الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY

جامعة باجي مختار – عنابـــة

Faculté : TECHNOLOGIE

Département : Electronique

Domaine : SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Filière : AUTOMATIQUE

Spécialité : Automatique et informatique industrielle

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

Systéme d'irrigation intelligent

Présenté par : *BOUDJEDRI ISMAIL*

HADDARI TADJEDDINE

Encadrant : SAIDI Mohammed Larbi Professeur *U-B-M-A*

Jury de Soutenance :

Nom et prénom	Grade	Université	Qualité
ARBAOUI Fayçal	Professeur	U-B-M-A	Président
SAIDI Mohammed Larbi	Professeur	U-B-M-A	Encadrant
KHERFANE Hamid	Professeur	U-B-M-A	Examinateur

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Nous remercions avant tout ALLAH le tout puissant de
nous avoir donné la volonté, la patience, la force, la santé
et surtout courage pour accomplir ce modeste travail.
En second lieu, Nous tenons à exprimer notre profonde
reconnaissance et nos vifs remerciements à notre encadreur de recherche Dr
Saidi Mohamed pour son soutien, sapatience, sa disponibilité, son aide, ses
conseils, et surtout ses attentions
durant toute la période du travail.

Nous volons adresser toutes nos gratitudes aux membres
de jury d'avoir accepté d'examiner notre travail.
Nous tenons à remercier tous les enseignants du
département d'electronique , qui nous ont fourni les outils
nécessaires à la réussite dans notre parcours universitaire.

Nous tenons à exprimer nos sincères gratitudes à nos
familles et particulièrement nos parents pour leurs soutiens
tout au long de notre parcours académique et leurs
préoccupations de notre avenir.

Enfin, nous remercions nos amis et nos collègues de la
promotion pour ses supports morals et intellectuels ainsi que
toutes les personnes qui nous ont encouragé, conseillé,
orienté et soutenu tout au long de la réalisation de ce travail.

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail

A nos très chers parents

Nos frères et sœurs.

Tous nos Amis proches.

A tous ceux qui nous ont soutenus de

près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé:

Un système d'irrigation intelligent avec Arduino et ventilation utilise des capteurs d'humidité du sol pour mesurer le taux d'humidité dans le sol et contrôler la pompe d'irrigation en conséquence, tout en utilisant également des capteurs de température et d'humidité de l'air pour controler la ventilation. L'Arduino est programmé pour activer la pompe d'irrigation si le sol est sec et ajuster la vitesse de ventilation en fonction de la température et de l'humidité de l'air. Ce système permet de maintenir un environnement optimal pour les plantes en contrôlant l'arrosage et la ventilation.

الملخص

يستخدم نظام الري الذكي مع Arduino والتهوية مستشعرات رطوبة التربة لقياس محتوى الرطوبة في التربة والتحكم في مضخة الري وفقًا لذلك ، مع استخدام مستشعرات درجة الحرارة والرطوبة للتحكم في التهوية. اردوينو مبرمج لتنشيط مضخة الري إذا كانت التربة جافة وضبط سرعة المروحة حسب درجة حرارة الهواء ورطوبته. يساعد هذا النظام في الحفاظ على بيئة مثالية للنباتات من خلال التحكم في الري والتهوية.

Summary:

A smart irrigation system with Arduino and ventilation uses soil moisture sensors to measure the moisture content in the soil and controls the irrigation pump accordingly, while also using temperature and humidity sensors air to control ventilation. The Arduino is programmed to activate the irrigation pump if the soil is dry and adjust the fan speed according to the temperature and humidity of the air. This system maintains an optimal environment for plants by controlling watering and ventilation.

Introduction générale 1

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ SUR LES SYSTÈMES D'IRRIGATION

I.1. INTRODUCTION 5

TABLE DE MATIERES

I.2. DÉFINITION D'IRRIGATION.....5

I.3. L'IMPORTANCE D'IRRIGATION.....6

I.4. TYPES D'IRRIGATION.....7

I.4.1. COMPARAISON DES MÉTHODES D'IRRIGATION.....13

I.5. MATERIEL D'IRRIGATION.....14

I.6. SYSTÈME D'IRRIGATION INTELLIGENT (AUTOMATIQUE).....14

I.7. CONCLUSION.....14

CHAPITRE II: L'IRRIGATION DANS LES SERRES .

II.1. INTRODUCTION.....16

II.2. DÉFINITION DE LA SERRE.....16

II.3. SYSTÈME D'IRRIGATION DANS LES SERRES.....16

II.4. BESOIN EN EAU DES PLANTES CULTIVÉES.....17

II.5. CONCLUSION.....23

CHAPITRE III: MATÉRIELS ET LOGICIEL UTILISÉS.

III.1. INTRODUCTION.....25

III.2. PRÉSENTATION DU CAHIER DES CHARGES.....25

III.3. LES OUTILS MATÉRIELS.....26

III.4. LES LOGICIELS UTILISES.....36

III.5. CONCLUSION.....38

CHAPITRE IV : RÉALISATION D'UN SYSTÉME D'IRRIGATION INTELLIGENT.

IV.1. INTRODUCTION.....40

IV.2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....40

IV.3. ETAPES DE RÉALISATION DE NOTRE PROJET.....41

IV.4. CONCLUSION.....45

Liste des figures:

Figure (1) : irrigation à la main……7
Figure (2) : irrigation par aspersion……9
Figure (3): description d'un système D'irrigation par goutte à goutte……10
Figure (4) : micro irrigation (goutte à goutte)……10
Figure (5) : effet de l'irrigation déficitaire……11
Figure(6) : irrigation de précision……12
Figure (7) : les systèmes d'irrigation……13
Figure (8):la serre agricole……17
Figure(9) : carte Arduino Uno……26
Figure (10): composant de la carte Arduino Uno……27
Figure (11) : capteur DHT-11……27
Figure(12) : Capteur d'humidité de sol……29
Figure (13): La carte LM393 IC……30
Figure (14) : capteur d'Humidité……31
Figure(15) : afficheur lcd i2c……31
Figure(16) :caractéristique d'afficheur lcd 12c……32
Figure(17) : le relais JQC-3FF-S-Z……33
Figure(18) : La pompe d'eau R385 12V 3M……34
Figure(19) : ventilateur……35
Figure(20 ;21) : Notre serre……36
FIGURE(22) : alimentation de pc……36
Figure(23) : Frizting interface……38
Figure (24) : Le schéma de principe de fonctionnement……41
Figure (25) : Schéma de câblage final de notre système avec l'Arduino uno……42
FIGURE(26 ;27) : L'Arduino IDE……43
Figure (28) : Test de système……44

Liste des tableaux:

Tableau (1) : les avantages /Inconvénients d'irrigation……7

Tableau (2) : les avantages et les inconvenantes d'irrigation gravitaire……..8

Tableau (3) : les avantages et les inconvenantes d'irrigation par aspersion……9

Tableau (4) : les avantages et les inconvenantes d'irrigation goutte à goutte …….. 10

Tableau (5) : les avantages et les inconvenantes d'irrigation de précision……..12

Tableau (6) : Température optimale de croissances de certaines légumes……..20

Tableau (7) : l'évaporation d'eau des grandes cultures……..23

Tableau (8) : Caractéristiques de DHT-11……..29

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE:

L'IRRIGATION EST UN ÉLÉMENT CLÉ DE L'AGRICULTURE ET DE LA PRODUCTION DE CULTURES. CEPENDANT, DANS LES ZONES OÙ LES TEMPÉRATURES SONT ÉLEVÉES, L'HUMIDITÉ PEUT ÊTRE INSUFFISANTE POUR MAINTENIR LA CROISSANCE ET LA SANTÉ DES PLANTES. C'EST LÀ QUE L'AUTOMATISATION DE L'IRRIGATION ET DE LA VENTILATION ENTRE EN JEU, EN PERMETTANT UNE GESTION PRÉCISE DE L'ARROSAGE ET DE LA CIRCULATION DE L'AIR POUR OPTIMISER LA CROISSANCE DES PLANTES.

DANS CE MÉMOIRE, NOUS ALLONS EXPLORER UN SYSTÈME D'IRRIGATION INTELLIGENT AVEC VENTILATION BASÉ SUR ARDUINO, UNE PLATEFORME OPEN-SOURCE DE DÉVELOPPEMENT ÉLECTRONIQUE. CE SYSTÈME UTILISE DES CAPTEURS POUR DÉTECTER L'HUMIDITÉ DU SOL, LA TEMPÉRATURE ET L'HUMIDITÉ DE L'AIR, AINSI QU'UN MODULE DE COMMANDE POUR ACTIVER LES VANNES D'IRRIGATION ET LES VENTILATEURS EN FONCTION DES DONNÉES FOURNIES.

LE SYSTÈME D'IRRIGATION INTELLIGENT AVEC VENTILATION OFFRE PLUSIEURS AVANTAGES PAR RAPPORT AUX SYSTÈMES D'IRRIGATION TRADITIONNELS. TOUT D'ABORD, IL PERMET UNE GESTION PRÉCISE DE L'ARROSAGE ET DE LA VENTILATION, EN ÉVITANT LES PERTES D'EAU INUTILES CAUSÉES PAR UN ARROSAGE EXCESSIF ET EN FOURNISSANT UNE CIRCULATION D'AIR ADÉQUATE POUR LES PLANTES. DE PLUS, IL PEUT ÊTRE CONFIGURÉ POUR FONCTIONNER AUTOMATIQUEMENT, CE QUI RÉDUIT LA NÉCESSITÉ D'UNE INTERVENTION HUMAINE CONSTANTE. ENFIN, IL EST FACILEMENT PERSONNALISABLE ET ÉVOLUTIF, PERMETTANT AUX AGRICULTEURS D'AJOUTER DES FONCTIONNALITÉS SUPPLÉMENTAIRES EN FONCTION DE LEURS BESOINS.

DANS LES SECTIONS SUIVANTES, NOUS ALLONS EXPLORER EN DÉTAIL LES COMPOSANTS DU SYSTÈME D'IRRIGATION INTELLIGENT AVEC VENTILATION BASÉ SUR ARDUINO, AINSI QUE LES ÉTAPES NÉCESSAIRES POUR SA CONFIGURATION ET SON FONCTIONNEMENT.

CE MÉMOIRE SE PRÉSENTE EN 4 CHAPITRES PRINCIPAUX :

- 1ÉRE CHAPITRE : GÉNÉRALITÉS SUR LES SYSTÈMES D'IRRIGATIONS

- 2éme chapitre : Irrigation dans les serres
- 3éme chapitre : Matériels et logiciel utilisé
- 4éme chapitre : La réalisation du système d'irrigation intelligent

La mémoire se termine par une conclusion générale.

