareils).
Contraintes	Chaque utilisateur a un compte unique (login et mot de passe).

Tableau 2:La fonctionnalité d'Identification

F4 : Afficher les appareils d'utilisateur connecté.

Objectif	A l'objectif d'afficher la liste des appareils de chaque utilisateur.
Description	Apres l'authentification l'utilisateur peut accéder à la liste de ses appareils.
Contraintes	Chaque utilisateur a un ensemble d'appareils spécifié par son compte unique.

Tableau 3:La fonctionnalité d'Afficher les matériels

F5 : Afficher les mesures de l'appareil sélectionné.

Objectif	A l'objectif d'afficher les statistiques et les mesurer de l'appareil choisi.
Description	L'utilisateur peut choisir l'appareil qu'il souhaite savoir ses mesures.
Contraintes	L'utilisateur peut choisir juste ses appareils.

Tableau 4: La fonctionnalité d'afficher les mesures



F6 : Ajouter un appareil.

Objectif	A l'objectif de permettre l'utilisateur d'ajouter un appareil.
Description	L'utilisateur peut ajouter un appareil à sa liste des appareils
Contraintes	L'utilisateur peut ajouter un appareil ne qu'existe pas dans sa liste.

Tableau 5:La fonctionnalité d'Ajouter un appareil

F7 : Supprimer un appareil.

Objectif	A l'objectif de permettre l'utilisateur de supprimer un appareil.
Description	L'utilisateur peut supprimer un appareil qu'il souhaite à partir de sa liste des appareils.
Contraintes	L'utilisateur peut supprimer un appareil qu'existe dans sa liste.

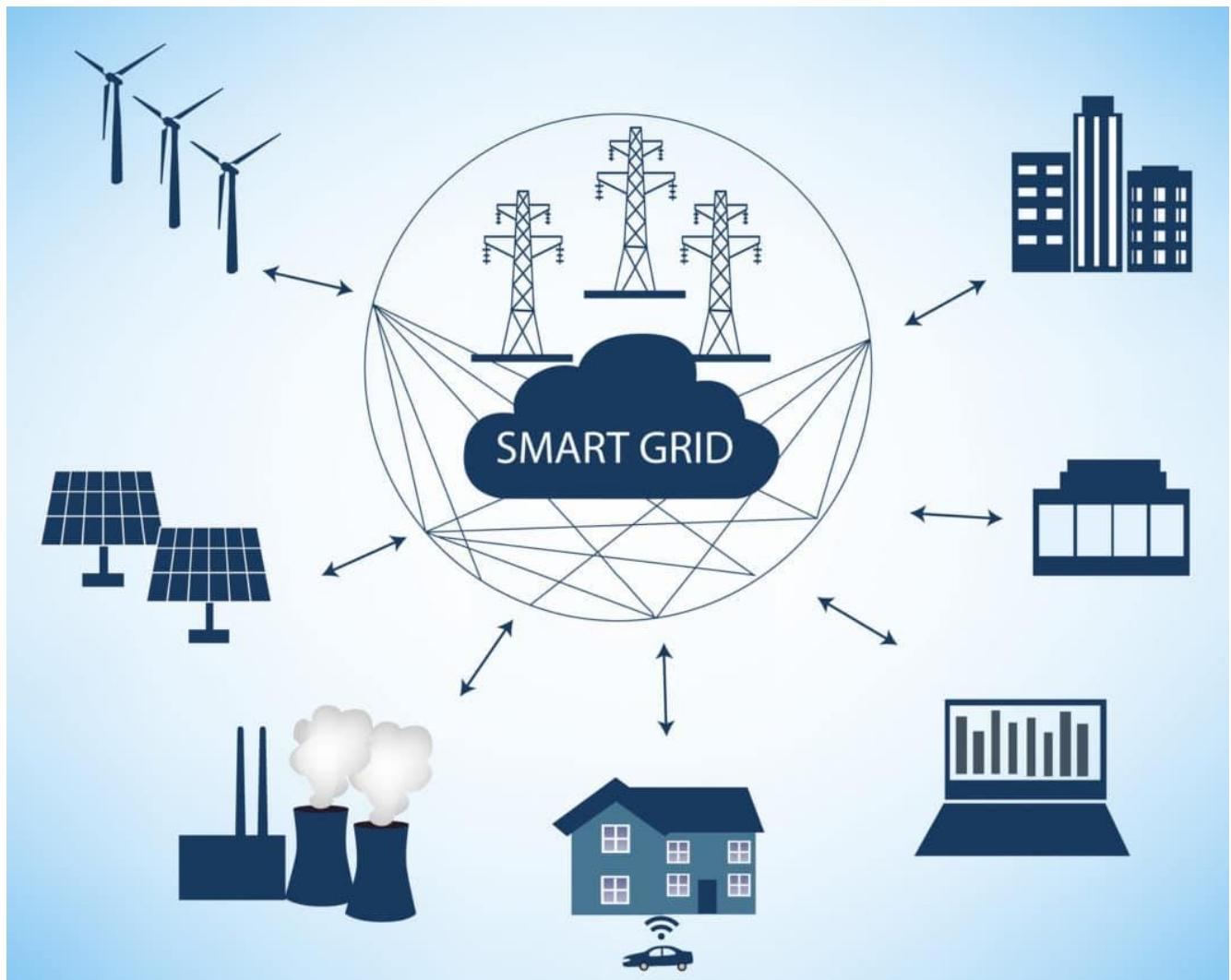
Tableau 6:La fonctionnalité de supprimer un appareil

Conclusion

Ce chapitre introductif avait pour but de présenter le contexte général ainsi que la conduite du projet. Cette méthode c'est une vue globale sur les besoins fonctionnels, avec autres besoins non fonctionnels qu'on doit respecter en cours de notre réalisation de notre projet.



Chapitre 2 : Généralité sur Smart Grid et IOT





Introduction :

Pour éteindre notre objectif nous avons besoin d'étudier le contexte de sujet et de savoir les concepts qui sert à ça. Notre sujet consiste à recevoir des données et d'envoyer des ordres aux entités. Autrement dit le concept d'IOT et plus précisément Smart Grid.

1. Smart Grid & IOT :

1.1 Généralité sur IOT « Internet des Objets » :

Les objets connectés :

L'objet connecté est une entité à la capacité d'échanger des données (recevoir ou envoyer) entre autres entités physique ou numérique, prendre des ordres à effectuer ..., caractériser par une adresse unique.

L'internet des objets :

En bref, est un concept qui consiste à connecter un ensemble des objets via le réseau d'Internet, autrement dit c'est un concept assure l'interaction entre le monde physique « réel » et le monde numérique.

L'IOT permet aux objets d'être reconnus et contrôlés à distance, à travers une infrastructure de réseaux existants.

Les composants :

IOT fournit deux intermédiaires entre le monde physique et le monde numérique :

Les capteurs qui sont des dispositifs qui réagissent à un Stimuler la chaleur, le courant, la tension, le son, la pression, le magnétisme, Mouvement, etc., et convertissez-le en un signal électrique. Ils remplissent une fonction d'entrée.

Les actionneurs qui sont utilisés pour contrôler un périphérique externe,

Par exemple un mouvement ils remplissent une fonction de sortie. Les capteurs et les actionneurs sont collectivement appelés Transducteurs. Les transducteurs sont des dispositifs utilisés pour convertir l'énergie d'un type en énergie d'un autre type.

2.1 Généralité sur SG « Smart Grid » :

Un smart grid est un réseau électrique dépendant à la fois de la production, de la consommation et d'âge de stock de l'électricité et les coordonnées de manière centralisée. Au sein intelligent grilles, la com-communication rapide et bidirectionnelle entre les différentes composants des réseaux et les systèmes de production, de stockage et de consommation permet d'harmoniser la gestion. De ce fait, ces réseaux sont en mesure de garantir une exploitation plus efficace du système (à la fois en termes d'énergie et de coûts) en vue des exigences futures.



Le but de **SMART GRID** est :

- ✓ D'assurer l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité à tout instant
- ✓ Fournir un approvisionnement sûr, durable et compétitif aux consommateurs.
- ✓ Vise à intégrer de manière efficiente les actions de l'ensemble des utilisateurs (producteurs et consommateurs) afin de garantir un approvisionnement électrique durable, sur et au moindre coût.
- ✓ Ajouter des capteurs et des logiciels au réseau existant qui donneront aux services publics et aux particuliers de nouvelles informations qui les aideront à comprendre et réagir rapidement aux changements.
- ✓ Permettre de diminuer la facture des consommateurs.

3.1 La différentes entre Smart Grid et les réseaux électriques classiques

Le système actuel et les plus intelligents les grilles sont caractérisées par les différentes grandes, sur les résumer dans les points suivants :

Système traditionnel :

- ✓ Beaucoup de décisions de mise en œuvre ont été faites il y a 120 ans.
- ✓ Structure hiérarchisée.
- ✓ Centrales généralement de grande taille.
- ✓ Nombre peu élevé de grandes installations centrales de stockage de l'énergie (centrales de pompage-turbinage).
- ✓ Une production d'énergie centralisée et une consommation passive.

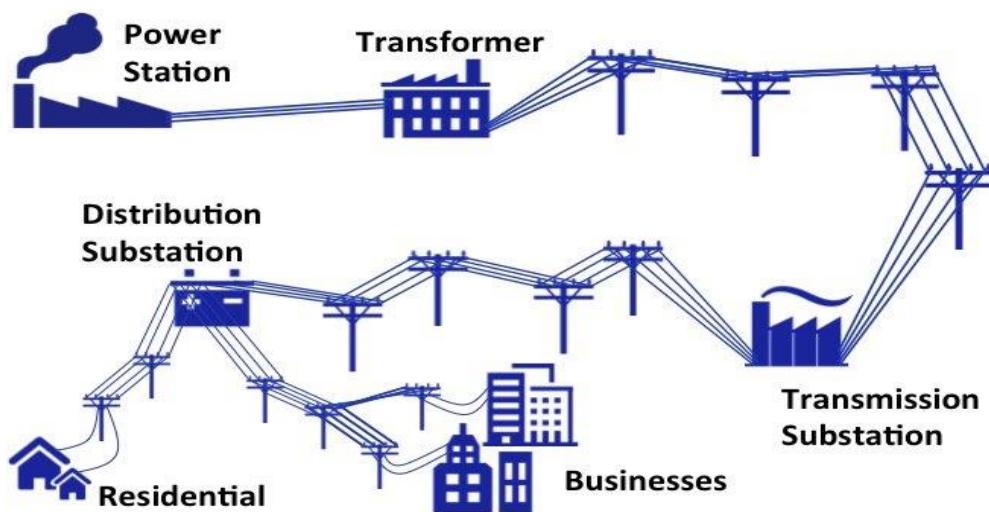


Figure 5:Architecture des réseaux classique



Grille intelligente :

- ✓ Nombreux composants de différentes tailles.
- ✓ Intégration d'installations de production décentralisées (DEG : production d'énergie distribué).
- ✓ Intégration de nombreuses petites installations de stockage décentralisées (véhicules électriques).
- ✓ Composants plus intelligents.
- ✓ Utilisation constante des TIC jusqu'aux consommateurs finaux.

