

Rapport de stage de 1 ère année

**Mise en place d'un système embarqué pour la télé-relève
des index de la consommation d'eau**

Filière : Ingénierie des Systèmes Embarqués et Mobiles (ISEM)

Réalisé par :

EL HLAIFI Mohamed

Encadré par :

LKHAL Driss

DÉDICACE :

A NOS PARENTS

Notre support depuis le premier pas. Leur soutien est précieux.

NOS AMIS

Pour leurs volontés, leurs encouragements et pour tous les bons et les mauvais moments qu'on a vécus ensemble.

REMERCIEMENT :

Nous tenons, avant tout, à adresser nos plus vifs remerciements à Monsieur Driss LAKHAL, mon chère encadrant de ce projet, qui m'a aidé à escamoter beaucoup de problèmes.

Nous tenons également à remercier messieurs les fonctionnaires de la R.A.D.E.E.T.A pour les conseils qu'ils ont pu me prodiguer au cours de la période de mon stage.

Nous tenons également à remercier messieurs les membres de jury pour leur présence afin d'évaluer notre travail.

Enfin, nos remerciements vont à tous les enseignants de l'École nationale supérieure d'informatique et d'analyse des systèmes, pour leurs aides et leur professionnalisme.

Résumé :

Le présent rapport décrit le travail réalisé dans le cadre du projet de stage d'été que j'ai effectué au sein de l'entreprise R.A.D.E.E.TA basée à Taza.

Le but de ce projet est de réaliser un système embragué pour la télé relevé des index de la consommation d'eau.

Pour mener à bien le projet, plusieurs étapes ont été nécessaires : La première étape de réflexion consiste à déterminer la manière dont ce système devrait être réalisé, sa structure et sa conception, ainsi que les outils (matériels et logiciels) à employer. Lors de l'étape de réalisation, il a fallu créer un prototype démonstratif qui va nous donner une image claire sur notre système.

Abstract:

This report describes the work carried out within the framework of the summer internship project that I carried out at the company R.A.D.E.E.TA based in Taza.

The goal of this project is to create an embedded system for the remote reading of water consumption indexes.

To carry out the project, several stages were necessary: The first stage of reflection consists in determining the way in which this system should be realized, its structure and its design, as well as the tools (hardware and software) to be used. During the production stage, we had to create a demonstrative prototype that will give us a clear picture of our system.

Table des figures :

Figure 1 : Organigramme de R.A.D.E.E.TA	12
Figure 2 : Système d'information	13
Figure 3 : La relève manuelle	16
Figure 4 : Modèle en cascade.....	17
Figure 5 : Planning	18
Figure 6 : Différentes étapes d'analyse.....	20
Figure 7 : Diagramme des cas d'utilisation.	21
Figure 8 : Organisation géographique pour accès aux index des compteurs.....	22
Figure 9 : Conception de fonctionnalités du système.....	22
Figure 10: Architecture de l'algorithme au niveau du microcontrôleur.	24
Figure 11: Architecture de l'algorithme du notre système.	25
Figure 12: Diagramme de classes	26
Figure 13: Schéma du système de communication pour un compteur.....	28
Figure 14: Capteur de débit d'eau YFS201	29
Figure 15: Fonctionnement du capteur de débit d'eau YFS201.....	29
Figure 16: Description de la carte ESP32.....	30
Figure 17: Les pins de la carte ESP32.	31
Figure 18: Arduino IDE logo.	32
Figure 19: Eclipse IDE logo.	32
Figure 20: MySQL Workbench logo.	32
Figure 21: Java logo	33
Figure 22: MySQL logo.....	33
Figure 23: JDBC logo.	33
Figure 24: Assemblage de circuits	34
Figure 25: Interface pour initialiser les données	35
Figure 26: Affichage pour un compteur normal.	35
Figure 27: Stocker les index dans la base des données.....	36
Figure 28: Affichage pour un compteur anormal.	36
Figure 29: Stocker les index dans la base des données.....	37

Table des tableaux :

Tableau 1 : tableau récapitulatif des besoins.....	17
Tableau 2 : Structure des données des compteurs.....	22
Tableau 3 : Les différentes spécifications de la carte ESP32	30

Table des matières :

RESUME :	3
ABSTRACT:	4
TABLE DES FIGURES :	5
TABLE DES TABLEAUX :	6
TABLE DES MATIERES :.....	7
INTRODUCTION GENERALE :	9
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA REGIE AUTONOME DE DISTRIBUTION D'EAU ET D'ELECTRICITE DE TAZA.	11
INTRODUCTION :	12
1 PRESENTATION DE L'ORGANIGRAMME DE LA R.A.D.E.E. TA :	12
2 SYSTEME D'INFORMATION :	13
2.1 BUREAU D'ADMINISTRATION :	13
2.2 BUREAU DU TRAITEMENT :	13
2.3 BUREAU DE DEVELOPPEMENT :.....	14
CONCLUSION :.....	14
CHAPITRE 2 : PRESENTATION DE LA MISSION DU STAGE.	15
INTRODUCTION:.....	16
3 PRESENTATION DE LA MISSION DU STAGE :	16
3.1 PROBLEMATIQUE :	16
3.2 CONTEXTE GENERALE DU PROJET ET SOLUTION PROPOSEE :	16
3.3 DESCRIPTION DES BESOINS :	17
4 PROCESSUS DE DEVELOPPEMENT :	17
4.1 LE MODELE DE DEVELOPPEMENT CHOISI :	17
4.1.1 Modèle en cascade :.....	17
4.2 PLANNING PREVISIONNEL :	18
CONCLUSION :.....	18
CHAPITRE 3 : ANALYSE ET CONCEPTION.....	19
INTRODUCTION:.....	20
5 ANALYSE :	20
5.1 ANALYSER LE FONCTIONNEMENT DES COMPTEURS :	20
5.2 PARAMETRAGE :.....	20
5.3 MISE EN PLACE DES TRANSMETTEURS :	21
5.4 MISE EN PLACE DES PLATEFORMES ET DES ENVIRONNEMENTS INFORMATIQUES:	21
6 CONCEPTION :	21
6.1 ORGANISATION ET STRUCTURATION DES DONNEES DES INDEX DES COMPTEURS :	21
6.2 CONCEPTION DES FONCTIONNALITES DU SYSTEME DU PROJET :	22
6.3 ARCHITECTURE DES ALGORITHMES DU NOTRE SYSTEME :	23
6.3.1 Architecture de l'algorithme au niveau du microcontrôleur :.....	23
6.3.2 Architecture de l'algorithme da la partie logicielle :.....	24

CONCLUSION :	26
CHAPITRE 4 : REALISATION D'UN PROTOTYPE	27
INTRODUCTION:	28
7 DESCRIPTION DU PROTOTYPE :.....	28
7.1 DESCRIPTION DES MATERIELS :	28
7.1.1 Capteur de débit d'eau YFS201 :	28
7.1.2 La carte ESP32 :.....	30
7.2 DESCRIPTION DES ENVIRONNEMENTS LOGICIELS :	31
7.2.1 Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment) :	31
7.2.2 Eclipse IDE :.....	32
7.2.3 MySQL Workbench :.....	32
7.3 LANGAGES ET TECHNOLOGIES DE DEVELOPPEMENT :	32
7.3.1 Le langage JAVA :.....	32
7.3.2 Le système de gestion de base de données MySQL :.....	33
7.3.3 Java Database Connectivity (JDBC) :	33
7.3.4 La bibliothèque Swing (Java) :	34
7.3.5 Socket :	34
8 DEMONSTRATION DU PROTOTYPE :	34
8.1 ASSEMBLAGE DE CIRCUITS :	34
8.2 INTERFACE POUR INSERER LES ADRESSES IP ET PORTS ,ET INITIALISER LES DONNEES DANS LA BASE DES DONNEES : ..	35
8.3 INTERFACES POUR L'AFFICHAGE DES INDEX DES COMPTEURS ET LEURS ETATS :	35
CONCLUSION :	37
CONCLUSION GENERALE :	38
BIBLIOGRAPHIE	39
ANNEXES :.....	40

Introduction générale :

A une époque où communication et technologie sont les maîtres mots de notre société, on ne peut douter que l'avenir des réseaux de communication est de grandir et de se développer. Cet avenir est pour une bonne part lié aux techniques et aux supports de communication utilisés dans les réseaux de télécommunication. L'intégration des réseaux de communication locaux et/ou à grande distance dans les réseaux de distribution d'eau a conduit au concept de réseau intelligent, dans lequel le consommateur et le producteur d'eau ont accès à plusieurs types d'information, grâce au développement informatique et technologique.

Fruit de la convergence entre le numérique et les réseaux de services urbains, la télé relevé est l'un des pivots de la ville intelligente. C'est un dispositif permettant aux villes de mieux maîtriser les consommations des usagers, à la condition toutefois que son déploiement intègre information, fiabilité et sécurité des données. La télé relève permet donc d'éviter le déplacement physique d'un technicien, d'effectuer un relevé à intervalles réguliers (voire en temps réel) et d'assurer une gestion à distance (réduction de la puissance, coupure, gestion de la demande, gestion des structures tarifaires). L'intérêt du gestionnaire s'explique à plus d'un titre : gains de productivité (gestion automatisée de la facturation, limitation des déplacements, etc.), meilleur suivi du rendement du réseau (détection des fuites), maîtrise de la demande et effacement des pointes de consommation (régulation de la demande en jouant directement sur certaines consommations des abonnés). Du côté de l'usager, les bénéfices sont également attendus à plusieurs niveaux : facturation de la consommation réelle (et non plus estimée), gestion à distance du contrat, des relevés, des changements de puissance des installations (sans intervention d'un technicien), prévention des fuites (le client pourra réagir plus vite en cas de fuite ou de surconsommation, une alerte pouvant lui être envoyée par le gestionnaire) et enfin, information en temps réel sur ses consommations.

