République Algérienne démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE YAHIA Fares MEDEA

Faculté de Technologie

Département de Génie Mécanique

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

Master en Génie Mécanique

Option : Mécatronique

THEME

Etude et réalisation d'un système d'irrigation automatique

Présenté par :

BOUTI Samah

Encadré par:

Pr.ABOUDURA Salam

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

*Nous remercions **ALLAH** le tout puissant de nous avoir accordé la santé et le courage d'arriver au terme de ce travail.

*On tient à remercier notre promoteur **Pr.ABOUDURA Salam** à lui témoigner toute notre reconnaissance et notre gratitude, par ses pertinentes critiques, ses conseils, ses corrections et suggestions.

* Nous tenos à remercier vivement tous les nombres du jury d'avoire accepté d'assister à l'évaloution de notre travail.

*On remercie aussi nos enseignants et nos amis pour leur aide et leurs encouragements.

*On remercie nos parents de nous avoir soutenus en les appelant.

* On remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail :

*Aux plus beaux création que Dieu a créés sur Terre bien sur je parle de mes CHERS PARENTS.

**À mon cher fiancé HEBBACHE .H qui était*

Toujours à mes cotés.

**À toute ma famille et tous mes amis surtout :*

F.CHAIMA et B.RADIA qui vraiment ont

Contribué pour être la personne que vous voyez

ملخص

يهدف هذا العمل الى دراسة اساسية تعتمد على نظام الري الاوتوماتيكي هو نظام يستخدم لوحة الاردوينو في ري التربة

يكشف النظام الرطوبة في التربة وتعمل المضخة اذا كانت الرطوبة اقل من المستوى المطلوب .

الكلمات المفتاحية الري، التربة، الرطوبة، الاردوينو، المضخة.

Résume :

Ce travail a pour Objectif l’étude de base sur Le système d'irrigation automatique est un système qui utilise un tableau arduio pour contrôler l'irrigation du sol.

Le système détecte l'humidité dans le sol et met la pompe en marche si l'humidité est en dessous du niveau souhaité.

Mots clés : d'irrigation, sol, l'humidité, arduino, la pompe

Abstract:

Automatic irrigation system is a system that uses an arduio board to control sol irrigation.

The system senses the humidity in the sol and turn on the pomp if the humidity below the desired level.

Kay words: irrigation, sol, arduio, pomp, humidity.

Liste des figures :

Figure I-1 : Méthodes d'irrigation. 7
Figure I-2 : Irrigation par planches. 8
Figure I-3 : Irrigation par bassin 8
Figure I-4 : Irrigation à la raie par siphon 9
Figure I-5 : Irrigation à la raie par gaine souple. 10
Figure I-6 : Irrigation à la raie par rampe à vannettes. 11
Figure I-7 : Irrigation goutte à goutte 12
Figure I-8 : Les éléments de Système d'irrigation goutte à goutte 14
Figure I-9 : Irrigation plein champ par aspersion 14
Figure I.10: Example des arroseurs. 15
Figure II-1 : Les composantes de la carte Rasberry Pi 27
Figure II-2 : Les composants de la carte BeaglBone 28
Figure II-3 :carte arduino uno 29
Figure II-4 :carte arduino Lenardo 29
Figure II-5 : Carte arduino mega 30
Figure II-6 : carte arduino Nano 30
Figure II-7 :Carte arduino Mini Pro 31
Figure II-8 : Constitution de la carte Arduino 31
Figure II-9 : l'interface de l'IDE arduino 33
Figure II.10 : le menu file d'arduino 34
Figure II.11: les boutons de 'IDE Arduino. 35
Figure III-1 : Capteur d'humidité 39
Figure III-2 : Les électrodes de capteur d'humidité dans le sol 40
Figure III-3 : Relais 5V. 41
Figure III-4 : Symboles du relais 41
Figure III-5 : Afficheur LCD 42
Figure III-6 : Electrovanne. 43
Figure III-7 : pompe d'eau. 44
Figure III-8 : Les éléments néssecaire d'alimentation. 44

Figure III-9 : Réservoir d’eau.....45
Figure III-10 : organigramme de notre système.....46
Figure III-11 : Le graceft de notre système.....47
Figure III-12 : Le résumé de notre système. 48
Figure IV-1 : shéma synoptique. 51
Figure IV-2 :Premiers essais de la pompe et de l’électrovanne. 52
Figure IV-4 :la connexion entre LCD et la carte Arduino 53
Figure IV-5 :L’affichage de l’humidité.....53
Figure IV-6 : le montage du capteur d’humidité.....54
Figure IV-7 : Notre système d’irrigation automatique.....55

Liste des tableaux :

Tableau I-1 : Valeur en % de l’efficience au champ

Tableau 2.2. Les caractéristiques principales de la carte Arduino ATmega 328

Tableau IV.1 : les résultats de test pratique.

Sommaire :

Remerciments

Dédicaces

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction génerale…….……1

Chapitre I : Généralité sur les systèmes d'irrigation……..……...3

I-1- Introduction : 5

I-2- Définitions de l'irrigation :..... 5

I-3-L'irregation dans le monde : 5

I-4-Importance de l'irrigation :..... 6

I-5-Défférents technique de l'irrigation : 6

I-5-1- Irrigation de surface :..... 7

I-5-1-1- Irrigation par planche : 8

I-5-1-2- Irrigation par bassin :..... 8

I-5-1-3- Irrigation à la raie : 9

I-5-1-3-1- Irrigation à la raie par siphon :..... 9

I-5-1-3-2- Irrigation à la raie par gaine souple : 9

I-5-1-3-2- Irrigation à la raie par rampe à vannettes:..... 10

I-5-1-3-3- Trans-irrigation : 11

I-5-2- Irrigation goutte à goutte : 12

I-5-2-1-Description des éléments du système goutte à goutte :..... 13

I-5-3- Irrigation par aspiration : 14

I-5-3-1- Les arrousers:..... 15

I-6- Avantages et les inconvénients des techniques d'irrigation :[10] 16

I-6-1- Irrigation de surface :..... 16

I-6-2- Irrigation goutte à goutte : 16

I-6-3- Irrigation de l'aspersion :..... 17

I-7- Comparaison des méthodes d'irrigation..... 18
I-8- Choix des techniques d'irrigation : 19
I-9- Conclusion :..... 20
Chapitre II : Les systèmes d'irrigation automatique……..……21
II-1- Introduction :……22
II-2- Définition : 22
II-3- Historique :.....22
II-4- Les types de système d'irrigation automatique : 23
II-4-1- L'irrigation automatique de surface : 23
II-4-2- L'irrigation automatique enterré : 23
II-4-3- Les arroseurs rotatifs : 24
II-4-4- Les arroseurs canons : 24
II-4-5- Les arroseurs oscillants : 24
II-4-6- Les tuyères d'irrigation : 24
II-4-7- Les arrosages intégrés.....25
II-5- Les avantages et les inconvénients d'un système d'irrigation automatique :.....26
II-6- La carte programmable : 27
II-6-1- Les types de la carte programmable :.....27
a) Raspberry Pi :.....27
b) beagleBone : 28
c) La carte arduino : 28
II-7- Logiciel : 33
II-7-1- L'interface :.....33
II-7-1-1- Les boutons : 35
II-7-2- Le langage Arduino : 35
II-8- Conclusion: 36
Chapitre III : Etude le système d'irrigation par mesure du taux d'humidité…….37
III-1- Introduction :..... 38
III-1- Définition d'humidité du sol : 38
III-3- Matérielles utilisée :..... 39

III-3-1- Capteur d'humidité : 39
III-3-1-1- Principe de fonctionnement : 39
III-3-2- Relai : 40
III-3-3- Afficheur LCD : 41
III-3-4- Électrovanne : 42
III-3-4-1- Électrovannes tout ou rien : 42
III-3-4-2- Électrovannes proportionnelles : 43
III-3-4- Pompe d'eau : 43
III-3-5- Alimentation du microcontrôleur: 44
III-3-6- Réservoir : 45
III-4- Mesure d'humidité : 45
III-5-Organigramme : 46
III-6-Grafcet : 47
III-7-Principe de fonctionnement de notre système : 48
III-8- Conclusion : 49
Chapitre IV : Réalisation……..50
IV-2- Schéma synoptique : 51
IV-3- Essais de l'électrovanne et la pompe : 52
IV-4- Comment se connecter Afficheur LCD avec Arduino Dans notre projet : 53
IV-5- Essais de l'afficheur LCD et le capteur d'humidité : 53
IV-6- Notre système complet : 55
IV-7- le programme : 56
IV-8- Test pratique : 59
IV-9- Conclusion : 59
Conclusion génerale…….……60
Bibliographie
ANNEXE

Introduction générale

Introduction générale

L'irrigation est essentielle en climat semi-aride. En plus de générer de meilleurs rendements, elle permet aussi l'approvisionnement régulier demandé en produits de qualité.

L'irrigation est fort utile, mais elle exige en contrepartie une excellente régie : il faut appliquer les bonnes quantités d'eau au bon moment, pour éviter des excès, des stress hydriques indésirables et des pertes d'eau et de fertilisants dans l'environnement.

Pour assurer une bonne régie de l'eau, il est d'abord indispensable de connaître les besoins de la culture et la variation de ceux-ci en fonction du stade de développement. Aussi, il est impératif de mesurer régulièrement la teneur en eau du sol. Cette information permettra de préciser le moment propice à l'irrigation et surtout si les quantités appliquées sont insuffisantes ou en excès par rapport au type de sol et au besoin de la culture.

L'irrigation à la main est fastidieuse, 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 réaliser l'irrigation automatique on a choisi la carte ARDUINO UNO pour faire le contrôle et la commande de la pompe à eau qui permet la mise en mouvement de l'eau et un afficheur LCD qui permet d'afficher tous les paramètres de système, 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 soulève le problème de suivre le jardin. En fin, l'Automatique à prouver sa présence dans tous les domaines.

Le travail qu'on présente dans ce mémoire est divisé en trois (04) chapitres, suivant ces étapes :

- Le premier (01) chapitre : généralité sur les systèmes irrigations.
- Le deuxième (02) chapitre : les systèmes d'irrigation automatique.
- Le troisième (03) chapitre : étude le système d'irrigation par mesure du taux d'humidité
- Le quatrième (04) chapitre : réalisation.

En concluant notre fruit de travaille par une conclusion générale avec des perspectives terminera notre travail.

Chapitre I : Généralité sur les systèmes d'irrigation

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.

I-2- Définitions de l'irrigation :

L'irrigation consiste en un apport artificiel d'eau douce sur des terres à des fins agricoles, c'est donc une forme de précipitation artificielle, souvent automatisée avec une irrigation par aspersion mais aussi manuelle. L'irrigation est utilisée pour favoriser la croissance des cultures agricoles, l'entretien des paysages, et la re-végétalisation des sols perturbés dans les zones arides et pendant les périodes de pluies insuffisantes. Le terrain irrigué devient plus fertile.

L'irrigation est souvent étudiée en même temps que le drainage, lequel consiste en l'élimination naturelle ou artificielle de l'eau de surface et de l'eau du sous-sol à partir d'une zone donnée.**[1]**

L'irrigation est également connue sous :

- C'est l'art d'apporter volontairement de l'eau à un sol, généralement en vue de prévenir les effets de la sécheresse.

- Consiste à essentiellement à remettre au profit du sol, au moment opportun, l'eau consommée par la culture.

- C'est apporter aux plantes les quantités d'eau nécessaires, en complément des apports naturels, aux moments opportuns, par l'intermédiaire d'un réseau d'irrigation.

- C'est un ensemble de techniques culturales destinées à fournir aux végétaux par le truchement du sol toute l'eau mais seulement l'eau dont ils ont besoin pour se développer. **[2]**

I-3-L'irregation dans le monde :

La consommation d'eau agricole est très variable d'un pays à l'autre. Elle n'intéresse que 273 millions d'hectares dans le monde éparpillés très irrégulièrement sur tous les continents contrairement à ce que l'on pourrait penser, les pays qui irriguent le plus ne sont pas les pays au climat aride ou semi-aride.

Dans ces régions, en effet, il ne peut y avoir de culture sans irrigation. Aussi, toutes les surfaces cultivées sont-elles irriguées. Mais, comme il ne peut y avoir d'irrigation sans eau, les surfaces cultivées demeurent réduites en superficie, limitées par la faiblesse des ressources en eau, et localisées là où ces ressources sont disponibles.