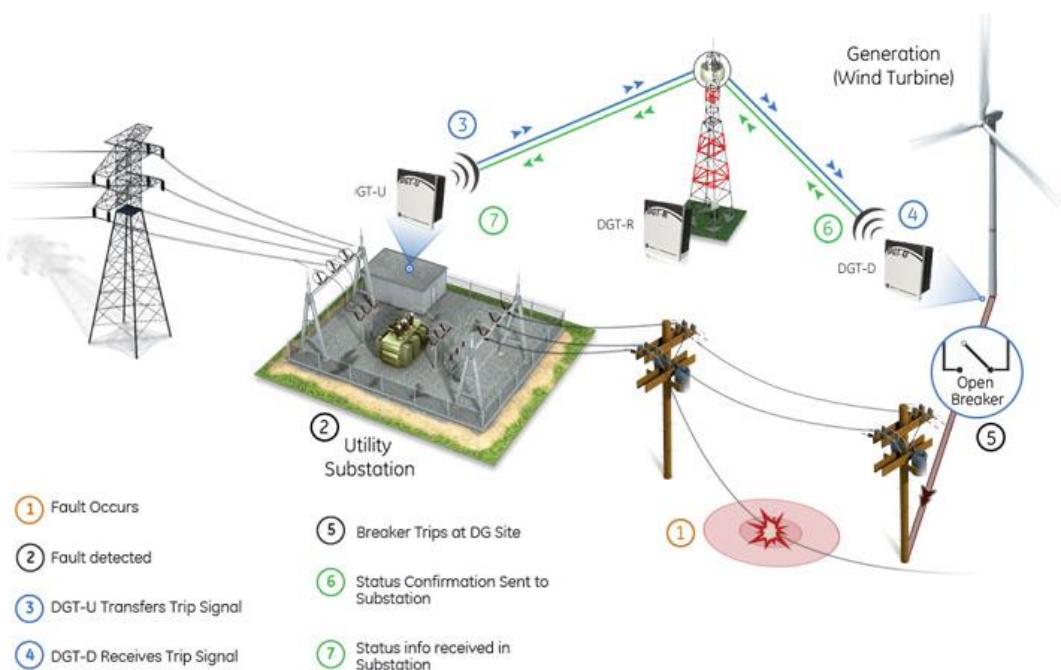


Figure 6:L'architecture de Smart Grid

2. Etude comparatif entre le compteur électromécanique et le compteur intelligent

1.2 Compteur électromécanique

➤ Définition :

Les compteurs électromécaniques sont les compteurs les plus anciens et les plus traditionnels installés grâce à sa grande qualité est sa robustesse et sa simplicité d'utilisation. Il s'agit de la première génération des compteurs installés et ils utilisent un dispositif mécanique de comptage pour afficher un seul indice de consommation qui est l'énergie. Ce compteur est généralement situé dans le logement lorsqu'il s'agit d'un logement individuel. Dans le cas d'un immeuble comportant



Figure 7:Compteur électromécanique



plusieurs logements, il est situé à l'extérieur souvent dans un compartiment ou local technique qui lui est réservé

➤ **Les avantages et les inconvénients d'un compteur électromécanique (Classique) :**

Les avantages :

Ce type de compteur est le plus ancien des affichages mécaniques, il présente l'avantage de :

- Haute fiabilité lors de la coupure de courant et même en cas de court-circuit, ils peuvent continuer à fonctionner après avoir éliminé toutes les conséquences.
- Convient aux réseaux de faible qualité.
- Le prix d'achat est inférieur aux prix des appareils électroniques.
- Pas besoin de configuration supplémentaire. Tout ce qui est nécessaire est le câblage correct.

Les inconvénients :

Tandis que ce compteur électromécanique procure à leurs utilisateurs une foule d'avantages, il leur pose des inconvénients et des problèmes comme :

- Précision réduite avec consommation réduite. Cela est dû à une diminution du champ électromagnétique.
- Petite classe de précision. Il ne dépasse pas une valeur de 2 unités.
- Défaillances de suivi avec une forte variation des courants de charge.

2.2 Le compteur d'énergie intelligent IOT

➤ **Définition**

Ce compteur utilise la technologie IOT « internet of things ». Qui permet d'envoyer les données et recevoir des ordres en temps réel entre plusieurs appareils ensemble, ce mode de communication nous permet d'avoir beaucoup de fonctionnalités comme : contrôler tous les appareils dans la maison avec un seule télécommande (outils de contrôle), réduire la consommation d'énergie, éviter des problèmes électriques comme la surcharge.



Figure 8:Compteur intelligent

➤ **Les avantages et les inconvénients d'un compteur intelligent :**

Les avantages :

- Le « smart meter » permet de relever et contrôler la consommation électrique à distance et permet d'éviter de déranger les clients par les agents que doivent faire la lecture sur place du compteur.



- Ce type de compteur fait le calcul de la consommation d'énergie avec une manière détaillée et précise en temps réel.
- Une détection plus rapide et automatique des pannes.
- Contribue à réduire le budget et la facture de l'électricité puisque le consommateur dispose d'informations beaucoup plus détaillées relatives à sa consommation qui lui permettent de faire des économies d'énergie en adaptant ses habitudes.

Les inconvénients :

- Difficile à installer puisqu'il se caractérise par des technologies avancées et très sensibles.
- Prix élevé et la réparation coûte très cher.

On peut résumer notre étude comparative entre les deux types du compteur dans le tableau suivant :

	Le compteur d'énergie Intelligent IOT	Compteur Électromécanique
Définition	- Est un compteur utilisant la technologie IOT, avec la capacité de communiquer (envoyer et recevoir des données).	- Est un compteur utilisant un dispositif mécanique de comptage pour afficher un seul indice de consommation qui est l'énergie.
Avantages	- Les suivis de consommation en temps réel - La possibilité de contrôler les appareils - La possibilité de gérer les appareils automatiquement	- Haute fiabilité - Moins cher - Pas de configuration supplémentaire
Inconvénients	- Plus cher - Difficile à installer	- Nécessite l'opérateur humain - L'absence de contrôle - L'absence de suivis - Le manque de la planification efficace de la consommation d'énergie.

Tableau 7: Etude comparative

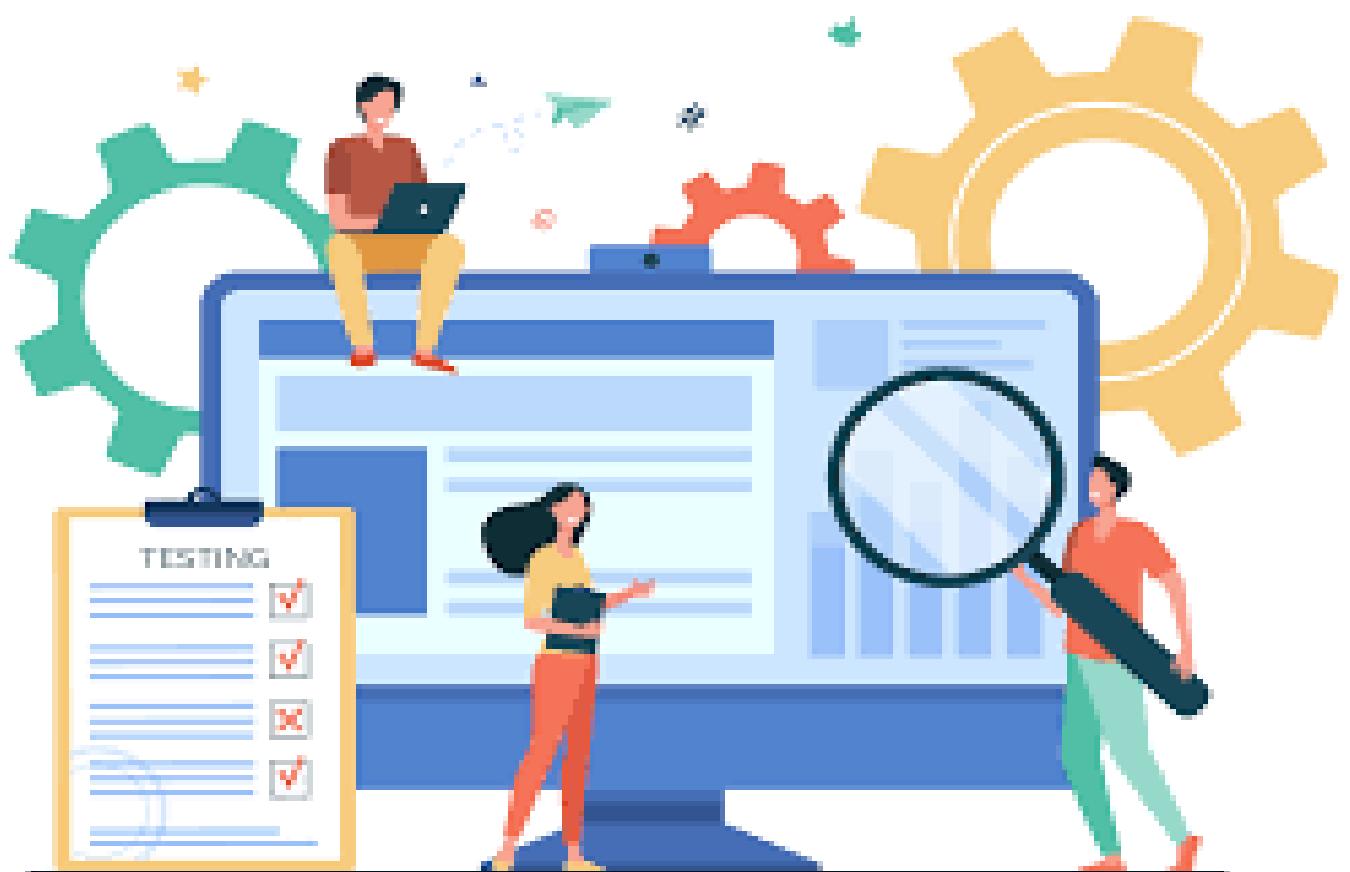


Conclusion

Ce chapitre avait pour but de présenter une généralité sur SMART GRID et IOT, ainsi que pour comparer les compteurs



Chapitre3 : Analyse Et Conception





Introduction

La quasi-totalité des utilisateurs ne sont pas des informaticiens. Donc ils doivent avoir un moyen simple pour exprimer leurs besoins. C'est précisément le rôle de l'analyse et la conception. Dans cette partie, nous présentons une modélisation de notre future application. Nous construirons une vue générale de la solution sous forme de diagramme de cas d'utilisation, une vue statique sous forme de diagramme de classes et aussi une vue dynamique sous forme de diagramme de séquence.

1. Méthodologie et planification

La planification du projet est parmi les phases d'avant-projet. Elle consiste à prévoir le déroulement du projet tout au long des phases constituant le cycle de développement. Grâce aux réunions tenues avec notre encadrante au sein du département, nous avons été éclairés sur les différentes étapes du projet ainsi que leur séquencement. La figure présente le planning du déroulement du projet. Ce planning était un fil conducteur tout au long du projet. Il nous a permis d'ajuster les dérives et de maîtriser la gestion du temps alloué pour la réalisation du projet. Les livrables des différentes phases de ce planning servent de documentation pour le projet. Pour le suivi du projet, nous avons adopté l'outil libre Grant Projet.

Planning réel

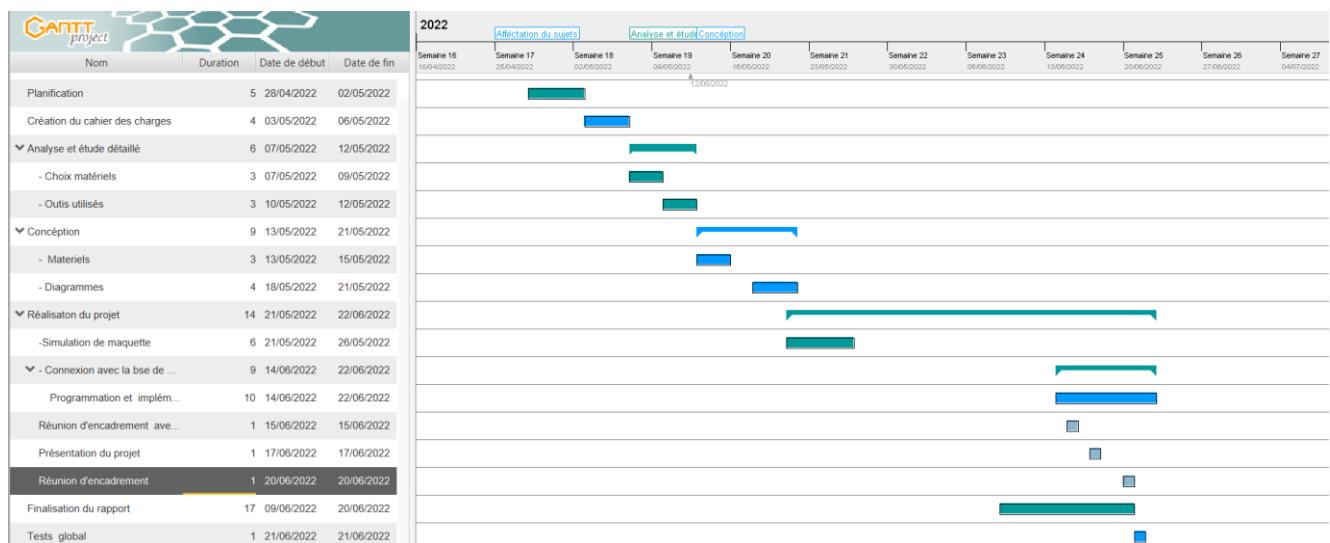


Figure 9:Planning réel



2. Conception de l'application web :

1.2 Conception des couches :

Cette phase consiste à enrichir la description du procédé détails d'implémentation afin d'aboutir à une description très proche de notre application. Nous allons modéliser toutes l'architecture en diagramme de cas d'utilisation, de classe et de séquence.

