

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة قاصدي مرباح – ورقلة-

Université Kasdi Merbah – Ouargla –

Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

Département D'électronique Et Télécommunication



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER ACADIMIQUE

Filière : Electronique

Spécialité: Electronique des systèmes Embarqués

Thème

Systeme informatisé pour la commande - contrôle de la distribution de l'eau

Présenté par

GUESSOUM Amor

LABED Aimen

MESSAOUDI Walid

Devant le jury :

Nom et Prénoms	Grade	Qualité	Établissement
M ^{me} . Dahraoui Nadia	MCB	Président	UKM Ouargla
M ^r . Chergui A.Hakim	MCB	Examineur	UKM Ouargla
M ^{me} Gamouh Samia	MCB	Encadreur	UKM Ouargla

Remerciement

Nous remercions tout d'abord "ALLAH" de nous avoir donné le courage d'entamer et de finir ce mémoire dans de bonnes conditions.

Nous remercions notre promoteur Dr Gamouh Samia pour son aide, son orientation et ses conseils durant l'accomplissement du projet.

Nous remercions également les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail

Nous remercions tous les enseignants qui ont contribué à notre formation durant le cursus de graduation.

Enfin, nos remerciements pour tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire

إهداء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(واخفض لهما جناح الذل من الرحمة وقل ربي أرحمهما كما ربياني صغيرا) الإهداء الآية

24

أهدي هذا البحث المتواضع إلى

أمي الغالية

أبي العزيز

إلى كل أفراد عائلتي

كل زملائي وأصدقائي

كل الأساتذة الكرام

إلى كل من مد لنا يد العون من قريب أو بعيد ولو بكلمة طيبة

إلى كل محبي العلم والمعرفة

إلى كل من ذكره قلبي و لم يخطه قلبي

إلى كل هؤلاء جميعا أهدي ثمر*ة هذا العمل المتواضع

مسعودي وليد

إهداء

أهدي هذا العمل المتواضع إلى:

أبي العزيز

أمي الغالية

إلى إخوتي وأخواتي

إلى جميع عائلتي

إلى كل أصدقائي وزملائي بلا استثناء.

إلى كل من ذكره لساني ولم يكتبه القلم.

قسوم عمر

إهداء

أهدي هذا العمل المتواضع إلى:

أبي العزيز

أمي الغالية

إلى إخوتي وأخواتي

إلى جميع عائلتي

إلى كل أصدقائي وزملائي بلا استثناء .

إلى كل من ذكره لساني ولم يكتبه

القلم .

العابد أيمن

Sommaire

Remerciements.....	
Dedicace.....	
Liste des figures	IV
Liste des tableaux.....	VI
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Généralités sur L'irrigation agricole

I.1. Introduction.....	5
I.2. L'irrigation.....	5
I.2.1. Définition.....	5
I.2.2. Sources d'irrigation.....	5
I.2.3. Types d'irrigation :.....	6
I.2.3.1. Irrigation naturelle :	6
I.2.3.2. Irrigation artificielle :	7
I.2.4. Méthodes d'irrigation.....	7
I.2.4.1. Méthode d'irrigation par aspersion :	7
I.2.4.2. Méthode d'irrigation goutte-à-goutte.....	8
I.2.4.3. Méthode d'irrigation de surface:.....	9
I.2.6. Gestion de l'eau en agriculture.....	10
I.2.6.1. Planification de l'irrigation.....	11
I.2.6.2. Utilisation de technologies d'irrigation avancées des méthodes d'irrigation appropriées :.....	11
I.2.6.3. Gestion de l'eau de manière économe.....	11
I.2.6.4. Conservation de l'eau.....	11
I.2.7. Gestion de l'eau en Algérie.....	12
I.3. Conclusion.....	12

Chapitre II : Modélisation du système d'irrigation agricole

II.1. Introduction.....	14
II.2. Problématique et mise en situation.....	14
II.3. Objectif.....	14
II.4. Démarche de conception.....	15
II.5. Cahier des charges.....	16
II.5.1. Objectif du système :	16
II.5.2. Spécification de besoin :	16

II.5.3. Spécifications techniques :	17
II.5.4. Matériels et équipements :	18
II.5.5. Exigences de communication :	18
II.5.6. Paramétrage et personnalisation :	19
II.5.7. Les contraintes	19
II.5.7.1. Contraintes techniques :	19
II.5.7.2. Contraintes budgétaires et calendrier :	19
II.5.7.3. Maintenabilité et portabilité :	20
II.6. Analyse fonctionnelle	20
II.6.1. Analyse des besoins	20
II.7. Analyse structurelle des systèmes	22
II.7.1. La chaîne d'information	22
II.7.1.1. Module d'acquisition	22
II.7.1.2. Module de traitement	22
II.7.1.3. Module de communication	23
II.7.1.4. Constituants de la chaîne d'information	23
II.7.1.4.3. Réseau de communication (Module GSM):	23
II.7.1.4.4. Interfaces utilisateur :	24
II.7.2. Chaîne d'énergie	25
II.7.2.1. Source d'énergie :	25
II.7.2.2. Stockage d'énergie :	25
II.7.2.4. Commande d'utilisation :	25
II.7.2.5. Transmission et distribution d'énergie:	25
II.7.2.6. Utilisation de l'énergie :	25
II.8. Gestion du projet	26
II.8.1. Nomenclature matérielle	26
II.8.2. Planification du projet	27
II.8.3. Coût du projet	27
II.9. Conclusion	28

Chapitre III : Architectures matérielle &logicielle du système

III.1. Introduction:	30
III.2. Fonctionnement du système :	30
III-3. Description des différentes parties du système d'irrigation	31
III.3.1. Partie Material	31

III.3.1.1. Capteur de niveau d'eau :ST045	31
III.3.1.2. Module GSM Arduino GSM Shield	33
III.3.1.3. Unite de traitement :	35
III.3.1.3.1. Carte ArduinoUno	36
III.3.1.3.1.1. Brochage de la carte UNO	39
III.3.1.4. Relais :	39
III.3.1.5. Vannes solénoïdes :	41
III.3.1.6. Serveur :	42
III-3.2. Partie logicielle	42
III-3.2.1. Interface utilisateur en ligne :	43
III-3.2.2. Arduino sketch :	45
III-3.2.3. Node .js	47
III-3.2.4 http	48
III-3.2.5 fs	49
III-3.2.6. querystring	49
III-3.2.7. html	50
III-3.2.8. css	50
III-3.2 .9. java script	50
III.4. Conclusion	51

Chapitre IV : Simulation

IV.1. Introduction	53
IV.2. Simulation	53
IV.3. Présentation de Proteus	53
IV.4. Etude et simulation du fonctionnement du système de distribution d'eau pour l'irrigation	54
IV.4.1. Schema fonctionnel de la carte	54
IV.5 Simulation des différents blocs	55
IV.5.1. Système de détection de niveau d'eau	55
IV.5.2. Commande des relais	59
IV.5.3. Commande des vannes solénoïdes	60
IV.5.4. Système de communication	61
IV.5.4.1. La réception et la transmission du signal	61
IV.5.4.2. La liaison série UART	61
IV.5.5. Interface de contrôle	62

IV.5.5.1. l'administrateur	63
IV.5.5.2. Utilisateur	64
IV.5.6. Simulation du système de distribution d'eau pour l'irrigation	65
IV.6. Description de notre programme	65
IV.6.1. L'organigramme	65
IV.6.2. L'organigramme de programme principal	65
Conclusion générale :	68
Bibliographies :	69
Résumé:	71

Liste des figures

Chapitre I

FIGURE I.1: IRRIGATION NATURELLE	6
FIGURE I.2: IRRIGATION ARTIFICIELLE	7
FIGURE I.3 : IRRIGATION PAR ASPERSION	8
FIGURE I.4: IRRIGATION GOUTTE-À-GOUTTE	9
FIGURE I.5: MÉTHODE D'IRRIGATION DE SURFACE	10

Chapitre II

FIGURE II.1: DIAGRAMME DE PIEUVRE	20
FIGURE II.2 : CHAÎNE D'INFORMATION	24
FIGURE II.3: CHAÎNE D'ÉNERGIE	26

Chapitre III

FIGURE III.1: SCHÉMA SYNOPTIQUE DU SYSTÈME DE DISTRIBUTION D'EAU	31
FIGURE III.2: CAPTEUR DE NIVEAU D'EAU	32
FIGURE III.3 : BROCHAGE DU CAPTEUR DE NIVEAU D'EAU	33
FIGURE III.4: MODULE GSM SIM900	34
FIGURE III.5 : BROCHAGE MODULE GSM SIM900	35
FIGURE III.6 : MICROCONTRÔLEUR ATMEGA 328P	37
FIGURE III.7 : CARTE ARDUINO UNO	38
FIGURE III.8 - BROCHAGE DE LA CARTE UNO	39
FIGURE III.10: SCHÉMA DE PRINCIPE DU RELAIS	41
FIGURE III.11: PRINCIPE DE LA VANNE SOLÉNOÏDE	42
FIGURE III.12: INTERFACE ADMINISTRATEUR	44
FIGURE III.13: INTERFACE UTILISATEUR	45

Chapitre IV

FIGURE IV.1 : SCHÉMA SYNOPTIQUE GÉNÉRAL	55
FIGURE IV.2 : BROCHAGE DU CAPTEUR DE NIVEAU AVEC LA CARTE ARDUINO	56
FIGURE IV.3 : MESSAGE DE FERMETURE DE L'ELECTROVANE	56
FIGURE IV.4 : SIMULATION SOUS PROTEUS DE LA NON DISPONIBILITE DE L'EAU	57
FIGURE IV.5 : MESSAGE AVERTISSANT DE LA NON DISPONIBILITE DE L'EAU	57
FIGURE IV.6 : SIMULATION SOUS PROTEUS DE DISPONIBILITE DE L'EAU	58
FIGURE IV.7 : MESSAGE DE FERMETURE DE L'ELECTROVANE	58
FIGURE IV.8 : MESSAGE DE DETECTION DE FUITE D'EAU	59
FIGURE IV.9: BROCHAGE DU RELAI AVEC LA CARTE ARDUINO	59
FIGURE IV.10 : RELAI ET VANNES SOLÉNOÏDES	60
FIGURE IV.11 : ARDUINO ET GSM	62
FIGURE IV.12 : INTERFACE DE CONNEXION	62
FIGURE IV.13 : INTERFACE ADMINISTRATEUR	63
FIGURE IV.14 : LE CHOIX DU TYPE EST PUBLIC	64
FIGURE IV.15 : INTERFACE UTILISATEUR	64
FIGURE IV.16 : SIMULATION SOUS PROTEUS DU SYSTÈME DE CONTRÔLE	65
FIGURE IV.17: L'ORDRE CHRONOLOGIQUE DES ACTIONS À EFFECTUER	66

Liste des tableaux

Tableau II.1: Description des fonctions selon le diagramme de pieuvre	21
Tableau II.2: Liste d'approvisionnement	26
Tableau II.3: Delai et planification du projet	27

Liste des abreviations

AT: ATtension

CSD: Circuit Switched Data

DC: Direct current

FR4: Flame Retardant 4

GND: Ground

GPRS:General Packet Radio Service

GSM : Global System for Mobile Communications

IDE: Integrated development environment

IoT: Internet of things

MMS: Multimedia Messaging Service

PBCCH/PCCCH: Packet Broadcast Control Channel/The Packet Common Control Channel

PCB:Printed circuit board

RFID:Radio-frequency Identification

RX:receive serial pin

SMS:Short message service

TCP / IP:Transmission Control Protocol/Internet Protocol

TTL:Transistor-Transistor Logic

TX :transmit serialpin

UART : Universal Asynchronous Receiver/Transmitter

VCC :Common Collector Voltage

Introduction

Générale

Introduction générale

L'eau est une substance vitale pour la vie sur Terre. Elle est présente dans notre environnement sous forme liquide, solide (glace) et gazeuse (vapeur). L'eau couvre environ 71 % de la surface de la planète et constitue une ressource essentielle pour toutes les formes de vie, y compris les plantes, les animaux et les êtres humains [1].

L'agriculture est largement reconnue comme l'un des secteurs économiques les plus consommateurs d'eau à l'échelle mondiale, ce qui la rend fortement dépendante de cette ressource [2].

L'irrigation est l'utilisation intentionnelle de l'eau pour l'arrosage des cultures. Elle permet de suppléer aux précipitations insuffisantes et d'assurer une croissance optimale des plantes. L'irrigation peut être réalisée à partir de différentes sources d'eau, telles que les rivières, les lacs, les nappes phréatiques ou les systèmes de collecte et de stockage des eaux de pluie [3].

L'eau douce disponible pour l'agriculture est limitée et fait face à des pressions croissantes en raison de la croissance démographique, de l'urbanisation et du changement climatique. Il est donc important de promouvoir une gestion durable des ressources en eau et de trouver des moyens d'optimiser son utilisation agricole.

Pour assurer une irrigation agricole durable, il est important de promouvoir des pratiques d'irrigation efficaces, d'adopter des technologies d'irrigation avancées, de favoriser la réutilisation des eaux usées traitées, de mettre en place des mécanismes de régulation et de sensibiliser les agriculteurs à une utilisation responsable de l'eau. Une gestion intégrée de l'eau et une approche globale de la gestion des ressources en eau sont essentielles pour maximiser les avantages de l'irrigation agricole tout en minimisant ses impacts négatifs.

Les agriculteurs en Algérie font face à divers défis liés à l'irrigation et à la distribution d'eau dans leurs exploitations agricoles [4]. Parmi ces difficultés figurent les conflits liés aux horaires d'irrigation et à leur non-respect, ce qui entraîne un manque d'eau pour les fermes. De plus, le vol d'eau d'irrigation et les coupures de courant peuvent aggraver ce problème. Les fuites d'eau posent également un défi en entraînant un gaspillage et une utilisation inefficace

de cette ressource précieuse. Tous ces problèmes ont un impact négatif tant sur les agriculteurs que sur l'agriculture dans son ensemble.

Dans le but de résoudre ces problèmes et de trouver des solutions appropriées, nous avons élaboré un projet visant à mettre en place un système automatisé de distribution d'eau d'irrigation adapté aux besoins des utilisateurs. Ce projet repose sur l'ouverture et la fermeture automatiques des vannes aux moments appropriés pour assurer un fonctionnement optimal.

L'objectif principal de ce projet est d'optimiser l'utilisation de l'eau en fournissant une quantité adéquate aux cultures au bon moment. En mettant en œuvre ce système automatisé, nous visons à améliorer l'efficacité de l'irrigation, et à prévenir les gaspillages d'eau. Cela contribuera à une utilisation plus durable de l'eau dans les exploitations agricoles en Algérie et à atténuer les problèmes auxquels les agriculteurs sont confrontés.

La suite du présent mémoire traite les quatre principaux chapitres dont les contenus sont les suivants :

Le premier chapitre constitue un état d'art sur l'irrigation en agriculture. Une définition de l'irrigation sera donnée en premier lieu ainsi que des différentes sources d'eau utilisées. Ensuite, nous aborderons les différentes méthodes d'irrigation et leurs impacts majeurs sur l'agriculture, en soulignant les avantages et les inconvénients de chacune. Nous exposerons également les avantages de l'irrigation, tout en notant que l'utilisation inefficace de l'eau peut épuiser les ressources en eau. Cela souligne l'importance d'une planification adéquate et d'une gestion appropriée de l'irrigation. Enfin, nous concluons ce chapitre par la présentation de l'importance de l'irrigation en Algérie, tout en mettant en évidence les spécificités et les enjeux propres à ce pays.

Dans le second chapitre, l'objectif du projet qui repose sur les besoins des utilisateurs sera abordé. Nous commencerons par la mise en situation de la problématique qui nous a conduit à étudier ce projet afin de trouver une solution aux problèmes de distribution de l'eau dans les systèmes d'irrigation. Après nous exposerons les démarches de conception qui nécessitent l'utilisation de nouvelles approches, avec des analyses spécifiques qui requièrent l'utilisation de nouveaux outils. Ensuite, la gestion du projet sera présentée à la fin du chapitre à savoir la planification, le coût et les délais de réalisation

. Le troisième chapitre se concentrera sur l'étude de l'aspect matériel et logiciel du système. Nous examinerons les différents éléments nécessaires pour le contrôle de la distribution de l'eau pour l'irrigation, en commençant par présenter l'architecture matérielle, en expliquant les connaissances de base sur les fonctionnalités des divers modules constituant le système. Ensuite, nous présenterons les logiciels utilisés pour la réalisation de ce projet.

Après avoir examiné les composants essentiels que nous avons utilisés dans notre système de "Commande à distance", Le dernier chapitre sera consacré à la description de toutes les étapes nécessaires à la simulation et la réalisation de notre projet.

Enfin, nous terminerons par une conclusion générale et nous évoquerons les perspectives relatives à ce modeste travail.

Chapitre I

Généralités

Sur

L'Irrigation Agricole

I.1. Introduction

Avec 70 % de la consommation mondiale d'eau, l'agriculture est sans conteste le secteur d'activité le plus consommateur d'eau. Depuis le début du XXe siècle, la superficie des terres cultivées en général, et celle des terres irriguées en particulier, a beaucoup augmenté pour faire face à l'accroissement de la population et des besoins alimentaires [5].

La gestion de l'eau dans l'agriculture est un enjeu complexe qui nécessite des techniques prenant en compte les besoins en eau des cultures, les contraintes environnementales, et la préservation des ressources en eau .

I.2. L'irrigation

L'irrigation, qui remonte aux civilisations égyptiennes, continue de nos jours, d'évoluer en tant que technique agricole [6]. Elle est souvent utilisée en complément de l'irrigation pluviale afin d'améliorer les rendements et prolonger la saison agricole. Malgré son utilisation répandue, de nombreux systèmes d'irrigation demeurent traditionnels, tels que l'irrigation gravitaire ou par submersion ce qui entraîne une faible efficacité. Par conséquent, il est nécessaire de développer des dispositifs d'irrigation plus efficaces pour minimiser les pertes d'eau et optimiser l'utilisation des ressources hydriques dans l'agriculture

I.2.1. Définition

L'irrigation est une opération humaine qui consiste à amener de manière régulière de l'eau douce à des cultures pour remplacer ou compléter les précipitations naturelles. Elle est utilisée pour maintenir la croissance et la productivité des cultures, en fournissant l'eau nécessaire à leurs besoins. Utilisée depuis des milliers d'années pour augmenter les rendements agricoles, elle est devenue une pratique courante dans le monde entier, en particulier dans les régions arides et semi-arides où l'eau est rare [7].

I.2.2. Sources d'irrigation

Les sources d'irrigation désignent les différentes ressources en eau utilisées pour alimenter les systèmes d'irrigation. Ces derniers requièrent une quantité importante d'eau provenant de différentes sources[8] :

Eau de surface : Cela comprend les rivières, les lacs, les étangs, les réservoirs et les canaux. L'eau est prélevée à partir de ces sources pour être distribuée aux terres agricoles.

Eau souterraine : Les nappes phréatiques, également appelées eaux souterraines, sont une source importante d'irrigation. Des puits et des forages sont utilisés pour extraire l'eau souterraine, qui est ensuite pompée vers les zones d'irrigation.

Eau de pluie : Dans certaines régions, l'eau de pluie est collectée et stockée pour une utilisation ultérieure en irrigation. Les systèmes de canaux et de barrages sont souvent utilisés pour collecter et stocker l'eau de pluie

Eaux recyclées : Les eaux usées traitées peuvent être utilisées pour l'irrigation après un processus de purification. Ce type d'irrigation nécessite la mise en place de structures spécifiques pour la collecte et le traitement des eaux usées, mais il permet de préserver les ressources en eau naturelles.