Dans ce contexte ce projet à un objet de réaliser un prototype d'un système de télé relève à l'entreprise R.D.E.E.TA, dans ce rapport nous allons voir les différentes étapes de cette réalisation en se basant sur le plan suivant :

Chapitre 1 : Dans ce chapitre nous allons présenter l'organisme d'accueil R.A.D.E.E.TA et ces différents bureaux.

Chapitre 2 : Ce chapitre présente la problématique, le contexte du projet ainsi le processus de développement suivi tout au long du projet.

Chapitre 3 : Au niveau de ce chapitre nous allons présenter les différentes étapes d'analyse et de conception ce qui va nous aider à bien tracé notre chemin au moment de la réalisation.

Chapitre 4 : Ce dernier chapitre présente les spécifications des environnements matériels et logiciels utilisées au cours du développement du projet et aussi présente les différentes interfaces de la réalisation.

***Chapitre 1 : Présentation de la Régie
Autonome de Distribution d'Eau et
d'Electricité de TAZA.***

Introduction :

La Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité est un établissement public communal à caractère industriel et commercial dotée de la personnalité civile et de l'autonomie financière. En ce qui concerne la mission de la régie, La R.A.D.E.E.TA est chargée d'assurer à l'intérieur du périmètre de la ville de TAZA, le service public communal de distribution d'eau, elle est également chargée de l'exploitation des captages et d'adduction d'Eau appartenant à la ville, elle a la compétence pour chercher, étudier, proposer, exécuter et exploiter les nouvelles adductions qui seront nécessaires dans l'avenir. Dans ce chapitre, nous commencerons par la présentation de l'organigramme de la régie, le système d'information dont nous étions opérés pendant la période de stage.

1 Présentation de l'organigramme de la R.A.D.E.E.TA :

La régie est administrée par un directeur et son adjoint qui sont chargés des affaires administratives et financières, et en plus le secrétariat de la direction générale.

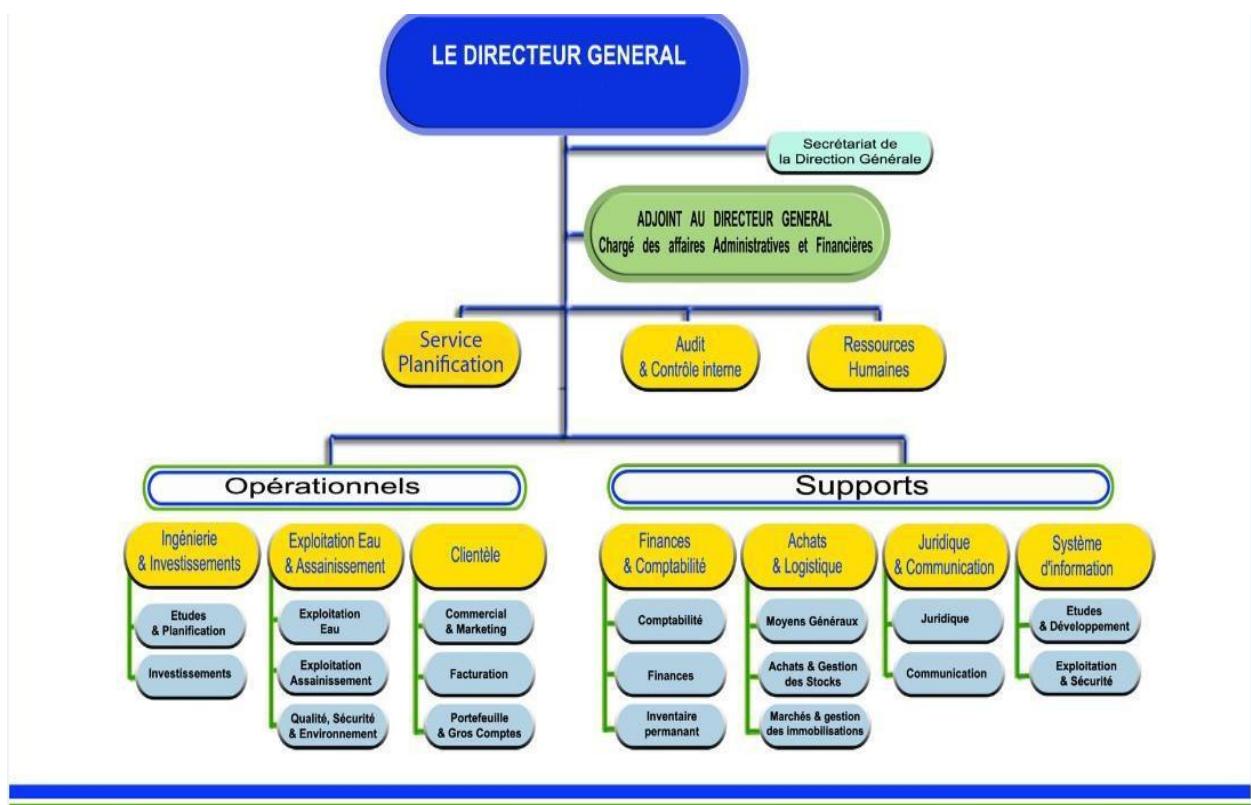


Figure 1 : Organigramme de R.A.D.E.E.TA

2 Système d'information :

Cette partie sera consacrée à la présentation du système d'information au sein de la régie.

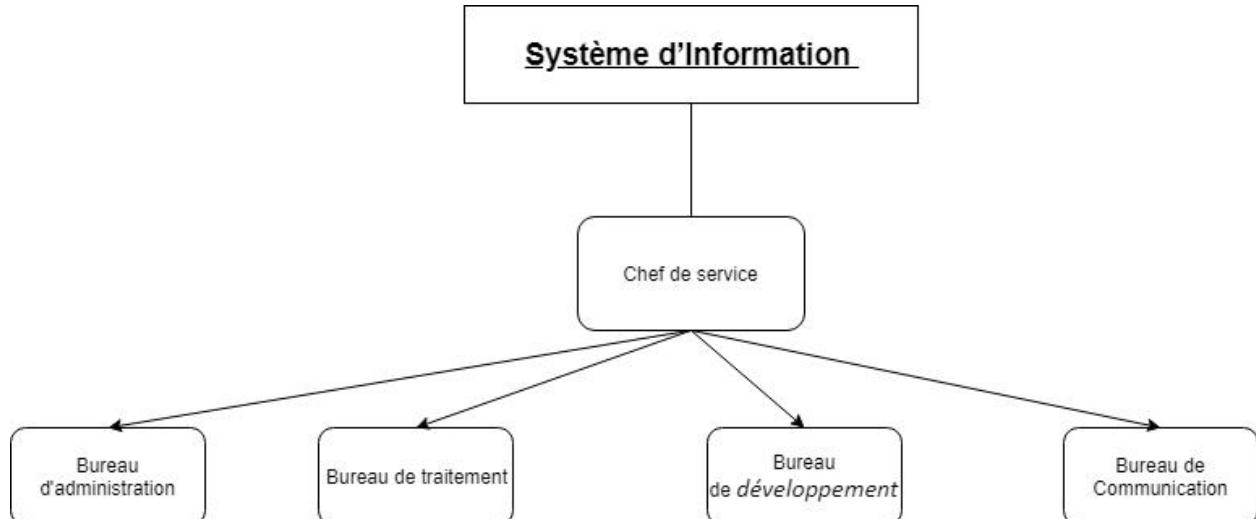


Figure 2 : Système d'information

2.1 Bureau d'administration :

Il assure la sécurité des réseaux et logiciels en établissant un plan de sécurité (anti-virus, système de sécurité...). Ainsi la mise à jour de la base des données des abonnés pour chaque nouveau produit.

2.2 Bureau du traitement :

Personne Il se charge de l'édition des quittances et les états y afférents. La facturation se réalise sur trois étapes :

- **La relève** : Les releveurs effectuent la relevée, puis remettent les TSP à la fin de chaque journée au bureau de facturation pour créer une sauvegarde des index collectés. Pour chaque secteur, le releveur dispose d'un délai qui ne doit pas être dépassé.
- **La vérification** : Le responsable du bureau de facturation traite les données collectées. Ce traitement consiste à calculer les consommations et les rapprocher avec les consommations moyennes de chaque abonné afin de relever les anomalies qui peuvent subsister. Généralement, on trouve les cas suivants : les hausses inhabituelles de consommation ou les baisses. Il édite une liste de vérification remise aux releveurs, comportant toutes les polices présentant une consommation élevée, une omission de relevée d'un index ou une anomalie au niveau du compteur (cassé, illisible, bloqué ou erreur de lecture...etc.) il corrige les anomalies rendues par les releveurs sur le logiciel après vérification des compteurs. Il calcule le montant de la consommation en la divisée en tranches (voir tableau ci-dessous), puis il calcule la redevance fixe. Edition d'un PV de raffinage en 4 exemplaires visés par une commission composée du service système d'information, section produit & encaissement, et service finances et comptabilité pour la vérification des données.
- **Le quittancement** : Edition des états récapitulatifs par catégorie d'abonnés (particuliers et administrations) et par secteur, et les bordereaux de prise en charge et les PV de prise en charge. Edition des quittances. Remise des états au responsable de la section produit & encaissement du service clientèle. Le responsable de la section produit & encaissement reçoit les quittances et les états contre la signature du PV de raffinage.