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LES SYSTÈMES D'IRRIGATION

I.1. Introduction :

Dans le présent chapitre nous allons expliquer, d'abord c'est quoi l'irrigation?, ensuit l'importance de l'irrigation dans l'agriculture.

Ensuite nous présenterons les différent types d'irrigation en présentant les avantages et inconvénients de chaque type puis nous allons parler sur le materiel d'irrigation et on finit ce chapitre par le système automatise d'irrigation.

I.2. Définition d'irrigation :

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal, en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides.

L'irrigation peut aussi avoir d'autres applications :

l'apport d'éléments fertilisants soit au sol, soit, par aspersion, aux feuilles (fertilisation foliaire) ; dans la culture hydroponique, l'irrigation se confond totalement avec la fertilisation ;

La lutte contre le gel, par aspersion d'eau sur le feuillage (vergers, vignobles) peut permettre de gagner quelques degrés de température précieux au moment des gelées printanières, voire dans certains cas par inondation.

Généralement il est d'usage d'employer le terme d'« arrosage » pour les petites surfaces (jardinage) réservant le terme d'« irrigation » pour les surfaces plus importantes (agriculture de plein champ, horticulture), mais il n'y a pas de norme en la matière.

Selon le glossaire international d'hydrologie, l'irrigation est un apport artificiel d'eau sur des terres à des fins agricoles. [5]

I.3. L'importance d'irrigation :

L'irrigation est un processus de fourniture d'eau artificielle aux plantes cultivées dans des zones où les précipitations naturelles ne suffisent pas à satisfaire leurs besoins en eau.

L'irrigation est un élément clé de l'agriculture et joue un rôle important dans la production alimentaire mondiale

Les avantages de l'irrigation	***Les inconvénients***
• Augmentation de la production agricole : l'irrigation fournit une source d'eau supplémentaire qui peut être utilisée pour cultiver davantage de cultures et améliorer leur rendement.	• Coûts élevés : la mise en place et l'entretien d'un système d'irrigation peuvent être coûteux, en particulier pour les petites exploitations.
• Contrôle précis de l'apport en eau : l'irrigation permet aux agriculteurs de contrôler précisément la quantité d'eau fournie aux cultures, ce qui peut être bénéfique pour les cultures qui nécessitent une quantité spécifique d'eau.	• Utilisation excessive de l'eau : une mauvaise gestion de l'irrigation peut entraîner une utilisation excessive de l'eau, ce qui peut aggraver la pénurie d'eau dans les régions déjà confrontées à des problèmes de sécheresse.
• Réduction de la dépendance aux précipitations : l'irrigation permet aux agriculteurs de cultiver des cultures même dans les zones où les précipitations sont insuffisantes ou irrégulières.	• Salinisation des sols : une utilisation excessive de l'irrigation peut entraîner l'accumulation de sels dans le sol, ce qui peut réduire la qualité et la productivité du sol.
• Réduction de la concurrence pour l'eau : l'irrigation permet de réduire la concurrence pour l'eau entre les cultures et les autres utilisations de l'eau, comme l'irrigation des pelouses ou l'eau potable pour les communautés.	• Pollution de l'eau : l'irrigation peut entraîner la pollution de l'eau due à l'utilisation d'engrais et de pesticides, ainsi que la contamination des sources d'eau par les eaux de ruissellement.

• Contrôle des dates de plantation : l'irrigation permet aux agriculteurs de planifier les dates de plantation et de récolte en fonction de la disponibilité en eau.	• Impact sur la biodiversité : la construction de barrages et d'autres infrastructures d'irrigation peut avoir un impact sur les écosystèmes locaux, en modifiant le débit des rivières et en perturbant la migration des poissons et d'autres animaux aquatiques.

Tableau (1) : Les avantages /Inconvénients d'irrigation

I.4. types d'irrigation :

a) À la main :

Le simple arrosage à la main d'une surface de culture est un système d'irrigation, qu'il se fasse avec un tuyau d'arrosage ou avec un banal arrosoir en plastique. Cette pratique ne peut pas convenir à des grandes surfaces.

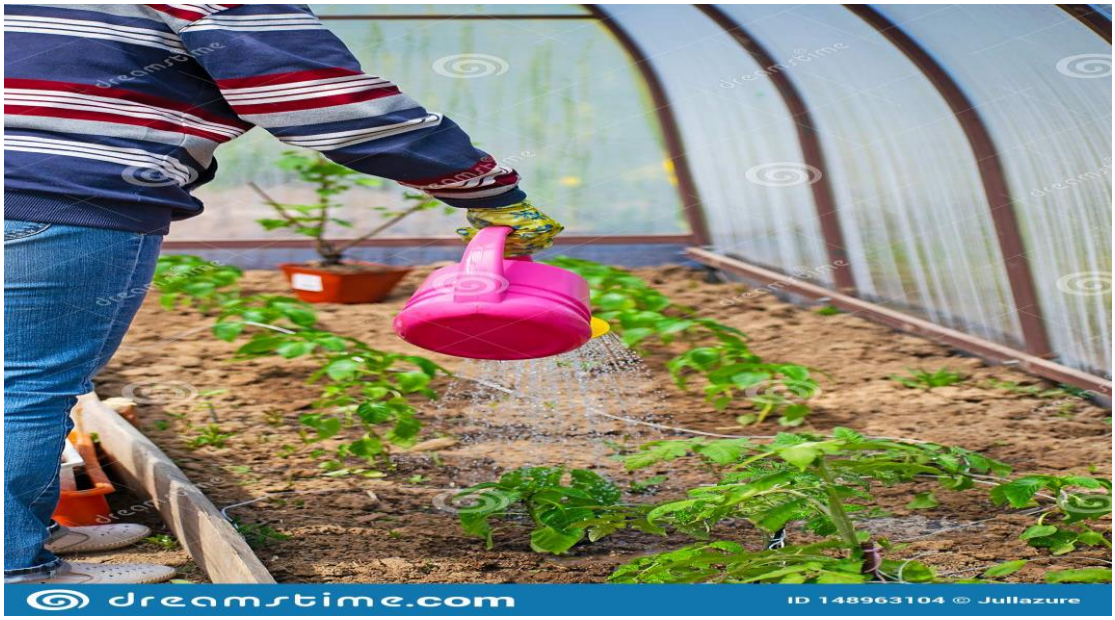


Figure (1) : Irrigation a la main

b) Irrigation par écoulement de surface (irrigation gravitaire) :

Consiste a distribué l'eau par le biais de canaux et de rigoles sous l'effet de la gravite. Les canaux distribuent l'eau à d'autres canaux secondaire jusqu'aux parcelles. Cependant, beaucoup d'eau s'évapore car le système n'est pas couvert. [6]

Avantages	*inconvénients*
facilité apparente d'utilisation car un débit important peut-être réparti. -système peu exigeant en main d'œuvre une fois en place si les éléments sont longs. - bonne répartition de l'eau sur la « surface » exploitée par les racines. -dose contrôlable.	conduite de l'eau délicate pour assurer un mouillage régulier. -nécessite de colatures, mais, pour éviter les pertes d'eau, la durée d'arrosage ne doit pas dépasser 3 fois le temps mis par l'eau pour arriver à l'extrémité. -la ponte doit être très faible pour éviter les pertes en sous-sol. temps de confection très long. .obstacle à la circulation des engins.

Tableau (2) : Les avantages et les inconvenantes d'irrigation gravitaire *[2]*

c) Irrigation par aspersion :

Ce système d'irrigation prend place dans le cadre d'un système d'arrosage intégré ou enterré. L'eau circule dans des canalisations enterrées sous les parcelles. Elle sort vers des tuyaux mobiles qui la distribuant aux cultures via des systèmes d'aspersion. Elle imite une pluie fine qui ne noie pas les plantes ou les jeunes pousses. [6]

AVANTAGES	Inconvénients
-Suppression de nivellement. -réduction de la main d'œuvre pour les	-Frais d'installation élevés, mais à comparer au cout

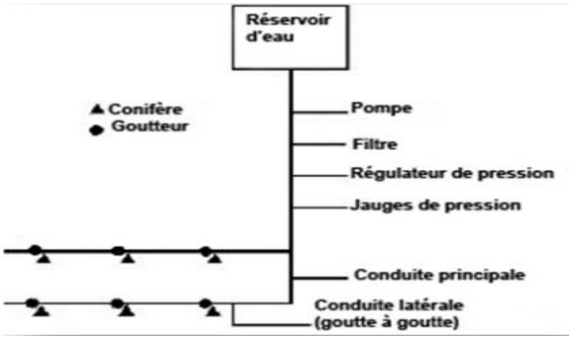
travaux de préparation avant l'irrigation. -Possibilité de l'irrigation fertilisante.	de nivellement. -Pertes en eau par évaporation (peuvent être considérable en Algérie : 25% et plus de l'eau projetée). -Lavage des traitements phytosanitaires. -Exclusion des eaux chargées.

Tableau (3) : Les avantages et les inconvénients d'irrigation par aspersion [2]

Figure (2) : Irrigation par aspersion.

d) Irrigation par micro-irrigation (goutte à goutte) :

La micro-irrigation se fait uniquement avec un système d'arrosage goutte à goutte. C'est un système économe qui n'utilise que ce dont la plante a besoin. Il faut faire attention aux réglages, qui doivent être les plus précis. L'eau doit être filtrée surtout dans les régions ou l'eau est dure, pour ne pas boucher la goutte à goutte. [6]



Figure(3) : Description d'un système D'irrigation par goutte à goutte.

Figure (4) : Micro irrigation (goutte à goutte)

Avantages	Inconvénients
-Gain de temps, car l'arrosage se fait automatiquement. -Grande économie d'eau et d'engrais. -Forte réduction du risque d'apparition des maladies fongique. -Peut fonctionner parfaitement sur une culture à petite échelle comme à très grande échelle.	-Toutes les plantes reçoivent exactement la même quantité d'eau. -Nettoyage périodique des filtres. -Vérification de bon fonctionnement et de raccordement de chaque goutteur au réseau d'alimentation. -Nettoyage intégrale de réseau en fin cycle.

Tableau (4) : Les avantages et les inconvenantes d'irrigation goutte à goutte [9]

e) Irrigation déficitaire :

Comme l'irrigation déficitaire régulée (IDR). Elle est en plus utilisée pour l'arboriculture commerciale et certaines cultures de plein champ qui réagissent positivement au stress hydrique contrôlé, a des stades critiques de leur croissance.