C'est le cas de pays comme l'Égypte par exemple où l'agriculture s'est développée sur les bords du Nil, ou de certains pays de l'Amérique latine comme le Mexique. A l'inverse, dans les régions qui reçoivent suffisamment d'eau de pluie, la superficie des terres cultivées peut être très importante, surtout si le relief le permet.

Bien que l'irrigation n'y soit pas indispensable, elle est néanmoins utilisée, et ce d'autant plus facilement que l'eau est disponible, afin de diversifier et d'améliorer les cultures, d'obtenir des récoltes multiples, ou encore d'augmenter les rendements. Même si elle n'est pas systématique, l'irrigation peut donc être conséquente, c'est le cas de certains pays tels que le Japon la Chine, ou le Pakistan.**[3]**

Des facteurs autres que la situation géographique interviennent également, qui doivent être pris en compte pour expliquer la répartition mondiale de l'irrigation. Par exemple, l'irrigation nécessitant des infrastructures parfois Trop cher, la richesse des pays considérés est un élément important. Il explique notamment qu'en Afrique ou au Brésil l'irrigation soit moins développée. En conséquence, les pays qui irriguent le plus sont ceux situés dans le sud-ouest asiatique, lesquels rassemblent plus de 60 % des terres irriguées de la planète, et certains pays du pourtour méditerranéen.**[4]**

I-4-Importance de l'irrigation :

Jusqu'à présent l'irrigation reste le seul moyen d'augmenter les rendements et de les régulariser dans bien des régions du monde. En effet, selon les espèces et variétés cultivées, selon les terres, et selon les techniques utilisées, l'irrigation peut permettre d'obtenir de deux à cinq fois plus de production (et même dix en zone aride).**[5]**

L'irrigation n'est pas uniquement un apport d'eau sur une terre cultivée en vue de compenser l'insuffisance des précipitations et de permettre le plein développement des cultures. Elle est considérée plutôt comme un ensemble d'actions de développement intégré des milieux agricole et rural qui doit se traduire non seulement par l'augmentation de la production et l'amélioration du niveau de vie de l'agriculteur, mais doit se traduire également par la préservation du milieu, notamment des terres agricoles, et par une économie de l'eau d'irrigation qui elle-même se traduit par une économie dans l'utilisation de l'énergie.**[6]**

I-5-Défférents technique de l'irrigation :

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

L'irrigation de surface et l'irrigation sous pression. Dans la pratique, on distingue l'irrigation gravitaire, l'irrigation goutte à goutte et l'irrigation par aspersion

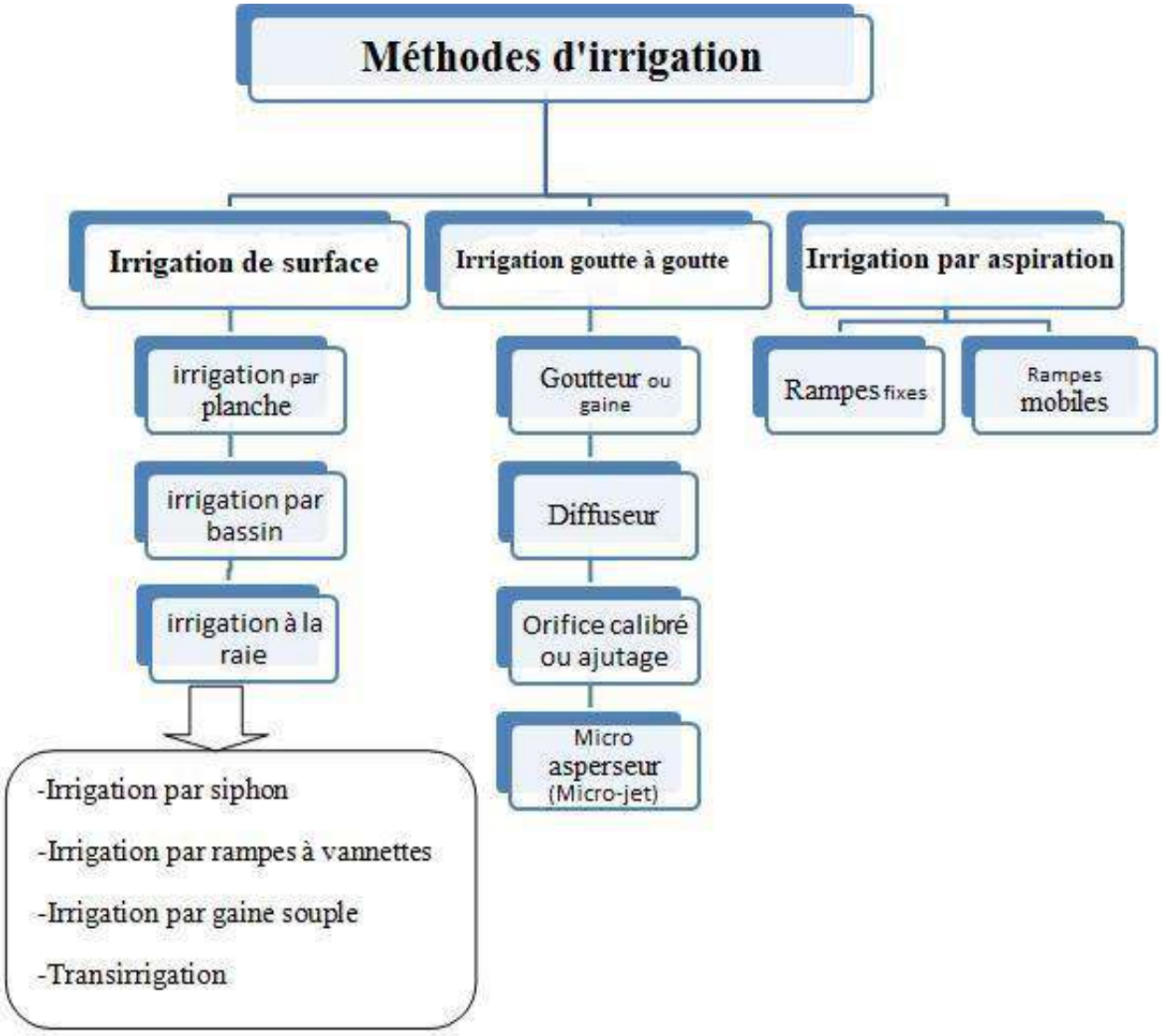


Figure I-1 : Méthodes d'irrigation.

I-5-1- Irrigation de surface :

L'irrigation gravitaire regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la distribution de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol. La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissèlement, infiltration, et capillarité).

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissèlement et submersion et infiltration latérale ou de haut en bas.**[7]**

I-5-1-1- Irrigation par planche :

L'Irrigation par planche consiste à faire couler une mince couche d'eau sur un sol incliné de 0,2 à 3%.

Le débit à déverser est fonction de la pente, de la largeur et de la longueur de la planche. Cette méthode est de loin la plus difficile car il faut ajuster le débit d'irrigation de chaque planche avec toutes les autres variables. Une des formules pratiques est celle de Crevât qui consiste à déterminer la longueur de la planche qui dépend de l'infiltration du sol, ce qui correspondrait au temps de ruissellement. Autrement dit, l'aiguadier ouvre la vanne et attend que l'eau arrive au bas de la planche, et à ce moment-là il ferme la vanne d'arrivée.**[8]**



Figure I-2 : Irrigation par planches.

I-5-1-2- Irrigation par bassin :

L'irrigation par bassin est la plus connue dans l'irrigation gravitaire. Sa pratique sur un sol nivelé (pente 0,1 à 1%) ainsi que la simplicité de l'opération, qui consiste à remplir le bassin, font que cette technique est fréquemment utilisée, la taille des bassins est de 40 à 50 m2 et cette technique est connue sous le nom "Robta". Cette dernière occasionne une perte importante de superficie, due au nombre important de cloisonnements**.[8]**



Figure I-3 : Irrigation par bassin

I-5-1-3- Irrigation à la raie :

Cette technique est utilisée pour les cultures semées en billon telle que la betterave à sucre et la pomme de terre. Elle consiste à couvrir partiellement le sol par l'eau qui, ensuite, s'infiltre latéralement et remonte par capillarité. Au lieu de s'étendre sur toute la surface, l'eau quittant le canal d'amenée ruisselle puis s'infiltre dans les rigoles bordant les billons sur lesquels sont implantées les cultures. S'infiltrant latéralement et remontant par capillarité, elle atteint les racines. On l'utilise idéalement pour des sols composés de sable de texture grossière et de limon sableux avec une pente de 0.2 à 3 %. Elle est peu chère et facile à mettre en place mais on observe de fortes pertes d'eau par percolation ou par fuite lors de l'acheminement de l'eau (30 à 40% de l'eau est ainsi perdue au Maroc) Il faut donc veiller à l'entretien de ces canaux et utiliser des gaines souples ou des tuyaux semi-rigides en polyéthylène pour réduire ces pertes.**[9]**

I-5-1-3-1- Irrigation à la raie par siphon :

L'irrigation par siphon s'adapte bien à l'irrigation des raies. Les siphons en PVC, d'épaisseur 1,5 mm, sont relativement légers lorsque leur longueur est comprise entre 1 et 1,5 m. Une charge de 10 cm est suffisante pour travailler dans des conditions adéquates. On peut par ailleurs réaliser une irrigation à deux débits, soit en utilisant des diamètres différents, soit en utilisant des bouchons percés à l'extrémité des tubes ou tout simplement en jouant sur le nombre des siphons. Ce type d'irrigation est d'un intérêt certain car il permet d'éviter la construction d'une "séguia" d'amenée, et donc tous les travaux liés à la distribution. Il permet également de réduire l'érosion du sol à la tête de la raie. Par ailleurs, l'irrigation par siphon permet une bonne répartition de l'eau.**[9]**



Figure I-4 : Irrigation à la raie par siphon

I-5-1-3-2- Irrigation à la raie par gaine souple :

La gaine souple est posée dans une rigole préparée à l'avance pour éviter les déplacements de la gaine une fois remplie d'eau. La pose peut être effectuée à l'aide d'un engin ou d'un petit tracteur. Les perforations peuvent être effectuées sur un ou deux côtés. Elles peuvent être standards ou selon les espacements des cultures. La

gaine peut être munie de manchettes souples de dérivation qui permettent d'irriguer au centre des raies, sans se soucier d'un emplacement précis des perforations.

Ce type d'irrigation, ayant une charge de 0,4 à 1 m, convient pour un sol relativement plat. Les débits de dérivation sont de l'ordre de 2 l/s. Les gaines sont facilement installées sur le terrain et demandent un investissement modeste. Cependant, elles présentent l'inconvénient d'être fragiles et le réglage des débits est peu précis.

Les gaines ne peuvent en aucun cas être utilisées pour élever l'eau et leur extrémité reste ouverte sous peine de destruction par une surpression. Les extrémités doivent donc être posées sur des objets d'une hauteur d'environ 1m. **[8]**



Figure I-5 : Irrigation à la raie par gaine souple.

I-5-1-3-2- Irrigation à la raie par rampe à vannettes:

Ce type de matériel correspond mieux aux cultures irriguées à la raie et qui nécessitent peu d'interventions sur la parcelle. L'avantage réside dans la possibilité de réglage du débit par des vannettes coulissantes ; qui offrent des positions d'ouverture de 25, 50, 75 et 100%.

Par rapport aux siphons, on évite l'opération d'amorçage qui est un travail lent et fatigant. L'autre avantage réside dans le fait que les débits obtenus sont plus précis et fiables.

Lorsqu'on remplace les vannettes par des cannes verticales qui alimentent des raies ou des planches ; on obtient alors le système californien. Il est constitué d'une conduite enterrée sur laquelle on fixe des cannes dont on peut régler le débit ainsi que l'orientation du jet. La conduite enterrée, de diamètre variant de 160 à 300 mm, est relativement épaisse (3 à 5 mm).

Cette technique présente l'avantage de ne pas gêner les travaux agricoles. Par contre, une étude de dimensionnement est nécessaire. Lorsque l'irrigation de toute la parcelle se fait en même temps, toutes les sorties sont ouvertes, sinon les sorties non utilisées doivent être fermées d'une manière étanche.**[8]**



Figure I-6 : Irrigation à la raie par rampe à vannettes.