Le diagramme de cas d'utilisation : il permet d'identifier les possibilités d'interaction entre le système et les acteurs (intervenants extérieurs au système), c'est-à-dire toutes les fonctionnalités que doit fournir le système.

Le diagramme de séquence : il présente la vue dynamique du système. L'objectif du diagramme de séquence est de représenter les interactions entre les objets en indiquant la chronologie des échanges. Cette représentation se réalise par cas d'utilisation.

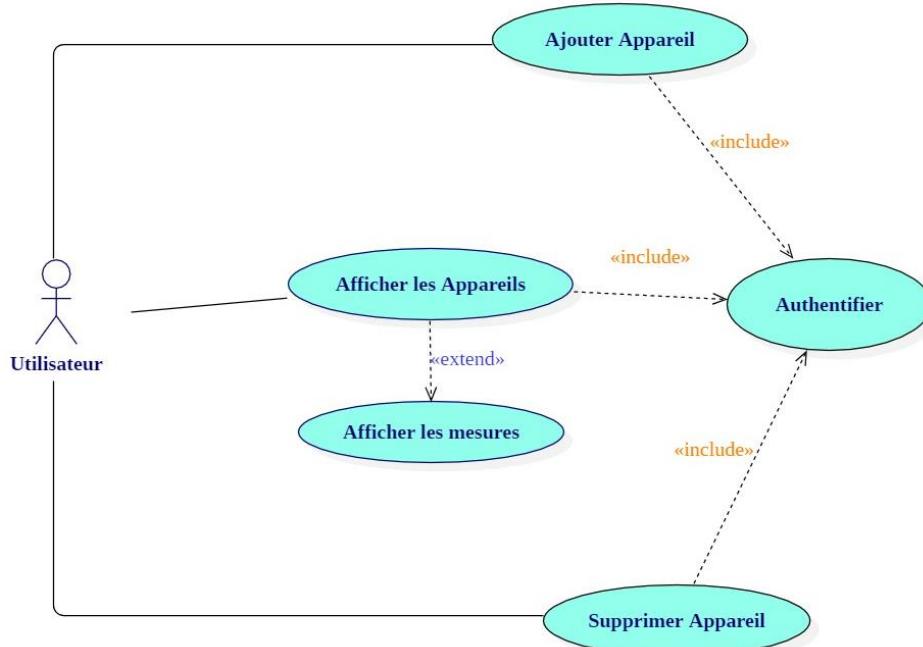
Le diagramme de classe : permet de donner une vue statique du système en termes de classes d'objets et des relations entre classes.

2.2 Diagramme de cas d'utilisation :

L'objectif du diagramme de cas d'utilisation est la détermination de ce qu'un acteur attend du système, à partir d'une représentation de l'interaction entre l'acteur et le système.

Et vu notre cahier de charges, on présente ci-dessous, l'ensemble des fonctionnalités qu'un utilisateur peut effectuer sur notre système.

Diagramme de cas d'Utilisation



Smart Monitoring SMI

Figure 10: Diagramme de cas d'utilisation



Identification des acteurs :

L'acteur principal dans notre système est :

L'utilisateur : c'est la personne a un compte dans notre système pour accéder aux fonctionnalités de notre système.

Identification des cas d'utilisation :

Notre acteur principal a la chance d'effectuer plusieurs opérations dans le système.

Authentifier : c'est opération permet l'utilisateur de créer un compte, ou d'ouvrir le compte qui a déjà créé, cette opération obligatoire pour pouvoir effectuer les autres.

Afficher la liste des appareils : chaque utilisateur possède un compte peut consulter sa liste des appareils qui a ajouté.

Afficher les mesures des appareils : l'utilisateur peut choisir un appareil pour le consulter et voir ses statistiques (courant, tension, énergie).

Ajouter un appareil à la liste : l'utilisateur après l'authentification peut ajouter l'appareil qu'il souhaite pour savoir ses statistiques.

Supprimer un appareil de la liste : l'utilisateur après l'authentification peut supprimer l'appareil qu'il souhaite de sa liste qu'existe bien sûr.

Couper le courant : l'utilisateur peut couper le courant d'un appareil après voir ses statistiques



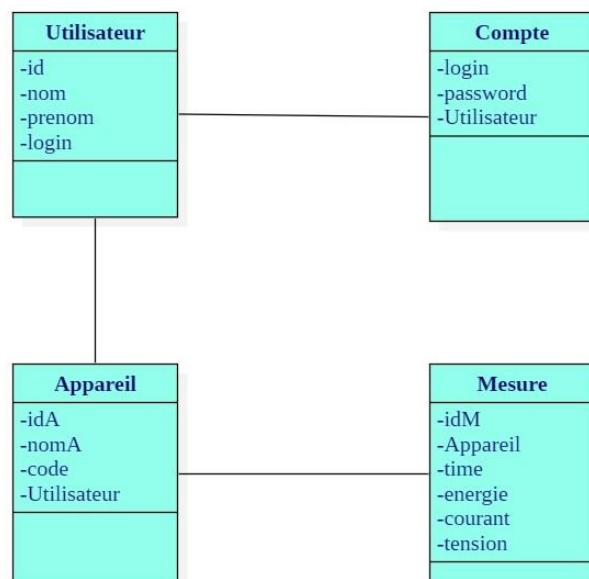
3.2 Diagramme de classe :

Le diagramme de classes est un schéma utilisé en génie logiciel pour présenter les classes et les interfaces des systèmes ainsi que leurs relations.

Ce diagramme fait partie de la partie statique d'UML, ne s'intéressant pas aux aspects temporels et dynamiques. Une classe décrit les responsabilités, le comportement et le type d'un ensemble d'objets. Les éléments de cet ensemble sont les instances de la classe.

Et vu notre cahier de charges, on présente ci-dessous, l'ensemble des interactions entre les différents acteurs pour réaliser les fonctionnalités du système.

Diagramme de Classe



Smart Monitoring SMI

Figure 11:Diagramme de classe



4.2 Diagrammes de Séquence :

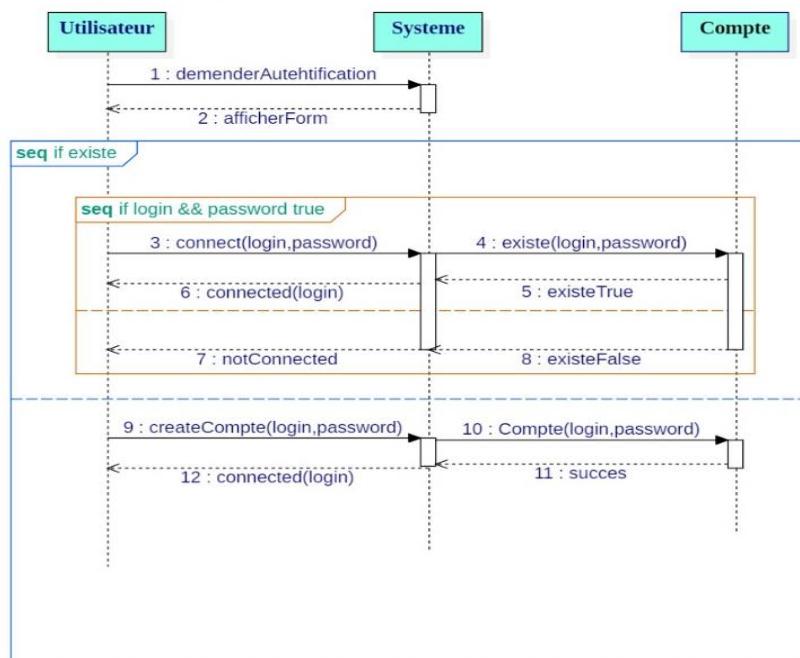
Authentification :

La figure ci-dessous représente le déroulement qui survient en cas d'authentification pour l'utilisateur.

Son scénario est :

- L'utilisateur demande l'authentification au système.
- Le système va afficher l'interface d'authentification.
- L'utilisateur saisi l'email et le mot de passe dans l'interface.
- Le système va tester les informations et vérifier s'il existe déjà dans la base de données.
- Si l'accès est autorisé l'administrateur s'authentifie sinon l'administrateur doit créer un compte.

Diagramme de Séquence "Authentifier"



Smart Monitoring SMI

Figure 12: Diagrammes de Séquence



Afficher les appareils :

La figure ci-dessous représente le déroulement qui survient en cas d'affichage de la liste des appareils pour l'utilisateur.

Son scénario est :

- L'utilisateur doit faire l'authentification en premier temps.
- L'utilisateur va demander au système d'afficher la liste qui lui convient.
- Le système va vérifier si l'utilisateur a des appareils ou pas.
- S'ils existent, le système va les afficher.
- Sinon il va envoyer une interface vide.

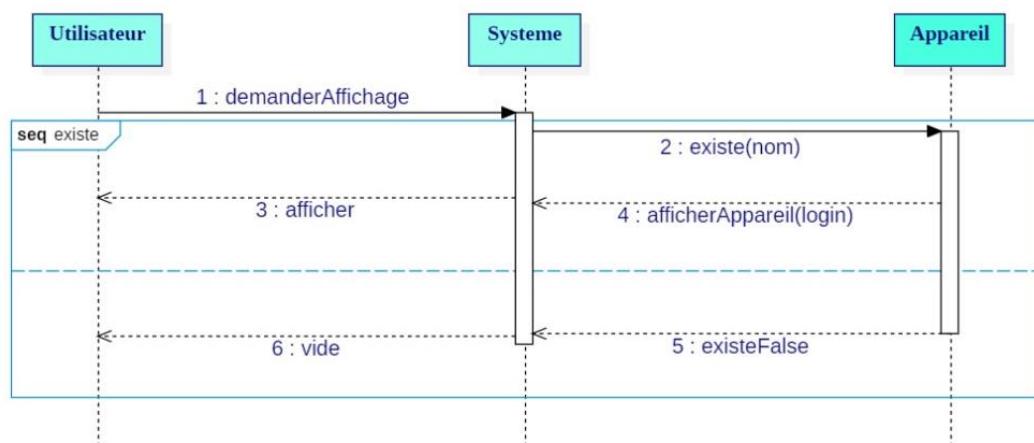


Diagramme de Séquence Afficher les Appareils

Smart Monitoring SMI

Figure 13:Diagramme de Séquence « afficher les appareils »



Afficher Mesure :

La figure ci-dessous représente le déroulement qui survient en cas d'affichage des statistiques d'un appareil pour l'utilisateur.

Son scénario est :

- L'utilisateur après la demande de l'affichage de la liste des appareils peut demander l'affichage des statistiques d'un appareil choisi.
- Le système va vérifier si l'appareil a des statistiques.
- S'ils existent, le système va les afficher.
- Sinon il va envoyer une interface vide.