L'irrigation déficitaire régulée est souvent pratique en même temps que la micro-irrigation et l'irrigation fertilisant, qui prévoit l'application d'engrais dans le système de micro-irrigation. Directement dans la zone ou se développent la plupart des racines. Cette méthode a été adaptée à partir du système plus rudiment d'irrigation par rigoles, utilisé en chine. Les avantages, en termes

de réduction de la consommation d'eau, sont évidents, mais ce système n'est utilisable que si l'approvisionnement en eau est très faible.

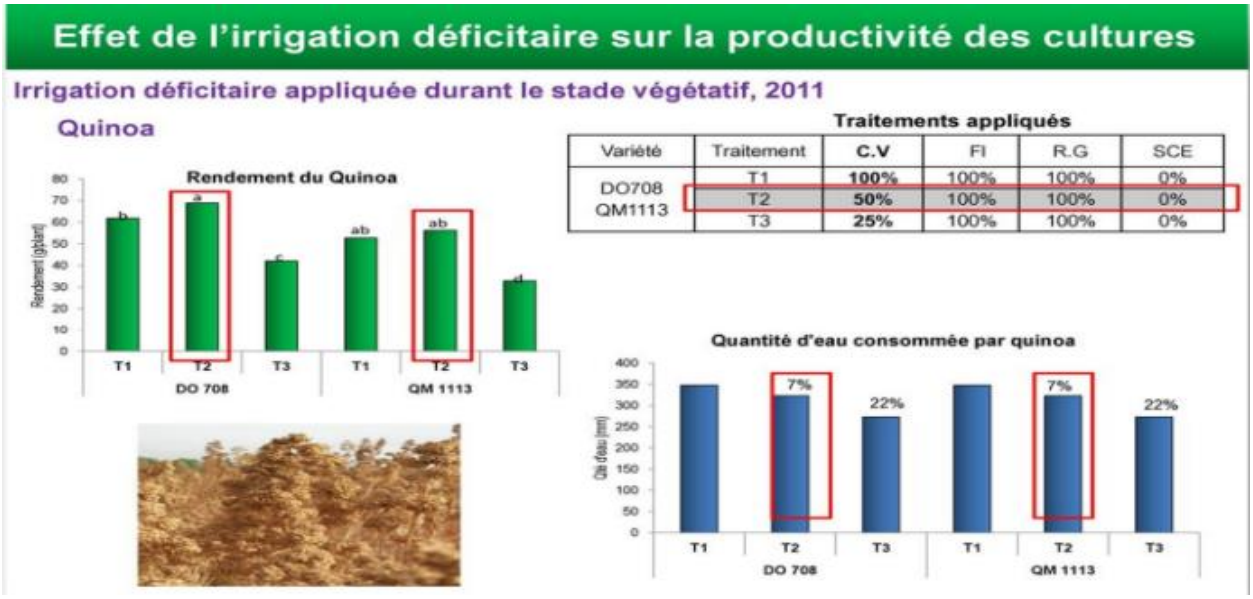
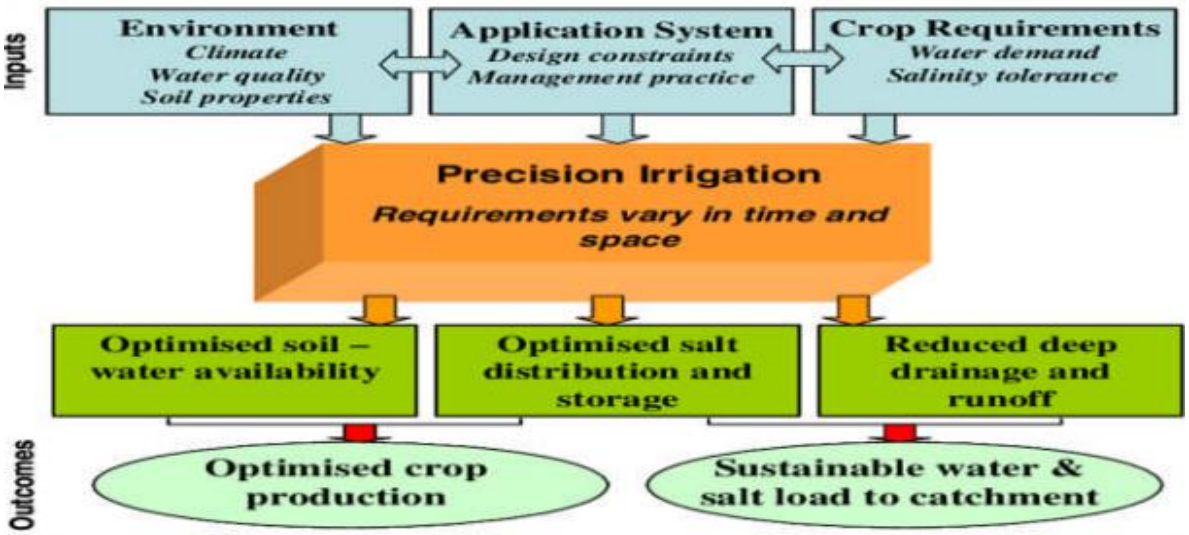


Figure (5) : Effet de l'irrigation déficitaire.

f) Irrigation de précision :

Fondée sur le savoir, offre aux agriculteurs des possibilités souple et fiable d'irrigation ; c'est une composante importante de l'intensification durable des cultures. On a testé des systèmes automatisés utilisant à la fois des arroseur fixes et des dispositifs de micro-irrigation qui contrôlent l'humidité du sol et la température de la partie aérienne des plantes pour définir le niveau d'irrigation à appliquer, en différents endroits du champ.

L'irrigation de précision et l'application de précision d'engrais dans l'eau irrigation sont dans un cas comme dans l'autre, des atouts futurs pour les cultures de plein champ et les cultures horticoles, mais les problèmes potentiels ne manquent pas. Récemment, des simulations par ordinateur ont montré qu'en horticulture. La gestion de la salinité est un facteur critique pour la durabilité de la production. [1]



Figure(6) : Irrigation de précision.

Avantages	Inconvénients
-Applicable aux différents terrains et aux différentes cultures. -Ne nécessitant pas beaucoup de moyennes matériels. -La terre reste sèche entre les sillons. -I 'eau n'atteint pas les tiges des plantes. -Frais réduites d'aménagement du sol. -Besoins en énergie faible	-Les besoin en main d'œuvre peuvent être importants. -Perte d'eau très importante. -Rendement hydraulique globale est très faible par rapport aux autres systèmes d'irrigation. -Grand volume d'eau apporté à la parcelle. -Perte par infiltration considérables.

Tableau (5) : Les avantages et les inconvenantes d'irrigation de précision

[8]

Schéma globale des types d'irrigation :

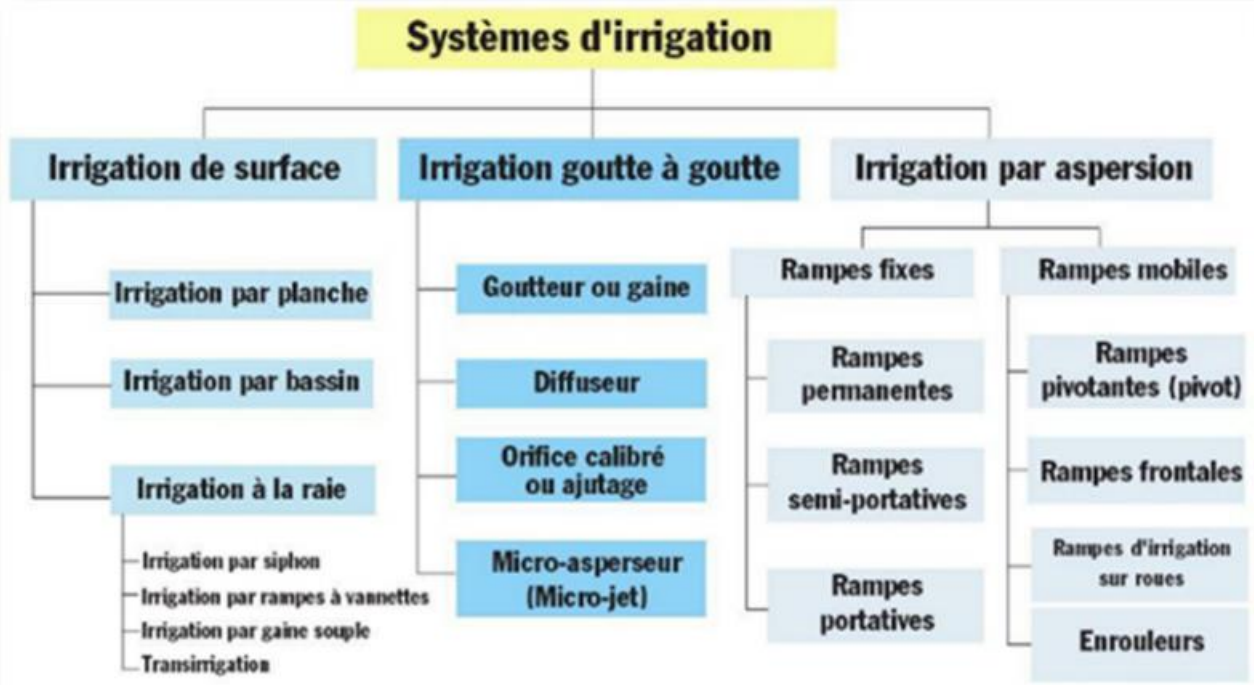


Figure (7) : Les systèmes d'irrigation.

I.4.1. Comparaison des méthodes d'irrigation :

Le passage de l'irrigation de surface à l'aspersion est l'une des conversions les plus répandues pour économiser l'eau Les raisons de cette conversion résident dans le fait que les techniques d'irrigation de surface sont intrinsèquement moins efficientes et demandent plus de travail que l'irrigation par aspersion. Cependant avant de faire cette conversion, différents facteurs doivent être pris en compte : les effets sur les rendements, les économies d'eau, de main d'œuvre, d'énergie, l'aspect économique, les conditions climatiques et les caractéristiques du champ.

Pour choisir une méthode d'irrigation, l'agriculteur doit connaître les avantages et les inconvénients des différentes méthodes. Malheureusement dans bien des cas, il n'existe pas une unique bonne solution car toutes les méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients. [3].

I.5. Matériel d'irrigation :

On peut distinguer deux catégories de matériels ou d'installation nécessaire à l'irrigation.