I.2.3. Types d'irrigation :

Il existe deux types d'irrigation

I.2.3.1. Irrigation naturelle :

L'irrigation naturelle est le processus d'apport d'eau au sol agricole sans nécessiter d'intervention humaine directe. Cette méthode d'irrigation repose sur des sources naturelles telles que la pluie, les inondations ou la proximité de terres agricoles le long des cours d'eau.



Figure I.1: Irrigation naturelle

I.2.3.2. Irrigation artificielle :

C'est le type d'irrigation qui repose sur l'intervention humaine, car le processus d'approvisionnement du sol et d'irrigation en eau est effectué par l'homme.



Figure I.2: Irrigation artificielle

I.2.4. Méthodes d'irrigation

Les systèmes d'irrigation traditionnels reposent sur un réseau de canaux à travers lesquels l'eau est distribuée sous forme de ruisselets dans les zones agricoles. À leurs extrémités, ces ruisselets atteignent des puits qui permettent l'évacuation de l'excès d'eau. Cependant, cette méthode ancienne est de moins en moins utilisée dans les régions développées et les terres irriguées, ce qui pousse les gouvernements à adopter d'autres systèmes plus modernes et efficaces. Il existe un certain nombre de méthodes d'irrigation modernes, chacun ayant ses caractéristiques et ses avantages spécifiques. Parmi ces méthodes ,nous pouvons citer :

I.2.4.1. Méthode d'irrigation par aspersion :

Cette méthode consiste à pulvériser de l'eau sous forme de fines gouttelettes au-dessus des cultures à l'aide de systèmes de tuyaux et de buses. L'eau est projetée dans les airs et tombe sur les plantes, simulant la pluie. L'irrigation par aspersion permet une distribution uniforme de l'eau sur une grande surface et convient à une variété de cultures [9]



Figure I.3 : Irrigation par aspersion

I.2.4.2. Méthode d'irrigation goutte-à-goutte

La méthode d'irrigation par goutte-à-goutte [10] consiste à apporter de l'eau directement aux plantes sous forme de gouttelettes, en utilisant un réseau d'irrigation doté de points de sortie. Cette technique est particulièrement adaptée aux terres désertiques ou sablonneuses, où l'eau est souvent limitée. Cependant, elle présente à la fois des avantages et des inconvénients.

Parmi les avantages, on peut noter la grande efficacité de cette méthode, car l'eau est délivrée directement là où les plantes en ont besoin, réduisant ainsi les pertes par évaporation et le gaspillage d'eau. De plus, elle permet de mieux contrôler l'apport en eau et les besoins spécifiques de chaque plante, favorisant ainsi une utilisation plus efficace des ressources hydriques. De plus, cette méthode aide à prévenir la croissance des mauvaises herbes, car l'eau est uniquement fournie aux plantes ciblées.

Cependant, il existe également des inconvénients et des défis associés à l'irrigation par goutte-à-goutte. La mise en place d'un système d'irrigation nécessite un investissement financier important, en raison du coût des équipements et de l'installation du réseau. De plus, l'entretien et la maintenance du système peuvent nécessiter une main-d'œuvre qualifiée, ce qui peut représenter un défi dans certaines régions. De plus, la durée de vie des conduites et des émetteurs peut être limitée en raison de l'accumulation de minéraux ou de l'obstruction par des particules solides.



Figure I.4: Irrigation goutte-à-goutte

I.2.4.3. Méthode d'irrigation de surface:

La méthode d'irrigation par submersion est un processus naturel dans lequel le sol est inondé d'eau. C'est une méthode facile à mettre en œuvre et relativement économique, ne nécessitant pas de main-d'œuvre qualifiée. Cependant, cette méthode présente quelques inconvénients.

L'un des principaux inconvénients de l'irrigation par submersion est le manque de contrôle précis sur la quantité d'eau utilisée pour irriguer les plantes ou les cultures agricoles. En conséquence, de grandes quantités d'eau peuvent être perdues en raison de l'évaporation, du ruissellement ou de l'infiltration excessive dans le sol. Cela peut entraîner un gaspillage d'eau important et une inefficacité dans l'utilisation des ressources hydriques.

De plus, cette méthode peut favoriser la croissance des mauvaises herbes, car l'eau est répartie de manière générale sur toute la surface du sol, ce qui peut profiter également aux plantes indésirables.

Malgré ces inconvénients, l'irrigation par submersion reste largement utilisée dans certaines régions, en particulier dans les zones où l'eau est abondante et où les coûts d'installation et de maintenance d'autres systèmes d'irrigation peuvent être prohibitifs [3].



Figure I.5: Méthode d'irrigation de surface

I.2.5 Avantages de l'irrigation :

L'irrigation agricole présente de nombreux avantages :

- ✓ Elle contribue à éliminer les insectes et les parasites des terres agricoles, ce qui favorise la santé des cultures.
- ✓ L'apport d'eau par le processus d'irrigation est essentiel à la photosynthèse et à la croissance des plantes.
- ✓ Les techniques d'irrigation modernes permettent également une utilisation plus efficace de l'eau, en réduisant la quantité nécessaire pour l'irrigation et en améliorant sa répartition sur les cultures. Cela augmente l'efficacité globale de l'utilisation de l'eau et permet de la préserver pour les utilisations futures.
- ✓ Les agriculteurs peuvent contrôler avec précision la quantité d'eau utilisée, ce qui améliore la productivité agricole jusqu'à 30%.
- ✓ De plus, ces techniques permettent d'améliorer la qualité des cultures, y compris leur teneur en éléments nutritifs. Cela est particulièrement important pour les cultures destinées à l'exportation, ce qui stimule l'économie locale, la durabilité des agriculteurs et leur revenu net.
- ✓ L'amélioration des pratiques d'irrigation favorise également un environnement de travail agricole plus favorable et crée des opportunités d'emploi supplémentaires.

I.2.6. Gestion de l'eau en agriculture

La production agricole dépend très fortement de l'eau et se trouve de plus en plus souvent exposée à des risques liés à l'eau. Ces dernières années, des régions agricoles partout

dans le monde ont été soumises à des contraintes hydriques de plus en plus importantes. De graves sécheresses ont affecté la production agricole et fait baisser les réserves d'eaux superficielles et souterraines. Par conséquent, il est crucial d'appliquer de manière efficace les techniques d'irrigation modernes afin d'économiser l'eau et de l'utiliser de manière durable. Cela implique une planification adéquate, une gestion appropriée de l'irrigation et une utilisation de technologies avancées pour optimiser l'utilisation de l'eau dans l'agriculture[11][12]. Parmi les aspects clés de la gestion de l'eau dans l'irrigation on peut citer :

I.2.6.1. Planification de l'irrigation

Il est important de choisir la méthode la plus adaptée en fonction des conditions locales, des cultures et des objectifs de gestion de l'eau.

I.2.6.2. Utilisation de technologies d'irrigation avancées des méthodes d'irrigation appropriées :

Les technologies d'irrigation modernes, telles que les capteurs d'humidité du sol, les systèmes de contrôle automatisés et les dispositifs de gestion de l'eau, permettent une utilisation plus précise et efficace de l'eau. Ces technologies permettent de surveiller les besoins en eau des cultures en temps réel et d'ajuster l'irrigation en conséquence, réduisant ainsi les pertes d'eau.

I.2.6.3. Gestion de l'eau de manière économe

L'optimisation de l'utilisation de l'eau dans l'irrigation peut être réalisée en évitant les gaspillages, tels que les fuites ou les pertes par évaporation. Des pratiques telles que l'entretien régulier des systèmes d'irrigation, l'utilisation de matériaux étanches, l'irrigation nocturne pour réduire l'évaporation, etc., peuvent contribuer à une utilisation plus efficiente de l'eau.

I.2.6.4. Conservation de l'eau

La conservation de l'eau implique la collecte et le stockage des eaux de pluie, le recyclage des eaux usées traitées, l'utilisation de techniques de rétention d'eau dans les sols, etc. Ces mesures permettent de réduire la dépendance à l'égard des ressources en eau naturelles et d'utiliser l'eau de manière plus durable.

I.2.7. Gestion de l'eau en Algérie

Dans cette période de croissance que traverse notre pays, la demande en eau dans les secteurs agricole, urbain et industriel est en constante augmentation. Cela crée des défis pour assurer une répartition équilibrée des ressources, d'autant plus en période de sécheresse. Afin de garantir cet équilibre, notre pays met en place des programmes de développement visant à mobiliser les ressources en eau, qu'elles soient traditionnelles ou non conventionnelles. Ces efforts, déployés au cours de la dernière décennie, sont essentiels pour intensifier la production agricole et améliorer la sécurité alimentaire du pays [13].

Dans ce contexte, certains secteurs, tels que l'horticulture, la production d'huile d'olive et de céréales, ont connu des progrès significatifs. Pour garantir la sécurité alimentaire du pays, le secteur des ressources en eau travaille activement à l'amélioration de l'utilisation de l'eau dans l'agriculture, à l'expansion des zones irriguées grâce à la création de grands périmètres irrigués, et au développement des ressources disponibles à long terme, tout en veillant à leur durabilité. Une étroite collaboration avec le secteur agricole est essentielle dans ces efforts [4].

Ces initiatives visent à répondre à la demande croissante en eau, à améliorer l'efficacité de son utilisation dans le secteur agricole, et à assurer une utilisation durable des ressources en eau pour soutenir la production alimentaire. Elles contribuent ainsi à renforcer la sécurité alimentaire du pays et à promouvoir le développement économique et social dans l'ensemble du pays.

I.3. Conclusion

Ce chapitre est un état de l'art sur l'irrigation agricole. Nous avons commencé ce chapitre par une définition de l'irrigation ainsi que les sources en eau utilisées. Ensuite les différentes méthodes d'irrigations avec leurs impacts majeurs sur l'agriculture sont abordées, en précisant les avantages et les inconvénients de chacune. Après nous avons exposé les avantages de l'irrigation, et malgré ces avantages il convient de noter que l'utilisation inefficace de l'eau peut épuiser les ressources en eau, ce qui implique une planification adéquate, et une gestion appropriée de l'irrigation. Enfin nous avons terminé ce chapitre par la présentation de la gestion et de l'importance de l'irrigation en Algérie.

Chapitre II

Modélisation

du

Système d'Irrigation

Agricole

II.1. Introduction

L'automatisation de la distribution d'eau en irrigation est une approche avancée qui permet de gérer efficacement l'irrigation des cultures.

Avec les progrès et le développement de l'électronique et de l'informatique, les systèmes de commande et contrôle ont été améliorés en donnant naissance à des microcontrôleurs et microprocesseurs qui peuvent s'adapter et s'intégrer dans les processus industriels dont l'automatisation et la gestion de l'eau en irrigation [14]. Ils peuvent accomplir des tâches plus complexes, non seulement de contrôle, mais aussi de traitement de données, de circulation d'informations et de simulation, dans des conditions favorables en toute sécurité.

II.2. Problématique et mise en situation

Les agriculteurs en Algérie font face à une multitude de difficultés liées à l'irrigation et à la distribution de l'eau dans leurs exploitations agricoles. Parmi ces défis, on retrouve des conflits liés aux horaires d'irrigation et au non-respect de ces horaires, ce qui entraîne une insuffisance d'eau pour les fermes. De plus, le vol d'eau d'irrigation et les coupures de courant peuvent aggraver ce problème. Les fuites d'eau constituent également un enjeu, entraînant un gaspillage et une utilisation inefficace de cette précieuse ressource. Tous ces problèmes peuvent avoir un impact néfaste tant sur les agriculteurs que sur l'agriculture dans son ensemble.

A travers ces problèmes, nous avons eu l'idée de concevoir ce projet dans le but de résoudre ces problèmes et de trouver des solutions appropriées. Ce projet consiste à mettre en place un système automatisé de distribution d'eau d'irrigation selon les besoins des utilisateurs. Pour assurer le bon fonctionnement du projet, il est essentiel d'ouvrir et de fermer la vanne aux moments appropriés.

II.3. Objectif

Le projet vise à développer un système embarqué de commande qui a pour objectif de gérer les ressources en eau et de répondre aux besoins des utilisateurs en facilitant la distribution de l'eau.

La commande et le contrôle de ce système sont assurés par une carte microcontrôleur Arduino Uno , permettant ainsi une gestion efficace de l'eau, une automatisation de l'irrigation et une facilité de gestion de plusieurs zones d'arrosage.

Grâce à l'intégration d'un module GSM(Global System for Mobile), une communication bidirectionnelle est établie entre l'utilisateur et le système central de gestion de l'irrigation. Cela permet un contrôle et une surveillance en temps réel du système

II.4. Démarche de conception

La conception d'un système d'irrigation nécessite l'utilisation de nouvelles approches basées sur des technologies et des connaissances spécialisées. Il est crucial de bien définir son projet dès le départ pour faciliter sa conception. Pour cela, les étapes à suivre pour la conception sont :

- ✓ Nous commençons par identifier les besoins spécifiques de notre système d'irrigation en tenant compte des données d'entrée que l'on dispose à savoir les conditions environnementales, de la taille de la zone à irriguer, des ressources en eau disponibles.
- ✓ Ensuite, nous procéderons à la sélection des fonctionnalités à intégrer afin d'atteindre l'objectif souhaité. Nous veillerons à utiliser les technologies les plus récentes, à respecter les normes en vigueur et à prendre en compte les contraintes budgétaires, le délai, la maintenabilité, la fiabilité, et la sécurité.
- ✓ Une étude détaillée du site doit être effectuée pour comprendre les sources d'eau disponibles et les contraintes éventuelles. Cela nous aidera à déterminer les meilleures techniques d'irrigation adaptées au site. Cette étude comprend la détermination de l'emplacement des conduites principales, des vannes, tout en assurant que le réseau garantit une distribution uniforme de l'eau sur l'ensemble de la zone à irriguer.
- ✓ Intégration des fonctionnalités d'automatisation et de contrôle pour optimiser l'efficacité du système d'irrigation. Cela peut inclure l'utilisation de capteurs pour surveiller le niveau d'eau, des systèmes de commande pour la gestion des horaires d'irrigation.

- ✓ Définition des composants matériels spécifiques comme Arduino, le module GSM, les capteurs, les actionneurs, etc. Nous nous assurons que les composants sont compatibles et répondent aux exigences du système.
- ✓ Faire des simulations de ces modèles sur logiciel si possible avant de faire les plans d'ensemble, de fabrication, et la nomenclature complète du matériel
- ✓ Faire des demandes de prix, d'échantillons, de délais de livraison.
- ✓ Vérifier les coûts, les délais, les caractéristiques techniques des échantillons demandés.
- ✓ Procéder à l'installation physique du système d'irrigation en suivant les bonnes pratiques.

Une fois installé, effectuez des tests pour vous assurer que le système fonctionne correctement et ajustez les réglages si nécessaire

II.5. Cahier des charges

La demande d'un client est l'origine de tout projet. Il est important de personnaliser le cahier des charges en fonction des besoins spécifiques du projet d'irrigation, en tenant compte de la taille de la zone à irriguer, des contraintes environnementales et des ressources disponibles.

II.5.1. Objectif du système :

- ✓ Mise en place d'un système de contrôle automatique de distribution d'eau.
- ✓ Permettre une programmation flexible en fonction des besoins spécifiques des zones à irriguer.
- ✓ Assurer une utilisation efficace des ressources en eau en maîtrisant le remplissage des réservoirs.
- ✓ Permettre la surveillance à distance de l'état de l'approvisionnement en eau.
- ✓ Réduire les coûts d'exploitation et la consommation d'eau grâce à une gestion précise et efficace.
- ✓ Assurer la durabilité environnementale en évitant le gaspillage d'eau.

II.5.2. Spécification de besoin :

- ✓ Le système doit permettre une programmation flexible de la distribution, en offrant des options pour définir la durée de l'arrosage pour chaque zone d'irrigation.
- ✓ Il doit être possible de créer des plannings d'arrosage spécifiques pour différents jours de la semaine ou périodes de l'année.
- ✓ Le système doit intégrer des capteurs de niveau pour détecter le niveau d'eau dans les réservoirs et les tuyaux
- ✓ Contrôle automatique du débit d'eau à l'aide de vannes.
- ✓ Communication en temps réel des informations sur l'état de l'approvisionnement en eau aux usagers.
- ✓ Envoi de notifications aux utilisateurs en cas de faible niveau d'eau ou d'interruption de service.
- ✓ Il doit être possible d'activer ou de désactiver individuellement les zones d'irrigation en fonction des plannings élaborés
- ✓ Intégration d'un système de surveillance pour collecter et analyser les données des capteurs en temps réel.
- ✓ Utilisation conviviale : Le système doit être convivial et facile à utiliser pour les utilisateurs. Il devrait offrir une interface intuitive pour la programmation des paramètres d'irrigation, ainsi que des indications claires sur l'état du système et les éventuels problèmes.
- ✓ Possibilité de modifier et d'ajuster les programmes d'irrigation en fonction des besoins changeants des cultures.
- ✓ Possibilité d'accéder au système à distance via une interface web ou une application mobile.
- ✓ Capacité à générer des rapports et à enregistrer des données pour l'analyse et la gestion ultérieure.
- ✓ Fournir un accès facile aux données enregistrées sur le niveau d'eau, les alarmes et les performances du système.

II.5.3. Spécifications techniques :

- ✓ Le système doit être capable d'ouvrir et de fermer la vanne de distribution d'eau selon les besoins spécifiques des utilisateurs.

- ✓ Le système doit être équipé d'une communication bidirectionnelle pour permettre une interaction entre l'utilisateur et le système central de gestion d'irrigation.
- ✓ Le système doit permettre une surveillance en temps réel de l'état de l'irrigation, en fournissant des informations telles que la consommation d'eau, les niveaux d'eau et les éventuelles anomalies.
- ✓ Le système doit être conçu pour une utilisation efficace de l'eau, en minimisant les pertes dues aux fuites ou à une distribution inadéquate.
- ✓ Le système doit être fiable, assurant une distribution d'eau d'irrigation cohérente et stable, minimisant les pannes et les interruptions dans la mesure du possible.
- ✓ Assurer la compatibilité avec d'autres systèmes de gestion de l'eau actuels ou futurs.
- ✓ Permettre une intégration facile du système de contrôle de la distribution d'eau avec d'autres infrastructures ou dispositifs de surveillance.
- ✓ Le système doit respecter les normes et les réglementations applicables en matière de sécurité, d'environnement et de performance.
- ✓ Système fonctionnant sur secteur ou alimenté par des sources d'énergie renouvelable telles que des panneaux solaires ou des éoliennes.

II.5.4. Matériels et équipements :

- ✓ Capteur de niveau d'eau.
- ✓ Vannes solénoïdes pour contrôler le débit d'eau dans chaque zone d'irrigation.
- ✓ Unité de commande ou module compatible.
- ✓ Module de communication GSM.
- ✓ Relais de commande de vannes.
- ✓ Source d'énergie.
- ✓ Câbles et connecteurs requis.

II.5.5. Exigences de communication :

- ✓ Le système doit pouvoir envoyer des données au serveur via le réseau GSM.
- ✓ La connexion doit être sécurisée et fiable.
- ✓ Les informations doivent être transmises en temps réel.
- ✓ Le système doit être convivial et facile à utiliser pour les utilisateurs.

- ✓ Il doit fournir une interface conviviale pour permettre aux utilisateurs de programmer facilement les paramètres d'arrosage, de consulter les informations sur l'état du système les éventuels problèmes et d'effectuer des ajustements si nécessaire.

