

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'enseignement Supérieur**  
**Et de la Recherche scientifique**  
**Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued**  
**Faculté de Technologie**



**En Mémoire de Fin d'Étude**  
**vue de l'obtention du diplôme de**  
**MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine : Sciences et Technologie**  
**Filière : électromécanique**  
**Spécialité: électromécanique**

**Thème**

**Etude et mise en place d'un projet de système  
d'irrigation agricole intelligent utilisant  
Arduino**

**Encadré par**

MILOUDI Khaled

**Présenté par**

TAMMA Larbi

SAIED Mohammed Elghazali

BEN AMARA Aymen

ZOUARI AHMED Imad Eddine

**Année universitaire:2021/2022**

# REMERCIEMENTS

*Tout d'abord, nous voudrions remercier Dieu Tout-Puissant pour le courage, la volonté, la patience et la force qu'il nous a donnés pour surmonter toutes les difficultés et faire cet humble travail.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadrant  
**Mr MILOUDI Khaled** et assistant **BELILA Khaled***

*Un merci tout spécial à nos parents*

*Nous en sommes arrivés là grâce à leur soutien inconditionnel et inestimable*

*Nous tenons à exprimer notre gratitude à tous nos enseignants, dont on ne peut citer les noms, qui nous ont accueillis à l'école élémentaire, se sont réveillés au collège, nous ont enseigné au lycée et au collège, nous ne vous remercierons jamais assez -*

*Nous adressons également nos sincères remerciements à tous ceux qui ont participé à l'élaboration de ce travail, et qui nous ont aidés et soutenus, directement ou indirectement, à tous ceux que nous avons omis de mentionner, et nous adressons également nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont participé à développement. De ce travail qui nous a aidés et soutenus de près et de loin à tous ceux que nous avons négligé de citer..*

# **DÉDICACE**

*Tout d'abord, louez le Bon Dieu qui m'a donné l'opportunité et la  
force de poursuivre mes Études*

*Je dédie cet humble*

*travail au fruit de notre carrière universitaire:*

*à mon cher père, qui m'a soutenu et s'est tenu à mes côtés tout au  
long*

*de ma vie scolaire.*

*à ma très chère maman, qui m'a permis de devenir qui je suis  
aujourd'hui, car*

*tout succès dans ma vie est dû aux aimables sacrifices de ma mère, je  
n'exprimerai*

*pas assez pour exprimer sa gratitude alors merci maman.*

*Mes frères et sœurs*

*Pour tout le monde avec un nom : LARBI*

*à mes amis, en particulier Aymen, , mohamed,*

*à tous ceux qui me connaissent de près ou de loin.*

*à tous ceux qui veulent me voir le plus de succès dans ma vie.*

**TAMMA Larbi**



# **DÉDICACE**

*Il suffit de remercier Dieu et de bénir notre maître bien-aimé, sa famille et ses compagnons.*

*Loué soit Dieu, qui nous a permis d'apprécier cette étape de notre carrière académique avec ce message, fruit d'efforts et de réussite, par sa grâce dédiée aux fils honorables, que Dieu les préserve et les perpétue comme la lumière de mon chemin.*

*À toute la famille honorable qui m'a soutenu et qui sont toujours mes frères et sœurs, et à tous les amis, que Dieu les bénisse et leur accorde le succès, et au Département de génie mécanique et à chaque lot de 2022*

*Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued*

*A tous ceux qui ont influencé ma vie, à tous ceux que mon coeur a aimés et qui ont été oubliés par mon coeur*

***SAIED Mohammed Elghazali***

## **DÉDICACE**

*à ma chère mère Peu importe ce que je fais ou dis, je ne peux pas te remercier comme je le devrais. Votre affection me couvre, votre miséricorde me guide et votre présence à mes côtés a toujours été la source de ma force pour affronter divers obstacles.*

*A mon cher père "que Dieu lui fasse miséricorde", tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. J'espère que ce travail reflète ma gratitude et mon affection.*

*A mes chers frères Al-Arabi, Muhammad Al-Ghazali et Imad, sans oublier les amis du lycée, Al-Aish et Al-Tijani et salim et hicham, je leur souhaite plein succès dans leur vie.*

***BEN AMARA Aymen***

# **DÉDICACE**

*Le plus beau moment est que ce pour quoi j'ai été patient et fatigué se réalisera.*

*Je dédie mon diplôme à celui que Dieu m'a commandé dans la justice et la charité.*

*Et mes collègues,  
à chaque cœur qui bat pour moi par amour et peur pour moi,  
je leur dédie le fruit de mon humble effort.*

***ZOIRI AHMED Imad Eddine***

# Résumé

L'irrigation des plantes agricoles est un processus délicat et coûteux à la fois financièrement et matériellement et affecte le rendement annuel de l'agriculture, nous proposons donc dans notre projet d'exploiter l'intelligence artificielle dans le processus d'irrigation car elle détermine le temps et la quantité d'eau nécessaire pour irriguer l'exploitation, ce qui permet aux agriculteurs de rationaliser plus facilement les consommations d'eau et d'énergie et d'améliorer la qualité de leurs produits .

**Mots clés :** irrigation - Arduino - capteur d'humidité du sol - pompe

# Summary

The irrigation of agricultural plants is a delicate and expensive process both in financial and material terms and affects the annual harvest of agriculture, so we propose in our project to exploit artificial intelligence in the irrigation process because it determines the time and amount of water needed to irrigate the farm, making it easier for farmers to rationalize water and energy consumption and improve the quality of their products.

**Keywords:** irrigation - Arduino - soil moisture sensor - pump

# ملخص

يعتبر ري النباتات الزراعية عملية حساسة ومكلفة في نفس الوقت من الناحية المالية والمادية ويؤثر على المحصول السنوي للزراعة ، لذلك نقترح في مشروعنا استغلال الذكاء الاصطناعي في عملية الري لأنه يحدد الوقت وكمية المياه اللازمة لري المزرعة ، مما يسهل على المزارعين ترشيد استهلاك المياه والطاقة وتحسين جودة منتجاته

**الكلمات مفتاحية:** ري - اردوينو - حساس رطوبة التربة - مضخة

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	1
<b>CHAPITRE I GENERALITE SUR LES SYSTEMES D'IRRIGATIONS</b>	
I.1 INTRODUCTION	4
I.2 L'IRRIGATION GRAVITAIRE	4
<i>I.2.1 MODE D'IRRIGATIONS</i>	5
I.2.1.1 IRRIGATION PAR PLANCHES	5
I.2.1.2 L'IRRIGATION PAR BASSIN	6
I.2.1.3 L'IRRIGATION A LA RAIE	7
I.2.1.3.1 IRRIGATION PAR SIPHON	7
I.2.1.3.2 IRRIGATION PAR RAMPE A VANNETTES	8
I.2.1.3.3 IRRIGATION PAR GAINES SOUPLES	9
I.2.1.3.4 TRANS-IRRIGATION	9
I.2.2 MODE DE DISTRIBUTION	10
I.2.3 DIFFICULTE DES REGLAGES DE DEBIT	10
I.3 L'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE	11
I.3.1 EQUIPEMENTS DU SYSTEME GOUTTE A GOUTTE	11
I.3.1.1 UNITE EN TETE	12
I.3.1.2 LES DISTRIBUTEURS	12
I.3.3 POMPES DOSEUSES ET INJECTEURS	15
I.3.4 FILTRATION	15
I.4 IRRIGATION PAR ASPERSION	16
I.4.1 LES ARROSEURS	18
I.5 COMPARAISON DES METHODES D'IRRIGATION	19
I.6 CONCLUSION	21
<b>CHAPITRE II LA CARTE ARDUINO ET LES DIFFERENTS MODULES</b>	
II.1 INTRODUCTION	23
II.2 DEFINITION	23
II.3 LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	23
II.4 LOGICIEL	24
II.4.1 L'INTERFACE	24
I.4.1.1 LES BOUTONS	25
II.4.2 LE LANGAGE ARDUINO	26
II.5 LE MATERIEL	26
II.5.1 LE MICROCONTROLEUR (1)	27



II.5.2	ALIMENTATION (2 ET3)	27
II.5.3	VISUALISATION(4)	27
II.5.4	LA CONNECTIQUE (5A ET 5B)	28
II.6	CARACTERISTIQUE CARACTERISTIQUES DE LA CARTE ARDUINO UNO	29
II.7	BROCHAGE DE LA CARTE UNO	29
II.7.1	LES BROCHES D'ALIMENTATIONS	30
II.7.2	BROCHES NUMERIQUES	30
II.7.3	BROCHES ANALOGIQUES	30
II.8	LES DIFFERENTS TYPE D'ARDUINO	30
II.8.1	LA CARTE ARDUINO LENARDO	30
II.8.1.1	DESCRIPTION	30
II.8.1.2	CARACTERISTIQUES DE LA CARTE ARDUINO LENARDO	31
II.8.2	LA CARTE ARDUINO MEGA	32
II.8.2.1	DESCRIPTION	32
II.8.2.2	CARACTERISTIQUES DE LA CARTE ARDUINO MEGA	32
II.8.3	LA CARTE ARDUINO DUE	33
II.8.3.1	DESCRIPTION	33
II.8.3.2	CARACTERISTIQUES DE LA CARTE ARDUINO DUE	33
II.8.4	LA CARTE ARDUINO MINI PRO	34
II.8.4.1	DESCRIPTION	34
II.8.4.2	CARACTERISTIQUES DE LA CARTE ARDUINO PRO	34
II.8.5	LA CARTE ARDUINO YUN	35
II.8.5.1	DESCRIPTION	35
II.8.5.2	CARACTERISTIQUES DE LA CARTE ARDUINO YUN	35
II.9	LES AVANTAGES D'ARDUINO	36
II.10	UNE LISTE NON EXHAUSTIVE DE PROJET FAIRE AVEC ARDUINO	37
II.11	CONCLUSION	38
<b>CHAPITRE III ETUDE D'UN SYSTEME D'IRRIGATION AUTOMATIQUE ET REALISATION</b>		
III.1	INTRODUCTION	40
III.2	PRESENTATION DU SCHEMA	40
III.2.2	EXPLICATION DU SCHEMA	40
III.3	PARTIE ETUDE D'UN SYSTEME IRRIGATION AUTOMATIQUE	41
III.3.1	SCHEMA DE LA CARTE	41
III.3.1.1	LA CONCEPTION PAR FRITZING	41
III.3.1.1.1	DEFINITION SUR FRITZING	41
III.3.1.1.2	CONCEPTION DU SYSTEME	42
III.3.1.2	SIMULATION PAR ISIS PROTEUS	42
III.3.1.2.1	DEFINITION SUR ISIS PROTEUS	42
III.3.1.2.2	SELECTION DU MATERIEL	43

III.3.1.2.3	SCHEMA DE LA CARTE DETAILLE	43
III.3.1.2.4	EXPLICATION DETAILLEE DU SCHEMA	44
III.3.1.2.4.1	BLOC D'ENTREE	44
III.3.1.2.4.3	BLOC DE SORTIE	45
III.3.2	LOGICIEL ARDUINO	45
III.3.2.1	DEFINITION	45
III.4	PARTIE REALISATION	47
III.4.1	MATERIELS UTILISE	47
III.4.1.1	CAPTEURS HUMIDITE DU SOL	47
III.4.1.1.1	DEFINITION	47
III.4.1.1.2	FONCTIONNEMENT	48
III.4.1.1.3	CARACTERISTIQUES	48
III.4.1.2	LA POMPE	49
III.4.1.3	LA CARTE ARDUINO	49
III.4.1.4	RELAIS	49
III.4.1.5	CABLE USB	50
III.4.1.6	FILS DE PIN D'ARDUINO	50
III.4.1.7	PILES USAGEES	51
III.4.1.8	LED ROUGE	51
III.4.1.9	RESISTANCE ELECTRIQUE	52
III.4.1.10	CARTE D'ESSAI	52
III.4.2	ORGANIGRAMME QUE REPRESENTE LA REALISATION	53
III.4.3	LE PROGRAMME	54
III.4.4	TEST PRATIQUE	55
III.5	CONCLUSION	56
	CONCLUSION GENERALE	57

# LISTE DE FIGURES

FIGURE I. 1 : LES GRANDES CATEGORIES DE SYSTEME IRRIGATIO	
14	
FIGURE I. 2 : IRRIGATION PAR PLANCHES	
14	
FIGURE I. 3 : IRRIGATION PAR BASSI	6
FIGURE I. 4 : IRRIGATION A LA RAIE	7
FIGURE I. 5 : IRRIGATION PAR SIPHON	8
FIGURE I. 6 : IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE	11
FIGURE I. 7 : EQUIPEMENTS DU SYSTEME GOUTTE A GOUTTE	12
FIGURE I. 8 : LES DISTRIBUTEURS	12
FIGURE I. 9 : LES DIFFERENTS MODELES DES TUYAUX	14
FIGURE I. 10 : FILTRE A TAMIS 125MICRONS	16
FIGURE I. 11 : IRRIGATION PLEIN CHAMP PAR ASPERSION	17
FIGURE I. 12 : EXEMPLE DES ARROSEURS	18
FIGURE II. 1 : ARCHITECTURE DE LA CARTE ARDUINO UNO	23
FIGURE II. 2 : L'INTERFACE DE L'IDE ARDUINO	24
FIGURE II. 3 : LE MENU FILE D'ARDUINO	25
FIGURE II. 4 : LES BOUTONS DE 'IDE ARDUINO	25
FIGURE II. 5 : PRESENTATION D'UNE CARTE ARDUINO	27
FIGURE II. 6 : LA CONNECTIQUE DE LA CARTE ARDUINO [7]	28
FIGURE II. 7 : BROCHAGE D'UN CARTE ARDUINO [13]	29
FIGURE II. 8 : LA CARTE ARDUINO LENARDO	31
FIGURE II. 9 : LA CARTE ARDUINO MEGA	32
FIGURE II. 10 : LA CARTE ARDUINO DUE	33
FIGURE II. 11 : LA CARTE ARDUINO MINI PRO	34
FIGURE II. 12 : LA CARTE ARDUINO YUN	35
FIGURE III. 1 : SCHEMA SYNOPTIQUE	40
FIGURE III. 2 : PLAN DE MISE EN ŒUVRE DU SYSTEME D'IRRIGATION INTELLIGENT	42
FIGURE III. 3 : LISTE DES COMPOSANT	43
FIGURE III. 4 : SCHEMA DE LA CARTE SUR ISIS PROTEUS	43
FIGURE III. 5 : SCHEMA DU BLOC D'ENTREE	44
FIGURE III. 6 : CHEMIN DE FICHER HEX DU CODE	45
FIGURE III. 7 : L'EMPLACEMENT DU FICHER HEX DANS LA CARTE	46
FIGURE III. 8 : SCHEMA DE LA CARTE APRES LA SIMULATION	46
FIGURE III. 9 : CAPTEUR D'HUMIDITE DU SOL	48
FIGURE III. 10 : CIRCUIT EQUIVALENT DU CAPTEUR	48
FIGURE III. 11 : POMPE 3.7 V	49
FIGURE III. 12 : UNE CARTE ARDUINO UNO	49
FIGURE III. 13 : LE RELAI 5 V	50
FIGURE III. 14 : CABLE USB TYPE A/B (ARDUINO UNO)	50
FIGURE III. 15 : FILS DE PIN D'ARDUINO	51
FIGURE III. 16 : BATTERIE 3.7V	51
FIGURE III. 17 : BATTERIE 8 V	51
FIGURE III. 18 : LED ROUGE	51
FIGURE III. 19 : RESISTANCE	52

FIGURE III. 20 : CARTE D'ESSAI	52
FIGURE III. 21 : ORGANIGRAMME DE NOTRE SYSTEME	53
FIGURE III. 22 : UN TEST PRATIQUE DE NOTRE PROJET	55

## **LISTE DES TABLEAUX**

TABLEAU I. 1 : VALEUR EN % DE L'EFFICIENCE AU CHAMP	20
TABLEAU II. 1 : CARACTERISTIQUE D'UNE CARTE ARDUINO UNO	29
TABLEAU II. 2 : CARACTERISTIQUES DE LA CARTE ARDUINO LENARDO	31
TABLEAU II. 3 : CARACTERISTIQUES DE LA CARTE ARDUINO MEGA	32
TABLEAU II. 4 : CARACTERISTIQUES DE LA CARTE ARDUINO DUE	33
TABLEAU II. 5 : CARACTERISTIQUES DE LA CARTE ARDUINO PRO	34
TABLEAU II. 6 : CARACTERISTIQUES DE LA CARTE ARDUINO YUN	35
TABLEAU III. 1 : CARACTERISTIQUES CAPTEUR D'HUMIDITE DU SOL	48
TABLEAU III. 2 : LES RESULTAT DE TEST PRATIQUE	56



# LISTE DES SYMBOLES

S: seconde.