I-5-1-3-3- Trans-irrigation :

Le système "Trans-irrigation" est constitué d'un tuyau rigide posé avec une pente régulière en tête de parcelle et percé d'orifices calibrés qui alimentent les raies. Le déplacement automatique d'un piston à l'intérieur du tube entraine le déplacement de la main d'eau sur l'ensemble de la parcelle. Le débit de chaque trou décroît progressivement jusqu'à s'annuler au fur et à mesure que le piston se déplace vers l'aval du trou. Cette technique permet peu de travail pendant l'irrigation, une maitrise précise de la dose d'eau apportée (et donc moins de gaspillage). Le principal inconvénient est qu'elle est très onéreuse et nécessite une étude de dimensionnement approfondie.

Ces systèmes d'irrigation ont un rendement hydraulique de 50% (la moitié de l'eau utilisée n'est pas effectivement captée par la plante) pour les méthodes traditionnelles et jusqu'à 80% pour les méthodes modernisées. Ces chiffres s'approchent des rendements des techniques d'aspersion ou de micro-irrigation. Toutefois, des recherches récentes pourraient permettre d'améliorer l'économie d'eau sans surcoût important.**[9]**

I-5-2- Irrigation goutte à goutte :

On appelle irrigation au goutte-à-goutte l'application lente et localisée d'eau, littéralement au goutte-à-goutte, au niveau d'un point ou d'une grille de points sur la surface du sol. Si l'eau s'écoule à une vitesse inférieure à la capacité d'absorption ou d'infiltration du sol, celui-ci n'est pas saturé et il ne reste pas d'eau qui stagne ou ruisselle à la surface.

L'eau est amenée jusqu'aux orifices de gouttage par un assemblage de tuyaux en plastique, généralement en polyéthylène opaque ou en PVC résistant aux intempéries. Des canalisations latérales, alimentées par une conduite maîtresse, sont posées sur le sol. Ces canalisations, généralement d'un diamètre de 10 à 25 mm, sont perforées ou munies de goutteurs spéciaux. Chaque goutteur doit déverser l'eau goutte à goutte sur le sol, à un débit prédéterminé, allant de 1 à 10 litres par heure.

La pression de l'eau dans les tuyaux est ordinairement comprise entre 0,5 et 2,5 atmosphères. Cette pression s'atténue par frottement lorsque l'eau s'écoule à travers les étroits passages ou orifices du goutteur, si bien que l'eau sort à une pression atmosphérique sous forme de gouttes et non en jet ou aspersion. Les goutteurs commercialisés sont soit *internes* (fixés à l'intérieur des tuyaux d'amenée latéraux) soit *externes* (enfichés sur les tuyaux à travers des trous perforés dans la paroi de la conduite d'amenée). Ils sont conçus pour évacuer l'eau à un débit constant de 2, 4 ou 8 litres par heure. Le débit de sortie est toujours altéré par des variations de la pression, mais dans une moindre mesure si les émetteurs sont munis d'un régulateur de pression. La fréquence et la durée de chaque irrigation sont contrôlées par une vanne actionnée manuellement ou par une série de valves automatiques programmables. Des valves doseuses interrompent automatiquement l'écoulement une fois qu'un volume prédéterminé a été appliqué.

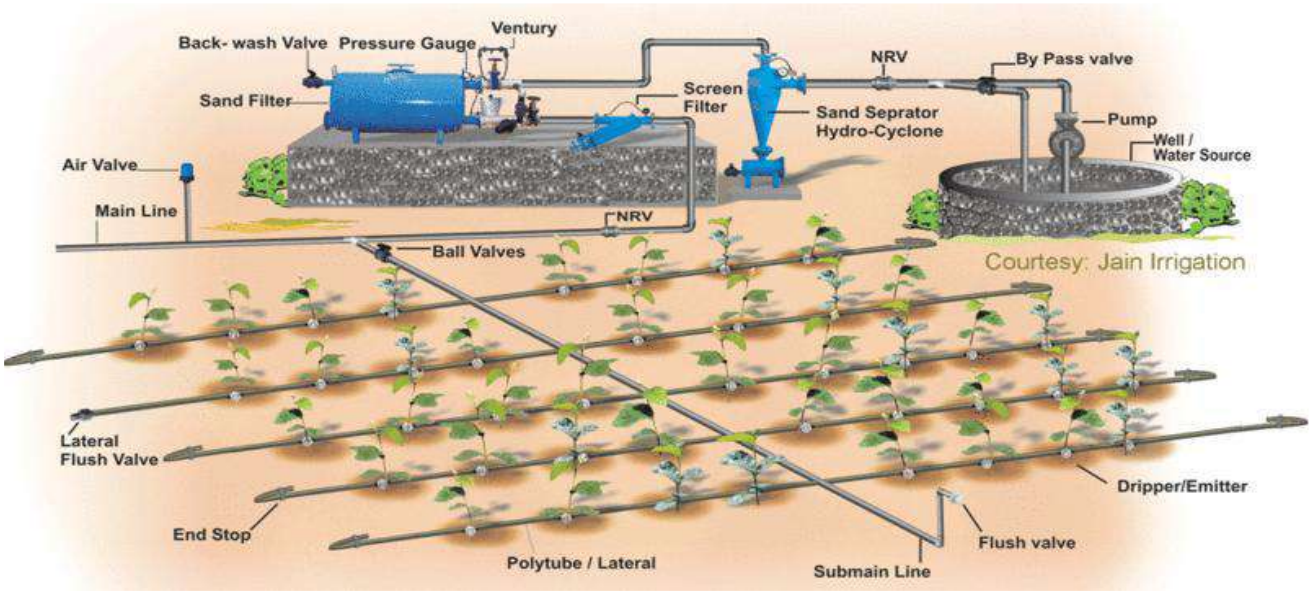


Figure I-7 : Irrigation goutte à goutte

La zone humectée, et donc le volume d'enracinement actif, est ordinairement inférieure de 50 pour cent à ce qu'elle serait si tout le sol était mouillé uniformément. Si les applications au goutte-à-goutte sont fréquentes (ce qui est conseillé), la portion mouillée du sol reste en permanence humide, mais le sol n'est pas saturé et reste donc bien aéré. Cela crée des conditions d'humidification exceptionnellement favorables. L'irrigation au goutte-à-goutte présente donc un avantage certain par rapport à l'irrigation par surverse et même par rapport à l'irrigation par aspersion moins fréquente, en particulier pour les sols sableux ayant une faible capacité de rétention d'eau et dans les climats arides où les pertes par évaporation sont élevées. En outre, contrairement à l'irrigation par aspersion, l'irrigation au goutte-à-goutte n'est pratiquement pas affectée par le vent. La texture du sol, la topographie ou la rugosité de la surface ont aussi une influence moins grande qu'avec l'irrigation de surface.

Si la quantité d'eau déversée est supérieure aux besoins de la plante, la zone mouillée se trouvant en dessous de chaque goutteur s'allonge vers le bas et peut finir par former une « cheminée » qui draine l'eau excédentaire hors d'atteinte des racines**.[9]**

I-5-2-1-Description des éléments du système goutte à goutte :

Bien que les goutteurs constituent le dispositif central du système d'irrigation au goutte-à-goutte, celui-ci se compose de plusieurs autres éléments. Ceux-ci doivent être compatibles entre eux et adaptés aux exigences des cultures ainsi qu'aux caractéristiques de la parcelle irriguée.

Ces éléments se répartissent en six catégories principales :

1. une source d'eau : système de pompage à partir d'une source superficielle ou souterraine, ou en connexion à un réseau d'approvisionnement public, commercial ou coopératif.

2. un système de distribution : conduite principale, canalisations secondaires et collecteurs (tuyaux d'alimentation)

3. des rampes latérales

4. des accessoires de contrôle : valves, compteurs d'eau, régulateurs de pression et de débit, dispositifs automatiques, dispositifs anti-retour, valves antivide, valve de vidange d'air etc.

5. un système de filtrage

6. un équipement d'injection de produits chimiques : éléments nutritifs pour les plantes et agents de traitement de l'eau.

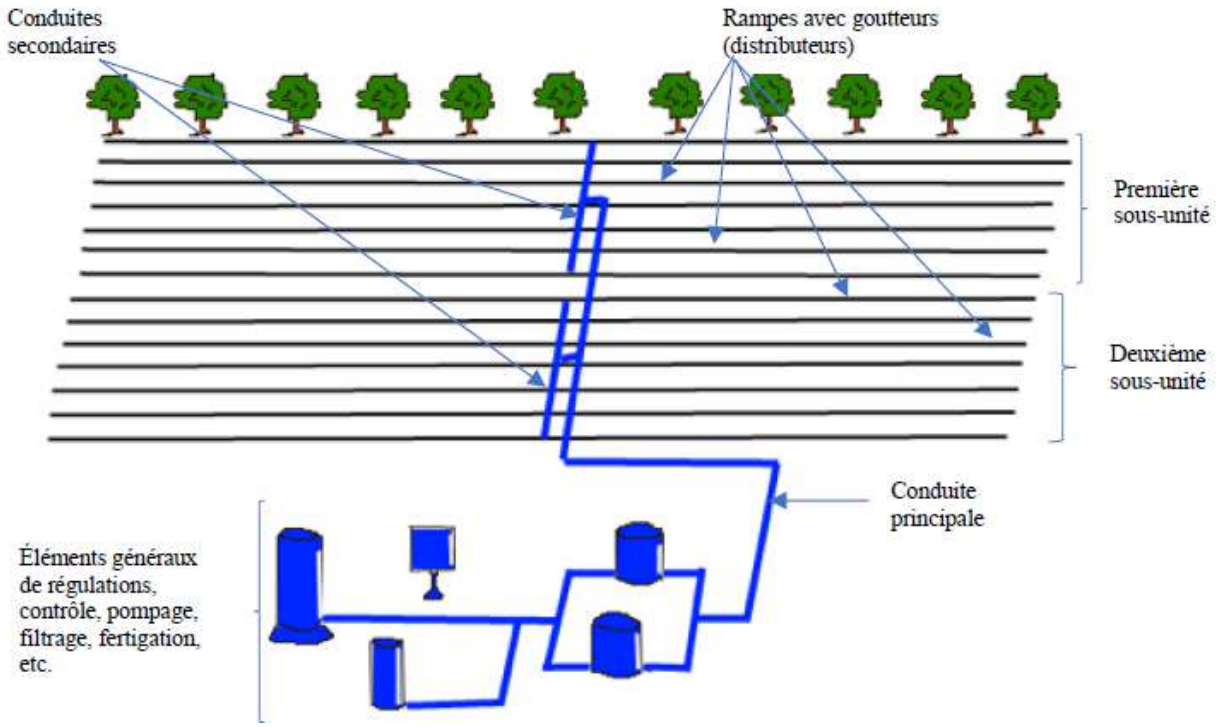


Figure I-8 : Les éléments de Système d'irrigation goutte à goutte

I-5-3- Irrigation par aspiration :

L'irrigation par aspersion s'est rapidement développée après la seconde guerre mondiale, notamment en Europe et aux Etats-Unis. Avec les améliorations techniques de rendement et de la baisse du coût, elle s'est petit à petit développée dans les régions arides et semi-arides. L'eau est transportée dans des réseaux de conduites sous pression puis délivrée au niveau de la parcelle par des bornes qui régulent la pression et le débit. L'eau est ensuite dirigée dans d'autres conduites qui alimentent sous pression des asperseurs qui répandent l'eau en pluie.**[9]**



Figure I-9 : Irrigation plein champ par aspersion

Les principaux appareils d'aspersion sont :

- ✓ Les rampes d'arrosage qui ont une densité d'aspersion élevée (les sols arrosés ainsi doivent avoir une perméabilité suffisante).
- ✓ Les petits arroseurs rotatifs, ou tourniquets, traditionnellement utilisé pour les pelouses et les exploitations maraichères, qui apparaissent de plus en plus dans les exploitations agricoles, mais qui sont exigent en main d'œuvre.
- ✓ Les appareils à jet unique (sprinklers, lance d'arrosage, canon d`arrosage).

I-5-3-1- Les arrousers:

Les arroseurs utilisés en agriculture sont à rotation lente. Cette rotation est obtenue par le va-et-vient d'un bras de levier qui porte un seul aubage et qui oscille sous l'effet de l'impact d'un jet qui s'échappe d'une buse. Les petits arroseurs ont des buses de 4 à 7 mm de diamètre.