2.3 Bureau de développement :

Ce bureau est pris en charge par le chef du service, il se charge de tout ce qui est en relation avec l'analyse et la conception des programmes utilisés par la RADEE.TA, ainsi que leurs mises à jour en fonction des besoins varient de celle-ci. Les langages de programmation adoptés sont fondamentalement : DBASE et Visual Basic. Parmi les programmes conçus, on trouve le programme produit, portefeuille, stock et contrôle budgétaire. En plus de la conception et la programmation des programmes utilisés par la RADEE.TA, le service système d'information veille sur le bon fonctionnement et déroulement de matériel informatique. Actuellement, le service système d'information fait des études et conception de mise en place du réseau local pour exploiter à distance des logiciels regroupés en ERP installé dans un serveur dans la salle d'informatique.

Conclusion :

Dans ce premier chapitre, j'ai essayé de donner une vision générale sur la régie. J'ai présenté l'organigramme de la régie, ainsi que les différents bureaux qui constituent le système d'information.

Chapitre 2 : Présentation de la mission du stage.

Introduction:

Ce chapitre a pour but de présenter le projet de ma mission du stage et de le situer dans son environnement organisationnel et contextuel. Je vais commencer par décrire la problématique, la solution proposée, et on terminera par un tableau récapitulatif qui présente une Description des besoins.

3 Présentation de la mission du stage :

3.1 Problématique :

Lorsqu'un usager habite un logement individuel, il est souvent abonné directement au service d'eau (public ou délégué) de sa commune, qui relève son compteur et lui adresse ses factures. La relève de ces compteurs s'effectue généralement annuellement et consiste à récupérer l'index des compteurs. Cette opération peut prendre du temps ou être rendue impossible par la difficulté d'accès aux compteurs en effet les relevageurs de la R.A.D.E.E.TA se cantonnent à utiliser des appareils spécifiques pour effectuer l'action de relève manuelle des index des compteurs, sous des inconvénients de décharges, et le malaise du déplacement avec ces lourds appareils. Aussi suite à l'état d'urgence due à la pandémie du Covid-19, R.A.D.E.E.TA a suspendu leurs services à domicile en guise de contribution à la limitation de la propagation du Coronavirus. Cela concernait la relève des index de consommation d'eau sur les compteurs, ainsi que la distribution et encaissement des factures. Ainsi, dans l'impossibilité de lire les relevés de compteurs, R.A.D.E.E.TA a procéder à établir les factures sur la base de la consommation dû pour la même période des deux dernières années et par conséquence à la réception des factures, le service a reçu un nombre important de réclamation suite à l'étonnement des clients par des montants exorbitants dans certains cas de leurs factures. Engendrant par la suite, un processus de régularisation de factures précédemment établies sur la base d'une estimation en raison du confinement sanitaire.



Figure 3 : La relève manuelle

3.2 Contexte générale du projet et solution proposée :

L'automatisation de la lecture du relevé des compteurs de consommation d'eau à distance consiste à proposer un équipement auxiliaire et efficace. Ceci associé à la lecture du compteur classique va contribuer à réaliser un tableau de bord dédié à l'exploitation de ces données rassemblées pour permettre aux R.A.D.E.E.TA d'énergie de mieux gérer et contrôler l'eau consommée. Ce nouveau équipement permettra aussi l'établissement automatique des factures et permettra au client de suivre en temps réel sa consommation et dans le cas échéant les paiements encaissés par application dédiée. Le projet s'inscrit dans le cadre de l'amélioration du service existant par la minimisation de temps de lecture des relevés de compteur et la réduction des charges engagées à cette fin. Dans ce contexte j'ai été invité pendant ma période de ce stage à proposer un système embarqué afin de faire la télé-relève des index de la consommation d'eau, ce système doit permettre d'atteindre tous les compteurs indépendamment de leurs emplacement et de la présence de l'occupant,

D'améliorer l'efficacité et la fiabilité des relevés, de réduire le temps qui s'écoule entre relevé et facturation, de répondre aux demandes d'accroissement du nombre annuel de relevés, de proposer de nouveaux services de suivi, aussi d'apporter un véritable service au client ou locataire (détection de fuites, indication de débit exceptionnel, relève à date fixe).

3.3 Description des besoins :

Numéro de besoin	Besoin	Description
1	-Digitalisation de la mesure des index de la consommation de l'eau.	-Chercher un système informatique et électronique afin de mesurer les index de la consommation de l'eau et de les représenter sous forme des données informatiques.
2	- Un système connecté .	- Proposer un module de communication afin d'être capable d'accès à distance au index mesurés et communiquer avec le système proposé dans 1.
3	-Traitement des données	-Traiter les données reçus par 2 afin des détecter des anomalies, des fuites, indication de débit exceptionnel.
4	-Affichage des données	-Réaliser une application pour afficher ces données dans une interface graphique facile pour la lecture et utilisation.
5	-Stockage des données	-Stocker ces données dans une base de données.

Tableau 1:tableau récapitulatif des besoins.

4 Processus de développement :

Avant de commencer à travailler sur un projet, il faut choisir un processus de développement, c'est-à-dire un ensemble d'activités successives, organisées en vue de la production d'un logiciel.

4.1 Le modèle de développement choisi :

Pour ce projet, j'ai choisi le modèle en cascade.

4.1.1 Modèle en cascade :

Le modèle en cascade est une version répandue du modèle de gestion du cycle de développement des systèmes et des applications. Souvent considéré comme l'approche classique du développement, ce modèle décrit un cycle linéaire et séquentiel. Son alternative la plus connue aujourd'hui est la méthodologie Agile.

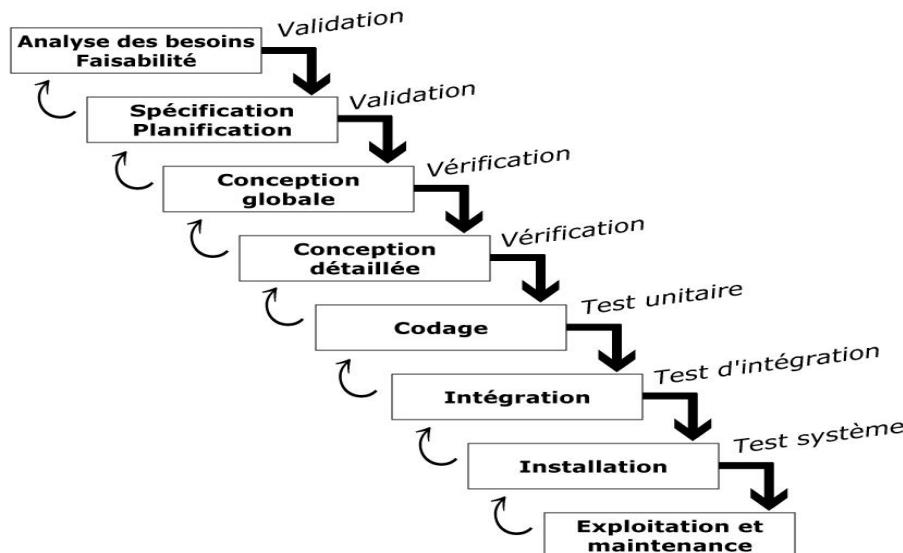


Figure 4 : Modèle en cascade.

J'ai choisi ce modèle pour sa simplicité et sa précision de tache, ainsi qu'il ne nécessite pas une grande expérience pour développer un projet.

4.2 Planning prévisionnel :

Ce travail a débuté par une étude théorique. Cette phase a été suivie d'une analyse et une conception du projet, choisi des outils de programmation avant d'aborder la phase de réalisation.

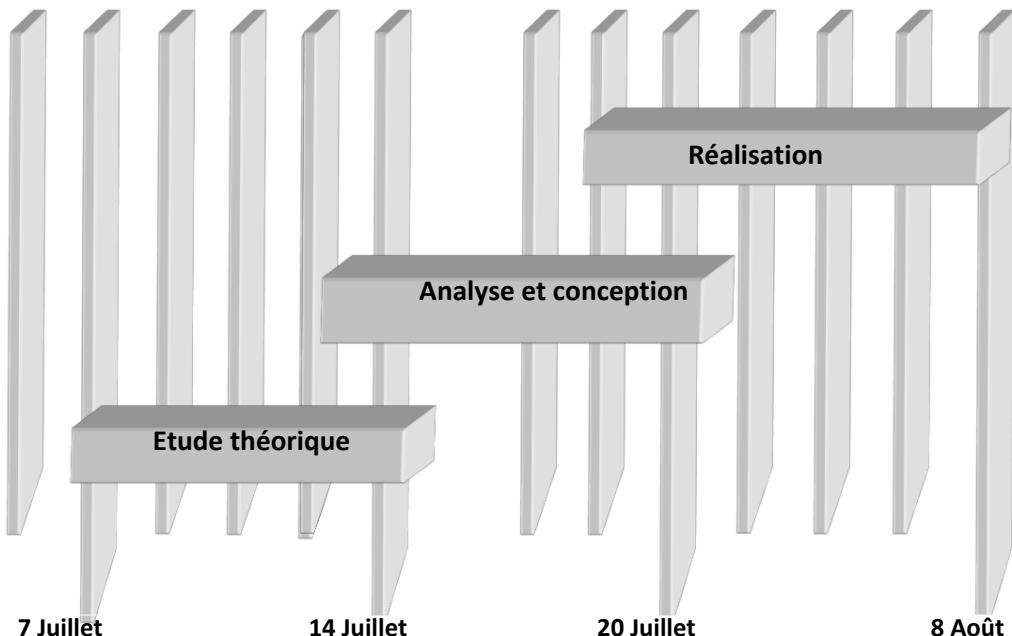


Figure 5 : Planning

- ⇒ **Etude théorique** : L'étape de l'étude des différents besoins, la rédaction du cahier de charges et le choix des langages et technologies de conception et du développement utilisées pour la réalisation du projet.
- ⇒ **Analyse et conception** : L'étape de la réalisation des diagrammes et de schémas de conception utiles pour le projet.
- ⇒ **Réalisation**: L'étape de la création de la communication, la base de données et du développement des interfaces et des applications.