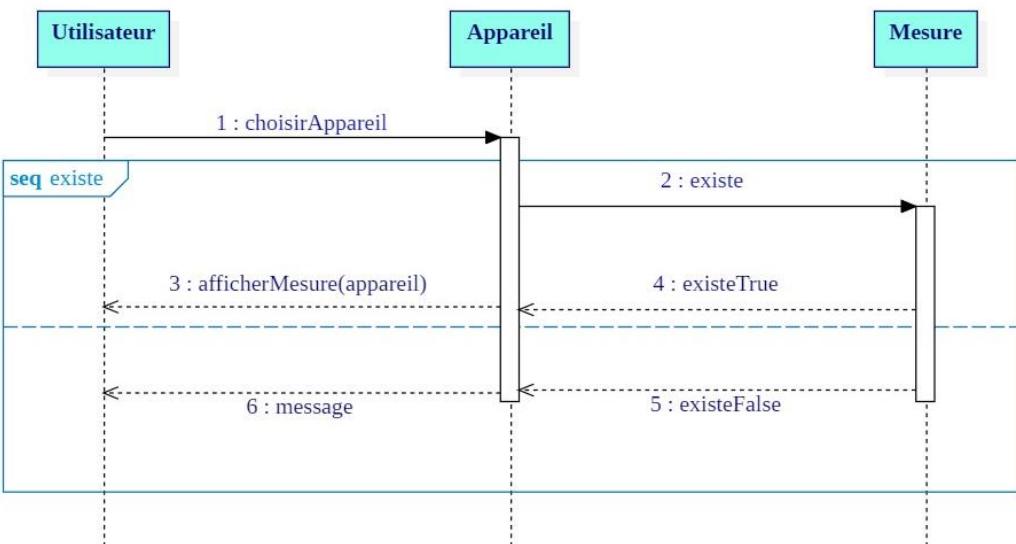


Diagramme de Séquence Afficher Mesure

Smart Monitoring SMI

Figure 14:Diagramme de Séquence « afficher Mesure »



Ajouter appareil :

La figure ci-dessous représente le déroulement qui survient en cas d'ajout d'un appareil pour l'utilisateur.

Son scénario est :

- L'utilisateur doit faire l'authentification en premier temps.
- L'utilisateur va demander au système d'ajouter un appareil à sa liste.
- Le système va afficher l'interface d'ajout des appareils.
- L'utilisateur va saisir les informations de l'appareil.
- Le système va vérifier les informations.
- Si l'appareil existe va envoyer un message sinon va l'ajouter.

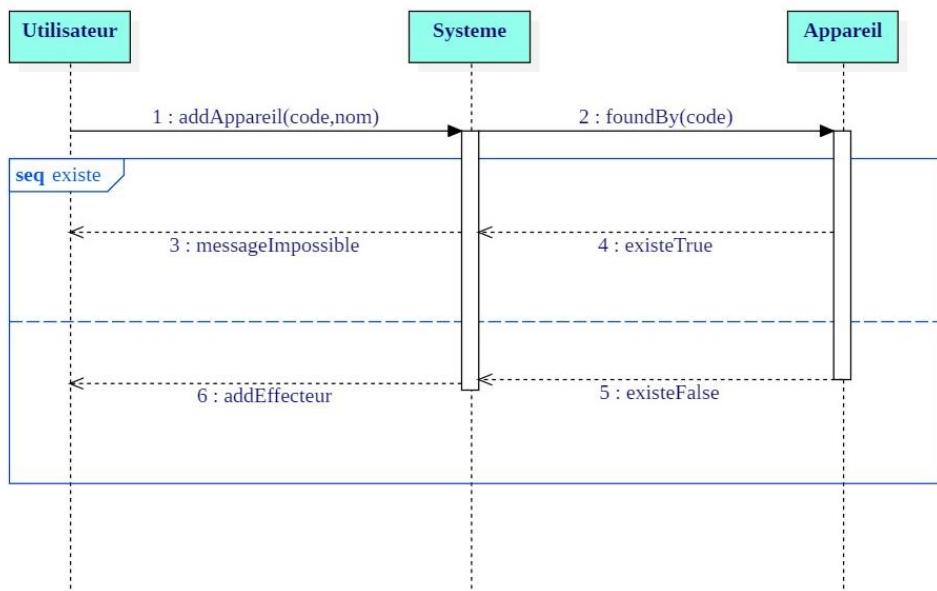


Diagramme de Séquence Ajouter Appareil

Smart Monitoring SMI

Figure 15:Diagramme de Séquence « Ajouter appareil »



Supprimer appareil :

La figure ci-dessous représente le déroulement qui survient en cas de la suppression d'un appareil pour l'utilisateur.

Son scénario est :

- L'utilisateur doit faire l'authentification en premier temps.
- L'utilisateur va demander au système de supprimer un appareil de sa liste.
- Le système va afficher un message de confirmation.
- Si l'utilisateur va confirmer l'appareil va être supprimé.
- Sinon va annuler l'opération.
-
-

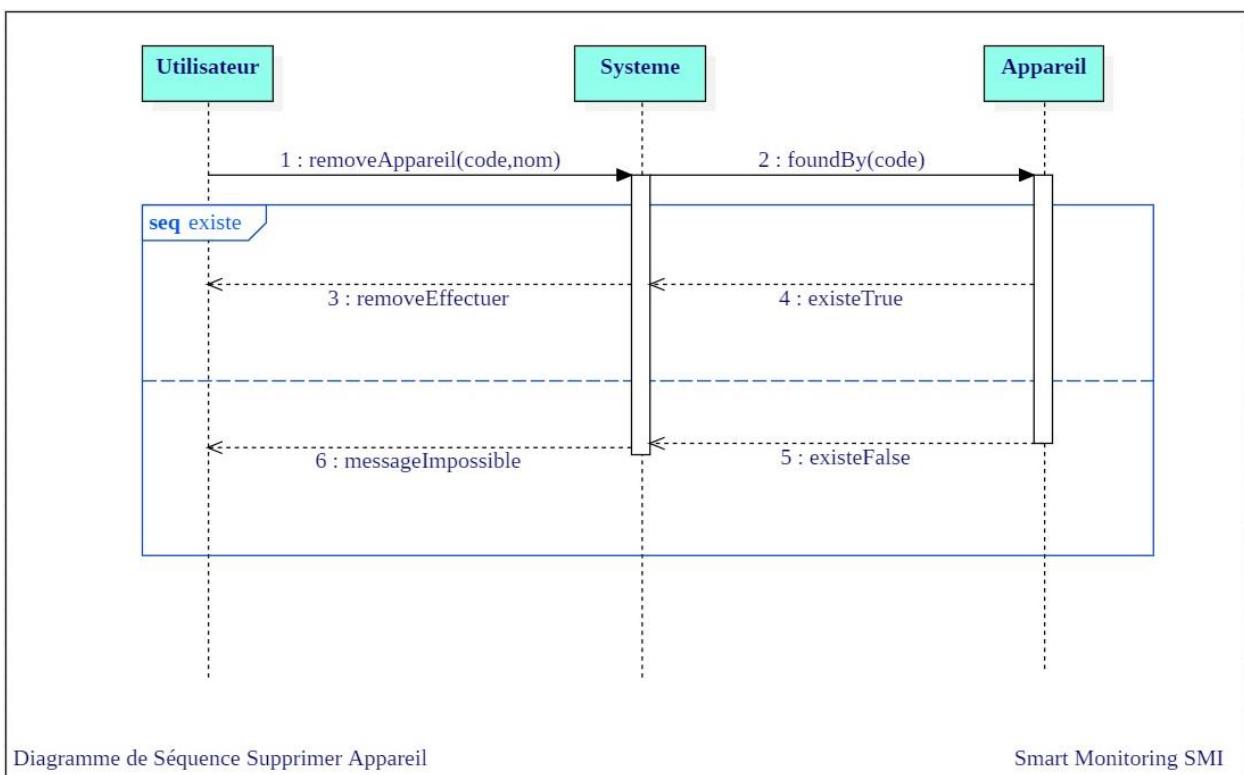


Figure 16:Diagramme de Séquence « Supprimer appareil »

Conclusion

La conception est une description détaillée du système, qui a nous aider dans l'étape de réalisation, en répondant aux besoins établis dans la partie analyse.



Chapitre 4 : Technologies Matériels et Logiciels





Introduction :

Ce chapitre se place dans l'étude des outils et des technologies matériels et logiciels, utilisés au cours de la réalisation de notre projet.

1 Les matériaux utilisés :

Pour réaliser ce projet sous forme une maquette on a choisi les composants suivants :

1.1 Arduino Méga 2560 :

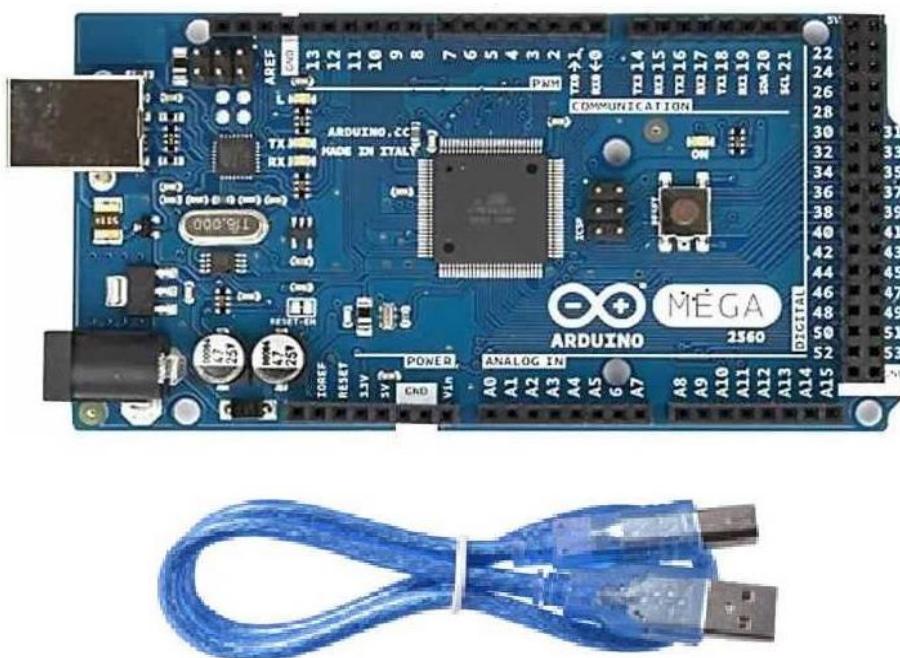


Figure 17 : Arduino Méga 2560

Est une carte électronique programmable, modifiable, utiliser pour faciliter la méthode de programmation (guide) des microcontrôleurs.

A un langage appelé langage Arduino basée sur C et C++.



2.1 Module WIFI ESP8622:

Le module Wifi ESP8266 est un SOC autonome avec une pile de protocoles TCP/IP intégrée qui peut donner à n'importe quel microcontrôleur un accès à votre réseau Wifi. L'ESP8266 est capable d'héberger une application ou de décharger toutes les fonctions de réseau Wi-Fi d'un autre processeur d'application. Chaque module ESP8266 est préprogrammé avec un micro logiciel de jeu de commandes AT, ce qui signifie que vous pouvez simplement le connecter à votre appareil Arduino et obtenir autant de capacité Wifi qu'un Wifi Shield offre (et c'est juste prêt à l'emploi) ! Le module ESP8266 est une carte extrêmement rentable avec une communauté énorme et toujours croissante.

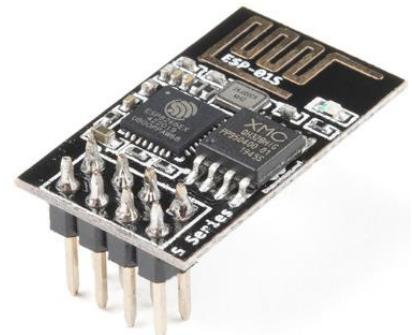


Figure 18 : Module WIFI ESP8622

3.1 MODULE COMPTEUR ÉNERGÉTIQUE PZEM-004T-100A :

Il s'agit d'un module de test de surveillance électrique avec un transformateur de courant. Le module peut être utilisé pour tester la puissance, l'énergie, la tension et le courant, puis affiché sur un PC ou d'autres terminaux. Conçu avec un bouton de réinitialisation de la touche, vous pouvez réinitialiser les données d'énergie en appuyant simplement sur un bouton. De plus, il peut stocker les données lors de la mise hors tension et stocker les données d'énergie accumulées avant de l'éteindre, il est donc très pratique de l'utiliser. Il peut être largement utilisé avec une boîte de distribution, une armoire de distribution, des régulateurs de tension, des aides pédagogiques et une petite boîte de distribution domestique.