La portée de leur jet est relativement faible, leur pression de service se situe entre 2,5 et 3,5 bars et les gouttelettes d'eau obtenues sont de petite taille. Les arroseurs moyens ont des buses de 8 à 14 mm de diamètre et nécessitent une pression de service d'au moins 4 bars. Les grands arroseurs ont des buses de 15 à 25 mm de diamètre et fonctionnent à des pressions d'au moins 4,5 bars. Ils ont une pluviométrie horaire élevée et conduisent à la formation de grosses gouttelettes. La taille des gouttelettes ne doit occasionner aucun dommage ni au sol, ni à la culture. Une augmentation de la pression s'accompagne normalement d'une réduction de la taille des gouttelettes. L'angle idéal d'inclinaison par rapport au plan horizontal est de 32° en conditions calmes. Les perturbations causées par le vent sont influencées par le montant sur lequel repose l'arroseur ainsi que l'angle de projection du jet d'eau. La plupart des arroseurs moyens à usage agricole ont des angles compris entre 25 et 26°, alors que ceux des grands arroseurs se situent entre 23 et 24°.**[8]**



arroseur circulaire



arroseur-canon

Figure I.10: Example des arroseurs.

I-6- Avantages et les inconvénients des techniques d'irrigation :[10]

I-6-1- Irrigation de surface :

- **Les avantages:**

- coût d'investissement est relativement faible

- besoin en énergie faible ou nul

- technique éprouvée

- insensibilité au vent

- bonne adaptation a l'épandage d'eaux usées

- possibilités d'utilise les eaux salées (en pratiquant le lessivage de sol

- les végétaux ne sont pas mouillés, ce qui est favorable sur le plan phytosanitaire

- **Les inconvénients :**

- besoin important en main d'œuvre (sauf système moderne)

- efficience d'arrosage à la parcelle généralement faible sauf système sophistique avec recyclage des eaux de colature

- inadaptation aux sols très filtrants

- planage nécessaire à la parcelle

- desserte de la parcelle en générale assurée par des canaux, qui viennent cloisonner et figer les parcellaire. (Cet inconvénient disparaît dans le cas des dessertes par canalisations enterrées à basse pression)

- pertes d'eau dans les réseaux de canaux (dépendant a la présence ou l'absence de revêtement et la qualité de régulation de niveau et débit).

- Surface consommée par les canaux et rigoles.

I-6-2- Irrigation goutte à goutte :

- **Les Avantages :**

- excellence efficience d'arrosage à la parcelle (à condition que la technique soit parfaitement maîtrise).

- excellent rendement des cultures.

- bonne adaptation à l'utilisation des eaux salées.

- très faible besoin en main d'œuvre.

- coût d'entretien réduit.

- insensibilités au vent.

- ne mouille pas le feuillage, ce qui favorable de point de vue phytosanitaire.

- ne mouille que le sol que très partiellement, ce qui favorable aux façons culturelles.

- limite la prolifération des adventices.

- raccourcit le cycle végétatif de la culture.

- **Les inconvénients**

- coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée.

- exige un haut degré de compétence à tous les niveaux conception de l'installation, conduites des arrosages par l'irrigant.

- nécessite une maintenance rigoureuse, en raison de risque lies à une éventuelle interruption des arrosages.

- nécessite la filtration de l'eau d'irrigation.

- fonctionne avec des matériels délicats à durée de vie relativement faible.

I-6-3- Irrigation de l'aspersion :

- **Les avantages:**

- possibilité d'arroser tous les types de sols

- possibilités de réaliser des installations mobiles, susceptible de déplacer suivant de la nature des cultures, ce qui facilite la rotation culturale

- avec les matériels entièrement automatiques, possibilité de réaliser des arrosages a fable dose et a cadence rapide

- possibilités de réaliser des installations de protection contre les gelés radiatives au printemps

- oxygénation de l'eau projette en pluie, favorable dans le cas d'utilisation d'eaux résiduaires réductrices.

- **Les inconvénients :**

- dépenses énergétiques élevées, parfois prohibitives dans les payes où l'énergie est chère.

- difficultés d'utilisation et efficience réduite en région ventées.

- obligation de multiplier les traitements phytosanitaires en raison de lavage des appareilles foliaires

- mouillage des feuilles favorisant les maladies cryptogamiques chez certaines espèces végétales.

- mauvaise adaptation aux sols

- possibilités réduite pour l'arrosage avec des eaux résiduaires (formation des aérosols)

- déplacement des matériels difficile dans les zones à culture haute

- ne convient pas aux eaux salées sur beaucoup des cultures (risque de brûlure des feuillages).

I-7- 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'oeuvre, 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.

Le tableau suivant présente une comparaison des différentes méthodes d'irrigation en fonction du site et des facteurs de situation. Il présente également les avantages et les inconvénients d'une technique d'irrigation par rapport à une autre. Tous ces éléments doivent être pris en compte avant d'effectuer la conversion vers une technique plus efficiente. Si un système d'irrigation n'est pas particulièrement bien adapté à une situation donnée, il peut ne pas être plus efficient ou ne pas économiser plus d'eau que la méthode d'irrigation initiale.

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 des efficiences au champ pour ces deux méthodes.

Systèmes d'irrigations	Efficience au champ (en %)
Irrigation à la raie (inclinée)	50-80
Avec réutilisation des eaux en aval	60-90
Irrigation à la raie (horizontale)	65-95
Irrigation par planche	50-80
Bassins plats	80-95
Aspersion (sauf pivots)	-

Aspersion avec déplacement	60-85
Goutte à goutte de surface	70-95
Goutte à goutte enterré (SDI)	75-95
Micro asperseurs	70-95

Tableau I-1 : Valeur en % de l'efficience au champ [11]

I-8- Choix des techniques d'irrigation :

La distribution continue est une distribution non économique . L`eau est distribué continuellement sans tenir compte des périodes successives du développement végétal et sa répartition est mal assurée sur les zones à irriguer.

La distribution par rotation présente l'inconvénient de ne pas tenir compte de la variation des besoins de la plante au cours de son cycle végétatif ce qui entraine des rendements plus fiables.

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et en particulier :

- La pente du terrain à irriguer
- Le débit dont on dispose
- Nature du sol (perméabilité)
- Nature des cultures
- Facteurs économiques
- Rentabilité de l'opération.

La distribution à la demande offre l'avantage de fournir l'eau à la plante suivant ses besoins. Elle n'est pas contraignante pour les fellahs mais demande pour fine meilleur efficacité une automatisation asservie à l'humidité du sol, aux besoins instantanés des plantes et au temps d'arrosage ex : irriguer la nuit pour éviter des pertes importantes par évaporation.**[12]**

I-9- Conclusion :

Malgré ces techniques, l'efficience de l'irrigation est à déplorer. Il est indispensable de pratiquer d'autres techniques plus efficientes et peu consommatrices d'eau, en particulier dans le cas des zones semi-arides et arides, dont le potentiel de ressources en eau mobilisées est faible.

Dans le chapitre II on va voire une système d'irrigation développer c'est à dire système d'irrigation automatique.

Chapitre II : Les systèmes d’irrigation automatique

II-1- Introduction :

Tous les secteurs ont bénéficié du développement technologique mondial. La technologie a facilité certains processus qui ont été plutôt difficiles pour les humains. Dans le secteur agricole en général ou dans le domaine de l'irrigation en particulier, la technologie a fait une différence spectaculaire, avec l'émergence d'un nouveau concept d'irrigation, appelé irrigation automatique. Ce système permet de réduire la consommation aveugle d'eau et les dommages causés par un arrosage excessif.

II-2- Définition :

L'irrigation automatique est un système d'arrosage du jardin sans intervention humaine. Le moment et la durée de l'arrosage sont programmés au préalable, rendant l'arrosage possible même durant l'absence des propriétaires. Le système peut d'ailleurs être piloté à distance avec la technologie des objets connectés. Il est destiné à différents usages, non seulement en termes d'agriculture ou d'entretien d'espace vert, mais aussi sur les terrains de sport. Le modèle adapté dépend de son utilisation ainsi que de ses avantages et de ses inconvénients. Pensez également à la micro-aspersion dans votre jardin.**[13]**

II-3- Historique :

Les premiers programmateurs d'arrosage, électromécaniques, apparaissent vers les années 1960 afin d'éviter les actions manuelles et répétées. Ces appareils sont peu précis et relativement coûteux. L'électronique grand public se développant les décennies suivantes, les tarifs chutent et la précision augmente avec la disparition des parties mécaniques. Dans les années 1980 viennent les premiers appareils périphériques aux programmateurs avec essentiellement des systèmes agissant en fonction de la pluviométrie, afin d'optimiser ou d'économiser les apports d'eau. Quelques années plus tard, la « gestion centralisée » à partir de micro-informatique est créée pour les grands ensembles tels les golfs ou les différents sites d'une même ville. Dans les années 2000, les sondes périphériques, apparues bien avant, évoluent vers plus de technicité, gérant plusieurs paramètres au-delà de la seule pluviométrie[2]. Vers le milieu des années 2010 sont commercialisés les premiers programmateurs « à distance », que ce soit avec une technologie Bluetooth permettant une gestion à courte distance ou wifi autorisant une action de n'importe où dans le monde pourvu qu'une connexion internet soit disponible.**[14]**

Outre de se défaire de la charge d'un arrosage manuel, l'usage d'un programmateur permet principalement d'économiser l'eau ; ces économies sont consécutives de plusieurs actions réalisées par l'homme sur le programmateur, telle la modulation des durées, des fréquences (répétitions) ou des quantités. Mais les objets périphériques, principalement des sondes de vent, ensoleillement, température ou surtout pluviométrie, peuvent également agir sans action humaine pour diminuer les quantités d'eau apportées ; certains modèles communicant à distance vont jusqu'à inclure l'évapotranspiration comme paramètre, alors que les générations les plus récentes gèrent les informations transmises par des stations météorologiques locales.**[15]**

II-4- Les types de système d'irrigation automatique :

II-4-1- L'irrigation automatique de surface :

Les tuyaux d'irrigation sont posés sur le sol. Ils fonctionnant grâce à un système d'aspersion ou à un système à basse pression. Facile à installer, leur coût est peu élevé. Sachez toutefois que cette solution est davantage adaptée à de petits jardins. Un arrosage automatique de surface se déplace facilement d'un endroit à l'autre en fonction des besoins.

Il s'agit toutefois d'une solution peu esthétique puisque les tuyaux sont visibles hors sol. De plus, les différents raccords multiplient le risque de fuites, ce qui a ensuite une influence sur la consommation d'eau de la copropriété. Sachez également qu'une irrigation automatique de surface est peu conseillé pour un grand jardin.**[16]**

II-4-2- L'irrigation automatique enterré :

L'irrigation automatique enterré se compose d'un réseau de tuyaux souterrains qui permettent d'alimenter en eau les tuyères et les turbines. Un système permet de les faire sortir du sol pendant le temps de l'arrosage. Une fois l'opération terminée, les tuyères et les turbines sont camouflées dans le sol.

L'irrigation automatique enterré est une solution très efficace adapté au jardin de grande taille. De plus, le résultat est particulièrement esthétique, puisqu'aucun matériel d'arrosage n'est visible hors sol. Il s'agit toutefois d'une installation complexe et des tranchées devront être creusées dans le jardin pour installer les tuyaux.

Il est possible de coupler un système d'irrigation enterré avec une sonde d'humidité. L'intérêt est que la sonde, positionnée dans le sol, est en mesure de déclencher automatiquement l'arrosage lorsque le taux d'humidité est trop bas. Cette solution permet d'éviter le déclenchement du système d'arrosage automatique lorsqu'il a plu, par exemple.**[16]**

II-4-3- Les arroseurs rotatifs :

Les arroseurs rotatifs automatiques fonctionnent grâce au système d'arrosage par aspersion. Ils produisent un jet d'eau qui permet d'arroser le jardin. Il existe :

-Des modèles mobiles, particulièrement adaptés à un système d'arrosage en surface.

-Des modèles fixes, particulièrement adaptés à un système d'arrosage enterré.

Un arroseur rotatif est généralement capable d'arroser une surface à 360 ° et permet d'obtenir un arrosage uniforme sur une zone circulaire. Les modèles en plastique sont peu résistants et des déperditions d'eau sont à déplorer pour les modèles dont la portée de l'arrosage n'est pas réglable.**[16]**

II-4-4- Les arroseurs canons :

Un arroseur canon peut également est arroseur rotatif. Le fonctionnement à haut débit permet de projeter l'eau loin pour un arrosage global du jardin. Programmable, ce type d'arrosage convient pour les végétaux en plein terre mais peut abîmer des plantes fragiles. De plus, en cas de vent important, la trajectoire de l'eau sera déviée ce qui ne permet pas d'arroser efficacement le jardin.