II.5.6. Paramétrage et personnalisation :

- ✓ Le système doit être facilement configurable en fonction des besoins spécifiques de l'utilisateur.
- ✓ Les seuils de niveau d'eau et les délais de contrôle doivent être réglables.
- ✓ L'utilisateur doit pouvoir configurer des numéros de téléphone pour les notifications

II.5.7. Les contraintes

II.5.7.1. Contraintes techniques :

- ✓ Le système doit être compatible avec les normes électriques et de communication en vigueur.
- ✓ Le système doit être dimensionné pour fonctionner avec la puissance électrique disponible sur le site d'irrigation.
- ✓ Des contraintes de portée, de stabilité du signal et de connectivité doivent être prises en compte pour assurer une communication fiable entre les composants du système.
- ✓ Les conditions environnementales, telles que les variations de température, l'exposition aux intempéries ou la présence de poussière, peuvent affecter le fonctionnement du système. Les composants et les boîtiers doivent être choisis et conçus en tenant compte de ces contraintes.
- ✓ L'installation et la configuration du système doivent être simples et faciles à utiliser.

Le système doit être économe en énergie.

II.5.7.2. Contraintes budgétaires et calendrier :

- ✓ Le projet doit respecter un budget spécifié pour l'achat des composants, des équipements l'installation et la maintenance du système.
- ✓ Etablissement d'un calendrier des différentes phases du projet, y compris la conception, le développement, les tests et la mise en œuvre.

II.5.7.3. Maintenabilité et portabilité :

- ✓ Fournir une documentation détaillée pour la maintenance et toutes les mises à jour du système.
- ✓ Le système doit être extensible pour permettre des fonctionnalités supplémentaires à l'avenir.

II.6. Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle d'un système de distribution d'eau automatique pour l'irrigation consiste à examiner les différentes fonctions qu'il remplit pour assurer une répartition efficace et équitable de l'eau sur les zones à irriguer. L'analyse fonctionnelle permet d'identifier les besoins spécifiques du système et de concevoir une solution adaptée pour répondre à ces besoins. En effectuant une analyse fonctionnelle, on peut mieux comprendre les attentes et les exigences des utilisateurs et de l'environnement vis-à-vis du système de distribution d'eau pour l'irrigation. Cela permet de concevoir et de développer un système qui répond aux besoins tout en étant efficace et économique .

II .6.1. Analyse des besoins

Cette étude consiste à analyser le besoin auquel devra répondre le système, les fonctions de service qu'il devra remplir, les contraintes auxquelles il sera soumis .Elle vise à identifier la fonctionnalité attendue du point de vue de l'utilisateur et des parties prenantes externes.

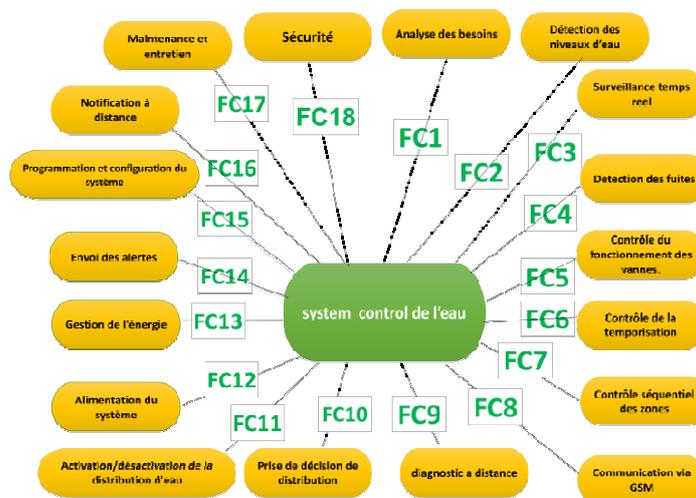


Figure II.1: Diagramme de pieuvre

Tableau II.1: Description des fonctions selon le diagramme de pieuvre

FC1	Analyse des besoins
FC2	Détection du niveau d'eau disponible
FC3	Surveillance en temps réel le niveau d'eau
FC4	Détection des fuites
FC5	Contrôle du fonctionnement des vannes. : Activer ou désactiver la vanne d'eau en fonction des données de l'utilisateur
FC6	Contrôle de la temporisation : contrôler la durée de l'arrosage, en activant et désactivant les vannes au moment approprié.
FC7	Contrôle séquentiel des zones, en activant et en désactivant les vannes au moment approprié.
FC8	Communication via GSM : Envoyer des informations et recevoir des commandes via le réseau GSM.
FC9	Diagnostic à distance : des données relatives au niveau d'eau, aux alertes et aux opérations du système sont enregistrés au niveau du serveur ,pour une analyse plus approfondie ou une prise de décision
FC10	Activation/désactivation de la distribution d'eau : Contrôler le relais pour activer ou désactiver la vanne d'eau en fonction des décisions prises.
FC11	Alimentation du système : Fournir l'alimentation électrique nécessaire à tous les composants du système. Que ce soit par des piles, des panneaux solaires ou une source d'électricité.
FC12	Gestion de l'énergie : On doit optimiser la consommation d'énergie en utilisant des technologies qui permettent d'économiser cette dernière
FC13	Envoi des alertes à l'utilisateur en cas de niveau d'eau critique ou de dysfonctionnement du système, pour une intervention rapide.
FC14	Programmation et configuration du système : Programmer les plages horaires spécifiques pour chaque utilisateur , la durée d'arrosage et configurer les paramètres du système en développant un code Arduino .
FC15	Notification à distance : Envoyer des notifications à distance pour informer l'utilisateur de l'état de la distribution d'eau.
FC16	Maintenance et entretien : Le système doit être conçu de manière à faciliter la maintenance et l'entretien, par exemple en permettant l'accès aux composants pour les réparations, en fournissant des indications sur les problèmes éventuels

	et en facilitant le remplacement des pièces défectueuses.
FC17	Durabilité et fiabilité : doit être durable et fiable, capable de fonctionner de manière cohérente et efficace sur une longue période. Il devrait résister aux conditions environnementales (comme les variations de température, les intempéries) et nécessiter un entretien minimal.
FC18	Sécurité : Le système doit être conçu pour assurer la sécurité des utilisateurs, en évitant les fuites d'eau, les risques d'électrocution ou tout autre danger potentiel et Protéger le système des accès non autorisés ou des manipulations indésirables associé à son fonctionnement.

II.7. Analyse structurelle des systèmes

Le distributeur d'eau d'irrigation est un système automatisé qui se caractérise par sa capacité à s'adapter à son environnement et à être programmé par ses utilisateurs. Il utilise de l'énergie électrique qui est transformée en énergie mécanique pour ouvrir ou fermer les vannes.

Pour connaître l'état des vannes, il a besoin d'information. Pour cela il dispose d'une chaîne d'information (partie commande), qui contrôle le bon fonctionnement du système.

L'analyse structurelle du système se compose de deux parties distinctes :

II.7.1. La chaîne d'information

Cette composante joue un rôle essentiel dans la gestion du système, prenant des décisions en fonction des tâches à accomplir et des informations qui lui sont transmises. La chaîne peut être divisée en plusieurs modules fonctionnels distincts :

II.7.1.1. Module d'acquisition

Le module d'acquisition correspond à la partie du système automatisé chargée d'acquies, de collecter des données et de surveiller divers paramètres liés à l'irrigation.

II.7.1.2. Module de traitement

Correspond à la partie de commande du système, qui est généralement composée d'un automate ou d'un microcontrôleur.

II.7.1.3. Module de communication

Il implique l'échange d'informations contrôlé par le programme de la partie commande.

Les différentes interactions qui se produisent sont :

- L'opérateur fournit des consignes à la partie commande.
- La partie commande envoie des instructions à la partie opérative.
- Les actionneurs exécutent les ordres reçus, produisant ainsi un phénomène physique.
- Les capteurs réagissent aux variations d'état, détectant ainsi les phénomènes physiques.
- La partie opérative envoie des comptes rendus à la partie commande.
- La partie commande envoie des signaux à l'opérateur concernant l'état du système ou de son environnement.

II.7.1.4. Constituants de la chaîne d'information

II.7.1.4.1. Capteur :

Est un dispositif qui convertit une grandeur physique à mesurer en un signal, généralement électrique, qui peut être utilisé après adaptation pour le traitement. Il permet de surveiller et de contrôler l'approvisionnement en eau, garantissant un arrosage efficace et économique des plantes tout en évitant le gaspillage d'eau. Il est positionné à l'intérieur de l'électrovanne pour fournir les informations sur l'état de l'eau à l'intérieur des canaux d'irrigation. Il permet aussi l'envoi d'alertes à l'utilisateur en cas de niveau d'eau critique ou de dysfonctionnement du système.

II.7.1.4.2. Système de contrôle ou unité de traitement :

Un système de contrôle automatique est utilisé pour gérer et traiter les informations recueillies par les capteurs. Il reçoit les informations collectées et les analyse pour prendre des décisions sur la planification de l'irrigation. Il peut utiliser des logiciels spécialisés pour modéliser les besoins en eau des cultures, déterminer les horaires d'irrigation optimaux et gérer les ressources en eau de manière efficace.

II.7.1.4.3. Réseau de communication (Module GSM):

Le réseau de communication permet la communication sans fil entre les différentes parties du système. Il peut envoyer des informations et des alertes aux utilisateurs telles que les niveaux d'eau, les éventuels fuites d'eau, les alarmes de dysfonctionnement du système ou tout autre paramètre pertinent à une station de contrôle centrale ou à un téléphone portable. Cela permet aux utilisateurs de surveiller l'état du système en temps réel, même s'ils ne sont pas physiquement présents sur le site. Les utilisateurs peuvent envoyer des commandes via des messages SMS ou des applications mobiles pour contrôler les opérations du système.

II.7.1.4.4. Interfaces utilisateur :

Les utilisateurs du système, tels que les agriculteurs ou les gestionnaires de l'irrigation, peuvent accéder aux informations et aux rapports générés par le système à l'aide d'interfaces utilisateur conviviales. Cette interface doit fournir un tableau de bord clair qui affiche les informations essentielles sur l'état du système. Cela permet aux utilisateurs d'avoir une vue d'ensemble rapide et facile à comprendre des différents états du système. Elle doit aussi permettre le contrôle des vannes et des pompes, de programmer les horaires d'irrigation en fonction des besoins spécifiques, et gère les alarmes et les notifications. Elle doit être accessible à tous les utilisateurs. Elle devrait offrir une expérience agréable avec des fonctionnalités bien organisées, des icônes claires, des menus déroulants, etc. Cela facilite l'utilisation et la compréhension du système, même pour les utilisateurs novices.

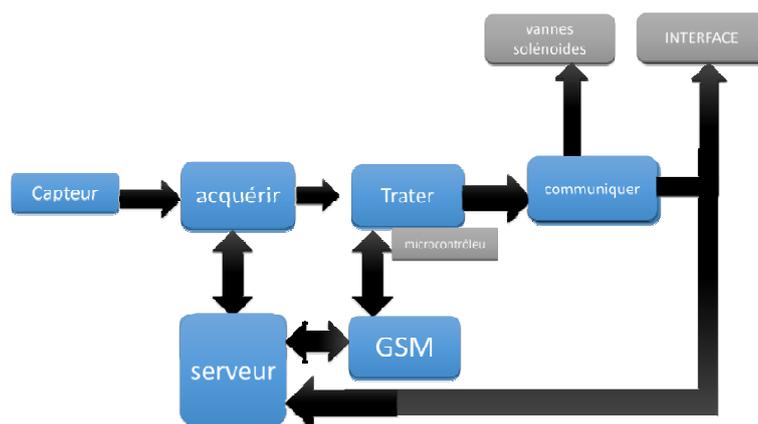


Figure II.2 : Chaîne d'information

II.7.2. Chaîne d'énergie

La gestion et le contrôle de l'énergie disponible dans un système sont généralement effectués par la chaîne d'énergie, qui utilise les informations reçues de la chaîne d'informations. Tous les composants nécessitent une source d'alimentation pour fonctionner.

En général, l'énergie ne peut pas être utilisée directement dans sa forme initiale. Elle nécessite d'être stockée, contrôlée, transportée vers les différents éléments, convertie et enfin utilisée. Les composants internes de cet objet peuvent être représentés sous forme de blocs fonctionnels distincts, chacun ayant une fonction élémentaire qui agit sur l'énergie

II.7.2.1. Source d'énergie : Ce bloc représente la source d'énergie initiale du système, telle qu'une alimentation électrique ou une source d'énergie renouvelable telle que l'énergie solaire ou éolienne.

II.7.2.2. Stockage d'énergie : Ce bloc est responsable du stockage de l'énergie afin de la rendre disponible lorsque nécessaire. Il peut s'agir de batteries, de supercondensateurs ou d'autres dispositifs de stockage d'énergie.

II.7.2.3. Conversion d'énergie : Ce bloc est chargé de convertir l'énergie d'une forme à une autre afin qu'elle puisse être utilisée efficacement par les composants du système. Par exemple, la conversion d'énergie électrique en énergie mécanique pour le fonctionnement d'un moteur.

II.7.2.4. Commande d'utilisation : Ce bloc gère les commandes et les actions nécessaires pour utiliser l'énergie dans le système. Il peut inclure des interrupteurs, des relais, des actionneurs et d'autres dispositifs de commande.

II.7.2.5. Transmission et distribution d'énergie: Ce bloc facilite le transport de l'énergie des sources vers les consommateurs. Cela peut inclure des câbles, des lignes électriques, des tuyaux, des canalisations, des conduits, etc.

II.7.2.6. Utilisation de l'énergie : Il s'agit des composants finaux qui convertissent l'énergie en action ou en travail. Par exemple, un moteur électrique, un appareil de chauffage, une pompe, un éclairage, etc.

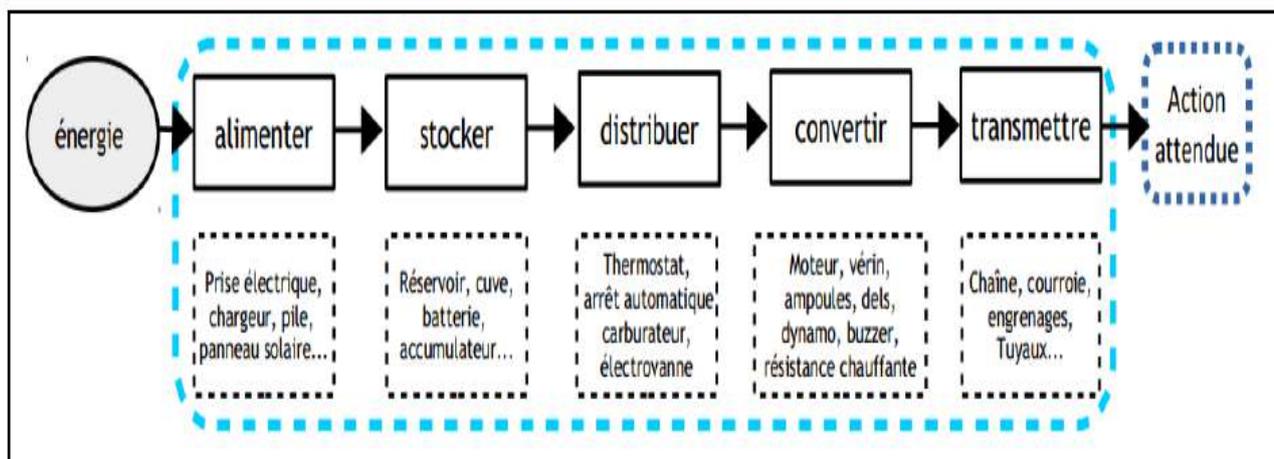


Figure II.3: chaîne d'énergie

II.8. Gestion du projet

Dans le respect des objectifs établis dans le cahier des charges, tels que les performances attendues, le budget alloué et les délais fixés, il est essentiel de définir une politique de gestion de projet. Cette politique doit prendre en compte le niveau des technologies les plus avancées, en se basant sur des retours d'expérience solides tout en tenant compte du rapport qualité-prix. Il convient également de considérer les temps de mise en œuvre, les ressources matérielles contribuant à la réduction des délais, ainsi que la possibilité de raccourcir les délais de livraison par le biais de négociations avec les fournisseurs. Il est également important de prendre en compte les besoins de transport, l'accessibilité, la facilité de maintenance et le recyclage des composants si nécessaire.

II.8.1. Nomenclature matérielle

Tableau II.2: Liste d'approvisionnement

N°	Quantité	matériel	Prix unitaire
1	20	vanne solénoïde	5500dz
2	20	Capteur ST045	200dz
3	20	Relais HW-307B	350dz
4	20	Arduino uno	3000dz

5	20	GSM	9000dz
---	----	-----	--------

II.8.2. Planification du projet

Dans un projet, il est crucial de respecter les délais d'avancement afin de garantir une réalisation dans les temps. Nous proposons donc le planning ci-dessous, établi en fonction des estimations basées sur notre expérience ainsi que des délais de livraison confirmés par les fournisseurs. Une petite marge de temps supplémentaire est prévue pour faire face à d'éventuels imprévus.

Tableau II.3: Delai et planification du projet

la semaine #															le but		
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2		1	
																	Approbation finale des modèles de qualité
																	Conception du programme de contrôle Arduino
																	Test du programme
																	Étalonnage et lecture du capteur
																	Design extérieur
																	Construire le cadre et assembler les pièces
																	Faire une expérience pratique
																	Rédaction de projet

II.8.3. Coût du projet

Le coût total du projet comprend les coûts liés au temps d'étude, au temps de fabrication, à l'ensemble du matériel nécessaire, aux tests et aux corrections pour validation. Il englobe également les coûts indirects tels que les frais de déplacement et autres dépenses qui ne sont pas pris en compte lors de l'estimation initiale.

II.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé l'objectif du projet qui repose sur les besoins des utilisateurs. Nous avons commencé ce chapitre par la mise en situation de la problématique qui nous a conduit à étudier ce projet afin de trouver une solution aux problèmes de distribution de l'eau dans les systèmes d'irrigation. Après nous avons présenté les démarches de conception. Étant donné la complexité de cette étape, l'utilisation de nouvelles approches devient nécessaire, avec des analyses spécifiques qui requièrent l'utilisation de nouveaux outils. Ensuite nous avons expliqué la gestion du projet à savoir la planification, le cout et les délais de réalisation.

Chapitre III :

Architectures Matérielles & Logicielles du Système

III.1. Introduction:

Dans ce chapitre, une description générale des éléments de base constituant le système d'irrigation avec les fonctionnalités fournies sera présentée en premier lieu, suivi d'une étude de simulation des différentes parties du système.

III.2. Fonctionnement du système :

Notre système d'irrigation via internet est un système qui permet de contrôler et de gérer la distribution d'eau à distance. Il fait usage d'une base de données centralisée de l'information qui est accessible via une connexion internet. Il utilise des capteurs, des actionneurs et une interface en ligne. Ce système fonctionne de la manière suivante :

- ✓ L'utilisateur peut accéder au système d'irrigation via une interface utilisateur en ligne, qu'il lui permet de contrôler et de configurer le système.
- ✓ Avant de commencer à utiliser le système, les administrateurs ont la possibilité de configurer les paramètres personnelles des utilisateurs. Ils peuvent créer des dossiers pour les agriculteurs, modifier les informations les concernant, définir les horaires et les durées d'arrosage et d'autres paramètres en fonction de leurs besoins spécifiques. Ils peuvent aussi définir d'autres paramètres tels que les langues préférées, les autorisations d'accès, etc.
- ✓ Pour commencer, l'utilisateur se connecte au réseau du système à l'aide de ses identifiants personnels. Une fois connecté, il sera invité à s'authentifier pour des raisons de sécurité supplémentaires. Les utilisateurs peuvent facilement naviguer à travers les différentes fonctionnalités à l'aide des menus et des boutons clairement étiquetés.
- ✓ Une fois l'utilisateur a introduit sa demande, cette dernière sera traitée par l'unité de contrôle. Selon les données enregistrées sur la base de données centralisée et celles fournies par les capteurs, elle active ou désactive l'électrovanne.

