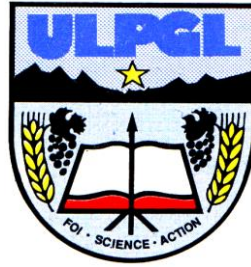


UNIVERSITE LIBRE DES PAYS DES GRANDS LACS
FACULTE DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES
APPLIQUEES

DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE



BP. 368 GOMA

www.ulpgl.net

**Etude et réalisation d'un Compteur
prépayé d'eau Contrôlé à distance par
une Application Android**

Par **LUKOGHO MAHAMBA Chérubin**

Travail présenté en vue de l'obtention du Diplôme
d'ingénieur Civil en Génie électrique

Option : Génie Electrique

Directeur : DI. Dr. Tech. AKWIR NIKIEDIEL Alain

Encadreur : Ing KAMABALE LIKANGA Bénédiction

ANNEE ACADEMIQUE 2023 - 2024

Epigraphe

« La science, en cherchant à comprendre le monde, ouvre la voie des solutions nouvelles et à des progrès qui bénéficient à toute l'humanité. »

Albert Einstein

Dédicace

Je dédie ce travail, avant tout, à Dieu tout Puissant, source de sagesse et de force, dont la grâce infinie m'a permis d'arriver jusqu'ici.

A mes chers parents, Delphin MAHAMBAMBA et Rachel MAHUKA.

LUKOGHO MAHAMBAMBA Chérubin

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à Dieu tout Puissant, pour sa grâce infinie, sa sagesse et sa protection qui m'ont soutenu tout au long de ce parcours académique. C'est grâce à lui que j'ai trouvé la force et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce projet.

Je souhaite également remercier sincèrement les autorités académiques et administratives, ainsi que tout le corps professoral de l'Université Libre des Pays des Grands Lacs, pour la qualité de l'enseignement et le cadre propice à l'étude et à la recherche qu'ils ont su offrir. Mes remerciements particuliers vont DI. Dr. Tech. AKWIR NIKIEDIEL Alain, dont l'expertise et l'accompagnement ont été inestimables, et à l'Ing KAMABALE LIKANGA Bénédiction, dont le soutien et les conseils éclairés ont joué un rôle essentiel dans la réussite de ce travail.

Je ne saurais oublier mes camarades et amis étudiants, avec qui j'ai partagé ces années de formation. Votre présence, vos échanges et votre entraide ont enrichi ce voyage académique, le rendant inoubliable.

A mes parents bien aimés, Delphin MAHAMBA et Rachel MAHUKA, je veux exprimer toute ma reconnaissance. Votre amour inconditionnel, vos encouragements constants et vos sacrifices ont été la fondation de ma réussite. Vous êtes les piliers sur lesquels j'ai construit mes aspirations.

A mes frères et sœurs, Shalom, Shekinah, Sheila, Chammah, et Shadael, votre soutien affectueux et votre inspiration ont été des forces motrices dans ma vie. Vous avez contribué à faire de chaque étape de ce parcours une source de motivation.

Je tiens également à remercier des personnes spéciales qui m'ont aidé et soutenu tout au long de ce projet ; Elie RUVINGA, Sagesse LIKUKA pour votre aide précieuse et encouragements et Jemima MWENGE, dont la présence et le soutien constant ont été un about inestimable.

A vous tous, je dis un grand merci. Votre contribution et votre présence ont rendu ce parcours possible et bien plus enrichissant.

LUKOGHO MAHAMBA Chérubin

Résumé

Ce mémoire porte sur la conception et la réalisation d'un système de compteur prépayé d'eau permettant de moderniser la gestion de la consommation d'eau à distance. Le système repose sur un microcontrôleur Arduino Uno, combinant plusieurs composants électroniques pour assurer le suivi en temps réel de la consommation, le contrôle des flux d'eau et la gestion des notifications via une application Android et une interface web.

Un capteur de débit mesure avec précision le volume d'eau consommé et transmet les données au microcontrôleur. L'électrovanne, pilotée via un relais électromagnétique, contrôle l'ouverture et la fermeture du circuit d'eau en fonction du crédit disponible. Un module Wi-Fi assure la transmission des données entre le compteur et les plateformes numériques. Les informations essentielles, telles que le crédit restant et les alertes, sont affichées sur un écran LCD, tandis qu'un buzzer émet des notifications sonores. Une horloge RTC garantit la gestion précise du temps et la sauvegarde des transactions, même en cas de coupure d'alimentation. Cette étude met en lumière la faisabilité d'une solution proactive et automatisée de gestion de la consommation d'eau, ouvrant la voie à des améliorations futures, notamment dans l'optimisation des composants hydrauliques.

Mots-clés : *Compteur prépayé, Arduino Uno, Électrovanne, Application Android, Capteur de débit.*

Abstract

This This thesis focuses on the design and implementation of a prepaid water metering system aimed at modernizing the management of water consumption remotely. The system is based on an Arduino Uno microcontroller and integrates several electronic components to ensure real-time monitoring of water usage, control of water flow, and the management of notifications via an Android application and a web interface.

A flow sensor accurately measures the volume of water consumed and sends the data to the microcontroller. The solenoid valve, controlled through an electromagnetic relay, manages the opening and closing of the water circuit based on the available credit. A Wi-Fi module enables data transmission between the meter and digital platforms. Key information, such as remaining credit and alerts, is displayed on an LCD screen, while a buzzer emits sound notifications. A real-time clock (RTC) ensures precise time management and reliable transaction logging, even in case of power outages.

This study highlights the feasibility of a proactive and automated water consumption management solution, paving the way for future improvements, particularly in the optimization of hydraulic components.

Keywords: Prepaid meter, Arduino Uno, Solenoid valve, Android application, Flow sensor.

Table des matières

Epigraphe	i
Dédicace.....	ii
Remerciements.....	iii
Résumé.....	iv
Table des matières	vi
Liste des abréviations.....	ix
Liste des tableaux.....	x
Liste des figures	xi
INTRODUCTION	1
0.1 Contexte	2
1.2 Identification et formulation du problème	3
1.3 Questions de recherche.....	4
1.4 Formulation des hypothèses	5
1.5 Justification du choix du sujet et motivations	5
1.6 Énoncé des objectifs de recherche	6
1.6.1 L'objectif général.....	6
1.6.2 Les objectifs opérationnels/spécifiques	6
0.7 Méthodologie et délimitation du travail	7
0.7.1 Délimitation du travail	8
0.8 Structure du mémoire/ Subdivision du travail.....	8
CHAP. 1 ETAT DE LIEU ET ANALYSE DU SYSTEME	9

1.1	Introduction	9
1.2	Définition des termes et concepts à utiliser.....	9
1.2.1	Définition et rôle des compteurs d'eau.....	9
1.2.2	Importance de la mesure de la consommation d'eau.....	9
1.3	Types de compteurs d'eau	10
1.3.1	Compteurs d'eau traditionnels.....	10
1.3.2	Les compteurs d'eau prépayé.....	12
1.4	Définition des termes informatique et concepts	13
1.4.1	Application Mobile	13
1.4.2	Langages de Programmation.....	14
1.4.3	Architecture Générale	14
1.4.4	Sécurité et Authentification	15
1.5	Conclusion partielle.....	15
CHAP. 2 ETUDES DES DISPOSITIFS TECHNIQUES D'UN COMPTEUR PREPAYE D'EAU		17
2.1	Introduction	17
2.2	Dispositifs techniques	17
2.2.1	La Carte IC (Carte à Puce) dans un Système de Compteur d'Eau Prépayé	17
2.3.1	Fonctionnement de la Carte IC	18
2.3.2	Module de Communication.....	18
2.3.2.1	Technologies Utilisées pour la Transmission des Données	19
2.3.3	Les éléments de base pour un compteur d'eau prépayés	21
2.4	Conclusion partielle.....	33
CHAP. 3 CONCEPTION DU SYSTEME DE COMPTEUR PREPAYE ...		35
1.1	Objectif du chapitre	35
1.2	Système électronique.....	35
1.2.1	Schéma général du système réalisé.....	35
1.3	Schéma bloc du système informatique.....	41

1.5	Conclusion partielle.....	52
	Chap. 4 REALISATION COMPTEUR PREPAYE D’EAU.....	54
2.1	Introduction	54
2.2	Prestation du résultat	55
2.2.1	Présentation maquette.....	55
2.2.2	Présentation des résultats	57
4.3	Conclusion	76
	CONCLUSION GENERALE.....	78
	Référence	80
	Annexes.....	84

Liste des abréviations

GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IPP	Internet Printing Protocol
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
LoRa	Long Range
MOSFET	Metal-Oxide-Semiconductor FET
NF	Normalement Fermer
NFC	Near Field Communication
NO	Normalement Ouvert
RFID	Radio Frequency Identification
RTC	Real Time Clock
SQL	Structured Query Language
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter

Liste des tableaux

Tableau 1 <i>Action comptes</i>	43
Tableau 2 <i>Synchronisation des données</i>	44
Tableau 3 <i>Gestion vanne</i>	45
Tableau 4 <i>Gestion compte administrateur</i>	46
Tableau 5 <i>Gestion compte Client</i>	46
Tableau 6 <i>Gestion compte Distributeur</i>	47
Tableau 7 <i>Gestion compte Revendeur</i>	47
Tableau 8 <i>Création du compte administrateur</i>	48
Tableau 9 <i>Création du compte revendeur</i>	49
Tableau 10 <i>Création du compte client</i>	50
Tableau 11 <i>Réception notification</i>	51
Tableau 12 <i>Recharge d'eau</i>	51
Tableau 13 <i>Lire données compteur</i>	52

Liste des figures

Figure 1 <i>Compteur d'eau traditionnel</i>	10
Figure 2 <i>Application Mobile</i>	14
Figure 3 <i>Application Mobile multiplateforme</i>	14
Figure 4 <i>Client-serveur</i>	14
Figure 5 <i>Mode de communication</i>	19
Figure 6 <i>Technologie GSM / GPRS</i>	20
Figure 7 <i>Wi-Fi</i>	20
Figure 8 <i>Arduino</i>	21
Figure 9 <i>Parties de l'Arduino Uno</i>	21
Figure 10 <i>Capteurs de débit</i>	23
Figure 11 <i>Module Wi-Fi</i>	24
Figure 12 <i>Electrovanne</i>	25
Figure 13 <i>Relais électromagnétique</i>	26
Figure 14 <i>Ecran LCD</i>	27
Figure 15 <i>Transistors</i>	28
Figure 16 <i>LEDs</i>	29
Figure 17 <i>Buzzer</i>	30
Figure 18 <i>L'horloge RTC</i>	31
Figure 19 <i>Batteries</i>	32
Figure 20 <i>Alimentation 12V</i>	32
Figure 21 <i>Schéma de principe</i>	36
Figure 22 <i>Schéma de câblage</i>	36
Figure 23 <i>Maquette compteur 1</i>	55
Figure 24 <i>Maquette compteur 2</i>	56
Figure 25 <i>Page connexion compte Distributeur</i>	57
Figure 26 <i>Page d'accueil compte Distributeur</i>	58

Figure 27 <i>Création des comptes utilisateurs</i>	59
Figure 28 <i>Création compte Client</i>	60
Figure 29 <i>Création compte revendeur</i>	60
Figure 30 <i>Compte Client crée</i>	61
Figure 31 <i>Compte Revendeur crée</i>	62
Figure 32 <i>Page Activation compte</i>	63
Figure 33 <i>Page d'accueil application</i>	63
Figure 34 <i>Activation compte</i>	64
Figure 35 <i>Code d'activation</i>	65
Figure 36 <i>Saisie code d'activation</i>	65
Figure 37 <i>Configuration compte</i>	66
Figure 38 <i>Page d'accueil</i>	67
Figure 39 <i>Page d'Accueil Administrateur</i>	68
Figure 40 <i>Configuration client</i>	69
Figure 41 <i>Mail de validation compte</i>	70
Figure 42 <i>Page d'accueil client</i>	71
Figure 43 <i>Page vendeur</i>	72
Figure 44 <i>Notification recharge eau</i>	73
Figure 45 <i>Lecture compteur temps réel</i>	74
Figure 46 <i>Alerte temps réel</i>	75

INTRODUCTION

La gestion des ressources en eau est devenue une problématique cruciale dans un monde en constante évolution. La croissance démographique, l'urbanisation accélérée et les défis liés aux infrastructures vieillissantes exercent une pression croissante sur les systèmes de distribution d'eau, rendant leur modernisation indispensable. Cette situation est exacerbée par une demande en eau toujours croissante, nécessitant des approches novatrices pour assurer une gestion plus rationnelle et durable.

Dans de nombreux contextes, les systèmes traditionnels, souvent basés sur des méthodes postpayées, présentent des limites notables. Ils ne permettent pas un suivi en temps réel de la consommation et rendent difficile une planification proactive de la part des usagers et des fournisseurs. Ces lacunes posent des défis majeurs, tant sur le plan de la gestion des ressources que sur celui de la transparence et de la satisfaction des utilisateurs.

Pour répondre à ces défis, ce mémoire explore la conception et la réalisation d'un système prépayé de gestion de l'eau. Ce projet repose sur une analyse des technologies existantes et des méthodes modernes permettant de mesurer, gérer, et suivre la consommation d'eau de manière efficace. L'étude s'appuie sur l'intégration de solutions électroniques, telles que des capteurs et des microcontrôleurs, ainsi que des outils informatiques, dont des applications mobiles et des interfaces web, afin de proposer un système adapté aux besoins des utilisateurs et des distributeurs.

Le mémoire est structuré pour examiner dans un premier temps les bases théoriques et techniques des systèmes de gestion d'eau. Il se concentre ensuite sur les technologies essentielles impliquées dans la conception de compteurs modernes, en s'intéressant à la fois aux aspects matériels et logiciels. Enfin, il présente une réflexion sur la mise en œuvre pratique de ces solutions, en tenant compte des réalités et contraintes locales, et propose des perspectives pour améliorer la gestion de l'eau dans des contextes similaires.

En abordant ces thématiques, ce mémoire vise à offrir une contribution pertinente à la modernisation des systèmes de gestion de l'eau, tout en promouvant une utilisation plus responsable et efficace de cette ressource précieuse.

0.1 Contexte

La gestion de l'eau est un enjeu crucial à l'échelle mondiale. Les ressources en eau douce sont limitées, et la demande croissante en eau potable ainsi que les défis liés à la distribution et à la conservation de l'eau nécessitent des solutions innovantes. Dans ce contexte, l'utilisation de compteurs prépayés d'eau contrôlés à distance par une application émerge comme une approche prometteuse pour une gestion plus efficace de l'eau.

Dans notre région les compteurs d'eau fonctionnent sur un modèle postpayé, où les utilisateurs sont facturés périodiquement en fonction de leur consommation réelle. Cependant, ce modèle présente certaines limites. Il ne permet pas aux utilisateurs de visualiser en temps réel leur consommation d'eau ni de prendre des mesures proactives pour la réduire. De plus, la facturation périodique peut parfois entraîner des difficultés financières pour certains utilisateurs.

Face à ces défis, les compteurs prépayés d'eau ont émergé comme une alternative prometteuse. Dans ce modèle, les utilisateurs achètent des crédits d'eau à l'avance et leur consommation est déduite de ces crédits au fur et à mesure qu'ils utilisent l'eau. Cela permet aux utilisateurs de mieux contrôler leur consommation d'eau et de gérer leur budget de manière plus efficace.

Cependant, pour tirer pleinement parti des avantages des compteurs prépayés d'eau, il est essentiel d'intégrer des fonctionnalités de surveillance à distance via une plateforme de monitoring. Cette approche permet aux utilisateurs de surveiller leur consommation d'eau, de recharger leur compte prépayé et d'ajuster leurs habitudes de consommation depuis n'importe quel appareil connecté à Internet, offrant ainsi une flexibilité et une accessibilité accrues.

L'utilisation d'une application Android pour le contrôle à distance présente des avantages pratiques pour les fournisseurs d'eau. Ils peuvent facilement collecter des données de

consommation en temps réel, détecter les abus de consommation, et optimiser leur gestion des ressources en eau.

Dans ce contexte, ce mémoire se propose d'étudier et de réaliser un compteur prépayé d'eau contrôlé à distance par une application Android. Il vise à explorer les aspects techniques de la conception et de la mise en œuvre d'un tel système, ainsi que les avantages potentiels qu'il peut offrir en termes de gestion de l'eau et de responsabilisation des utilisateurs [1].

1.2 Identification et formulation du problème

La gestion de l'eau fait face à des défis importants, notamment la demande croissante, la disponibilité limitée des ressources matérielles et les difficultés de distribution. En République Démocratique du Congo, les compteurs d'eau traditionnels, basés sur un modèle postpayé, limitent la capacité des utilisateurs à suivre leur consommation en temps réel et à ajuster leurs habitudes pour éviter des factures élevées. Ce système entraîne souvent des surprises financières et une gestion inefficace de l'eau.

L'introduction des compteurs prépayés permet aux utilisateurs d'acheter des crédits à l'avance et de mieux gérer leur consommation. Cependant, la REGIDESO n'a pas encore intégré cette technologie. L'absence de compteurs prépayés connectés et d'outils modernes, tels que les applications Android, freine la gestion proactive par les utilisateurs et complique l'accès à des solutions de recharge pratiques. De plus, des préoccupations liées à la sécurité des données et à la fiabilité des systèmes posent des défis qui doivent être relevés pour garantir l'adoption de cette technologie.

Le développement d'un système prépayé fiable, permettant un contrôle à distance via une application Android, s'impose. Ce système doit intégrer des fonctionnalités qui assurent le suivi de la consommation, la recharge des comptes, et la réception de notifications, tout en garantissant la protection des données personnelles et la convivialité de l'interface.

Enfin, le problème principal à résoudre est donc le développement d'un compteur prépayé d'eau contrôlé à distance par une application Android qui offre une gestion efficace de la consommation d'eau, une facilité d'utilisation pour les utilisateurs et des avantages pour les

fournisseurs de services d'eau, tout en garantissant la sécurité des données et la confidentialité des utilisateurs [2].

1.3 Questions de recherche

Ici comme ailleurs, l'eau est précieuse. Dans un ménage d'habitation collective ou appartement, l'eau représente en moyenne 30% des charges. Dans le monde, un tiers de l'eau se perd entre son extraction et l'abonné, il est noté que plus de 25% de l'eau propre est perdue pour diverses raisons, notamment, l'imprécision, les mauvaises utilisations et etc. L'implémentation d'un sous-compteur intelligent de surveillance de la consommation d'eau au sein de ménages est un élément d'une importance vitale. [3] En ce qui concerne notre travail, nous nous sommes posé les questions ci-après :

1. Quelles technologies et composants matériels sont nécessaires pour concevoir et réaliser un compteur prépayé d'eau efficace et fiable, et comment doivent-ils être intégrés dans le système ?
2. Quels sont les mécanismes pour assurer l'intégration des capteurs de débit et des systèmes de communication dans le compteur prépayé, afin d'assurer une mesure précise et en temps réel de la consommation d'eau ?
3. Quels sont les mécanismes de notification et d'alerte appropriés pour informer les utilisateurs en cas de dépassement des limites de consommation ou de solde insuffisant sur leur compte prépayé ?

Sachant que cette absence limite la capacité des utilisateurs à surveiller leur consommation, à recharger leur compte prépayé facilement et à ajuster leurs habitudes de consommation

4. Quelles recommandations peut-on formuler à la REGIDESO pour la mise en œuvre et le déploiement d'un compteur prépayé d'eau contrôlé à distance par une application Android concernant la fiabilité et la protection de la vie privée des utilisateurs dans un tel système ?

1.4 Formulation des hypothèses

À partir des questions de recherche fournies, voici des hypothèses formulées qui tiennent compte des aspects pratiques et techniques liés à la réalisation d'un compteur prépayé d'eau contrôlé à distance par une application Android :

1. L'intégration de technologies avancées telles que des capteurs de débit précis, des systèmes de communication sans fil (comme le LoRa ou le Wi-Fi), et des microcontrôleurs adaptés permettra de concevoir un compteur prépayé d'eau efficace et fiable, capable de mesurer la consommation en temps réel.
2. L'utilisation de capteurs de débit de haute précision associés à un système de communication robuste garantira une mesure précise et en temps réel de la consommation d'eau, réduisant ainsi les erreurs de facturation et améliorant la satisfaction des utilisateurs.
3. La mise en place de mécanismes de notification via l'application Android, tels que des alertes push, informera efficacement les utilisateurs en cas de dépassement des limites de consommation ou lorsqu'on vient de recharger son compteur prépayé, contribuant ainsi à une meilleure gestion de leur consommation d'eau.
4. En suivant les recommandations formulées dans ce travail, le Regideso pourrait implémenter et déployer un compteur prépayé fiable et efficace.

Ces hypothèses visent à explorer les différents aspects pratiques et techniques liés à la mise en œuvre du système proposé, tout en répondant aux problématiques identifiées dans le contexte général de la gestion de l'eau.

1.5 Justification du choix du sujet et motivations

Le choix du sujet "**Etude et réalisation d'un Compteur prépayé d'eau Contrôlé à distance par une Application Android**" est motivé par plusieurs raisons :

- **Pertinence du sujet** : La gestion efficace de l'eau est un enjeu majeur dans de nombreuses régions, notamment dans les zones où les ressources en eau sont limitées. L'introduction d'un système de compteur prépayé d'eau contrôlé à distance par une

application Android peut permettre une meilleure gestion de la consommation d'eau, favorisant ainsi une utilisation plus responsable des ressources et une réduction du gaspillage.

- **Impact social** : L'utilisation d'un compteur prépayé d'eau peut sensibiliser les utilisateurs à leur consommation d'eau, les encourager à adopter des comportements plus économes et à réduire les gaspillages.
- **Besoin de modernisation des systèmes de la REGIDESO** : La REGIDESO, en tant que responsable de la distribution d'eau, peut bénéficier de l'introduction d'un système de compteur prépayé d'eau contrôlé à distance. Cela permettra une collecte de données plus précise et en temps réel, la planification des ressources et une meilleure gestion des opérations. En outre, la mise en œuvre d'une application Android pour le contrôle à distance permettra d'améliorer l'efficacité du service et de réduire les coûts administratifs liés à la facturation et à la gestion des comptes.
- **Potentiel d'innovation technologique** : La combinaison des technologies des compteurs prépayés, de l'internet des objets et des applications Android offre un potentiel d'innovation intéressant. Ce sujet de mémoire offre l'opportunité d'explorer et de mettre en pratique ces technologies émergentes, tout en contribuant au développement d'un système novateur et utile.