H : heure.

B : bar.

Q : débit

K : constant.

H : pression.

X : coefficient qui caractérise le type d'écoulement.

M : mètre.

M<sup>3</sup> : mètre cube.

M<sup>2</sup> : mètre au carré.

Mm : millimètre.

Cm : centimètre.

Ha : hectare.

L : litre.

V : volt.

Mhz : méga hertz.

Ko : kilo octet.

A : ampère.

mA: milli ampère.

# **LISTE DES ABRÉVIATIONS**

LCD :liquid Crystal Display

LED :Light Emetting Diode

PVC: Chlorure de PolyVinyle.

PE: PolyEthylene.

PP: PolyPropylene.

WEM: Water mark Electronic Module.

USB: Universal Serial Bus.

BSD: Barklay Softaware Distribution.

PWM: Pulse width Modulation.

GND: Ground.

VCC: Voltage Common Collector

DC: direct current

IDE: Integrated Development Environnement.

PC: personal computer

CAO: Conception Assisté par Ordinateur

## Introduction générale

Le processus de plantation de plantes a été réalisé dans le but d'augmenter la production et de faire place à la croissance naturelle, en l'absence de pénurie de prix et d'installations industrielles, en particulier dans les domaines suivants.

Des canaux d'irrigation ont été construits sur les pistes pour le transport par eau, et parfois en haute montagne.

Selon l'enquête hydrologique internationale, l'irrigation est un approvisionnement industriel en eau à terre à des fins agricoles.

En général, on parle de « l'irrigation » pour les petites surfaces (jardinage), réserver le terme « irrigation » pour les grandes surfaces (champ de l'agriculture, de l'horticulture), mais il n'y a pas de norme dans ce domaine.

Une irrigation inadaptée ou mal conçue peut être source de beaucoup de problèmes.

La sur-irrigation peut être source de propagation de pathogènes et les polluants dans le jardin et la pluie est trop capricieuse. Alors, il est important de suivre le taux d'humidité de manière à conserver au maximum les plantes en vie, car chaque plante a besoin d'un taux d'humidité spécifique.

L'irrigation à la main est fastidieux, perde du temps et dispendieux en eau. Afin d'assurer que nos plantes restent vertes et saines, pour gagner du temps, nous permet de partir en vacances en toute tranquillité, plus besoin de demander de l'aide à nos voisins ou à la famille, voilà pourquoi nous réaliserons le projet du système irrigation automatique

Pour mettre en œuvre l'irrigation automatique, le panneau ARDUINO UNO a été choisi pour contrôler la pompe à eau qui permet à l'eau de se déplacer, et le capteur d'humidité du sol. Le programme contrôle automatiquement les cycles d'irrigation et empêche le gaspillage d'eau en coupant de manière automatique l'irrigation en cas de pluie, cette économie d'eau sera réalisée en faisant recours à une bonne étude préalable

Notre système facilite la vie humaine et souleve le problème de suivre le jardin. En fin, l'Automatique a prouvé sa présence dans tous les domaines.

On va résumer notre projet en 3 chapitres principaux :

- . Le 1er chapitre généralité sur les systèmes d'irrigation.
- . Le 2ème chapitre présentation de la carte ARDUINO et les différents modules.
- . Le 3ème chapitre étude du système d'irrigation automatique et réalisation.

Et enfin, une conclusion générale sanctionnera l'ensemble de ce travail.



# **Chapitre I**

## **Généralité sur les**

### **systemes d'irrigations**

## I.1 Introduction

Le manque d'eau et l'accroissement constant des besoins en eau en agriculture, conjugués aux conflits d'usage avec les autres secteurs, tels que l'industrie et la consommation en eau potable, nous amènent constamment à réfléchir sur les économies d'eau et d'énergie. Ceci passera forcément par une gestion efficace de l'irrigation ainsi que par la maîtrise de l'utilisation et le choix des systèmes d'irrigation.

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories:

L'irrigation gravitaire et l'irrigation sous pression. Dans la pratique, on distingue l'irrigation gravitaire, l'irrigation goutte à goutte et l'irrigation par aspersion [1].

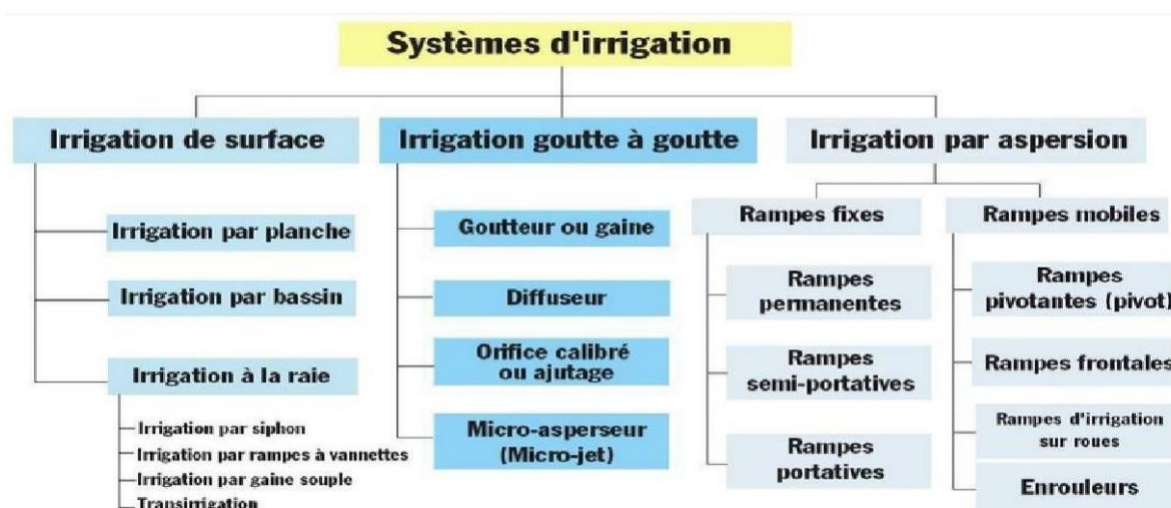


Figure I. 1 : Les grandes catégories de système irrigation.

## I.2 L'irrigation gravitaire

La technique d'irrigation gravitaire consiste à arroser les cultures en faisant couler l'eau à la surface du sol.

C'était la seule voie possible jusqu'au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle. Dans la grande majorité des cas, l'eau est transportée par des canaux fonctionnant à ciel ouvert.

La superficie irriguée dans le monde est d'environ 250 millions d'hectares, et 80 à 90 % de ce total consiste en irrigation par gravité. C'est donc une technique encore largement utilisée, notamment dans les pays en développement.

En effet, le coût de construction du réseau gravitaire est 3 à 4 fois inférieur à celui du réseau comprimé et la consommation énergétique est faible voire nulle. D'autre part, l'efficacité de tels réseaux est faible, souvent inférieure à 30 %, alors que 80 à 90 % est facilement accessible sur les réseaux en direct. Cela demande aussi beaucoup de travail.

Les faibles rendements de l'irrigation par gravité sont dus à trois raisons principales :

- . Des pertes importantes dues à l'irrigation par ruissellement.
- . Réglementation très faible ou inexistante pour de nombreux réseaux.
- . Absence de réglementation pour les opérateurs et les agriculteurs.

Les deux derniers facteurs sont certainement liés car il semble difficile de mettre en place une organisation contrainte sans maîtriser la distribution de l'eau et inversement.

Il y a beaucoup de polémiques ici mais en tout cas la régulation des chaînes est l'un des principaux enjeux [2].

## **I.2.1 Mode d'irrigations**

La méthode d'irrigation imposera de nombreuses limitations dont l'organisation du canal devra tenir compte. Dans l'irrigation par gravité, il existe 3 méthodes principales, avec de nombreuses variantes, à savoir l'irrigation par rainure, l'irrigation par la base ou l'irrigation par bassin. Un débit minimum est nécessaire pour délivrer efficacement l'eau dans les champs, c'est ce qu'on appelle la main d'eau, sa valeur moyenne est de 30 L/s mais peut être plus élevée dans le cas des ménages.

Enfin, beaucoup d'agriculteurs sont réticents à irriguer la nuit et cela se traduit par de fortes variations diurnes de débit si l'on ne veut pas perdre d'eau [2].

### **I.2.1.1 Irrigation par planches**

L'irrigation simple consiste à faire couler une fine couche d'eau sur une pente du sol de 0,2 % à 3 %. Le débit à évacuer est fonction de la pente, de la largeur et de la longueur du lit de la rivière, et cette méthode est de loin la plus difficile car toutes les autres variables doivent être utilisées pour ajuster le débit d'irrigation pour chaque couche

Une formule utile est la formule de Crevât, qui consiste à déterminer la longueur de la dalle en fonction de l'infiltration du sol, qui correspond au temps de ruissellement. En d'autres termes, le serveur ouvre la vanne et attend que l'eau atteigne le fond de l'assiette, moment auquel la vanne d'entrée se ferme [1].



**Figure I. 2 : irrigation par planches**

### **I.2.1.2 L'irrigation par bassin**

L'irrigation par étang est la méthode d'irrigation par gravité la plus courante. Sa pratique sur terrain plat (pentes de 0,1 à 1%) et la simplicité du procédé y compris le remplissage du bassin rendent cette technique fréquemment utilisée, la taille des bassins est de 40 à 50 m<sup>2</sup> et cette technique est connue sous le nom "Robta". Cette dernière occasionne une perte importante de superficie, due au nombre important de cloisonnements [1].



**Figure I. 3 : irrigation par bassin**



### **I.2.1.3 L'irrigation à la raie**

L'irrigation à la raie est idéale pour les sols avec des pentes de 0,2 à 3 %. La distance entre les rainures est de 0,6 à 1,25 m, selon le type de sol et la culture. Selon le débit disponible, une ou plusieurs rainures peuvent être irriguées à la fois. Les rainures peuvent être parallèles ou perpendiculaires au canal d'eau.

Habituellement, l'irrigation s'effectue selon un ou deux débits différents, le premier fort débit est appelé débit d'attaque et le second débit faible est appelé débit d'entretien. L'irrigation par sillons est plus adaptée à la mécanisation au moyen de pailles, de pentes fendues, de gaines souples ou d'arrosages instantanés [1].



**Figure I. 4 : irrigation à la raie**

#### **I.2.1.3.1 Irrigation par siphon**

L'irrigation par siphon est utile pour arroser les skis. L'épaisseur des joints en plastique est de 1,5 mm, le diamètre varie de 20 à 43 mm et ils sont relativement légers avec des longueurs de 1 à 1,5 mètre. Une charge de 10 cm est suffisante pour fonctionner dans de bonnes conditions. Les débits varient de 0,25 à 2 l/sec pour des têtes de 5 cm et 20 cm, respectivement. Il est également possible d'irriguer avec deux débits, ou de diamètres différents, avec un bouchon perforé en bout de tuyau.

Ou simplement en changeant le nombre de pailles. Dans ce type d'irrigation, la préparation du siphon nécessite une formation et une certaine souplesse pour mieux contrôler l'arrosage. De petites pompes à main peuvent également être utilisées pour cette tâche, mais le travail de préparation peut être plus lent.

Ce type d'irrigation a une certaine importance car il est possible d'éviter la création de La fourniture de "séguia", ainsi que tous les travaux liés à la distribution. Cependant, il réduit l'érosion du sol à la tête du ravin. De plus, l'irrigation par siphon est autorisée

Bonne distribution de l'eau et se caractérise par un faible investissement [1].



**Figure I. 5 : Irrigation par siphon**

### **I.2.1.3.2 Irrigation par rampe à vannettes**

Ce type d'équipement est plus adapté aux cultures irriguées nécessitant peu d'interventions sur la parcelle. L'avantage réside dans la possibilité de régler le débit au moyen de vannes coulissantes ; Qui propose des offres ouvertes à 25, 50, 75 et 100 %.

Par rapport au siphon, le processus de brassage est évité, ce qui est un processus lent et fatigant. Un autre avantage réside dans le fait que les débits obtenus sont plus précis et fiables.

Lorsque les vannes sont remplacées par des tiges verticales alimentant des poutres ou des plaques ; Ensuite, nous obtenons le système de l'État de Californie. Constitué d'un tube enterré sur lequel sont fixées des tiges dont le débit est également réglable

sens du plan. Le tube enterré, dont le diamètre varie de 160 à 300 mm, est relativement épais (3 à 5 mm).

Cette technique a l'avantage de ne pas gêner les travaux agricoles. Cependant, l'étude du volume est très importante. Lorsque toute la parcelle est irriguée en même temps, tous les exutoires sont ouverts, sinon les exutoires inutilisés doivent être fermés hermétiquement [1].

### **I.2.1.3.3 Irrigation par gaine souple**

Le boîtier flexible est placé dans un canal préfabriqué pour empêcher le boîtier de bouger une fois qu'il est rempli d'eau. L'installation peut être effectuée à l'aide d'une machine ou d'un mini-tracteur. Les trous peuvent être faits sur un ou deux côtés. Il peut être standard ou selon l'espacement des cultures. Le tubage peut être équipé de poches de dérivation souples qui permettent une irrigation à mi-chemin, sans se soucier de l'emplacement exact des trous.

Ce type d'irrigation, avec une tête de 0,4 à 1 m, convient aux terrains relativement plats. Débits en by-pass de l'ordre de 2 l/sec. Les conduits sont faciles à installer sur le terrain et nécessitent un investissement modeste. Cependant, il présente l'inconvénient d'être cassant et de régler les débits de façon imprécise.

Les gaines ne peuvent en aucun cas être utilisées pour remonter l'eau et leurs extrémités restent ouvertes sous peine d'être détruites par une pression excessive. Ainsi, les extrémités doivent être placées sur des objets d'environ un mètre de haut [1].

### **I.2.1.3.4 Trans-irrigation**

L'irrigation de transit de surface ou souterraine est idéale pour l'irrigation par rainures.

La superficie à irriguer avec ce type d'irrigation est relativement importante et peut atteindre 6 hectares.

Un tuyau en PVC rigide de 250 mm de diamètre et de 4,9 mm d'épaisseur doit être installé selon une inclinaison uniforme de 0,25 à 0,6 %, ce qui permet de percer des trous bien équilibrés et de former un angle de 30 ° par rapport à la verticale. Diamètre

Des fentes est la fonction de flux. L'ensemble du système n'est pas soumis à une pression, mais la tête est formée à chaque orifice par le mouvement d'un piston placé dans le tube [1].

### **I.2.2 Mode de distribution**

Il existe trois modes de distribution de l'eau :

. Partition : l'eau est partagée au prorata des surfaces de manière fixe. Il y a réglage initial de toutes les prises qui sont alimentées simultanément.

Le système est simple mais très rigide.

Il est très utilisé dans l'Inde du Nord sous le nom de Warabandi.

. Tour d'eau : le réseau est découpé en quartier, d'une cinquantaine d'ha en général. Chaque quartier est alimenté en continu pendant une période de temps déterminée, chaque agriculteur, à l'intérieur du quartier dispose de tout le débit à tour derôle.