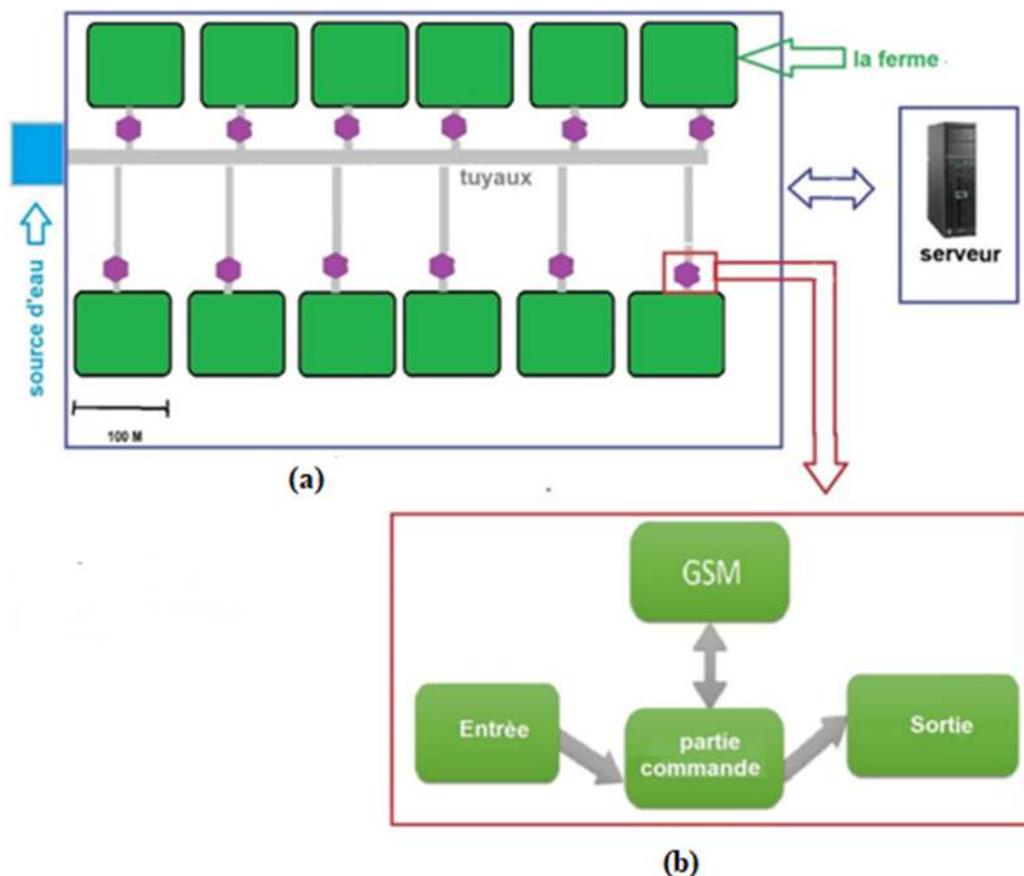


Figure III.1: schéma synoptique du système de distribution d'eau

(a) Système global, (b) Système utilisateur

III-3. Description des différentes parties du système d'irrigation

Le Système global de distribution d'eau comprend des utilisateurs gérés par un serveur. Chaque système utilisateur comprend des entrées, des sorties et un panneau de contrôle permettant la réception et l'émission des commandes.

III.3.1. Partie Matériel

III.3.1.1. Capteur de niveau d'eau :ST045

Le capteur de niveau d'eau ST045 est intégré au système d'irrigation automatique. Il est positionné à l'intérieur de l'électrovanne et programmé pour détecter la disponibilité de l'eau dans cette dernière. Il est composé de trois parties : Un connecteur électronique, une

résistance 1 M Ω et plusieurs lignes de fils conducteurs nus. Il fonctionne grâce à une série de traces de cuivre reliées à la terre, entrelacées de traces de détection. Ces traces fonctionnent comme une résistance variable. La présence d'eau sur le capteur entraîne un court-circuit entre ces traces ce qui permet de détecter sa présence..[15][16]

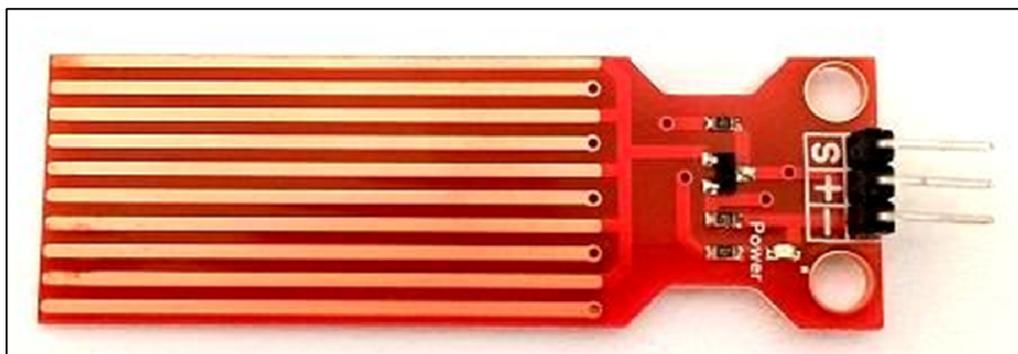


Figure III.2: Capteur de niveau d'eau

La tension de fonctionnement du capteur analogique est de 5v alors que la tension de sortie (lecture du capteur) dépend du degré d'immersion du capteur dans le liquide et des paramètres qui affectent le coefficient de transfert de tension, comme la conductivité du liquide. Il est facile à utiliser , peu coûteux, et qui est largement utilisé dans les systèmes d'automatisation.

III.3.1.1.1. Caractéristiques

- ✓ Tension de fonctionnement: DC3-5 V
- ✓ Courant de fonctionnement: moins de 20 mA
- ✓ Les types de capteurs: simulation
- ✓ Zone de détection: 40mm x 16mm
- ✓ Processus de Production: FR4 double-face étain
- ✓ Température de fonctionnement: 10 à 30
- ✓ Humidité de fonctionnement: 10% à 90% sans condensation
- ✓ Dimensions : 60 x 21 x 7 mm. [22]

III.3.1.1.2. Brochage

Le capteur de niveau d'eau possède 3 broches:

- ✓ GND la masse reliée à la masse de l'Arduino

- ✓ Vcc l'alimentation reliée au 5V de l'Arduino (fonctionne avec une alimentation comprise entre 2 et 5V)
- ✓ La sortie analogique S, reliée à une broche analogique de l'Arduino

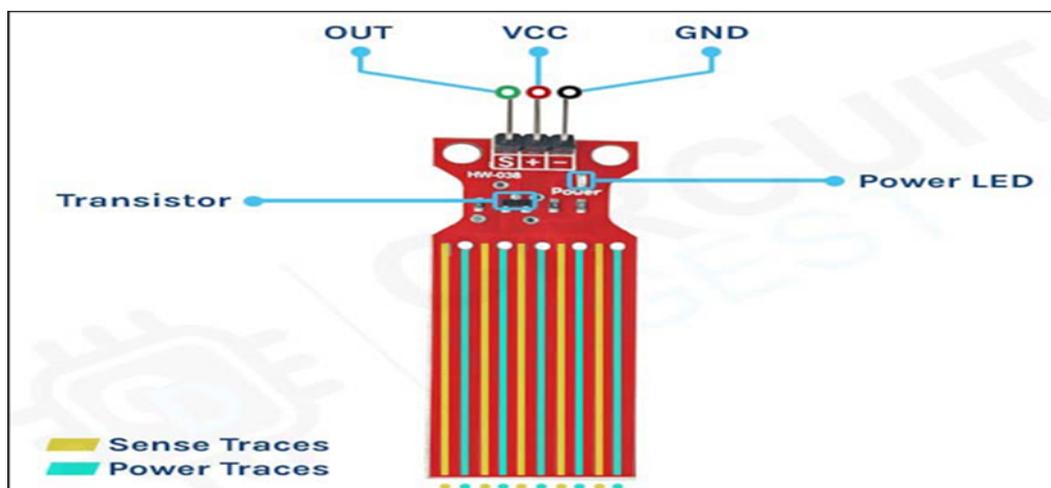


Figure III.3 : Brochage du capteur de niveau d'eau

III.3.1.2. Module GSM Arduino GSM Shield

L'utilisation de la technologie GSM dans les systèmes d'irrigation permet la communication sans fil entre le système d'irrigation et l'utilisateur, offrant ainsi un contrôle à distance et une gestion pratique de l'irrigation.

Arduino GSM Shield est un module d'extension qui permet aux cartes Arduino de se connecter au réseau GSM et de communiquer via des appels téléphoniques, des SMS (Short message service) et des connexions de données cellulaires.

Le Arduino GSM Shield est généralement basé sur des modules GSM/GPRS (General Packet Radio Service) tels que le module SIM900 ou SIM800. Il se connecte à une carte Arduino (comme l'Arduino Uno) à l'aide des broches de communication série (RX et TX) et utilise le protocole AT (ATtenion,) pour la communication avec le module GSM. Il est largement utilisé dans des domaines tels que la domotique, la sécurité, le suivi et la télémétrie, ainsi que pour les applications IoT (Internet of Things) [17][18]

La carte de communication est composée des éléments suivants : un module SIM900, une interface pour la carte SIM (Subscriber Identification Module) une interface pour l'antenne, un port série pour le SIM900 et une alimentation.

Le module SIM900 fonctionne sur les réseaux GSM au moyen d'une carte SIM. On doit insérer la carte SIM dans le porte-carte, place sur la face inférieure du module.

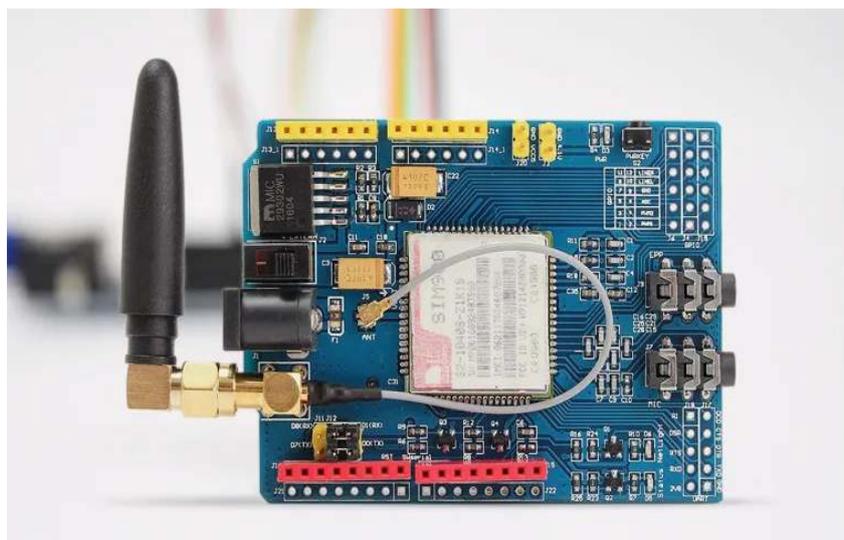


Figure III.4: Module GSM SIM900

III.3.1.2.1. Caractéristiques

- Module quadri-bande 850/900/1800/1900 MHz, GPRS 10/8, GPRS classe B. Protocole de communication: TTL (Transistor-Transistor Logic) UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) – 9600 à 115200 Bauds
- Contrôlé par des commandes AT (GSM 07.07, 07.05, SIMCOM). Compatibles tous réseaux téléphonique + MMS
- GPRS multi-slot class (MSC) 10 (4+1, 3+2), GPRS PBCCH/PCCCH support, GPRS Class B and CC
- Fonctions: Appels, SMS, MMS, Emails
- Embarque une stack TCP/UDP, permettant d'envoyer des données sur un serveur web
- Classe 10 de GPRS : maximum 85,6 Kbps (liaison descendante) ;
- Transmission de données CSD, GPRS ;

- Intègre protocole TCP / IP et étendu TCP / IP commandes AT qui sont très utiles pour les applications de transfert de données
- Dimensions : 24 x 24 x 3 mm
- Tension du signal logique : 3,2-4,8V.
- Tension et courant d'alimentation : 5V DC, >1A.
- Faible consommation d'énergie, seulement 1mA en mode veille.
- Température de fonctionnement : -40 ° C ~ 85 ° C.

III.3.1.2.2. Brochage du module GSM SIM900

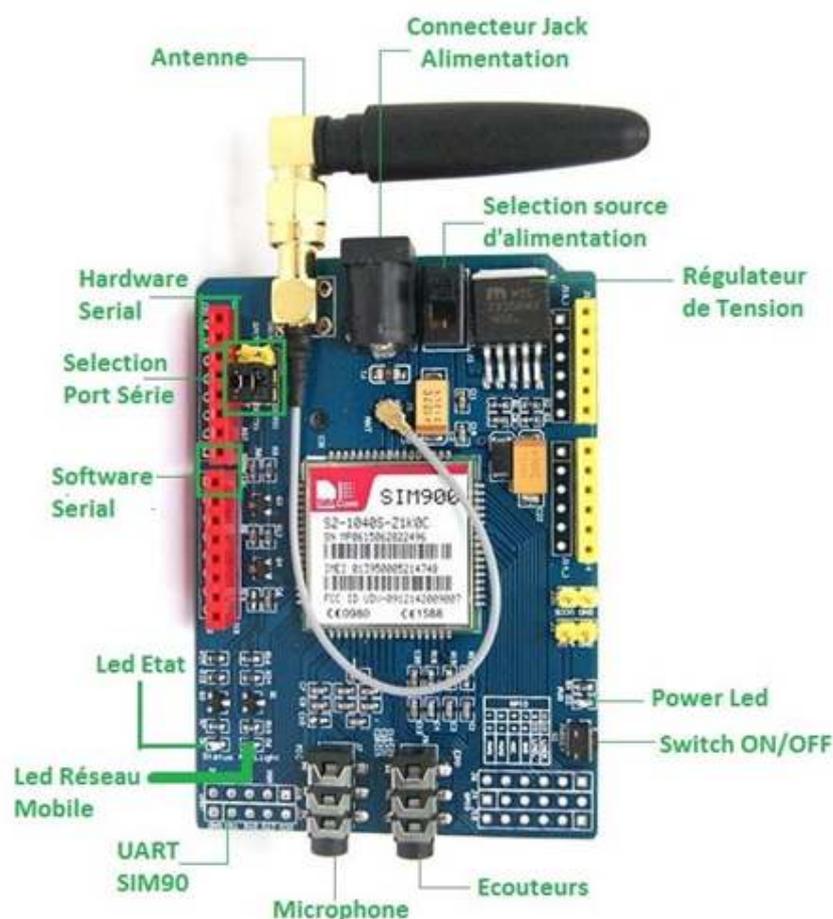


Figure III.5 : Brochage module GSM SIM900

III.3.1.3. Unité de traitement :

La carte de commande est de type microcontrôleur, ce dernier possède des périphériques internes d'interface avec le monde extérieur, et qui est capable de gérer la

communication entre les entrées et les sortie, à travers l'exécution d'un programme dont ses taches consiste à l'acquisition des données (entrées) et l'envoi des commande (sorties).

Toute la difficulté du choix d'un microcontrôleur pour une application donnée réside dans la sélection du "bon" circuit adapté pour cette application ;On peut dire que le choix est toujours le résultat d'un compromis entre : performances et coûts, efficacité et facilité de construction, et performances d'ensemble et facilité de programmation. Notre choix s'est porte sur la carte de développement L'ArduinoUno cela est due sa simplicité d'utilisation, sa polyvalence et sa compatibilité avec de nombreux composants et modules. Il convient aussi bien aux débutants qu'aux utilisateurs avancés, et permet de réaliser une grande variété de projets électroniques et d'automatismes.

III.3.1.3.1. Carte ArduinoUno

Arduino Uno est une carte de développement populaire basée sur le microcontrôleur Atmega328P. Il est largement utilisé dans le domaine de l'électronique et de la programmation pour créer des projets interactifs, des prototypes et des systèmes automatisés. Elle dispose de :

Microcontrôleur Atmega328P : L'ArduinoUno est basé sur le microcontrôleur Atmega328P d'Atmel. En technologie CMOS. Il est équipé d'un CPU 8 bits et a été spécifiquement conçu pour des applications embarquées nécessitant une faible consommation d'énergie et un coût réduit. Il appartient à la famille des circuits RISC (Reduced Instruction Set Computer), avec 131 instructions.

connus pour leur vitesse d'exécution et leur jeu d'instructions simplifié. L'ATmega328P est cadencé par une horloge pouvant atteindre une fréquence de 20 MHz ; sa tension d'alimentation varie entre 1,8 V et 5,5 V. Il est commercialisé soit sous forme de boitiers DIP (Dual In Package), TQFP (Thin Quad Flat Package), MLF (Micro Lead Frame), ou QFN (Quad Flat No-lead).

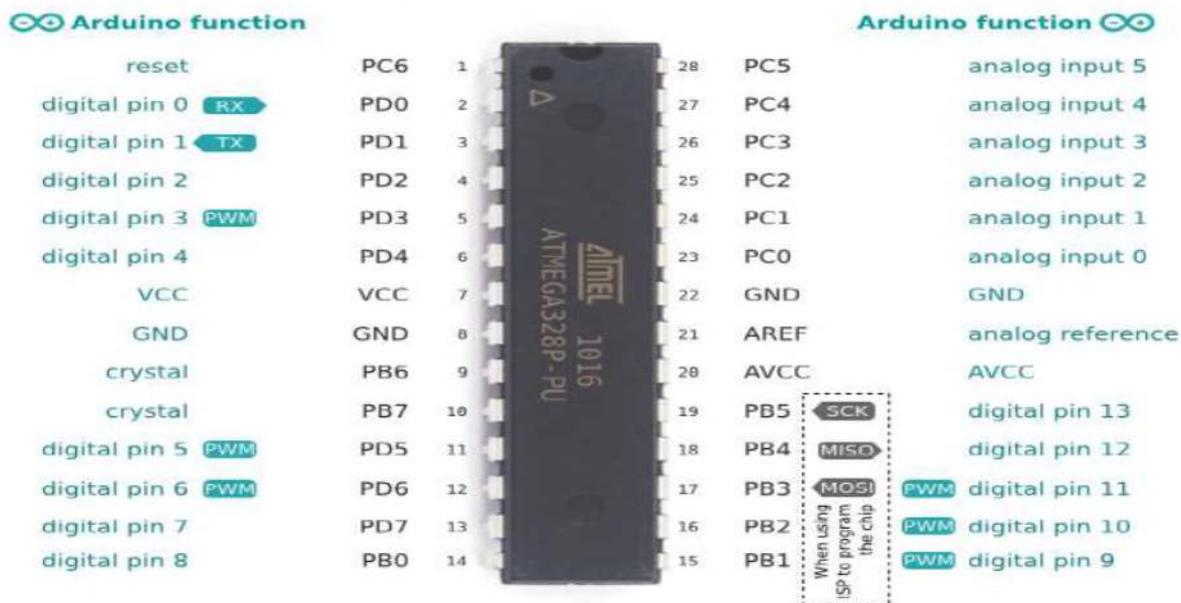


Figure III.6 : Microcontrôleur ATMEGA 328P

Description :

Le microcontrôleur ATmega328 est bâti sur un cœur AVR (dénomination d'ATMEL pour le type de cœur de cette famille de composants), autour duquel plusieurs ressources cohabitent :

- Une mémoire programme Flash de 32 K octets ;
- Une mémoire données RAM statique de 2 K octets;
- Une EEPROM (Mémoire programmable et effaçable électrique) de 1 K octets ;
- Vingt trois E/S à usage général ;
- Trente deux registres de travail à usage général ;
- Deux timers/compteurs de 8 bits, avec modes comparaison – capture et PWM ;
- Un timer/compteur de 16 bits, avec mode comparaison – capture et PWM ;
- Six canaux d'entrées analogiques (Huit pour les boîtiers MLF, QFN et TQFP) ;
- Un module chien de garde électronique programmable (WDT) ;
- Un module de conversion analogique numérique ayant une résolution de 10 bits;
- Deux modules d'interfaces série synchrones SPI ;
- Un module d'interface série synchrone I2C (*TWI*);
- Un module de communication série asynchrone USART ;
- Des interruptions internes et externes.