1.6 Énoncé des objectifs de recherche

1.6.1 L'objectif général

L'objet de notre travail consiste alors à concevoir un compteur prépayé intelligent qui nous aidera à avoir les détails de la consommation en temps réel et des informations de consommations pouvant être envoyées en distance.

1.6.2 Les objectifs opérationnels/spécifiques

1. Concevoir et réaliser un compteur prépayé d'eau, en identifiant les composants matériels nécessaires.

2. Développer une interface (IHM) conviviale permettant aux utilisateurs de surveiller leur consommation d'eau, de recharger leur compte prépayé et de recevoir des notifications en temps réel sur leur consommation et leur solde.
3. Établir des mécanismes de notification efficaces pour informer les utilisateurs en cas de dépassement des limites de consommation ou de solde insuffisant, afin d'encourager une gestion proactive.
4. Tester et valider le système pour garantir sa fiabilité et son efficacité.
5. Formuler des recommandations pratiques pour la REGIDESO lui permettant d'améliorer le système actuel en lui proposant des compteurs prépayés.

Ces objectifs visent à guider le développement et l'implémentation du système proposé tout en répondant aux besoins identifiés dans le contexte général de la gestion de l'eau.

0.7 Méthodologie et délimitation du travail

Pour réaliser ce projet, une approche en plusieurs étapes a été adoptée afin de garantir une compréhension et une exécution optimales. La méthodologie utilisée comprend les étapes suivantes :

- **Analyse des besoins** : Une évaluation des exigences a été effectuée pour identifier les fonctionnalités essentielles du compteur prépayé d'eau chez Yme Jibu, notamment la capacité à surveiller la consommation en temps réel, la gestion des recharges et l'envoi de notifications.
- **Conception et développement** : Cette phase a impliqué la conception du schéma du système, l'identification des composants électroniques tels que l'Arduino Uno, les modules de communication (Wi-Fi), et la programmation de l'application Android pour la gestion à distance.
- **Intégration logicielle et matérielle** : Une fois le matériel assemblé, l'intégration logicielle a été réalisée pour garantir que le compteur puisse communiquer efficacement avec le serveur et les autres comptes du système.

- **Tests et validation** : Divers scénarios ont été simulés pour tester la fiabilité du système, sa réactivité aux paiements effectués, et la précision des notifications envoyées aux utilisateurs.

0.7.1 Délimitation du travail

- **Délimitation géographique** : Ce projet se concentre sur les ménages abonnés à la REGIDESO, spécifiquement dans la ville de Goma.
- **Portée technique** : L'accent est mis sur le développement d'un système prépayé d'eau, comprenant une application Android et l'intégration des composants électroniques nécessaires. Les aspects avancés tels que la maintenance à long terme et l'extension à grande échelle ne sont pas couverts.
- **Limites de la technologie** : L'étude se limite à l'utilisation d'Arduino pour le prototype et de modules Wi-Fi pour la communication et la technologie alternative comme LoRa est explorée ici.

0.8 Structure du mémoire/ Subdivision du travail

Hormis l'introduction et la conclusion, le présent travail comporte trois chapitres, ayant chacun des sous points.

- **Le premier chapitre**, dans lequel nous avons présenté et défini les thèmes et concepts utilisés dans ce travail (ETAT DE LIEU ET ANALYSE DU SYSTEME) ;
- **Le deuxième chapitre** présente la revue de la littérature et la description de l'approche (ETUDES DES DISPOSITIFS TECHNIQUES D'UN COMPTEUR PREPAYE D'EAU) ;
- **Le troisième chapitre** présente le planning prévisionnel du projet et la stratégie de collecte des données (CONCEPTION ELECTRONIQUE DU SYSTEME DE COMPTEUR PREPAYE) ;
- **Le quatrième chapitre**, présente les résultats obtenus et la présentation des recommandations (REALISATION DU COMPTEUR PREPAYE D'EAU).

CHAP. 1 ETAT DE LIEU ET ANALYSE DU SYSTEME

1.1 Introduction

Il est mieux et conseillé de bien étudier et d'analyser le thème du projet avant de se mettre à le réaliser. Dans ce chapitre, nous allons nous baser sur certaines conceptions radicales autour desquelles va se centraliser notre étude. L'objectif maintenu en parlant de ces notions étant de permettre à toute personne qui va nous lire, d'avoir la capacité distincte d'interpréter les concepts employés en vue d'avoir certaines précisions ce sur quoi est basé notre travail.

Comme nous le savons, un mot peut avoir plus d'un sens selon le domaine ou le contexte dans lequel il est employé ; c'est la raison pour laquelle nous donnons la définition quelques mots auquel nous avons fait recours dans le présent travail.

1.2 Définition des termes et concepts à utiliser

1.2.1 Définition et rôle des compteurs d'eau

Un compteur d'eau est un appareil installé dans les réseaux d'eau qui mesure la quantité d'eau qui passe à travers un tuyau. Son objectif principal est de quantifier la consommation d'eau afin de permettre une facturation précise des utilisateurs. En outre, il contribue à la détection précoce des fuites dans le réseau, ce qui peut aider à réduire le gaspillage d'eau et à minimiser les coûts pour les consommateurs et les fournisseurs [5].

1.2.2 Importance de la mesure de la consommation d'eau

La surveillance précise de la consommation d'eau est essentielle pour plusieurs raisons [6] :

- **Gestion des ressources** : La mesure permet aux gestionnaires de ressources en eau de suivre l'utilisation et de planifier en conséquence pour éviter les pénuries.
- **Facturation équitable** : Un système de comptage précis garantit que les utilisateurs ne paient que pour ce qu'ils consomment, ce qui favorise une utilisation responsable.
- **Conservation** : En fournissant des données sur la consommation, les compteurs encouragent les utilisateurs à adopter des comportements économes en eau, contribuant ainsi à la conservation des ressources.

1.3 Types de compteurs d'eau

Les compteurs d'eau sont des dispositifs essentiels pour mesurer la consommation d'eau dans divers contextes, allant des ménages aux entreprises. Ils se déclinent en plusieurs types, chacun ayant ses propres caractéristiques, avantages et inconvénients. Cette section examine les principaux types de compteurs d'eau utilisés aujourd'hui [8].

1.3.1 Compteurs d'eau traditionnels

Les compteurs d'eau traditionnels, souvent mécaniques, mesurent le volume d'eau qui passe à travers un tuyau. Ils fonctionnent généralement sur le principe de déplacement positif ou volumétrique, où l'eau fait tourner un rotor qui enregistre la consommation [9].



Figure 1 *Compteur d'eau traditionnel* [74]

1.3.1.1 Technologie

Les compteurs d'eau traditionnels sont des dispositifs mécaniques conçus pour mesurer la quantité d'eau qui passe à travers un tuyau. Ils sont largement utilisés dans les applications domestiques et commerciales pour assurer une facturation précise de la consommation d'eau. Cette section détaille les composants principaux des compteurs d'eau traditionnels, leur fonctionnement et le rôle de chaque partie [10].

1.3.1.2 Types de compteurs d'eau traditionnels [13]

Les compteurs d'eau traditionnels sont des dispositifs mécaniques utilisés pour mesurer la consommation d'eau dans les ménages et les entreprises. Ils se déclinent en plusieurs types,

chacun ayant ses propres caractéristiques, technologies. Voici les principaux types de compteurs d'eau traditionnels.

- 1. Compteurs à déplacement positif**
- 2. Compteurs volumétriques**
- 3. Compteurs à jet unique**
- 4. Compteurs multi jets**
- 5. Compteurs à ultrasons** (bien que souvent considérés comme modernes)

1.3.1.3 Avantages et Inconvénients des Compteurs Traditionnels [13]

1. Avantages

- **Coût Initial Bas** : Les compteurs traditionnels sont généralement moins chers à l'achat et à l'installation par rapport aux compteurs modernes.
- **Simplicité** : Leur fonctionnement est simple et ne nécessite pas de technologie avancée, ce qui facilite la maintenance.
- **Aucune Alimentation Électrique Nécessaire** : Les compteurs mécaniques fonctionnent sans électricité, ce qui les rend fiables dans des zones sans alimentation électrique.
- **Durabilité** : Bien entretenus, ces compteurs peuvent durer de nombreuses années sans nécessiter de remplacement.

2. Inconvénients

- **Relevé Manuel** : Ils nécessitent un relevé manuel régulier, ce qui peut entraîner des erreurs humaines et des estimations inexactes.
- **Facturation Estimée** : Les utilisateurs peuvent recevoir des factures basées sur des estimations plutôt que sur leur consommation réelle, ce qui peut causer des surprises financières.
- **Pas de Suivi en Temps Réel** : Les compteurs traditionnels ne fournissent pas de données en temps réel sur la consommation d'eau, rendant difficile la gestion proactive de l'utilisation.
- **Maintenance Fréquente** : Ils peuvent nécessiter un entretien régulier pour garantir leur précision.

1.3.2 Les compteurs d'eau prépayé

Un compteur d'eau prépayé est un dispositif de mesure et de gestion de la consommation d'eau qui fonctionne sur le principe du paiement à l'avance. Les utilisateurs rechargent leur compte avec un certain montant, et le compteur consomme l'eau en fonction du crédit disponible. Une fois que le crédit est épuisé, le service d'eau est coupé ou l'utilisateur est averti qu'il doit recharger son compte pour continuer à utiliser l'eau.

1.3.2.1 Technologie

La technologie des compteurs d'eau prépayés est une solution innovante de gestion de la consommation d'eau, conçue pour offrir aux utilisateurs une meilleure maîtrise de leur usage et pour faciliter la gestion des services par les fournisseurs.

1.3.2.2 Types compteurs prépayés d'eau

Voici les types de compteurs prépayés et de leurs avantages [14].

1. Compteurs à Carte IC

Ces compteurs utilisent une carte à puce (IC) pour le rechargement du crédit. L'utilisateur achète une carte prépayée, qui peut être chargée avec un montant spécifique d'eau.

2. Compteurs à RFID

Les compteurs à technologie RFID (Radio Frequency Identification) fonctionnent de manière similaire aux compteurs à carte IC, mais utilisent des étiquettes RFID pour le suivi et le rechargement.

3. Compteurs Électroniques avec Connectivité

Ces compteurs intègrent des technologies avancées telles que la connectivité sans fil (GSM, LoRa) pour permettre un suivi en temps réel et des paiements à distance.

1.3.2.3 Avantages et Inconvénients des Compteurs Prépayés [15]

1. Avantages

- **Contrôle Budgétaire** : Les utilisateurs paient à l'avance pour leur consommation d'eau, ce qui les aide à mieux gérer leur budget et à éviter les factures imprévues.
- **Réduction des Impayés** : En exigeant un paiement avant l'utilisation, ces systèmes diminuent le risque d'impayés par les locataires ou utilisateurs.

- Sensibilisation à la Consommation : Les utilisateurs deviennent plus conscients de leur consommation d'eau, ce qui peut encourager des comportements économes.
- Facilité d'Utilisation : La recharge du crédit peut se faire facilement via des applications mobiles ou dans des points de vente, rendant le processus pratique pour les utilisateurs.

2. Inconvénients

- Coût Initial Élevé : L'installation de compteurs prépayés modernes peut représenter un coût initial élevé pour les fournisseurs d'eau.
- Dépendance Technologique : Les utilisateurs doivent avoir accès à la technologie (comme un smartphone) pour recharger leur crédit dans certains systèmes.
- Tolérance Zéro en Matière de Consommation : Le prépaiement signifie qu'une fois le crédit épuisé, l'approvisionnement en eau est coupé immédiatement, ce qui peut poser problème en cas d'urgence.
- Difficultés d'Approvisionnement en Crédit : Dans certaines régions, il peut y avoir des difficultés d'accès aux points de recharge, entraînant des files d'attente ou des pénuries de crédit.

1.4 Définition des termes informatique et concepts

Pour bien comprendre le cadre conceptuel de ce mémoire, il est essentiel de définir certains termes et concepts clés en informatique, utilisés dans le développement et la mise en œuvre du système.

1.4.1 Application Mobile

Une application mobile est un logiciel conçu pour fonctionner sur des appareils portables tels que les smartphones ou tablettes. Elle permet d'interagir avec des services ou des systèmes via une interface conviviale. Dans ce projet, l'application mobile joue un rôle crucial en facilitant la gestion et le suivi de la consommation d'eau en temps réel par les abonnés.



Figure 3 *Application Mobile*

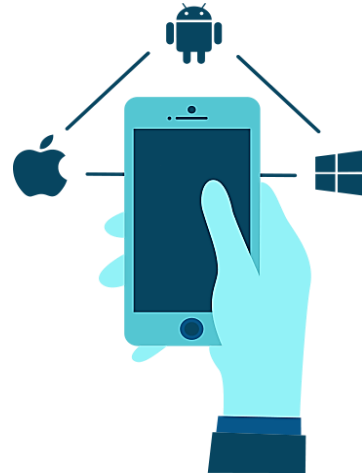


Figure 2 *Application Mobile multiplateforme [74]*

1.4.2 Langages de Programmation

Ils constituent les outils principaux pour développer des logiciels. Dans le cadre de ce projet, des langages comme JavaScript, TypeScript (pour les interfaces web et mobiles) et C++ (pour la programmation des microcontrôleurs) ont été utilisés pour leur efficacité et leur compatibilité avec les différentes plateformes.

1.4.3 Architecture Générale



Figure 4 *Client-serveur [74]*

Il s'agit de la structure générale qui organise les interactions entre les différents composants d'un système. Le modèle client-serveur, adopté dans ce projet, permet une séparation claire

entre l'interface utilisateur (client) et les traitements des données (serveur). Cette approche garantit une gestion centralisée des informations tout en offrant une flexibilité aux utilisateurs.

1.4.4 Sécurité et Authentification

Ces mécanismes sont essentiels pour protéger les données et assurer que seuls les utilisateurs autorisés accèdent au système. Dans ce mémoire, l'authentification des utilisateurs est renforcée par des protocoles sécurisés (HTTPS) et des contrôles d'accès adaptés aux différents types de comptes.

1.5 Conclusion partielle

Ce premier chapitre a établi les bases essentielles pour comprendre le cadre conceptuel et technique du projet de réalisation d'un compteur prépayé d'eau contrôlé à distance par une application Android.

Nous avons commencé par analyser et comparer les différents types de compteurs d'eau, en distinguant les compteurs traditionnels des compteurs prépayés. Cette étude a permis de présenter leurs technologies respectives, en mettant en avant leurs avantages et leurs inconvénients. Les compteurs traditionnels, bien que fiables et relativement peu coûteux, présentent des limites telles que l'absence de suivi en temps réel et la nécessité de relevés manuels. En revanche, les compteurs prépayés se distinguent par leur capacité à responsabiliser les utilisateurs, à offrir un meilleur contrôle budgétaire et à intégrer des technologies modernes telles que les cartes IC, le RFID et des solutions connectées.

Ensuite, nous avons défini et analysé les concepts informatiques clés nécessaires à la réalisation de ce projet. Nous avons expliqué des termes essentiels tels que l'application mobile et le site web, en détaillant les types d'applications mobiles et leurs rôles dans l'interaction avec les utilisateurs. Nous avons aussi abordé les langages de programmation, notamment le JavaScript et les langages utilisés pour le développement sur Arduino, afin de souligner leur importance dans la conception des interfaces et le contrôle des microcontrôleurs.

Enfin, nous avons examiné l'architecture informatique et les mécanismes de sécurité et d'authentification, ce qui a permis de comprendre comment structurer et protéger un système de gestion de l'eau prépayé. L'architecture client-serveur et les bonnes pratiques

d'authentification assurent la fiabilité et la sécurité des données des utilisateurs, des aspects essentiels dans tout système informatique moderne.

En résumé, ce chapitre a fourni une vision globale et détaillée des concepts théoriques et pratiques nécessaires pour appréhender un système de compteur prépayé d'eau. Cette fondation théorique prépare le terrain pour les chapitres suivants, qui aborderont les aspects plus techniques et concrète du projet.

CHAP. 2 ETUDES DES DISPOSITIFS TECHNIQUES D'UN COMPTEUR PREPAYE D'EAU

2.1 Introduction

Dans le domaine de la gestion de la consommation d'eau, plusieurs types de compteurs prépayés existent, comme mentionné dans le chapitre précédent. Ces dispositifs varient en fonction de la technologie utilisée, que ce soit les compteurs à puce, sans contact, ou à carte IC. Bien que ces différents types de compteurs offrent des solutions intéressantes, notre choix s'est porté sur l'étude du compteur à carte IC. Ce choix est motivé par le fait que le compteur à carte IC est déjà largement utilisé sur le marché, notamment dans la ville de Goma par la société Yme Jibu, qui assure la distribution d'eau dans le quartier CCLK.

Ce système a été adopté par Yme Jibu en raison de sa simplicité d'utilisation, de son efficacité dans le suivi de la consommation et de sa gestion des crédits. L'étude des dispositifs techniques et informatiques associés à ce type de compteur nous permettra d'explorer en détail son fonctionnement, ses avantages, ses limites, ainsi que les aspects informatiques qui en assurent la gestion à distance. Cette analyse nous offrira également un cadre pratique pour évaluer l'efficacité du système dans un environnement réel et pour proposer d'éventuelles améliorations adaptées aux besoins spécifiques des utilisateurs.

2.2 Dispositifs techniques

2.2.1 La Carte IC (Carte à Puce) dans un Système de Compteur d'Eau Prépayé

La carte IC (intégrée circuit) joue un rôle central dans le système de paiement d'un compteur d'eau prépayé. Elle permet une gestion autonome de l'approvisionnement en eau tout en garantissant l'enregistrement précis de la consommation et la gestion des crédits. Dans cette section, nous expliquerons le rôle de la carte IC dans le système de paiement, les technologies utilisées pour la carte, son fonctionnement ainsi que la gestion des données et des crédits dans le cadre de ce type de compteur d'eau.

2.3.1 Fonctionnement de la Carte IC

Le fonctionnement de la carte IC repose sur une interaction dynamique entre la carte et le compteur. Lorsqu'une carte est insérée dans un lecteur de compteur, le système vérifie l'identité de la carte via un processus d'authentification, qui inclut la vérification du solde restant sur la carte et le contrôle de la validité de celle-ci. Une fois validée, la carte transmet des informations au compteur pour effectuer le calcul de la consommation.

Les cartes IC sont conçues pour stocker diverses informations essentielles à la gestion du crédit, telles que le montant prépayé et la quantité d'eau consommée jusqu'à ce moment. Lorsque le compteur détecte une consommation, il met à jour les données stockées dans la carte, en ajustant le solde de l'utilisateur en fonction du volume d'eau consommé. La communication entre la carte IC et le compteur se fait par un protocole standardisé, garantissant une interaction fluide et sécurisée. Ce système offre une fiabilité élevée pour le calcul et la mise à jour des crédits et de la consommation en temps réel, tout en permettant à l'utilisateur de suivre l'évolution de son solde à tout moment [25].

2.3.2 Module de Communication

Le module de communication est responsable de l'échange d'informations entre les compteurs d'eau et le système central. En pratique, il assure la transmission des données telles que la consommation d'eau, les soldes de crédit, et les alertes éventuelles comme les pannes ou les consommations anormales. Ce module peut être intégré directement dans le compteur ou connecté via une interface sans fil.

Les données recueillies par le compteur sont transmises à un serveur central en temps réel ou à intervalles réguliers. Ce processus permet de maintenir une communication continue entre le dispositif sur le terrain (le compteur) et le système de gestion (le serveur ou l'application). Le module de communication doit garantir que les informations sont transmises de manière fiable et sécurisée, sans altération ou perte de données, pour assurer un suivi précis de la consommation et des crédits.



Figure 5 *Mode de communication* [74]

2.3.2.1 Technologies Utilisées pour la Transmission des Données

Plusieurs technologies de communication peuvent être utilisées dans un système de compteur d'eau prépayé pour assurer la transmission des données. Le choix de la technologie dépend des exigences spécifiques du projet, telles que la portée de communication, la consommation d'énergie, la sécurité des données, et les coûts.

- RFID et NFC (Near Field Communication) : Bien que principalement utilisés pour les cartes à puce et les interactions sans contact, les technologies RFID et NFC peuvent être utilisées dans certains modules de communication pour échanger des données entre le compteur et les dispositifs de lecture (notamment dans les zones proches). Cependant, leur portée limitée les rend moins adaptées pour la transmission à grande échelle entre les compteurs et les systèmes centraux [23].
- Technologie GSM / GPRS (General Packet Radio Service) : Un choix courant pour les modules de communication dans les compteurs d'eau prépayés est l'utilisation des réseaux GSM ou GPRS. Cette technologie permet une transmission de données à distance via des réseaux cellulaires, facilitant l'intégration dans des systèmes sans

nécessiter une infrastructure complexe. Elle est adaptée aux zones rurales ou éloignées, où d'autres types de réseau ne sont pas disponibles [27].

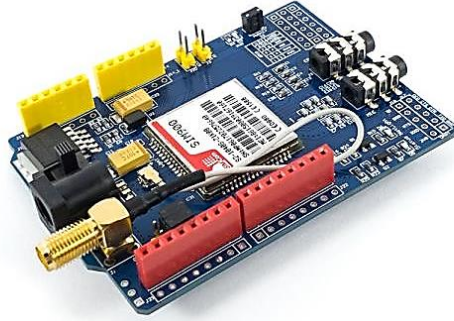


Figure 6 Technologie GSM / GPRS [74]

- Wi-Fi et Bluetooth : Ces technologies sans fil sont particulièrement adaptées aux systèmes de comptage d'eau prépayé où l'infrastructure locale permet une couverture Wi-Fi ou Bluetooth fiable. Le Wi-Fi est souvent utilisé dans les applications domestiques où une connexion Internet stable est disponible. Bluetooth, pour sa part, peut être utilisé pour la communication à courte portée, facilitant les interactions directes entre les compteurs et les smartphones des utilisateurs via une application Android [28].

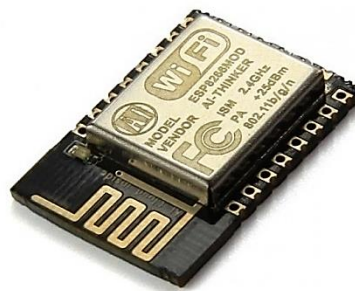


Figure 7 Wi-Fi [74]

- LoRa (Long Range) : La technologie LoRa est idéale pour les environnements où des communications à longue portée sont nécessaires sans la consommation élevée d'énergie des réseaux cellulaires. Elle permet de connecter plusieurs compteurs dans des zones étendues, telles que des villes ou des zones rurales, tout en maintenant une faible consommation d'énergie et une longue durée de vie des batteries. LoRa est

souvent privilégiée dans les systèmes IoT (Internet of Things) pour la collecte de données en temps réel [29].