Le débit d'alimentation du quartier peut être fixe (débit et durée) ou variable (débit ou durée ou les deux).

. Demande : mode de distribution très rare en irrigation gravitaire car il est impossible à mettre en œuvre, sauf quand le débit disponible est toujours supérieur à la demande. Le rendement du réseau est alors très faible.

Il faut, toutefois, noter l'existence de canaux principaux qui alimentent des réseaux sous pression.

En pratique, le fonctionnement réel de nombreux réseaux est compris entre tour d'eau et demande.

Le tour d'eau est appliqué de manière plus stricte pendant les pointes d'arrosage et une demande plus ou moins restreinte le reste du temps [2].

### **I.2.3 Difficulté des réglages de débit**

En hydraulique à surface libre, la mesure et le réglage des débits sont difficiles si on se limite à des moyens manuels. Il existe trois types d'appareillages :

. Les vannes : orifice à section ajustable

. Les seuils : fixes ou à crête et donc à débit ajustable

. Modules à masques : associent des lois d'orifice et de seuil dans le même appareil.



Ils permettent un réglage par pas de débit dans une zone de variation de niveau. Ces appareils sont tous sensibles aux variations de niveau amont, en particulier les seuils [2].

### I.3 L'irrigation goutte à goutte

Dans l'irrigation goutte à goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose entraînant ainsi l'humidification d'une fraction du sol. Ceci permet de limiter les pertes par évaporation et percolation. Elle permet aussi de réduire le développement des mauvaises herbes. Elle met également en œuvre des équipements fixes et légers.

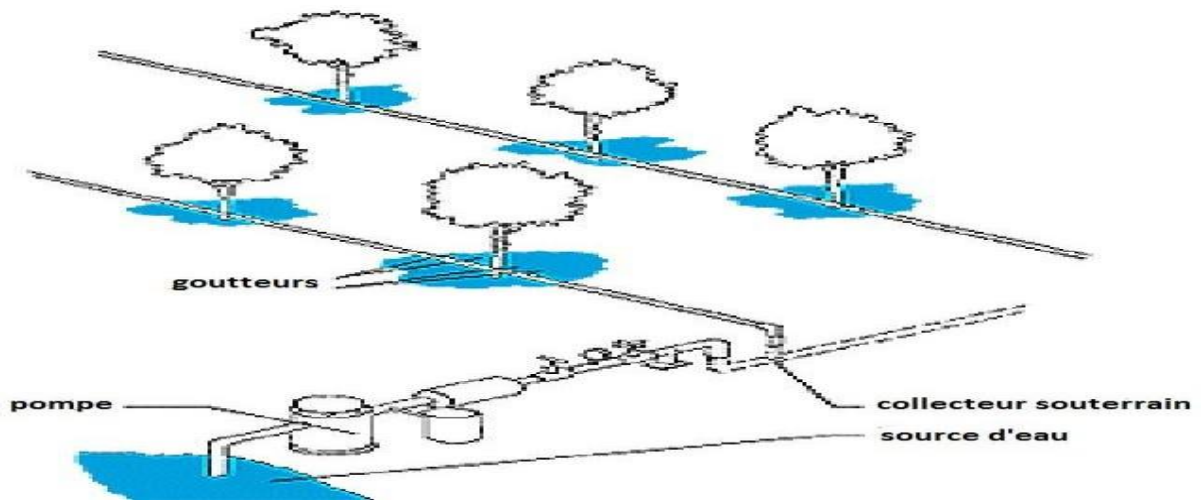
Dans la plupart des cas, elle exige une automatisation à travers des contrôleurs associés à des vannes volumétriques et/ou hydrauliques et des électrovannes [1].



Figure I. 6 : irrigation goutte à goutte

#### I.3.1 Equipements du système goutte à goutte

L'installation est composée d'une source d'eau, d'une station de pompage, d'une unité de tête, des canalisations principales et secondaires, de porte rampes et rampes, et enfin de distributeurs [1].



**Figure I. 7 : Equipements du système goutte à goutte**

### **I.3.1.1 Unité en tête**

L'unité principale comprend les composants nécessaires pour l'emballage et la sécurité de fonctionnement. [1]

### **I.3.1.2 Les distributeurs**

Les distributeurs peuvent être classés par flux. Ensuite, nous distinguons les arroseurs, les diffuseurs et les arroseurs fins [1].



**Figure I. 8 : les distributeurs**

Les goutteurs ont une faible valeur de débit (entre 1 et 16 l/h) car ils fonctionnent à une

pression relativement faible (environ 1 bar). En pratique, il est presque toujours utilisé 2 l/h pour la distillation des cultures maraîchères et 4 l/h pour les cultures pérennes (arbres fruitiers et vigne).

Selon le type de dispositif goutte à goutte, la méthode d'installation sur le collecteur peut être shunt, intégrale ou intégrale. Il existe actuellement une tendance croissante vers le mode compact en raison du coût de fabrication inférieur ainsi que de la facilité d'installation sur le terrain.

En effet, il suffit d'ouvrir la rampe alors que pour les autres modes les goutteurs doivent être installés un par un, selon les distances souhaitées.

Dans la structure dérivée, il peut y avoir des courts-circuits ou des circuits longs.

Ceux-ci ont l'avantage de couvrir une grande surface et peuvent être disposés en cercle pour couvrir une plus grande surface.

Dans certains projets d'irrigation goutte à goutte pour les cultures pérennes, on peut volontairement utiliser un épi de plus petit diamètre lorsque les plantes sont jeunes puis ajouter un second épi lorsque les besoins en eau sont plus importants.

Le débit  $Q$  d'un distributeur donné en fonction de sa pression peut être exprimé par la formule suivante :

$$Q = k h^x$$

où :  $Q$  est le débit en l/h ;  $K$  est une constante de forme et de taille ;  $H$  est la pression en mètres et  $x$  est le paramètre caractérisant le type de débit.

Lorsque plusieurs valeurs du débit du goutteur sont disponibles, en plus des valeurs de pression correspondantes, il est possible d'utiliser l'équation ci-dessus pour calculer les valeurs de  $K$  et  $x$ . En général, les constructeurs donnent les caractéristiques des distributeurs sous forme de tableaux ou de graphiques, ce qui permet de créer leur formule, ou simplement de connaître leur débit.

Les goutteurs non autorégulateurs ont une valeur  $x$  allant de 0,5 pour le système turbulent à 1 pour le système laminaire.

Il est nécessaire de connaître cette équation pour déterminer la taille correcte du système d'irrigation goutte à goutte, en particulier la longueur de la rampe et les débits. Actuellement, les fabricants donnent souvent la longueur maximale de leur bras en fonction des diamètres et des goutteurs utilisés.

Les différences de débit du distributeur peuvent également être dues à l'usure des orifices car les sections de passage sont généralement faibles (1 à 2 mm de diamètre).

Les sections de distribution doivent être fabriquées avec une grande précision car de petites différences de diamètre entraînent de grandes différences de débit sous la même charge [1].

### I.3.2 Les rampes

La plupart des tuyaux en plastique utilisés pour l'irrigation localisée sont constitués de :



TAMMA Larbi



Figure I. 9 : Les grandes catégories de



Figure I. 10 : irrigation par

Figure I. 11 : les différents modèles des tuyaux

Le PE est principalement utilisé pour les petits diamètres, tandis que le chlorure de PVC est davantage utilisé pour les grands diamètres, car il résiste à la pression. Les tubes sont classés selon le module dimensionnel standard, qui se traduit par la pression de service maximale ainsi que par la classe de pression [1].

### I.3.3 Pompes doseuses et injecteurs

Le choix du dispositif d'injection doit tenir compte de la concentration d'engrais requise et de la précision requise. D'autres critères sont la mobilité, le coût et le mode de fonctionnement.

Nous distinguons:

- \_diluants.
- \_Pompes doseuses hydrauliques (en ligne ou by-pass).
- \_Pompes doseuses électriques.

Les diluants consistent en une cuve ouverte dans laquelle on introduit l'engrais sous une forme soluble et solide. Le réservoir est installé en dérivation sur le tuyau d'irrigation principal, au-dessus du filtre à tamis. Le temps de dégel des engrais n'est pas toujours bien connu des opérateurs et la concentration des engrais varie beaucoup entre le début et la fin de l'irrigation. Le réservoir doit être vidé à la fin de chaque arrosage. Le volume de la cuve varie de 50 à 300 litres, ce qui limite la surface à irriguer à un demi hectare en jardinage et 1 hectare en plantation d'arbres.

Les pompes doseuses hydrauliques fonctionnent régulièrement en aspirant et en poussant une quantité fixe et connue de solution d'engrais dans la ligne d'irrigation. Le démarrage et l'arrêt peuvent être commandés par une vanne volumétrique ou par une électrovanne. Leur processus est précis.

Les pompes doseuses électriques sont constituées d'un moteur électrique qui entraîne une pompe à membrane ou à piston. Ils sont précis et offrent une large gamme de débits d'injection. On peut les installer en parallèle pour injecter plusieurs solutions simultanément.

[1]

### I.3.4 Filtration

L'irrigation au goutte-à-goutte nécessite une filtration adéquate des impuretés présentes dans l'eau d'irrigation ainsi que de celles qui peuvent se former lors de l'application. C'est pourquoi il se compose de plusieurs types de filtres.

Les filtres à sable sont remplis de couches de gravier calibré pour bloquer les particules solides et organiques. Il est généralement livré avec un kit de rétrolavage qui permet de le nettoyer lorsque la perte de charge est comprise entre 5 et 10. Un filtre à sable suffit pour un débit de 10 à 15 m<sup>3</sup>/h. Pour obtenir des débits plus élevés, un réseau de filtres est utilisé. Pour plus de confirmation, un filtre à sable est suivi d'un filtre à tamis ou d'un filtre à disque. Un séparateur centrifuge, ou hydrocyclone, est placé avant le filtre à sable, lorsque l'eau est chargée de sable.

Souvent, il est recommandé de conserver dans des distributeurs les particules dont la granulométrie est supérieure à 1/10 de la plus petite dimension du cours d'eau. L'arrêt des petites particules accélère le colmatage des filtres. Une filtration de 150 microns est souvent utilisée pour l'irrigation localisée ou aérienne. Dans ce dernier cas, on considère également l'usure des buses de pulvérisation [1].



**Figure I. 12 : Filtre à tamis 125microns**

#### **I.4 Irrigation par aspersion**

L'irrigation par aspersion est recommandée dans les cas suivants :

\_ Sols peu profonds qui ne peuvent pas être installés correctement pour une irrigation de surface tout en maintenant une profondeur suffisante



\_Pour les sols très perméables qui ne permettent pas une distribution uniforme de l'eau au cours de l'irrigation avec ruissellement.

\_ Terrain présentant une pente irrégulière et un terrain accidenté, et ne permettant pas la création d'un service gravitaire à surface vide.

En revanche, il est à éviter dans les zones aux vents trop réguliers (des vents supérieurs à 4 ou 5 m/s détériorent sensiblement la régularité des arrosages) et également lors de la réalisation d'arrosages salins de plantes à feuilles sensibles à la salinité

Les installations d'irrigation sous pression sont généralement constituées d'équipements fournissant la pression nécessaire à leur fonctionnement, de débitmètres et d'appareils de contrôle, et d'une canalisation principale amenant l'eau vers les canalisations secondaires et tertiaires. D'autres éléments peuvent être utilisés, notamment un filtre ou batterie de filtres et un dispositif d'ajout d'éléments de compost [1].



**Figure I. 13 : Irrigation plein champ par aspersion**

Il est nécessaire de considérer les facteurs suivants lors de la mise en œuvre d'un projet de dimensionnement pour tout système d'irrigation sous pression :

\_La taille et la forme de la zone à irriguer, sa topographie et le type de sol.

\_Sources d'eau disponibles ou potentielles et leurs caractéristiques.

\_Conditions climatiques de la région, accès à la terre et culture à irriguer [1].

### I.4.1 Les arroseurs

Pour arroseurs utilisés en agriculture à rotation lente. Cette rotation est obtenue par le mouvement de va-et-vient d'une rampe monopale qui oscille sous l'action d'un jet s'échappant d'une tuyère. Les petits pulvérisateurs ont des buses de 4 à 7 mm de diamètre.

Sa portée de jet est relativement faible, la pression de fonctionnement est comprise entre 2,5 et 3,5 bars et les gouttelettes d'eau obtenues sont de petite taille. Les pulvérisateurs moyens ont des buses d'un diamètre de 8 à 14 mm et nécessitent une pression de service d'au moins 4 bars. Les gros pulvérisateurs ont des buses d'un diamètre de 15 à 25 mm et fonctionnent à des pressions d'au moins 4,5 bar. De fortes pluies tombent toutes les heures et entraînent la formation de grosses gouttes. La taille des gouttelettes ne doit pas nuire au sol ni à la culture. Une augmentation de la pression s'accompagne généralement d'une diminution de la taille des gouttelettes. L'angle d'inclinaison idéal par rapport au plan horizontal est de 32 degrés. Dans des conditions calmes. Les perturbations du vent sont affectées par la colonne sur laquelle repose l'arroseur ainsi que par l'angle d'écoulement de l'eau. La plupart des arroseurs agricoles ont des angles moyens entre 25 et 26 degrés, tandis que les gros arroseurs sont entre 23 et 24 degrés [1].



arroseur circulaire



arroseur-canon

**Figure I. 14 : Exemple des arroseurs**

## I.5 Comparaison des méthodes d'irrigation

Le passage de l'irrigation de surface à l'irrigation par aspersion est l'un des détournements d'eau les plus courants. Les raisons de ce détournement sont que les techniques d'irrigation de surface sont intrinsèquement moins efficaces et nécessitent plus de main-d'œuvre que l'irrigation par aspersion. Cependant, avant de procéder à cette conversion, de nombreux facteurs doivent être pris en compte : impacts sur les rendements, l'eau, l'emploi, les économies d'énergie, l'aspect économique, les conditions climatiques et les caractéristiques du terrain.

Pour choisir la méthode d'irrigation, le producteur doit connaître les avantages et les inconvénients des différentes méthodes. Malheureusement, dans de nombreux cas, il n'y a pas de meilleure solution unique car toutes les méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients.

Le tableau suivant fournit une comparaison des différentes méthodes d'irrigation en fonction des facteurs. Il présente également les avantages et les inconvénients d'une technique d'irrigation par rapport à une autre. Toutes ces choses doivent être prises en considération avant de passer à une technologie plus efficace. Si un système d'irrigation n'est pas particulièrement adapté à une situation particulière, il se peut qu'il ne soit pas plus efficace ou ne fournisse pas plus d'eau que la méthode d'irrigation d'origine.

Les économies d'eau que l'on peut espérer en passant d'une méthode d'irrigation à une autre sont égales à la différence entre les valeurs d'efficacité au champ de ces deux méthodes.

**Tableau I. 1 : Valeur en % de l'efficacité au champ [3]**

<b>Systèmes d'irrigations</b>	<b>Efficacité au champ (en %)</b>
<b>Systèmes d'irrigations de surface</b>	
<b>Irrigation à la raie (inclinaée)</b>	50-80
<b>Avec réutilisation des eaux en aval</b>	60-90
<b>Irrigation à la raie (horizontale)</b>	65-95
<b>Irrigation par planche</b>	50-80
<b>Bassins plats</b>	80-95
<b>Aspersion (sauf pivots)</b>	-
<b>Aspersion avec déplacement</b>	60-85
<b>Sidé Roll</b>	60-85
<b>Canon déplaçable</b>	55-75
<b>Rampes Frontale</b>	-
<b>Sprays (alimentation par tuyau)</b>	75-95
<b>Sprays (alimentation par canal)</b>	75-95
<b>Pivots</b>	-
<b>Asperseurs à batteur avec canon d'extrémité</b>	75-90
<b>Spray sans canon d'extrémité</b>	75-95
<b>Système LEPA sans canon d'extrémité</b>	80-95
<b>Systèmes de micro irrigation</b>	-
<b>Goutte à goutte de surface</b>	70-95
<b>Goutte à goutte enterré (SDI)</b>	75-95
<b>Micro asperseurs</b>	70-95

## I.6 Conclusion

L'irrigation automatisée a quelque peu augmenté le rendement moyen de 13 % (étude marocaine 2012-1016) sur les trois années d'expérimentation, sans affecter la taille des fruits.