. Ceux servant à amener l'eau depuis les sources disponibles (cours d'eau, lacs ou retenues nappe phréatique).

. Ceux servant à l'irrigation proprement dite, c'est-à-dire a distribué l'eau aux plantes.

Dans la première catégorie on trouvera : forage pompes, réseaux d'irrigation, canaux, norias…

Dans la seconde catégorie on trouvera : asperseur, canons d'arrosage, arroseurs automoteur, goutteurs. Il existe par exemple un système d'irrigation à pivot central. [7]

I.6. Système d'irrigation intelligent (automatique) :

L'irrigation dans les systèmes de culture agricoles étant le secteur le plus important en termes de gestion et d'utilisation de l'eau, la maîtrise des dépenses en eau demeure un enjeu majeur des industriels et des producteurs indépendants.

Plusieurs chercheurs ont conçu des systèmes d'arrosages automatiques à énergie solaire dit ‘’intelligent’’. Ces systèmes peuvent réduire la consommation de l'eau dans un champ à 50%. Et aussi minimiser les dépenses en énergie électrique le fait d'utiliser un ensemble de panneaux solaires et de batteries rechargeables, la plate-forme est possédée de divers capteurs d'humidités enfoui dans le sol qui permet de calculer les besoins réels des sols en eau et réguler le débit en conséquence grâce à d'une petite unité électronique.

Ce système permet de contrôler de façon constante et en temps réel des différents paramètres atmosphériques et du sol, et les besoins des plantes. [14].

I.7. Conclusion :

Comme conclusion Ce chapitre a été consacré à un rappel théorique sur les systèmes d'irrigations. De plus il contient les différents types d'irrigation comme l'irrigation À la main , irrigation gravitaire, irrigation goutte à goutte, l'irrigation par aspersion avec ses avantages et inconvénients ,ensuite l'irrigation intelligente qui est une technologie très utile pour l'économie de l'eau ce qui garde le monde en vie.

CHAPITRE II : IRRIGATION DANS LES SERRES.

II.1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons voir et expliquer l'irrigation dans les serres (les caractéristiques ; conditions …….. ECT) ; De plus nous mentionnerons l'importance d'eau dans la végétation avec sa quantité consommée prise en compte de plusieurs facteurs par exemple la température .

II.2. définition de la serre :

Une serre est une structure close ou semi-ouverte translucide, en verre ou en plastique, soutenue par une structure métallique ou en bois, destinée en général à la production agricole. Elle vise à protéger les cultures vivrières ou de loisir des éléments climatiques, afin d'améliorer la production des plantes, d'en accélérer la croissance et de les produire indépendamment des saisons grâce à un gain de température par blocage de la convection (et non par effet de serre) sous la structure.

La culture sous serre s'appelle la serriculture.

Une serre peut également être un édifice architectural d'agrément, soit privé de petite taille à l'intérieur d'une maison, soit ouverte au public et de grande taille, qui satisfait l'esthétique par sa forme architecturale et par la richesse des collections de plantes qu'elle abrite.[10]

II.3. SYSTÈME D'IRRIGATION DANS LES SERRES :

L'irrigation nécessite une bonne connaissance des relations entre le sol, l'eau, la plante et le climat. Elle dépend :

Du sol : sa caractéristique physique, texture, cailloux, capacité pour l'eau…, sa capacité à stocker l'eau (ressource : réserve utile) et ses éléments nutritifs.

- **De l'eau** : sa qualité et son abondance.
- **De la plante**: Ses besoins sont variables selon le type et le stade de maturité ou développement.

- **Du climat**: Il détermine l'importance des besoins et les périodes où ceux-ci sont les plus importants. La prise en compte de ces éléments est un préalable à la conduite de l'irrigation, dans l'optique de valoriser au maximum la dose apportée à la plante.
- **Type de serre** : les besoins en irrigation varient selon la surface et la hauteur de la serre.[11]

Figure (8):La serre agricole

II.4. Besoin en eau des plantes cultivées :

II.4.1. Le rôle de l'eau dans la végétation :

Le rôle de l'eau dans le développement du végétal est complexe : D'une part, elle entre dans la constitution même de la matière vivante et, à ce titre, peut être considérée comme un aliment de la plante ; d'autre part, elle sert de solvant aux matières minérales du sol et aux substances élaborées par les cellules, de façon à en permettre le transporte aux point d'utilisation. Enfin, il

convient de signaler que, par l'évaporation tant à la surface du sol qu'à celle des organes végétaux,

la température de ces derniers est constamment abaissée, ce qui peut avoir des conséquences heureuses dans les pays chauds.

a) L'eau considérée comme aliment :

Les recherches faites par de nombreux auteurs pour déterminer la quantité d'eau contenue dans les végétaux et comprenant, non seulement l'eau entrant dans la constitution des cellules, mais également celle circulant dans les divers vaisseaux, montrent que le pourcentage en poids

peut atteindre 95%.

Arbres. ….....60%

Céréales. ……75%

Légume. ……90%

Fruits, salades. ….95%

La teneur en eau des tissus varie d'ailleurs avec a période de végétation. Elle parait être maximale à la période de la floraison et s'abaisser très sensiblement à la période de la maturation.

b) L'eau considérée comme solvant :

L'eau sert à dissoudre les matières minérales du sol, la force de pénétration de l'eau dans les racines est égale à la différence entre la pression osmotique du cellulaire et de la contrepression exercée par paroi des cellules du fait de la turgescence.

c) Refroidissement des végétaux :

L'eau s'évaporant à la surface des feuilles absorbe une certaine quantité de chaleur, ce qui contribue à maintenir la plante à une température compatible avec son bon développement.

II.4.2. La quantité d'eau consommée par les plantes :

L'absorption de l'eau par le végétal est conditionnée par les pertes subites par celui-ci, qui sont elles-mêmes fonction de l'activité de la transpiration et de la sudation. Ces pertes sont, par suite, extrêmement variables, non seulement dans le cours de la végétation, mais aussi pendant une même journée. Il faut donc que l'appareil radiculaire qui est chargé d'alimenter en eau le végétal ait une très grande souplesse de fonctionnement.

a) Rôle des racines :

Le système radiculaire des plantes constitue l'organe d'absorption proprement dit, mais les différentes parties du système ne jouent pas toutes leur rôle avec la même intensité. Ce sont les poils absorbants des racines en voie de croissance qui manifestent le maximum d'activé. Toutes les conditions favorisant cette croissance, c'est-à-dire une température optimum, une aération suffisante, une nutrition abondante, favorisant également l'absorption d'eau, d'où le développement du végétal.

Les variations d'humidité du sol sont éminemment propres à accroitre l'activité du système radiculaire, car elles agissent à la fois sur la température et sur l'aération du milieu. Par contre, un sol constamment saturé d'eau ne contient pas de racines et il est indispensable de l'assainir si on veut le faire participer à la nutrition des plantes cultivées.

b) Constance relative de l'absorption :

On a longtemps cru que la teneur en eau du sol avait une influence sur l'absorption et que plus cette teneur était élevée, plus le végétal consommait d'eau. Mais les récents travaux américains ont montré que l'approvisionnement du sol en eau ne paraissait jouer aucun rôle sur l'absorption. Quelle que soit l'humidité de sol tant que celle-ci ne s'abaisse pas au-dessous du point de flétrissement, les végétaux paraissent puiser avec la même facilité le liquide qui leur est nécessaire.

Pour la même raison, il est préférable, en irrigation de répartir l'eau à la surface du sol pour que toutes les plantes puissent en bénéficier rapidement. [12]

c) Facteurs qui agissent sur la consommation d'eau :

Il convient d'envisager d'abord la consommation instantanée, puis la consommation globale pendant toute la durée de la végétation.

- ❖ Facteur climatique : ce sont ceux que nous venons d'étudier.

- ➢ La température et la luminosité du lieu considérée :

La croissance des plantes dépend également de la température. Pour chaque culture il y a un intervalle de température optimale pour la croissance. Et pour la croissance de certaines cultures nous pouvons nous référer au tableau suivant :

Cultures	Température
Tomates	18-23°C
Laitue	10-18°C
Radis noir	20-26°C
Haricots vert	18-25°c
Melon miel	13-18°C
Poivron	18-23°C
Chou	15-23°C
Aubergine	22-26°C
Concombre	22-26°C

Tableau (6) : Température optimale de croissances de certaines légumes

- ➢ Les mouvements de l'atmosphère.
- ➢ Le déficit hygrométrique.
- ➢ Pluviométrie : un aperçu de la pluviométrie mensuelle moyenne indique comment la pluie est répartie sur une année, ce qui nous intéresse principalement est de savoir quelles sont les périodes de pluie et les périodes de sèches.

- Durée d'ensoleillement : la croissance et le niveau de production des plantes dépondent grandement de la quantité de soleil que la culture reçoit par jour. Pour ceci, la durée d'ensoleillement est une bonne référence. Bien des cultures réagissent aux journées plus courtes ou plus longues. C'est pourquoi il est important de connaitre la durée de jour tout au long de l'année.

L'influence de ces facteurs climatique est prépondérante car, non seulement ils agissent sur la consommation, mais ils règlent les apports des précipitations.

Ce sont donc eux qui, en définitive, conditionnent la vie végétale à la surface du globale.

- ❖ Facteur physiologiques : ce sont les facteurs inhérents à la plante elle-même.

- La nature de la plante : certains végétaux adaptés aux milieux secs transpirent beaucoup moins que d'autres.
- Le développement foliaire : pour une même plante plus la surface foliacée est développée, plus la transpiration, et plus la consommation d'eau est importante.
- L'âge et la vigueur des feuilles : les feuilles saines en plein développement évaporant plus que les feuilles jeunes, ou que celles qui dépérissent. De même, la richesse des feuilles en chlorophylle accroit la transpiration à la lumière solaire.

La consommation globale pendant tout le cours de la végétation est naturellement influencée par les facteurs dont il vient d'être parlé et en outre par la durée de cette végétation et par la plus ou moins grande richesse du sol en éléments fertilisants.

a. Façon d'exprimer la consommation d'eau des plantes :

Cette consommation peut s'exprimer de deux façons.

- Par le poids d'eau nécessité par la formation d'un Kilogramme de matière sèche. C'est la consommation relative.
- Par la hauteur d'eau quelle représente par jours, par mois ou pendant la durée de la végétation. C'est la consommation absolue.

b. Consommation d'eau effective par hectare :

Il est possible de connaitre les besoins en eau des plantes cultivées, de déterminer pour chaque région :

- La quantité d'eau totale qui doit être fournie au sol pour assurer la production d'une bonne récolte annuelle.
- La répartition de cette quantité pendant la période de végétation.