Conclusion :

Dans ce deuxième chapitre, nous avons vu la problématique, aussi j'ai essayé de donner une vision générale sur le projet. J'ai défini le processus de développement suivi tout au long du projet.

Chapitre 3 : Analyse et conception.

Introduction:

Pour réaliser un projet , il ne convient pas de se lancer tête baissée dans l'écriture du code , il faut d'abord organiser les idées, les documenter, puis organiser la réalisation en définissant les modules et les étapes de la réalisation, c'est ce que nous verrons dans ce chapitre en nous concentrant sur deux parties principales, la première est l'analyse et la seconde est la conception .

5 Analyse :

La mise en place de solution de télé-relève impose la modification du matériel existant et la création des environnements et des plateformes informatiques compatibles afin d'informatiser le système :

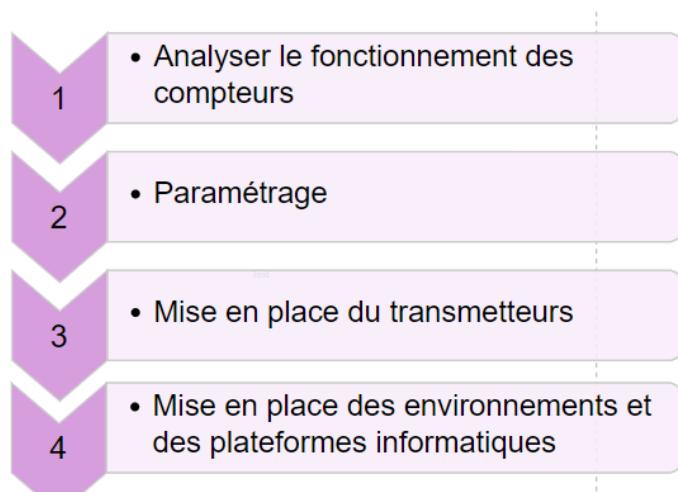


Figure 6 : Différentes étapes d'analyse

5.1 Analyser le fonctionnement des compteurs :

Les compteurs existants doivent être compatibles avec les capteurs d'index, si ce n'est pas le cas, L'ajout de nouveaux compteurs est indispensable. La plupart des constructeurs possèdent des compteurs avec un capteur intégré. Le capteur devra ensuite être compatible avec nos outils de traitement et de transmission, sachez que nous devons laisser les anciens compteurs pour les utiliser comme références si notre nouvel système a rencontré un problème technique.

5.2 Paramétrage :

C'est une phase consiste à faire des installations des équipements et des architectures (microcontrôleurs, consoles de traitement, mini ordinateurs..) afin de suivre les index des compteurs avec une manière fiable logique et informatique puis les donner au transmetteur afin de faire la télé relève.

5.3 Mise en place des transmetteurs :

Dans le cas d'une télé relève filaire, le câblage vers le matériel permettant de récupérer les index doit être prévu. Dans le cas d'une télé relève sans fil, le transmetteur doit pouvoir être positionné sur le compteur ou être déporté à côté (fonction du produit). Les transmetteurs sans fil peuvent être assez encombrants. La transmission sans fil peut aussi être perturbée par l'environnement proche. Il conviendra donc de tester les installations.

5.4 Mise en place des plateformes et des environnements informatiques:

Pour informatiser le système il faut réaliser des programmes et logiciels de but de communiquer en premier avec les transmetteurs afin de relever les index des compteurs avec ses identifications(localisation...) à distance, faire des traitements sur ces index et le schématiser en tableaux afin d'observer l'état des compteurs c'est-à-dire détection des anomalies, des fuites, indication de débit exceptionnel pour déclencher un système d'alarme à la service technique pour se déplacer et fixer ces fruits .et enfin le stockage de ces index dans une base de donnée pour les utiliser en future en des études statistiques et prédictives.

Ci-dessous, je présente le diagramme de cas d'utilisation pour la compréhension du fonctionnement de notre système.

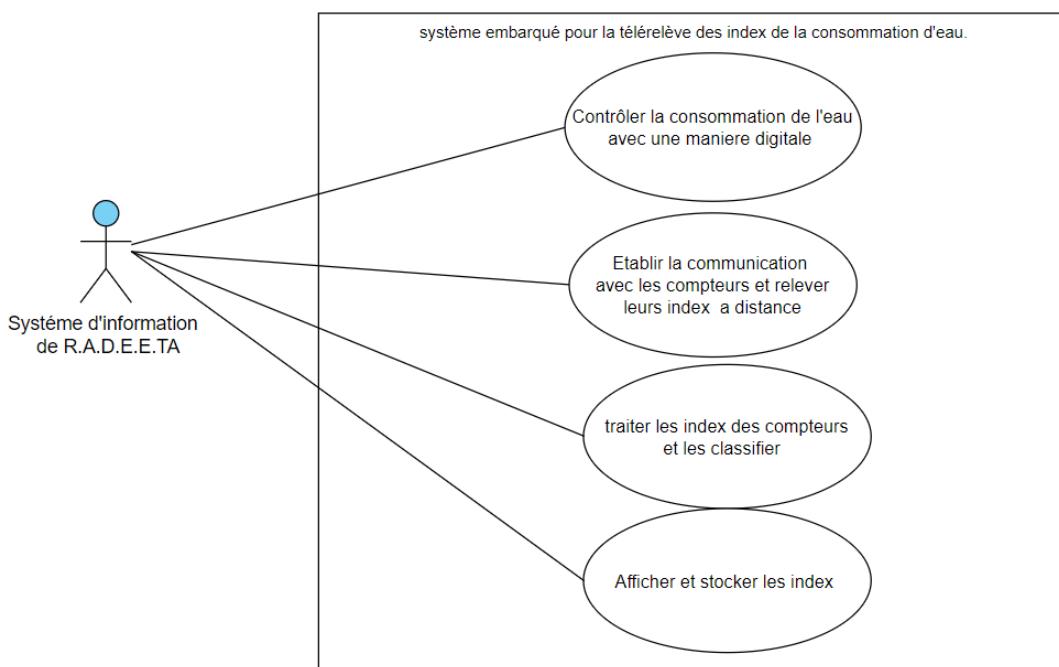


Figure 7 : Diagramme des cas d'utilisation.

6 Conception :

6.1 Organisation et structuration des données des index des compteurs :

Afin de bien structurer et organiser le système d'information au niveau du stockage et traitement des données et pour faciliter la télérelève je vais commencer dans une première étape par une organisation géographique de la ville enfaite je vais diviser la ville en régions et également diviser ces régions en secteurs pour bien identifier les compteurs et leurs localisation.

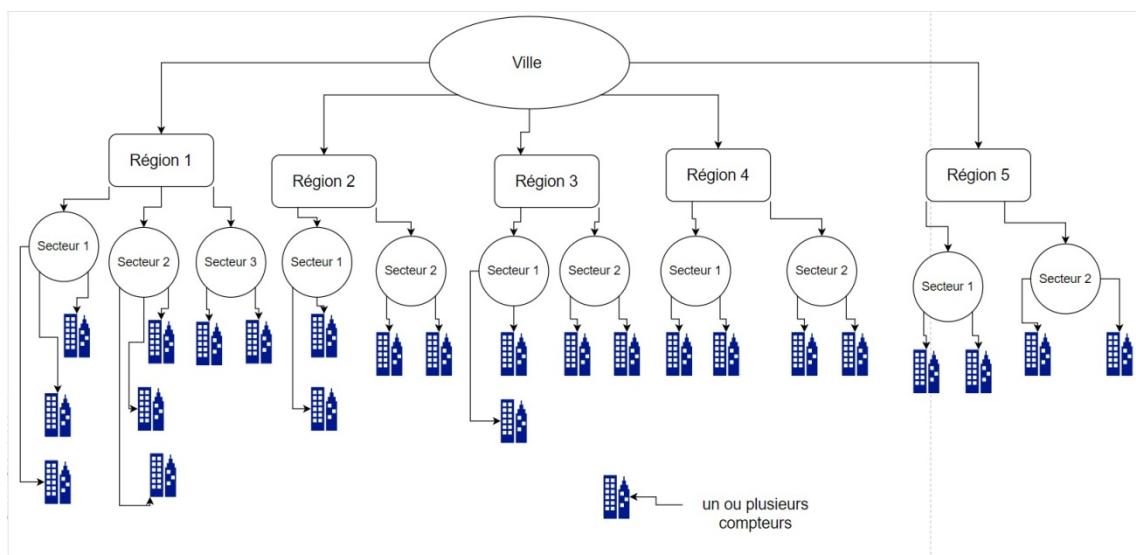


Figure 8 : Organisation géographique pour accès aux index des compteurs.

D'après cette organisation on peut structurer les données des index des compteurs de la manière suivante :

-Numéro de région
-Numéro de secteur
-Numéro de la maison
-ID_compteur
-Consommation
-Débit

Tableau 2 : Structure des données des compteurs.