Le style de gestion de l'irrigation n'a eu aucun effet sur les paramètres de qualité des fruits (dureté, teneur en sucre, acidité).

L'arrosage automatique opéré par WEM (Water Marker Electronic Unit) permet de réduire significativement la consommation d'eau par rapport à l'arrosage manuel classique : économies de 41 à 58% selon les années [4], Le prochain chapitre sera consacré à expliquer en détail la carte Arduino.

# **Chapitre II**

## **la carte arduino et les différents modules**

## II.1 Introduction

Une équipe de développeurs composée de Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis et Nicholas Zambetti a imaginé un projet répondant au doux nom d'Arduino

L'avant-propos de cet ouvrage a déjà un peu levé le voile : l'Arduino est une carte de circuit imprimé supportant une carte électronique et la circuiterie minimum nécessaire pour lui permettre de fonctionner, associée à une interface USB permettant de le programmer nous allons détailler cela tout au long de ce chapitre et voir tout à la fois, ce qu'il y a réellement sur une carte Arduino, et le matériel nécessaire.

Le but est créé facilement des systèmes électroniques. Nous commençons par voir un peu le vocabulaire commun propre au domaine de l'électronique et de l'informatique [6].

## II.2 Définition

Une carte Arduino est une petite carte électronique (5,33 x 6,85 cm) équipée d'un microcontrôleur. Il permet, à partir d'événements détectés par des capteurs, de programmer et commander des actionneurs ; la carte Arduino est donc une interface programmable.



**Figure II. 1 : Architecture de la carte arduino UNO**

La carte Arduino la plus utilisée est la carte Arduino Uno.

Le système Arduino est composé de deux choses principales : le matériel et le logiciel [7].

## II.3 Le Principe de fonctionnement

1. On conçoit ou on ouvre un programme existant avec le logiciel arduino.
2. On vérifie ce programme avec le logiciel Arduino (compilation).
3. Si des erreurs sont signalées, on modifie le programme.

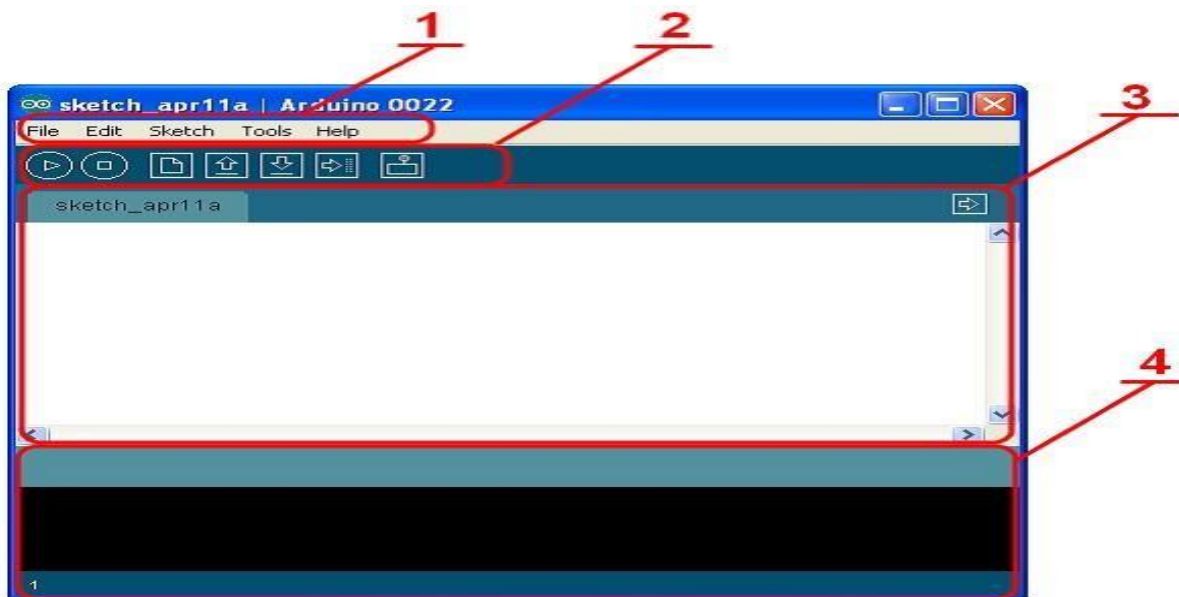
4. On charge le programme sur la carte.
5. On câble le montage électronique.
6. L'exécution de programme est automatique après quelques secondes.
7. On alimente la carte soit par le port USB, soit par une source d'alimentation autonome (pile 9 volts par exemple).
8. On vérifie que notre montage fonctionne [11].

## II.4 Logiciel

Au jour d'aujourd'hui, l'électronique est de plus en plus remplacée par de l'électronique programmée. On par le aussi d'électronique embarquée ou d'informatique embarquée [9].

### II.4.1 L'interface

L'interface du logiciel Arduino se présente de la façon suivante :



**Figure II. 2 : l'interface de l'IDE arduino**

1. options de configuration du logiciel.
2. boutons pour la programmation des cartes.
3. programme à créer.
4. débogueur (affichage des erreurs de programmation).

Le menu File dispose d'un certain nombre de choses qui vont être très utiles :



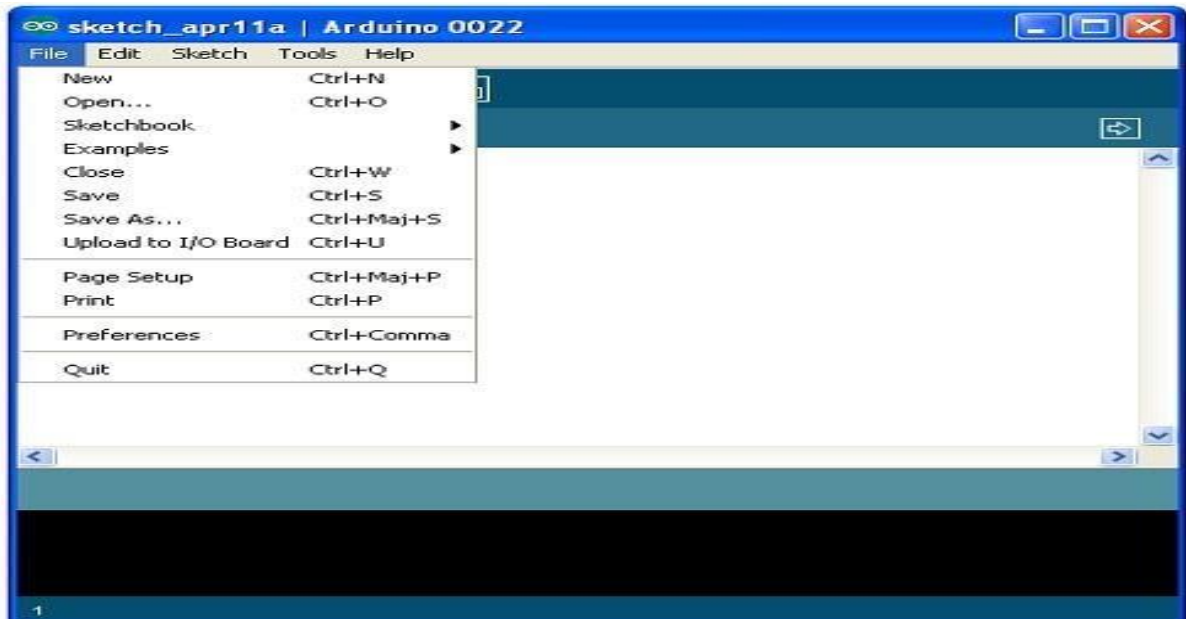


Figure II. 3 : le menu file d'arduino

- . New (nouveau) : va permettre de créer un nouveau programme. Quand on appuie sur ce bouton, une nouvelle fenêtre, identique à celle-ci, s'affiche à l'écran.
- . Open... (ouvrir) : avec cette commande, on peut ouvrir un programme existant.
- . Save / Save as... (enregistrer / enregistrer sous...) : enregistre le document en cours /demande où enregistrer le document en cours.
- . Exemples (exemples) : ceci est important, toute une liste se déroule pour afficher les noms d'exemples de programmes existant [9].

#### I.4.1.1 Les boutons



Figure II. 4 : les boutons de 'IDE arduino

1. permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans le programme.
2. Créer un nouveau fichier.
3. Sauvegarder le programme en cours.
4. Liaison série.
5. Stoppe la vérification.
6. Charger un programme existant.
7. Compiler et envoyer le programme vers la carte [9].

### **II.4.2 Le langage Arduino**

Le projet Arduino était à l'origine destiné principalement à la programmation multimédia interactive pour des présentations techniques ou des animations. Cela fait partie de l'explication de ses descendants d'API de Parade.

Procession est une bibliothèque Java gratuite et un environnement de développement. Le programme fonctionne sur les systèmes d'exploitation Macintosh, Windows, Linux, BSD et Android. [9] Référence :

- . Langage Java.
- . Langage C.
- . algorithme.

### **II.5 Le matériel**

Il s'agit d'une carte électronique basée autour d'un microcontrôleur Atmega du fabricant Atmel, dont le prix est relativement bas pour l'étendue possible des applications [9].

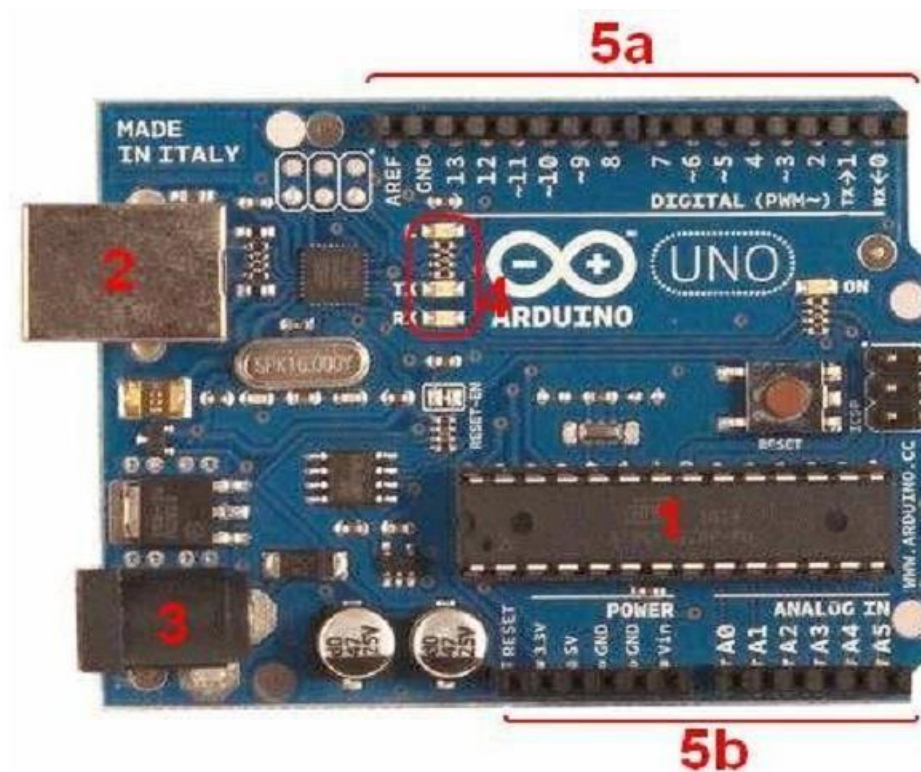


Figure II. 5 : présentation d'une carte arduino

### II.5.1 Le microcontrôleur (1)

Il reçoit le programme, le stocke dans sa mémoire, puis l'exécute. [9]

### II.5.2 Alimentation (2 et3)

Pour fonctionner, la carte a besoin d'une alimentation. Microcontrôleur 5V, La carte peut être alimentée en tension 5V par port USB (en 2) ou par alimentation externe (en 3) qui va de 7V à 12V. Cette tension doit être continue et peut par exemple être fournie par une pile 9 volts. Ensuite le régulateur se charge de réduire la tension à 5V pour un bon fonctionnement de la carte [9].

### II.5.3 Visualisation(4)

Les trois "points blancs" entourés en rouge sont des LED dont la taille est de l'ordre du millimètre.

Ces LED servent à deux choses :

. Celle tout en haut du cadre : elle est connectée à une broche du microcontrôleur et va servir pour tester le matériel.

Nota : Quand on branche la carte au PC, elle clignote quelques secondes.

. Les deux LED du bas du cadre : servent à visualiser l'activité sur la voie série (une pour l'émission et l'autre pour la réception). Le téléchargement du programme dans le microcontrôleur se faisant par cette voie, on peut les voir clignoter lors du chargement [9].

### II.5.4 La connectique (5a et 5b)

La carte Arduino ne possédant pas de composants qui peuvent être utilisés pour un programme, mis a par la LED connectée à la broche 13 du microcontrôleur, il est nécessaire de les rajouter. Mais pour ce faire, il faut les connecter à la carte (en 5a et 5b).

C'est grâce à cette connectique que la carte est "extensible", car l'on peut y brancher tous types de montages et modules ! Par exemple, la carte arduino Uno peut être étendue avec des shields, comme le « Shield Ethernet » qui permet de connecter cette dernière à internet [9].