On obtiendra des résultats théoriques qui n'auront qu'une valeur indicative, mais dont l'intérêt est évident.

Dans nos régions tempérées, pour tenir compte des étés secs et chauds qui se produisent fréquemment, il est prudent de ne pas descendre au-dessous de 500litres d'eau par kilogramme de matière sèche produite. Et si on y ajoute l'évaporation normale par le sol et les mauvaises herbes, on arrive au chiffre moyen de 600 litres. [12]

Si P est le poids total de la récolte contenant en moyenne 15%de matière organique, on a comme volume d'eau utilisé :

$$v = p * 0.15 * 600 + (p * 0.85) = 90.85p$$

Le premier terme correspond à l'eau d'évaporation, le second à l'eau de constitution.

On peut, par suite, pour les plantes de grande culture, dresser de façon très approximative le tableau suivant :

Cultures	Poids net de récolte (tonne)	Tonnes d'eau évaporée Par hectare	Tonnes d'eau évaporée Par Hauteur correspondent
Blé	4.5	3.000	300
Betteraves	35	4.500	450
Pomme de terre	25	3.200	320

Trèfle	8	3.800	380
Luzerne	10	4.800	480

Tableau (7) : L'évaporation d'eau des grandes cultures*[12]*

Ces quantités sont des maximas pour nos régions et on peut obtenir des récoltes déjà satisfaisantes avec des volumes plus réduits. On sait, en effet, que les plantes s'accommodent jusqu'à un certain point de la quantité d'eau dont elles disposant.

d) Répartition de la consommation :

La consommation d'eau est loin d'être régulière dans tout le cours de la végétation ; nous avons vu qu'au moment de la formation des organes essentiels les besoins sont élevée, tandis qu'ils diminuent après la floraison et lors de la maturation. [12]

II.5. Conclusion :

Comme conclusion après ce chapitre nous pouvons dire que l'irrigation dans la serre joue un rôle important 1er chose pour la sécurité 2éme chose pour le contrôle de chaque facteur (climat ; sol ; plante ; l'eau) pour faire une bonne irrigation.

CHAPITRE III:

MATÉRIELS ET LOGICIEL UTILISÉS.

III.1. INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous présentons les outils matériels et environnements logiciels utilisés pour développer notre système.

III.2. Présentation du cahier des charges :

Notre système d'irrigation est basé sur une carte Arduino connectée à certains capteurs et actionneurs qui sont contrôlés avec un programme dane logiciel arduino ide.

Pour la réalisation de notre système d'irrigation intelligent nous avons besoin des éléments suivants :

1) Arduino uno

3) Les capteurs

- ✓ Capteur de température et d'humidité de l'aire (DHT-11).
- ✓ Capteur d'humidité de sol (soil moisture sensor).

4) Afficheur OLED

5) 2Relai électromécanique

6) Les actionneurs :

- ✓ Pompe à eau
- ✓ 2 ventilateurs

7) l'environnement :

Une petite serre

8)L'alimentation :

Alimentation de pc

III.3. Les outils matériels :

III.3.a. L'Arduino uno :

III.3.A.1. Présentation générale :

La carte Arduino la plus utilisée est la carte Arduino Uno. L'Arduino Uno est un microcontrôleur programmable qui permet, comme son nom l'indique, de contrôler des éléments mécaniques : systèmes, lumières, moteurs, etc. Cette carte électronique permet donc à son utilisateur de programmer facilement des choses et de créer des mécanismes automatisés, sans avoir de connaissances particulières en programmation. Il est un outil pensé et destiné aux inventeurs, artistes ou amateurs qui souhaitent créer leur propre système automatique en le codant de toute pièce [13].

Figure(9) : Carte Arduino Uno

III.3.A.2. Caractéristique de la carte Arduino :

- Microcontrôleur ATmega328
- Tension d'alimentation interne 5V
- Tension d'alimentation (recommandée) 7 à 12V, limites = 6 à 20 V
- Entrées/sorties numériques 14 dont 6 sorties PWM
- Entrées analogiques 6

- Courant max par broches E/S 40 mA
- Courant max sur sortie 3,3V 50mA
- Mémoire Flash 32 KB dont 0.5 KB utilisée par le bootloader
- Mémoire SRAM 2 KB
- Mémoire EEPROM 1 KB[13]
- Fréquence horloge 16 MHz

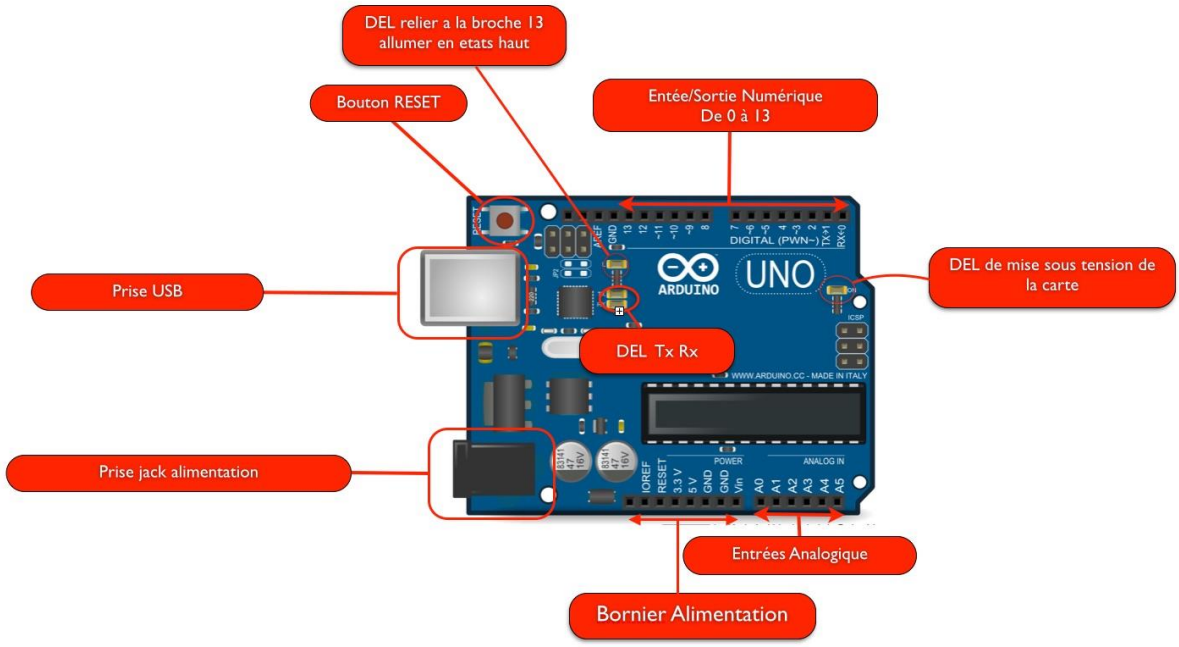


Figure (10): Composant de la carte Arduino Uno

III.3.B. Capteur d'humidité et température DHT11 :

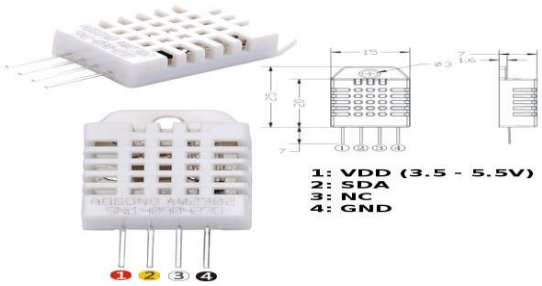


Figure (11) : Capteur DHT-11

III.3.B.1 Description :

Le DHT11 émet un signal numérique calibré. Il utilise une technique exclusive de collecte de signaux numériques et une technologie de détection de l'humidité, ce qui garantit sa fiabilité et sa stabilité. Ses éléments de détection sont reliés à un ordinateur mono-puce de 8 bits, ce qui garantit sa fiabilité et sa stabilité. Chaque capteur de ce modèle est compensé en température et calibré dans une chambre de calibration précise.

Le coefficient d'étalonnage est sauvegardé sous forme de programme dans la mémoire OTP, lorsque le capteur est détecté, il cite le coefficient de la mémoire. Coefficient de la mémoire. La petite taille, la faible consommation et la longue distance de transmission (20m) permettent au DHT11 d'être adapté à toutes sortes d'applications difficiles. Emballage à rangée unique avec quatre broches, rendant la connexion très pratique . [15]

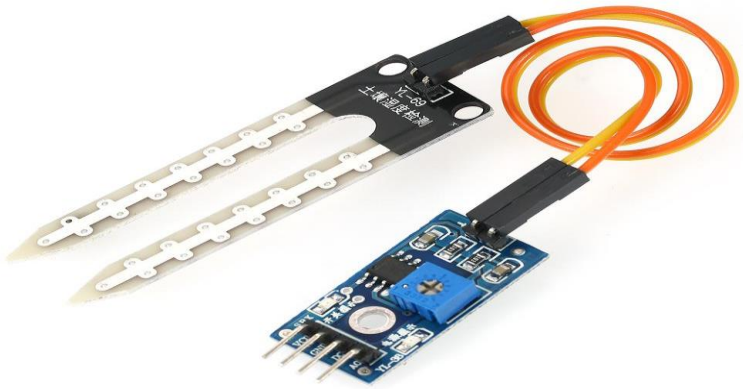
III.3.B.2. Caractéristiques de DHT-11 :

Modèle	DHT11
Alimentation	3.3-6V DC
Signal de sortie	Signal numérique via un bus unique
Élément sensible	Condensateur polymère
Plage de fonctionnement	Humidité 0-100%HR ; température -40~80Celsius
Précision	Humidité +-2%RH (Max +-5%RH) ; température <+-0.5Celsius
Résolution	Humidité 0.1%RH ; température 0.1Celsius
Répétabilité	Humidité +-1%HR ; température +-0.2Celsius
Hystérésis de l'humidité	+-0.3%RH
Stabilité à long terme	+-0,5%RH/an
Période de détection	Moyenne :2s
Dimensions	Petite taille 14*18*5.5mm ; grande taille 22*28*5mm

Interchangeabilité	Entièrement interchangeable

Tableau (8) : Caractéristiques de DHT-11

III.3.C. Capteur d'humidité de sol (Soil Moisture Sensor) :



Figure(12) : Capteur d'humidité de sol.