2.3.3 Les éléments de base pour un compteur d'eau prépayés

2.3.3.1 Introduction à l'Arduino

L'Arduino est une plateforme électronique open-source utilisée pour le développement de projets interactifs. Elle se distingue par ses cartes microcontrôleurs programmables et son environnement de développement intégré (IDE), qui simplifient la conception et le prototypage de systèmes électroniques, même pour les débutants.

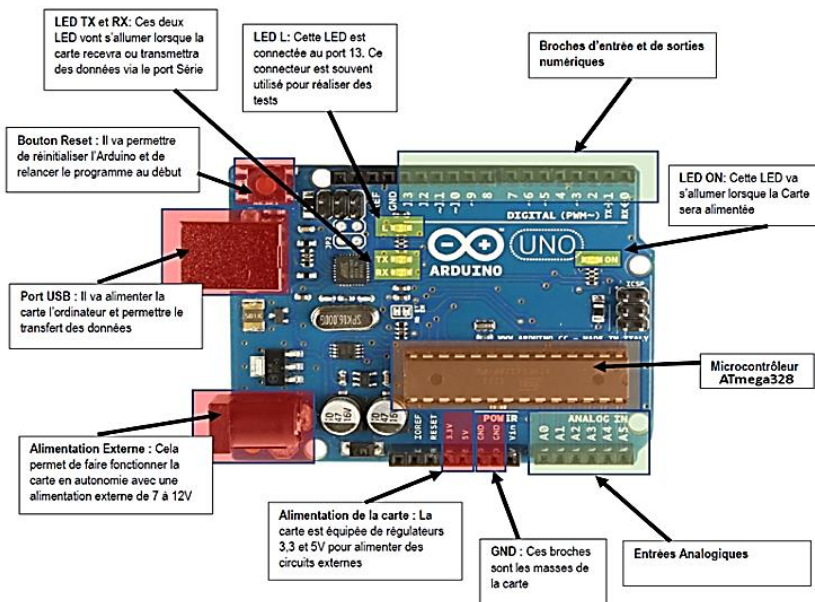


Figure 9 Parties de l'Arduino Uno [74]

Figure 8 Arduino [74]

1. Composants principaux d'une carte Arduino

Les cartes Arduino partagent des éléments essentiels :

- **Microcontrôleur :** Cœur de la carte, exécute le programme chargé (ex. ATmega328 sur l'Arduino Uno).
- **Ports d'entrée et de sortie (I/O) :** Permettent la connexion de capteurs et d'autres composants.

- Connecteurs USB et alimentation : Servent pour la programmation et l'alimentation.
- Régulateur de tension : Assure une alimentation stable.
- Oscillateur à quartz : Synchronise le microcontrôleur.

2. Types de cartes Arduino

Voici quelques modèles de cartes populaires :

- Arduino Uno : Idéal pour les débutants, avec 14 broches numériques et 6 entrées analogiques.
- Arduino Méga : Dispose de plus de broches et d'une plus grande mémoire, pour des projets complexes.
- Arduino Nano : Compact, adapté aux espaces restreints.
- Arduino Leonardo : Peut simuler un clavier ou une souris USB.

3. Alimentation de l'Arduino

Les cartes Arduino peuvent être alimentées de différentes façons :

- USB : Connecté à un ordinateur ou adaptateur.
- Adaptateur secteur : Via un connecteur d'alimentation dédié.
- Batteries : Pour des projets portables.
- Broche Vin : Permet l'alimentation externe (7 à 12V).

4. Utilisation de l'Arduino dans le Système de Compteur Prépayé

Le choix de l'Arduino Uno (Atmega 328) comme composant central du système de compteur prépayé repose sur ses nombreux avantages techniques et pratiques qui répondent aux besoins spécifiques de ce projet. Ce microcontrôleur polyvalent est adapté aux systèmes nécessitant un traitement rapide des données et une gestion précise en temps réel. Dans le cadre de notre système, l'Arduino gère la collecte des données provenant du capteur de débit, permettant un suivi précis de la consommation d'eau des utilisateurs, tout en assurant la communication avec l'application Android des clients et le site web des distributeurs pour une transmission fluide des informations. Sa facilité de programmation grâce à son environnement de développement intégré (IDE) permet un prototypage rapide des fonctionnalités, tandis que sa faible consommation énergétique le rend idéal pour les systèmes embarqués nécessitant une

alimentation durable. L'Arduino Uno est également compatible avec divers modules, notamment les capteurs, les modules Wi-Fi et les électrovannes, garantissant une intégration aisée des différents composants nécessaires au bon fonctionnement du compteur prépayé. En outre, l'Arduino bénéficie d'une large communauté d'utilisateurs et de ressources disponibles, facilitant ainsi l'accès à des bibliothèques et à un support technique étendu. Ces caractéristiques font de l'Arduino Uno un choix stratégique pour la gestion électronique d'un système prépayé de gestion de l'eau contrôlé à distance, combinant fiabilité, flexibilité et simplicité d'utilisation.

2.3.3.2 Capteurs de Débit



Figure 10 Capteurs de débit [74]

1. Définition et Fonctionnement

Le capteur de débit est un dispositif permettant de mesurer la quantité d'eau circulant à travers un système. Il fonctionne en convertissant le flux d'eau en un signal électrique, qui peut ensuite être traité par un microcontrôleur. Différents types de capteurs existent [20]

2. Utilisation du Capteur de Débit dans le Système de Compteur Prépayé

Dans Le capteur de débit utilisé, le modèle YF-S201 à effet Hall, permet de mesurer avec précision le volume d'eau consommé en générant des impulsions électriques proportionnelles au débit. Il a été choisi pour sa compatibilité avec l'Arduino Uno, sa fiabilité et sa simplicité d'intégration. Ce capteur est durable et fonctionne efficacement même en présence de débris dans l'eau. Dans le système, il transmet les données à l'Arduino pour calculer la consommation en temps réel, ajuster le crédit restant et permettre à l'application Android de suivre la consommation des utilisateurs de manière précise et sécurisée.

Ce capteur génère 450 impulsions par litre d'eau consommé. La fréquence de sortie du capteur est directement proportionnelle au débit, ce qui permet de calculer la quantité d'eau en temps réel. Par exemple, un débit de 1 litre par minute correspond à une fréquence d'environ 7,5 Hz. En pratique, ce capteur peut mesurer un débit allant jusqu'à 30 litres par minute, soit un volume maximal de 1,8 m³ par heure. Ces caractéristiques assurent une précision suffisante pour un système prépayé, garantissant une gestion efficace de la consommation d'eau.

2.3.3.3 Module Wi-Fi [26].



Figure 11 *Module Wi-Fi [74]*

1. Description générale et caractéristiques

Le module Wi-Fi est un composant clé qui permet une communication sans fil entre un système embarqué (comme un compteur d'eau prépayé) et une plateforme externe telle qu'une application mobile ou un serveur de gestion. Cette communication en temps réel améliore le suivi et le contrôle des données.

2. Utilisation du Module Wi-Fi dans le Système de Compteur Prépayé

Le module Wi-Fi utilisé dans notre système, le NodeMCU ESP8266, assure la communication sans fil entre le compteur d'eau prépayé et les plateformes de gestion, telles que l'application Android et le site web du distributeur. Il permet de transmettre les données de consommation d'eau, de crédit restant, et d'alerte en temps réel. Ce module a été choisi pour sa compatibilité avec l'Arduino Uno, sa facilité de programmation, et sa faible consommation énergétique, ce qui le rend adapté aux systèmes embarqués.

Le module Wi-Fi offre une bonne portée de communication et une vitesse de transmission adaptée. Il permet une communication bidirectionnelle fiable, garantissant l'envoi des

informations vers le serveur central et la réception des commandes de recharge ou d'activation à distance. Grâce à ce module, les utilisateurs peuvent consulter leur consommation en temps réel et effectuer des recharges depuis l'application mobile, ce qui améliore l'accessibilité et la gestion du système.

2.3.3.4 Électrovanne [27]



Figure 12 *Electrovanne [74]*

1. Définition et Fonctionnement

L'électrovanne est un composant essentiel pour le contrôle des fluides. Elle utilise un électroaimant pour ouvrir ou fermer un passage dans un circuit, permettant ainsi de réguler le débit du fluide.

2. Utilisation de l'Électrovanne dans le Système de Compteur Prépayé

L'électrovanne utilisée dans le système de compteur prépayé est un modèle normalement fermé (NF) fonctionnant sous une tension de 12V. Elle a été choisie pour son rôle essentiel dans le contrôle du débit d'eau, car elle permet d'ouvrir ou de fermer le passage de l'eau en fonction du crédit disponible. L'Arduino commande son activation en recevant les données du capteur de débit et en ajustant l'approvisionnement en fonction du solde restant de l'utilisateur.

Ce composant présente plusieurs avantages, notamment sa rapidité de réponse, sa fiabilité, et sa capacité à minimiser les fuites. L'électrovanne garantit également un contrôle à distance simple, ce qui permet d'automatiser l'arrêt de l'approvisionnement lorsque le crédit est épuisé. Sa robustesse et sa durabilité dans des conditions variées la rendent idéale pour une utilisation dans des systèmes de gestion de l'eau.

L'électrovanne peut gérer des débits allant jusqu'à 30 litres par minute et supporter une pression d'eau allant jusqu'à 0,8 MPa. Ces caractéristiques assurent un contrôle précis du débit d'eau dans le système, garantissant une coupure automatique en cas de solde insuffisant et permettant une gestion efficace de la consommation d'eau.

2.3.3.5 Relais Électromagnétique [28]



Figure 13 Relais électromagnétique [74]

1. Définition et Fonctionnement

Le relais électromagnétique est un dispositif permettant de contrôler des circuits électriques à haute puissance à l'aide de faibles signaux. Il fonctionne grâce à un électroaimant : lorsqu'un courant traverse sa bobine, un champ magnétique est généré, activant une armature qui ouvre ou ferme les contacts du relais. Ce mécanisme garantit une isolation galvanique entre le circuit de commande (basse tension) et le circuit contrôlé (haute puissance).

2. Utilisation du Relais Électromagnétique dans le Système de Compteur Prépayé

Dans Le relais électromagnétique joue un rôle essentiel dans le système de compteur prépayé, en permettant de contrôler l'alimentation des différents composants, notamment l'électrovanne. Il agit comme un interrupteur automatisé, piloté par l'Arduino, pour ouvrir ou couper le circuit électrique selon les besoins du système. Ce relais garantit ainsi que l'électrovanne se ferme automatiquement lorsque le crédit de l'utilisateur est épuisé, stoppant l'approvisionnement en eau.

Le relais électromagnétique a été choisi pour sa capacité à supporter des charges élevées tout en offrant une isolation sécurisée entre le circuit de commande (Arduino) et le circuit de

puissance (électrovanne). Il est fiable, rapide à activer, et durable, ce qui le rend adapté aux systèmes de gestion de l'eau nécessitant une automatisation précise.

Ce relais peut gérer des tensions allant jusqu'à 250V AC ou 30V DC, avec un courant de commutation pouvant atteindre 10A. Ces caractéristiques garantissent une gestion efficace et sécurisée de l'alimentation des composants du compteur prépayé, tout en assurant une protection contre les surtensions et les court-circuit.

2.3.3.6 Écran LCD [29]



Figure 14 *Ecran LCD [74]*

1. Définition et Fonctionnement

Un écran LCD (Liquid Crystal Display) est un dispositif utilisé pour afficher des informations visuelles, comme des textes ou des graphiques. Il repose sur des cristaux liquides qui changent leur orientation lorsqu'ils sont soumis à un champ électrique, contrôlant ainsi la lumière qui passe à travers eux.

2. Utilisation de l'Écran LCD dans le Système de Compteur Prépayé

L'écran LCD est intégré au système de compteur prépayé pour afficher les informations essentielles, telles que le volume d'eau consommé, le crédit restant, et les messages d'alerte. Il permet aux utilisateurs de suivre facilement leur consommation en temps réel sans nécessiter d'application mobile. L'Arduino Uno pilote cet écran pour mettre à jour les informations affichées en fonction des données reçues des capteurs et du module de communication.

Ce composant a été choisi pour sa simplicité d'utilisation, sa faible consommation d'énergie, et sa capacité à afficher des informations claires dans différents environnements. Il offre une

lecture rapide et précise des données, même dans des conditions de faible luminosité, grâce à son rétroéclairage intégré.

L'écran utilisé est un modèle 16x2, capable d'afficher deux lignes de 16 caractères, suffisamment spacieux pour les informations critiques du système. Il est économique, facile à connecter à l'Arduino, et peut fonctionner avec une alimentation de 5V. Sa durabilité et sa fiabilité renforcent son rôle dans la gestion visuelle des compteurs prépayés, facilitant la compréhension et l'interaction des utilisateurs avec le système.

2.3.3.7 Transistors [30]

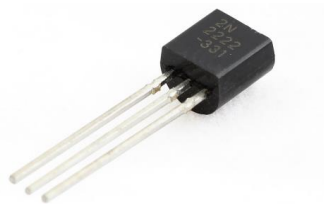


Figure 15 *Transistors* [74]

1. Définition et Fonctionnement

Un transistor est un dispositif semi-conducteur qui peut être utilisé pour amplifier ou commuter des signaux. Il est constitué de trois couches de matériau semi-conducteur, qui forment deux jonctions p-n. Les trois parties d'un transistor sont appelées l'émetteur, la base et le collecteur. En appliquant une petite tension à la base, on peut contrôler un courant beaucoup plus important entre l'émetteur et le collecteur.

2. Utilisation du Transistor dans le Système de Compteur Prépayé

Les transistors sont utilisés dans le système de compteur prépayé pour activer ou désactiver les composants électroniques tels que l'électrovanne, les relais, et le buzzer. Ils jouent le rôle d'interrupteurs électroniques permettant à l'Arduino de contrôler ces éléments en toute sécurité avec un courant faible. Le transistor amplifie le signal électrique provenant de l'Arduino pour piloter des composants nécessitant des tensions ou des courants plus élevés.

Les transistors ont été choisis pour leur rapidité de commutation, leur faible consommation d'énergie, et leur capacité à gérer des courants élevés sans surchauffe. Ils permettent une automatisation précise et fiable du système, notamment en ouvrant ou fermant l'électrovanne

en fonction du crédit disponible. De plus, leur taille compacte les rend faciles à intégrer dans le circuit, sans augmenter significativement l'encombrement du montage électronique.

Dans ce projet, des transistors de type NPN tels que le TIP120 sont utilisés, capables de supporter des courants allant jusqu'à 5A et des tensions de 60V. Ces caractéristiques garantissent un contrôle efficace des charges du système tout en assurant une durabilité et une fiabilité dans des conditions de fonctionnement variées.

2.3.3.8 LEDs [31]



Figure 16 LEDs [74]

1. Définition et Fonctionnement

Les LEDs (diodes électroluminescentes) sont des composants électroniques qui émettent de la lumière lorsqu'un courant les traverse. Elles reposent sur le principe de l'électroluminescence, où l'énergie libérée par la recombinaison des électrons et des trous dans le matériau semi-conducteur produit des photons (lumière).

2. Utilisation des LEDs dans le Système de Compteur Prépayé

Dans le système de compteur prépayé, les LEDs jouent un rôle crucial dans la signalisation visuelle des états du système. La LED verte indique un fonctionnement normal, tandis que la LED rouge alerte l'utilisateur en cas de crédit faible ou d'anomalie dans le système. Ces LEDs offrent une communication visuelle claire et intuitive, facilitant l'interaction des utilisateurs avec le compteur sans nécessiter de dispositifs supplémentaires.

Les LEDs ont été choisies pour leurs nombreux avantages : elles consomment peu d'énergie, sont durables, et offrent une bonne résistance aux chocs. Leur taille compacte permet une intégration facile dans les circuits électroniques. De plus, elles sont disponibles en différentes couleurs, ce qui permet de représenter visuellement divers états du système, renforçant ainsi la compréhension rapide de l'état du compteur par les utilisateurs. Grâce à ces caractéristiques,

les LEDs contribuent à améliorer l'interactivité et la fiabilité du système, tout en réduisant les besoins en maintenance.

2.3.5.0 Buzzer [32]



Figure 17 *Buzzer* [74]

1. Définition et Fonctionnement

Le buzzer est un composant électronique qui produit un signal sonore lorsqu'il est alimenté électriquement. Il peut fonctionner sur la base d'une membrane vibrante ou d'un élément piézoélectrique.

2. Utilisation du Buzzer dans le Système de Compteur Prépayé

Le buzzer est utilisé dans le système de compteur prépayé pour fournir des alertes sonores aux utilisateurs. Il émet un signal sonore lorsque le crédit est faible ou épuisé, ou lorsqu'un événement critique survient, attirant ainsi immédiatement l'attention de l'utilisateur. Ce composant est un buzzer piézoélectrique actif, choisi pour sa capacité à fonctionner de manière autonome dès qu'il est alimenté, sans nécessiter de signal externe complexe.

Les avantages du buzzer incluent sa facilité d'intégration dans les circuits électroniques, sa compacité, et sa faible consommation d'énergie. Il produit un son audible même dans des environnements bruyants, garantissant ainsi une notification efficace et instantanée. De plus, en complément des LEDs, le buzzer renforce l'interactivité du système en permettant aux utilisateurs de réagir rapidement sans surveiller constamment l'écran LCD.

2.3.5.1 Horloge (RTC - Real Time Clock) [33]



Figure 18 *L'horloge RTC [74]*

1. Définition et Fonctionnement

L'horloge RTC est un circuit intégré conçu pour maintenir une mesure précise de l'heure et de la date, même en l'absence d'alimentation principale. Elle utilise une petite batterie intégrée pour conserver les informations temporelles.

2. Utilisation de l'Horloge RTC dans le Système de Compteur Prépayé

L'horloge RTC (Real Time Clock) utilisée dans le système de compteur prépayé assure la gestion précise du temps et de la date. Elle permet d'enregistrer les consommations d'eau et les recharges à des moments spécifiques, garantissant un historique fiable des transactions. Ce composant continue de fonctionner même en cas de coupure d'alimentation, grâce à une batterie interne, ce qui assure la fiabilité temporelle du système.

Le modèle DS3231 a été choisi pour sa précision élevée et sa faible dérive temporelle. Il est compatible avec le microcontrôleur Arduino via une interface I²C, facilitant son intégration dans le système. L'horloge RTC est utilisée pour planifier les alertes et notifications, synchroniser les actions du système (comme la fermeture de l'électrovanne), et garantir que les opérations s'effectuent au bon moment. Ces caractéristiques garantissent une gestion fiable et autonome des processus chronométrés, indispensable pour un système de compteur prépayé efficace.

2.3.5.2 Batterie [34]



Figure 19 Batteries [74]

1. Définition et Fonctionnement

Une batterie est un dispositif électrochimique qui convertit l'énergie chimique en énergie électrique pour alimenter divers équipements électroniques. Elle est composée de cellules capables de générer un courant continu lorsqu'elles sont connectées à un circuit externe. Les batteries peuvent être rechargeables (comme les batteries lithium-ion) ou non rechargeables (comme les batteries alcalines).

2. Utilisation de la Batterie dans le Système de Compteur Prépayé

a. Alimentation et Gestion d'Énergie



Figure 20 Alimentation 12V [74]

b. Source d'Alimentation

Le système utilise une source externe de 12V fournie par un adaptateur. Cette tension est suffisante pour alimenter l'ensemble des composants du prototype et garantir un fonctionnement stable.

c. Régulation et Conversion de la Tension

La tension de 12V est convertie en tensions appropriées pour chaque composant à l'aide d'un régulateur de tension intégré. Les tensions régulées incluent :

- 5V : Utilisé pour alimenter le microcontrôleur, l'écran LCD, et certains capteurs.
- 3.3V : Alimente le module de communication (ESP8266 ou similaire), si nécessaire.

d. Distribution d'Énergie aux Composants

- Microcontrôleur (Arduino) : Reçoit l'alimentation par la broche Vin qui accepte la tension de 12V, convertie en interne en 5V.
- Module de communication (ESP8266) : Connecté à une alimentation 3.3V régulée.
- Capteurs de débit : Alimentés en 5V pour mesurer la consommation d'eau.
- Électrovanne : Alimentée directement par la source de 12V pour permettre un débit suffisant lors de l'ouverture et la fermeture.
- Écran LCD : Alimenté en 5V pour l'affichage des informations.
- Buzzer et LEDs : Connectés au microcontrôleur et alimentés en 5V pour fournir des alertes sonores et visuelles.

2.4 Conclusion partielle

Ce second chapitre a été essentiel pour approfondir la compréhension des aspects techniques et des choix technologiques nécessaires à la conception d'un système de compteur d'eau prépayé. L'introduction a clarifié pourquoi l'étude des dispositifs techniques, en particulier celle du compteur à carte IC, a été retenue. Ce choix s'explique par son adoption dans le marché actuel, notamment par des acteurs de la distribution d'eau tels que Yme Jibu dans la ville de Goma, ce qui en fait un modèle pertinent et concret pour notre analyse.

Nous avons ensuite exploré en détail les dispositifs techniques qui composent un système de compteur d'eau prépayé. Cette partie a mis en lumière le rôle central de la carte IC, qui permet la gestion du crédit et l'enregistrement des données de consommation, ainsi que l'importance des modules de communication pour la transmission des informations entre le compteur et les systèmes de gestion. Ces dispositifs garantissent une mesure précise et sécurisée de la consommation d'eau.

Le chapitre a également couvert les éléments de base nécessaires à un compteur d'eau prépayé, en fournissant des explications détaillées sur chacun de ces composants. Ces explications ont permis de comprendre comment chaque composant, tel que les microcontrôleurs, les capteurs

de débit, les modules Wi-Fi, les électrovannes et les écrans d'affichage, fonctionne et peut être intégré dans différents contextes. Ces descriptions ont offert un panorama élargi des propriétés, des fonctionnalités et des avantages de chaque composant, élargissant ainsi les connaissances sur leur utilisation dans des systèmes électroniques divers.

En conclusion, ce chapitre a fourni une vue d'ensemble complète des technologies et des composants nécessaires à la mise en place d'un système de compteur d'eau prépayé efficace et fiable. L'analyse des dispositifs techniques et des éléments de base a permis de comprendre comment ces composants interagissent et peuvent être exploités pour créer un système robuste et adapté aux besoins des utilisateurs. Cette exploration prépare le terrain pour la phase de conception électronique et de mise en œuvre, qui sera détaillée dans les chapitres suivants.