Autres caractéristiques :

- Six modes de mise en sommeil : Power-down, Power-save, Standby, Extended Standby, Idle, ADC Noise reduction.
- Power-on Reset (Remise à zéro à la mise sous tension).
- Détection de brown-out (gestion des défaillances d'alimentation).
- Oscillateur interne.

Entrées/Sorties : L'ArduinoUno dispose de 14 broches d'entrée/sortie numériques, dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM (Pulse Width Modulation). Il dispose également de 6 broches d'entrée analogiques pour mesurer des signaux analogiques tels que la lumière, la température, etc.

Interfaces : L'ArduinoUno est équipé de ports série UART pour la communication avec d'autres périphériques. Il possède également un port USB pour la programmation et la communication avec l'ordinateur.

Horloge : L'ArduinoUno utilise une horloge à quartz de 16 MHz pour le fonctionnement du microcontrôleur et le timing précis des opérations.

Programmation : L'ArduinoUno peut être programmé à l'aide de l'environnement de développement intégré (IDE) Arduino, qui utilise une version simplifiée du langage de programmation C/C++. L'IDE fournit une interface conviviale pour écrire, télécharger et exécuter des programmes sur la carte ArduinoUno.

Extensions et Shields: L'ArduinoUno est compatible avec une large gamme de modules et de shields (cartes d'extension) qui permettent d'étendre les fonctionnalités de base. Par exemple, il existe des shields pour la communication sans fil (Wi-Fi, Bluetooth), la lecture de capteurs spécifiques (GPS, RFID), le contrôle de moteurs, etc.

Communauté et documentation : L'ArduinoUno bénéficie d'une communauté active d'utilisateurs et de développeurs. Il existe une abondance de ressources en ligne, de tutoriels, de forums de discussion et de bibliothèques de code disponibles pour faciliter la programmation et le développement de projets avec ArduinoUno.[19]

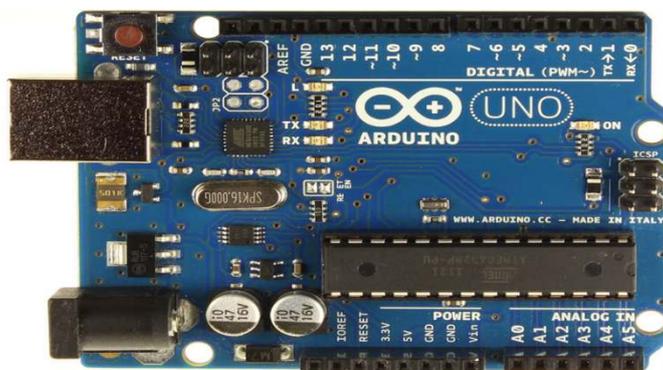


Figure III.7 : Carte ArduinoUno

III.3.1.3.1.1. Brochage de la carte UNO

Le brochage de la carte UNO est illustré dans la figure ci-dessous

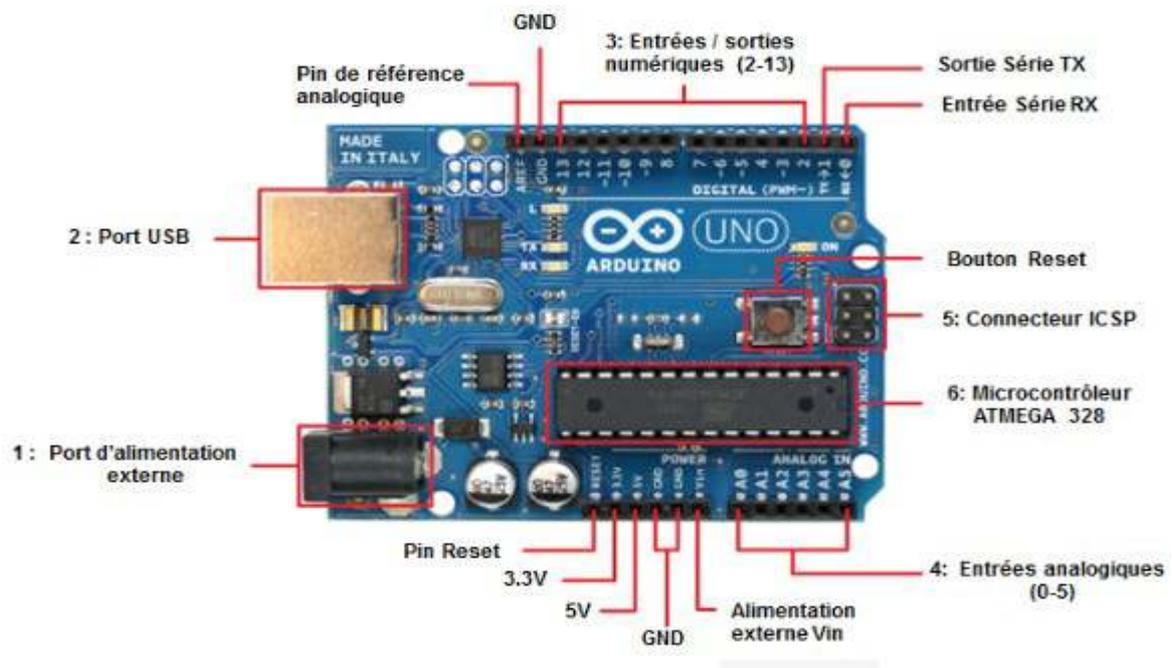


Figure III.8 - Brochage de la carte UNO

III.3.1.4. Relais :

Les relais sont couramment utilisés dans les systèmes d'irrigation pour contrôler le fonctionnement des pompes, des vannes et d'autres appareils électriques. Ils permettent un contrôle précis du démarrage et de l'arrêt des pompes, des vannes et d'autres composants électriques, contribuant ainsi à une gestion efficace de l'irrigation. Les relais peuvent être activés ou désactivés à l'aide de signaux de commande provenant du système de gestion de l'irrigation, assurant un fonctionnement coordonné et automatisé du système d'irrigation.[20]

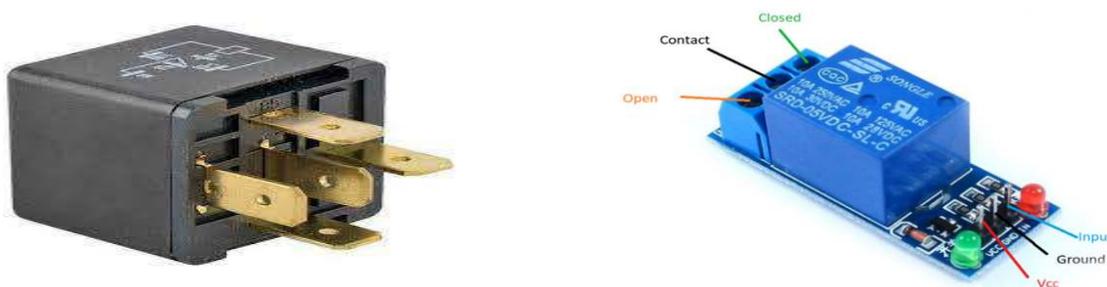


Figure III.9: Relai

III.3.1.4.1. Constituants et principe de fonctionnement

Un relais est composé principalement d'un électroaimant, qui lorsqu'il est alimenté, transmet une force à un système de commutation électrique : les contacts.

Le fonctionnement du relais repose sur le principe de l'attraction d'une pièce métallique, appelée palette, par une bobine. Ce mouvement de la palette, généré par l'activation de la bobine, est ensuite transmis à des contacts qui s'ouvrent ou se ferment en conséquence.

- a. Un relais peut être monostable ou bistable :

Fonctionnement monostable : les contacts commutent quand la bobine est alimentée et le retour à l'état initial se fait quand la bobine n'est plus alimentée (à l'aide d'un ressort en général). C'est le relais le plus répandu.

- b. **Fonctionnement relais bistable à une bobine**: lorsqu'on alimente la bobine, les contacts du relais commutent d'état. Cet état reste inchangé même lorsque la bobine n'est plus alimentée grâce à un mécanisme de verrouillage. Pour revenir à l'état initial, il suffit d'alimenter à nouveau la bobine pour débloquer le mécanisme, parfois en inversant la polarité de l'alimentation. Ce type de relais est couramment appelé "télérupteur" dans le domaine du bâtiment.

- c. **Fonctionnements bistable à deux bobines** : il est légèrement différent, en alimentant la première bobine, les contacts du relais commutent d'état. Cet état reste stable même lorsque la bobine n'est plus excitée. Pour revenir à l'état initial, il suffit d'alimenter la deuxième bobine. Lorsqu'un courant circule dans la première bobine (circuit de commande), celle-ci crée un champ magnétique qui provoque la fermeture des contacts (circuit de puissance). Lorsque le courant est coupé, un ressort permet de rouvrir les contacts.

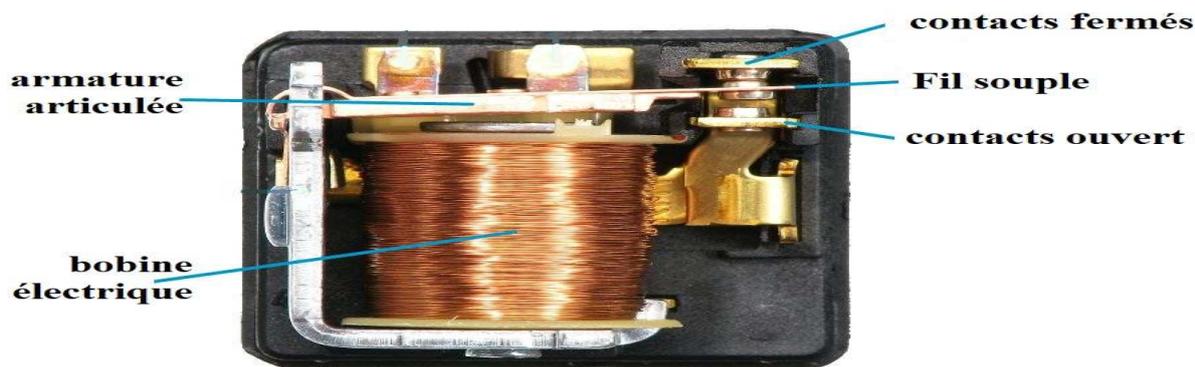


Figure III.10: Schéma de principe du relais

III.3.1.5. Vannes solénoïdes :

Une électrovanne à solénoïde est un type courant d'électrovanne utilisé dans de nombreux systèmes d'irrigation commerciaux pour gérer efficacement l'écoulement de l'eau et assurer une irrigation optimale. Les électrovannes à solénoïde sont appréciées pour leur fiabilité, leur facilité d'utilisation et leur capacité à être contrôlées de manière précise. [21]

III.3.1.5.1. Principe de fonctionnement de la vanne solénoïde

Les vannes solénoïdes se composent de deux parties de base: un solénoïde (ou électroaimant) et la vanne. Le corps de la vanne est constitué de deux orifices/ouvertures ou plus. Alors que le solénoïde abrite plusieurs pièces importantes, y compris une bobine, un ensemble manchon et un plongeur.

Les vannes solénoïdes fonctionnent en utilisant la bobine électromagnétique pour ouvrir ou fermer l'orifice de la vanne. Lorsque la bobine à l'intérieur du solénoïde est alimentée, le piston est soulevé ou abaissé pour ouvrir ou fermer l'orifice. C'est ce qui contrôle à son tour le débit, régulant le mouvement du gaz ou du liquide.

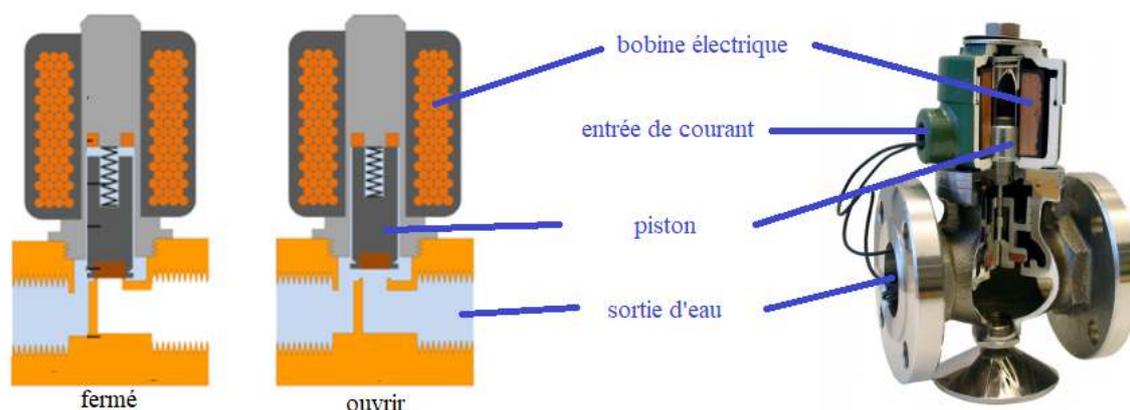


Figure III.11: Principe de la vanne solénoïde

III.3.1.6. Serveur :

Un serveur dans un système d'irrigation fait référence à un appareil informatique qui facilite la gestion et le contrôle du système d'irrigation. Les aspects importants d'un serveur sont [22][23] :

Gestion des données : Le serveur peut stocker et gérer les données relatives au système d'irrigation, telles que les horaires d'arrosage, les paramètres de configuration, les informations des utilisateurs, l'état des capteurs, les historiques d'irrigation, etc. Il peut également traiter et analyser ces données pour optimiser l'efficacité de l'irrigation.

Interface utilisateur : Le serveur peut fournir une interface utilisateur conviviale permettant aux utilisateurs de visualiser et de contrôler le système d'irrigation. Cela peut inclure la programmation des horaires d'arrosage, la surveillance en temps réel des capteurs, l'ajustement des paramètres d'irrigation, etc. L'interface utilisateur peut être un site web, une application mobile ou un logiciel dédié.

III-3.2. Partie logicielle

La partie logicielle d'un système d'irrigation via Internet est un élément très important dans le système d'irrigations via internet. Elle facilite la gestion centralisée, l'automatisation et la surveillance à distance du système. Elle permet aux utilisateurs de maximiser l'efficacité

de l'irrigation, de préserver les ressources en eau et de maintenir des conditions optimales pour la Cette partie est composée de :

III-3.2.1. Interface utilisateur en ligne :

Une interface graphique avec laquelle les utilisateurs interagissent avec le système d'irrigation. Elle est accessible via un navigateur web . Cette interface permet aux utilisateurs de visualiser de configurer les paramètres d'irrigation , d'effectuer des réglage et de contrôler le système à distance .On a deux types d'interface.

III-3.2.1.1. Interface administrateur

Interface administrateur est une interface dédiée aux administrateurs ou aux gestionnaires du système. Elle offre des fonctionnalités avancées pour la configuration, l'utilisation optimale des ressources en eau et la gestion du système dans son ensemble. Les taches importantes effectuées par les administrateurs sont :

Gestion des utilisateurs : L'interface permet aux administrateurs de gérer les utilisateurs qui ont accès au système d'irrigation. Cela peut inclure la création de comptes d'utilisateur, la gestion des autorisations et des rôles, et la révocation d'accès.

Configuration du système : Les administrateurs peuvent utiliser l'interface pour configurer les paramètres généraux du système d'irrigation. Cela peut inclure la définition des horaires d'arrosage par défaut, les seuils de capteurs, etc.

Surveillance et visualisation des données : L'interface peut fournir des tableaux de bord et des graphiques pour la surveillance en temps réel des données d'irrigation. Les administrateurs peuvent visualiser les informations sur les capteurs, les horaires d'arrosage, les débits d'irrigation, les alertes, etc.

Gestion des périphériques : L'interface peut permettre aux administrateurs de gérer les périphériques connectés au système d'irrigation, tels que les vannes, les pompes, les capteurs, etc. Ils peuvent configurer les paramètres spécifiques à chaque périphérique, surveiller leur état et effectuer des diagnostics.

Rapports et historiques : L'interface peut générer des rapports détaillés sur les performances du système d'irrigation, les consommations d'eau, les économies réalisées, etc. Les administrateurs peuvent accéder à des historiques d'arrosage pour évaluer les tendances et prendre des décisions basées sur les données.

Notifications et alertes avancées : L'interface peut permettre la configuration de notifications et d'alertes personnalisées pour les administrateurs. Ils peuvent recevoir des alertes en temps réel par e-mail, SMS ou notifications push pour les événements critiques ou les conditions anormales détectées dans le système.

The screenshot shows an administrative interface with a dark green background. At the top, there are three buttons: 'الإعدادات' (Settings), 'كود' (Code), and 'أردوينو' (Arduino). Below them is the title 'إضافة كود' (Add Code). The form contains the following fields:

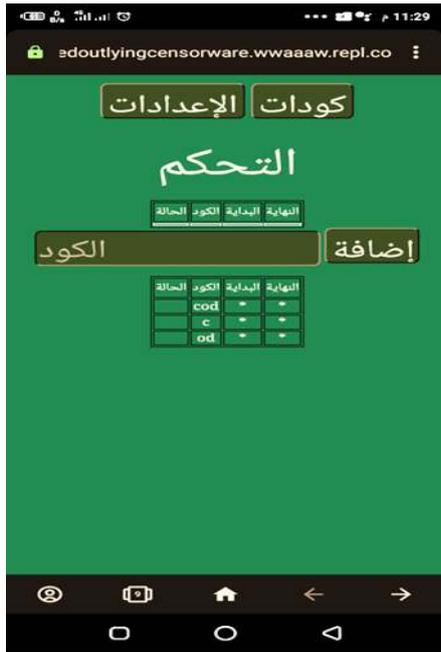
- 'النوع:' (Type): A dropdown menu with 'خاص' (Special) selected.
- 'الإسم:' (Name): A text input field containing 'ddd'.
- 'الكود:' (Code): A text input field containing 'cfffg'.
- 'البداية:' (Start): A date and time picker showing '08-05-2022' and '23:36'.
- 'النهاية:' (End): A date and time picker showing '08-05-2025' and '23:36'.

At the bottom right, there is a button labeled 'إضافة' (Add). In the bottom left corner, there is a small watermark: 'تنشيط Windows. انتقل إلى الإعدادات لتنشيط Windows.'

Figure III.12: Interface administrateur

III-3.2.1.2. Interface utilisateur:

Elle affiche toutes les informations relatives à l'utilisateur telles que l'heure de début et de fin de la licence d'utilisation de l'eau, l'état de la soupape d'eau si elle est ouverte ou fermée, les données du capteur d'eau et affiche les pannes du système.