III.3.C.1. Description :

Ce module de capteur d'humidité du sol est utilisé pour détecter l'humidité du sol. Il mesure le contenu volumétrique de l'eau dans le sol et nous donne le niveau d'humidité comme sortie. Le module dispose de sorties numériques et analogiques et d'un potentiomètre pour ajuster le niveau du seuil.

Ce module de détection d'humidité est composé d'un capteur d'humidité, de résistances, d'un condensateur, d'un potentiomètre, d'un comparateur LM393 IC, d'une LED d'alimentation et d'état dans un circuit intégré . [16]

III.3.C.2. Caractéristique :

- Tension de fonctionnement : 3.3V à 5V DC
- Courant de fonctionnement : 15mA

- Sortie numérique - 0V à 5V, niveau de déclenchement réglable à partir d'une valeur prédéfinie.
- Sortie analogique - 0V à 5V basée sur le rayonnement infrarouge de la flamme du feu tombant sur le capteur.
- LEDs indiquant la sortie et l'alimentation
- Taille du circuit imprimé : 3.2cm x 1.4cm
- Conception basée sur LM393
- Facile à utiliser avec des microcontrôleurs ou même avec un circuit intégré numérique/analogique normal. Petit, bon marché et facilement disponible

La carte LM393 IC :

Le comparateur LM393 est utilisé comme comparateur de tension dans ce module de capteur d'humidité. La broche 2 du LM393 est connectée à la présélection (Pot 10KΩ) tandis que la broche 3 est connectée à la broche du capteur d'humidité. Le circuit intégré comparateur comparera la tension de seuil définie à l'aide du préréglage (broche 2) et de la broche du capteur (broche 3).

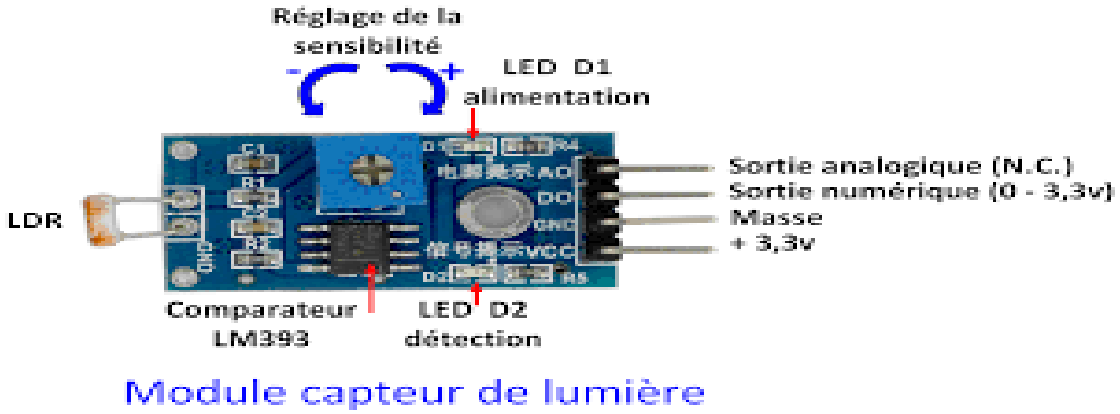


Figure (13): La carte LM393 IC

III.3.C.3. Capteur d'humidité :

Le capteur d'humidité se compose de deux sondes qui sont utilisées pour détecter l'humidité du sol. Les sondes du capteur d'humidité sont recouvertes d'or par immersion qui protège le

nickel de l'oxydation. Ces deux sondes sont utilisées pour faire passer le courant dans le sol, puis le capteur lit la résistance pour obtenir les valeurs d'humidité.

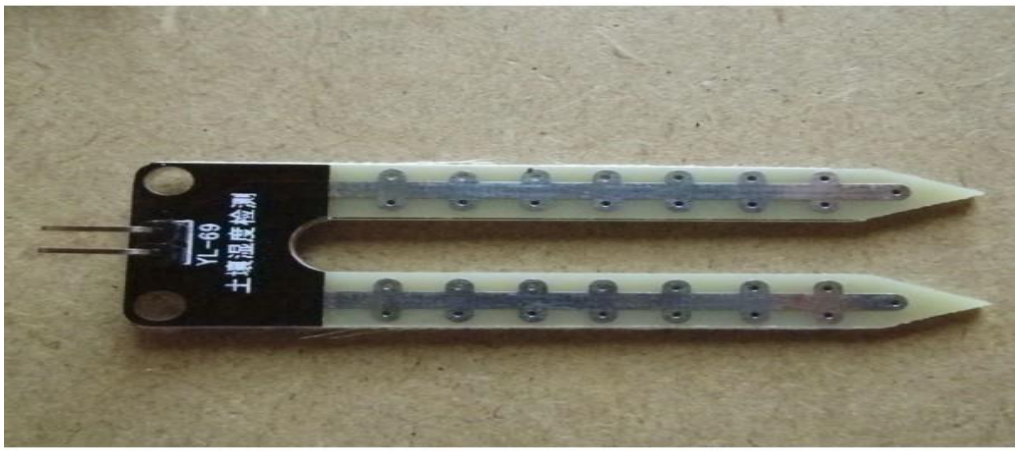


Figure (14) : Capteur d'Humidité.

III.3.D. afficheur lcd i2c :

Figure(15) : Afficheur lcd i2c

III.3.D.1. Description :

L'afficheur LCD I2C 160A est un afficheur à cristaux liquides (LCD) qui utilise la communication en bus I2C pour se connecter à un microcontrôleur ou à une carte de développement. Le "160A" fait référence à la taille de l'afficheur, qui mesure environ 160 mm de large.

Les afficheurs LCD I2C sont couramment utilisés dans les projets électroniques et de robotique pour afficher des données ou des messages. Ils sont généralement compacts et peu coûteux, et peuvent être facilement intégrés dans de nombreux projets. [17]

III.3.D.2. Caractéristique :

Caractéristiques:

- Alimentation: 5 Vcc
- Interface I2C / Adresse I2C : 0x20
- Afficheur de 2 lignes de 16 caractères.
- Caractères blancs sur fond bleu / Rétro-éclairage bleu, caractères blancs
- Contraste ajustable via potentiomètre
- Dimensions: 82 x 35 x 18 mm
- Poids : 40 grammes

Figure(16) : Caractéristique d'afficheur lcd 12c[17]

III.3.E. Le relais (JQC-3FF-S-Z) :

III.3.E.1. Description :

Un relais est un interrupteur à commande électrique qui peut être activé ou désactiver, laissant passer ou non le courant, et qui peut être contrôlé avec de faibles tensions, comme les 5V fournis par les broches Arduino.

III.3.E.2. Caractéristique :

- Charge maximale : courant alternative 250V/10A, courant continue 30V/10A
- Courant de déclenchement : 5mA
- Tension de fonctionnement : 5V/12V
- Taille du Module : 50x26x18.5mm (L x L x H)
- Cc + : alimentation positive (VCC)
- Cc- : alimentation négative (GND)
- IN : peut-être un relais de contrôle de niveau haut ou bas
- Non : interface de relais normalement ouverte
- COM : relais d'interface communs
- NC : interface de relais normalement fermée

Figure(17) : Le relais JQC-3FF-S-Z

III.3.F. La pompe :

III.3.F.1. Description :

R385 12V 3M DC Diaphragm Pump Micro Small Tank Aquarium Fish Bar. Principalement utilisé dans l'aquarium, modèle expérimental, piscine gonflable, lavage de voiture, arrosage, calendrier de remplissage d'eau minérale, etc.

III.3.F.2. Caractéristiques :

- Tension de fonctionnement : 6-12V DC.
- Courant de fonctionnement de charge : 0,5-0,7A.
- Débit maximal : 1-3L/Min.
- Tête maximale : 3 m.
- Plage d'aspiration maximale : 2 m.
- Température : 80.
- Durée de vie : 2500 Heure.
- Diamètre du tuyau d'entrée : 6mm.
- Dimensions : 86 x 43 m [18]

Figure(18) : La pompe d'eau R385 12V 3M

III.3.G. Ventilateur :

III.3.G.1. Description :

Ce ventilateur 'gros débit' est équipé d'un moteur de type brushless sans charbon ne craignant pas l'usure.

La partie mobile est montée sur roulement pour une rotation sans faille et économique.

La ventilation permet un maximum de débit à un niveau sonore très faible.

Equipement idéal pour toutes vos applications de ventilation en habitation, chalet, bateau, cave, grenier, camping-car, etc.

Ce ventilateur peut aussi servir à refroidir une cale moteur, l'arrière d'un réfrigérateur lors de fortes chaleurs, un ordinateur, etc. [19]

Vous pouvez aussi l'utiliser dans le cadre de la mise en œuvre d'un puit canadien ou équivalent pour assurer la ventilation de votre application jusqu'à l'habitation ou la VMC de cette dernière.

Figure(19) : Ventilateur

III.3.G.2. Caractéristiques du ventilateur 12V 180m3/h :

Hauteur, dimension externe: 120mm

Largeur (externe): 120mm

Profondeur: 32mm

Courant : DC

Tension, alimentation: 12VDC

Courant: 0,58 Ampères

Débit (impérial): 221,4 m3/h

Niveau sonore : 48.4 dBA

Certifications : CE / TUV / UL

Vitesse max. : 3200 t/min [19]

III.3.H. La serre :

Figure(20 ;21) : Notre serre

III.3.I. Alimentation de pc :

Une alimentation électrique interne est un composant interne, inclus dans le boîtier de l'ordinateur, conçu pour alimenter les composants de l'ordinateur en assurant la conversion du courant alternatif d'entrée provenant du secteur en courant continu de tension(s) moins élevée(s) .[20]

Figure(22) : Alimentation de pc

III.4. Les logiciel utilisés :

Lors de notre réalisation, nous nous sommes basés sur 2 différents logiciels et environnements, Arduino IDE et Fritzing . Le premier nous a servi a programmé et configurer

notre carte Arduino uno pour le bon fonctionnement de notre application. Fritzing nous a servie à une plateforme d'essais et de tests avant l'entame sur la plateforme réelle.