Il ne s'agit pas d'un système d'irrigation localisée, ce qui engendre des déperditions. Toutefois, les arroseurs canons conviennent parfaitement pour les grands terrains.**[16]**

II-4-5- Les arroseurs oscillants :

Pour arroser une zone rectangulaire, les arroseurs oscillants sont l'idéal. Il s'agit d'un mode d'arrosage par aspersion. Le jet d'eau produit forme un éventail et est projeté assez haut. Il est généralement possible d'ajuster la longueur et la largeur de la zone à arroser au niveau du programmateur. Une minuterie intégrée permet le fonctionnement autonome de ce type d'arrosage.

Attention toutefois aux déperditions d'eau lorsque la zone à arroser n'est pas rectangulaire.**[16]**

II-4-6- Les tuyères d'irrigation :

Une tuyère est un système d'irrigation automatique fixe par aspersion qui convient pour des petits jardins. Une tuyère est un petit jet fixe qui permet d'arroser de la même manière qu'une pluie fine. Elle est capable de couvrir un cercle ou une partie d'un cercle. Selon les tuyères, la portée du jet peut être comprise entre 2 et 5 mètres.

Le corps de la tuyère est la partie enterrée de l'appareil dont une partie dépasse hors du sol afin que puisse y être vissée la buse d'arrosage. Pour le bon fonctionnement de ce

système d'arrosage, choisir un modèle bénéficiant d'un renfort multi-filetage permet de s'assurer de la solidité et de la résistance de l'appareil.

A la place d'une tuyère d'arrosage peut être installée une turbine. Il s'agit d'un appareil d'arrosage automatique fixe par aspersion également mais qui est en mesure de couvrir une plus grande portée. Le débit de ces deux appareils n'est pas le même, tout comme leur pression, raison pour laquelle un même réseau ne peut pas accueillir ces deux types d'appareils d'arrosage.**[16]**

II-4-7- Les arrosages intégrés

Lorsque les copropriétaires décident d'installer un système d'arrosage intégré, ils doivent savoir que c'est un équipement facilement modulable et qu'ils pourront facilement faire évoluer. Relativement discret puisqu'il est installé dans le sol, sa consommation en eau est très économique puisqu'elle est parfaitement localisée. Un système fixe permet de largement limiter les déplacements nécessaires.

Couplés avec un programmateur, les arrosages intégrés sont parfaitement autonomes. Une pompe d'arrosage automatique devra être installée lorsque le système d'arrosage utilise l'eau du réseau de distribution, l'eau d'un puits, etc. Des électrovannes permettent ensuite de déclencher ou non l'arrivée d'eau dans le système d'arrosage intégré.

Il existe différents diamètres de tuyaux. Il est d'ailleurs possible de choisir entre des tuyaux enterrés haute densité (adaptés pour les tranchés) ou des tuyaux enterrés basse densité (adaptés pour les raccordements au niveau du sol).

Un système d'arrosage intégré se compose de différents dispositifs d'arrosage à relier aux tuyaux enterrés :

- Les turbines :
  - Solution adaptée pour l'arrosage de la pelouse
  - L'eau est projetée loin.
  - Inconvénient : les feuilles et fleurs sont également arrosées.
- Les tuyères :
  - équipement escamotable.
  - portée réduite.
  - le jet d'eau s'élève très peu au-dessus du sol.
- Les tuyaux poreux :
  - positionnement enterré, en surface ou semi-enterré.
  - assurent la distribution de l'eau sur toute la longueur du tuyau (réglage impossible).

- une installation enterrée est l'idéal si vous souhaitez irriguer les racines des plantes et du gazon.

- Les goutteurs :
  - L'eau est distribuée au niveau de chaque plante.
  - Leur positionnement se fait selon les besoins.
  - Le débit est réglable ce qui permet d'adapter la quantité d'eau acheminée à chaque plante.**[16]**

II-5- Les avantages et les inconvénients d'un système d'irrigation automatique :

- **Les avantages :**

- C'est très pratique. Gagnez du temps et des efforts pour arroser vos plantes.
- Évitez les erreurs. Planifiez l'irrigation et ne vous inquiétez que du remplissage du réservoir d'eau.
- Prolonge la vie de vos plantes. Empêchez-les de mourir et économisez sur de nouvelles plantes.
- En économisant de l'eau. Ajustez l'arrosage optimal de vos plantes.
- Garde le niveau d'humidité du substrat constant.
- Ajouter des nutriments à l'eau d'irrigation pour nourrir les plantes tout en les arrosant.
- Prévient et réduit les maladies causées par le stress hydrique (manque ou excès d'irrigation)

- **Les inconvénients :**

- Coûts élevés ; bien que ceci soit très relatif en agricole lorsqu'on inclut la rentabilité globale d'une exploitation qui ne repose que sur les rendements de ses cultures.
- Besoin de main d'œuvre pour le montage de certains grands systèmes agricoles.
- Hormis pour le goutte à goutte, quand il fait chaud ou qu'il y a du vent, une part significative de l'eau sera évaporée, ou non utilisée par les plantes (perdue avec le ruissellement ou par percolation dans le sol loin des racines), ce qui contribue au gaspillage et parfois à la pollution (par les nitrates et pesticides surtout) de la ressource en eau.
- Bien que cela soit techniquement possible, les systèmes de pompes ne sont généralement pas asservies à un système de contrôle régulant le débit selon les vrais besoins de la plante, ou selon le contexte thermo hygrométrique.
- L'adaptation aux zones de pentes ou aux sols dont la perméabilité varie (ex : bordure de gazon) est parfois difficile.
- Peu de résistances aux périodes de grand froid.

- Moins d'économies d'eau qu'avec des dispositifs plus modernes et innovants (arrosage intelligent, arrosage connecté).

II-6- La carte programmable :

C'est une carte qui a besoin de programme informatique pour fonctionner, on peut l'assimiler à un être humain, quand son cerveau est vide il ne sait rien et il ne fait rien.
Les cartes programmables utilisent la technologie digitale pour fonctionner n'ayant moins rien ne les empêche de travailler avec des valeurs analogiques mais là c'est le programme qui va conditionner ça.
Les cartes programmables sont des nano-ordinateur mono cartes à des processeurs très puissants comme ARM cortex. **[17]**

II-6-1- Les types de la carte programmable :

On a plusieurs types du carte programmable on suite on va voire quelque exemples de ces cartes programmable :

a) Raspberry Pi :

Dans la figure suivant on va voir les composantes de la carte Rasebbery Pi :

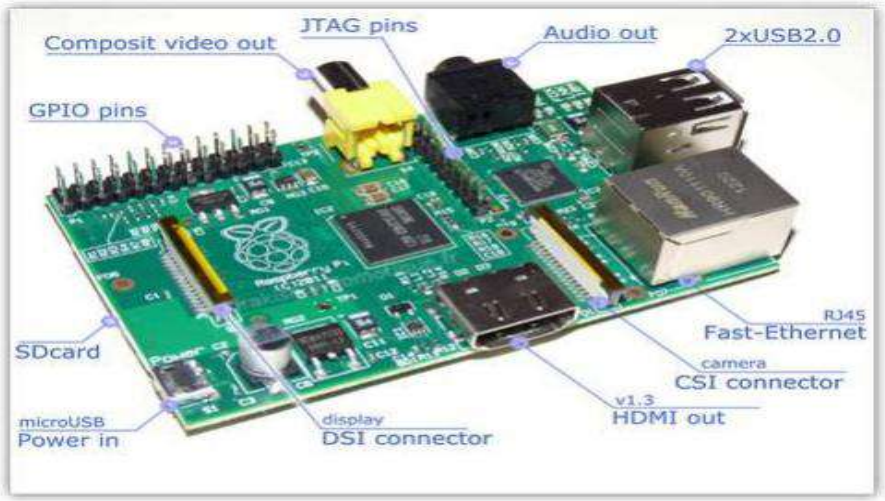


Figure II-1 : Les composantes de la carte Rasberry Pi

Les caractéristiques de la carte Rasberry Pi :

CPU: 4 coeur 1.2ghz
Ram : 1 gb
flash : Carte sd
GPIO : 40
Dimensions : 85,60 mm ×53,98 mm ×17 mm
Masse : 44,885 g
Langage : python

Os : linux.**[18]**

b) beagleBone :

Les composantes de la carte beagleBone sont :

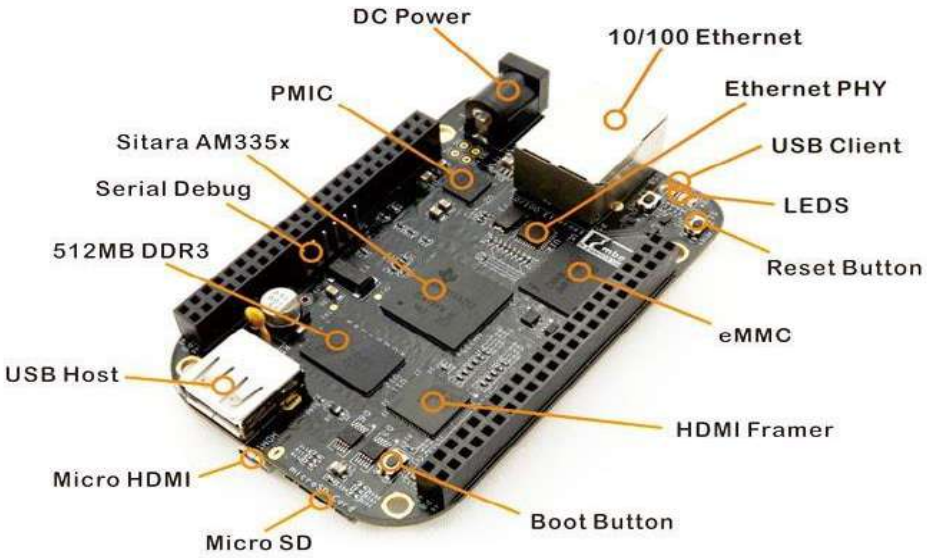


Figure II-2 : Les composants de la carte BeaglBone

Les caractéristiques de la carte BeaglBone :

CPU: cortex A8 1ghz
Ram : 512 MB
flash : 4GB
GPIO : 65
Langage : python
Os : linux.**[18]**

c) La carte arduino :

Une carte Arduino est une petite carte électronique (5,33 x 6,85 cm) équipée d'un micro-contrôleur. Le micro-contrôleur permet, à partir d'événements détectés par des capteurs, de programmer et commander des actionneurs ; la carte Arduino est donc une interface programmable.**[19]**

- **Les différents types de la carte arduino :**

On plusieurs types de la carte arduino on va voire quelque exemples :

- **La carte Arduino UNO**

C'est la carte idéale pour découvrir l'environnement ARDUINO. Elle permet à tout débutant de se lancer dans tous ses premiers petits projets. Comme c'est la carte la plus utilisée, il est très facile de se référer aux tutoriels très nombreux sur le net et ainsi de ne pas rester seul dans son exploration.