CHAP. 3 CONCEPTION DU SYSTEME DE COMPTEUR PREPAYE

1.1 Objectif du chapitre

Le développement d'un compteur prépayé d'eau nécessite une conception électronique soigneusement étudiée, combinant à la fois des composants matériels adaptés et un système informatique performant. Ce chapitre est consacré à la conception électronique du système de compteur prépayé, en mettant l'accent sur le choix des différents composants et sur l'interaction entre l'électronique et le système informatique. Chaque composant a été sélectionné en fonction de son rôle spécifique dans le fonctionnement global du compteur, tout en garantissant la fiabilité et l'efficacité du système.

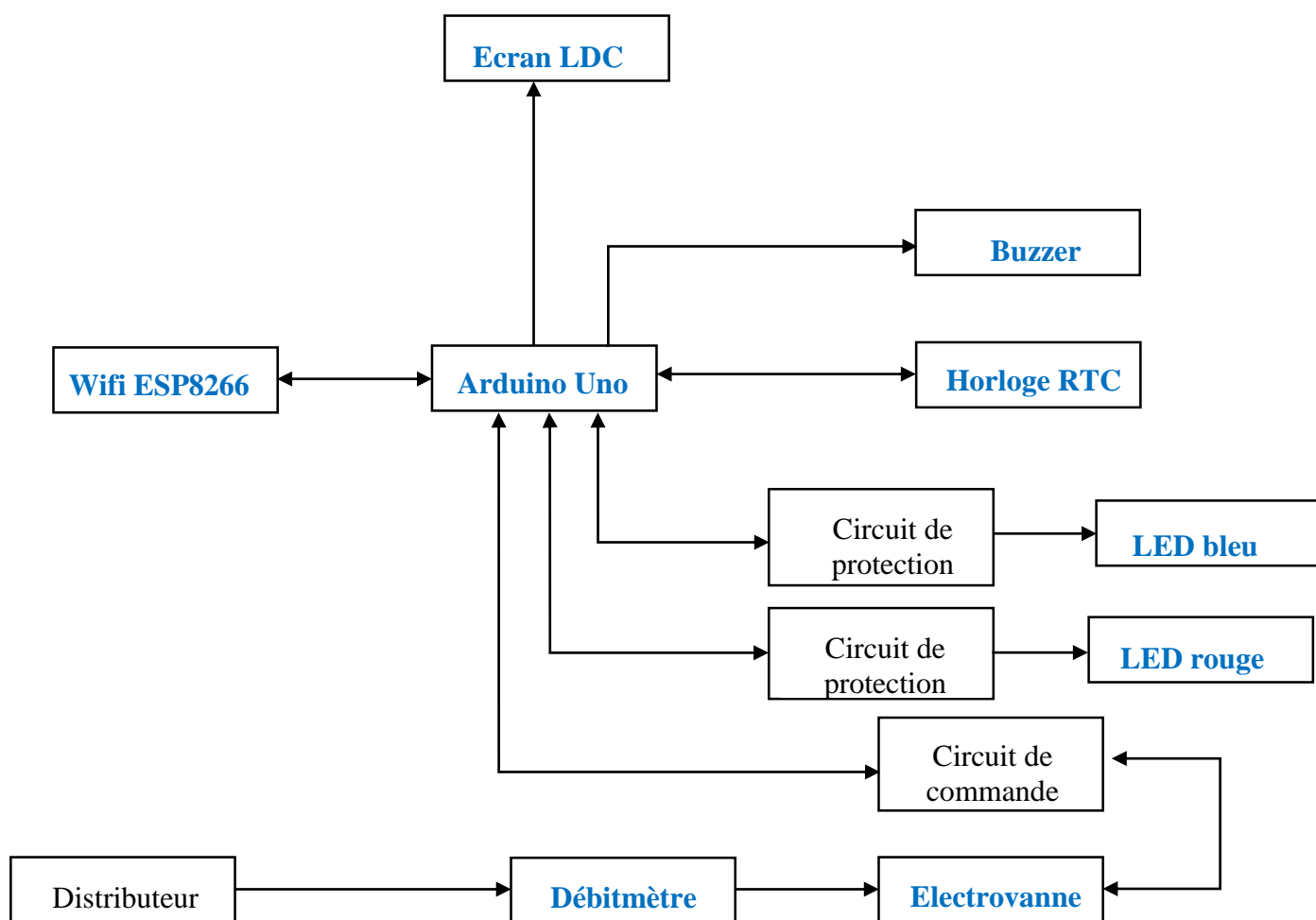
Nous justifierons le choix de chaque composant électronique, qu'il s'agisse du capteur de débit, du contrôleur électronique, du module de communication ou de l'alimentation énergétique. Chaque élément a été choisi pour répondre aux exigences techniques du projet, en garantissant une gestion précise de la consommation et une communication fluide avec le système informatique. Par ailleurs, nous expliquerons de quelle manière le système informatique, via l'application Android et les interfaces de gestion, interagit avec ces composants électroniques pour assurer le bon fonctionnement du compteur, le suivi des crédits, la gestion à distance, et la sécurité des données. Cette interaction entre l'électronique et l'informatique est essentielle pour garantir la performance et la flexibilité du compteur prépayé d'eau.

1.2 Système électronique

1.2.1 Schéma général du système réalisé

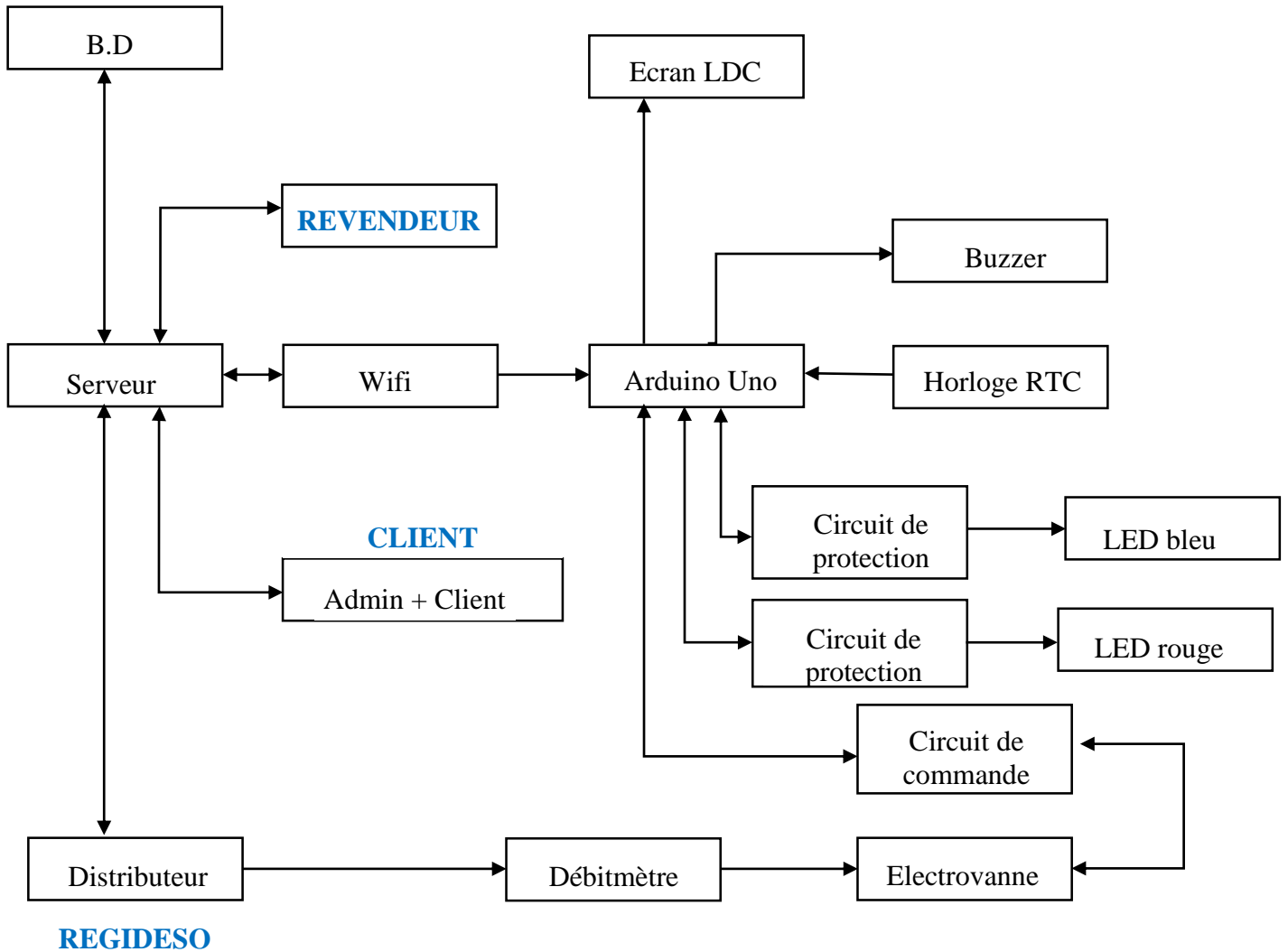
Ce schéma représente une illustration du câblage de notre compteur prépayé d'eau. Il a été réalisé en utilisant les composants disponibles dans le logiciel de conception, qui sont représentatifs des éléments intégrés dans notre système. Bien que certains composants spécifiques n'y figurent pas directement, leur équivalence fonctionnelle a été prise en compte pour assurer une cohérence avec le montage réel.

3. Schéma Bloc partie électronique



REGIDESO

4. Schéma Bloc partie du système



Base de Données (B.D)

- Contient les informations des clients, les données des consommations, les historiques de transactions et les configurations système.
- Échange des données bidirectionnelles avec le serveur, permettant d'enregistrer et de récupérer des informations importantes.

Serveur

- Assure la gestion centrale de l'ensemble du système.
- Envoie et reçoit des informations des clients, du revendeur, et des autres blocs connectés (comme le distributeur et la base de données).
- Coordonne les communications via le module Wifi vers les dispositifs Arduino.

Wifi

- Sert de passerelle pour la communication sans fil entre le serveur et le Arduino Uno.
- Envoie les commandes ou reçoit des mises à jour des modules locaux (par exemple, débitmètre, électrovanne).

Revendeur

- Entité responsable de vendre ou de recharger les crédits de consommation aux clients.
- Échange des données bidirectionnelles avec le serveur pour effectuer les transactions et mettre à jour les données du client.

Client

- Représente les utilisateurs finaux (administrateurs ou clients).
- Interagit avec le serveur pour consulter leur solde ou recharger le crédit.
- La communication se fait via une application (Android ou autre).

Arduino Uno

- Composant central de contrôle local du système.
- Reçoit les instructions du serveur via Wifi et commande les autres modules matériels (LED, buzzer, débitmètre, etc.).
- Fonctionne comme une interface entre les capteurs (débitmètre) et les actionneurs (électrovanne)

Écran LDC

- Affiche les informations importantes pour le client, telles que le solde restant ou la quantité d'eau consommée.
- Relié à l'Arduino, il est mis à jour en temps réel.

Buzzer

- Avertit l'utilisateur (par un signal sonore) en cas d'événement important, tel qu'un solde faible ou une anomalie.
- Contrôlé par l'Arduino Uno

Horloge RTC

- Permet de garder une trace du temps pour des fonctionnalités telles que l'enregistrement des consommations à des moments précis.
- Interagit avec l'Arduino pour synchroniser les opérations.

LEDs (Rouge et Bleu)

- Indiquent l'état du système.
- LED rouge : signale une erreur ou une interruption (par exemple, crédit épuisé).
- LED bleue : indique le fonctionnement normal ou la disponibilité du service.
- Contrôlées via des circuits de protection pour éviter les surtensions.

Débitmètre

- Mesure la quantité d'eau consommée.
- Envoie ces données à l'Arduino pour permettre le suivi en temps réel et la facturation.

Électrovanne

- Actionne l'ouverture ou la fermeture du flux d'eau selon les instructions de l'Arduino (par exemple, couper l'eau lorsque le crédit est épuisé).

Circuits de Protection et de Commande

- Protéger les composants sensibles (comme les LEDs et l'électrovanne) contre les surtensions ou les courants excessifs.
- Les circuits de commande gèrent spécifiquement les signaux destinés à l'électrovanne.

Distributeur (REGIDESO)

- Entité physique ou organisation qui distribue effectivement l'eau.
- Il se charge de créer tous les autres comptes administrateurs et revendeurs

Flux d'Informations

Les flèches bidirectionnelles indiquent des échanges d'informations dans les deux sens.

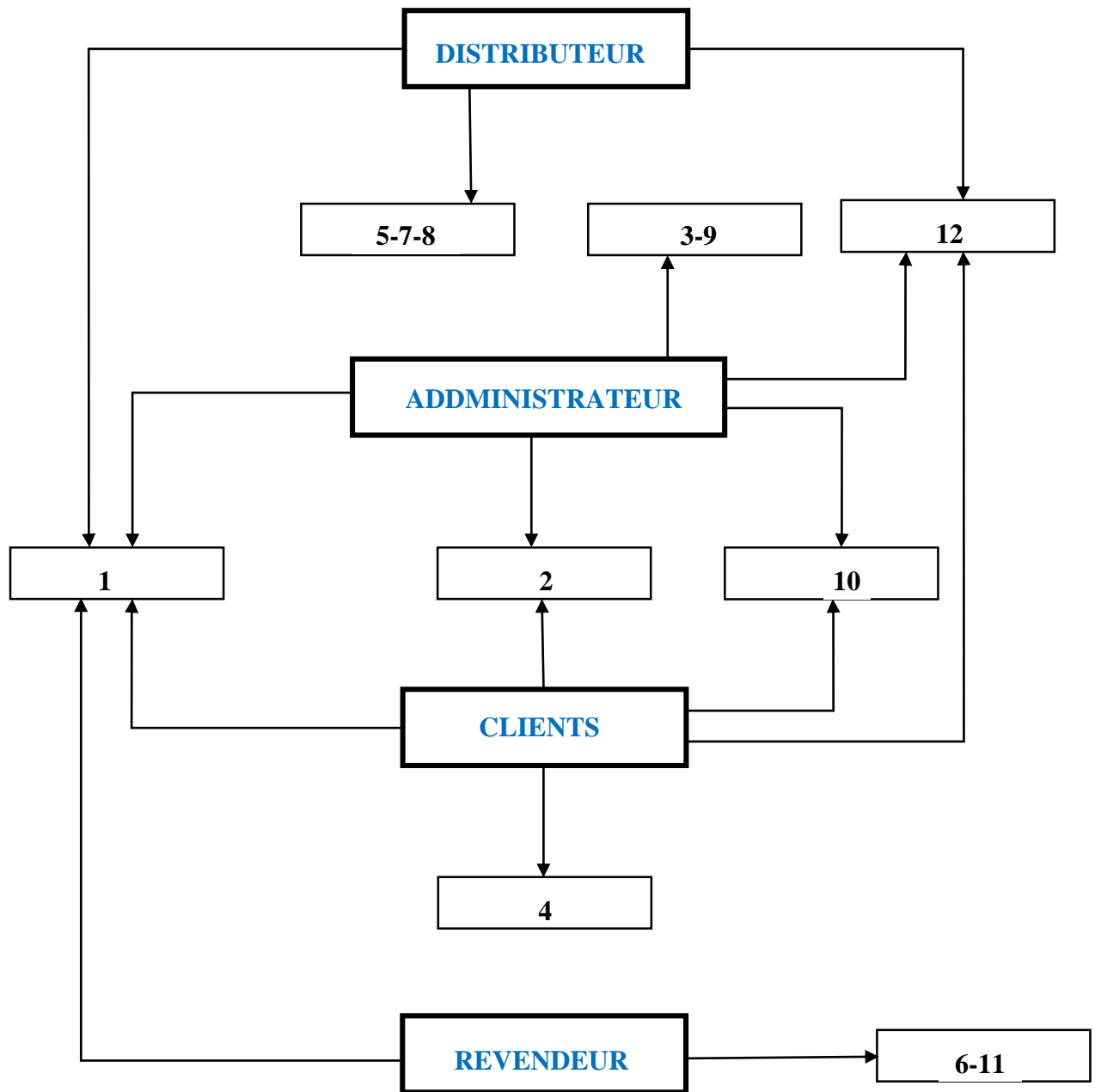
- Entre la base de données et le serveur : synchronisation des données.
- Entre le serveur et l'Arduino : commandes et mises à jour.

Les flèches unidirectionnelles montrent des commandes ou des données circulant dans un seul sens, comme :

- Du débitmètre vers l'Arduino : envoi des mesures.
- De l'Arduino vers l'électrovanne : commandes d'action.

1.3 Schéma bloc du système informatique

Ce schéma est conçu pour illustrer les besoins des clients en lien avec l'architecture du système et la fonctionnalité de chaque compte. Il joue un rôle fondamental dans l'analyse d'un système en fournissant une représentation claire des attentes et des exigences des utilisateurs, ce diagramme aide à comprendre les interactions essentielles et à identifier les fonctionnalités nécessaires. Sa structure bien définie en fait un élément clé pour s'assurer que le système développé répond de manière adéquate aux besoins identifiés.



1. Description des actions

Tableau 1 *Action comptes*

1	Distributeur/Admin/Client/ Revendeur	Synchronisation des données
2	Admin/Client	Gestion vanne
3	Admin	Gestion compte administrateur
4	Client	Gestion compte client
5	Distributeur	Gestion compte distributeur
6	Revendeur	Gestion compte revendeur
7	Distributeur	Création compte administrateur
8	Distributeur	Création compte revendeur
9	Admin	Création compte client
10	Admin/Client	Réception notification
11	Revendeur	Recharge eau
12	Distributeur/Admin/Client	Lire données compteur

2. Tableau illustratif des actions

➤ Cas l'utilisation ' Synchronisation des données'

Tableau 2 *Synchronisation des données*

Motif	Synchronisation des données
Acteurs	Distributeur/Admin/Client/ Revendeur
But	Ce cas permet à tous les comptes de pouvoir synchroniser les données une fois connectés sur l'application et ou sur le web.
Déclencheurs	Tous les comptes
Flot d'information	Scénario : <ol style="list-style-type: none">1. Se connecter à son compteur2. Une fois connecté, le compte s'actualise automatiquement et ensuite synchronise toutes les données.
Extension	L'utilisateur a accès aux données liés à son type de compte et pourra lire ses informations personnelles.

➤ **Cas l'utilisation ' Gestion vanne'**

Tableau 3 *Gestion vanne*

Motif	Gestion vanne
Acteurs	Admin/Client
But	Via l'application Android, ce cas permet au compte admin et client de pouvoir fermer à tout moment la vanne d'un compteur à distance si nécessaire s'impose.
Déclencheurs	Admin/Client
Flot d'information	<p>Scénario pour le compte Admin :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se connecter à son compteur 2. Ouvrir l'extension d'un compte client 3. Une fois connecté sur l'extension du compte client on peut suivre en temps réel sa consommation d'eau et fermer la vanne liée à son compteur. <p>Scénario pour le compte Admin :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se connecter à son compteur 2. Une fois connecté sur son compte on peut suivre en temps réel sa consommation d'eau et fermer la vanne liée à son compteur.
Extension	L'utilisateur du compte Admin et client a accès à la fermeture de la vanne selon le scénario qui lui convient

➤ **Cas l'utilisation ' Gestion compte administrateur'**

Tableau 4 *Gestion compte administrateur*

Motif	Gestion compte administrateur
Acteurs	Administrateur
But	Ce cas permet à l' administrateur de configurer et de gérer son compte une fois connecter.
Déclencheurs	L'administrateur
Flot d'information	Scénario : A l'ouverture du compte il a la possibilité de mettre ses information personnelles (Image et mots de passe) à jour.
Extension	Se connecter à son compter à n'importe quel moment pour le suivie de la consommation en temps réel.

➤ **Cas l'utilisation ' Gestion compte Client'**

Tableau 5 *Gestion compte Client*

Motif	Gestion compte Client
Acteurs	Client
But	Ce cas permet au client de configurer et de gérer son compte une fois connecté.
Déclencheurs	Le Client
Flot d'information	Scénario : A l'ouverture du compte il a la possibilité de mettre ces information personnelles (Image et mots de passe)
Extension	Se connecter à son compter à n'importe quel moment pour suivre la consommation en temps réel.

➤ **Cas l'utilisation ' Gestion compte Distributeur'**

Tableau 6 *Gestion compte Distributeur*

Motif	Gestion compte Distributeur
Acteurs	Distributeur
But	Ce cas permet au Distributeur de gérer son compte une fois connecté.
Déclencheurs	Le Distributeur
Flot d'information	Scénario : Se connecter à son compter à n'importe quel moment pour le suivie de la consommation en temps réel.
Extension	Une fois connecté il a la possibilité de créer le compte administrateur et compte revendeur.

➤ **Cas l'utilisation ' Gestion compte Revendeur'**

Tableau 7 *Gestion compte Revendeur*

Motif	Gestion compte Revendeur
Acteurs	Revendeur
But	Ce cas permet au Revendeur de configurer et de gérer son compte une fois connecté.
Déclencheurs	Le Revendeur
Flot d'information	Scénario : A l'ouverture du compte il a la possibilité de mettre à jour ces information personnelles (Image et mots de passe)
Extension	Se connecter à son compter à n'importe quel moment pour y effectuer des opérations.