6.2 Conception des fonctionnalités du système du projet :

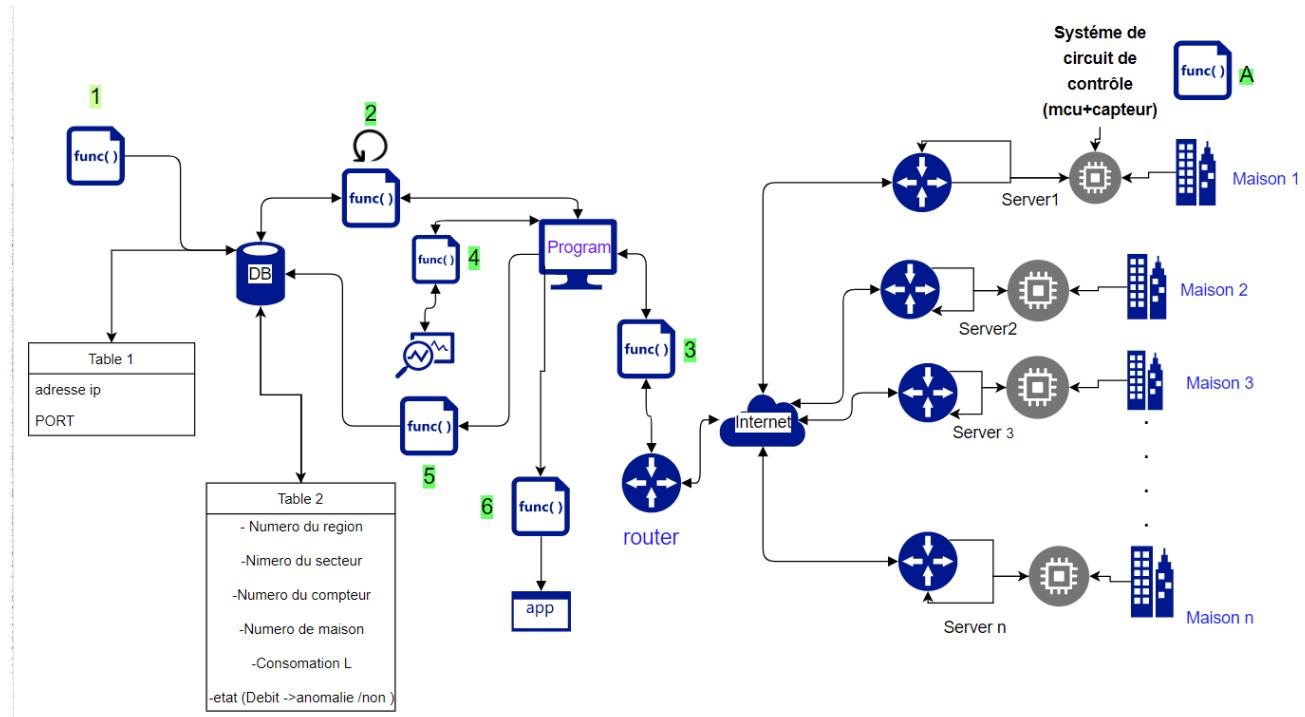


Figure 9 : Conception de fonctionnalités du système

Pour transmettre les données avec une façon rapide, fiable, légale et plus optimiser, je vais choisir la communication internet enfaite nous allons affecter à chaque maison une adresse ip publique puis on va connecter notre système de contrôle à des routeurs pour établir la communication. Afin de créer cette communication on est besoin à des fonctions informatiques comme il est indiqué dans la figure 8 du sort que chaque fonction a un travail important à faire c'est ce que je vais expliquer dans cette paragraphe suivante :

- **Fonction A** : cette fonction sera implémenter dans les microcontrôleurs son travail est connecter ces microcontrôleurs avec les routeurs et lancer un serveur avec une adresse ip et un port qui vas être à l'écoute des clients pour communiquer avec eux et les passer les données des compteurs et en utilisant le principe des interruptions dans un microcontrôleur cette fonction vas être responsable sur le traitement et le données des capteurs du compteur.
- **Fonction 1** : pour communiquer avec ces serveurs nous avons besoin à ses adresses ip et ports alors a cette raison le travail de cette fonction est de stocker ces adresses ip et ports dans une base de donnée ainsi d'initialiser les données des compteurs pour fait juste une mise à jour à ces données et faciliter la tâche du stockage.
- **Fonction 2** : Alors pour déclencher des clients afin de communiquer avec les serveurs le rôle de cette fonction est de relever tout les adresse ip et les ports stockées dans la base des données par la fonction 1 et les donner aux autres programmes pour établir des clients.
- **Fonction 3** : le travail de cette fonction est de créer des clients afin de communiquer avec les serveurs qui ont en écoute puis relever les données des compteurs.
- **Fonction 4** : après la relève des données la phase de traitement de l'état des compteurs est important afin de détecter les anomalies et les débits exceptionnelles , et classifier enfin l'état du compteur si il est normale ou non .
- **Fonction 5** : Cette fonction stockera les données traitées par la fonction 4 dans une base de données.
- **Fonction 6** : Cette fonction a une importance d'afficher les données sous forme des tableaux de bord au service afin de constater s'il y a des problèmes ou des anomalies dans les compteurs afin d'aller vers ces compteurs et de résoudre ces problèmes.

6.3 Architecture des algorithmes du notre système :

6.3.1 Architecture de l'algorithme au niveau du microcontrôleur :

Puisqu'on va utiliser des compteurs avec une sortie d'impulsion électrique cet algorithme sera baser sur le principe des interruptions, une interruption en bref est un signal demandant au processeur de suspendre temporairement l'exécution du programme courant afin d'effectuer des opérations particulières, alors a chaque fois le compteur produit un signal d'impulsion ce signal sera interpréter comme une interruption au niveau du microcontrôleur afin de mettre à jour les données à mesurer .et pour établir une communication avec les clients je vais lancer un serveur au niveau de ce dernier qui va attendre la connexion des clients et les envoyer les données. Donc pour bien détailler l'architecture de ce algorithme la figure ci-dessous montre les étapes principales :

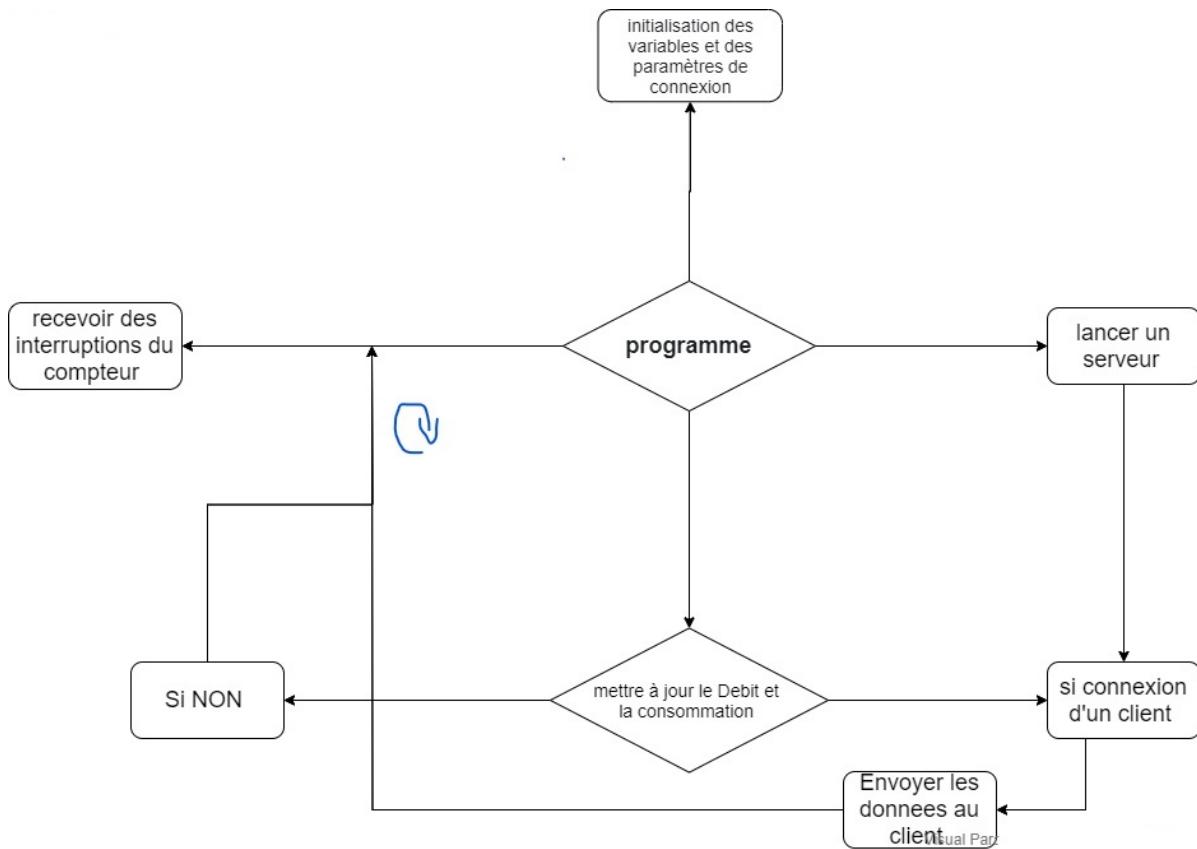


Figure 10: Architecture de l'algorithme au niveau du microcontrôleur.

6.3.2 Architecture de l'algorithme da la partie logicielle :

Pour accélérer le processus de fonctionnement de notre système je vais utiliser la notion du multithreading, Le multithreading est la capacité d'un programme ou d'un processus du système d'exploitation à gérer son utilisation par plusieurs utilisateurs à la fois, voire à gérer plusieurs demandes d'un même utilisateur, sans qu'il soit nécessaire de créer plusieurs exemplaires du programme exécuté sur l'ordinateur, dans ce cadre je vais associer pour chaque client un thread qui va faire les différentes tâches (communication avec le serveur ,relève des données , le traitement) et ce dernier va aussi déclencher 2 threads le 1^{er} va stocker les données dans la base de données, et le 2^{eme} va afficher les données dans une interface graphique , et comme les threads partagent les mêmes ressources on peut rencontrer des problèmes du concurrence d'accès et d'interbloquage au niveau d'accès à ces ressources alors pour éviter ces problèmes je vais utiliser les techniques de synchronisation entre ces threads . Le diagramme suivant résume tout ces étapes.