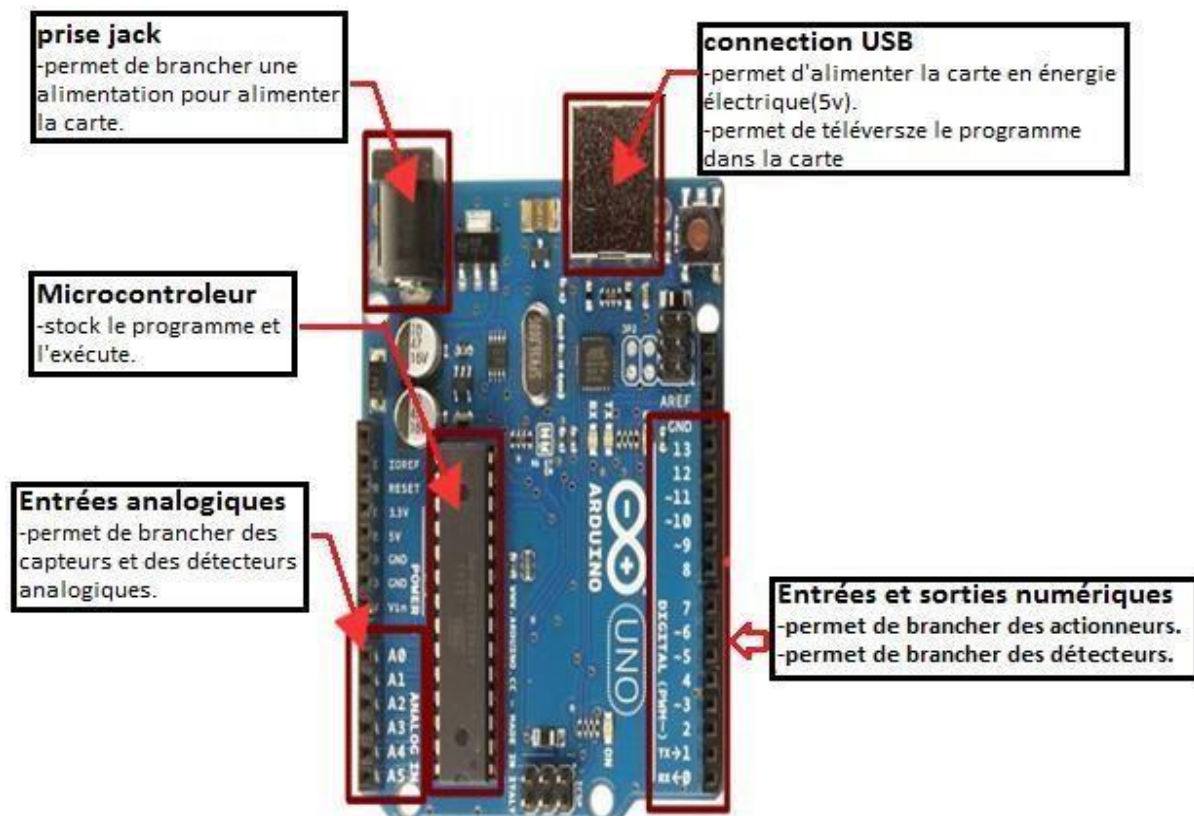


Figure II. 6 : la connectique de la carte arduino [7]

## II.6 Caractéristique Caractéristiques de la carte Arduino UNO

Tableau II. 1 : caractéristique d'une carte arduino UNO [8]

Microcontrôleur	ATmega328
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Consommation maxi admise sur port USB	500 mA avant déclenchement d'un fusible
Broches E/S numérique	14 (dont 6 disposent d'une sortie PWM pour commander les moteurs)
Broches d'entrées analogiques	6 (utilisables aussi en broches E/S numériques)
Intensité maxi disponible par broche E/S (5V)	40 mA par sortie (mais attention : 200 mA cumulé pour l'ensemble des broches E/S)
Mémoire programme flash	32ko
Mémoire RAM (mémoire volatile)	2ko
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	1ko
Vitesse d'horloge	16MHZ

## II.7 Brochage de la carte Uno

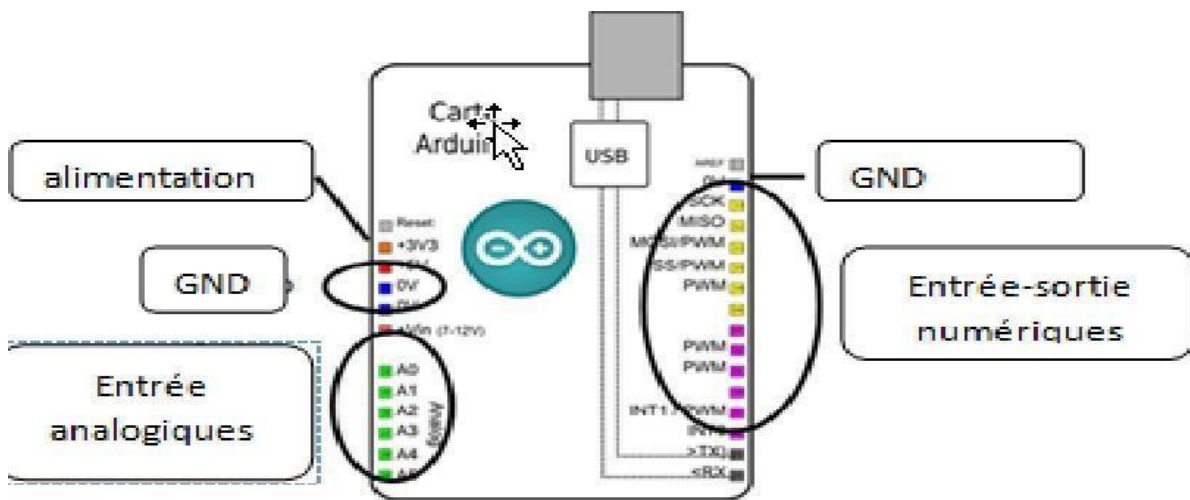


Figure II. 7 : brochage d'un carte arduino [13]

### II.7.1 Les broches d'alimentations

À utiliser est les suivantes :

**.5V** : La tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte. Le 5V régulé fourni par cette broche peut donc provenir soit de la tension d'alimentation VIN via le régulateur de la carte, ou bien de la connexion USB (qui fournit du 5V régulé) ou de tout autre source d'alimentation régulée.

**.GND** : Broche de masse ou 0V [13].

### II.7.2 Broches numériques

En entrée ou sortie chacune des 14 broches numériques de la carte UNO (numérotées des 0 à 13) peut être utilisée soit comme une entrée numérique, soit comme une sortie numérique.

Il suffit de les déclarer en début de programme. Certaines interfaces les ont déjà programmées (S4A) d'autres vous demande de le faire (S2A, ardublock).

Ces broches fonctionnent en 5V. Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40mA d'intensité.

De plus, certaines broches ont des fonctions spécialisées :

**. Broche 13.** Dans la carte est incluse une LED connectée à la broche 13. Lorsque la broche est au niveau haut, la LED est allumée, lorsque la broche est au niveau bas, la LED est éteinte.

**. Broches PWM.** Elles pilotent les moteurs à courant continu en vitesse. On peut aussi les utiliser pour piloter une diode en luminosité.

### II.7.3 Broches analogiques

La carte Uno dispose de 6 entrées analogiques (numérotées de A0 à A5), chacune pouvant fournir une mesure d'une résolution de 10 bits (c'est à dire sur 1024 niveaux soit de 0 à 1023)

En terme de tension la sensibilité est donc de  $5/1024 = 4,88$  mV [13].

## II.8 Les différents type d'Arduino

### II.8.1 La carte Arduino Lenardo

#### II.8.1.1 Description

C'est la carte qui est prévue pour succéder à la carte Arduino Uno en présentant des caractéristiques équivalentes mais une ergonomie revue et une stabilité plus éprouvée Sa diffusion moins importante limite le support utilisateur disponible sur le net.





Figure II. 8 : la carte Arduino Lenardo

### II.8.1.2 Caractéristiques de la carte Arduino Lenardo

Tableau II. 2 : Caractéristiques de la carte Arduino Lenardo

Les éléments	Caractéristique
Micro contrôleur	ATmega32u4
Tension d'alimentation interne	5V
tension d'alimentation (recommandée)	7 à 12V, limites =6 à 20 V
Entrées/sorties numériques	)dont 7 avec pmw(20
Entrées analogiques	12
Courant max par broches E/S	40mA
Courant max sur sortie 3,3V	50mA
Mémoire Flash	32 KB dont 4 KB utilisée par le bootloader
Mémoire SRAM	2.5KB
mémoire EEPROM	1KB



## II.8.2 La carte Arduino Mega

### II.8.2.1 Description

La carte Arduino Mega est la carte la plus diffusée après la carte Arduino Uno Elle offre un nombre d'entrées/sorties beaucoup plus important (54 contre 14), un processeur plus puissant doté d'une mémoire plus vaste qui permet d'exploiter des algorithmes plus complexes.



Figure II. 9 : la carte Arduino Mega

### II.8.2.2 Caractéristiques de la carte Arduino Mega

Tableau II. 3 : Caractéristiques de la carte Arduino Mega

Les éléments	Caractéristique
Micro contrôleur	ATmega328
Tension d'alimentation interne	5V
tension d'alimentation (recommandée)	7 à 12V, limites =6 à 20 V
Entrées/sorties numériques	)dont 14 avec pmw( 54
Entrées analogiques	16
Courant max par broches E/S	20mA
Courant max sur sortie 3,3V	50mA
Mémoire Flash	32 KB dont 0.5 KB utilisée par le bootloader
Mémoire SRAM	KB 8
mémoire EEPROM	4KB

## II.8.3 La carte Arduino Due

### II.8.3.1 Description

Arduino Due est une évolution de l'Arduino Mega et offre des performances 3 fois supérieures. Il permet de traiter rapidement des algorithmes lourds, ce qui est particulièrement utile dans le monde de la robotique, par exemple.

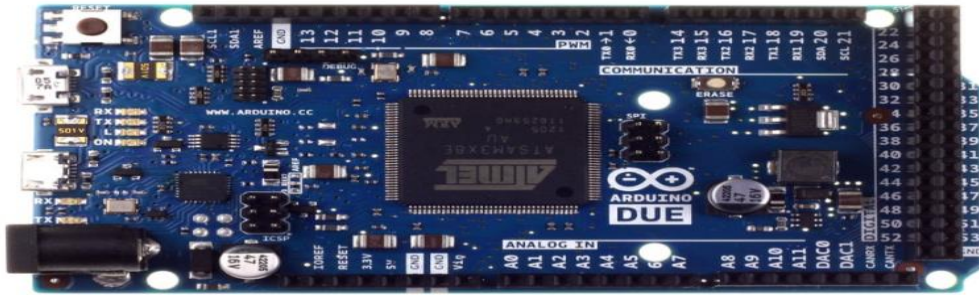


Figure II. 10 : La carte Arduino Due

### II.8.3.2 Caractéristiques de la carte Arduino Due

Tableau II. 4 : Caractéristiques de la carte Arduino Due

Les éléments	Caractéristique
Micro contrôleur	AT91SAM3X8E
Tension d'alimentation interne	3.3V
tension d'alimentation (recommandée)	5 à 12V
Entrées/sorties numériques	)dont 6 avec pmw(14
Entrées analogiques	6
Courant max par broches E/S	40mA
Courant max sur sortie 3,3V	40mA
Mémoire Flash	
Mémoire SRAM	96 KB (2 banques : 64 KB et 32 KB)

## II.8.4 La carte Arduino Mini Pro

### II.8.4.1 Description

La carte arduino Mini Pro est une carte Arduino Uno simplifiée à l'extrême permettant néanmoins de piloter de petits projets ou certains éléments d'un projet. Attention, cette carte n'intègre pas de port USB ce qui rends sa connectivité délicate.

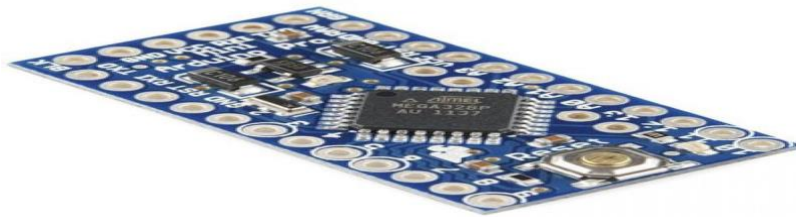


Figure II. 11 : La carte Arduino Mini Pro

### II.8.4.2 Caractéristiques de la carte Arduino Pro

Tableau II. 5 : Caractéristiques de la carte Arduino Pro

Les éléments	Caractéristique
Micro contrôleur	ATMEGA328
Tension d'alimentation interne	3.3V
tension d'alimentation (recommandée)	7 à 12V, limites =6 à 16 V
Entrées/sorties numériques	)dont 6 avec pmw(20
Entrées analogiques	6
Courant max par broches E/S	40mA
Mémoire Flash	32 KB dont 2 KB utiliséepar le bootloader
Mémoire SRAM	2.5 KB

## II.8.5 La carte Arduino Yun

### II.8.5.1 Description

La carte Arduino Yun, récemment introduite par Arduino, est conçue pour contrecarrer les avantages de la carte Raspberry. Elle est dérivée de la carte Leonardo et est destinée à combiner la puissance de Linux avec la facilité d'utilisation d'une carte Arduino. C'est aussi la première carte Arduino à être équipée nativement du wifi intégré.

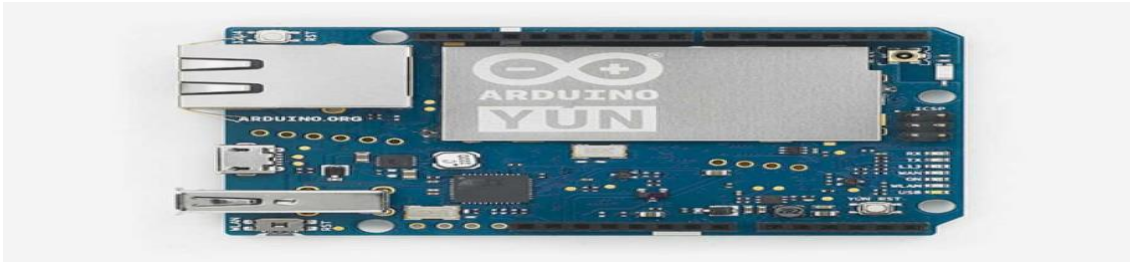


Figure II. 12 : La carte Arduino Yun

### II.8.5.2 Caractéristiques de la carte Arduino Yun

Tableau II. 6 : Caractéristiques de la carte Arduino Yun

Les éléments	Caractéristique
Micro contrôleur	ATMEGA32U4
Tension d'alimentation interne	3.3V
tension d'alimentation (recommandée)	7 à 12V, limites =6 à 16 V
Entrées/sorties numériques	)dont 6 avec pmw(20
Entrées analogiques	6
Courant max par broches E/S	40mA
Mémoire Flash	32KB
Mémoire SRAM	2.5 KB

## II.9 Les avantages d'Arduino

L'utilisation de la carte arduino offre les avantages majeurs suivants :

- Arduino est « Open Source ». Ce qui veut dire que vous pouvez récupérer le schéma d'origine, le modifier et l'utiliser pour produire la carte et la vendre sans payer des droits d'auteur. L'« Open Source » a permis de diffuser rapidement les cartes Arduino à travers le monde pour former une énorme communauté qui améliore et conçoit de nouvelles cartes toujours plus performantes.
- Le prix. Comme le schéma est libre et que vous ne payez pas de droit sur son utilisation des industries ont saisi l'occasion de produire les différentes cartes. Certaines respectent le schéma officiel ainsi que les composants préconisés à l'origine ce qui donne un prix avoisinant les 20-25 euros en Europe pour le modèle le plus populaire, la UNO. D'autres la produisent en utilisant des composants de moindre qualité ce qui permet de descendre énormément le coût de la carte (il est possible de l'avoir pour moins de 10 euros en cherchant bien). On les appelle les clones. Au niveau utilisation, les clones et les officielles sont très semblables quoi qu'il faille avec certains clones effectuer certaines manipulations techniques pour pouvoir les programmer, mais la principale différence se situe sur la qualité de la carte.
- La communauté. Une communauté est très importante dans ce genre de projet. Cela facilite les échanges entre les utilisateurs sur les différentes cartes. Il existe de nombreux forums et de nombreuses documentations en ligne pour pouvoir utiliser la carte et surmonter les problèmes que vous pourrez rencontrer.
- La simplicité. Arduino rime avec la simplicité. Le projet a été conçu pour que des débutants en électronique et en programmation puissent concevoir des prototypes très rapidement de ce qu'ils ont en tête.
- Le multiplateforme. Pour programmer une carte Arduino et lui faire faire ce que vous avez en tête, il faut pour cela la connecter à un ordinateur et utiliser l'IDE Arduino, le logiciel permettant de programmer toutes les cartes Arduino. L'IDE est multiplateforme en étant disponible sous Windows, Mac OSX et Linux.
- Les « shields ». Ce sont des cartes supplémentaires qui se connectent directement et facilement sur une carte Arduino pour augmenter ses possibilités en rajoutant par exemple un GPS, une interface Ethernet ou Wifi, un écran LCD, un capteur, ...etc.

Bien entendu, il est possible de rajouter ses fonctionnalités en passant par des composants ce qui a l'avantage d'être moins coûteux mais beaucoup plus fastidieux à utiliser.

. Aucune limite. Utiliser une Arduino c'est l'adopter. Vous n'aurez aucune limite dans vos projets de conception sur Arduino. Enfin si une seule : votre imagination. A titre d'exemple, de nombreuses imprimantes 3D fonctionnent à base d'Arduino. C'est le cas notamment de la BCN3D+ que nous avons testée ici, qui est animée par une Arduino Mega. On peut réellement réaliser toutes sortes de projets grâce à cette petite carte [12].