➤ **Cas l'utilisation 'Création du compte administrateur'**

Tableau 8 *Création du compte administrateur*

Motif	Création du compte administrateur
Acteurs	Distributeur
But	Ce cas permet de créer un compte administrateur
Déclencheurs	Le Distributeur
Flot d'information	<p>Scénario :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. C'est au bureau de la société de distribution d'eau (REGIDESO) qu'on pourra créer les comptes administrateur, une fois cela fait ce compte admin sera connecté au système centralisé. 2. A l'ouverture du compte administrateur on aura besoin des informations suivant : Adresse mail, noms, téléphone.
Extension	Une fois que la procédure de création de compte Admin terminer il recevra un identifiant lui permettra de se connecter sur son application Android

➤ **Cas l'utilisation** ‘Création du compte revendeur’

Tableau 9 *Création du compte revendeur*

Motif	Création du compte revendeur
Acteurs	Distributeur
But	Ce cas permet de crée un compte revendeur
Déclencheurs	Le Distributeur
Flot d'information	<p>Scénario :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. C'est au bureau de la société de distribution d'eau (REGIDESO) qu'on pourra crée tous les comptes revendeur, une fois cela fait ce compte revendeur sera connecté au système centralisé. 2. A l'ouverture du compte revendeur on aura besoin des informations suivant : Adresse mail, noms, téléphone.
Extension	Une fois que la procédure de création de compte revendeur terminer il recevra un identifiant lui permettra de se connecter sur son application Android

➤ **Cas l'utilisation** ‘Création du compte client’

Tableau 10 *Création du compte client*

Motif	Création du compte client
Acteurs	Administrateur
But	Ce cas permet de crée un compte client
Déclencheurs	L' Administrateur
Flot d'information	Scénario : <ol style="list-style-type: none">1. C'est au près du détenteur du compte Admin qu'on pourra crée tous les comptes client, une fois cela fait ce compte client sera connecté au système centralisé.2. A l'ouverture du compte client on aura besoin des informations suivant : Adresse mail, noms, téléphone.
Extension	Une fois que la procédure de création de compte client terminer il recevra un identifiant lui permettra de se connecter sur son application Android

➤ **Cas l'utilisation ' Réception notification'**

Tableau 11 Réception notification

Motif	Réception notification
Acteurs	Admin/Client
But	Ce cas permet à l'admin et au client de recevoir des notifications importants
Déclencheurs	Le système
Flot d'information	Scénario : <ol style="list-style-type: none"> 1. Lorsque le client vient de recharger ses crédits. 2. Le compteur du client atteint un seuil inférieur à la moyenne. 3. Le système envoie une notification au client.
Extension	La réception de la notification sera instantanée une fois connecté sur l'application, seul l'administrateur connecté à un compteur de son circuit recevra la notification.

➤ **Cas l'utilisation ' Recharge d'eau'**

Tableau 12 Recharge d'eau

Motif	Recharge d'eau
Acteurs	Revendeur
But	Ce cas permet au client de payer de l'eau près du Revendeur
Déclencheurs	Le Revendeur
Flot d'information	Scénario : <ol style="list-style-type: none"> 1. Le Revendeur saisie le numéro du compteur du client 2. Le Revendeur saisie le montant en franc et valide l'opération
Extension	Une fois l'opération effectuée toutes les opérations seront sauvegardées dans l'historique de l'application du compte revendeur

➤ **Cas l'utilisation ' Lire données compteur'**

Tableau 13 Lire données compteur

Motif	Lire données compteur
Acteurs	Admin/Client
But	Ce cas permet au Distributeur/Admin/Client de lire en temps réel les données.
Déclencheurs	Admin/Client
Flot d'information	Scénario Admin : 1. L'Admin entre dans l'extension d'un compte client bien précis et peut lire sur son application Android les données du compteur qui est enregistré à son compte en temps réel. Scénario client : 1. Le client lit les données du son compteur sur son application Android en temps réel.
Extension	Seul le compte distributeur et administrateur peuvent lire les données de plusieurs compteur si nécessaire.

1.5 Conclusion partielle

Ce chapitre nous a permis de développer une compréhension approfondie des aspects techniques liés à la conception électronique du système de compteur d'eau prépayé. L'objectif principal était de justifier le choix des composants essentiels et de détailler leur fonctionnement au sein du système, garantissant ainsi sa fiabilité et son efficacité.

Nous avons étudié en détail les principaux composants sélectionnés pour cette réalisation, tels que les microcontrôleurs, les capteurs de débit, les modules de communication sans fil (comme le Wi-Fi), les électrovannes pour le contrôle du flux d'eau, et les relais électromagnétiques. Chaque composant a été décrit de manière approfondie afin de comprendre ses caractéristiques, son rôle et sa contribution à l'efficacité du système global. Cette présentation a permis de

démontrer comment ces éléments s'intègrent pour assurer un fonctionnement optimal du compteur prépayé.

L'importance de l'alimentation et de la gestion de l'énergie a également été mise en avant. Nous avons examiné les solutions choisies pour garantir une alimentation stable et efficace, essentielle pour le bon fonctionnement et la durabilité des composants électroniques.

En outre, le chapitre a détaillé le diagramme d'interaction des comptes, expliquant comment les différents types de comptes (distributeur, administrateur, abonné, et revendeur) interagissent et leurs rôles spécifiques. Cette structure de gestion assure la fluidité des opérations, la sécurité des données, et l'autonomie des utilisateurs tout en facilitant la supervision centralisée.

Cette analyse complète de la conception électronique a fourni une base solide pour comprendre comment le système fonctionne et interagit avec la partie informatique. Dans le chapitre suivant, nous présenterons les résultats pratiques et les tests réalisés pour valider la performance du système conçu, démontrant ainsi son efficacité dans un contexte réel.

Chap. 4 REALISATION COMPTEUR PREPAYE D'EAU

2.1 Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats pratiques obtenus dans le cadre de ce projet, en mettant en avant l'intégration des aspects électroniques et informatiques. Tout en se basant sur les fondements exposés dans les chapitres précédents, il s'agit ici de démontrer concrètement le fonctionnement du système réalisé et d'illustrer les interactions entre les différents comptes impliqués : le compte distributeur (géré par la REGIDESO), le compte administrateur, le compte client et le compte revendeur. Ces comptes interagissent dans un cadre synchronisé pour assurer une gestion optimale de l'eau, allant de la supervision générale à l'autonomie des abonnés dans leurs recharges et leur consommation.

Les interfaces développées, tant pour le site web que pour l'application Android, seront présentées à travers des captures illustrant leur fonctionnement et leur rôle dans la facilitation des interactions entre les utilisateurs. Ces résultats visuels démontrent comment chaque acteur du système peut accéder aux données, superviser ou gérer les opérations selon son rôle.

En conclusion, nous proposerons des recommandations concrètes à l'intention de la REGIDESO, en vue de faciliter l'intégration des compteurs prépayés dans leur infrastructure existante. Ces recommandations viseront à optimiser la gestion de l'eau tout en renforçant la satisfaction des utilisateurs et la durabilité du système.

2.2 Prestation du résultat

2.2.1 Présentation maquette



Figure 23 *Maquette compteur 1*



Figure 24 *Maquette compteur 2*

2.2.2 Présentation des résultats

2.2.2.1 Site web pour le Compte Distributeur

1. Page connexion

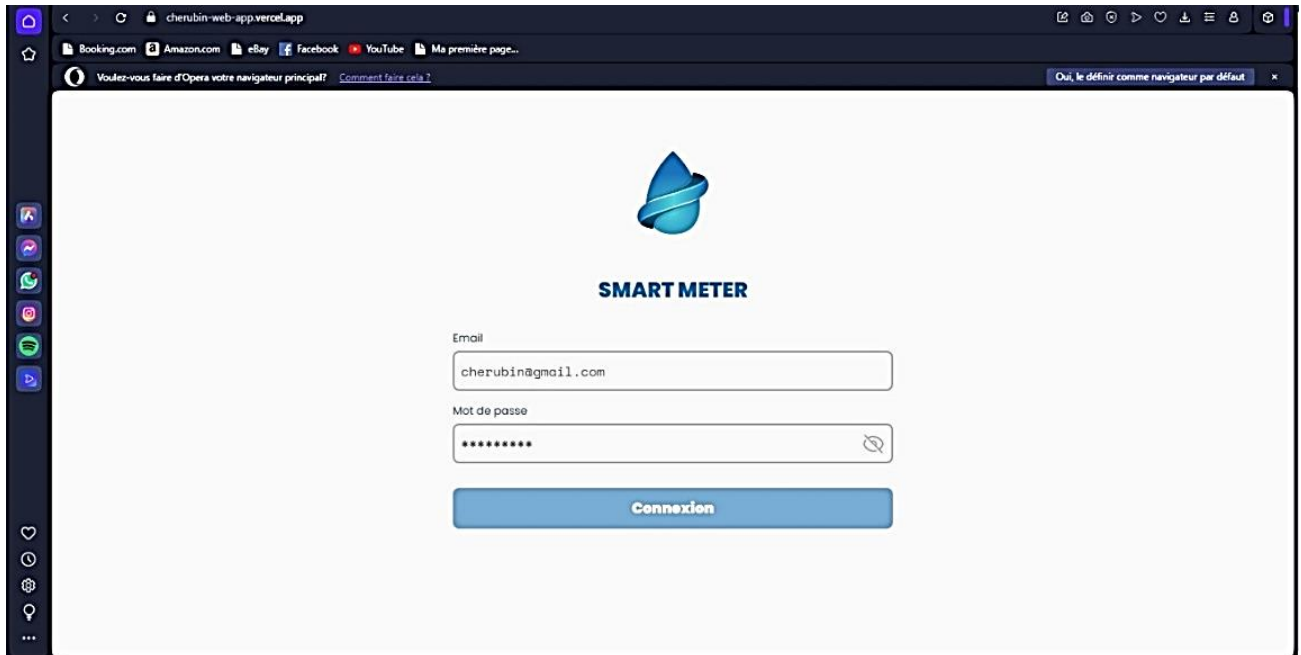


Figure 25 Page connexion compte Distributeur

Note : Cette interface représente la page de connexion du compte distributeur (REGIDESO), destinée exclusivement au chargé de contrôle. L'accès est sécurisé et réservé uniquement à cette personne, qui utilise son adresse email et mot de passe pour gérer et superviser le système des compteurs prépayés d'eau.

2. Page d'accueil

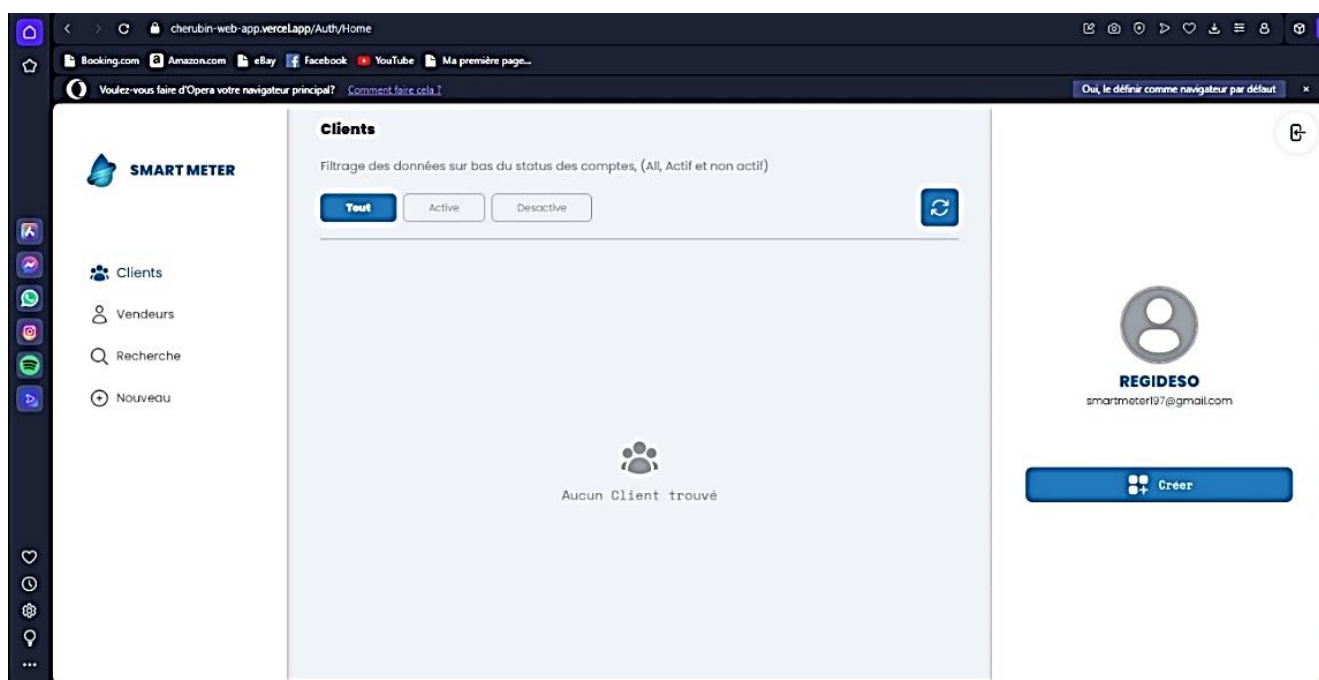


Figure 26 Page d'accueil compte Distributeur

Note : Sur cette page d'accueil, lors de la première connexion, aucun client, qu'il s'agisse des administrateurs ou des revendeurs, n'est encore enregistré dans le système. Il est nécessaire de cliquer sur le bouton « **CRÉER** » situé à droite pour ajouter soit un client, soit un revendeur. Cette étape permet de commencer la gestion et l'enregistrement des utilisateurs dans le système de compteurs prépayés d'eau.

3. Page création compte

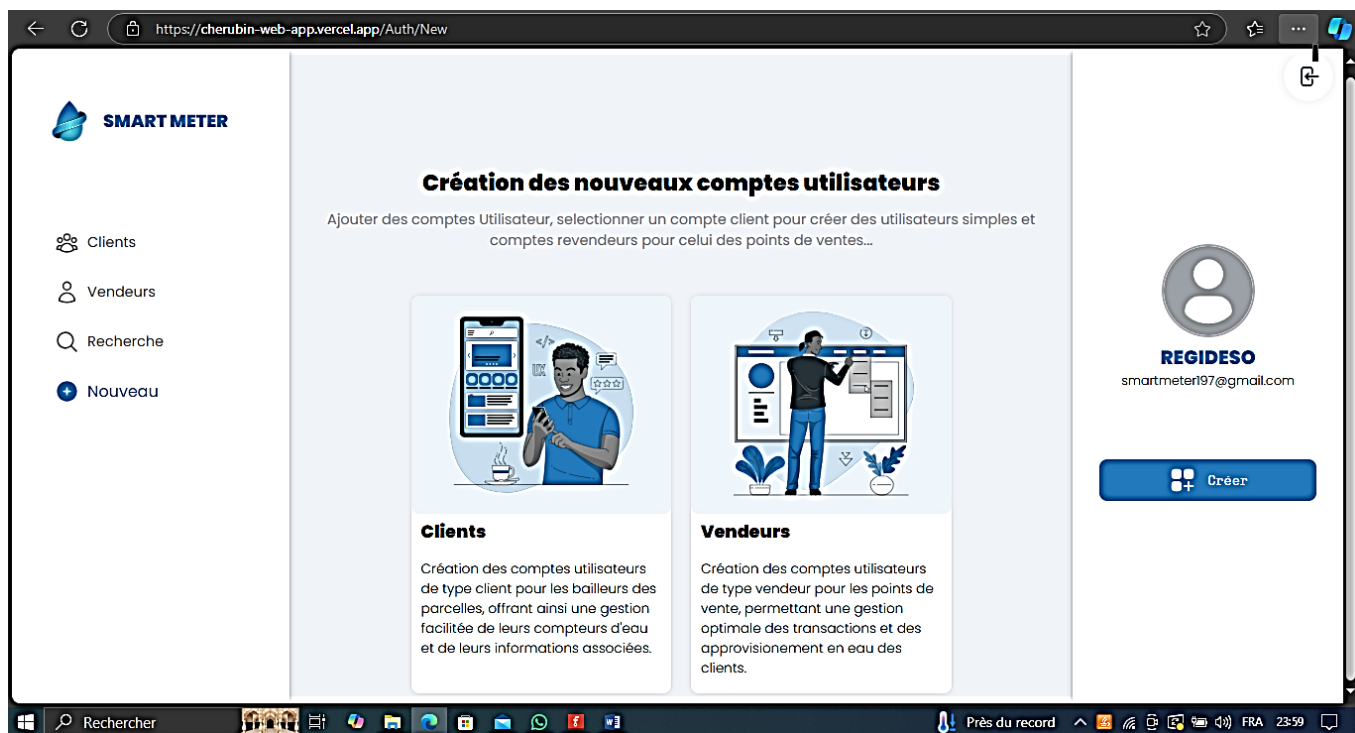


Figure 27 *Création des comptes utilisateurs*

Note : Sur cette page de création, vous avez la possibilité de créer soit un client (compte administrateur), soit un revendeur (compte revendeur). En fonction de votre choix, vous pourrez saisir les informations nécessaires pour enregistrer et configurer chaque type de compte dans le système de gestion des compteurs prépayés d'eau.

4. Création compte Client et/ou Revendeur

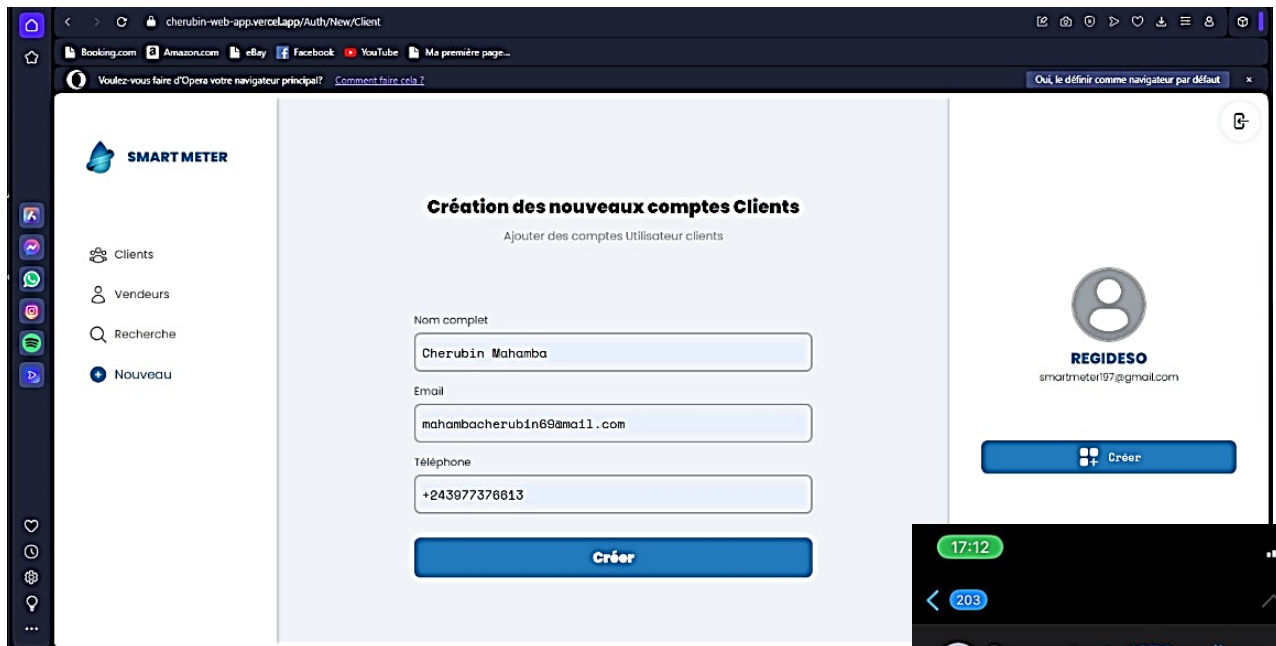


Figure 28 Création compte Client

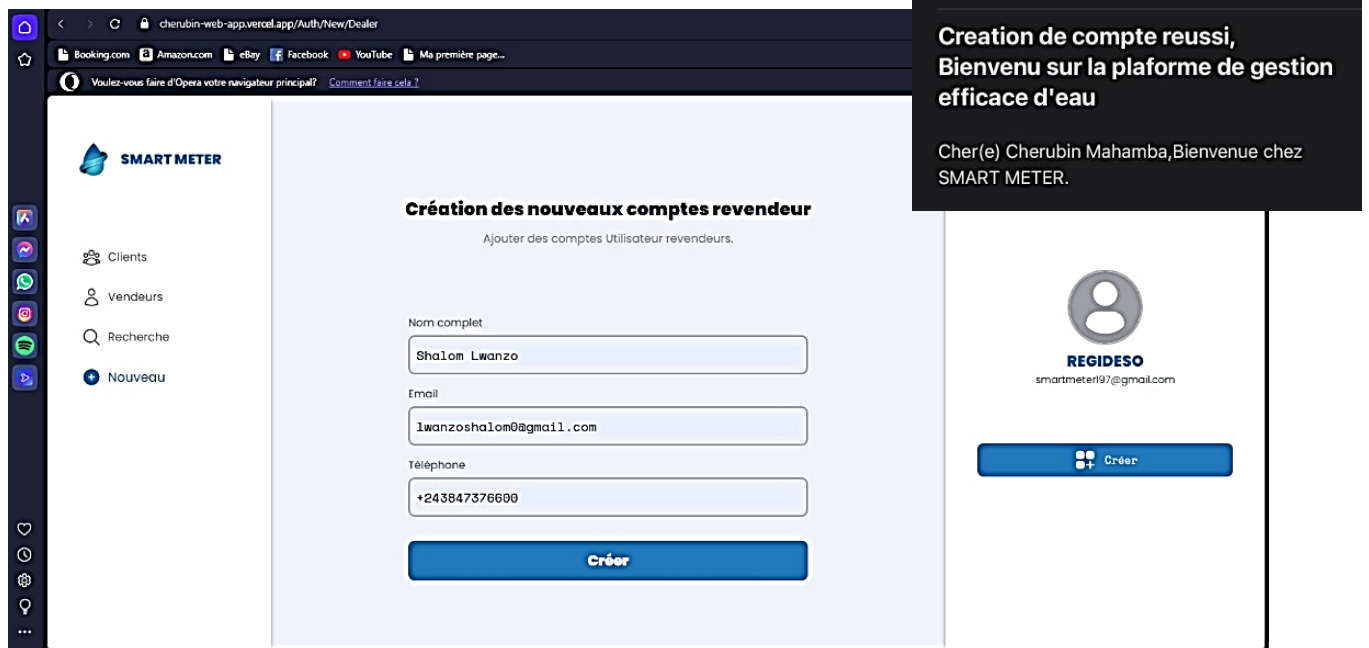


Figure 29 Création compte revendeur

Note : Lors de la création d'un compte client (administrateur) ou revendeur, vous devrez fournir deux noms, l'adresse email sur lequel on va vous envoyer un message de confirmation et le numéro de téléphone. Si un compte existe déjà avec l'adresse email ou le numéro de téléphone saisi, ou si vous tentez de créer un nouveau compte avec des informations déjà présentes dans le système, un message d'erreur sera automatiquement renvoyé pour vous informer de cette duplication.