Caractéristiques :

Tension de travail : 80 ~ 260VAC

Tension de test : 80 ~ 260VAC

Puissance nominale : 100A / 22000W

Fréquence de travail : 45-65Hz

Précision de mesure : $\pm 1,0\%$

Taille du tableau : $7.3 \times 3 \times 2.3\text{cm} / 2.87 \times 1.18 \times 0.9$



Figure 19 : PZEM004T



4.1 BREADBOARD :

Pour réaliser rapidement nos montages électroniques on va utiliser ce qu'on appelle une breadboard, cet objet permet de relier les composants sans avoir à les souder, ce qui permet de faire des tests très facilement et très rapidement.



Figure 20 : BREADBOARD

5.1 Module relais :

C'est une carte d'interface de relais 5V à 4 canaux de bas niveau, et chaque canal a besoin d'un courant de commande de 15-20mA. Il peut être utilisé pour contrôler divers appareils et équipements avec un grand courant. Il est équipé de relais à courant élevé qui fonctionnent sous AC 250V 10A ou DC 30V 10A. Il a une interface standard qui peut être contrôlée directement par microcontrôleur. Ce module est optiquement isolé du côté haute tension pour des exigences de sécurité et aussi empêcher la boucle de terre lors de l'interface avec le microcontrôleur.

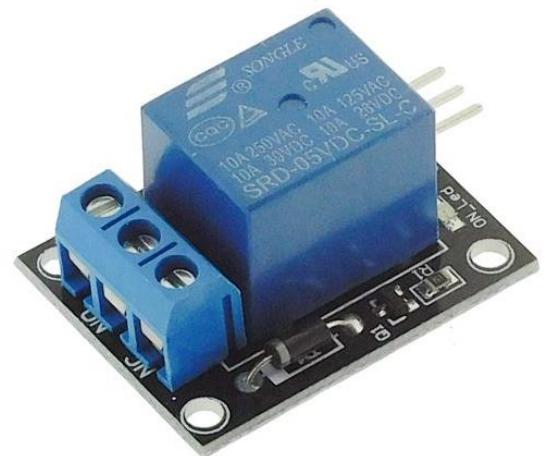


Figure 21 : Module relais



2 Technologie de développement :

1.2 HTML :

Le langage HTML :(Hyper Text Markup Language), le langage de balisage conçu pour représenter les pages web. C'est un langage permettant d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom. HTML permet également de structurer sémantiquement et logiquement et de mettre en forme le contenu des pages, d'inclure des ressources multimédias dont des images, des formulaires de saisie et des programmes informatiques. Il permet de créer des documents interopérables avec des équipements très variés de manière conforme aux exigences de l'accessibilité du web.



Figure 22:Logo HTML

2.2 CSS :

CSS : signifie Cascading Style Sheets est un langage de feuille de style utilisé pour décrire la présentation d'un document écrit en HTML ou en XML. Il CSS décrit la façon dont les éléments doivent être affichés à l'écran.



Figure 23:Logo CSS

3.2 PHP :

HP : Hypertext Preprocessor, plus connu sous son sigle PHP (sigle autoréférentiel), est un langage de programmation libre, principalement utilisé pour produire des pages Web dynamiques via un serveur HTTP, mais pouvant également fonctionner comme n'importe quel langage interprété de façon locale. PHP est un langage impératif orienté objet.

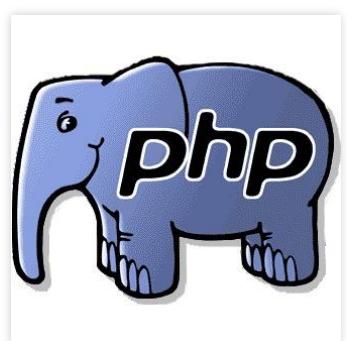


Figure 24:Logo PHP



4.2 Bootstrap :

Bootstrap est une collection d'outils utiles à la création du design (graphisme, animation et interactions avec la page dans le navigateur, etc.) de sites et d'applications web. C'est un ensemble qui contient des codes HTML et CSS, des formulaires, boutons, outils de navigation et autres Éléments interactifs, ainsi que des extensions JavaScript en option. C'est l'un des projets les plus populaires sur la plate-forme de gestion de développement GitHub.



Figure 25:Logo Bootstrap

5.2 MySQL

MySQL est un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR) fonctionnant sous Windows et Linux. Il fait partie des logiciels de gestion de base des données les plus utilisées au monde, autant par le grand public (applications web principalement) que par des professionnels, en concurrence avec Oracle, Informix et Microsoft SQL Server.



Figure 26:Logo MySQL

6.2 UML

UML est l'**Unified Modeling Language** standardisé par l'OMG (Object Management Group). Ce n'est pas une méthode, il ne donne pas de solution pour la mise en œuvre d'un projet. C'est avant tout un formalisme graphique issu de notations employées dans différentes méthodes objets.

UML est un langage de modélisation graphique à base de pictogrammes conçu pour fournir une méthode normalisée pour visualiser la conception d'un système. Il est couramment utilisé en développement logiciel et en conception orientée objet.



Figure 27:Logo UML



3. Logiciels de développement :

1.3 GANTT

Gant Project : est un logiciel libre de gestion de projet écrit en Java, ce qui permet de l'utiliser sur divers systèmes d'exploitation (Windows, Linux, MacOs). Il permet d'éditer un diagramme de Gantt.



Figure 28:Logo GANTT

2.3 Visual Studio

Visual Studio : également connu sous le nom de Microsoft Visual Studio et VS, est un environnement de développement intégré pour Microsoft Windows. C'est un outil pour écrire des programmes informatiques, des sites Web, des applications Web et des services Web. Il comprend un éditeur de code, un débogueur, un outil de conception d'interface graphique et un concepteur de schéma de base de données, et prend en charge la plupart des principaux systèmes de contrôle des révisions. Il est disponible à la fois dans une édition "Communauté" gratuite et dans une version commerciale payante.



Figure 29:Logo Visual Studio

3.3 WampServer :

WampServer : (anciennement WAMP5) est une plateforme de développement Web de type WAMP, permettant de faire fonctionner localement (sans se connecter à un serveur externe) des scripts PHP. WampServer n'est pas en soi un logiciel, mais un environnement comprenant deux serveurs (Apache et MySQL), un interpréteur de script (PHP), ainsi que phpMyAdmin pour l'administration Web des bases MySQL.



Figure 30:Logo WampServer



4.3 PhpMyAdmin

PhpMyAdmin (PMA) : est une application Web de gestion pour les systèmes de gestion de base de données MySQL réalisée principalement en PHP et distribuée sous licence GNU GPL



Figure 31:PHP MyAdmin

5.3 Arduino IDE :

L'environnement de développement Arduino IDE est l'outil utilisé pour écrire des codes avec le langage Arduino C, il est ensuite converti en une forme exécutive qui peut être placée sur le microcontrôleur. Cet environnement de développement est simple et facile à manipuler, et il est presque sans complications dans l'aspect général, il contient seulement ce que le programmeur a besoin pour commencer à développer et en même temps pour charger le code directement au microcontrôleur.



Figure 32:Logo Arduino IDE

6.3 Node-Red

Node-Red est un outil puissant pour construire des applications de l'Internet des Objets en mettant l'accent sur la simplification de la programmation qui se fait grâce à des blocs de code prédéfinis, appelés nodes pour effectuer des tâches. Il utilise une approche de programmation visuelle qui permet aux développeurs de connecter les blocs de code ensemble. Les nœuds connectés, généralement une combinaison de nœuds d'entrée, de nœuds de traitement et de nœuds de sortie, lorsqu'ils sont câblés ensemble, constituent un flow. Node-Red est construit sur Node.js, tirant pleinement parti de son modèle non bloquant piloté par les événements. Cela le rend idéal pour fonctionner en périphérie du réseau sur un serveur d'application qui peut être un matériel à faible coût tel que le Raspberry Pi ou un serveur dans le cloud.

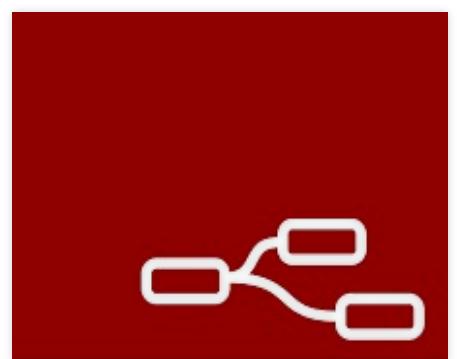


Figure 33:Logo Node-RED



7.3 Fritzing

Fritzing est un logiciel open source spécialement conçu pour ceux qui ont besoin de créer des projets électroniques, en particulier du matériel libre, et qui n'ont pas accès au matériel nécessaire. Il peut également être utilisé pour réaliser vos conceptions, capturer des exemples pour des tutoriels, etc. De plus, cet outil est soutenu par une grande communauté qui le tient à jour ou qui est prêt à vous aider si vous rencontrez des problèmes. Il peut même être un excellent outil pour les cours, à la fois pour les étudiants et les professeurs d'électronique, pour les utilisateurs qui souhaitent partager et documenter leurs prototypes, et même pour les professionnels.



Figure 34:Logo FRITZING

8.3 Star UML

C'est un logiciel de modélisation UML open source sous une licence modifiée de GNU GPL. L'objectif de ce projet est de se substituer à des solutions commerciales comme IBM Rational Rose ou Borland Together. StarUML gère la plupart des diagrammes spécifiés dans la norme UML 2.0.



Figure 35:Logo Star UML

Conclusion

Ce chapitre avait pour but de présenter les technologies matériels et logiciels utilisées dans notre réalisation.



Chapitre 5 : Réalisation





Introduction

Après avoir étudié, analyser les besoins des utilisateurs etachever la phase de la conception, on entame la phase de la réalisation qui est l'étape où nous réaliser la maquette et traduisons la modélisation du système par un langage de programmation en une application web afin d'aboutir à une automatisation des besoins tels qu'ils ont été définis dans la spécification.