## **II.10 Une liste non exhaustive de projet faire avec Arduino**

- . Fabriquer des robots.
- . Gérer des caméras.
- . Commander des moteurs.
- . Arroser vos plantes au bout d'un laps de temps.
- . Distribuer des croquettes si la gamelle de votre chien est vide.
- . connaître la température de vos pièces.
- . Allumer ou éteindre une lampe suivant une présence.
- . Domotiser une boîte aux lettres.
- . Récupérer les informations de consommation via la téléinformatique de sonalgaz
- . Faire sa propre alarme [12].

## II.11 Conclusion

On peut conclure sur le fait que les cartes Arduino sont un puissant outil de prototypage pour les cartes électroniques. Mais aussi, elles permettent un accès facile et intuitif à l'informatique embarqué. On pourra ainsi enrichir tout ces projets d'un microcontrôleur pour leurs donner une plus value importante.

L'Arduino UNO est une des cartes les plus courantes. C'est la première de ce genre. Il existe cependant d'autres versions de cartes Arduino plus adaptées pour certains projets. Pour certains projet il va falloir, par exemple, plus d'entrées/sorties. On pourra alors opter pour l'Arduino Méga [5], Le prochain chapitre sera consacré Etude d'un système irrigation automatique et Réalisation.



**Chapitre III**  
**Etude d'un système**  
**d'irrigation**  
**Automatique**  
**Et Réalisation**

### III.1 Introduction

Le système d'irrigation automatique n'est rien de plus qu'un système d'irrigation programmable contrôlé par un programmeur. L'irrigation est exécutée automatiquement par le programmeur pour le temps programmé, ou selon les facteurs programmés (humidité de la température) sans intervention humaine.

Le programmeur peut contrôler l'installation d'un réseau très simple ou complexe.

### III.2 Présentation du schéma

#### III.2.1 Schéma synoptique

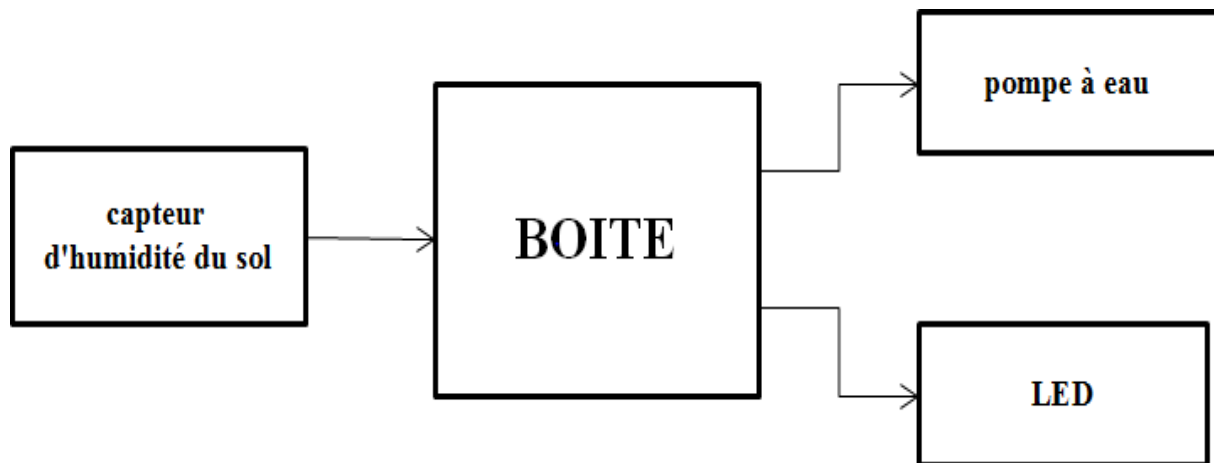


Figure III. 1 : schéma synoptique

#### III.2.2 Explication du schéma

Dans cette manipulation, nous avons une boîte noire (ARDUINO UNO). Nous avons fourni dans l'entrée:

- Capteur d'humidité du sol comme entrée analogique En sortie, nous avons pris deux sorties numériques :
- LED : pour nous montrer le streaming (ARDUINO).
- Pompe à eau : Lorsque l'humidité est inférieure à 1000 la pompe fonctionne, sinon la pompe s'arrête.

### **III.3 partie Etude d'un système irrigation automatique**

Dans cette partie, nous étudierons un système d'irrigation automatique n'est rien de plus qu'un système d'irrigation programmable contrôlé par un programmeur. L'irrigation est exécutée automatiquement par le programmeur pour le temps programmé, ou selon les facteurs programmés (humidité de la température) sans intervention humaine.

Le programmeur peut contrôler l'installation d'un réseau très simple ou complexe.

#### **III. 3.1 Schéma de la carte**

##### **III.3.1.1 la conception par fritzing**

###### **III.3.1.1.1 Définition sur fritzing**

Un projet open source pour développer un logiciel de conception assistée par ordinateur pour les professionnels et les passionnés de conception de circuits électroniques. Il aide les concepteurs et les techniciens à dessiner et installer des modèles de circuits électroniques de manière simple avec correction automatique des chemins. Il prend également en charge la connectivité réseau. Il a été développé à l'Université des Sciences Appliquées de Potsdam [14].

### III.3.1.1.2 conception du système

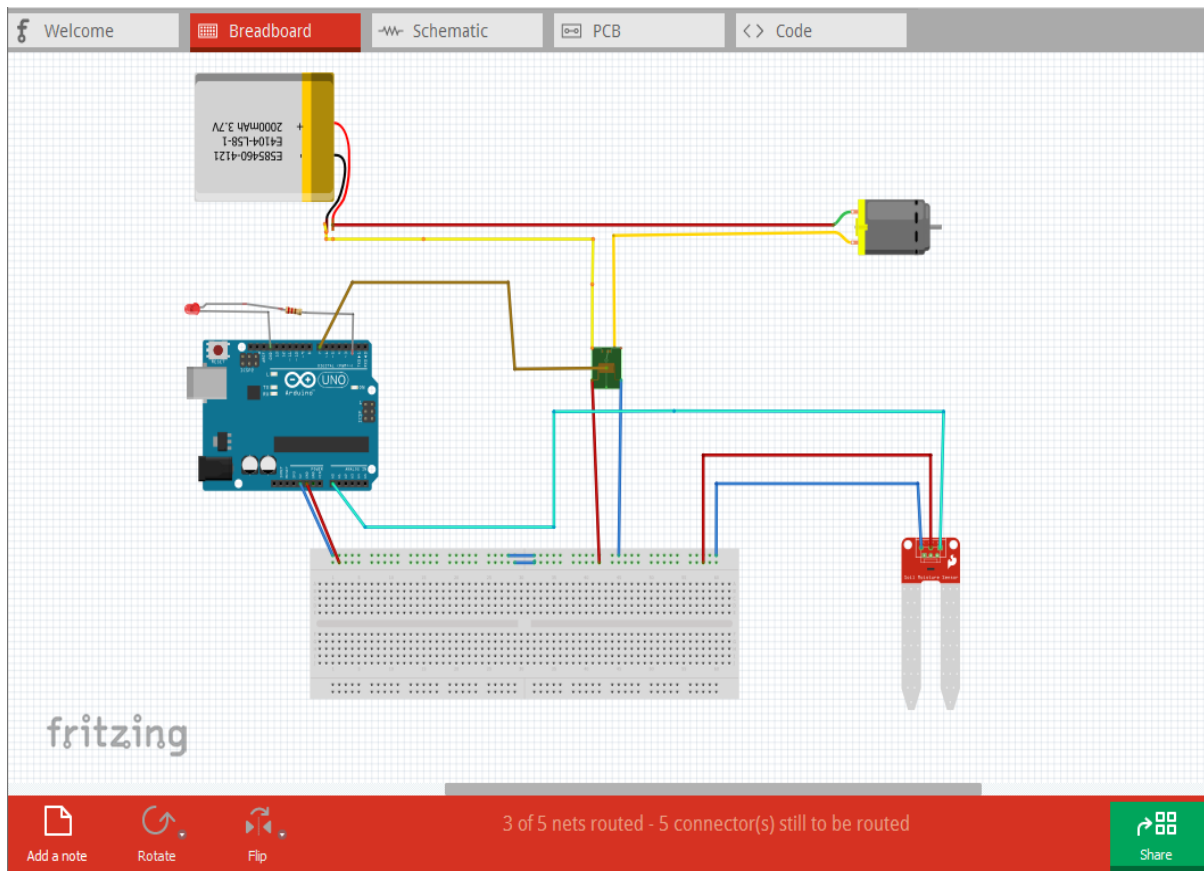


Figure III. 2 : Plan de mise en œuvre du système d'irrigation intelligent

### III.3.1.2 Simulation par ISIS PROTEUS

Dans cette simulation nous allons voir le fonctionnement de notre projet et cela on utilisant le logiciel PROTEUS pour la simulation

#### III.3.1.2.1 Définition sur ISIS PROTEUS

C'est un progiciel pour l'électronique. Développé par Labcenter Electronics, le logiciel fourni avec Proteus Professional permet d'utiliser la CAO (Construction Assistée par Ordinateur) dans le domaine électronique.

Le logiciel ISIS de Proteus Professional est principalement connu pour l'édition de schémas électriques. De plus, le programme permet également de simuler ces schémas, ce qui permet de détecter certaines erreurs dès la conception. Indirectement, les cercles

Les circuits conçus avec ce logiciel peuvent être utilisés pour la documentation car le logiciel permet de contrôler la majorité des aspects graphiques des circuits. [10]

### III.3.1.2.2 Sélection du matériel

Vous avez besoin de : Carte Arduino UNO, pompe, relais 5V, capteur d'humidité du sol, LED, résistance..

Après, nous connectons les composants que nous avons sélectionnés.

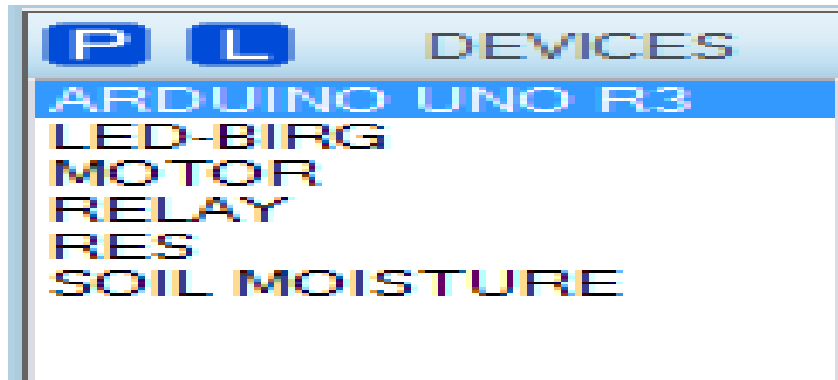


Figure III. 3 : liste des composant

### III.3.1.2.3 Schéma de la carte détaillé

En fin, Nous obtenons le schéma suivant :

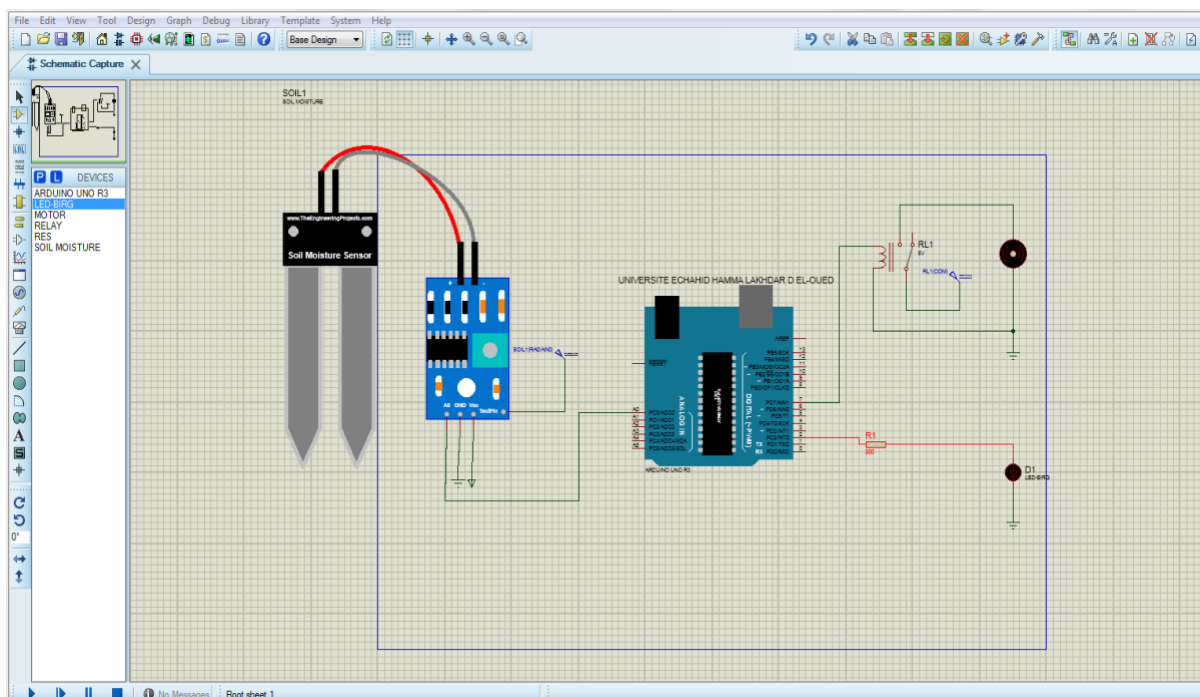


Figure III. 4 : schéma de la carte sur ISIS PROTEUS

Une fois l'Arduino allumé, la LED s'allume lorsque la valeur d'humidité du sol est supérieure à 500, la pompe s'allume.

### III.3.1.2.4 Explication détaillée du schéma

#### III.3.1.2.4.1 Bloc d'entrée

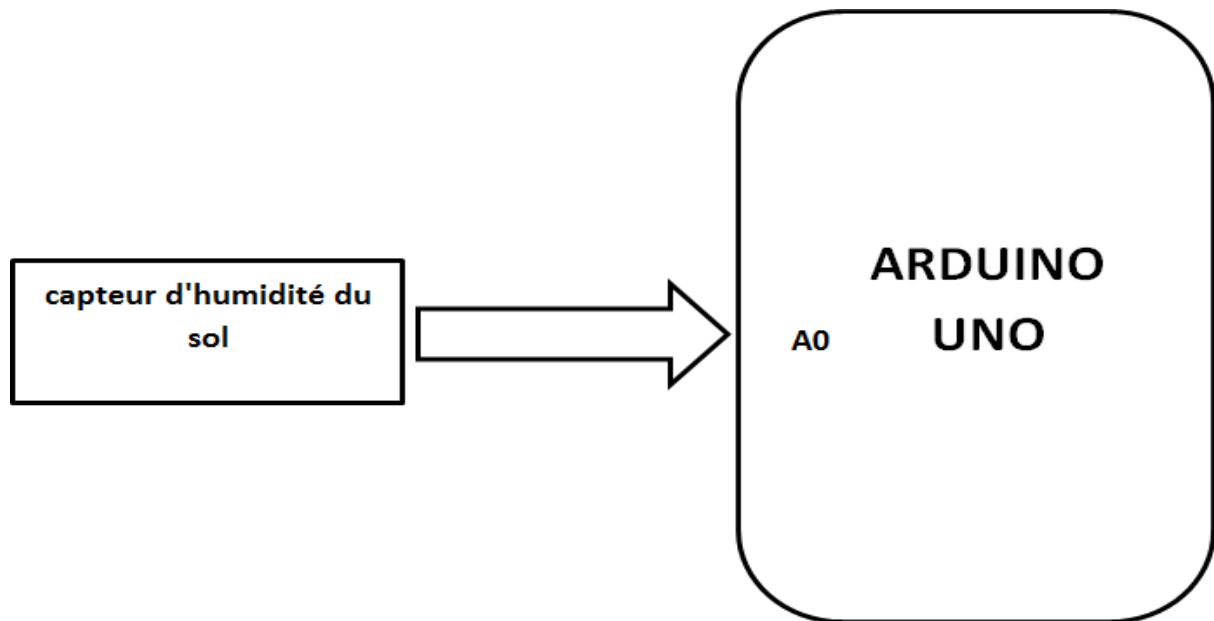


Figure III. 5 : schéma du bloc d'entrée

Cette étape se compose d'un capteur, qui est le capteur d'humidité du sol pour l'humidité qui fournit les informations nécessaires à la carte ARDUINO pour assurer le bon fonctionnement du système. Capteur d'humidité connecté à la vis A0.