III.4.1. L'environnement de la programmation (IDE Arduino) :

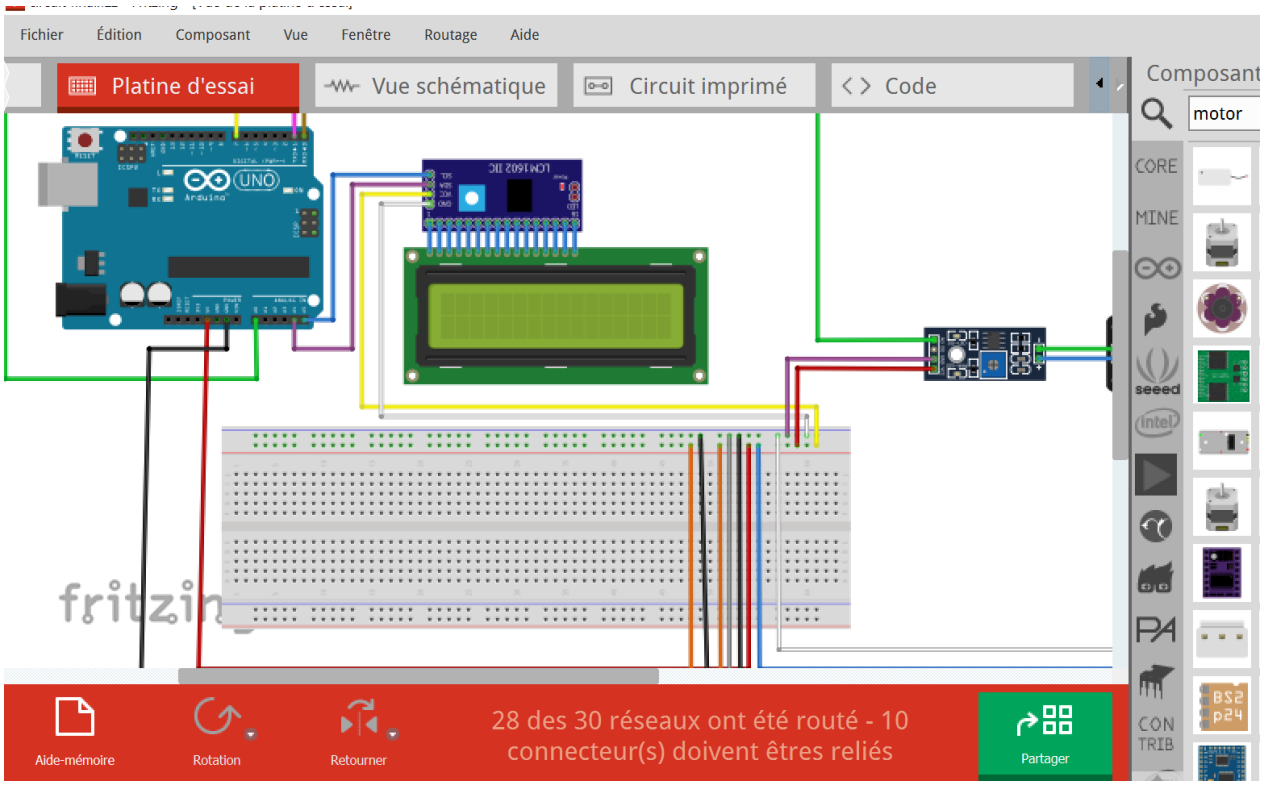
Le logiciel de programmation de la carte Arduino de code (langage proche de C++). Une fois, le programme tapé ou modifié au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte travers de la liaison USB. Le câble USB alimenté à la fois en énergie la carte et transporte aussi l'information, ce programme appelé IDE Arduino. Le logiciel Arduino est un environnement de développement (IDE) open source et gratuit, téléchargeable sur le site officiel d'Arduino. L'IDE Arduino permet :

- D'éditer un programme : des croquis (sketch en Anglais),
- De compiler ce programme dans le langage « machine » de l'Arduino,
- De téléverser le programme dans la mémoire de l'Arduino,
- ***Communiquer avec la carte Arduino grâce au terminal.***

III.4.2. Fritzing :

Fritzing est un logiciel Open Source d´développe par l'université de Postdam aux Pays-Bas. Ce logiciel permet de :

- Réaliser des schémas de câblage sur platine d'essai.
- Saisir des schémas structurels.
- Dessiner des typons
- Editer des programmes Arduino et télécharger sur la carte [21]



Figure(23) :Frizting interface

III.5. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté une étude détaillée sur les composants principaux à utiliser dans notre projet concernant la conception d'un système d'irrigation intelligent automatique. Nous avons présenté les caractéristiques d'Arduino, sa carte architecturale et son fonctionnement et nous avons également présenté les caractéristiques des capteurs et de leurs différents types et en parlant des éléments utilisés comme la pompe, le relai et l'afficheur OLED ainsi que les logiciels Utilisés.

CHAPITRE IV :

RÉALISATION D'UN SYSTÈME D'IRRIGATION INTELLIGENT.

IV.1. Introduction :

Dans ce chapitre. Il s'agit de concevoir et de réaliser un système d'irrigation intelligente, commandée par un programme sur une carte arduino, Dans cette partie nous allons présenter les étapes suivies pour réaliser l'ensemble de la partie software et la partie hardware du système étudié. Et on terminera cette phase par la présentation des résultats obtenus.

Le fonctionnement de ce système d'irrigation automatique est assez simple, tout d'abord il s'agit d'un système entièrement automatisé et il n'y a pas besoin de main-d'œuvre pour contrôler le système.

IV.2. Principe de fonctionnement :

Dans notre système d'irrigation, divers capteurs tels que capteur de l'humidité du sol, le capteur DHT11 sont connectés aux broches d'entrée du microcontrôleur Arduino. Arduino est un microcontrôleur qui agit comme un cerveau pour l'ensemble du système.

Les valeurs détectées par les capteurs sont affichées sur l'écran de l'afficheur lcd et seront transférées aux actionneurs pour agir sur ces données. Si la valeur détectée par Capteur d'humidité du sol dépasse les valeurs de seuil définies dans le programme, la pompe sera automatiquement activée/désactivée par le circuit de relais et elle est connectée au circuit de commande qui aide à commuter la tension. Si la valeur détectée par le dht11 dépasse les valeurs de seuil définies dans le programme ; les 2 ventilateurs sera automatiquement activée/désactivée par le circuit de relais .

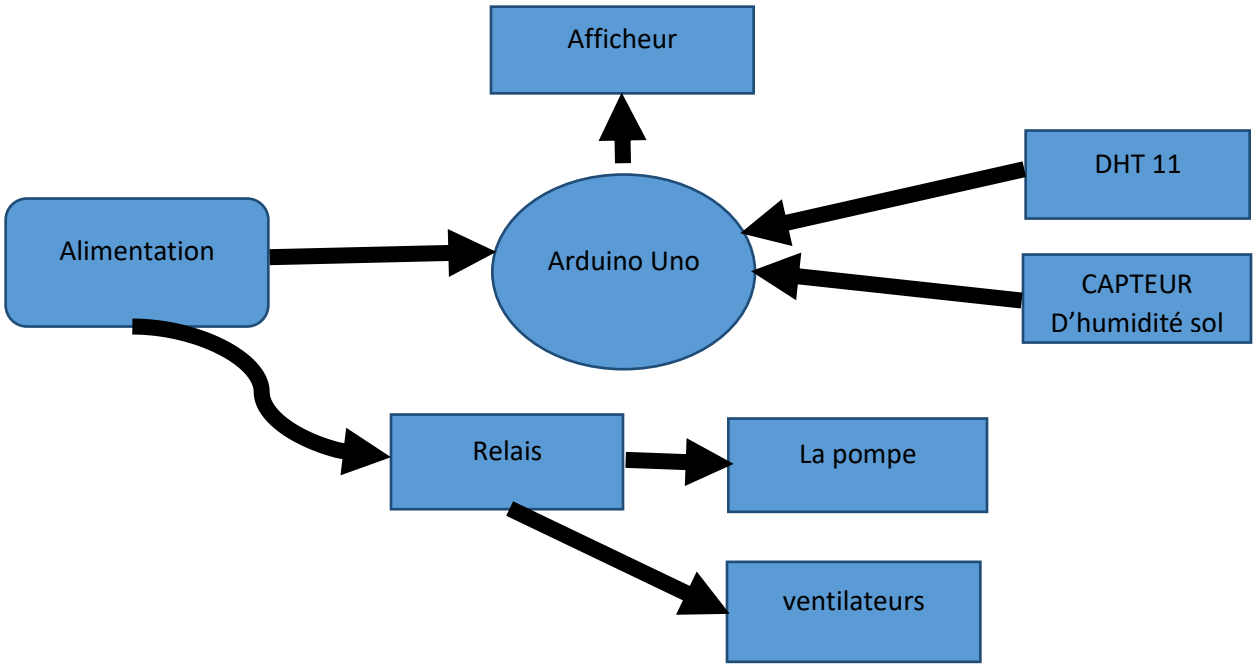


Figure (24) : Le schéma de principe de fonctionnement

IV.3. Etapes de réalisation de notre projet :

Pour la réalisation de notre montage global du système nous avons passé par plusieurs étapes. Ces étapes sont regroupées à une seul grande partie (conception et réalisation de tout le système électronique).

Cette partie est passée par plusieurs étapes :

1. Chercher les différentes structures des blocs constituants notre système d'irrigation.

2. Présenter les différents éléments ou composants constituants chaque des blocs.

3. On assemble ensuite les composants suivants le système global

4. Rassembler tous les blocs obtenant un système complet d'irrigation automatique.

IV.3.1. Conception et réalisation de tout le système avec Arduino Uno :

IV.3.1.1. Le schéma de câblage (Circuit du branchement):

- L'afficheur se brancher avec l'Arduino par 2 fils (A4 ;A5) (SCL, SDA) + VCC, GND.
- DHT 11 se brancher avec l'Arduino par 1 fil (D4) + VCC, GND.
- Capteur d'humidité du sol se brancher avec l'Arduino par 1fil (A0) +VCC, GND.
- Relay de pompe se brancher avec l'Arduino par 1 fil signale 0 + VCC, GND
- Relay de ventilateurs se brancher avec l'arduino par un 1fil signale 1 + VCC ; GND

La figure 25 représente le schéma explicatif par Fritzing de montage final qui nous montre la connexion entres les différents modules avec la carte Arduino Uno.