1. Réalisation de branchement

1.1 Simulation de prototype

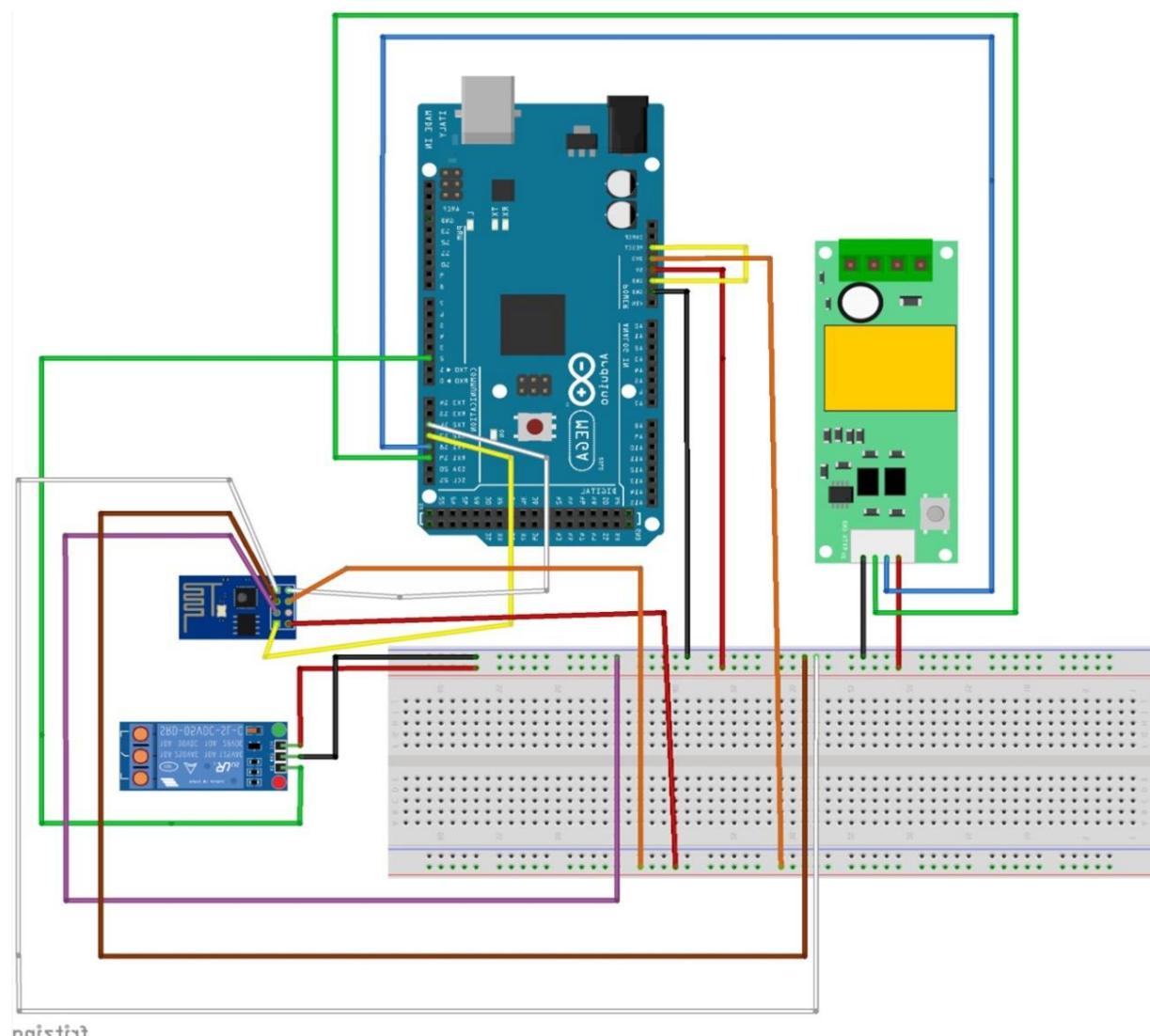


Figure 36: Simulation de prototype



2.1 Le prototype réel

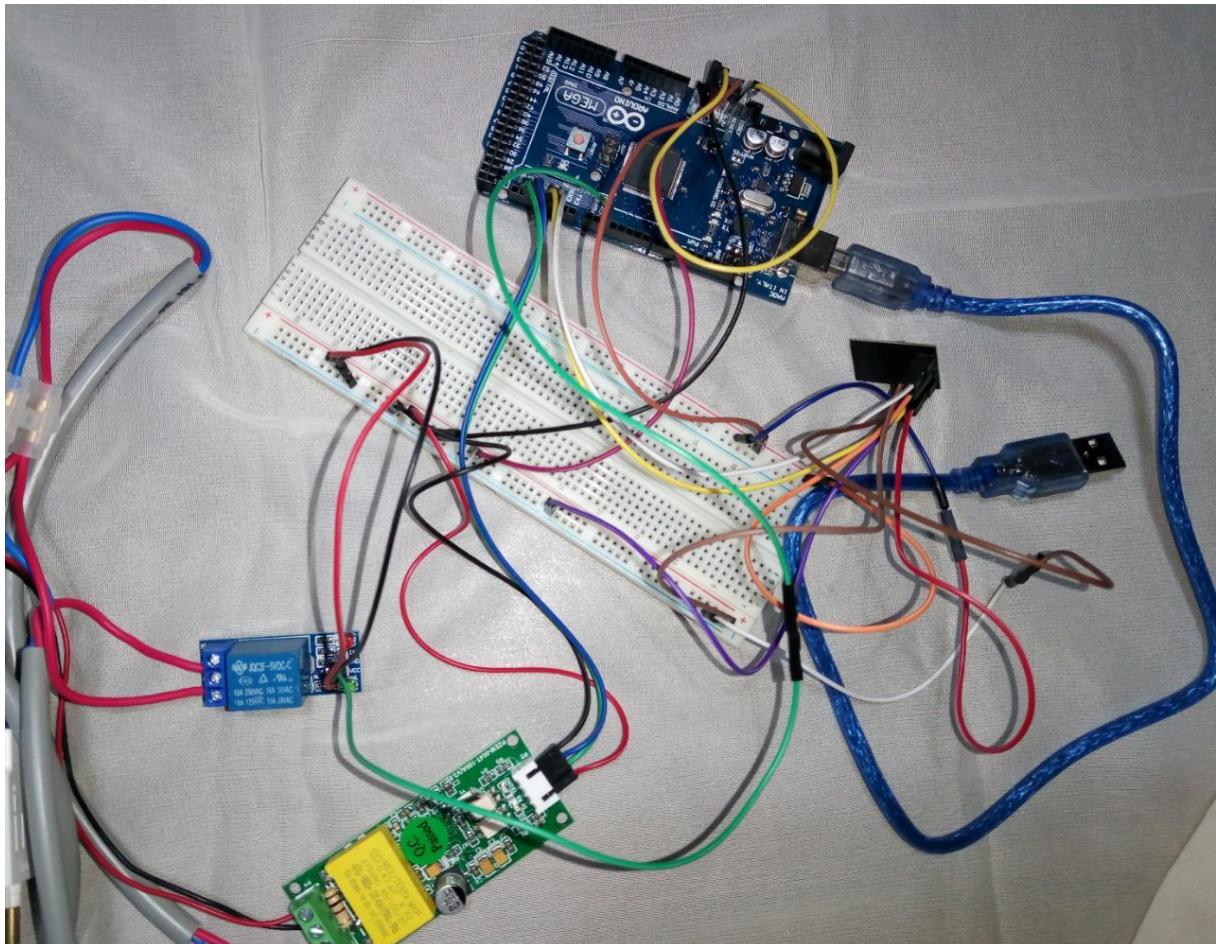


Figure 37: Prototype réel

Voilà la maquette finale qui contient les composants suivants (Arduino méga 2560, câbles, capteur PZEM004t, module wifi 8266, module relais), lorsque la maquette est liée à un courant électrique, le capteur prise en charge de mesurer l'énergie consommer, le courant, la puissance, la tension.



2. Programme Arduino :

On a utilisé Arduino IDE pour programmer notre prototype.

Le code suivant nous permettre de mesurer et afficher la tension et le courant.

The screenshot shows the Arduino IDE interface with the following details:

- File menu: Fichier, Édition, Croquis, Outils, Aide
- Toolbar: Checkmark, Refresh, Open, Save, Upload, Download, Schematic
- Project name: pzemnew
- Code area:

```
#include <PZEM004Tv30.h>
#include <Arduino.h>
#include <SoftwareSerial.h>

PZEM004Tv30 pzem(16, 17); // Broche série logicielle 16 (TX) et 17 (RX)
const int codeAppareil = 123; // doit etre recuperer a partir de base de donnees dans l'amélioration de notre système
//const String login="wafaesaifi2019";
void setup() {
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {

    //le mesure et l'affichage de tension

    float tension = pzem.voltage();
    if(tension != NAN){
        Serial.print("Tension 'V': ");
        Serial.print(tension);
        //Serial.println("V");
    } else {
        Serial.println("Erreur lors de la lecture de la tension");
    }
    //le mesure et l'affichage de voltage

    float current = pzem.current();
    if(current != NAN){
        Serial.print(",Current 'A': ");
        Serial.print(current);
        //Serial.println("A");
    } else {
        Serial.println("Erreur lors de la lecture du courant");
    }

    //le mesure et l'affichage de puissance

    float powers = pzem.power();
    if(powers != NAN){
        Serial.print(",Power 'W': ");
        Serial.print(powers);
        //Serial.println("W");
    }
}
```
- Status bar: Compilation du croquis...



Le code suivant nous permettre de mesurer et afficher l'énergie, la puissance et la fréquence.

```
∞ pzemnew | Arduino 1.8.19
Fichier Édition Croquis Outils Aide
pzemnew
}

//le mesure et l'affichage de puissance

float powers = pzem.power();
if(current != NAN){
    Serial.print(",Power 'W': ");
    Serial.print(powers);
    //Serial.println("W");
} else {
    Serial.println("Erreur lors de la lecture de la puissance");
}

//le mesure et l'affichage d'energie

float energys = pzem.energy();
if(current != NAN){
    Serial.print(",Energy 'KWh': ");
    Serial.print(energys,3);
    //Serial.println("kWh");
} else {
    Serial.println("Erreur lors de la lecture de l'energie");
}

//le mesure et l'affichage de frequence

float frequency = pzem.frequency();
if(current != NAN){
    Serial.print(",Frequency 'Hz': ");
    Serial.print(frequency,1);
    //Serial.println("Hz");
} else {
    Serial.println("Erreur lors de la lecture du frequence");
}

//le mesure et l'affichage de facteur de puissance

float pfs = pzem.pf();
if(current != NAN){
    Serial.print(",PF: ");
    Serial.print(pfs);
}
else {
}

Compilation terminée.
```



Le code suivant nous permettre de mesurer et afficher le facteur de puissance.

```
∞ pzemnew | Arduino 1.8.19
Fichier Édition Croquis Outils Aide
pzemnew

//le mesure et l'affichage d'energie

float energys = pzem.energy();
if(current != NAN){
    Serial.print(",Energy 'KWh': ");
    Serial.print(energys,3);
    //Serial.println("kWh");
} else {
    Serial.println("Erreur lors de la lecture de l'energie");
}

//le mesure et l'affichage de frequence

float frequency = pzem.frequency();
if(current != NAN){
    Serial.print(",Frequency 'Hz': ");
    Serial.print(frequency,1);
    //Serial.println("Hz");
} else {
    Serial.println("Erreur lors de la lecture du frequence");
}

//le mesure et l'affichage de facteur de puissance

float pfs = pzem.pf();
if(current != NAN){
    Serial.print(",PF: ");
    Serial.print(pfs);
} else {
    Serial.println("Erreur lors de la lecture de facteur de puissance");
}

Serial.print(",le code d'appareil est : ");
Serial.print(codeAppareil);

/* Serial.print(",login: ");
Serial.print(login); */

delay(5000);
}

Compilation terminée.
```



3.Les Interfaces de l'application :

1.3 Accueil

Tout d'abord, une fois l'application est ouverte sur le navigateur, l'utilisateur trouve directement la « page d'Accueil ». Dans la même page aux dessus vous pouvez avoir un résumé (petite définition) de SMART MONITORING. Et à droite un input qui permettre l'utilisateur à se connecter.

Smart Monitoring Accueil Connexion

Apropos de Smart Monitoring

SMART MONITORING vous permet de calculer la consommation électrique de vos appareils, et vous aide de réduire leurs coûts. Vous pourrez utiliser toutes les fonctions de notre environnement. Après la création d'un compte. Comme la consultation de vos appareils ainsi que leurs statistiques via votre smartphone. Avec SMART MONITORING profitez d'un outil collaboratif avec les compteurs intelligent qui vous permet de suivre au plus près vos consommations d'électricité.

Figure 38:Page d'accueil



2.3 Authentification

Une fois que l'utilisateur clique sur l'input « connexion », la page d'authentification sera affichée. Dans cette page il va trouver un formulaire pour saisir son login et son mot de passe, si les informations entrées par l'utilisateur correctes vont connecter, sinon il va réessayer. Dans la même page il trouve un autre input pour s'inscrire si ce n'est pas le cas.

Smart Monitoring

S'identifier

NOM D'UTILISATEUR
MERY

MOT DE PASSE

Connecter

Bienvenue dans la surveillance intelligente

Vous n'avez pas de compte ?

S'inscrire

Figure 39:Page d'authentification

3.3 Inscription

Dans le cas que l'utilisateur ne possède pas un compte il peut demander sa création à travers une clique sur l'input « s'inscrire » qui se trouve dans la page d'authentification. Après cette clique un autre formulaire sera affiché qui demande à l'utilisateur de saisir ses informations une fois que les informations vérifiées le compte sera créé.