5. Compte Client et/ou compte Revendeur crée

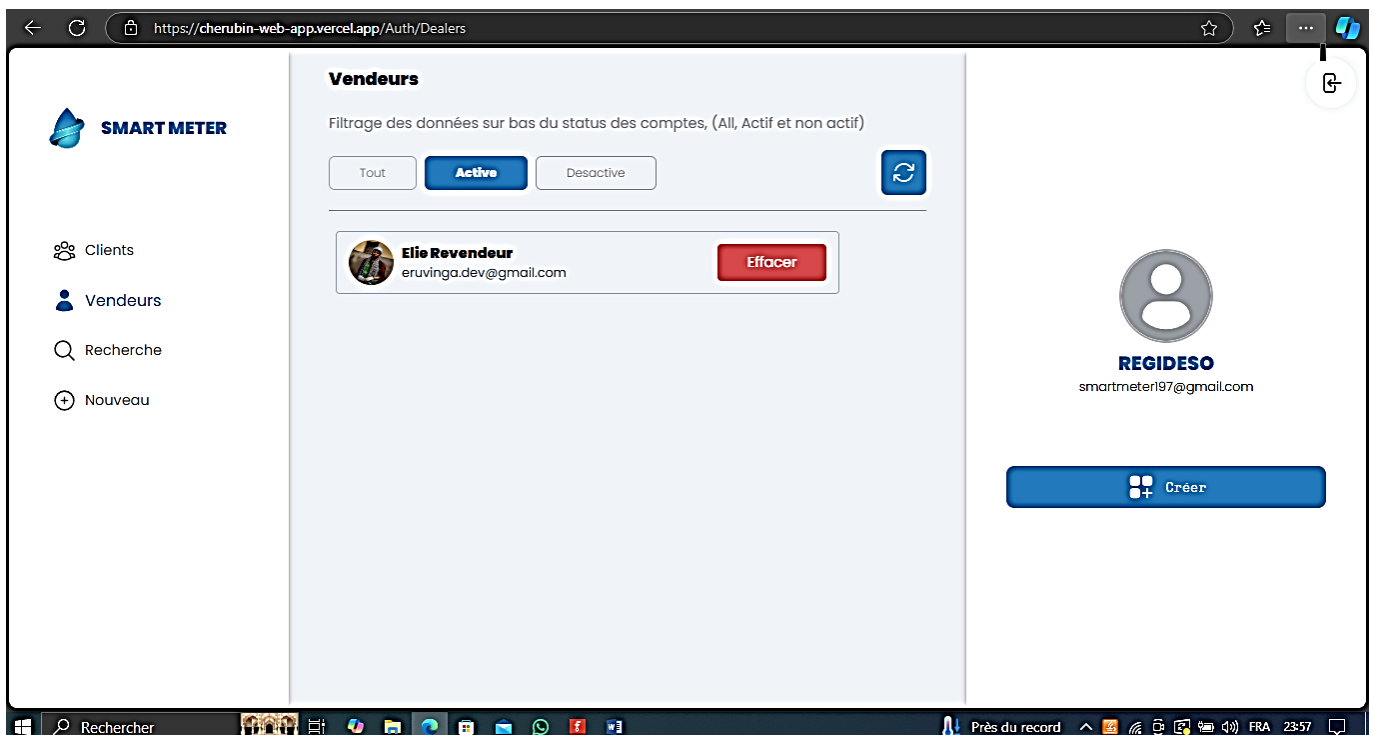


Figure 30 *Compte vendeur crée*

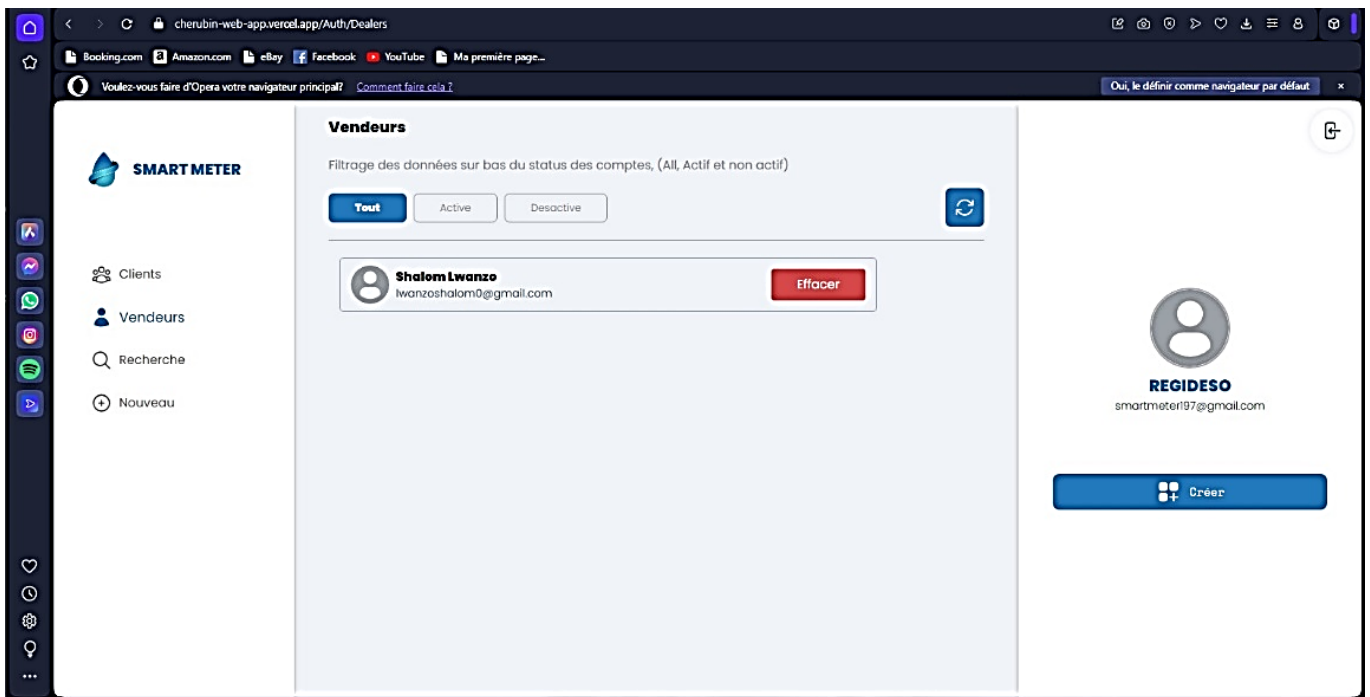


Figure 31 *Compte Revendeur crée*

Note : Le distributeur (REGIDESO) a la possibilité de visualiser l'ensemble des revendeurs ainsi que des comptes clients. Il peut filtrer et afficher les revendeurs et les clients de manière séparée ou ensemble, en fonction des besoins.

Dans l'interface, le distributeur peut également filtrer les comptes à l'aide de trois boutons :

- **Tout** : Affiche tous les comptes, qu'ils soient actifs ou non.
- **Actif** : Affiche uniquement les comptes qui sont déjà opérationnels, c'est-à-dire validés par l'utilisateur dans l'application Android.
- **Désactivé** : Affiche les comptes créés mais qui ne sont pas encore opérationnels, c'est-à-dire ceux qui n'ont pas été validés.

Enfin, chaque compte, qu'il s'agisse d'un compte client ou d'un compte revendeur, peut être supprimé par le compte distributeur (REGIDESO) si nécessaire.

2.2.2.2 Application Android pour le Compte administrateur

1. Page connexion et activation compte

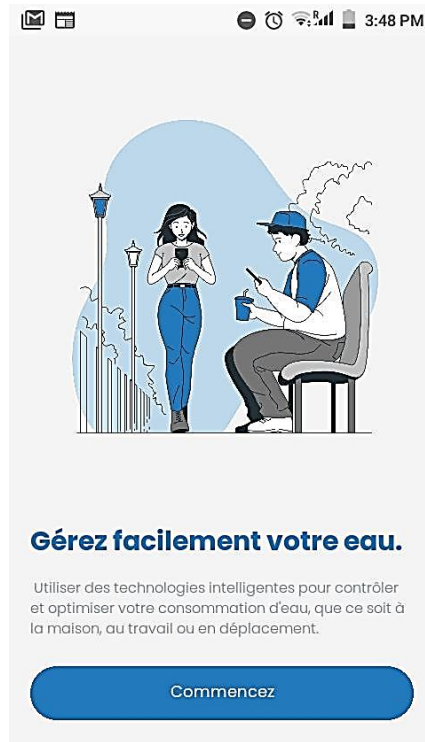


Figure 33 Page d'accueil application

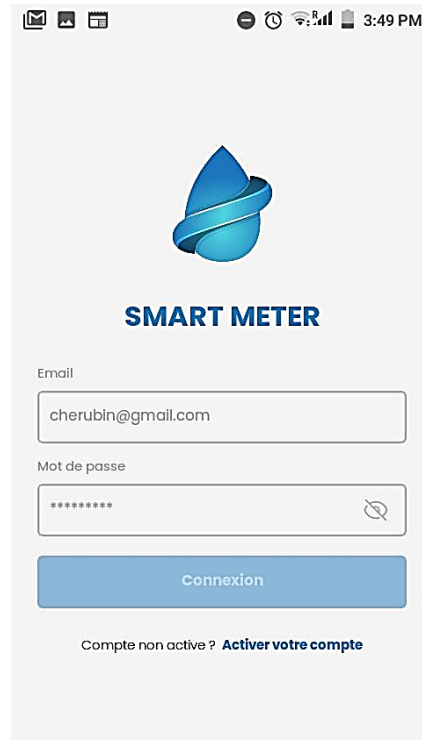


Figure 32 Page Activation
compte

Note : Page d'accueil de l'application. Cette interface permet à l'utilisateur de se connecter en saisissant son adresse e-mail et son mot de passe. Toutefois, l'accès au système est conditionné par l'activation préalable du compte. Sans cette étape, toute tentative de connexion sera refusée.

2. Page activation de compte



Saisissez votre adresse email

email

mahambacherubin69gmail.com

Envoyer

Figure 34 *Activation compte*

Note : Page de vérification de l'adresse e-mail. À cette étape, l'utilisateur doit saisir son adresse e-mail. Le système vérifie ensuite dans la base de données de la REGIDESO si cette adresse existe déjà. Cette vérification est essentielle pour valider l'accès.

3. Page validation activation



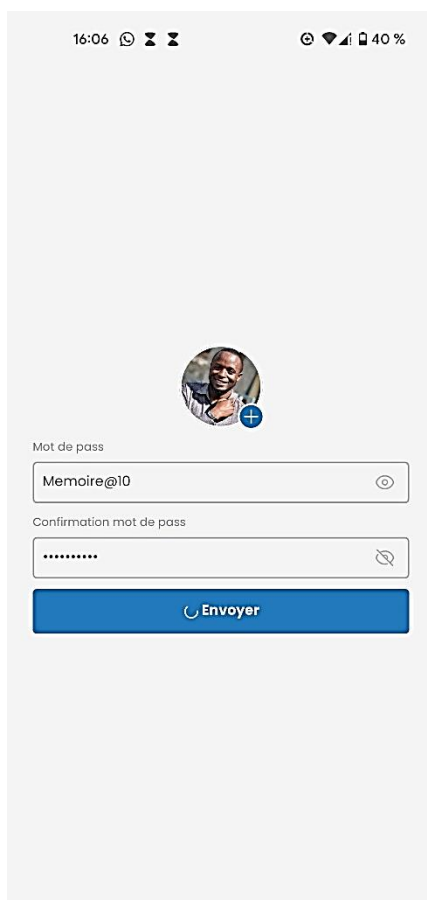
Figure 35 Code d'activation



Figure 36 Saisie code
d'activation

Note : Page de validation du compte. À cette étape, le système vérifie l'adresse e-mail saisie et envoie un code de validation à cette adresse. L'utilisateur doit ensuite entrer ce code pour confirmer et activer son compte. Cette procédure garantit que l'adresse e-mail est valide et appartient bien à l'utilisateur.

4. Page configuration mots de passe



16:06 100% 40%

Mot de pass

Memoire@10

Confirmation mot de pass

.....

Envoyer

Figure 37 Configuration compte

Note : Page de configuration du mot de passe. Après avoir saisi le code PIN envoyé par e-mail, l'utilisateur accède à cette page pour configurer un mot de passe sécurisé et ajouter une photo de profil à son compte. Ces deux éléments sont obligatoires pour finaliser l'activation du compte et garantir une identification unique et sécurisée.

5. Page d'accueil

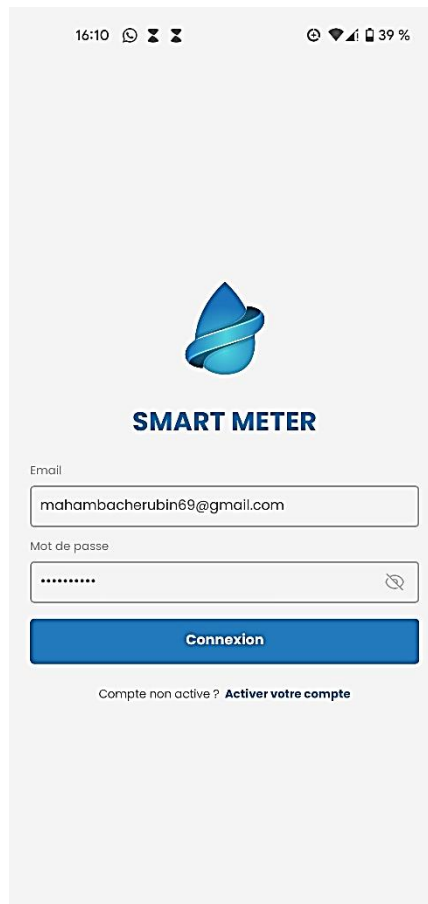


Figure 38 *Page d'accueil*

Note : Page d'accueil de l'application. L'utilisateur peut se connecter ici en saisissant son adresse e-mail et son mot de passe, maintenant que le compte a déjà été activé. Cette étape donne un accès sécurisé au système.

6. Page d'Accueil Administrateur

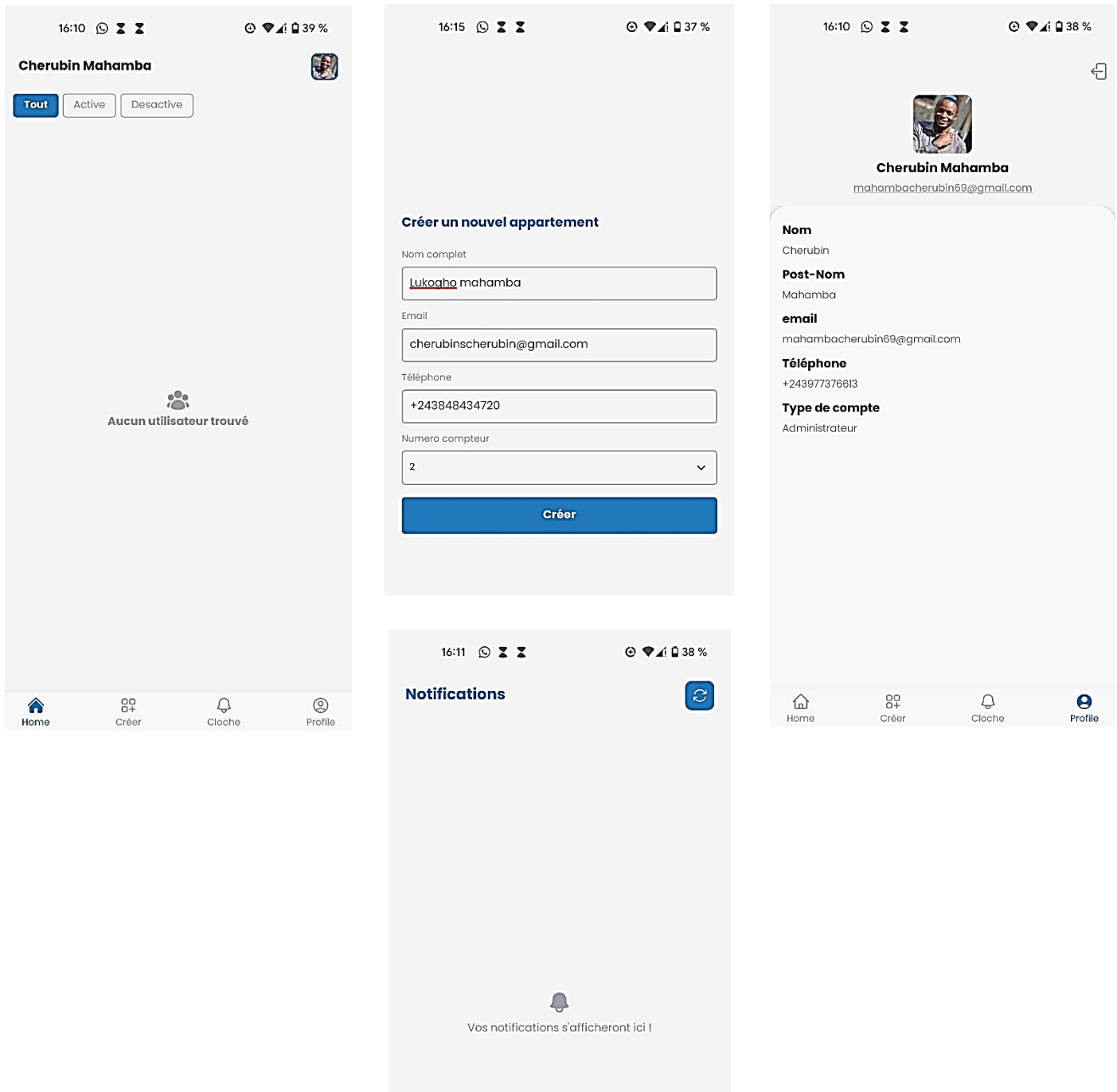


Figure 39 *Page d'Accueil Administrateur*

Note : La page d'accueil administrateur se compose de plusieurs onglets essentiels pour la gestion des clients et les interactions :

- Home : Cet onglet permet à l'administrateur de visualiser tous les clients qu'il a créés.
- Créer : C'est ici que l'administrateur peut ajouter de nouveaux clients.
- Cloche : Cet onglet affiche les notifications reçues par l'administrateur.
- Profile : Cet espace donne accès à la photo de profil de l'administrateur.

Ces différents onglets facilitent l'organisation et la gestion des clients depuis l'interface principale.

7. Page de Configuration et de Suivi des Comptes Clients

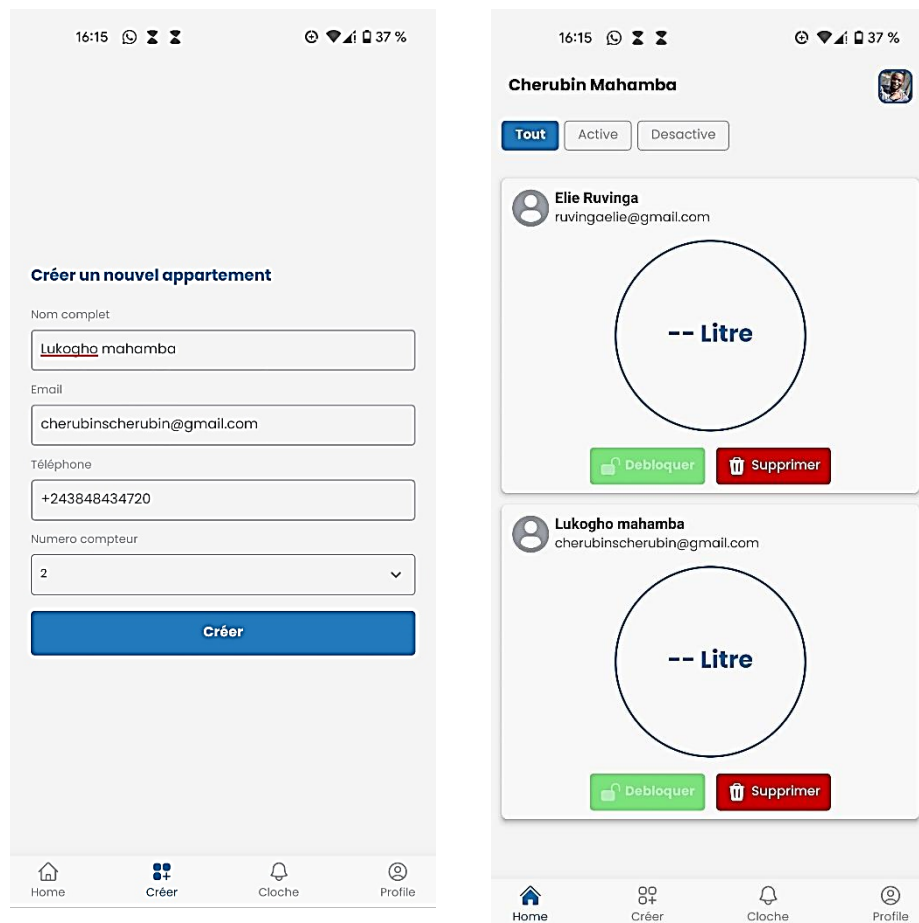


Figure 40 Configuration client

Note : La page de configuration des comptes clients permet à l'administrateur de gérer les comptes enregistrés. Une fois les comptes créés, ils apparaissent sur la page Home, où l'administrateur peut suivre en temps réel la consommation de chaque client. Actuellement, les comptes clients affichés n'ont pas encore été crédités, ce qui explique l'absence de données sur leur consommation. Dès qu'un client rechargera son compteur, les valeurs correspondantes apparaîtront sur cette page.

La page Cloche permet à l'administrateur de visualiser toutes les notifications envoyées aux clients depuis le système. Ces notifications sont centralisées pour faciliter le suivi des interactions.

Enfin, l'administrateur dispose de fonctionnalités pour gérer les comptes :

- En appuyant sur le bouton rouge Bloc, il peut bloquer ou débloquer la vanne d'un client.
- En appuyant sur le bouton vert, il peut supprimer définitivement un compte client si nécessaire.

Cette page assure une gestion efficace des clients et un suivi optimal de leurs activités.