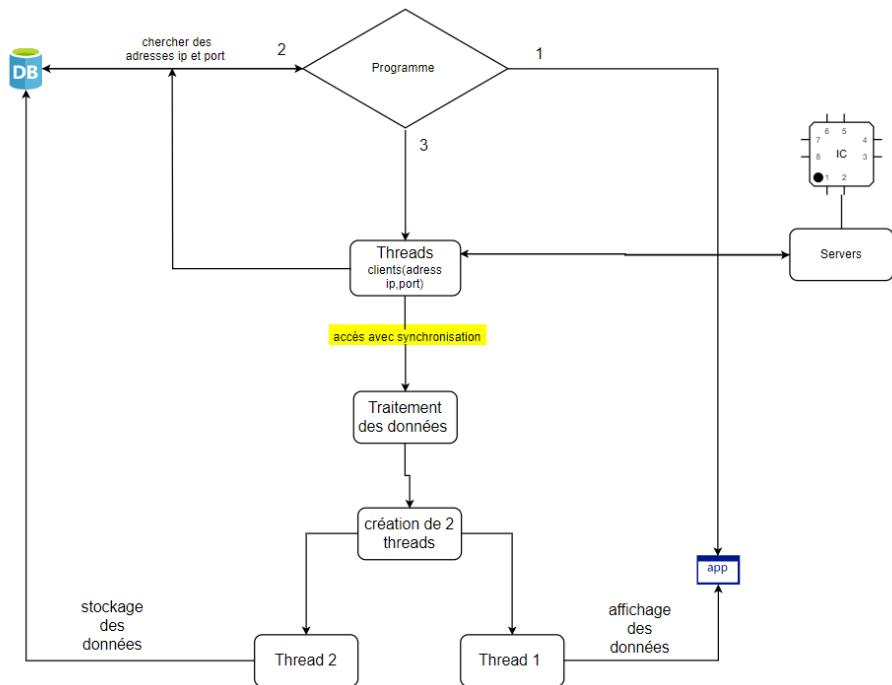


Figure 11: Architecture de l'algorithme du notre système.

Alors pour implémenter cette architecture je vais utiliser la programmation orientée objet car elle permet d'obtenir un code plus réutilisable. En effet, les types d'objets créés peuvent servir de base pour d'autres objets en ne développant que les évolutions nécessaires. Cette programmation offre un code plus compréhensible. En effet, chaque objet va contenir ses propriétés et ses méthodes. Il est donc aisément de voir ce qu'une fonction manipule et à quoi correspondent les variables disponibles. La programmation orientée objet amène un code modulaire. En effet, chaque type d'objet ne communique avec les autres types que par des interfaces connues et définies. Cet isolement permet donc de développer facilement d'autres modules pour interagir avec les interfaces déjà utilisées.

Ci-dessous, je présente le diagramme de classe pour prendre une idée sur la fonctionnalité du code dans la partie réalisation :

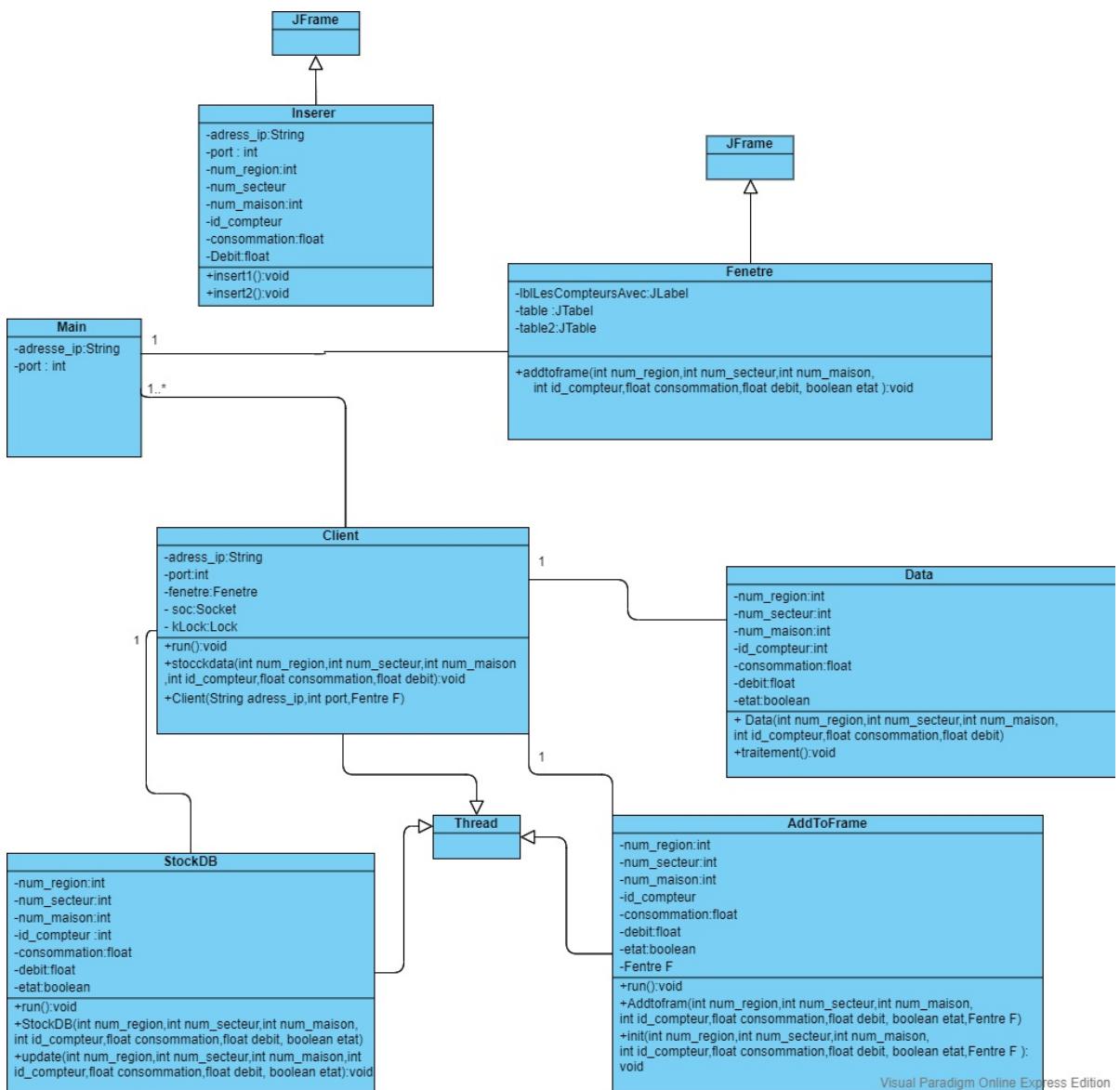


Figure 12: Diagramme de classes.

Conclusion :

Dans ce chapitre, j'ai présenté les différentes étapes d'analyse et de conception ce qui va m'aider à bien tracer mon chemin au moment de la réalisation.

Chapitre 4 : Réalisation d'un prototype.

Introduction:

Ce chapitre a pour objectif d'exposer la partie réalisation. Je vais présenter en premier lieu les environnements matériels et logiciels dans lesquelles le projet a été développé en indiquant les technologies utilisées. On clôture ce chapitre par une représentation bref d'une démonstration.

7 Description du prototype :

Le prototype que j'ai développé est représenté dans la figure suivante :



Figure 13: Schéma du système de communication pour un compteur

Afin de réaliser ce prototype j'ai utilisé un capteur de débit d'eau YFS201, une carte de série de microcontrôleurs de type système sur une puce d'Expressif Systems ESP32, un point d'accès wifi et un ordinateur. Chaque module sera présenté plus en détail par la suite.

7.1 Description des matériaux :

7.1.1 Capteur de débit d'eau YFS201 :

7.1.1.1 Présentation du Capteur de débit d'eau YFS201 :

Ce capteur a 3 fils ROUGE, JAUNE et NOIR comme indiqué sur la figure ci-dessous. Le fil rouge est utilisé pour la tension d'alimentation qui va de 5V à 24V et le fil noir est connecté à GND. Le fil jaune est utilisé pour la sortie (impulsions), qui peut être lue par un microcontrôleur. Le capteur de débit d'eau se compose d'un capteur à moulinet qui mesure la quantité de liquide qui l'a traversé.

- Alimentation: 5 à 24 Vcc
- Consommation: 15 mA (sous 5 Vcc)
- Plage de mesure: 1 à 30 l/min
- Pression maxi: 1,2 Mpa
- Précision: +/- 3% (entre 1 et 10 l/min)
- Formule de conversion: débit (en l/min) = fréquence (en Hz) / 7,5
- Dimensions: 63 x 36 x 35 mm
- Température d'utilisation: 0 à 80°C
- Diamètre du filet: 1/2"
- Poids: 43 g
 - Caractéristiques d'impulsion de débit: Fréquence (Hz) = 7,5 * Débit (L / min).
 - impulsion par litre: 450.



Figure 14: Capteur de débit d'eau YFS201

7.1.1.2 Le principe de fonctionnement du capteur de débit d'eau YFS201 :

Le capteur de débit d'eau fonctionne sur le principe de l'effet Hall. L'effet Hall est la production de la différence de potentiel à travers un conducteur électrique lorsqu'un champ magnétique est appliqué dans la direction perpendiculaire à celle du flux de courant. Le capteur de débit d'eau est intégré à un capteur magnétique à effet Hall, qui génère une impulsion électrique à chaque tour. Sa conception est telle que le capteur à effet Hall est isolé de l'eau et permet au capteur de rester en sécurité et au sec.