Hors delai



Dans le delai

Figure III.13: Interface utilisateur

III-3.2.2. Arduino sketch :

Un Arduino sketch, également appelé programme ou code, est un ensemble d'instructions écrit en langage de programmation Arduino qui contrôle le fonctionnement d'un système d'irrigation basé sur une carte Arduino. L'Arduino sketch est téléchargé sur la carte Arduino à l'aide de l'environnement de développement Arduino (IDE) et est exécuté en boucle pour contrôler le système d'irrigation en fonction des instructions programmées. Il permet de personnaliser le comportement du système et d'automatiser les différentes étapes de l'irrigation en fonction des besoins spécifiques de l'utilisateur .

- ✓ **Activation/désactivation des vannes** : Le sketch peut inclure des instructions pour contrôler l'ouverture et la fermeture des vannes d'irrigation. Cela peut se faire en utilisant des relais ou des transistors pour activer les électrovannes connectées aux sorties de la carte Arduino.
- ✓ **Lecture des capteurs**: Les capteurs de niveau sont utilisés pour mesurer le niveau d'eau. Le sketch peut inclure des instructions pour lire les valeurs des capteurs et les comparer à des seuils prédéfinis pour décider si l'arrosage est nécessaire.

- ✓ **Programmation des horaires d'arrosage** : Le sketch peut permettre à l'utilisateur de définir des horaires d'arrosage spécifiques en utilisant des boutons ou un clavier. Les horaires peuvent être stockés dans des variables ou des tableaux pour être utilisés lors de l'exécution du programme.
- ✓ **Gestion des délais** : peut inclure des instructions pour introduire des délais entre les différentes étapes du programme. Par exemple, on peut inclure des délais pour contrôler la durée d'arrosage ou pour espacer les lectures des capteurs.
- ✓ **Gestion des pompes** : Si le système d'irrigation utilise des pompes pour fournir de l'eau, le sketch peut inclure des instructions pour activer et désactiver les pompes en fonction des besoins d'irrigation. Cela peut également inclure la gestion des débits d'eau en ajustant la vitesse de la pompe.
- ✓ **Communication avec un module GSM** : Si le système d'irrigation est connecté à Internet via un module GSM, le sketch peut inclure des instructions pour établir une connexion avec le module et envoyer des données, telles que les relevés des capteurs ou les notifications, via des messages SMS.
- ✓ **Gestion des alertes** : Le sketch peut inclure des instructions pour détecter les conditions anormales, telles qu'une baisse importante du niveau d'eau ou une panne de capteur, et envoyer des alertes via des LED, un afficheur LCD ou un module GSM.
- ✓ **Gestion des interruptions** : La prise en compte de la configuration et de la gestion des interruptions, par exemple pour détecter les pressions de boutons ou pour réagir à des événements externes.
- ✓ **Intégration avec d'autres modules ou capteurs** : Le sketch peut intégrer d'autres modules ou capteurs tels que des capteurs de pluie, des capteurs de température ou des capteurs de débit d'eau pour une gestion plus avancée de l'irrigation.

Un sketch inclut deux fonctions spéciales: ``setup()`` et ``loop()``

III.3.2.2.1. Fonction `setup()`

La fonction `setup()` est une fonction spéciale dans un sketch Arduino. Elle est appelée une fois au démarrage du programme et est utilisée pour effectuer les initialisations nécessaires avant que le programme principal ne commence son exécution. Elle permet :

- ✓ **. Configuration des broches** : Cela peut inclure la déclaration des broches en tant que sorties ou entrées, l'activation des résistances de pull-up ou pull-down, l'affectation des modes de fonctionnement (analogique ou numérique), etc.
- ✓ **Initialisation des modules externes** : Elle est utilisée pour l'initialisation des modules externes, des bibliothèques correspondantes, la configuration des paramètres de communication, l'assignation des adresses, etc.
- ✓ **Configuration des paramètres initiaux** : La fonction `setup()` est utilisée pour configurer les paramètres initiaux du système d'irrigation. Cela peut inclure l'affectation des valeurs de seuil, la définition des horaires d'arrosage par défaut, la configuration des paramètres de communication, etc. Ces paramètres peuvent être stockés dans des variables ou des constantes pour une utilisation ultérieure dans le programme.
- ✓ **Ouverture des ports de communication** : est utilisée pour ouvrir et configurer des ports séries. Cela permet d'établir une communication avec d'autres dispositifs, tels que l'ordinateur hôte, le module GSM.
- ✓ **Initialisation des variables** : La fonction `setup()` est souvent utilisée pour initialiser les variables du programme. Cela peut inclure la réinitialisation des compteurs, la définition des valeurs de départ, l'allocation de mémoire, etc.
- ✓ **Configuration du système** : La fonction `setup()` peut être utilisée pour effectuer d'autres configurations spécifiques au système d'irrigation, telles que la vérification des périphériques connectés, la configuration des temporisateurs, la définition des modes d'économie d'énergie, etc.

III-3.2.2.2. Fonction `loop()`

La fonction `loop()` est une fonction clé dans un sketch Arduino. Elle est exécutée en boucle une fois que la fonction `setup()` a été exécutée, et elle est responsable de l'exécution continue du programme principal.

III-3.2.3. Node `.js`

Node.js est un environnement d'exécution JavaScript open-source côté serveur, basé sur le moteur JavaScript V8 de Chrome. Il permet d'exécuter des applications JavaScript en dehors du navigateur web, ouvrant ainsi la porte au développement d'applications côté serveur, d'outils en ligne de commande et d'autres types d'applications. Pour un système d'irrigation via Internet, Node.js peut être utilisé pour développer le côté serveur de l'application. Il peut gérer les requêtes des utilisateurs, communiquer avec les capteurs et les actionneurs, gérer les données d'irrigation, et fournir une interface utilisateur réactive.[24]

III-3.2.3.1. Caractéristiques

Node.js inclut les caractéristiques suivantes

- ❖ **Événementiel et non bloquant** : ce qui signifie qu'il est capable de gérer un grand nombre de connexions simultanées de manière efficace et réactive. Cela en fait un excellent choix pour les applications, qui nécessitent une communication en temps réel avec des capteurs, des actionneurs et des utilisateurs.
- ❖ **Utilisation du même langage** : Node.js utilise JavaScript comme langage de programmation, ce qui permet aux développeurs de partager du code entre le front-end et le back-end, simplifiant ainsi le développement et la maintenance des applications. Cela peut être particulièrement avantageux lors de l'intégration d'une interface utilisateur pour un système via Internet.
- ❖ **Vaste écosystème de modules** : Node.js bénéficie d'un écosystème de modules NPM (Node Package Manager) très vaste, qui offre une grande variété de modules prêts à l'emploi pour faciliter le développement d'applications. Il existe des modules spécifiques à l'IoT (Internet of Things) qui peuvent être utilisés pour interagir avec des capteurs, des bases de données, des protocoles de communication, etc.
- ❖ **Performance** : Grâce à son architecture événementielle et non bloquante, Node.js offre une grande efficacité en termes de performances. Il est capable de gérer des charges de travail intensives avec une utilisation efficace des ressources système.

III-3.2.4 http

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) est un protocole de communication utilisé pour transférer des informations sur le Web. Il définit les règles et les conventions pour la communication entre un client (généralement un navigateur web) et un serveur web.

Node.js et le protocole HTTP sont étroitement liés. En fait, Node.js fournit un module intégré appelé `http` qui permet de créer des serveurs HTTP et de gérer les requêtes et les réponses HTTP.

Le module `http` de Node.js fournit des fonctionnalités pour créer un serveur HTTP et écouter les requêtes entrantes. Il permet de gérer les différentes méthodes HTTP telles que GET, POST, PUT, DELETE, etc., ainsi que les en-têtes HTTP, les codes de statut et les données transférées.

III-3.2.5 fs

Le module `fs` (File System) est un module intégré de Node.js qui fournit des fonctionnalités pour interagir avec le système de fichiers du système d'exploitation en utilisant des fonctions POSIX standard¹. Le module `fs` a des formes synchrones, basées sur des rappels et des promesses et est accessible en utilisant à la fois la syntaxe CommonJS et les modules ES6 (ESM)². Il permet de lire, d'écrire, de modifier, de supprimer des fichiers et de manipuler des répertoires.

III-3.2.6. querystring

Le module `querystring` est un module intégré de Node.js et qui est souvent utilisé pour interagir avec les chaînes de requête URL dans les applications web. Il peut être utilisé pour analyser les paramètres de requête d'une URL, extraire des valeurs spécifiques, les manipuler et les reformater selon les besoins. Il inclut les fonctions suivantes

- a. **`querystring.parse()`** : Cette méthode permet de parser une chaîne de requête URL et de la convertir en un objet JavaScript. Les clés et les valeurs de la chaîne de requête sont extraites et stockées dans un objet.
- b. **`querystring.stringify()`** : Cette méthode fait l'inverse de `querystring.parse()`. Elle prend un objet JavaScript et le convertit en une chaîne de requête URL. Les propriétés de l'objet sont converties en clés et valeurs de la chaîne de requête.

- c. **querystring.escape() et querystring.unescape()** : Ces méthodes permettent d'échapper et de déséchapper les caractères spéciaux dans une chaîne de requête URL. Elles sont utiles pour s'assurer que les valeurs des paramètres de requête sont correctement encodées et décodées.

Pour utiliser le module `querystring`, on doit l'importer dans notre script Node.js en utilisant la déclaration `require('querystring')`.

III-3.2.7. html

HTML (HyperText MarkupLanguage) est le langage de balisage standard utilisé pour créer et structurer le contenu des pages web. Il est utilisé pour décrire la structure et la présentation d'une page web, ainsi que pour inclure des éléments interactifs tels que des formulaires, des images, des liens, des vidéos et bien plus encore. Il permet aussi l'intégration des styles CSS pour la mise en page et la présentation, ainsi que des scripts JavaScript pour ajouter des fonctionnalités interactives à la page.

HTML est un langage flexible et extensible qui a évolué au fil des années. Il est pris en charge par tous les navigateurs web modernes et constitue la base de développement pour la création de pages web.[25]

III-3.2.8. css

CSS (Cascading Style Sheets) est un langage de feuilles de style contenant des instructions pour décrire la présentation et l'apparence des documents HTML (et d'autres langages de balisage). Il permet de contrôler l'aspect visuel des éléments HTML, tels que la couleur, la police, la taille, la disposition, les marges, les bordures, etc. CSS est un langage puissant et polyvalent qui permet de personnaliser l'apparence des pages web. Il est souvent utilisé en conjonction avec HTML et JavaScript pour créer des expériences utilisateur attrayantes et interactives.[26]

III-3.2 .9. java script

JavaScript est un langage de programmation qui permet d'implémenter des mécanismes complexes sur une page web. C'est l'un des trois langages principaux pour les

développeurs web, avec HTML et CSS, HTML permet d'ajouter du contenu à une page web, CSS spécifie la mise en page, le style et l'alignement des pages web et JavaScript améliore le comportement des pages Web. Utilisé pour exécuter des commandes dans l'interface[27]

III.4. Conclusion

Ce chapitre constitue une étude qui traite l'aspect matériel et logiciel du système. Nous avons examiné les différents éléments nécessaires pour le contrôle de la distribution de l'eau pour l'irrigation. Nous avons commencé par la présentation de l'architecture matérielle en expliquant les connaissances de base sur les fonctionnalités des divers modules constituant le système, puis nous avons abordé l'utilisation des logiciels pour la réalisation de ce projet.

Ce chapitre revêt une importance cruciale pour la suite de notre projet, car il fournit des informations détaillées sur les concepts qui seront utilisés tout au long de la phase de mise en œuvre.

Chapitre IV :

Simulation

IV.1. Introduction

Après avoir examiné les composants essentiels que nous avons utilisés dans notre système de "Commande à distance", ce chapitre se concentre sur la description de toutes les étapes nécessaires à la simulation et la réalisation de notre projet.

IV.2. Simulation

La simulation est une méthode utilisée pour imiter ou reproduire le comportement d'un système réel à l'aide d'un modèle informatique. Cela permet d'analyser et de prédire les performances du système dans des conditions spécifiques, sans avoir à mettre en place un prototype physique coûteux ou à effectuer des expérimentations réelles.

La simulation peut être utilisée dans de nombreux domaines, tels que l'ingénierie, les sciences, la médecine, la finance, etc. Elle permet de tester différentes hypothèses, de prendre des décisions éclairées, d'optimiser les performances et de réduire les risques avant de passer à la phase de mise en œuvre.

Le processus de simulation implique généralement la création d'un modèle mathématique ou informatique qui représente le système réel. Ce modèle est basé sur des équations, des paramètres et des contraintes qui décrivent le comportement du système. Ensuite, en utilisant des techniques de simulation appropriées, telles que la simulation par événements discrets, la simulation à base d'agents ou la simulation continue, le modèle est exécuté pour générer des résultats et des prédictions.

Les avantages de la simulation sont nombreux. Elle permet d'explorer différentes configurations, de tester des scénarios complexes, d'optimiser les ressources, de détecter les problèmes potentiels et de comparer les performances de différentes solutions. De plus, elle offre un environnement sûr pour effectuer des expériences virtuelles sans risque pour les personnes ou les équipements.

IV.3. Présentation de Proteus

Proteus est un logiciel de conception électronique et de simulation largement utilisé dans l'industrie électronique et l'éducation. Il est développé par Labcenter Electronics [28] et

offre une suite complète d'outils pour la conception de circuits électroniques, la simulation, la création de schémas, le routage de PCB (Printed Circuit Board) et bien plus encore.

Le logiciel Proteus permet aux ingénieurs et aux concepteurs électroniques de créer et de simuler des circuits électroniques complexes de manière efficace et précise. Il offre une interface conviviale et intuitive, facilitant la conception et la simulation de circuits électroniques pour les débutants et les professionnels.

Avec Proteus, nous pouvons créer des schémas de circuits électroniques en utilisant une vaste bibliothèque de composants électroniques prédéfinis. nous pouvons également dessiner des schémas personnalisés en important des symboles et des empreintes de composants externes.

Une fois le schéma électronique créé, Proteus permet de simuler le comportement du circuit en utilisant des modèles de composants précis.

Proteus offre également des fonctionnalités avancées de routage de PCB pour transformer le schéma électronique en un circuit imprimé fonctionnel. Vous pouvez concevoir et optimiser le routage des pistes, placer les composants de manière efficace et générer des fichiers de fabrication prêts à être envoyés à un fabricant de PCB.

IV.4. Etude et simulation du fonctionnement du système de distribution d'eau pour l'irrigation

IV.4.1. Schema fonctionnel de la carte

La figure IV.1 représente le schéma fonctionnel et le schéma en blocs de notre carte électronique. Elle comprend plusieurs modules qui remplissent différentes fonctions, comme nous l'avons détaillé dans le chapitre "2".

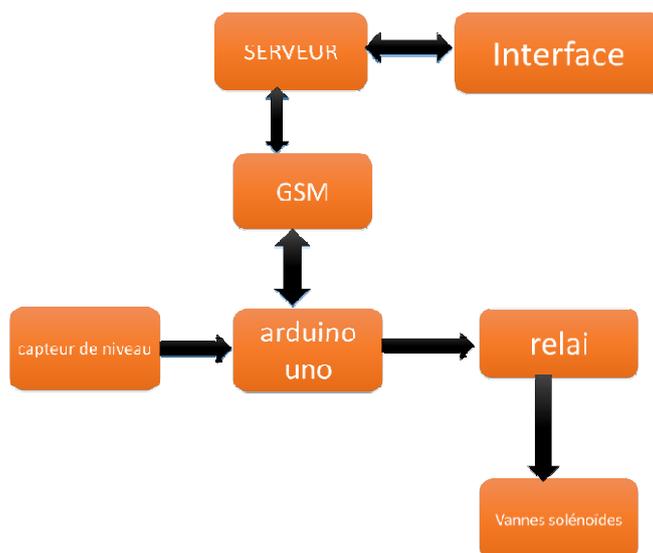


Figure IV.1 : schéma synoptique général

IV.5 Simulation des différents blocs

IV.5.1. Système de détection de niveau d'eau

Lorsque l'utilisateur introduit une demande d'utiliser de l'eau, Arduino autorise l'activation de l'électrovane, alors le capteur de niveau donne l'information à la carte sur la disponibilité ou non de l'eau.

Le capteur de niveau de liquide comporte trois contacts. Le contact de droite (-) se connecte à la masse (GND), celui du milieu à l'alimentation 5V, et celui de gauche à une entrée analogique de la carte Arduino.

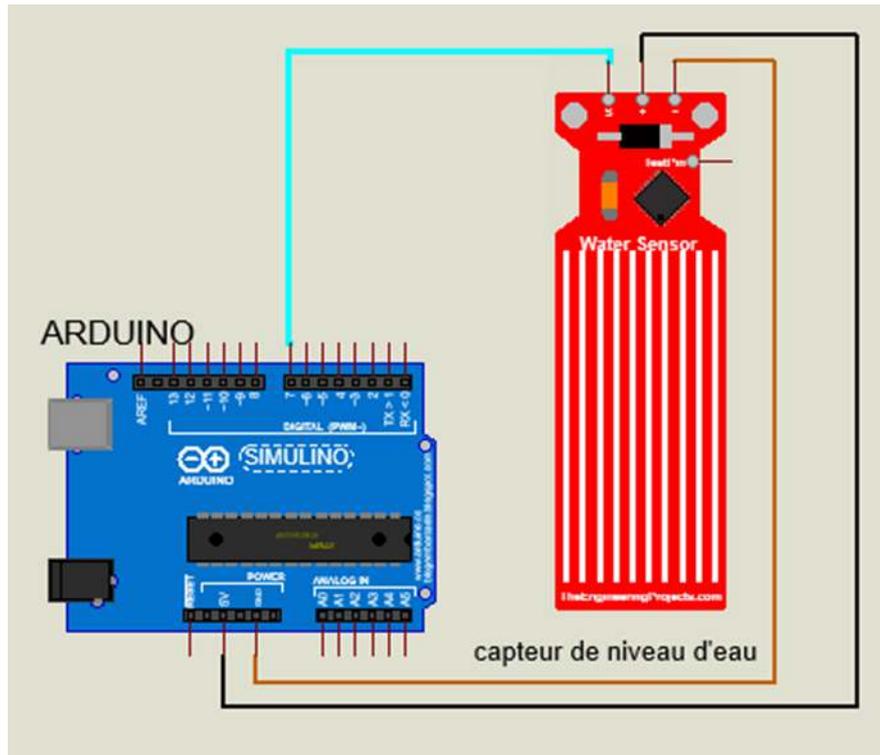


Figure IV.2 : Brochage du capteur de niveau avec la carte arduino

La représentation de la simulation du système réalisée avec Proteus est la suivante :

- Lorsque l'électrovane est ouverte : le message suivant apparaît

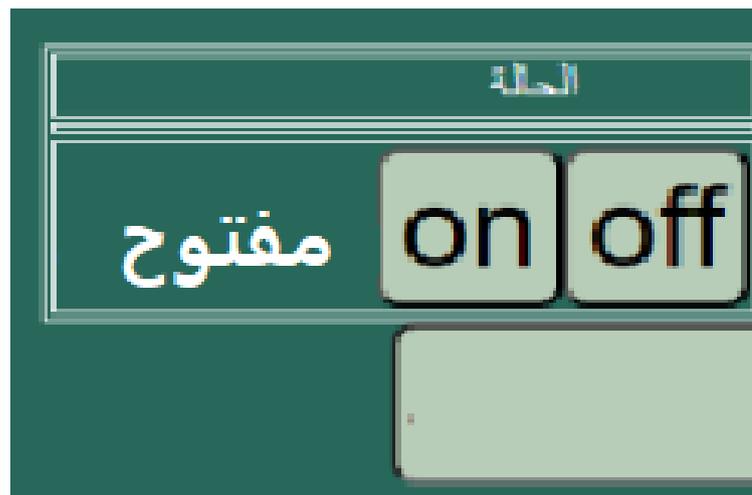


Figure IV.3 : Message de fermeture de l'électrovane

- ✓ Si le capteur est complètement sec , la tension de sortie et la lecture sur l'entrée analogique seront nulles ce qui implique la non disponibilité de l'eau,

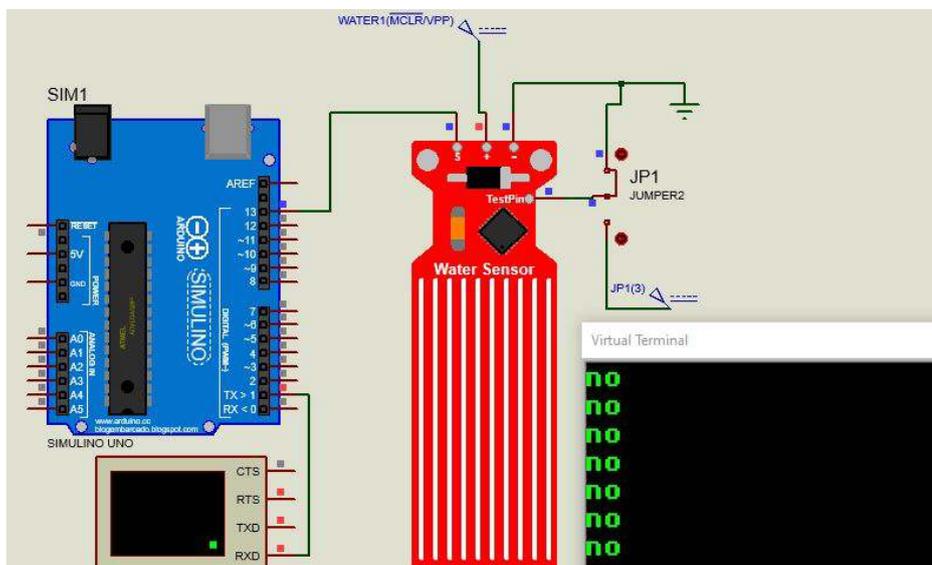


Figure IV.4 : Simulation sous proteus de la non disponibilité de l'eau

,et un message de non disponibilité de l'eau est envoyé aux administrateurs.