Figure II-3 :carte arduino uno

La carte Arduino Lenardo

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-4 :carte arduino Lenardo

- **La carte Arduino Mega**

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

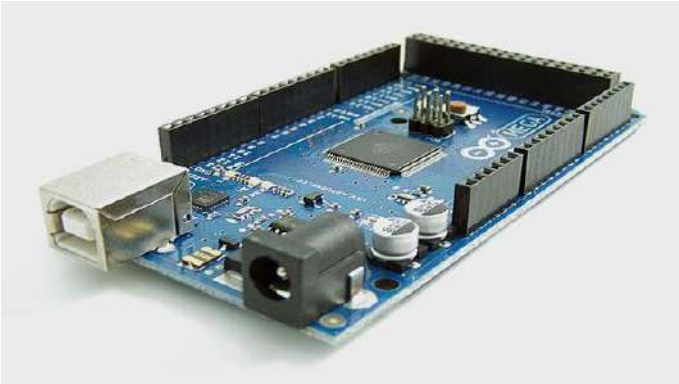


Figure II-5 : Carte arduino mega

- **La carte Arduino Nano**

La carte Arduino nano n'est ni plus ni moins qu'une carte Arduino uno miniaturisée. Sa taille et son poids réduits la destinent à une utilisation dans des espaces réduits (en textile par exemple) ou dans des applications de robotique ou de modélisme pour lesquels le poids et la taille sont des facteurs déterminant (hélicoptères, drônes…)

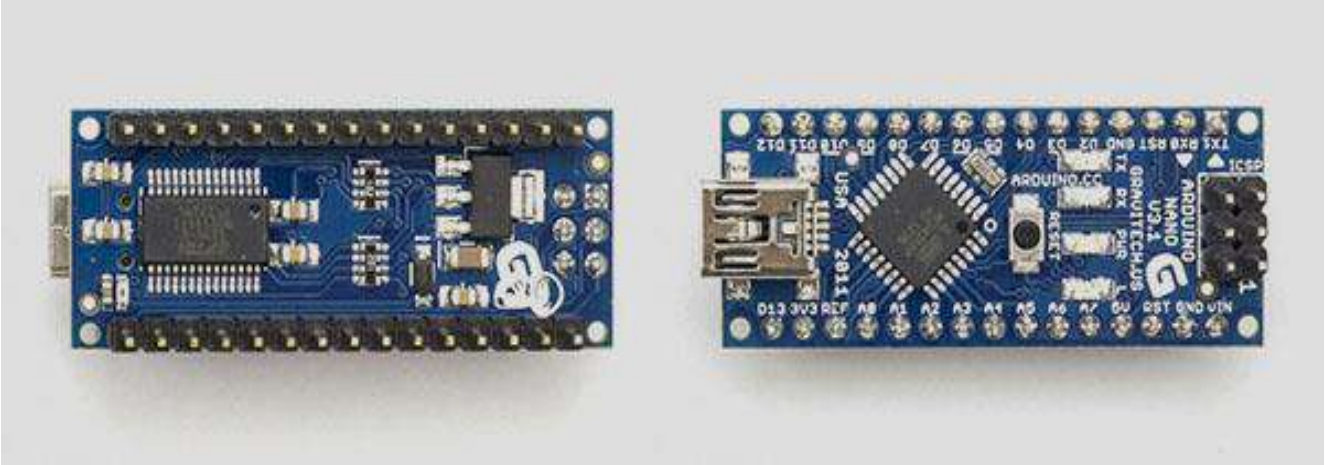


Figure II-6 : carte arduino Nano

- **La carte Arduino Mini Pro**

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.**[20]**

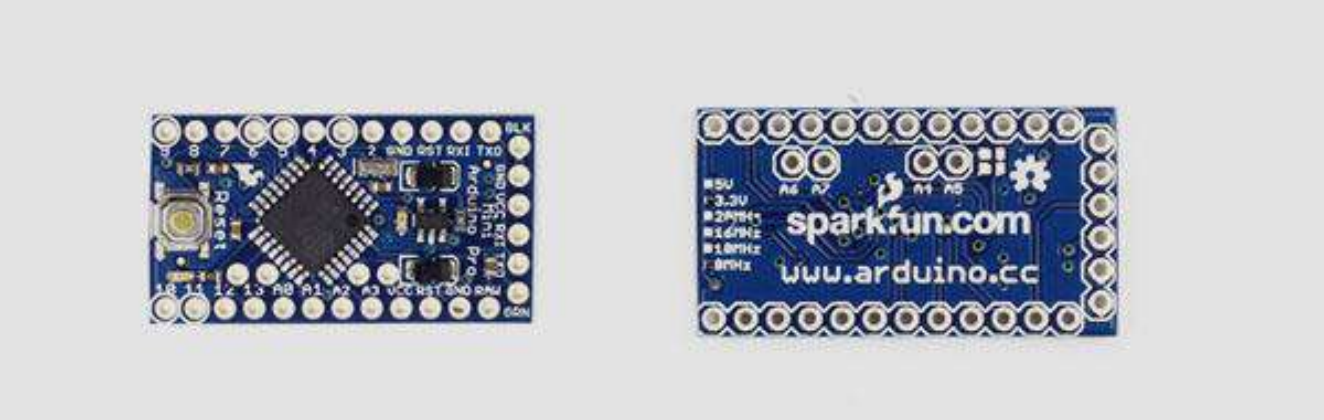


Figure II-7 :Carte arduino Mini Pro

- **Les composantes de la carte arduino :**

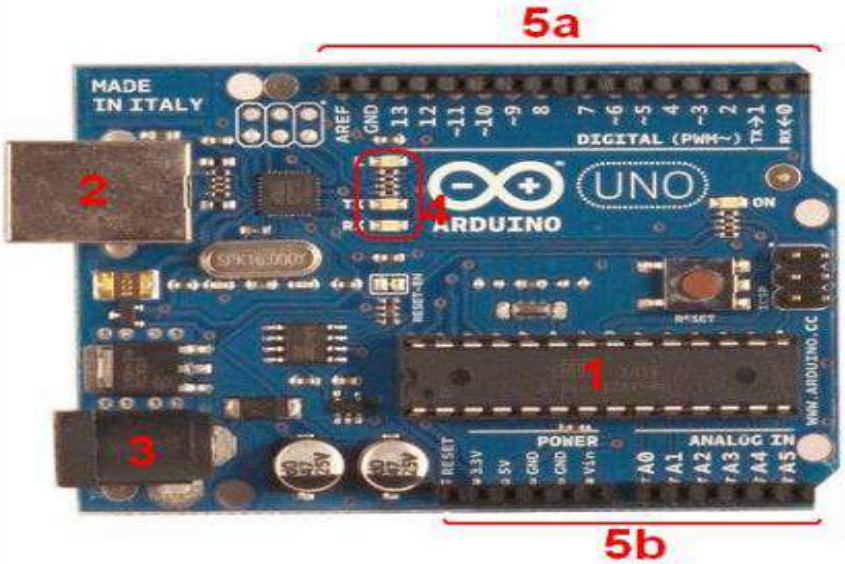


Figure II-8 : Constitution de la carte Arduino

1. Le micro-contrôleur : Il va recevoir le programme et le stocker dans sa mémoire puis l'exécuter.

2, 3 : Alimentation : Pour fonctionner, la carte a besoin d'une alimentation. Le microcontrôleur fonctionnant sous 5V, la carte peut être alimentée en 5V par le port USB (en 2) ou bien par une alimentation externe (en 3) qui est comprise entre 7V et 12V. Cette tension doit être continue et peut par exemple être fournie par une pile 9V. Un régulateur se charge ensuite de réduire la tension à 5V pour le bon fonctionnement de la carte.

4. Visualisation : 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.

• 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.

5a, 5b : La connectique :

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**.[21]**

- **Les caractéristiques principales de la carte Arduino :**

Chaque carte arduino consiste des caractéristique spécifique le tableau suivant apparaît les caractéristiques de carte arduino ATmega328**.[22]**

Microcontrôleur	**ATmega328**
Fréquences horloge	16Mhz
Tension de fonctionnement	5v
Tension d'alimentation	7~12v
Broches E/S numériques	6~20v
Broches d'entrées analogiques	14 (dont 6 disposent d'une sortie PWM représenter par le symbole tilde)
Intensité maxi disponible par broche E/S (5v)	40 mA (Attention 200 mA max total entrée/sortie cumulées)
Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3v	50mA
Intensité maxi disponible pour la sortie 5v	500mA max sur port USB
Mémoire programme flash	32 KB (ATmega328) dont 0.5 KB sont utilisés par le bootloader (chargeur d'amorçage)
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	2 KB (ATmega328)
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	1KB (ATmega328)
Interface	USB (permet d'alimenté la carte et de transféré les programmes vers la carte)
Alimentation externe	Jack
Dimensions	6.86 cm × 5.3 cm

Tableau II.2. Les caractéristiques principales de la carte Arduino ATmega 328

II-7- 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. **[23]**

II-7-1- L'interface :

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

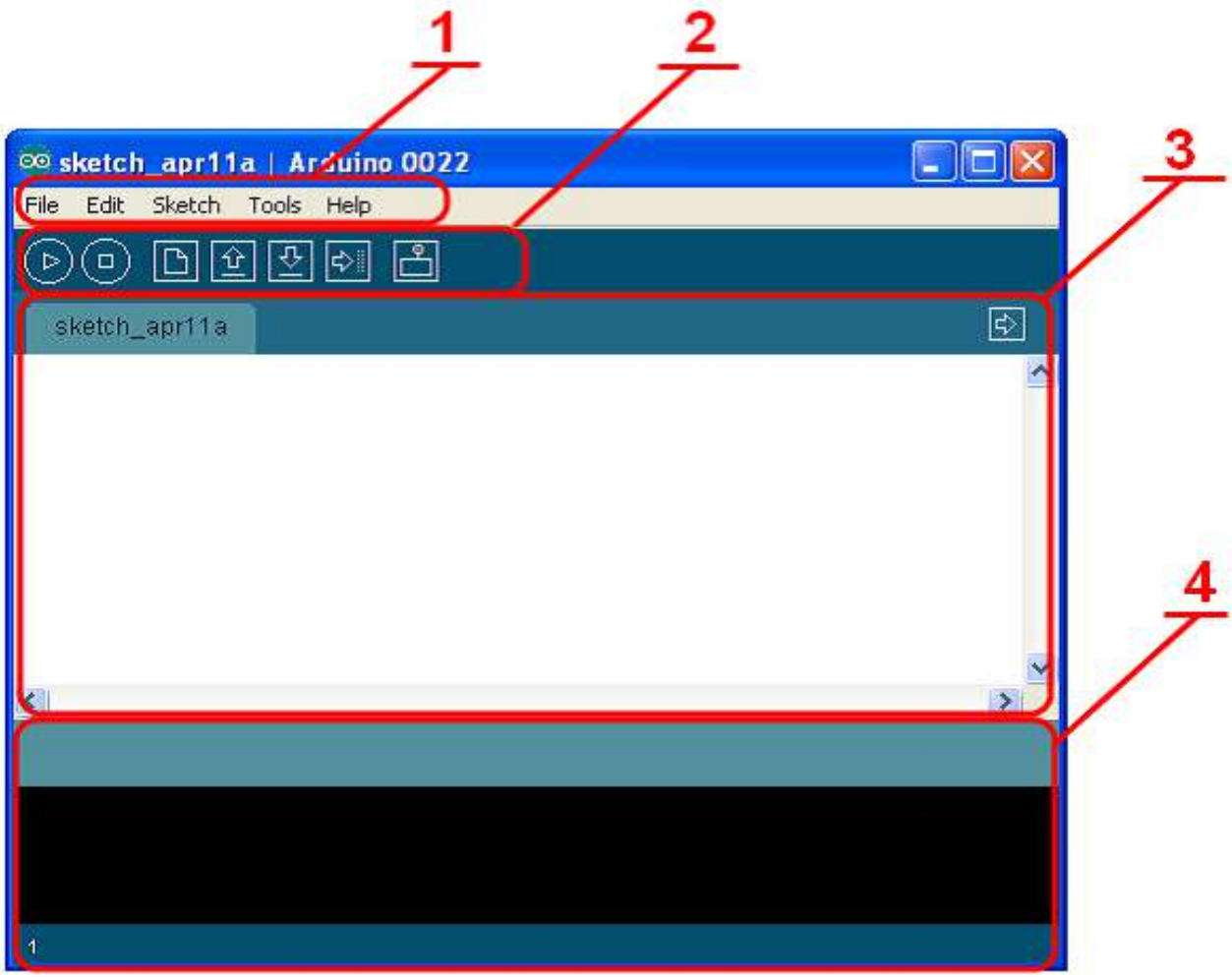


Figure II-9 : l'interface de l'IDE arduino

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 :