2.2.2.3 Application Android pour le Compte client

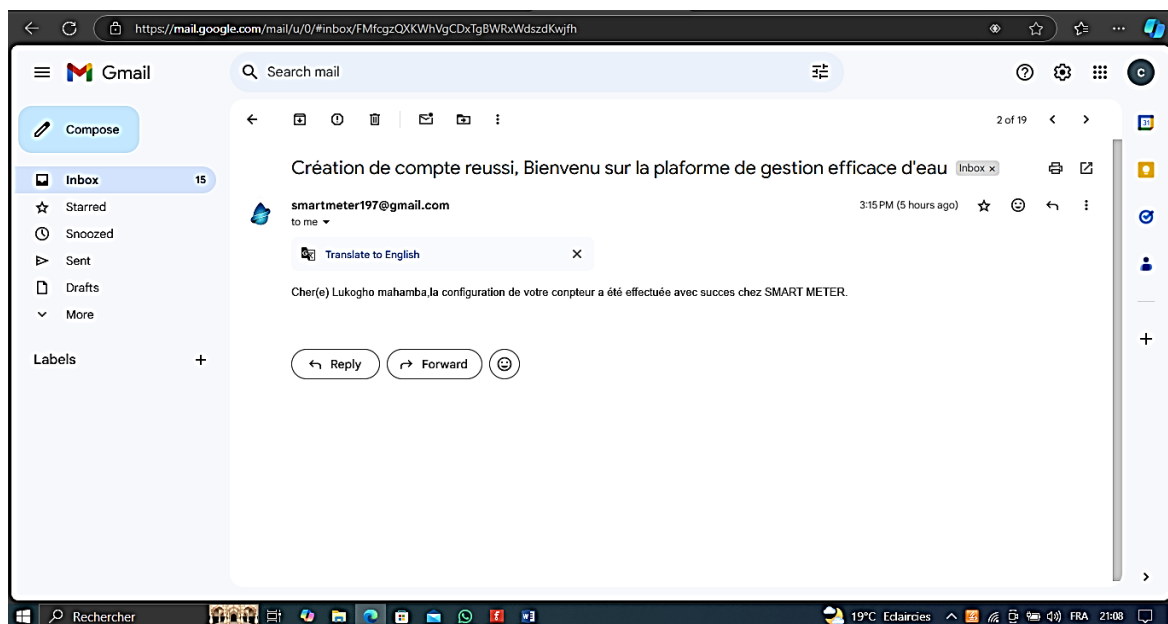


Figure 41 Mail de validation compte

1. Page d'accueil client

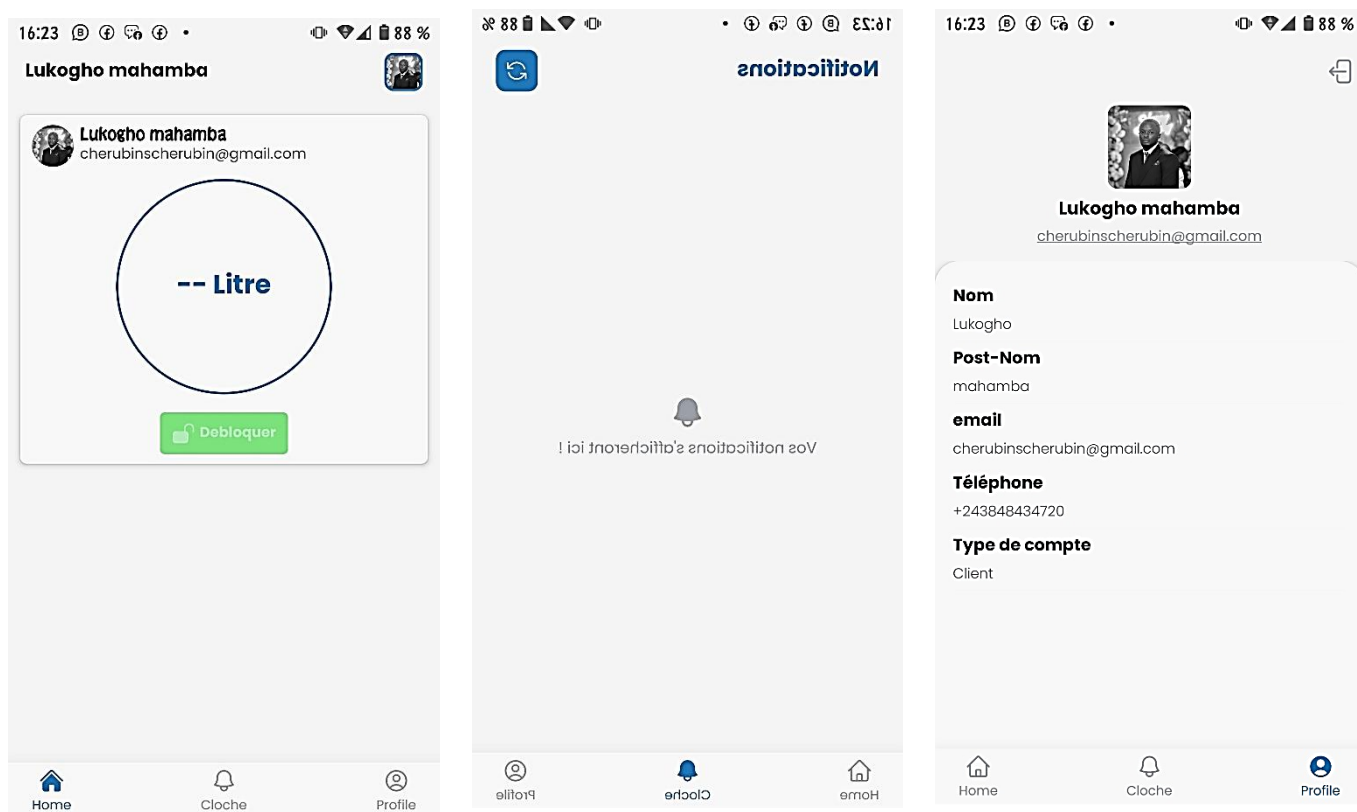


Figure 42 Page d'accueil client

Note : Avant La page d'accueil client se compose de trois onglets :

- Home : Affiche en temps réel la quantité d'eau disponible. Le bouton "Débloquer" permet d'activer l'accès à l'eau une fois le client rechargé. Actuellement, aucune donnée n'est visible car le client n'a pas encore crédité son compte.
- Cloche : Regroupe toutes les notifications liées au compte du client.
- Profil : Permet de consulter les informations personnelles du client.

L'accès à ces fonctionnalités nécessite une configuration préalable et l'activation du compte via l'application, confirmée par une notification et un email.

2.2.2.5 Application Android pour le Compte Revendeur

1. Page d'accueil revendeur

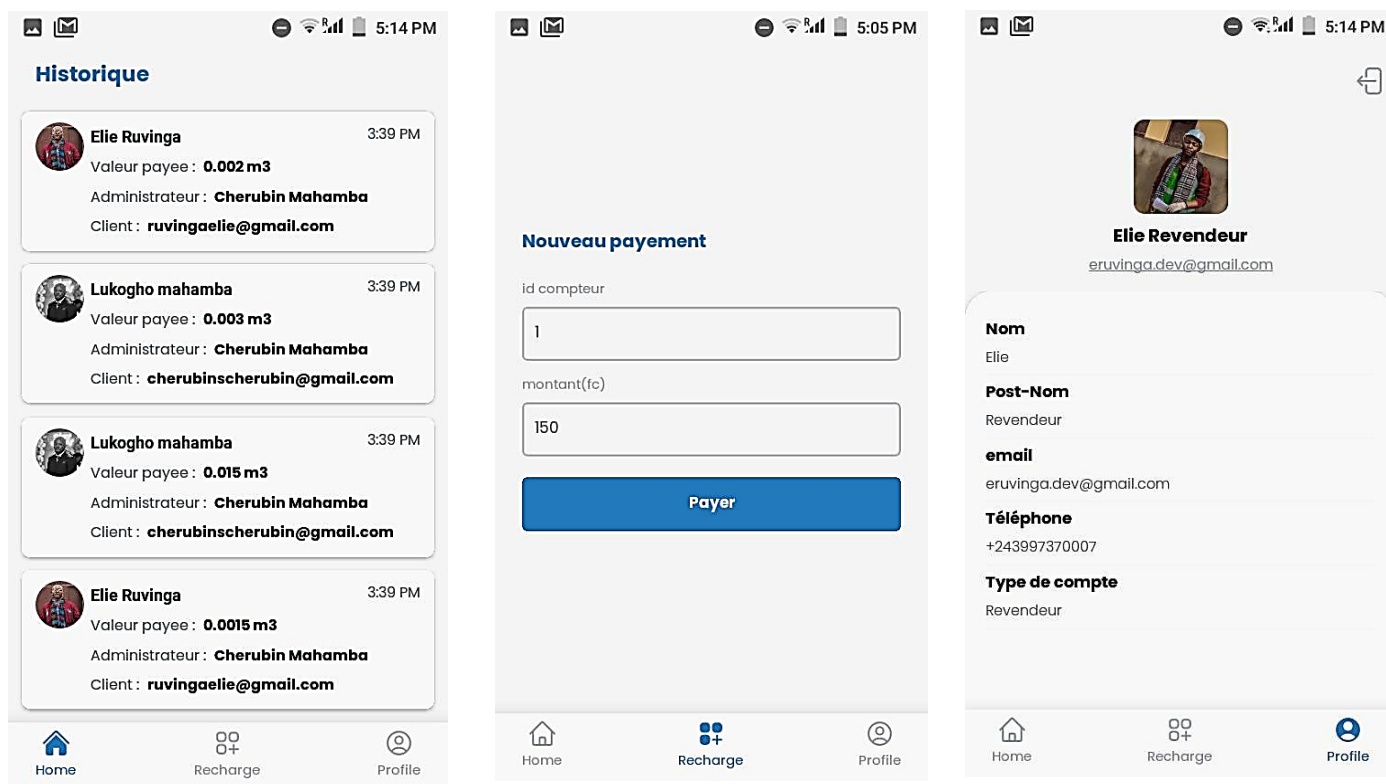


Figure 43 Page vendeur

- Note :** La page d'accueil revendeur est composée de trois sections principales :
 - Home : Permet de visualiser en temps réel l'historique des recharges déjà effectuées par le revendeur.
 - Recharge : C'est l'espace où le revendeur peut recharger le compte d'un client. Il doit y entrer l'identifiant du compteur et le montant payé. Dans notre configuration, 100 francs congolais équivalent à 0.01 litre d'eau.
 - Profil : Permet de consulter les informations du revendeur.

Cette interface facilite la gestion des transactions et le suivi des recharges pour le revendeur.

2.2.2.6 Lecture temps réel

1. Lecture en Temps Réel – Achat d’Eau

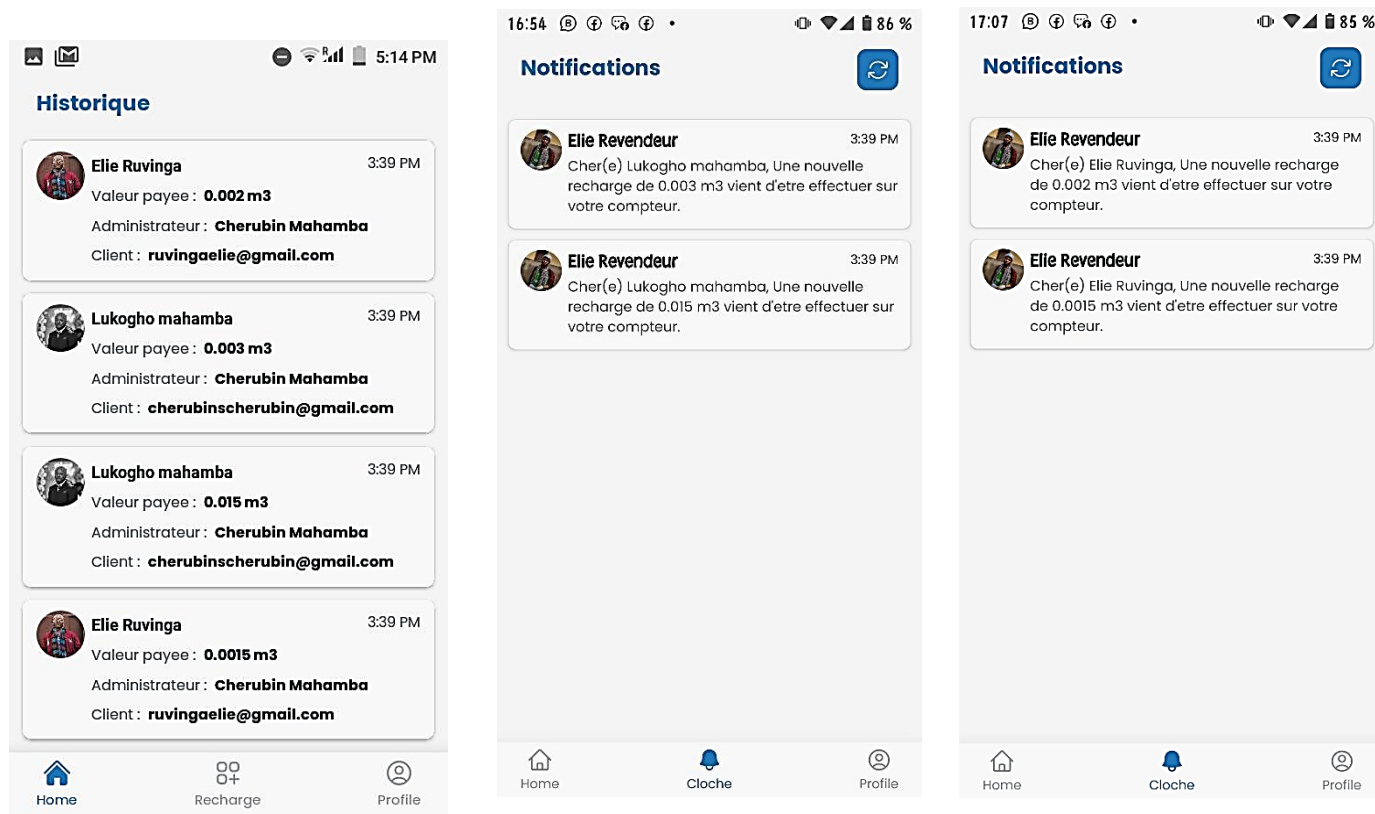


Figure 44 Notification recharge eau

Note : Lorsqu’un client effectue un achat d’eau chez un revendeur, une notification détaillée est générée instantanément, incluant le nom du revendeur qui a effectué la transaction.

- Au client : La notification informe que son compte a été rechargé, en précisant la quantité d’eau ajoutée, le montant payé et le nom du revendeur.
- À l’administrateur du client : La notification spécifie que ce client a effectué un achat, avec les détails complets de la transaction, y compris le nom du revendeur.

Ces notifications apparaissent dans l’espace Cloche du client et de l’administrateur, assurant un suivi transparent et immédiat des recharges.

2. Suivre consommation temps réel

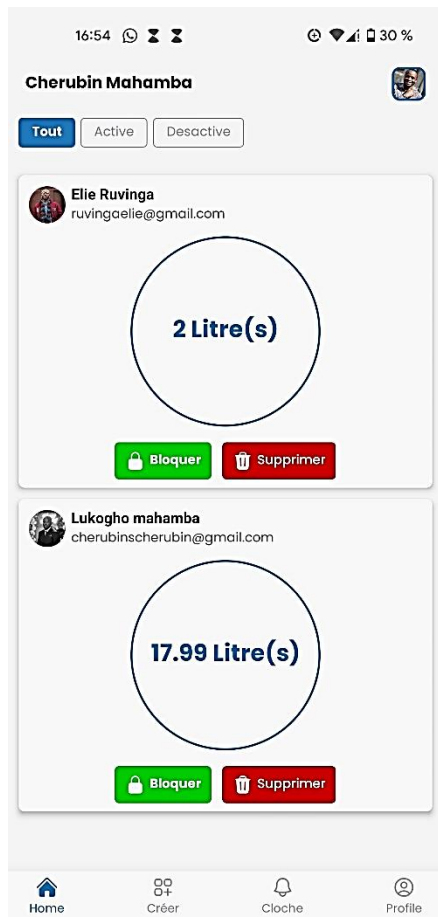


Figure 45 Lecture compteur temps réel

Note : L'administrateur peut suivre en temps réel la consommation de tous les clients via l'application. Par exemple, le client 1 dispose de 2 litres, tandis que le client 2 à 17,99 litres.

Depuis l'application, il est également possible de bloquer ou de supprimer les comptes clients si nécessaire.

Côté électronique, les données affichées dans l'application sont synchronisées avec les écrans des compteurs physiques. Par exemple, la consommation du client 2 (18 litres) est visible sur l'écran du compteur et correspond exactement à ce qui est affiché dans l'application.

De plus, sur notre maquette, une lampe de signalisation verte s'allume pour indiquer un fonctionnement normal. Lorsque le client est approvisionné, cette lampe clignote pour signaler que tout est opérationnel. Ce système assure un suivi précis et cohérent entre les données numériques et matérielles.

3. Alerte niveau d'eau très bas en temps réel

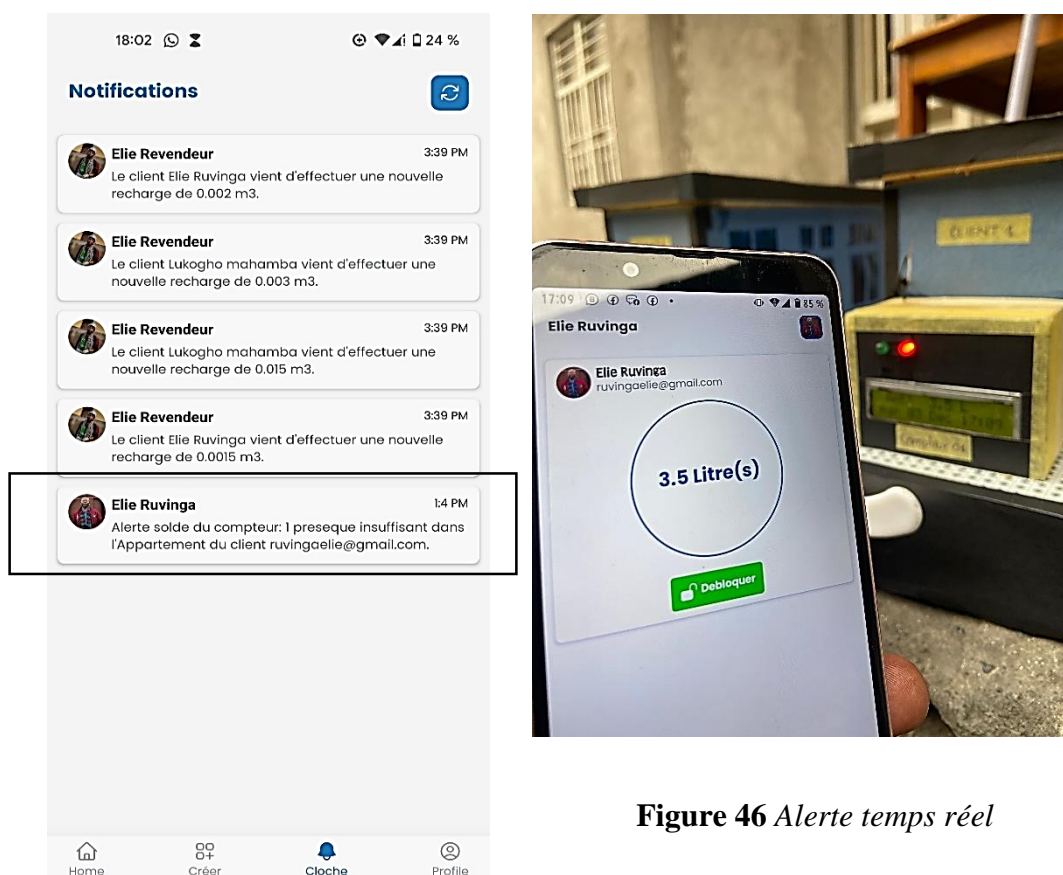


Figure 46 Alerte temps réel

Note : Lorsque le niveau d'eau descend en dessous de 0,02 litre, le système envoie une notification au client et à son administrateur pour signaler le niveau critique. La LED rouge commence à clignoter pour indiquer cette alerte.

Si le solde atteint zéro sans recharge, le compteur passe en état de coupure :

- La LED rouge continue de clignoter.
- Le buzzer émet un son pour signaler que le compteur est bloqué.

Pour rétablir le fonctionnement, le client doit effectuer une recharge. Une fois rechargé :

- La LED verte s'allume pour indiquer un retour à la normale.
- Le buzzer s'arrête automatiquement.

En cas de blocage manuel de l'électrovanne via l'application :

- La LED rouge s'allume pour signaler l'état bloqué, peu importe que le client soit en cours de consommation ou non.
- Le buzzer émet un son pour confirmer le blocage.

Il est important de noter que ce blocage manuel ne génère pas de notification. Les notifications sont exclusivement envoyées lorsque le niveau d'eau atteint un seuil inférieur à 0,02 litre.

4.3 Conclusion

Le quatrième chapitre, intitulé Réalisation du compteur prépayé d'eau, constitue la phase pratique et finale de ce projet, où les concepts théoriques sont transformés en une solution tangible et fonctionnelle. Ce chapitre présente une vue d'ensemble complète de la réalisation du système, combinant à la fois la partie électronique et informatique du compteur prépayé d'eau. À travers les explications détaillées et les captures d'écran des interfaces, ainsi que la maquette complète du système, il est possible de visualiser comment l'intégration des composants électroniques et des logiciels s'est effectuée pour donner vie au projet.

La maquette complète montre le résultat physique du compteur prépayé, mettant en lumière l'assemblage des différents éléments électroniques tels que les capteurs de débit, le microcontrôleur, et le module de communication. Chaque composant a été soigneusement intégré pour garantir la précision des mesures et la fiabilité du système. En parallèle, les interfaces logicielles ont été développées pour faciliter la gestion des données par les

utilisateurs, qu'il s'agisse des administrateurs, distributeurs ou clients, avec des fonctionnalités de suivi en temps réel de la consommation, de gestion des recharges et de notifications automatiques. Les captures d'écran illustrent non seulement les différentes pages de l'application Android et du site web, mais aussi la manière dont les utilisateurs interagissent avec le système. Elles permettent de visualiser le flux des opérations et la simplicité d'utilisation, assurant ainsi une expérience fluide pour tous les acteurs impliqués dans la gestion du compteur.

En somme, ce chapitre a permis de valider la faisabilité du système à travers la réalisation concrète du compteur prépayé, en combinant les aspects matériels et logiciels pour offrir une solution complète et fonctionnelle. Cette réalisation démontre l'efficacité du système conçu et ouvre la voie à son déploiement et à sa mise en œuvre dans des environnements réels.

Cependant, un problème a été rencontré lors de la mise en place du système, lié au choix de l'électrovanne. La première électrovanne utilisée nécessitait une pression d'eau générée par une pompe pour fonctionner, ce qui n'était pas adapté à notre système. Pour pallier cela, une seconde électrovanne capable de fonctionner à zéro pression a été acquise. Toutefois, celle-ci présentait une section trop étroite, empêchant le débitmètre de comptabiliser correctement l'eau consommée.

Pour éviter tout dysfonctionnement, nous avons finalement décidé de retirer l'électrovanne de notre réalisation. Cependant, le circuit est déjà préparé pour intégrer une électrovanne à l'avenir. Des fils d'attente ont été laissés dans le montage afin que, lorsqu'une électrovanne adaptée sera disponible, il suffira de la connecter directement au circuit pour qu'elle fonctionne comme prévu, sans nécessiter de modifications supplémentaires.