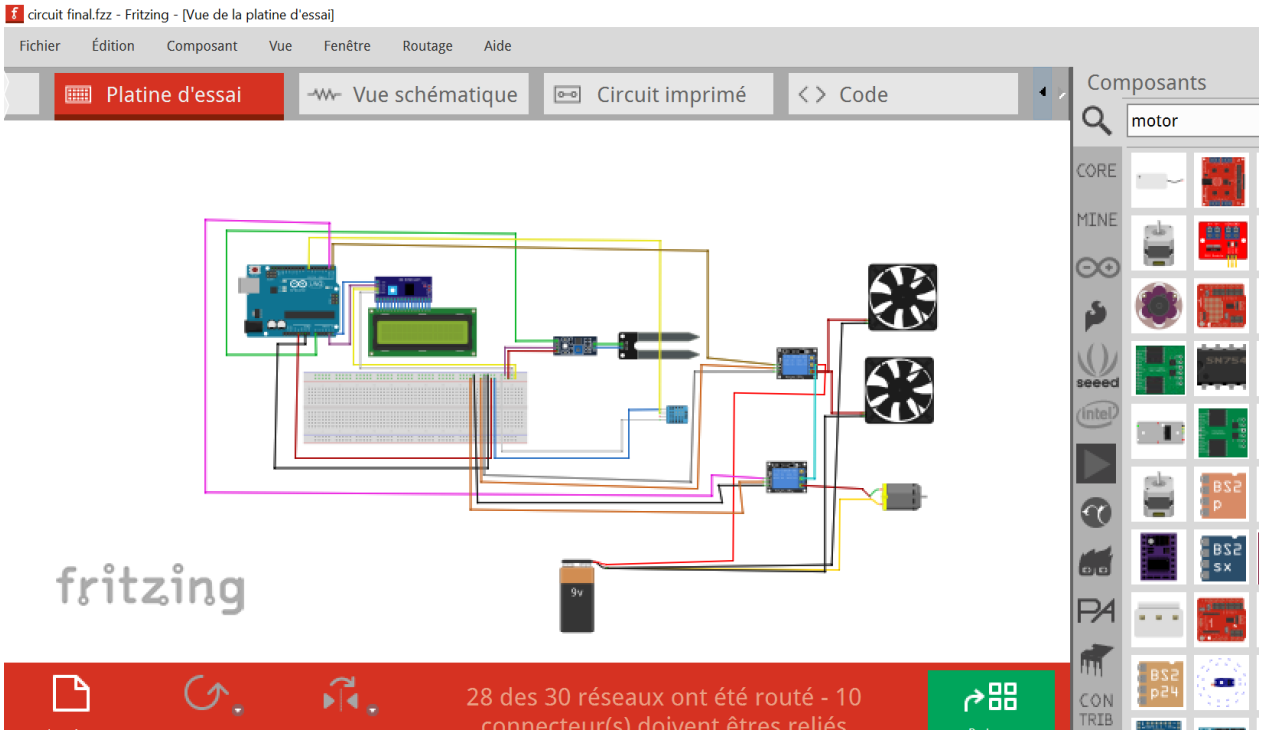


Figure (25) : Schéma de câblage final de notre système avec l'Arduino uno.

IV.3.2. Logiciel et programmation :

Notre réalisation ne fonctionne pas sans la partie software, la figure ci-dessous décrit celle-ci, et pour plus de détaille sur la programmation des différents composants.

Figure(26 ;27) : L'Arduino IDE.

Les capteurs peuvent être déployés dans différents zone d'intérêt pour connaitre l'endroit où il y a des zones sèches, ou zone irriguée ou bien des zones qui dépassent un certain seuil en termes de teneur en eau c.-à-d. des zones saturés.

IV.3.3. Test pratique :

Après avoir présenté dans la section précédente, les outils utilisés pour réaliser notre projet en va décrire les étapes de la réalisation de notre système. Tout d'abord, chaque capteur est monté et testé séparément. Ensuite, après avoir expérimenté les composants selon le schéma de la figure précédente, nous les avons réalisés et testés.

La figure 28 illustré le système d'irrigation automatique réalisé.

Figure (28) : Test de système

IV.4. Conclusion :

Comme conclusion Dans ce chapitre, nous avons entamé notre réalisation pratique. Pour cela nous avons essayé de raconter les procédures et les étapes que nous avons menées afin d'arrivé à notre but.

Dans ce travail, l'automatisation de l'irrigation généralement disponible et à faible coût pour l'irrigation par capteur d'humidité du sol est analysée et discutée. L'objectif principal de la conception d'un système d'irrigation intelligent est atteint avec succès et remplit les objectifs souhaités. Le matériel et les logiciels utilisés remplissaient correctement leur fonction pour produire le résultat souhaité qui est requis pour les agriculteurs dans le domaine de l'irrigation.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion Générale

Conclusion Générale :

En conclusion, un système d'irrigation intelligent est une solution efficace pour maintenir les niveaux d'humidité optimaux pour vos plantes. En utilisant des capteurs, des pompes et des microcontrôleurs tels qu'Arduino Uno, vous pouvez automatiser le processus d'arrosage et assurer un environnement de croissance sain pour vos plantes. En ajoutant une fonctionnalité de ventilation, vous pouvez également maintenir une circulation d'air adéquate pour les plantes.

Cependant, la création d'un système d'irrigation intelligent nécessite des compétences en électronique et en programmation. Il est important de faire des recherches et de suivre des tutoriels pour vous aider à vous perfectionner avec ces compétences. De plus, il est important de personnaliser votre système en fonction de vos besoins spécifiques en matière d'irrigation et de ventilation.

En fin de compte, un système d'irrigation intelligent peut être un investissement louable pour les jardiniers et les agriculteurs qui cherchent à améliorer la santé de leurs plantes tout en économisant de l'eau et de l'énergie.

Références bibliographiques

[1] : RACHIDI Fatima Ezzahra ; « Agriculture intelligente configuration et test d'un système intelligent basé sur des capteurs pour l'acquisition des données agroenvironnementales. » ; mémoire d'Ingénieur d'Etat en électronique ;

[2] :livre1 : « irrigation des verges institut technique de l'arboriculture fruitière de la vigne. » ; Ed.DUNOD, 2009.

[3] : Prof. Mohammed AZOUGGAGH « les différents systèmes d'irrigation »

[4] : livre3 : Francoise Conac ; « irrigation et développement agricole. » ; Ed. DUNOD ,2010.

[5] : site :https://www.aquaportail.com/definition-12892-irrigation.html.

[6] site : https://arrosage.ooreka.fr/comprendere/systeme-irrigation.

[7] : site : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/irrigation.

[8]: sitehttps://www.memoireonline.com.

[9] : https://www.dinafem.org/fr/blog/avantages-inconvenients-goutte-goutte-cannabis/ ?amp.

[10] :https://fr.wikipedia.org/wiki/Serre#:~:text=Une%20serre%20est%20une%20structure,g%C3%A9n%C3%A9ral%20%C3%A0%20la%20production%20agricole[11] :https://maferme.ma/systeme-d-irrigation-d-une-serre/

[12] : livre2 : Paul. Rolley ; « Amélioration agricoles-irrigation. » ; Ed. Lavoisier, 2005.

[13] : https://www.arduino-france.com/review/arduino-uno/

[14] : « Agriculture : un arrosage intelligent à énergie solaire ».

[15] : Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT11 (DHT11 also named asAM2302)

[16] :https://components101.com/modules/soil-moisture-sensor-module

[17] : Description de l'afficheur : https://www.robotique.tech/tutoriel/afficheur-i2c_lcd-1602a/#:~:text=L'%C3%A9cran%20I2C%20LCD%201602A,un%20syst%C3%A8me%20%C3%A0%20un%20utilisateur.

[18] : La pompe : https://www.dzduino.com/r385-12v-dc-3m-pompe-%C3%A0-membrane-fr

[19] : Ventilateur : https://www.energiedouce.com/ventilateurs-et-aerateurs-solaires/406-ventilateur-12-volts-debit-220-m3-h-3700908500080.html

[20] :Alimentation : https://www.marche-public.fr/Terminologie/Entrees/alimentation-electrique-interne.htm#:~:text=Une%20alimentation%20%C3%A9lectrique%20interne%20est,)%20moins%20%C3%A9lev%C3%A9e(s)

[21]: fritzing :https://pecquery.wixsite.com/arduino-passion/fritzing

ANNEX

PROGRAMME ARDUINO:

```
#include <dht11.h>
#define DHT11PIN 7
#include<Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
dht11 DHT11;
int PinAnalogiqueHumidite=A0;      //Broche Analogique de mesure d'humidité
```

```
int hsol;
int hum;  //Stores humidity value
int temp;
int vent = 0;
int pompe = 1;
int lampe = 2;
float lux;
void  setup()
{
  pinMode(PinAnalogiqueHumidite, INPUT);
pinMode(vent,OUTPUT);
pinMode(pompe,OUTPUT);
pinMode(lampe,OUTPUT);

  lcd.init();
  lcd.backlight();
     lcd.setCursor(3,0);
  lcd.print("Spr ");
   lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print("Prog ");
  delay(3000);
  lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("BienVenue Systeme");
```

```
  lcd.setCursor(3,1);
 lcd.print("d'irrigation ");
 delay(4000);
   lcd.clear();

}

void loop()
{

if (temp>28 || hum > 75) {
 digitalWrite(vent,LOW);
 temphum();
 hum2();
}
else {
   digitalWrite(vent,HIGH);
 temphum();
 hum2();
}
hum2();
int b ;
if ( hsol <=  600)
{
```

```
  digitalWrite(pompe,HIGH);
  temphum();
  hum2();
  lcd.setCursor(13,1);
  lcd.print("OFF");

}
else{
  digitalWrite(pompe,LOW);
  temphum();
  hum2();
  lcd.setCursor(13,1);
  lcd.print("ON ");
}
```

```
}
void hum2() {
  hsol = analogRead(PinAnalogiqueHumidite); // Lit la tension analogique
   // Serial.println(hsol); // afficher la mesure
```

```
   //Serial.print("  ");
   //Serial.println(secheresse);  //0 ou 1 si le seuil est dépassé
   lcd.setCursor(7,1);
int    b =100-(hsol-0) /( 1023.0-0) * 100;
   lcd.print(b);
   delay(20); //delai entre 2 mesures 20ms
  // lcd.clear();

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("HSOL:");
      lcd.setCursor(11,1);
         lcd.print("%");

}

void temphum() {
   Serial.println();

  int chk = DHT11.read(DHT11PIN);

  //Serial.print("Humidity (%): ");
  //Serial.println((float)DHT11.humidity, 2);
 hum = DHT11.humidity ;
 // Serial.print("Temperature  (C): ");
```

```
 // Serial.println((float)DHT11.temperature, 2);
 temp = DHT11.temperature;
 lcd.setCursor(3,0);
lcd.print("Hum%|%Temp");
 lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(hum);
lcd.setCursor(14,0);
lcd.print(temp);
  delay(1000);
}
```