#### III. 3.1.2.4.2 Bloc de traitement

Dans notre application c'est la carte ARDUINO qui joue le rôle de bloc de traitement car elle permet de collecter les informations via les capteurs pour pouvoir ensuite contrôler l'ensemble du système en fournissant l'ordre nécessaires aux organes de sortie et cela grâce au programme injecté dans la mémoire.

### III. 3.1.2.4.3 Bloc de sortie

Nous avons une LED connectée à la broche (2) qui agit comme le pilote de l'Arduino Le contrôle de la pompe est réglé au moyen d'un relais connecté à la broche (7) de l'ARDUINO Lorsque l'humidité du sol est responsable de la mise en marche ou de l'arrêt de la pompe.

## III.3.2 Logiciel ARDUINO

### III.3.2.1 Définition

Nous avons écrire le programme sur interface ARDUINO et compilant copier le fichier hex de programme.

```

1 int waterpump=7;
2 int LED=2;
3 int moistureSensor=A0;
4
5 void setup() {
6   // put your setup code here, to run once:
7   pinMode(waterpump,OUTPUT);
8   pinMode(LED,OUTPUT);
9   Serial.begin(9600);
10 }
11 void loop() {
12   digitalWrite(LED,HIGH);
13   int moisture=analogRead(moistureSensor);
14   Serial.print("The Value of the Moisture Sensor is :");
15   Serial.println(moisture);
16   if(moisture<500)
17   {
18     digitalWrite(waterpump,LOW);
19     Serial.println("The Pump is Turned OFF");
20   }
21   else if(moisture>500)
22   {
23     digitalWrite(waterpump,HIGH);
24     Serial.println("The Pump is Turned ON");
25   }
26 }

```

انتهاء الترجمة.

```

-warnings --change-section-lma .eeprom=U "C:\\Users\\azeb\\AppData\\Local\\Temp\\arduino_build_435662/sketch_may30a.ino.elf" "C:\\Users\\azeb\\A
ild_435662/sketch_may30a.ino.elf" "C:\\Users\\azeb\\AppData\\Local\\Temp\\arduino_build_435662/sketch_may30a.ino.hex"
ay30a.ino.elf"

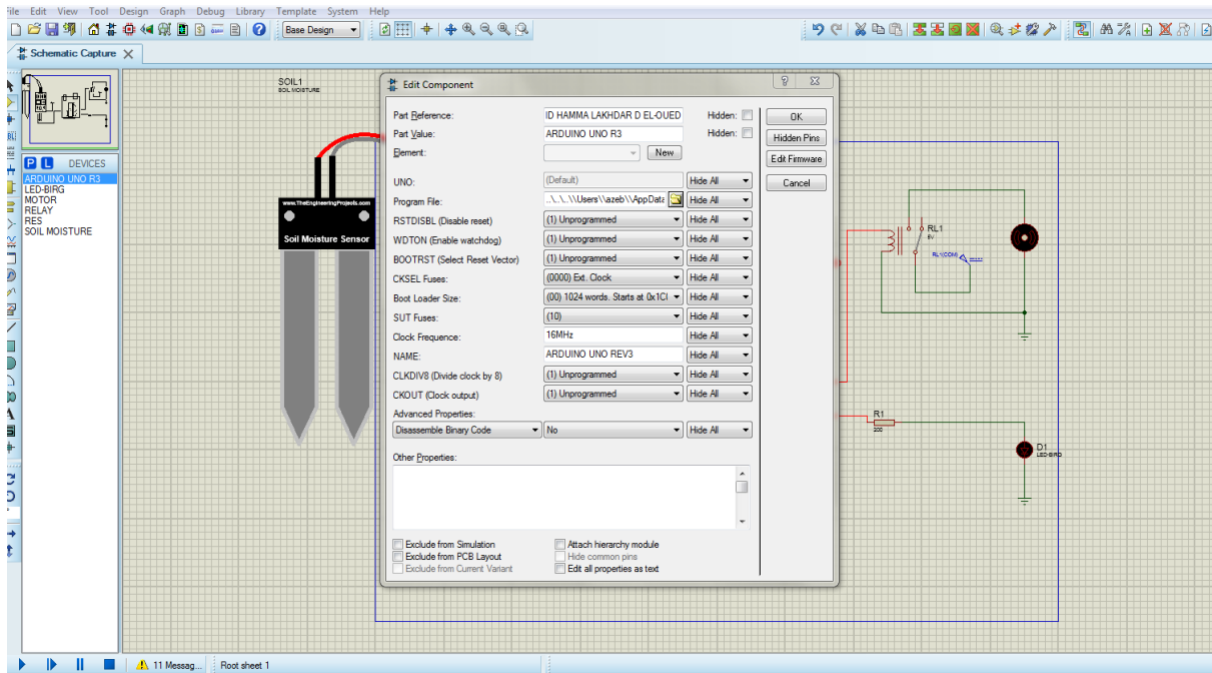
```

12 Arduino Uno على COM4

Figure III. 6 : chemin de fichier HEX du code

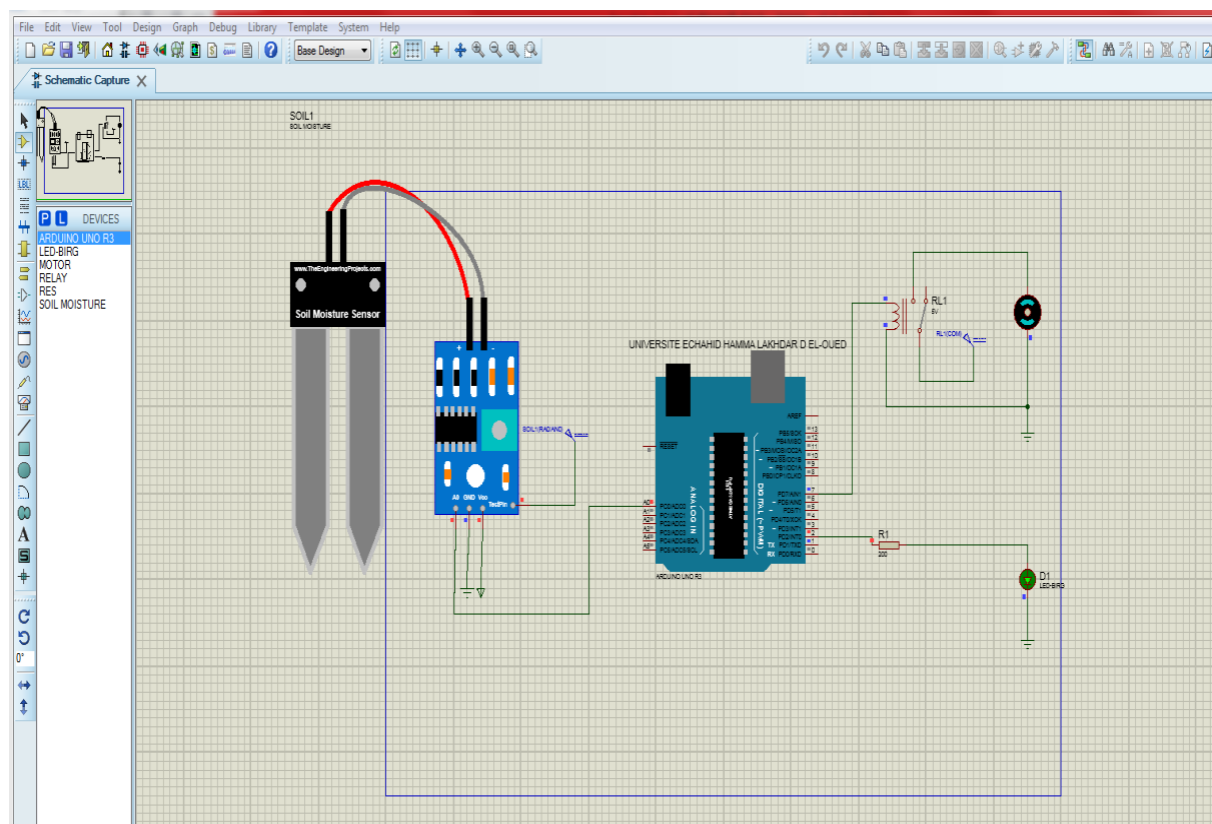


Après, Nous prenons le schéma proteus et coller le fichier hex dans la carte arduino.



**Figure III. 7 : l'emplacement du fichier HEX dans la carte**

Maintenant, nous avons exécutons la simulation et voilà les résultats :



**Figure III. 8 : schéma de la carte après la simulation**

### **III.4 partie Réalisation**

Dans cette partie, on étudiera les étapes de réalisation de notre projet : l'irrigation automatique.

C'est un système logique à la base de la carte Arduino. Il sera utilisé pour la mise en œuvre de la pompe à eau dans le temps qu'il faut. L'utilité du système d'irrigation s'apparait dans la vie quotidienne, celui-là est un bon outil pour passer des vacances sans inquiétude et sans crainte pour ses plantes, ses fleurs...son jardin. De plus, ce système est programmé pour ceux qui n'ont pas du temps pour arroser leurs plantes vue que de nos jours les gens s'occupent de leurs propres affaires. L'un des autres avantages est de ne pas gaspiller de l'eau et d'en économiser, en plus de ça il est disponible avec un prix raisonnable. Outre il est pratique et facile à utiliser. Le système d'irrigation peut disposer une vie facile et confortable dans un Smart home plein de joie La réalisation d'un système en cours passe par les étapes suivantes :

- \_ une bonne étude préalable de la problématique.
- \_ citation le matériel.
- \_ écriture du programme.
- \_ faire une simulation sur l'ordinateur.
- \_ établir la manipulation du projet.

#### **III.4.1 Matériels utilisé**

##### **III.4.1.1 capteurs humidité du sol**

###### **III.4.1.1.1 Définition**

Dans ce projet, nous apprendrons comment mesurer l'humidité du sol à l'aide d'un capteur avec un Arduino pour voir si le sol est sec et a besoin d'eau ou suffisamment humide

Le capteur se compose de deux pièces : la carte électronique et la sonde, qui se compose de deux broches actionnées par l'eau [15].

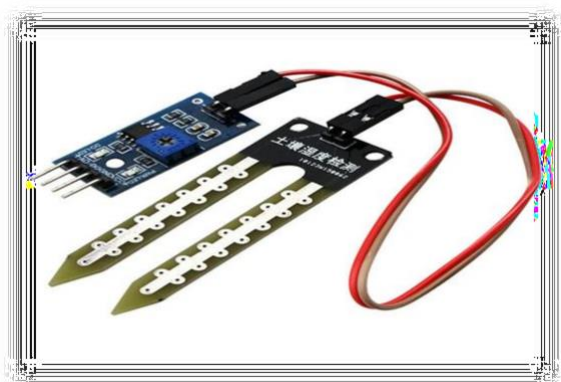


Figure III. 9 : capteur d'humidité du sol

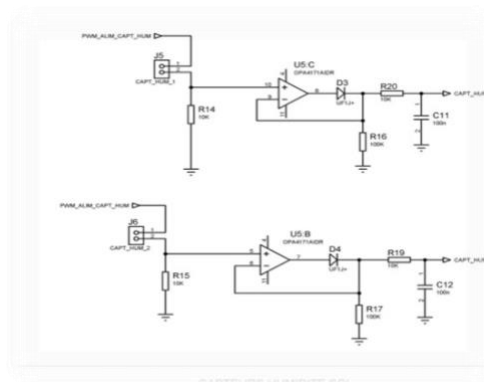


Figure III. 10 : Circuit équivalent du capteur

### III.4.1.1.2 Fonctionnement

Le principe du travail du capteur est basé sur la mesure de l'étendue de la connexion des jambes (c'est-à-dire la mesure de la résistance entre elles). Au fur et à mesure que l'humidité du sol augmente, la résistance environnante au courant sera moindre car l'eau est un bon conducteur de la courant, et plus l'humidité du sol est faible, plus la résistance est grande.

### III.4.1.1.3 Caractéristiques

Tableau III. 1 : Caractéristiques capteur d'humidité du sol

Nombre de pattes	4
Dimension	6cm x 2cm
Il fonctionne en basse tension	3.3V ou 5V
Indication de tension de sortie	0 ~ 4,2 V
Prend en charge les signaux	analogiques et numériques
Plage de Mesure	De 0 à 45 % d'humidité
Précision	4% +-
Fréquence par défaut	Hz 10
T° d'utilisation	à 60°C 40

### III.4.1.2 La pompe

La pompe est un dispositif électromécanique utilisé pour déplacer des fluides d'un endroit à un autre en augmentant la pression du fluide et en lui fournissant de l'énergie pour déplacer les tuyaux à l'endroit souhaité [16].



Figure III .11 : pompe 3.7 V

### III.4.1.3 La carte arduino

Une carte Arduino UNO est une petite (5.33 x 6.85 cm) carte électronique équipée d'un microcontrôleur. Le microcontrôleur permet de programmer et commander des actionneurs à partir d'événement détectés par des capteurs.

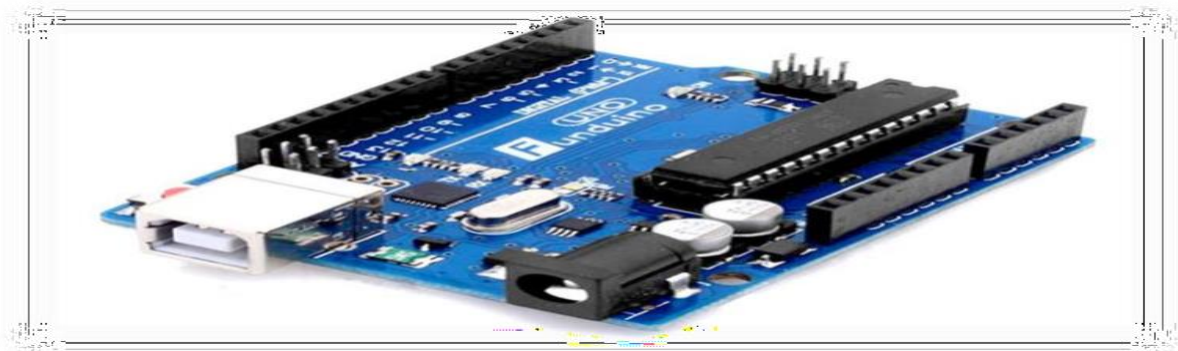


Figure III. 12 : Une carte ARDUINO UNO

### III.4.1.4 Relais

Un relais électromécanique est un organe électrique permettant de dissocier la partie puissance de la partie commande : il permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique par un second circuit complètement isolé (isolation galvanique). Un relais électronique est un interrupteur qui se commande avec une tension continue de faible puissance

La partie interrupteur sert à piloter des charges secteur de forte puissance (jusqu'à 10A couramment) [17].