S'inscrire

NOM

PRENOM

LOGIN

MOT DE PASSE

CONFIRMER LE MOT DE PASSE

Enregistrer

Figure 40:Page inscription



Smart Monitoring Accueil Connexion

S'inscrire

NOM

PRENOM

LOGIN

4.3 L'affichage de la liste des Appareils

L'utilisateur peut supprimer, modifier ou consulter via des icônes explicatives.

Smart Monitoring Accueil Deconnexion

Liste des appareils

NOM

LAMP i x m

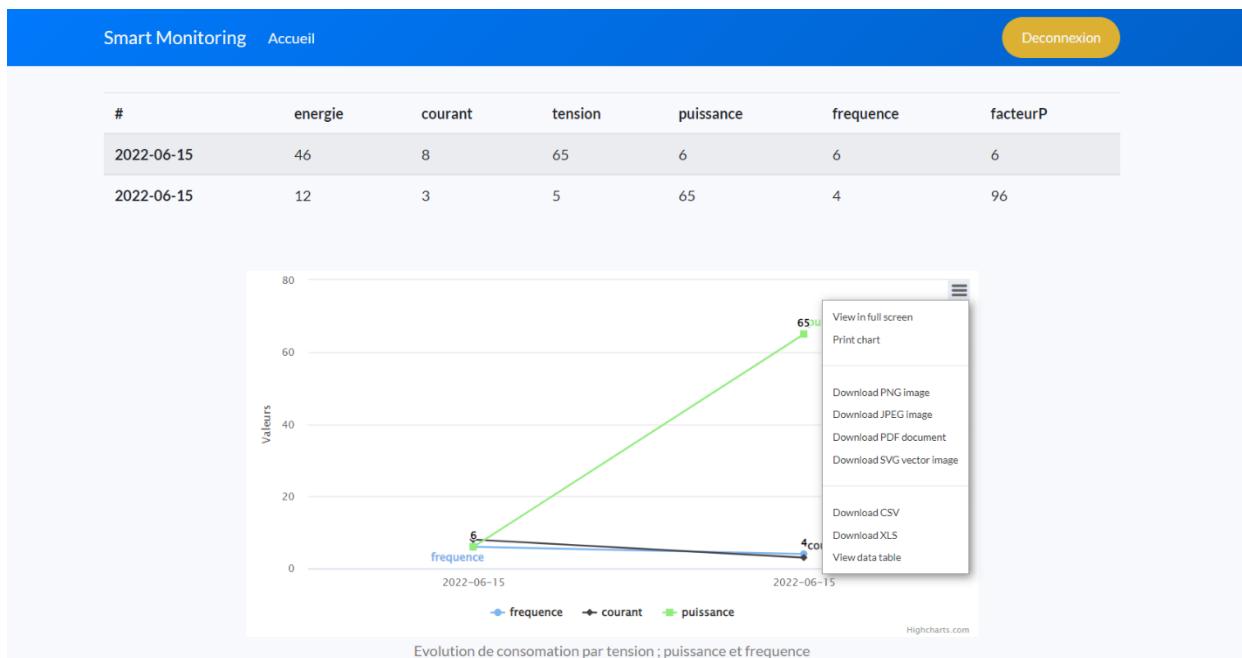
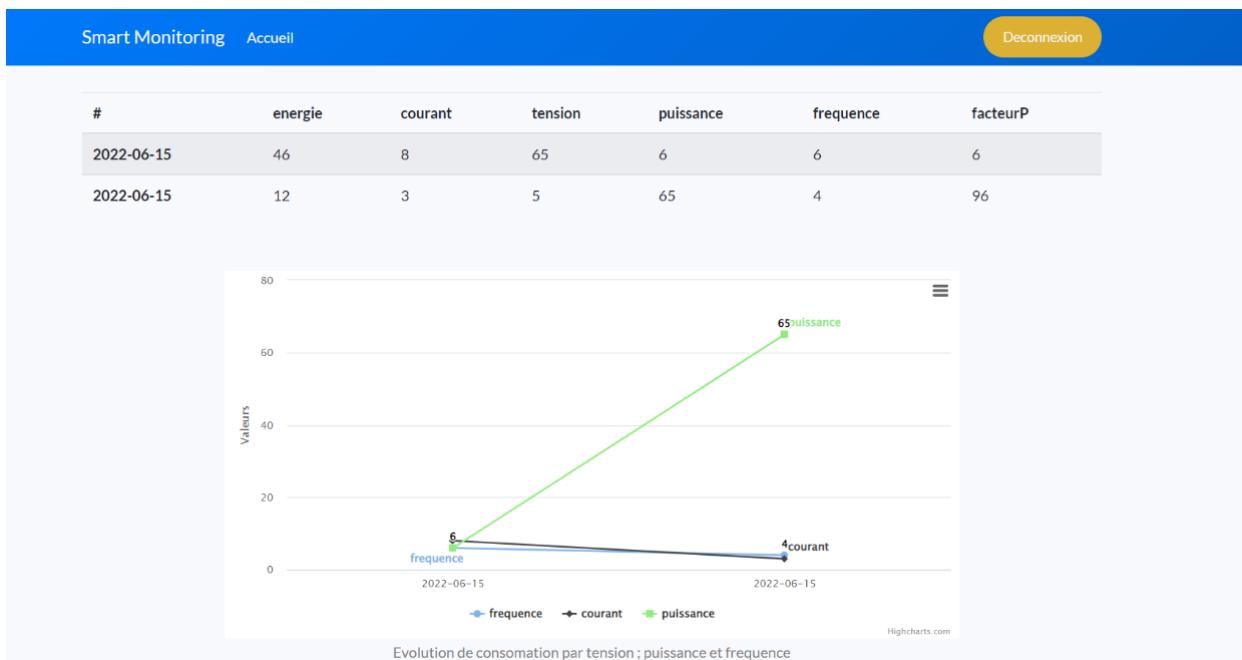
Ajouter une appareil

Figure 41:Page affichage de la liste des appareils



5.3 L'affichage des statistiques des appareils

Après le cliquet sur l'icône qui convient à l'affichage des statistiques la page suivante sera affichée.



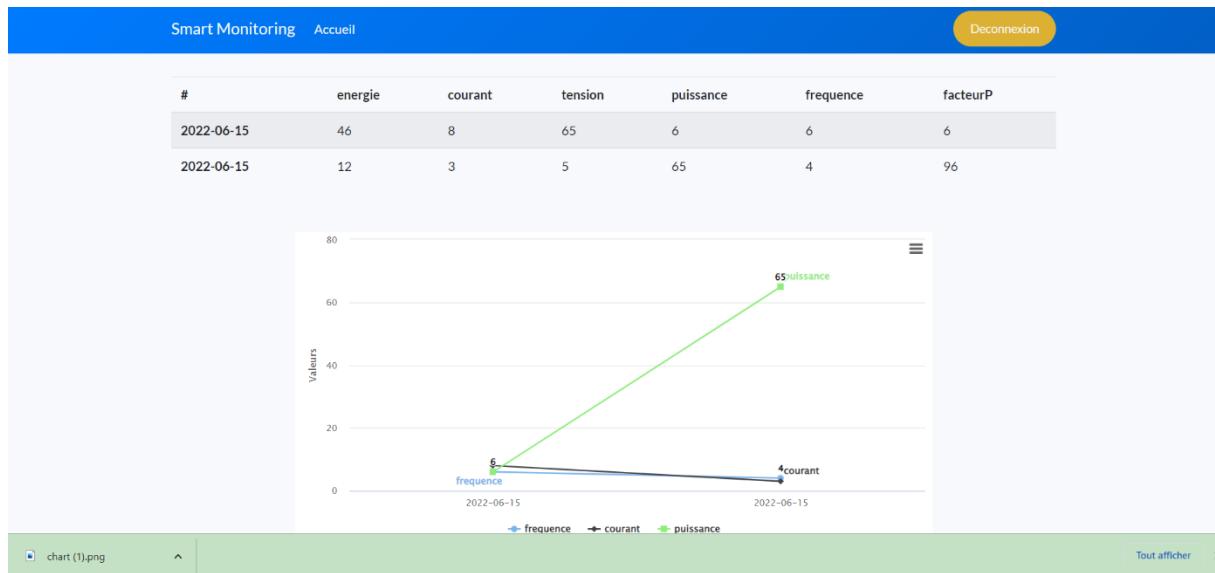


Figure 42:Affichage des statistiques des appareils

6.3 La Suppression D'un Appareil

Après le cliquet sur l'icône qui convient à la suppression d'un appareil un message de confirmation sera affiché.

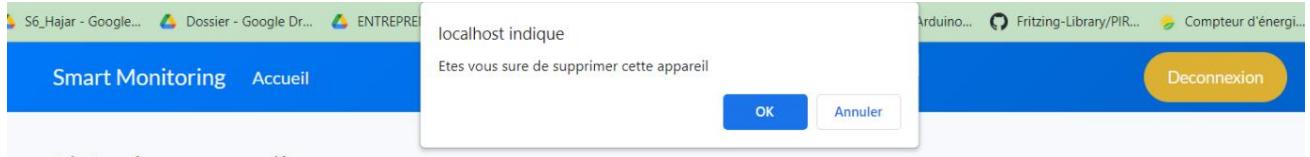


Figure 43:Message de confirmation



7.3 La Modification D'un Appareil

Après le cliquet sur l'icône qui convient à la modification des informations d'un appareil une page de modification sera affichée, les modifications seront effectuées à l'aide d'un formulaire.

Smart Monitoring Accueil Deconnexion

NOM D'APPAREIL
LAMP

CODE D'APPAREIL
12

Enregistrer

Figure 44:Page de modification

8.3 L'ajout D'un Appareil

Après le cliquet sur l'input « Ajouter un appareil » un formulaire sera afficher dans la même page qui permettre l'utilisateur de saisir les informations d'un nouvel appareil pour l'ajouter.

Smart Monitoring Accueil Deconnexion

Liste des appareils

NOM
LAMP

AJOUTER UNE APPAREIL

NOM D'APPAREIL

CODE D'APPAREIL

Fermer Ajouter

Ajouter une appareil

Figure 45:L'ajout d'un nouvel appareil



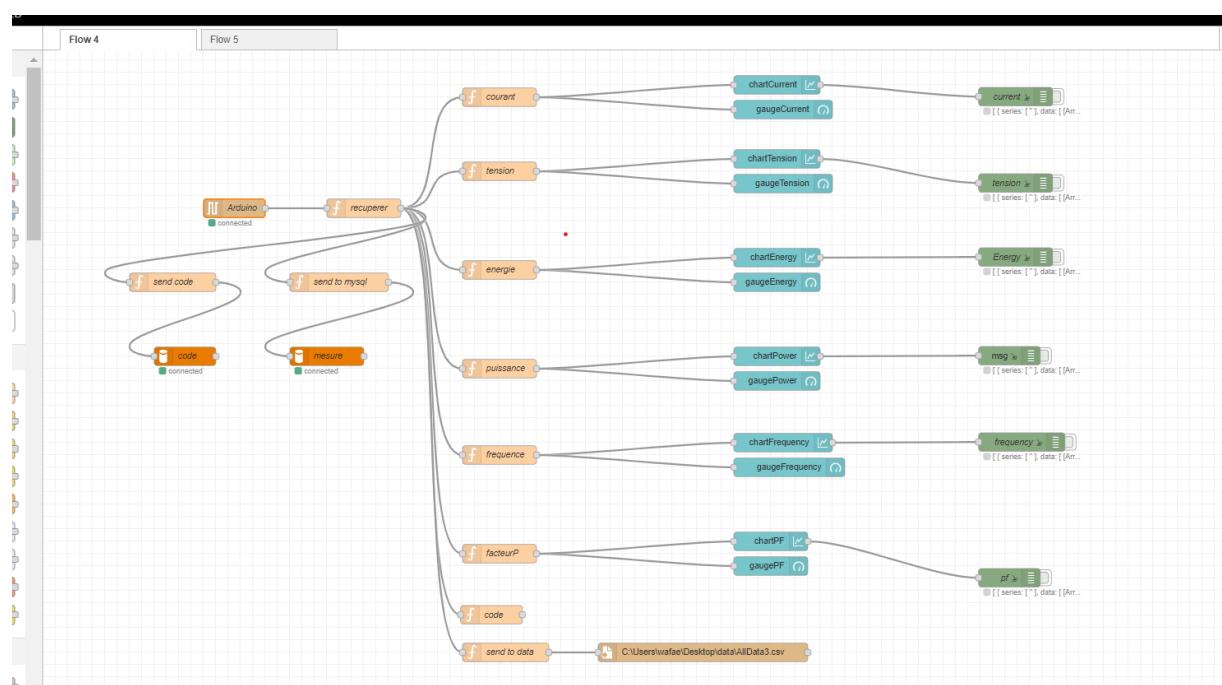
4. L'assurassions de communication via Node-RED :

1.4 L'envoie des données via Node -RED

Pour assurer l'envoie des données mesurées par le prototype à notre base de données pour pouvoir les suivis un niveau d'application on a travaillé avec NODE-RED. Comme on peut l'assurer via le module WIFI esp2866.