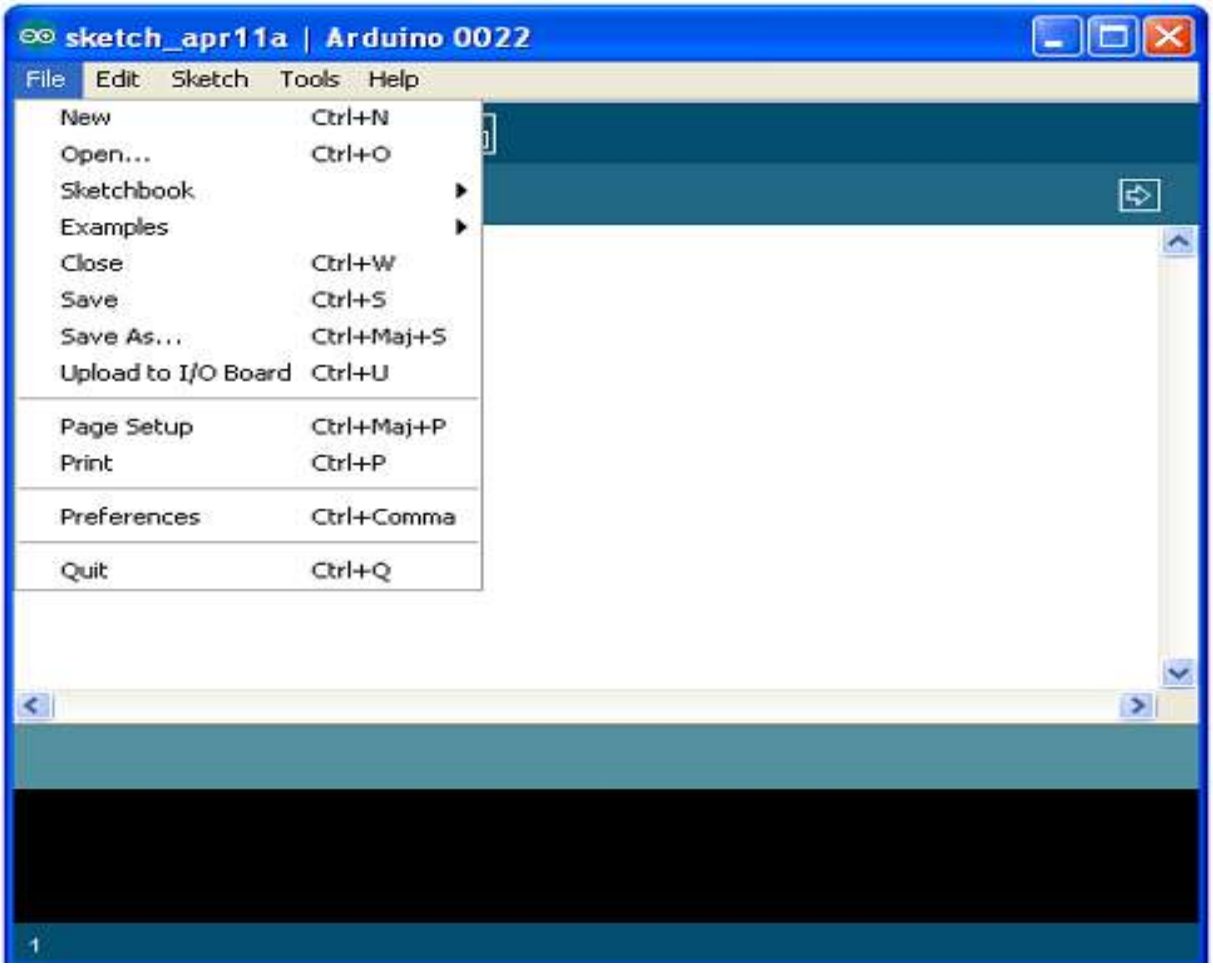


Figure II.10 : le menu file d'arduino

• 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. **[23]**

II-7-1-1- Les boutons :

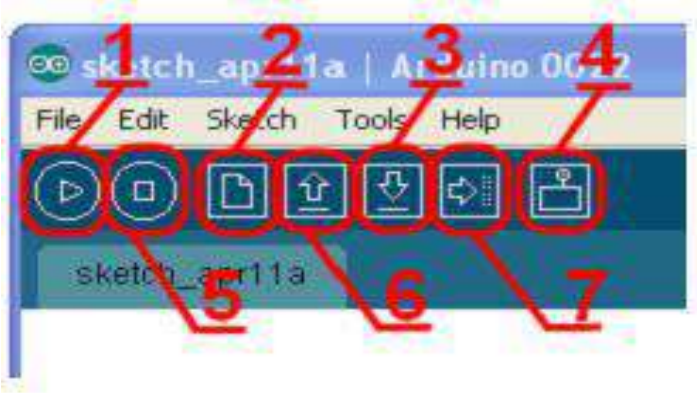


Figure II.11: les boutons de 'IDE Arduino.

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 **[23]**

II-7-2- Le langage Arduino :

Le projet Arduino était destiné à l'origine principalement à la programmation multimédia interactive en vue de spectacle ou d'animations artistiques. C'est une partie de l'explication de la descendance de son interface de programmation de Procession.

Procession est une librairie java et un environnement de développement libre. Le logiciel fonctionne sur Macintosh, Windows, Linux, BSD et Android. **[23]**

Référence:

• Le langage Java.

• Le langage C.

• L'algorithmique.

II-8- Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons vu un autre type d'irrigation, ou plutôt le type développé défini par la méthode d'irrigation, et nous avons examiné ses avantages et ses inconvénients. Nous avons également vu l'élément de contrôle de base du processus d'irrigation automatique, à savoir la carte programmable dont les types et les caractéristiques.

Le prochain chapitre, nous allons étudier un type spécial d'irrigation automatique, qu'est le système d'irrigation par mesure du taux d'humidité.

Chapitre III : Etude le système d’irrigation par mesure du taux d’humidité

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 programmateur 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-1- Définition d'humidité du sol :

L'humidité est la présence d'eau ou de vapeur d'eau dans l'air ou dans une substance (linge, pain, produit chimique, etc.). Elle peut se mesurer grâce à un hygromètre à cheveu ou numérique et s'exprime généralement en pourcentage.

Le terme humidité utilisé dans le langage de la construction correspond à une présence anormale d'eau dans un bâtiment. Celle-ci peut être sous forme de liquide, de vapeur d'eau ou de remontée capillaire.

L'humidité du sol est un paramètre important dans le bilan hydrique du sol et en irrigation, c'est un facteur intervenant dans la modélisation du drainage, et peut fournir de l'information sur le potentiel hydroélectrique et d'irrigation d'un bassin. Dans les régions de déforestation active, les évaluations de la teneur en humidité du sol aident à la prévision du volume de ruissellement, des taux d'évaporation et de l'érosion du sol.

L'humidité de surface du sol conditionne les échanges avec l'atmosphère par l'intermédiaire du bilan d'énergie à la surface du sol (très différent sur une surface séchée ou sur une surface humide), elle est importante en raison de son impact sur l'évaporation du sol et transpiration. Ce qui conditionne les transferts de masse et de chaleur entre la terre et l'atmosphère.**[24]**

La connaissance de l'humidité du sol est donc très utile dans les modèles de prévision météorologiques via des modèles de circulation générale. Enfin, une surveillance continue de l'humidité du sol sur une grande échelle, et sur de longues périodes de temps, donne un aperçu des modifications éventuelles du climat.

Cependant, l'humidité du sol est un terme très vague et il est important de le définir. La définition la plus commune de ce terme est la quantité totale d'eau présente dans la zone insaturée.

Pour des raisons pratiques, cette humidité est souvent séparée en deux composantes, l'humidité du sol de surface, correspondant aux premiers centimètres (5cm en général), et l'humidité de la zone racinaire du sol (deuxième réservoir). **[25]**

III-3- Matérielles utilisée :

III-3-1- Capteur d'humidité :

Ce capteur d'humidité permet de connaître la concentration d'eau dans la terre. Il est équipé de deux sorties :

- Une sortie analogique qui délivre une valeur analogique précise en fonction de la teneur en eau.

- Une sortie digitale dont on définit le seuil de déclenchement à l'aide d'un potentiomètre.

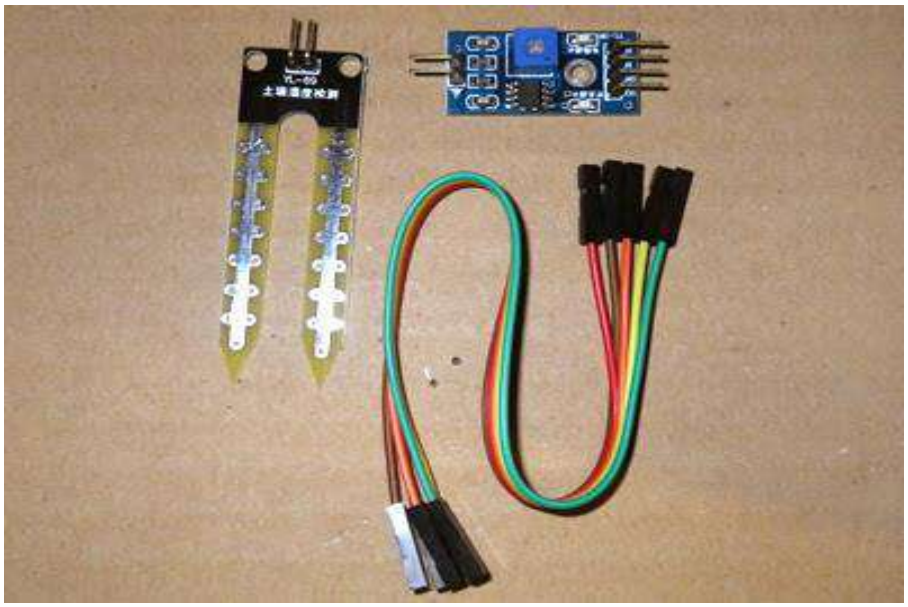


Figure III-1 : Capteur d'humidité

III-3-1-1- Principe de fonctionnement :

La conductivité électrique de la terre dépend de l'humidité du sol, autrement dit la résistance électrique d'un sol augmente avec la sécheresse de celui-ci.
Pour déterminer la concentration d'eau dans le sol, on exploite la propriété ci-dessus.

Ainsi, pour mesurer cette résistance électrique on utilise deux électrodes qui sont fixées sur un support en forme de fourche que l'on plante verticalement dans le sol.

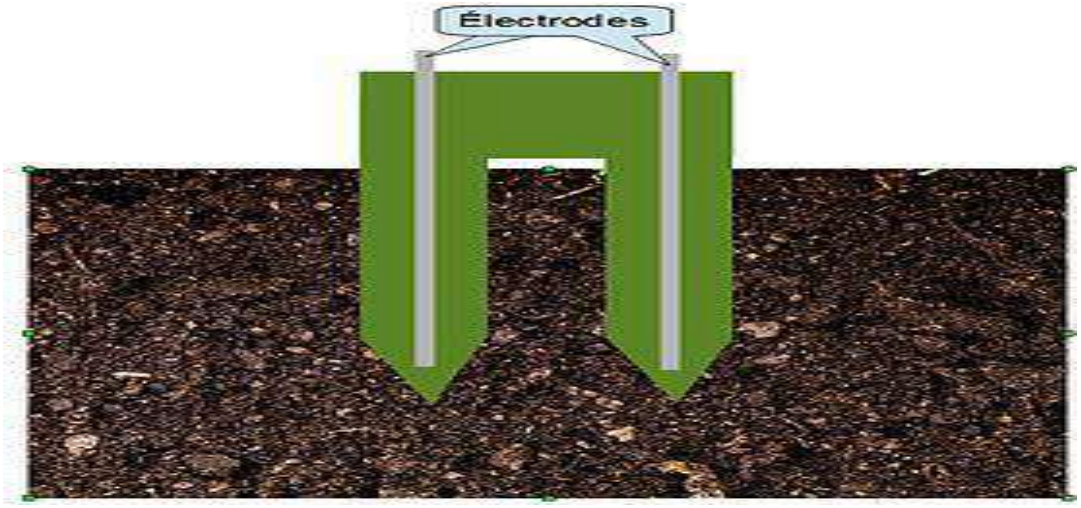


Figure III-2 : Les électrodes de capteur d'humidité dans le sol.

Il doit s'effectuer sur une des entrées analogiques de la BASE.

III-3-2- Relai :

Un relais est un appareil dans lequel un phénomène électrique (courant ou tension) contrôle la commutation On / Off d'un élément mécanique (on se trouve alors en présence d'un relais électromécanique) ou d'un élément électronique (on a alors affaire à un relais statique). C'est en quelque sorte un interrupteur que l'on peut actionner à distance, et où la fonction de coupure est dissociée de la fonction de commande. La tension et le courant de commande (partie "Commande"), ainsi que le pouvoir de commutation (partie "Puissance") dépendent du relais, il faut choisir ces paramètres en fonction de l'application désirée. Ainsi, il faut choisir des relais différents selon qu'il faut commuter des signaux audios ou des tensions ou courants importants. Comme la Commande peut être réalisée sous faible puissance (faible tension, faible courant), et que la partie Coupure peut commuter des puissances importantes, on peut dire que ce composant est un amplificateur de courant.

En électronique :

- Relais électromécanique, un dispositif utilisé pour la commutation de liaisons électriques ;
- Relais statique, version entièrement électronique du relais électromécanique ; antenne-relais ou Base Transcrive Station .