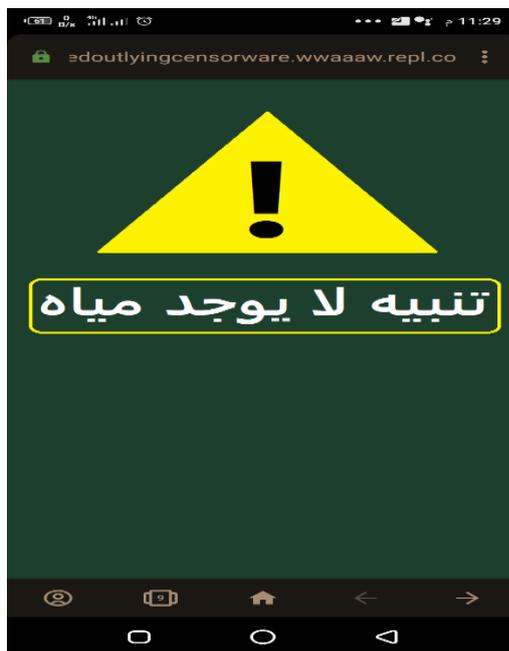
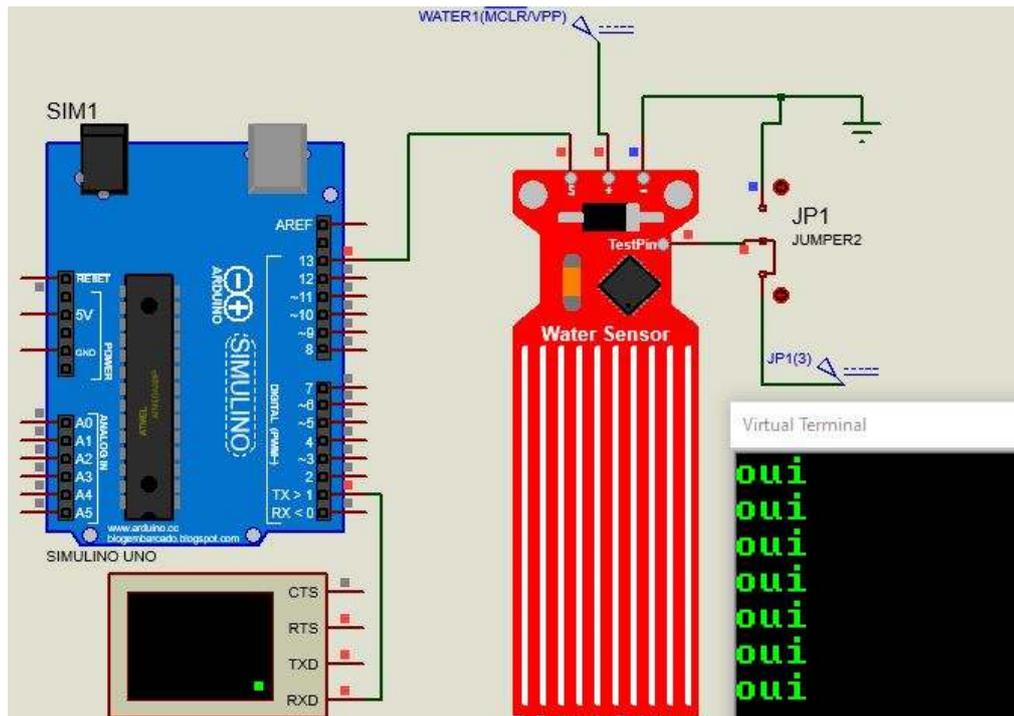


Figure IV.5 : Message avertissant de la non disponibilité de l'eau

Si le capteur est immergé dans l'eau, sa lecture sera élevée (de 0 à 6), donc l'eau est disponible.



• **Figure IV.6 :** Simulation sous proteus de disponibilité de l'eau

Lorsque l'électrovanne est fermée :le message suivant apparaît



Figure IV.7 : Message de fermeture de l'électrovanne

En cas de détection d'un signal par le capteur de niveau, indiquant ainsi la présence d'une fuite d'eau, une notification sera envoyée à l'administrateur par le module GSM.



Figure IV.8 : Message de detection de fuite d'eau

IV.5.2. Commande des relais

Les relais permettent un contrôle précis du démarrage et de l'arrêt des pompes, des vannes et d'autres composants électriques .

Le relais est connecté à l'Arduino via trois broches: GND et VCC pour la charge, et Input pour le contrôle.

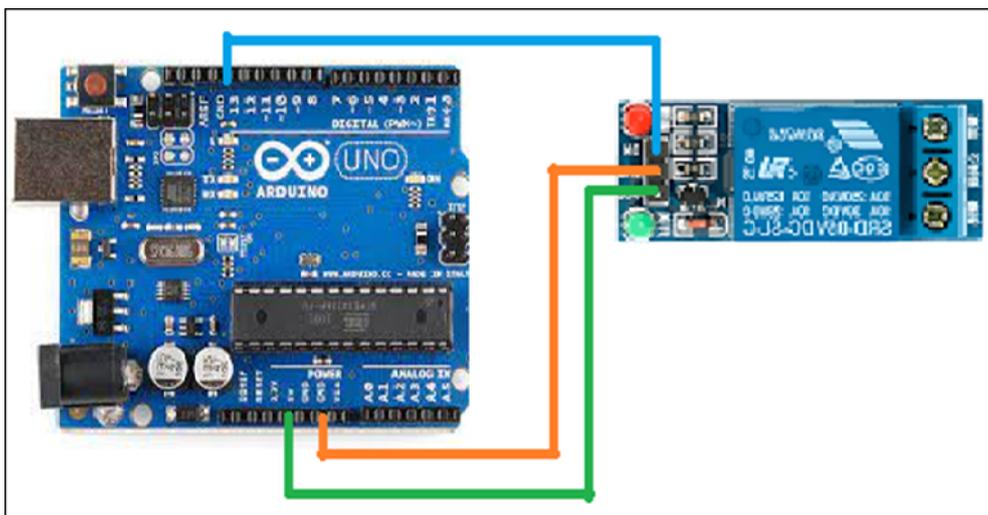


Figure IV.9: Brochage du relais avec la carte arduino

Les relais peuvent être activés ou désactivés à l'aide de signaux de commande provenant de la carte Arduino, assurant un fonctionnement coordonné et automatisé du système d'irrigation.

Lorsque une tension est envoyée via l'entrée Input, le relais est activé et laisse passer le courant électrique.

Lorsque aucune tension n'est envoyée via l'entrée Input, le relais est désactivé, le courant ne circule pas.

IV.5.3. Commande des vannes solénoïdes

. Le courant qui alimente la vanne d'eau passe par le relais qui le coupe ou le laisse passer en fonction du signal électrique provenant de l'Arduino.

Si le relais est activé, il permet le passage du courant électrique vers la vanne, ce qui entraîne son ouverture et le flux d'eau vers les zones d'irrigation.

le relais est désactivé, le courant ne circule pas vers la vanne ce qui entraîne la fermeture de cette dernière .

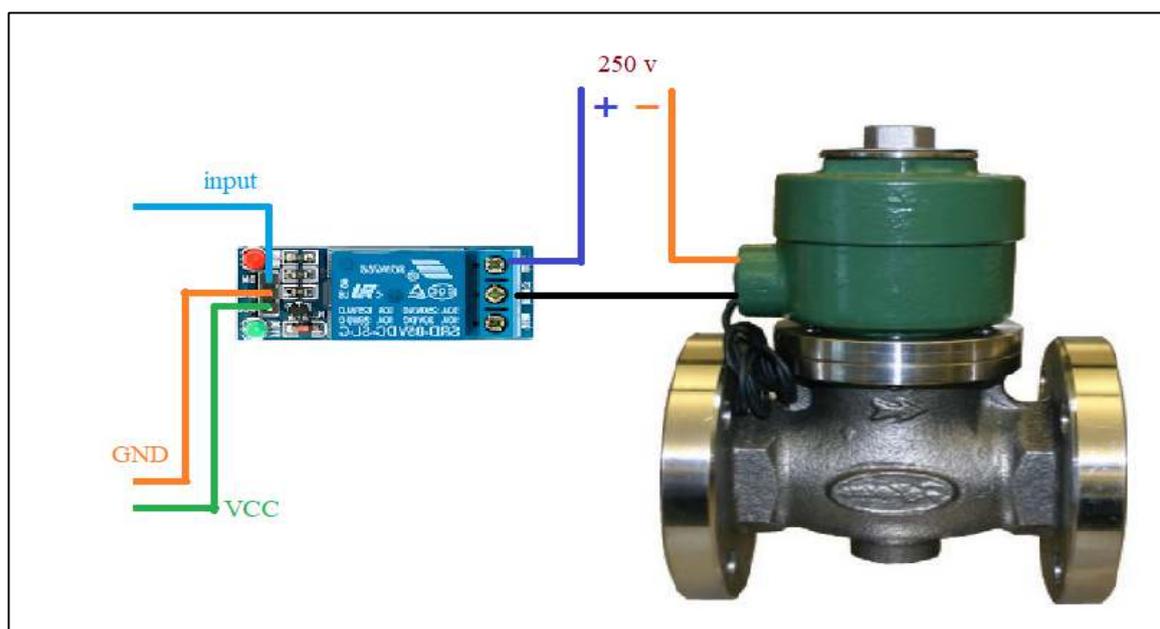


Figure IV.10 : Relai et Vannes solénoïdes

IV.5.4. Système de communication

La transmission de l'information à travers l'ensemble du système est essentielle pour assurer la communication entre le système d'irrigation et l'interface graphique. Il est crucial que les données puissent circuler de manière fiable et efficace afin de permettre un contrôle et une surveillance adéquats du système via l'interface graphique. Cette communication est assurée par une connexion sans fil, qui est possible grâce au module GSM SIM900.

IV.5.4.1. La réception et la transmission du signal

La connexion de la carte de communication (SIM900) (qui est sous la normalisation RS232) et la carte Uno, se fait par liaison série à travers les ports série (Rx et Tx) du SIM900 et de l'UART de la carte Uno qui sont destinées pour cette communication.

La connexion se fait de la manière suivante :

- Tx du Uno vers Rx du SIM900
- Rx du PIC vers le Tx du SIM900

Le choix des broches permettant la communication entre le module GSM SIM900 et la carte Arduino est réalisé via deux cavaliers :

- Liaison série logicielle : Rx = D7 et Tx = D8
- Liaison série matérielle : Rx = D0 et Tx = D1

IV.5.4.2. La liaison série UART

est un module appelé USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter). Ce module permet l'envoi et la réception de données en mode série, que ce soit de manière synchrone ou asynchrone. Dans notre cas, le module USART gère uniquement deux broches, RC6/Tx et RC7/Rx. Ces broches sont connectées au module de communication SIM900.

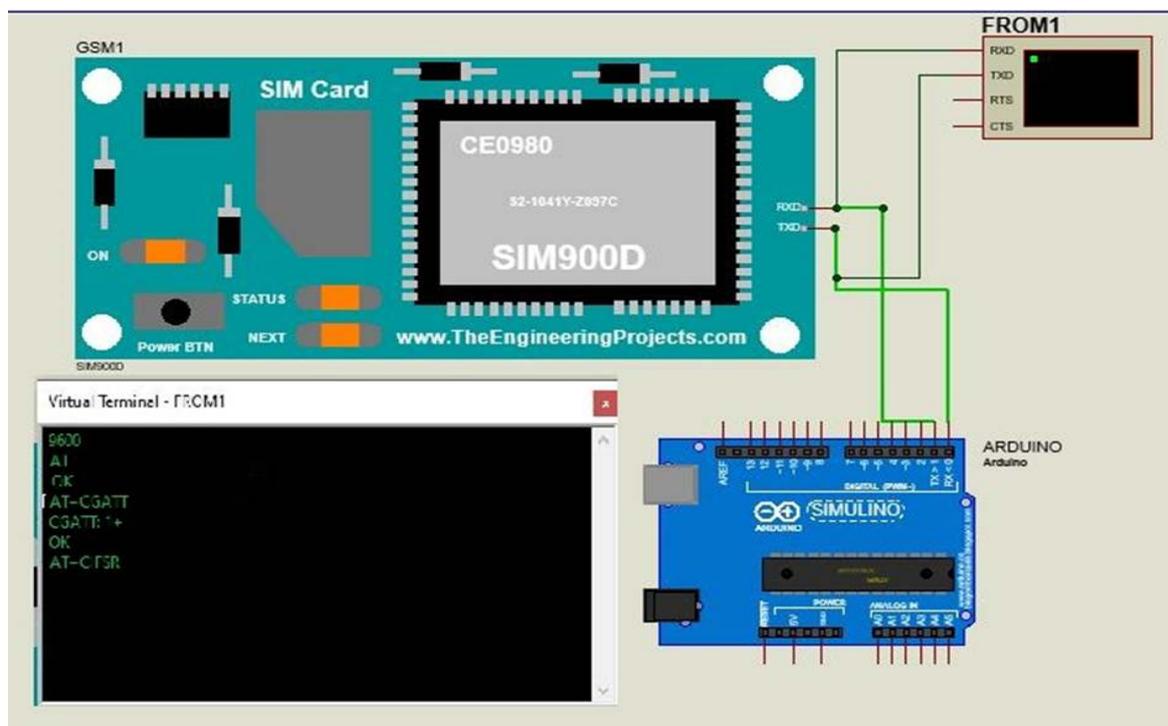


Figure IV.11 : Arduino et GSM

IV.5.5. Interface de contrôle

Dès le lancement de l'application, l'utilisateur est redirigé vers une page d'authentification, où il lui sera demandé de saisir son mot de passe. Une fois authentifié, l'utilisateur aura accès à toutes les fonctionnalités de l'application à travers une interface

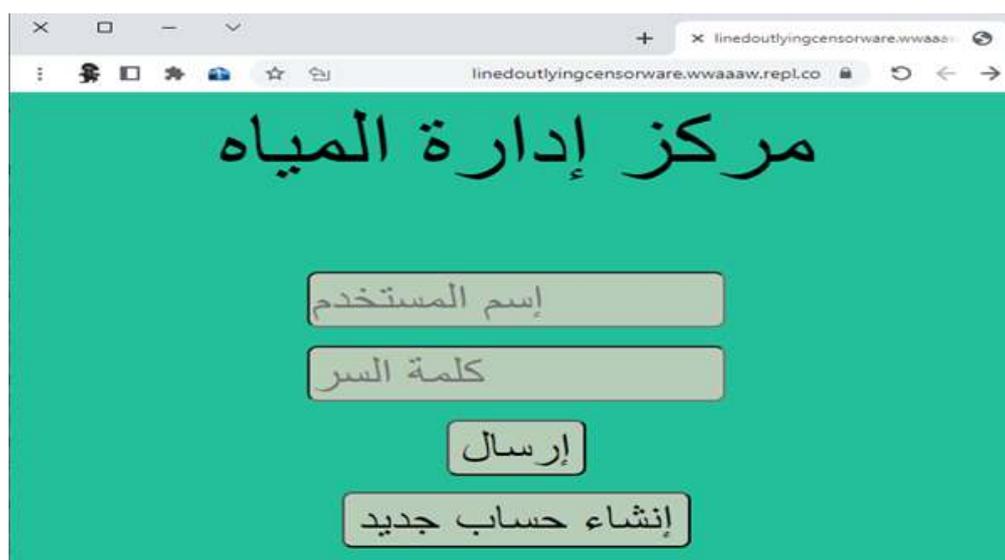


Figure IV.12 : Interface de connexion

IV.5.5.1. l'administrateur

Si nous entrons le nom et le mot de passe de l'administrateur, l'interface de l'administrateur apparaît.

L'interface de l'administrateur lui permet la création de comptes d'utilisateur, la gestion des autorisations et des rôles, planification des horaires et les durées des arrosage pour chaque utilisateur.



The screenshot shows a web browser window with the URL 'linedoutlyingcensorware.waaaaw.repl.co'. The page title is 'إضافة كود' (Add Code). The form contains the following fields:

- النوع: خاص (Type: Private)
- الإسم: amor (Name: amor)
- الكود: amor2023 (Code: amor2023)
- البداية: 30-05-2023 07:00 (Start: 30-05-2023 07:00)
- النهاية: 30-05-2023 11:00 (End: 30-05-2023 11:00)

A button labeled 'إضافة' (Add) is located at the bottom of the form.

Figure IV.13 : Interface administrateur

IV.5.5.1.2. Type public

L'administrateur peut ajouter des heures supplémentaires non utilisées au calendrier en utilisant le mode public (عام) et les attribuer aux tout utilisateurs ayant besoin de temps d'irrigation supplémentaires.