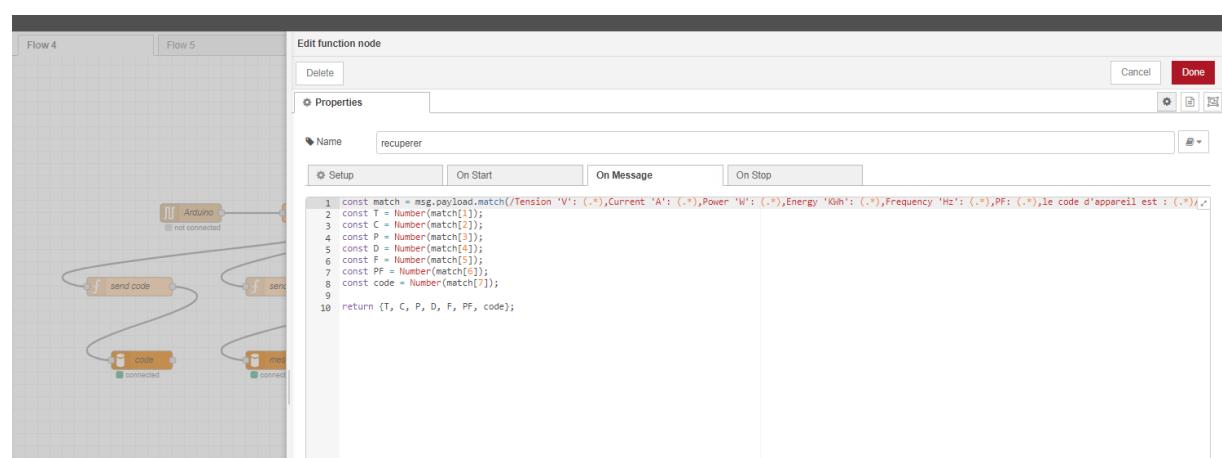
2.4 Représenter de notre flux dans NODE-RED

La figure ci-dessous représente le flux général de projet de la récupération des données jusqu'à les enregistrer.



3.4 La récupération des données à partir de l'Arduino

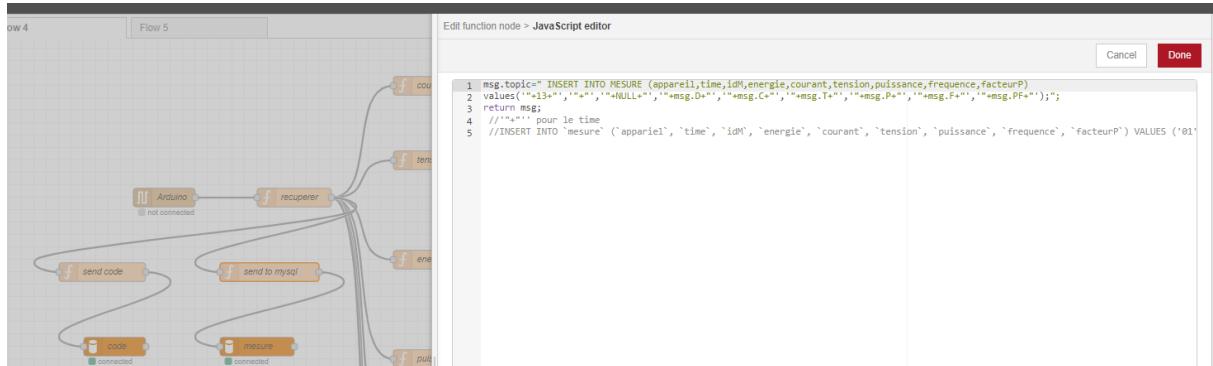
On a défini cette fonction pour pouvoir faire la récupération des données et les stockées dans des variables indépendantes.





4.4 L'envoie des données à notre base de données MySQL

Pour réaliser cette tâche on avait deux manières pour la faire, premièrement directement via une fonction et les nœuds MySQL comme se représente la figure ci-dessous :



Deuxièmement via une fonction et un fichier « file csv » comme se représente la figure ci-dessous :

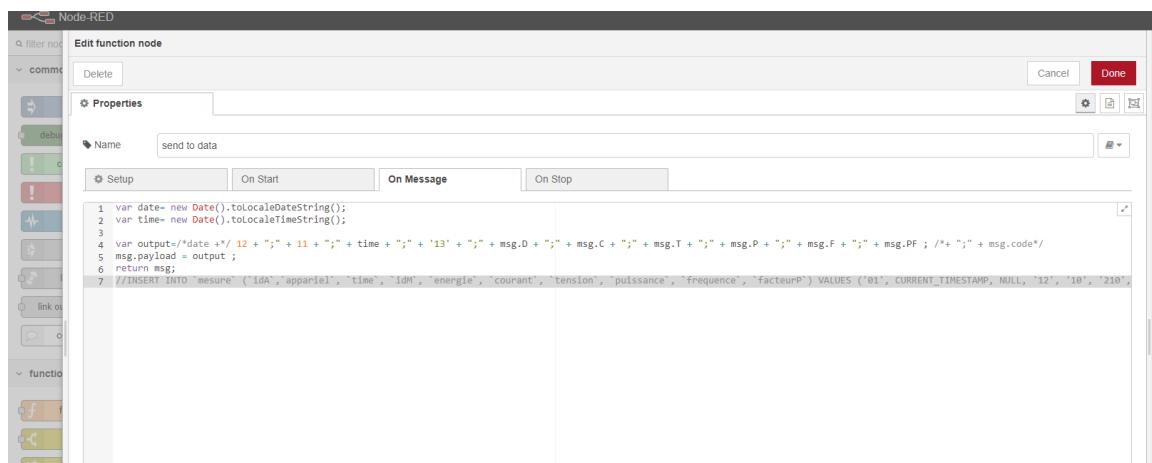


Figure ci-dessous se représente l'enregistrement des données dans le fichier csv :

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	12	11	00:53:20	13	152	20	15	80	14	7				
2	12	11	00:53:23	13	152	20	15	80	14	7				
3	12	11	00:53:26	13	152	20	15	80	14	7				
4	12	11	00:53:30	13	152	20	15	80	14	7				
5	12	11	00:53:33	13	152	20	15	80	14	7				
6	12	11	00:53:36	13	152	20	15	80	14	7				
7	12	11	00:53:39	13	152	20	15	80	14	7				
8	12	11	00:53:42	13	152	20	15	80	14	7				
9	12	11	00:53:45	13	152	20	15	80	14	7				
10	12	11	00:53:48	13	152	20	15	80	14	7				
11	12	11	00:53:51	13	152	20	15	80	14	7				
12	12	11	00:53:54	13	152	20	15	80	14	7				
13	12	11	00:53:57	13	152	20	15	80	14	7				
14	12	11	00:54:00	13	152	20	15	80	14	7				
15	12	11	00:54:03	13	152	20	15	80	14	7				
16	12	11	00:54:06	13	152	20	15	80	14	7				
17	12	11	00:54:09	13	152	20	15	80	14	7				
18	12	11	00:54:12	13	152	20	15	80	14	7				
19	12	11	00:54:15	13	152	20	15	80	14	7				



Conclusion

Dans ce dernier chapitre on a donné quelques Screenshot de la maquette finale de notre projet, une idée générale et plus de détails de la réalisation de notre application web avec une description pour chaque interface, ensuite L'assurassions de communication via Node-RED.



Conclusion générale

En effet, ce projet était une étape très importante dans nos cycles de formation vu qu'il était une occasion très intéressante et bénéfique pour savoir comment appliquer sur le plan pratique des connaissances théorique déjà acquises et aussi il nous permit d'acquérir des nouvelles connaissances techniques. Au même temps, nous avons appris l'importance de la recherche pour l'obtention des bonnes informations. Ainsi que l'importance de la gestion du temps et de la planification des tâches pour bon déroulement des travaux. Et grâce à un environnement favorable pour le travail et la coordination d'efforts, nous avons pu réaliser le projet demandé.

On a pris en charge le résoudre des problèmes des compteurs traditionnels se basant sur l'IOT et SMART GRID fourniront un prototype d'un autre type plus compétent qui est le compteur intelligent, avec l'objectif de digitaliser ce prototype on assure la communication entre ce dernier et notre application web pour faciliter le suivi, le contrôle et par la suite le fournir de la possibilité de la gestion automatique.

Pour réaliser ce projet on a commencé par des recherches et des études comparatives, par la suite on a bien analysé notre projet et ses besoins pour bien déterminer les matériels, les technologies et les logiciels de développement nécessaires. Et on a passé à faire le branchement de notre maquette finale.

Et pour assurer la communication on a travaillé avec NODE-RED, pour pouvoir récupérer les données en temps réel, pour terminer avec la réalisation de notre application Smart Monitoring.

Le fait d'être arrivées à ce stade dans le projet nous donnons plus de confiance en soi-même et nous encouragions à continuer, vu les problèmes que nous avons confrontés pour apprendre des nouveaux langages informatique, outils de travail et les concepts de base.

Malheureusement, on n'a pas pu monter toutes les parties de notre projet même qu'on a fait beaucoup d'efforts à cause de perdre de matériels en derniers jours.

Finalement ce qui nous reste à faire est d'ajouter des fonctionnalités plus avancées au niveau d'application web comme le coupage du courant au cas des alertes.

Et voici un répertoire qu'on a créé qui rassemble les Datasheet plus importants dans notre projet :

[https://drive.google.com/drive/folders/1znKp yNnRP7sU6Cisz4mRp_DMEA VFKhK?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1znKpyNnRP7sU6Cisz4mRp_DMEA VFKhK?usp=sharing)



Webographie

<http://www.fsb.univh2c.ma/>

<http://www.univh2c.ma/?p=2958>

[https://www.google.com/imgres?imgurl=x-raw-image%3A%2F%2Fcde84a7af17ed266722aa36df11e980aeda3afcb2bfba9efe0e6c60e198d3121&imgrefurl=http%3A%2F%2Fperso.iut-nimes.fr%2Ffgiamarchi%2Fwp-content%2Fuploads%](https://www.google.com/imgres?imgurl=x-raw-image%3A%2F%2Fcde84a7af17ed266722aa36df11e980aeda3afcb2bfba9efe0e6c60e198d3121&imgrefurl=http%3A%2F%2Fperso.iut-nimes.fr%2Ffgiamarchi%2Fwp-content%2Fuploads%2F)

https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrLIqTKRKtihBYAnTUK24lQ;_ylu=Y29sbwNpcjIEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1655420234/RO=10/RU=https%3a%2f%2ffritzing.org%2f/RK=2/RS=_1qpHgjeCAoozmjpiASIceKpNOQ-

https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrLI6PKRKtieAQASLgk24lQ;_ylu=Y29sbwNpcjIEcG9zAzIEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1655420234/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.php.net%2fmanual%2ffr%2fintro-whatis.php/RK=2/RS=cpW4X.4W4IJ2Bt8sf.SAQk9JBdc-

https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrLI6PKRKtieAQASLgk24lQ;_ylu=Y29sbwNpcjIEcG9zAzIEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1655420234/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.php.net%2fmanual%2ffr%2fintro-whatis.php/RK=2/RS=cpW4X.4W4IJ2Bt8sf.SAQk9JBdc-