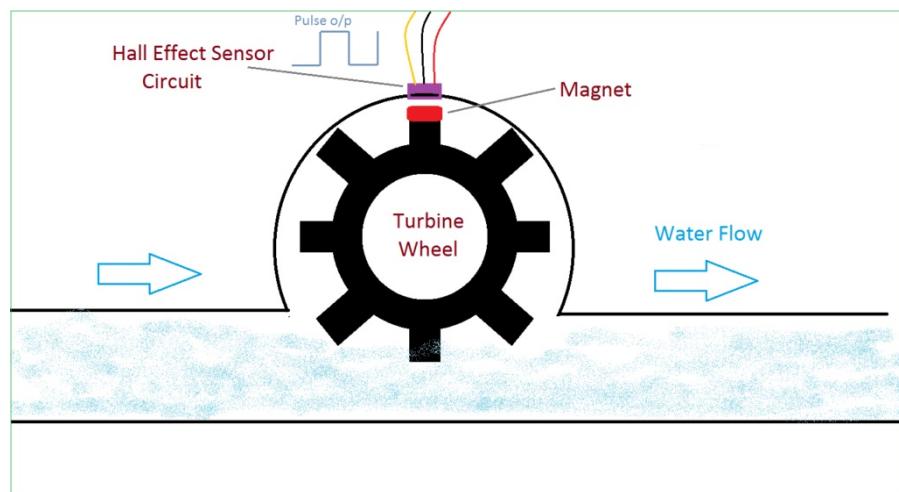


Figure 15: Fonctionnement du capteur de débit d'eau YFS201.

La figure 12 donne une méthode de travail détaillée du capteur de débit d'eau basé sur un capteur à effet Hall, une roue de turbine intégrée avec un aimant est placée sur une enveloppe en plastique fermée et un capteur à effet Hall placé, lorsque l'eau s'écoule à travers la canalisation, elle fait tourner la roue de turbine et par conséquent, le flux magnétique interfère avec le capteur à effet Hall, le taux d'interférence dépend de la vitesse du débit d'eau, de sorte que le capteur à effet Hall produit une sortie de signal d'impulsion, cette sortie d'impulsion peut être calculée en tant que volume d'eau en effet d'après la fiche technique de ce capteur on a deux relations principales :

Fréquence (Hz) = 7,5 * Débit (L / min) impulsion par litre: 450

→ Débit (L / min)= Fréquence (Hz)/7.5 ET Totale(litres)=Nombred' impulsion/450

7.1.2 La carte ESP32 :

L'ESP32 développé par la société Espressif , est une carte de développement à faible coût dédié à l'internet des objets (IoT) et les applications embarquées. C'est un (SoC) system on a chip doté de communications sans fil Wifi et Bluetooth.

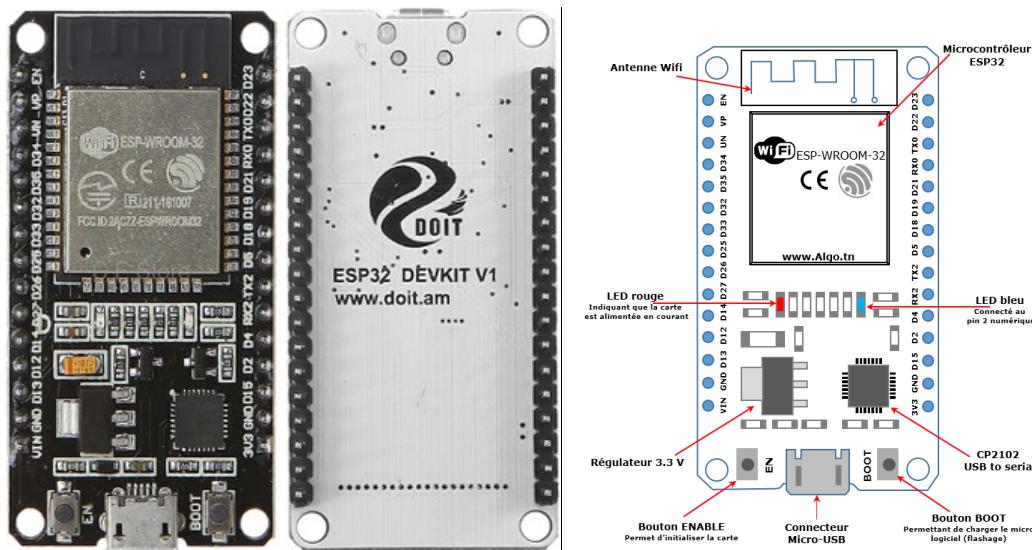


Figure 16: Description de la carte ESP32.

Le tableau suivant montre les différentes spécifications de la carte **ESP32** :

Nombre de coeurs	2
Architecture	32 bit
μcontrôleur	ESP32 devkit V1
RAM	320 Ko
flash	16 Mo
Wifi	Oui
Bluetooth	Oui
GPIO pins	36
Alimentation	2.7 ~ 3.6V

Tableau 3: Les différentes spécifications de la carte ESP32

7.1.2.1 *Les pins de la carte ESP32 :*

Pin ou GPIO(Les ports GPIO (anglais : General Purpose Input/Output, littéralement Entrée-sortie à usage général) sont des ports d'entrées-sorties très utilisés dans le monde des microcontrôleurs)On peut assigner plusieurs fonctions au même pin, grâce au circuit de multiplexage de la carte ESP32
On peut choisir le rôle d'un pin (UART, I2C, SPI) par programmation
La carte ESP32 est composée de :

- EN Enable : broche du régulateur 3.3 V
- 15 ADC (Analog-to-Digital Converter) convertisseur analogique-numérique pour lire les entrées analogiques.
- 4 interfaces SPI: SPI0 et SPI1 (réservés), HSPI et VSPI(peuvent être utilisés).
- GPIO 34,35,36 et 39 à utiliser comme entrée seulement.
- 9 capteurs tactiles capacitifs internes(TOUCH) (GPIO 2,4,15,12,13,14,27,32 et 33). Ceux-ci peuvent détecter des variations dans tout ce qui contient une charge électrique. Ils peuvent ainsi détecter les variations induites lors du contact du GPIO avec le doigt. Ces broches peuvent remplacer les boutons mécaniques.

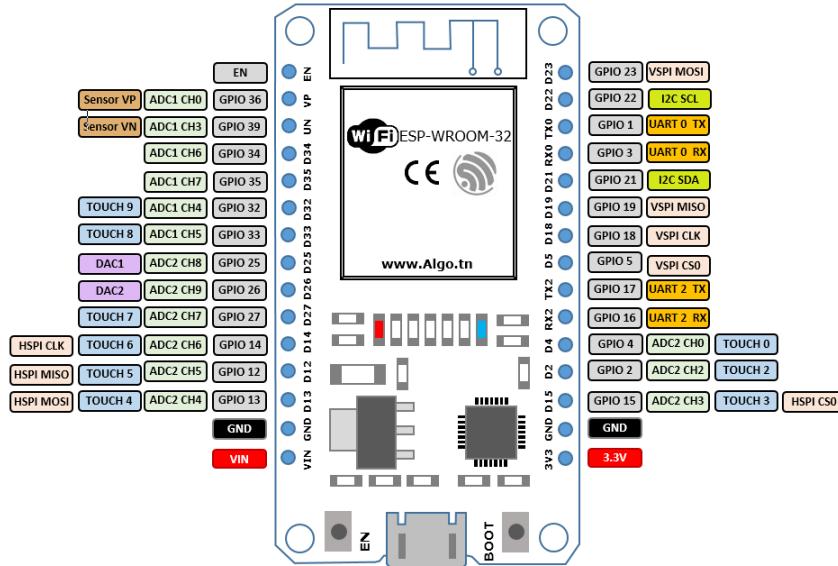


Figure 17 : Les pins de la carte ESP32.

7.2 Description des environnements logiciels :

7.2.1 Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment) :

La façon dont le microcontrôleur gère ses entrées / sorties est fixée par un programme, contenu dans le microcontrôleur. Ce programme doit être écrit par le programmeur. En pratique, le programmeur écrit le programme en langage C, en utilisant un environnement de développement spécialisé (IDE) installé sur un ordinateur. Ce programme est ensuite compilé et télé-verser dans le microcontrôleur par liaison série (USB). Nous utiliserons l'IDE standard Arduino (arduino.exe) afin d'écrire notre programme dans la carte ESP32 . Il suffit de taper le code dans la fenêtre dédiée, de compiler et de téléverser le programme sur la carte arduino. La carte doit être reliée à l'ordinateur par un câble USB. Le modèle de la carte arduino (il y a plusieurs types de carte) ainsi que le port série sur lequel est branchée la carte doivent être déclarés dans le menu de l'IDE Outils/type de carte et Outils/port série

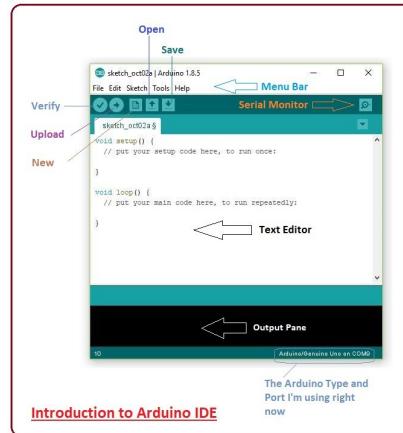


Figure 18: Arduino IDE logo.

7.2.2 Eclipse IDE :

Eclipse est l'Environnement de Développement Intégré (ou IDE) le plus largement utilisé pour la programmation Java, très performant, il est de plus gratuit et open source.



Figure 19: Eclipse IDE logo.

7.2.3 MySQL Workbench :

Est un logiciel de gestion et d'administration de bases de données MySQL créé en 2004. Via une interface graphique intuitive, il permet, entre autres, de créer, modifier ou supprimer des tables.



Figure 20: MySQL Workbench logo.

7.3 Langages et Technologies de développement :

7.3.1 Le langage JAVA :

Java est un langage de programmation orienté objet, développé par Sun Microsystems et destiné à fonctionner dans une machine virtuelle, il permet de créer des logiciels compatibles avec des nombreux systèmes d'exploitation.