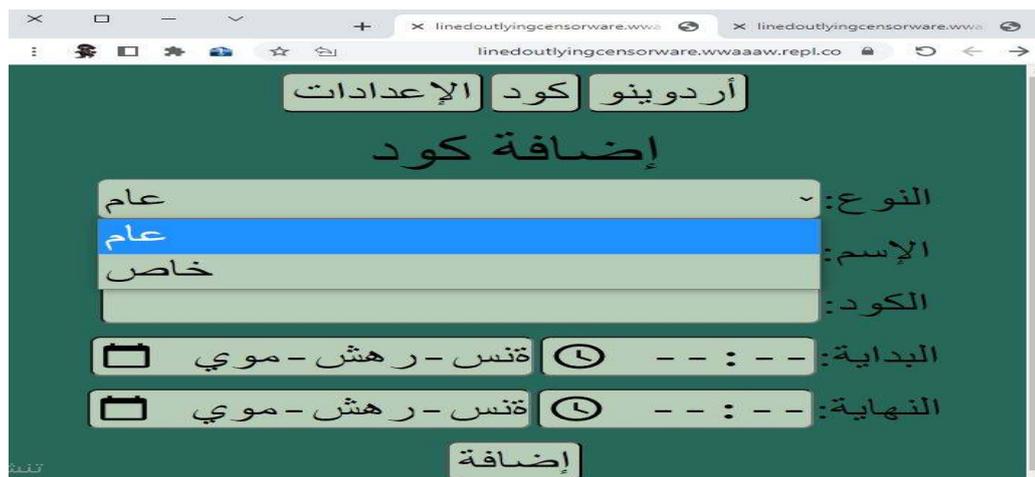


Figure IV.14 : Le choix du type est public

IV.5.5.2. Utilisateur

Si nous entrons le nom et le mot de passe de l'utilisateur, l'interface utilisateur apparaît. En introduisant le code correct ,l'utilisateur peut activer et désactiver la vanne d'eau pendant le temps d'irrigation et peut utiliser les heures supplémentaires du calendrier.



Figure IV.15 : Interface utilisateur

IV.5.6. Simulation du système de distribution d'eau pour l'irrigation

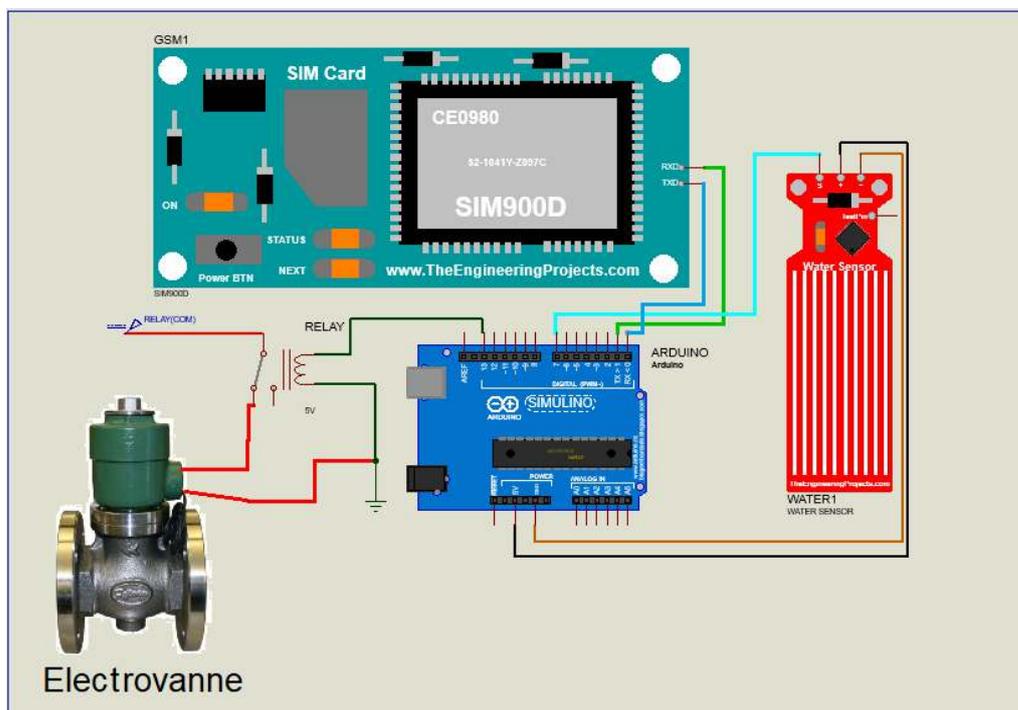


Figure IV.16 : Simulation sous proteus du système de contrôle

IV.6. Description de notre programme

IV.6.1. L'organigramme

Avant de commencer à écrire un programme, il est conseillé de créer un organigramme qui représente le flux d'exécution du programme. Cela facilitera la programmation en offrant une vue d'ensemble du cheminement du programme.

IV.6.2. L'organigramme de programme principal

L'ordre chronologique de déroulement des actions à effectuer est établi dans le chronogramme suivant :

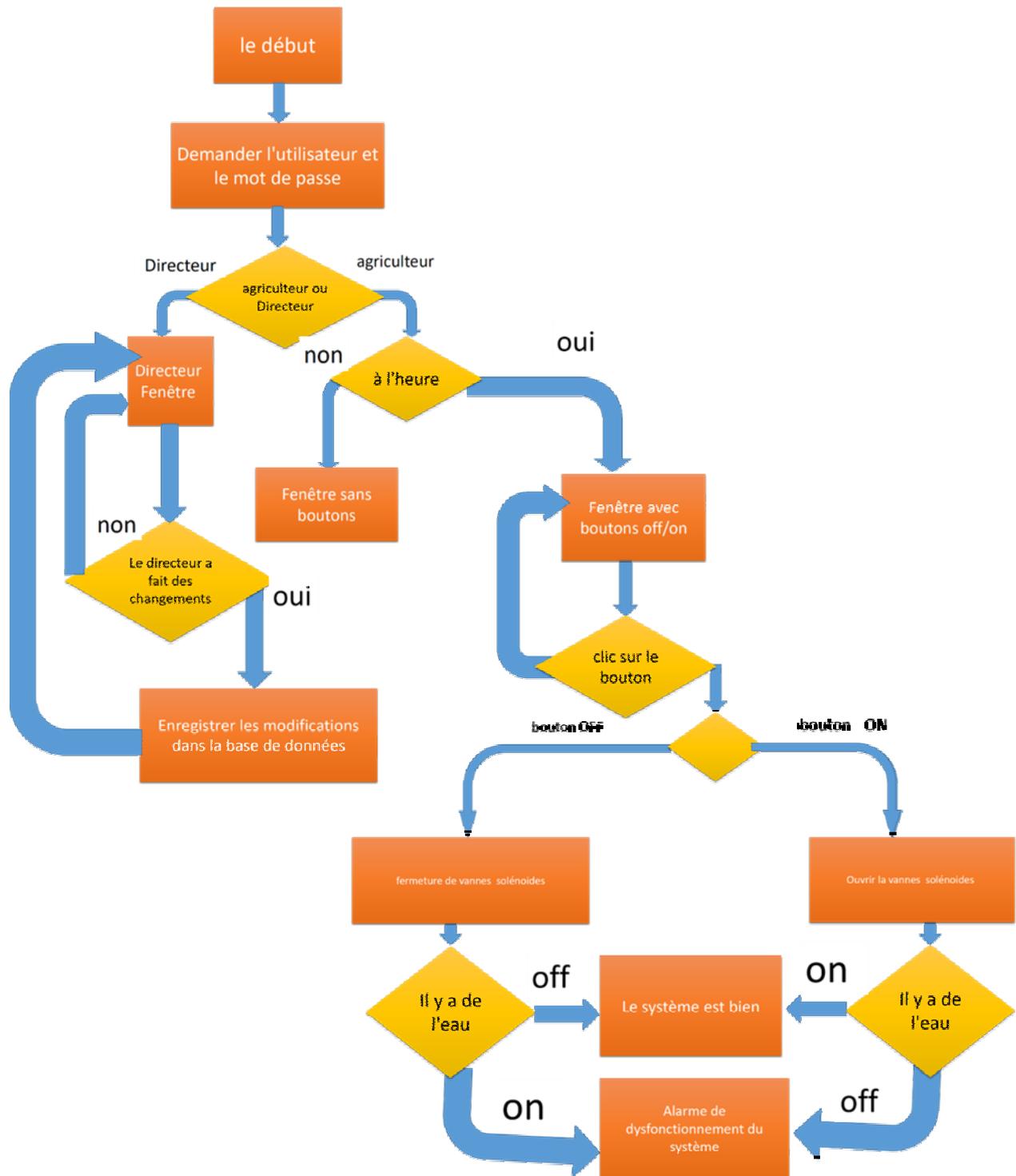


Figure IV.17: L'ordre chronologique des actions à effectuer

Conclusion générale

Conclusion générale :

En conclusion, le projet de contrôle de distribution d'eau utilisant Arduino et un module GSM est une solution efficace et pratique pour surveiller et contrôler la distribution d'eau. Grâce à l'utilisation d'Arduino, il est possible de collecter des données sur la quantité d'eau utilisée, d'automatiser le processus de distribution et de détecter les fuites ou les problèmes potentiels.

L'intégration d'un module GSM permet de communiquer avec le système à distance, ce qui offre une flexibilité supplémentaire et facilite la gestion de la distribution d'eau, même en dehors de l'emplacement physique du système. L'envoi de notifications ou d'alertes par SMS permet de rester informé en temps réel des événements importants, tels que les pénuries d'eau ou les fuites détectées.

Ce projet peut être très utile dans divers domaines, tels que l'agriculture, les bâtiments résidentiels ou commerciaux, les zones rurales ou les sites isolés. Il permet d'optimiser l'utilisation de l'eau, de réduire les pertes et de prévenir les situations de crise liées à la disponibilité de l'eau.

Cependant, il convient de noter que la mise en œuvre d'un tel projet nécessite une certaine expertise en programmation Arduino et en électronique, ainsi qu'une bonne connaissance du système de distribution d'eau à surveiller. Une planification minutieuse et une analyse des besoins spécifiques sont essentielles pour concevoir et mettre en place un système adapté à chaque situation.

Dans l'ensemble, le projet de contrôle de distribution d'eau Arduino et GSM offre un moyen innovant et pratique de surveiller et de contrôler la distribution d'eau, contribuant ainsi à une utilisation plus efficace des ressources hydriques et à une meilleure gestion globale de l'eau.

Bibliographies :

- [1] P. Thomas, O. Dequincey, « Origine(s) de l'eau sur Terre », planet-terre.ens-lyon
<https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/origine-eau-sur-Terre.xml>, 2020.
- [2] D. Derrouch, « Dynamique de l'eau dans le sol en agriculture de conservation » mémoire en vue d'obtention de diplôme d'ingénieur, PURPAN école d'ingénieurs science du vivant agriculture / agroalimentaire, 2017
https://www.researchgate.net/publication/342282315_Memoire_de_fin_d'etude_Dynamique_de_l'eau_dans_le_sol_en_agriculture_de_conservation#fullTextFileContent
- [3] B. CHEKIRED, « Cours Bases D'irrigation », cours en ligne aux étudiants de Deuxième année Cycle Supérieur (1 ère-année-SC), Ecole Nationale Supérieure En Agromomie (ENSA), Alger, 2022 ,
<http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/3359/1/COURS%20IRRIGATION.pdf>
- [4] A. Oulmane, « Gestion de l'eau d'irrigation en Algérie: d'une politique de l'offre vers une politique de gestion de la demande », thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique- Alger, 2018.
<http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/2083/3/OULMANE-Amine>
- [5] D. Leenhardt, M. Voltz & O. Barreteau (ed.), « L'eau en milieu agricole », OpenEdition Books, Éditions Quæ, 2021.
- [6] L. Zella, D. Smadhi, « Evolution De L'irrigation », LARHYSS Journal, volume 6, Numéro 1, Pages 65-80, 2007-12-01 mémoire de master, Université Freres Mentouri Constantine, 2015.
- [7] A. Kabour, « Introduction à l'irrigation », polycopié de cours, destiné aux étudiants Licence L3, Université Mila, 2018.
- [8] C. Mathieu, J. Cl. Chossat, « Les divers modes d'irrigation de la source à la parcelle », Lavoisier - Technique Et Documentation, 2018.
https://complements.lavoisier.net/9782743023867_les-divers-modes-d-irrigation-de-la-source-a-la-parcelle
- [9] A. Ben amor, K. Gharmouli, K. Haded, « Contribution à l'étude expérimentale d'humidité de sol dans l'irrigation par planches sous les conditions arides (Cas d'Ouargla) », mémoire de master, L'Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued, 2022.
- [10] A. BRADAÏ, « Techniques modernes d'irrigation et de fertigation », Cours : L3, Sol & Eau « Eau et Environnement » Université Hassiba Ben Bouali Chlef, 2020,
<https://www.univ-chlef.dz/fsnv/wp-content/uploads/technique.pdf>
- [11] K. MIHI, « Gestion de l'eau dans les exploitations agricoles de la région du Ziban », mémoire de master, Université Mohamed Khider de Biskra, 2022.
- [12] A. Duleimi, « الأنبار محافظة في المستدامة الزراعية التنمية في دورها المياه إدارة », Journal, Al-Adab 114 2015
- [13] M. Guergueb, A. Ferhat, « La gestion des eaux en Algérie : Vers un nouveau paradigme », journal of Advanced Economic Research, Vol : 06, Issue 01, 2021
- [14] M. AMOURA, « Contribution à l'analyse de la performance d'un système d'irrigation de cultures dans la région de Chlef », thèse de doctorat en sciences, Université Hassiba Benbouali de Chlef, 2022.
- [15] Z. Xiangqian, et al. « Self-powered distributed water level sensors based on liquid-solid triboelectric nanogenerators for ship draft detecting. » Journal of Advanced Functional Materials 29.41 (2019)

Bibliographies

- [16] L.Hoon-Keun, J. Choo, and J. Kim. «Multiplexed passive optical fiber sensor networks for water level monitoring: A review. » Sensors pp 20.23,2020
- [17] J. Bansari, and Y. Sojitra. «An Appropriate Flash Flood and Landslide Warning System for Developing Countries: A Reviewl » International Journal of Advance Engineering and Research Development 2015.
- [18] Z. Gabour,,M.Tibiche, «Gestion des alarmes LTE à travers un réseau GSM »,Mémoire de master,Université Mohamed Bouguerra Boumerdès,2019
- [19] K. Trudy, «Conception et réalisation d'un système Smart House »,Mémoire de master,Université Mohamed Kheidar Biskra,2018
- [20] M Brahim,B Youcef,M Brahim « Design and implementation of an overcurrent digital relay Mémoire de master,Université Mohamed Bouguerra Boumerdès, 2018
- [21] Niles, Walter D., and Peter J. Coassin. «Piezo-and solenoid valve-based liquid dispensing for miniaturized assays. » Journal of Assay and drug development technologies Volume: 3 Issue 2: May 4, 2005
- [22] Du, Zongyang, . «The trRosetta server for fast and accurate protein structure prediction. » Nature protocols 16.12 ,2021
- [23] R.Perian .«What Is a Server? » Lifewire 12/6/2021
- [24] W. Zhou, , et al. «Research progress of the liquid cold plate cooling technology for server electronic chips: A review. » International Journal of Energy Research 46.9 ,2022
- [25] Z. GUELMI «Détection des vulnérabilités des applications Web aux attaques XSS » Mémoire de master ,Université de 8 Mai 1945 – Guelma Juin 2022
- [26] L. Meghezzel, ,S. Derouiche, ,D. Touazi, «Configurer un serveur d'impression Windows server »Mémoire de master,Université de Béjaïa2022,
- [27] X. CHEN, G.SONG, Y.ZHANG, «Virtual and remote laboratory development» A review. Earth and Space 2010: Engineering, Science, Construction, and Operations in Challenging Environments, 2010,
- [28] F Fatiatun, S Jumini1, E Trisnowati,D Dahnuss « Proteus as a virtual simulation to improve readiness and process skills in laboratory experiment»,Journal ,Iop Science,2020

Résumé:

ملخص:

واجه المزارعون في الجزائر تحديات مختلفة تتعلق بالري وتوزيع المياه في مزارعهم. وتشمل هذه التحديات التضارب حول جداول الري وعدم الامتثال، مما يؤدي إلى نقص المياه في المزارع. يمثل تسرب المياه أيضاً تحدياً في التسبب في النفايات والاستخدام غير الفعال لهذا المورد الثمين. ولكل هذه المشاكل آثار سلبية على كل من المزارعين والزراعة ككل.

من أجل حل هذه المشكلات وإيجاد الحلول المناسبة، قمنا بتطوير هذا المشروع الذي يهدف إلى إنشاء نظام آلي باستخدام Arduino ووحدة GSM. بفضل استخدام Arduino، من الممكن جمع بيانات عن كمية المياه المستخدمة، وأتمتة عملية التوزيع واكتشاف التسربات أو المشاكل المحتملة.

ويتيح تكامل الوحدة النموجية للألية إمكانية الاتصال بالنظام عن بُعد، مما يوفر مرونة إضافية ويسر إدارة توزيع المياه. إن إرسال الإشعارات أو التنبيهات عبر الرسائل القصيرة ببيانات على اطلاق في الوقت الفعلي بالأحداث المهمة، مثل نقص المياه أو التسريبات المكتشفة

الكلمات المفتاحية: نظام حاسوبي - إدارة توزيع المياه -نظام تحكم عن بعد - شبكة جي أس أم-التحكم الإلكتروني في الماء

Résumé :

Les agriculteurs en Algérie sont confrontés à divers défis liés à l'irrigation et à la distribution d'eau dans leurs exploitations agricoles. Parmi ces difficultés, on trouve des conflits liés aux horaires d'irrigation et à leur non-respect, ce qui entraîne une pénurie d'eau dans les fermes. Les fuites d'eau constituent également un défi en provoquant un gaspillage et une utilisation inefficace de cette précieuse ressource. Tous ces problèmes ont des conséquences néfastes à la fois pour les agriculteurs et pour l'agriculture dans son ensemble.

Dans le but de résoudre ces problèmes et de trouver des solutions appropriées, nous avons élaboré ce projet qui vise à mettre en place un système automatisé utilisant Arduino et un module GSM. Grâce à l'utilisation d'Arduino, il est possible de collecter des données sur la quantité d'eau utilisée, d'automatiser le processus de distribution et de détecter les fuites ou les problèmes potentiels.

L'intégration d'un module GSM permet de communiquer avec le système à distance, ce qui offre une flexibilité supplémentaire et facilite la gestion de la distribution d'eau. L'envoi

Résumé

de notifications ou d'alertes par SMS permet de rester informé en temps réel des événements importants, tels que les pénuries d'eau ou les fuites détectées.

Mots clés : système informatique - gestion de la distribution d'eau - système de contrôle à distance - réseau GSM - contrôle électronique de l'eau

Summary:

Farmers in Algeria face various challenges related to irrigation and water distribution on their farms. Among these difficulties are conflicts related to irrigation schedules and their non-respect, which leads to water shortage in the farms. Water leaks are also a challenge by causing wastage and inefficient use of this precious resource. All of these problems have negative consequences both for farmers and for agriculture as a whole.

With the aim of solving these problems and finding appropriate solutions, we have developed this project which aims to set up an automated system using Arduino and a GSM module. Through the use of Arduino, it is possible to collect data on the amount of water used, automate the dispensing process and detect potential leaks or problems.

The integration of a GSM module allows communication with the system remotely, which provides additional flexibility and facilitates the management of the water supply. Sending notifications or alerts by SMS allows you to stay informed in real time of important events, such as water shortages or detected leaks.

Keywords: computer system - water distribution management - remote control system - GSM network - electronic water control