CONCLUSION GENERALE

Ce mémoire, intitulé « Étude et Réalisation d'un Compteur Prépayé d'Eau Contrôlé à Distance par une Application Android », s'inscrit dans une démarche de modernisation des systèmes de gestion de l'eau, en réponse aux limites des compteurs traditionnels postpayés. Le projet a permis de concevoir un prototype fonctionnel intégrant des composants électroniques (capteur de débit, microcontrôleur Arduino, électrovanne, module Wi-Fi) et des outils informatiques (application Android et interface web). Ce système propose une solution innovante pour le suivi en temps réel de la consommation d'eau, la gestion des recharges, et l'émission de notifications automatisées.

La réalisation a démontré que la combinaison d'une architecture matérielle et logicielle moderne permet d'offrir une gestion fluide et transparente des ressources en eau. Le système facilite le suivi pour les utilisateurs, améliore l'efficacité opérationnelle pour les distributeurs (comme la REGIDESO), et promeut une utilisation plus responsable de l'eau. La mise en œuvre du projet a prouvé sa faisabilité technique à travers des tests concluants, avec une synchronisation réussie entre les composants électroniques et les interfaces utilisateur. Ainsi, ce travail contribue à la transition numérique dans la gestion des ressources hydriques, en ouvrant la voie à un déploiement à grande échelle de compteurs intelligents pour répondre aux défis économiques, techniques et sociaux du secteur.

Dans le contexte de la RDC, notamment à Goma, il est recommandé à la REGIDESO d'adopter un déploiement progressif du système de compteur prépayé d'eau dans des zones pilotes afin d'évaluer son efficacité et son adaptation aux réalités locales. Pour pallier les défis énergétiques fréquents, l'intégration de batteries solaires garantirait une alimentation continue des compteurs. De plus, la sécurisation des données via des protocoles de cryptage avancés est cruciale pour renforcer la confiance des utilisateurs et protéger les informations sensibles. Afin de faciliter l'adoption du système, des campagnes de sensibilisation et de formation devraient être menées pour accompagner les abonnés et les techniciens dans l'utilisation efficace du dispositif. Par ailleurs, l'ajout de fonctionnalités évolutives, telles que des alertes automatisées ou des analyses prédictives de consommation, permettrait à la REGIDESO d'optimiser la

gestion des ressources en eau et de mieux anticiper les besoins des usagers. Enfin, un partenariat stratégique entre la REGIDESO et les développeurs du système assurerait une intégration harmonieuse avec les infrastructures existantes et contribuerait à une modernisation durable et efficace du réseau d’approvisionnement en eau.

Référence

- [1] P. H. Gleick, *The World's Water: The Biennial Report on Freshwater Resources*, Island Press, 2018.
- [2] U. L. Casey Brown, *Water and Economic Development: The Role of Variability and a Framework for Resilience*, Wiley, 2006.
- [3] M. J. Roberts, *Smart Metering: Technologies and Applications*, Elsevier, 2021.
- [4] C. Brown et U. Lall, «Water and Economic Development: The Role of Variability and a Framework for Resilience,» *Natural Resources Forum*, 2006.
- [5] J. Anderson et R. Smith, «IoT-Based Applications and Remote Monitoring,» *Journal of Applied Technology*, 2020.
- [6] S. Martin, *Les technologies de mesure de consommation d'eau*, Presses Académiques, 2018.
- [7] T. Dubois, *Les compteurs d'eau mécaniques : fonctionnement et limitation*, 2020.
- [8] S. Martin, *Technologie et fonctionnement des compteurs d'eau*, Presses Techniques, 2020.
- [9] H. Godart, «Adduction et distribution d'eau,» *Techniques de l'ingénieur*, 2024.
- [10] (IWA), *Prepaid Water Meters: A Guide to Implementation and Benefits*, IWA Publishing, 2020.
- [11] R. Commission, *Prepaid Water Metering: Benefits and Challenges*, 2019.
- [12] S. Lee, *Real-Time Data Management and Prepaid System for Smart Water Metering,*, 2018.
- [13] Y. Zhang, «Application of RFID Technology in Smart Water Metering,» *Journal of Internet Technology*.
- [14] J. Kim, «Application of GPRS-Based Remote Meter Reading System,» *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 2020.

- [15] C. H. Lee, *The Use of Wi-Fi and Bluetooth in Smart Metering Systems*, 2020.
- [16] M. Sanchez, «LoRa-Based Smart Metering for Water Management,» *Journal of Smart Cities*, 2021.
- [17] W. Miller, «Flow Measurement Engineering Handbook,» *McGraw-Hill Education.*, 2018.
- [18] *Wi-Fi Handbook: Building 802.11b Wireless Networks*, McGraw-Hill Education, 2020.
- [19] L. Johnson, *Electromagnetic Valves: Principles and Applications*, Wiley, 2020.
- [20] A. Johnson, *Electromechanical Relays: Principles and Applications*, Wiley, 2019.
- [21] K. Ghosh, *Liquid Crystal Displays: Fundamentals and Applications*, CRC Press, 2018.
- [22] C. Smith, *Microelectronic Circuits*, Oxford University Press, 2019.
- [23] *LED Lighting: Technology and Perception*, Wiley, 2019.
- [24] T. Johnson, *Electroacoustic Devices: Principles and Applications*, Springer, 2021.
- [25] L. Jones, *Real-Time Clock Design and Applications*, Springer, 2020.
- [26] H. Kiehne, *Battery Technology Handbook*, CRC Press, 2001.
- [27] F. Chris Heymans, *Les Limites et Possibilités de la consommation d'eau Prépayée en milieu urbain en Afrique: Leçons tirées de l'enquête*, World Bank Document, Août 2014.
- [28] «How Secure Are Prepaid Meter Systems Against Fraud?,» *YTL Power International Berhad*, 2021.
- [29] E. Johnson, *Water Metering and Resource Management*, Springer, 2018.
- [30] K. Gupta, *Microcontrollers: Fundamentals and Applications*, Wiley, 2019.
- [31] H. Gleick, *The World's Water: The Biennial Report on Freshwater Resources*, Washington, D.C.: Island Press, 2018.
- [32] J. Roberts, *Smart Metering: Technologies and Applications*, Amsterdam: Elsevier, 2021.
- [33] L. Brown et M. Davis, *Fundamentals of Water Meter Engineering*, New York: Wiley, 2016.

- [34] D. Green, «Mechanical Flow Measurement Techniques,» *International Journal of Mechanical Engineering*, 2019.
- [35] P. Lefebvre, Composants des systèmes de mesure d'eau, Publications Techniques, 2020.
- [36] C. Moreau, Comprendre le fonctionnement des compteurs d'eau, Éditions Pratiques, 2021.
- [37] R. Commission, Prepaid Water Metering: A Comprehensive Guide, Water Research Commission, 2018.
- [38] (AWWA), Water Meter Design and Construction: A Comprehensive Guide, AWWA, 2020.
- [39] (IWA), Prepaid Water and Electricity Meters: An Overview of Technology and Implementation, IWA Publishing, 2021.
- [40] K. Gupta, Microcontrollers: Fundamentals and Applications, Wiley, 2018.
- [41] B. Evans, Arduino Cookbook: Recipes to Begin, Expand, and Enhance Your Projects, O'Reilly Media, 2017.
- [42] C. Smith, Microelectronic Circuits, Oxford University Press, 2019.
- [43] J.Sons, Liquid Crystal Displays: Fundamentals and Applications, Wiley, 2017.
- [44] GSM and GPRS for Mobile Communications, Wiley, 2018.
- [45] Wi-Fi Handbook: Building 802.11b Wireless Networks, McGraw-Hill Education, 2020.
- [46] L. Johnson, Electromagnetic Valves: Principles and Applications, Springer, 2020.
- [47] D. J. S. e. R. A. Johnson, Electromechanical Relays: Principles and Applications, Wiley, 2019.
- [48] J. R. S. e. E. T. Johnson, Electroacoustic Devices: Principles and Applications of Buzzers and Speakers, Springer, 2021.
- [49] R. W. Miller, Flow Measurement Engineering Handbook, McGraw-Hill Education, 2018.
- [50] B. Cherny, Programming TypeScript, O'Reilly Media, 2019.

- [51] R. B. e. C. Bresnahan, *Arduino Programming in 24 Hours*, Sams Publishing, 2019.
- [52] A. Hussain, «Design and Implementation of Prepaid Water Metering System,» *Journal of Electrical Engineering & Technology*.
- [53] S. Zhou, *LoRaWAN-Based Water Metering System for Smart Cities*, 2019.
- [54] M. Ziegler, «Development of a Smart Water Metering System Based on Internet of Things (IoT) Technology,» *International Journal of Engineering & Technology*.
- [55] J. Park, *Energy-Efficient Smart Water Metering System: Design and Implementation*, 2020.
- [56] A. Kumar, *Challenges and Solutions in Smart Water Metering*, 2021.
- [57] G. Li, «Smart Water Metering System with Prepaid Management Based on IoT,» *Journal of Water and Environment Technology*.
- [58] M. J. Boulos, *Security Challenges in RFID-Based Smart Metering Systems*, 2017.
- [59] S. Hong, «Smart Water Metering System Based on IoT and Prepaid Mechanism,» 2020.
- [60] A. Singh, «Low-Cost GPRS-Based Water Metering System,» *International Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 2019.
- [61] F. Huang, «Wi-Fi-Based Smart Metering Solutions,» *Journal of Wireless Communications and Mobile Computing*, 2020.
- [62] C. Wei, «Bluetooth Low Energy-Based Water Metering System,» *Sensors*, 2019.
- [63] M. Zhou, «Long Range Wireless Communication for Smart Water Metering,» *Transactions on Industrial Informatics*, 2019.
- [64] J. Liu, «Data Processing in Smart Water Metering Systems Using Microcontrollers,» *International Journal of Electronics*, 2019.
- [65] T. Tan, «Microcontroller and IC Interfacing in Smart Water Metering Systems,» *Journal of Control Engineering and Technology*, 2020.
- [66] S. Gupta, «Hall Effect Flow Meters: Principles and Application,» *International Journal of Instrumentation and Control*, 2019.

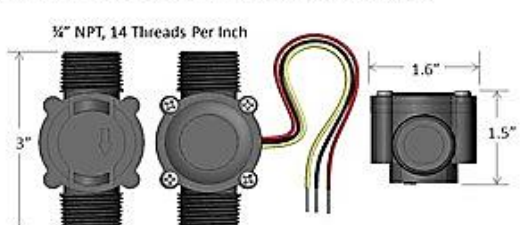
- [67] «Turbine Flow Sensors for Water Metering Applications,» *Journal of Flow Measurement and Instrumentation*, 2020.
- [68] «Ultrasonic Flow Meters for Water Measurement: A Review,» *Measurement Science and Technology*, 2017.
- [69] «Signal Conditioning for Flow Sensors in Water Metering Systems,» *International Journal of Electronics and Communication Engineering*, 2020.
- [70] Battery-Powered Water Meters: A Review of Power Supply Solutions," *Energy,, 2018.
- [71] «Solar-Powered Smart Water Meters: Design and Performance,» *Renewable Energy*, 2020.
- [72] «Power Supply Solutions for Smart Water Meters: Grid and Off-Grid Systems,» *Energy Systems*, 2019.
- [73] «Low Power Consumption Strategies for Water Metering Systems,» *Journal of Energy and Power Engineering*, 2020.
- [74] <https://images.google.com/>. [En ligne]. Available: <https://images.google.com/>.

Annexes

Datasheets

Water Flow Meter
 3/4" NPT, Open Collector

Description:
 This is a general purpose water flow meter. It includes circuitry that generates a digital pulse rate proportional to water flow. The digital pulse output is an open collector that easily connects to a microcontroller input. The pipe connections are 3/4" NPT and fit US standard PVC irrigation pipe installations.



Specifications:

Part Number	HA-1033
Power	4 to 18VDC
Flow Rate	0.25-16 Gallons/Min. (1 - 60 Liters/Min.)
Cable	18 inches, 22 AWG Wire
Case Material	Plastic
Flow Sensor	Turbine with Hall sensor
Pulse Output	1380 Pulses/Gallon
Accuracy	±10%
Maximum Pressure	< 175 PSI (< 1.2 Mpa)
Fluid Compatibility	Water
Pipe Connections	3/4 " NPT, 14 Threads/inch

P2N2222A

Amplifier Transistors NPN Silicon

Features
 * Data on Pb-Free Devices†

MAXIMUM RATINGS (T_c = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Value	Units
Collector-Emitter Voltage	V _{CE}	40	Vdc
Collector-Base Voltage	V _{CB}	10	Vdc
Emitter-Base Voltage	V _{EB}	0.8	Vdc
Collector Current - Continuous	I _C	800	mA
Base-Drive Dissipation @ T _c = 25°C	P _h	625	mW
Base-Drive Dissipation @ T _c = 25°C	P _b	2.0	mW/°C
Watt-Seconds Dissipation @ T _c = 25°C	W _s	1.8	J
Watt-Seconds Dissipation @ T _c = 25°C	W _s	12	mJ/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T _j , T _{stg}	-55 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Units
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	R _{θJA}	250	°C/W
Thermal Resistance, Junction-to-Case	R _{θJC}	88.3	°C/W

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.



ON Semiconductor®
<http://www.onsemi.com>

COLLECTOR

BASE

EMITTER

TO-18 CASE ON STYLE 17

STRAIGHT LEAD SINGLE LEAD

BENT LEAD SOIC 8 FULL ANCHORAGE

PACKAGE DIMENSIONS

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

0.010

Device	Package	Shipping*
P2N2222A	TO-18 (Pb-Free)	8000 Units/Reel
P2N2222A-17	TO-18 (Pb-Free)	2000 Tape & Reel

†For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please consult the Soldering, Placement, Mounting and Handling Techniques Reference Manual, SOLDERM102.

*For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specification Brochure, BRD00112.

NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

FEATURES

- High current (max. 800 mA)
- Low voltage (max. 40 V)

APPLICATIONS

- Linear amplification and switching.

DESCRIPTION

NPN switching transistor in a TO-18 metal package.
PNP complement: 2N2907A.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector, connected to case

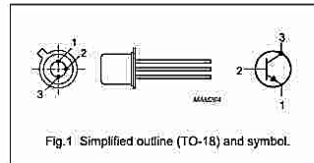


Fig. 1 Simplified outline (TO-18) and symbol.

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CB0}	collector-base voltage	open emitter	—	60	V
	2N2222 2N2222A		—	75	V
V_{CE0}	collector-emitter voltage	open base	—	30	V
	2N2222 2N2222A		—	40	V
I_C	collector current (DC)		—	800	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ\text{C}$	—	500	mW
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}$	75	—	—
f_T	transition frequency	$I_C = 20\text{ mA}; V_{CE} = 20\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	250	—	MHz
	2N2222 2N2222A		300	—	MHz
t_{off}	turn-off time	$I_{Con} = 150\text{ mA}; I_{BOn} = 15\text{ mA}; I_{BOff} = -15\text{ mA}$	—	250	ns

1N4001 Diode Pinout



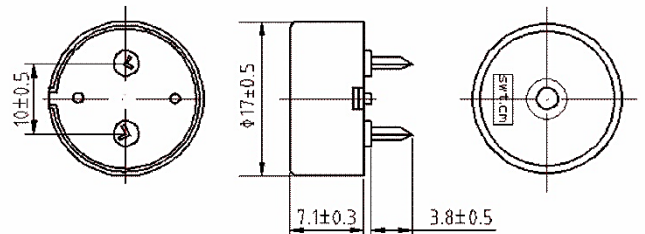
1N4001 Diode Electronic Symbol

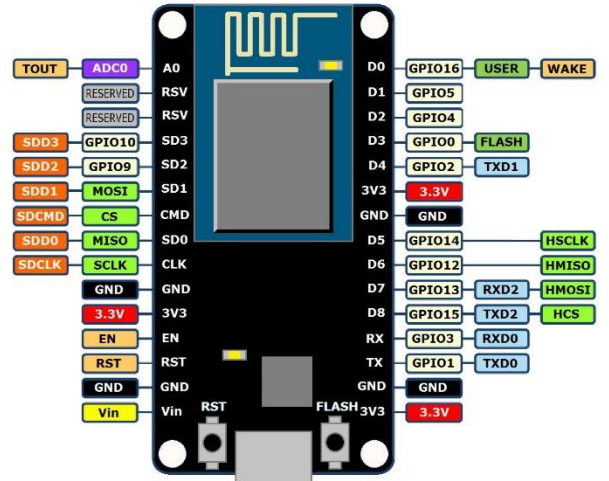
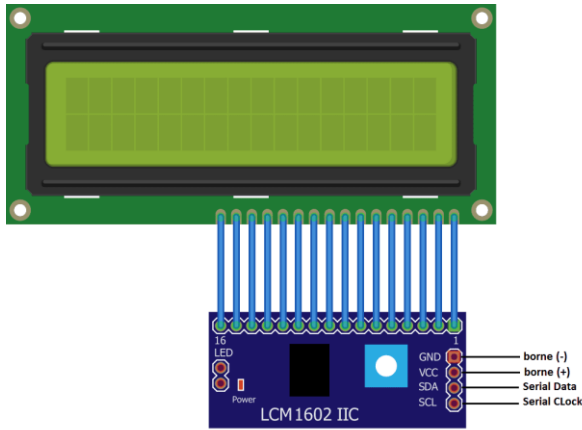


www.componentsinfo.com
Electronics Components Uses, Features, Pinouts, Equivalents, Applications & More...

SWT 芯威特 **Piezo Buzzer**
www.swt99.com Email:swt9@swt99.com

Part No:	PSE1770+4005PH
Rated Voltage (Vp-p)	5
Operating Voltage (Vp-p)	1~30
Max. Current Consumption (mA)	3
Min. Sound Output at 10cm(dB)	85 (at 5Vp-p square wave 4.0KHZ)
Resonant Frequency (KHZ)	4.0±0.5
Capacitance at 120Hz (nF)	17±30%
Operating Temperature (°C)	-20~+85
Storage Temperature (°C)	-30~+85
Housing Material	PBT





Codes

```
//WIFI CODE
/*
  Esp Client
*/
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <Arduino_JSON.h>
#include <FlowSensor.h>
const char* ssid = "Orange_0138";
const char* password = "6N354763RX";
String MessageDatas;
//Flow Senesor Datas
uint16_t type = YFS201; // type : Sensor type or pulse/liter
// uint16_t type = 450;
uint8_t pin_01 = 14; // pin D5 : interrupt pin
```

```

uint8_t pin_02 = 12; // pin D6 : interrupt pin
// define sensor
FlowSensor Sensor_01(type, pin_01);
FlowSensor Sensor_02(type, pin_02);
int i = 0; // increment value datas
//Your Domain name with URL path or IP address with path
String local_Api = "http://192.168.0.220:4002/Esp8266";
String remote_Api = "https://cherubin-restefull-api.onrender.com/Esp8266";
const char* server = "https://cherubin-restefull-api.onrender.com";
//Your Domain name with URL path or IP address with path
const int httpPort = 80;
const int httpsPort = 443;
// the following variables are unsigned longs because the time, measured in
// milliseconds, will quickly become a bigger number than can be stored in an int.
unsigned long lastTime = 0;
//unsigned long timerDelay = 600000;
// Set timer to 5 seconds (5000)
unsigned long timerDelay = 6000;
unsigned long timebefore = 0; // time before read flow datas
// define sensor datas
void IRAM_ATTR count_01()
{
    Sensor_01.count();
}
void IRAM_ATTR count_02()
{
    Sensor_02.count();
}
void setup() {
    // setup libs
    Sensor_01.begin(count_01);
    Sensor_02.begin(count_02);
    Serial.begin(115200);
    WiFi.begin(ssid, password);
    //Serial.println("Connecting");
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(500);
        //Serial.print(".");
    }
    // Serial.println("");
    // Serial.print("Connected to WiFi network with IP Address: ");
    // Serial.println(WiFi.localIP());

```

```

}
void saveDatas(String value, int index) {
  switch (index) {
    case 0: {
      // Serial.write("Status :");
      // Serial.println(value);
      //MessageDatas += value;
      break;
    };
    case 1: {
      // Serial.write("Counter datas : ");
      // Serial.println(value);
      MessageDatas += value;
      break;
    };
    case 2: {
      // Serial.write("Counter datas : ");
      // Serial.println(value);
      MessageDatas += "#" + value;
      break;
    };
  }
}
void readCounterDatas() {
  Sensor_01.read();
  Sensor_02.read();
}
void resetCounterDatas() { // reset conter datas
  Sensor_01.getPulse();
  Sensor_02.getPulse();
  // reset Volumes datas
  Sensor_01.resetVolume();
  Sensor_02.resetVolume();
}
void JsonCovertDatas(String ServerMsg){
  // json datas Read
  JSONVar myObject = JSON.parse(ServerMsg);
  // JSON.typeof(jsonVar) can be used to get the type of the var
  if (JSON.typeof(myObject) == "undefined") {
    //Serial.println("Parsing input failed!");
    return;
  }
}

```

```

// Serial.print("JSON object = ");
// Serial.println(myObject);
// Keys Datas
JSONVar keys = myObject.keys();
//Read datas in Application
for (int i = 0; i < keys.length(); i++) {
    JSONVar value = myObject[keys[i]];
    saveDats(value, i);
}
// send dats and Reset it
for (int i=0; i< MessageDats.length(); i++){
    Serial.write(MessageDats[i]);
}
Serial.write('\n');
//Reset
MessageDats="";
}
void insecureRequest() {
    // Send an HTTP POST request depending on timerDelay
    if ((millis() - lastTime) > timerDelay) {
        //Check WiFi connection status
        if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
            WiFiClient client;
            HTTPClient http;
            // Read Dats of Flower Sensor and Sending to server
            readCounterDats();
            String serverPath = local_Api + "?water_01=" + Sensor_01.getVolume() + "&water_02="
+ Sensor_02.getVolume();
            // Your Domain name with URL path or IP address with path
            http.begin(client, serverPath.c_str());
            // Send HTTP GET request
            int httpResponseCode = http.GET();
            if (httpResponseCode > 0) {
                Serial.print("HTTP Response code: ");
                Serial.println(httpResponseCode);
                String payload = http.getString();
                // convert dats to JSON
                resetCounterDats();// reset counter value
                JsonCovertDats(payload)
            }
            else {
                Serial.print("Error code: ");

```

```
    Serial.println(httpResponseCode);
  }
  // Free resources
  http.end();
}
else {
  Serial.println("WiFi Disconnected");
}
lastTime = millis();
}
}
void loop() {
  insecureRequest();
}
```