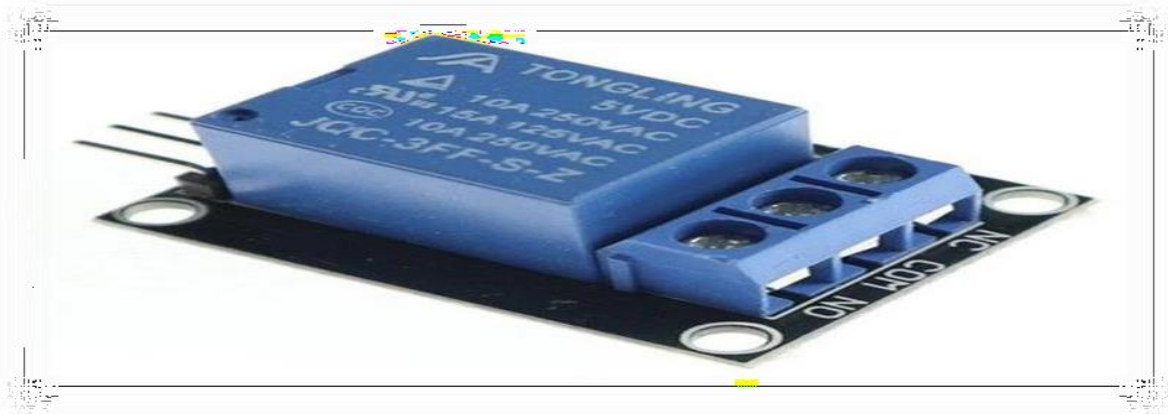


Figure III. 13 : Le relai 5 V

#### III.4.1.5 cable USB

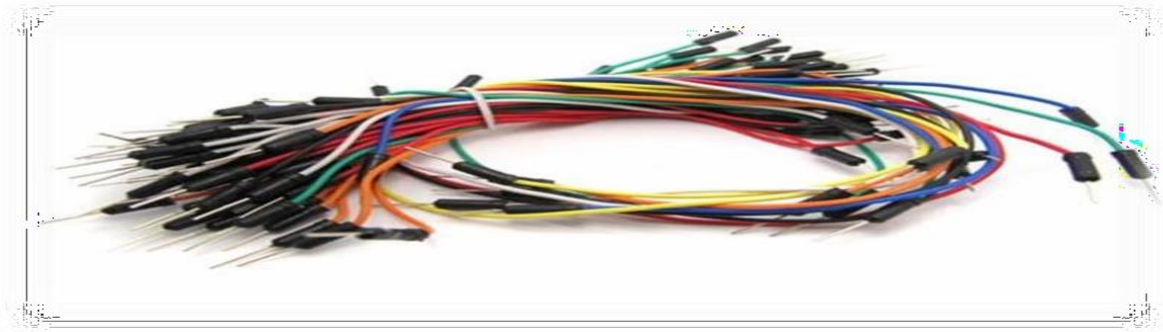
Le câble USB permet à la fois d'alimenter un projet Arduino, de programmer la carte (via Arduino IDE) mais aussi d'utiliser le Moniteur Série [18].



Figure III. 14 : cable USB type A/B (Arduino UNO)

#### III.4.1.6 Fils de Pin d'Arduino

Ces fils mâles sont utilisés pour brancher et connecter l'Arduino avec d'autres pièces et pour les tests. La plaque d'essai est un dispositif qui permet de réaliser le prototype d'un circuit électronique elle est utilisée dans la plupart des expériences d'Arduino.



**Figure III. 15 : Fils de Pin d'Arduino**

### III.4.1.7 Piles usagées

Une batterie ou un accumulateur électrique est un appareil constitué d'une ou plusieurs cellules électrochimiques avec des connexions externes pour alimenter des appareils électroniques [19].



**Figure III.16 : Batterie 3.7V**



**Figure III. 17 : Batterie 8 V**

### III.4.1.8 LED rouge

C'est une diode (jonction PN) qui émet de la lumière lorsqu'un courant électrique la traverse dans le sens direct [20].



**Figure III. 18 : LED rouge**

### III.4.1.9 résistance électrique

C'est l'un des composants électroniques importants qui réduisent la valeur du courant électrique traversant un circuit.



Figure III. 19 : résistance

### III.4.1.10 carte d'essai

C'est une plaque plate utilisée comme base pour connecter des composants électroniques pour construire des circuits électroniques. et le prototypage d'appareils électroniques. Il est sans soudure et réutilisable, ce qui le rend facile à utiliser pour créer des prototypes temporaires et des expériences de conception de circuits.

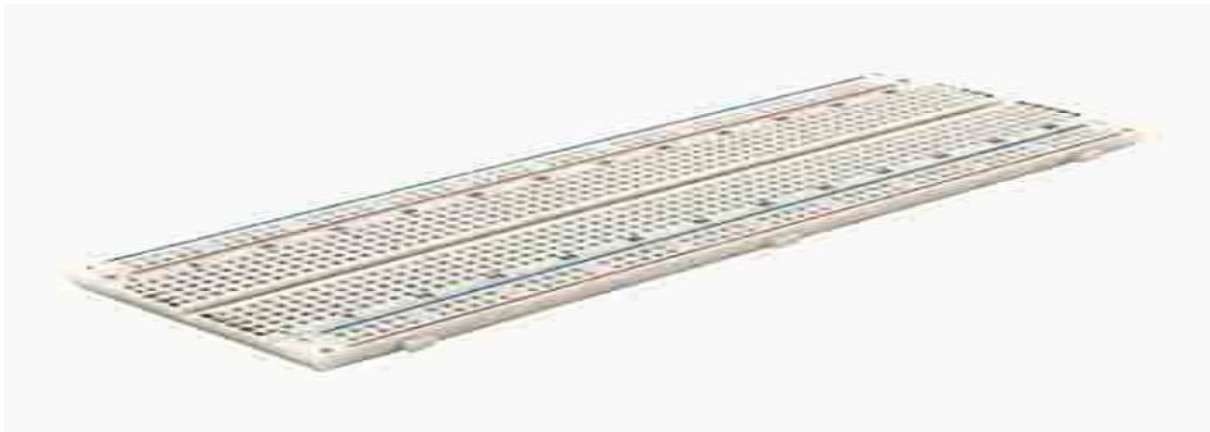


Figure III. 20 : carte d'essai



### III.4.2 Organigramme que représente la réalisation

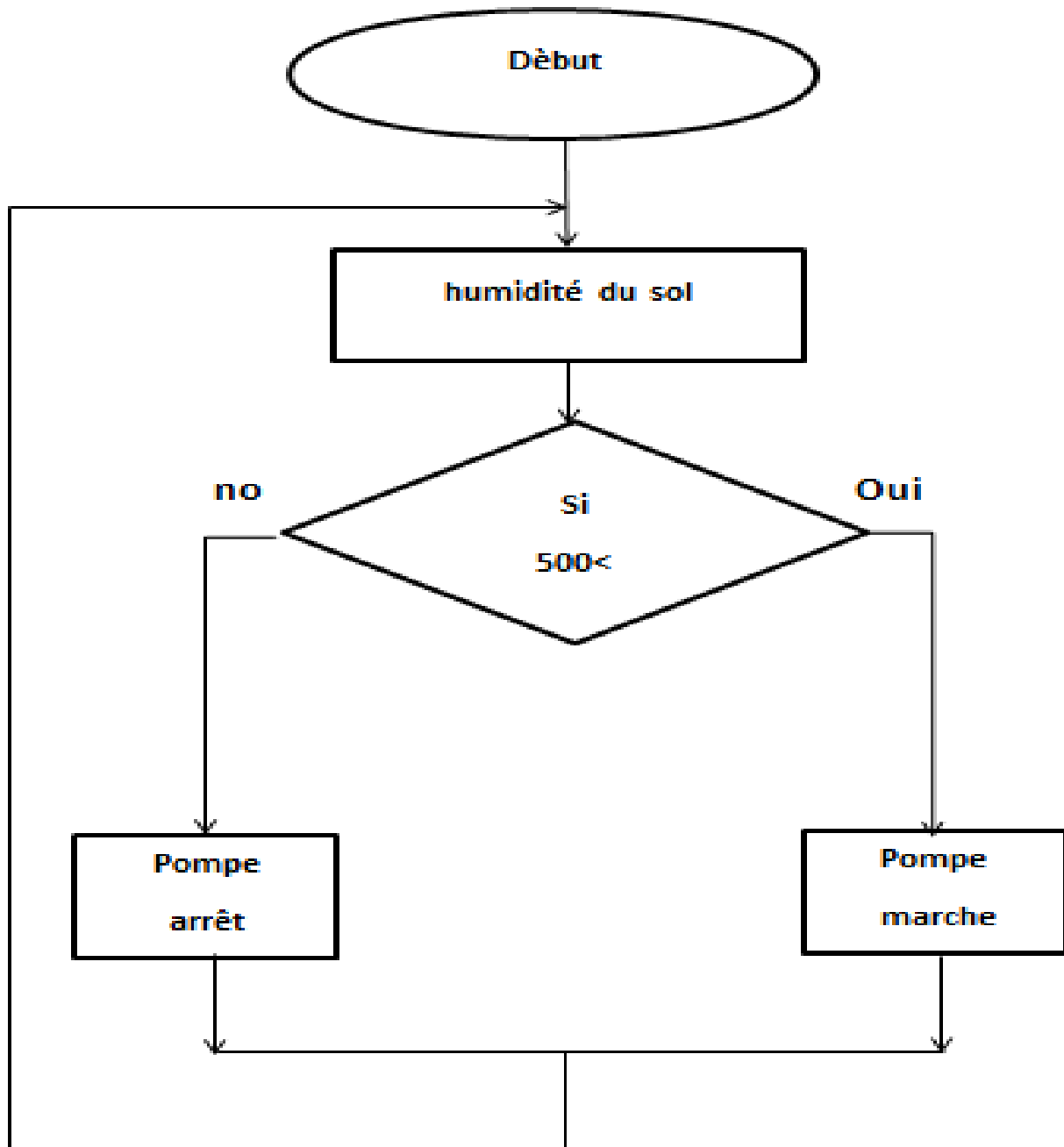


Figure III. 21 : Organigramme de notre système

### III.4.3 Le programme

```
int waterpump=7;
int led=2;
int moistureSensor=A0;

void setup() {
  pinMode(waterpump,OUTPUT);
  pinMode(led,OUTPUT); Serial.begin(9600);
}
void loop() { digitalWrite(led,HIGH);
  int moisture=analogRead(moistureSensor); Serial.print("The
  Value of the Moisture Sensor is :");Serial.println(moisture);
  if(moisture<500)
  {
    digitalWrite(waterpump,LOW); Serial.println("The
    Pump is Turned OFF");
  }
  else if(moisture>500)
  {
    digitalWrite(waterpump,HIGH); Serial.println("The
    Pump is Turned ON");
  }
}
```

### III.4.4 Test pratique



**Figure III. 22 : Un test pratique de notre projet**

Figure III 22 montre le schéma général du système d'irrigation du produit, composé d'un sol, d'un capteur d'humidité du sol, d'une pompe à eau (3,7 V) placée sur un réservoir, d'une LED rouge, de deux piles 3,7 et 9 V, d'un relais et d'une carte Arduino Uno, nous avons donc envoyé le code pour notre système du programme Arduino sur l'ordinateur à la carte Arduino que nous avons utilisée via un câble USB

Les résultats des tests montrent que le système d'irrigation fonctionne bien.

La vérification de la pompe à eau donne les résultats suivants :

**Tableau III. 23 : les resultat de test pratique**

La date	Lieu	Heure	Humidité de sol	Temps d'irrigation (min)
10/05/2022	Oued el allenda	11:30	800	2
15/05/2022	Oued el allenda	17:30	914	1
20/05/2022	Oued el allenda	14 :00	700	3

D'après le tableau, nous notons : lorsque l'humidité du sol était de 700, le temps d'irrigation était de 3 minutes, et lorsque l'humidité du sol était de 914, le temps d'irrigation était d'une minute.

Nous en concluons que plus l'humidité du sol est élevée, moins l'irrigation est importante temps.

### **III.5 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons créé un système d'irrigation basé sur une carte Arduino Une Nous avons introduit la carte Arduino dans le rôle de contrôle de la pompe à eau et avons fait de vraies expériences sur ce système. Ensuite, nous avons fait une brève introduction sur les différents composants du système.

## Conclusion générale

Notre travail représente une étude et une analyse d'un système automatisé qui irrigue automatiquement en mesurant l'humidité du sol par un capteur d'humidité qui convertit les informations pour mettre en œuvre une pompe à eau, ce projet est basé sur une carte Arduino Uno.

Au début, nous avons fait des recherches dans le domaine de l'irrigation, nous avons lu plusieurs livres sur l'irrigation, nous en avons choisi un comme source, nous avons étudié les méthodes d'irrigation et les besoins de chaque surface.

Nous avons examiné, pour la deuxième fois, les généralités des cartes Arduino utilisées pour contrôler les systèmes automatisés, en particulier la carte Arduino Uno.

L'Arduino est une famille de circuits imprimés à microcontrôleur open source basés sur une simple interface d'E/S. La carte Arduino Uno possède toutes les fonctionnalités d'un microcontrôleur classique en plus de sa facilité d'utilisation. Offre broches d'entrées/sorties numériques dont six peuvent générer du plusieurs épingles.

Ensuite, nous avons présenté les différents composants du système d'irrigation, tels que le module de capteur d'humidité du sol, l'Arduino comme interface entre le bloc de contrôle et la pompe à eau, et le circuit imprimé qui permet de relier l'appareil entre eux .

Enfin, nous avons fait une simulation sous ISIS PROTEUS et réalisation d'un système d'irrigation basé sur une carte Arduino. Selon les résultats obtenus à partir de la simulation sous le logiciel et les tests pratiques, nous avons remarqué que le système d'irrigation remue l'eau lorsque le sol a besoin d'eau, et arrête l'irrigation lorsque le sol n'a pas besoin d'eau, l'utilisation de la carte Arduino comme L'interface entre la pompe et l'ordinateur rend le contrôle de notre système simple et facile.

En ajoute , nous suggérons de développer notre concept en utilise l'écran LCD pour afficher les données d'humidité et en augmentant d'autres capteurs, par exemple le capteur de température n'irrigue pas lorsqu'il y a de la chaleur, à l'avenir, nous utilisons des

API à la place de la carte Arduino avec réseau câbles, ce travail peut aider les chercheurs également dans le domaine de l'irrigation à donner des résultats précis et rapides, à ces

## Conclusion générale

---

processus, nous pouvons ajouter des capteurs :PH, sel du sol, avec des commandes

programmées dans un langage simple et clair.

# BIBLIOGRAPHIE

- [1] : les différents système d'irrigation (Par Prof. Mohammed AZOUGGAGH)
- [2] : Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale Pierre ROUSSET
- [3] : Howell 2002 (STATISTICAL METHODS FOR PSYCHOLOGY surveys the statistical techniques commonly used in the behavioral and social sciences)
- [4] : agroscope,1964conthey (André ANÇAY.catherine A. baroffio et vincent michel,)
- [5] : Cours d'initiation à Arduino (ASTUPS - CampusFab LECHALUPÉ Julien )
- [6] : premiers pas en informatique embarquee Auteurs :simon landraunt(eskimon) et Hippolyte Weisslinger (olyte
- [7] : Decouverte des cartes arduino. ( C. Fréou et A. Grimault)
- [8] : La carte Arduino UNO ( C. Fréou et A. Grimault)
- [9] : Classes de 2nde SI-CIT et de première SI
- [10] : cours de proteus professionnel (M. TOURE Mohamed Lamine)
- [11] : livret arduino en français par (jean-noel montagné centre de ressource Art sensitif)
- [12] : arduino et domotique (librairie de paris)
- [13] : PRESENTATION DE LA CARTE ARDUINO UNO ( Vue d'ensemble)
- [14] : [14] Brühlmann, Thomas (2010) Arduino: Praxiseinstieg ·Hüthig Jehle Rehm
- [15] : <https://electronics-go.com/soil-moisture-sensor>
- [16] : <https://www.techno-science.net/definition>
- [17] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Relais>
- [18] : [https://www.academia.edu/49347301/Suiveur\\_Solaire](https://www.academia.edu/49347301/Suiveur_Solaire)
- [19] : <https://ar.wikipedia.org/wiki>
- [20] <https://e3arabi.com/%light-emitting-diode/>