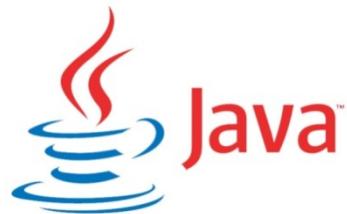


Figure 21: Java logo

7.3.2 Le système de gestion de base de données MySQL :

MySQL est un système de gestion de bases de données relationnelles SQL open source développé et supporté par Oracle. MySQL a été lancé à l'origine en 1995. Depuis, il a connu quelques changements de propriétaire et de gestion, avant de se retrouver chez Oracle Corporation en 2010. Alors qu'Oracle est en charge maintenant, MySQL est toujours un logiciel open source.



Figure 22: MySQL logo.

7.3.3 Java Database Connectivity (JDBC) :

JDBC est une API qui permet aux applications Java de se connecter et d'interroger un large éventail de bases de données. Les exemples incluent Java DB, Oracle, MySQL, PostgreSQL, DB2, Sybase ASE et Microsoft SQL Server. JDBC permet à un développeur de logiciels d'exécuter des requêtes SQL dans une application Java. La connexion à la base de données et toutes les traductions de requêtes requises sont gérées par le pilote JDBC. Par exemple, la même méthode Java peut être utilisée pour interroger une base de données MySQL et une base de données Microsoft SQL Server. L'objectif est de fournir aux développeurs la fonctionnalité «écrire une fois, exécuté n'importe où», ce qui facilite le travail avec différents types de bases de données.



Figure 23: JDBC logo.

7.3.4 La bibliothèque Swing (Java) :

Swing est une bibliothèque graphique pour le langage de programmation Java, faisant partie du package Java Foundation Classes (JFC), inclus dans J2SE. Swing constitue l'une des principales évolutions apportées par Java 2 par rapport aux versions antérieures. Swing offre la possibilité de créer des interfaces graphiques identiques quel que soit le système d'exploitation sous-jacent, au prix de performances moindres qu'en utilisant Abstract Window Toolkit (AWT). Il utilise le principe Modèle-Vue-Contrôleur (MVC, les composants Swing jouent en fait le rôle de la vue au sens du MVC) et dispose de plusieurs choix d'apparence pour chacun des composants standards.

7.3.5 Socket :

Un socket est connu comme un type de logiciel qui agit comme un point d'extrémité qui fonctionne en établissant une liaison de communication réseau bidirectionnelle entre l'extrémité du serveur et le programme de réception du client. On l'appelle aussi souvent un point d'aboutissement dans un canal de communication bidirectionnel. Ces sockets sont réalisés et mobilisés en même temps qu'un ensemble de requêtes de programmation identifiées comme appels de fonction, qui est techniquement appelé interface de programmation d'application (API). Un socket est capable de simplifier le fonctionnement d'un programme car les programmeurs n'ont plus qu'à se soucier de manipuler les fonctions du socket, ce qui leur permet de compter sur le système d'exploitation pour transporter correctement les messages sur le réseau.

8 Démonstration du prototype :

8.1 Assemblage de circuits :



Figure 24: Assemblage de circuits

8.2 Interface pour insérer les adresses ip et ports ,et initialiser les données dans la base des données :

Adresse IP : 192.168.43.98

PORT : 80

ENTRER

num_region : 1

num_secteur: 1

num_maison : 1

id_compteur: 5

consommation: 0

Debit : 0

Etat : 0

Initialiser

Figure 25: Interface pour initialiser les données

8.3 Interfaces pour l'affichage des index des compteurs et leurs états :

➔ Si le compteur est normal :

الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بتازة

RÉGIE AUTONOME DE DISTRIBUTION D'EAU ET
D'ELECTRICITÉ DE TAZA

Connexion ...

Les compteurs avec etat normale						
Num_region	Num_secteur	Num_maison	Id_compteur	Consommati..	Debit(L/m)	Etat
1	2	1	56	10.01	10.0	normale

Les compteurs avec anomalie						

Figure 26: Affichage pour un compteur normal.

Query 1 ×

1 • select * from data_user | 3

2

Result Grid | Filter Rows: Export: Wrap Cell Content:

	num_region	num_secteur	num_maison	id_compteur	consommation	debit	etat
▶	1	1	1	5	2.45	0.08	normale
	1	2	1	56	10.01	10	normale

Figure 27: Stocker les index dans la base des données.

➔ Si le compteur est anormal :

الوكالة المستقلة لتوزيع الماء والكهرباء بتازة
RÉGIE AUTONOME DE DISTRIBUTION D'EAU ET
D'ELECTRICITÉ DE TAZA

Connexion ...

Les compteurs avec etat normale

Num_region	Num_secteur	Num_maison	Id_compteur	Consommation...	Debit(L/m)	Etat
1	2	1	56	80.0	40.0	Anormale

Les compteurs avec anomalie

Figure 28 : Affichage pour un compteur anormal.

Query 1 ×

File Edit View Insert Row Column Cell Help

1 • select * from data_user ;

2

Result Grid | Filter Rows: Export: Wrap Cell Content:

	num_region	num_secteur	num_maison	id_compteur	consommation	debit	etat
▶	1	1	1	5	2.45	0.08	normale
	1	2	1	56	80	40	Anormale

Figure 29: Stocker les index dans la base des données.

Conclusion :

Au cours de ce chapitre j'ai présenté les différents aspects et fonctionnalité de notre système ainsi que quelques scénarios et interfaces des cas d'utilisation cités au préalable.

Conclusion générale :

La modernisation du comptage consiste à remplacer les systèmes des compteurs classiques par un système dit "intelligent" qui permet de communiquer directement avec les systèmes d'information des gestionnaires de réseau de distribution, rendant inutiles les relevés sur site des compteurs.

Ce système est capable de recevoir et d'envoyer des données sans intervention humaine pour la mesure et la gestion des index. Il permet de suivre à distance en temps réel la consommation d'eau d'un foyer ou d'une entreprise. D'autre part, il donne la possibilité au distributeur de commander à distance des fonctions comme l'ouverture, la fermeture et la modification.

Ce projet m'a permis de développer mes compétences techniques, d'approfondir mes connaissances théoriques et pratiques, de stimuler un esprit d'initiative et de créativité, et notamment dans le domaine de développement des systèmes embarqués et IoT. Il m'a donné la méthode compter sur soi pour résoudre les problèmes au cas où ils se présentent, comment être professionnels dans notre travail, comment être attentifs aux indications de mon encadrant, comment être bien organisés pour accomplir dans les meilleurs délais, et meilleures conditions les tâches qui me sont confiées. Ce projet m'a donné l'occasion de faire le lien entre les connaissances académiques, notamment en JAVA, réseau, multithreading, programmation embarquée, Base de Données et le monde professionnel.

Bibliographie

- <https://randomnerdtutorials.com/installing-the-esp32-board-in-arduino-ide-windows-instructions/>
- <https://forum.arduino.cc/>
- <https://openclassrooms.com/fr/courses/2654601-java-et-la-programmation-reseau>
- <https://www.jmdoudoux.fr/java/dej/chap-swing.htm>
- <https://www.geeksforgeeks.org/multithreading-in-java/>

Annexes :

yf-s201 datasheet :

Product Details																									
I . Drawing (unit: mm)	III . Flow Property																								
<p>1. Hall Principle: Pulse Signal Output 2. Shell Material: POM Food-grade 3. Installation: Any Direction</p>	<p>1. Instantaneous Flow Pulse Characteristics $F=24Q$ (流量) $-5\pm 5\%$</p> <p>Instantaneous Frequency (Hz) – Flow (L/min) Curve table</p> <p>L/min (Q_{value})</p> <table border="1"> <caption>Data from Instantaneous Frequency (Hz) – Flow (L/min) Curve table</caption> <thead> <tr> <th>Flow (L/min) (Q_{value})</th> <th>Instantaneous Frequency (Hz) (F_{value})</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>30</td><td>2</td></tr> <tr><td>60</td><td>4</td></tr> <tr><td>90</td><td>6</td></tr> <tr><td>120</td><td>8</td></tr> <tr><td>150</td><td>10</td></tr> <tr><td>180</td><td>12</td></tr> <tr><td>210</td><td>14</td></tr> <tr><td>240</td><td>16</td></tr> <tr><td>270</td><td>18</td></tr> <tr><td>300</td><td>20</td></tr> </tbody> </table> <p>2. 1L Water = 1319 pulse $\pm 10\%$</p>	Flow (L/min) (Q _{value})	Instantaneous Frequency (Hz) (F _{value})	0	0	30	2	60	4	90	6	120	8	150	10	180	12	210	14	240	16	270	18	300	20
Flow (L/min) (Q _{value})	Instantaneous Frequency (Hz) (F _{value})																								
0	0																								
30	2																								
60	4																								
90	6																								
120	8																								
150	10																								
180	12																								
210	14																								
240	16																								
270	18																								
300	20																								
II . Specification	IV . Instructions																								
Apply For	Water, $<= 60^\circ\text{C}$																								
Working Voltage Range	DC 4.5-18V																								
Rated Voltage	DC 5V, $<= 10\text{mA}$																								
Output Voltage (Rated DC 5V)	High Level above 4.5V; Low Level less than 0.5V Pulse Duty Factor: 50%																								
Insulation Resistance	$>100\text{M}\Omega$																								
Dielectric strength	AC 500V, 50HZ																								
Flow range	0.3-10L/Min; Line Interface: 1.0L/Min																								
Maximum water pressure	0.8MPQ																								
To avoid particle, debris into the sensor, the sensor must be installed filter on the water inlet																									
The installation of water flow sensor should avoid strong vibration and shaking environment, so as not to affect the characteristics may vary when magnetic material near the sensor or a material to produce a magnetic with sensor																									
Any other question pls feel free to contact with our Customer Service																									