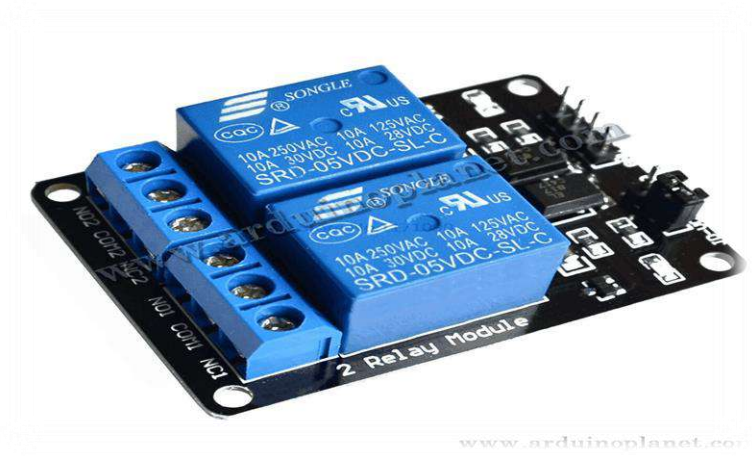


Figure III-3 : Relais 5V.

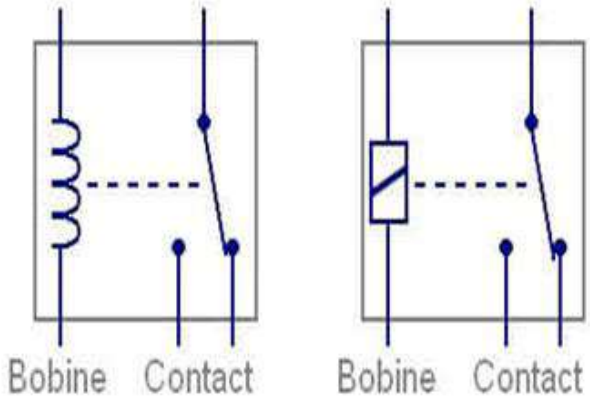


Figure III-4 : Symboles du relais.

III-3-3- Afficheur LCD :

LCD est l'abréviation du terme anglais "**L***iquid* **C***rystal* **D***isplay*" qui signifie en français "**Écran à cristaux liquides**". D'où afficheur **LCD**.

Un écran à cristaux liquides utilise un mode d'affichage numérique sur un écran plat. On a tendance à confondre dans le sens commun LCD et TFT. Cependant les écrans dits TFT (acronyme de Thin Film Transistor) ne sont qu'un des types d'écrans à technologie LCD existants.

Un cristal liquide est un état de la matière qui combine des propriétés d'un liquide conventionnel et celles d'un solide cristallisé. On exprime son état par le terme de mésophase ou état mésomorphe (du grec « de forme intermédiaire »).



Figure III-5 : Afficheur LCD.

III-3-4- Électrovanne :

Une électrovanne ou électrovalve est une vanne commandée électriquement. Grâce à cet organe, il est possible d'agir sur le débit d'un fluide dans un circuit par un signal électrique.

IL existe deux types d'électrovannes : tout ou rien et proportionnelle.

III-3-4-1- Électrovannes tout ou rien :

Les électrovannes dites tout ou rien ont deux états possibles

Entièrement ouvertes

Entièrement fermées

L'état change suivant qu'elles soient alimentées électriquement ou non. Il existe deux sortes d'électrovannes tout ou rien :

Les électrovannes dites normalement ouvertes, qui sont entièrement ouvertes en l'absence d'alimentation électrique (absence de tension) et qui se ferment lorsqu'elles sont alimentées électriquement.

Les électrovannes dites normalement fermées, qui sont entièrement fermées en l'absence d'alimentation électrique et qui s'ouvrent lorsqu'elles sont alimentées.

De plus, les électrovannes peuvent servir à isoler un circuit.

III-3-4-2- Électrovannes proportionnelles :

Les électrovannes proportionnelles peuvent être ouvertes avec plus ou moins d'amplitude. Selon les types de vannes l'ouverture peut être proportionnelle au courant électrique de l'alimentation, ou à la tension électrique de l'alimentation. Ce type d'électrovanne est généralement piloté par l'intermédiaire d'une commande.

Les électrovannes les plus courantes sont celles utilisées dans les lave-linge et lave-vaisselle pour le remplissage de la cuve. Elles sont aussi beaucoup utilisées sur les chambres froides et autres systèmes de climatisation.**[27]**



Figure III-6 : Electrovanne.

III-3-4- Pompe d'eau :

Les pompes véhiculant des liquides se divisent en deux catégories principales:

- Les pompes centrifuges : le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge.

- Les pompes volumétriques : l'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le liquide.

Une pompe est constituée par:

• une roue à aubes tournant autour de son axe

• un distributeur dans l'axe de la roue

• un collecteur de section croissante, en forme de spirale appelée volute.

Le liquide arrive dans l'axe de l'appareil par le distributeur et la force pousser le projette vers l'extérieur de la turbine. Il acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur où la section est croissante.

L'utilisation d'un diffuseur (roue à aubes fixe) à la périphérie de la roue mobile permet une diminution de la perte d'énergie.



Figure III-7 : pompe d'eau.

III-3-5- Alimentation du microcontrôleur:

On abaisse la tension avec un transformateur 220V/12V avant de la redresser par un pont de graetz. Ensuite elle est filtrée par un condensateur et enfin stabilisée par le biais du régulateur.

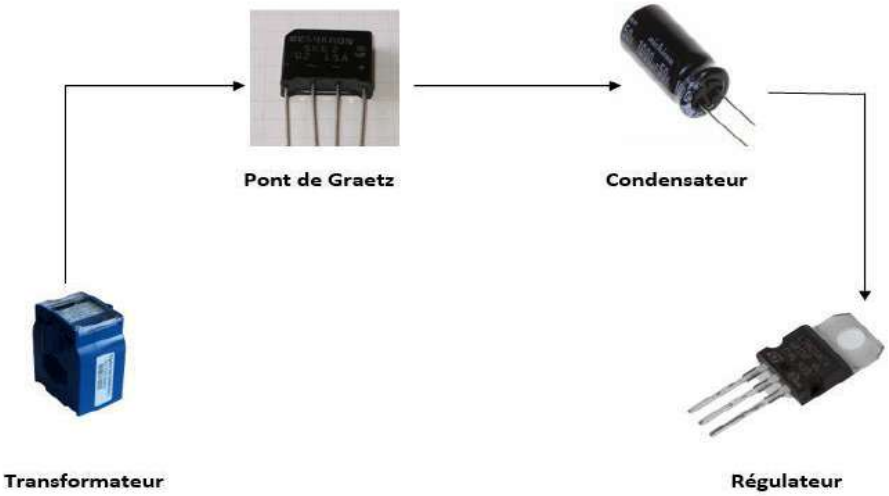


Figure III-8 : Les éléments néssecaire d'alimentation.

III-3-6- Réservoir :

Réservoir d'eau (60x20x20cm):



Figure III-9 : Réservoir d'eau.

III-4- Mesure d'humidité :

Les valeurs renvoyées par le convertisseur analogique du capteur, varient entre 0 (dans l'eau) et 1023 (dans l'air), que nous avons ramené à un pourcentage variant de 0% à 100% par une interpolation linéaire dont le programme est présenté ci-dessous.

```
long map(long x, long in_min, long in_max, long out_min, long out_max)
{
  return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}
```

La relation entre la valeur analogique (x) et le taux d'humidité en pourcentage (X) peut, donc, être exprimée par l'équation suivante

X = x*(-100/1023) + 100

Cette relation a été confirmée expérimentalement par des tests de mesure dans l'eau et dans l'air, on obtient ainsi des taux d'humidité, respectivement, de 100 et de 0%.

III-5-Organigramme :

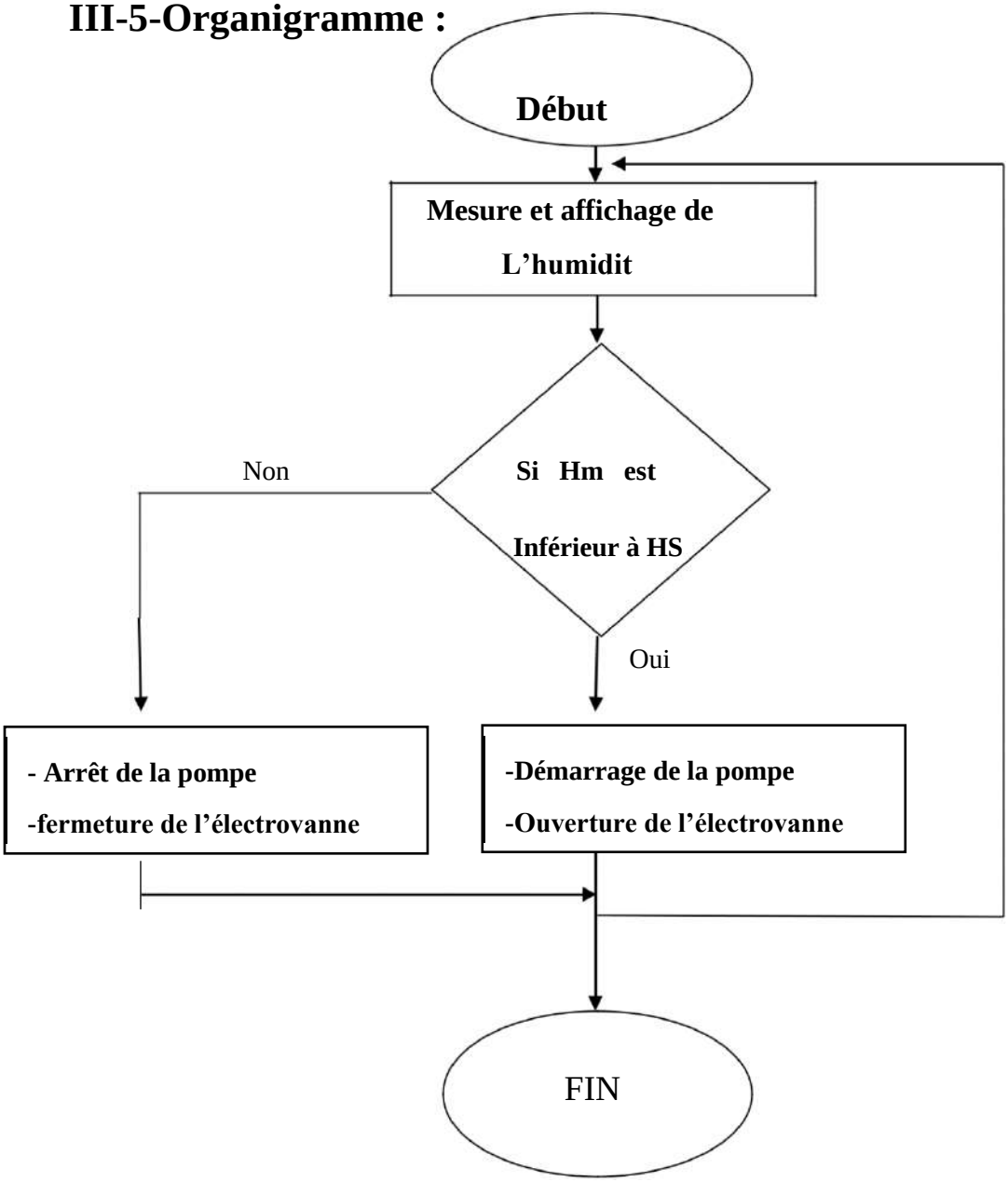


Figure III-10 : organigramme de notre système.

III-6-Grafcet :

Le GRAFCET (acronyme de « GRAphe Fonctionnel de Commande Etapes/Transitions » est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme, particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est-à-dire décomposable en étapes.

Le Grafcet est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

Un des points forts du Grafcet est la facilité de passer du modèle à l'implantation technologique de celui-ci dans un automate programmable industriel. Le Grafcet passe alors du langage de spécification au langage d'implémentation utilisé pour la réalisation de l'automatisme. On parle ainsi de Grafcet de spécification (niveau 1) et de Grafcet de réalisation (niveau 2). Les chapitres suivants seront donc consacrés à la définition du Grafcet et à son utilisation en tant que langage d'implémentation normalisé.**[28]**

La figure suivante (III-11) représente le GrafCet de notre système d'irrigation.

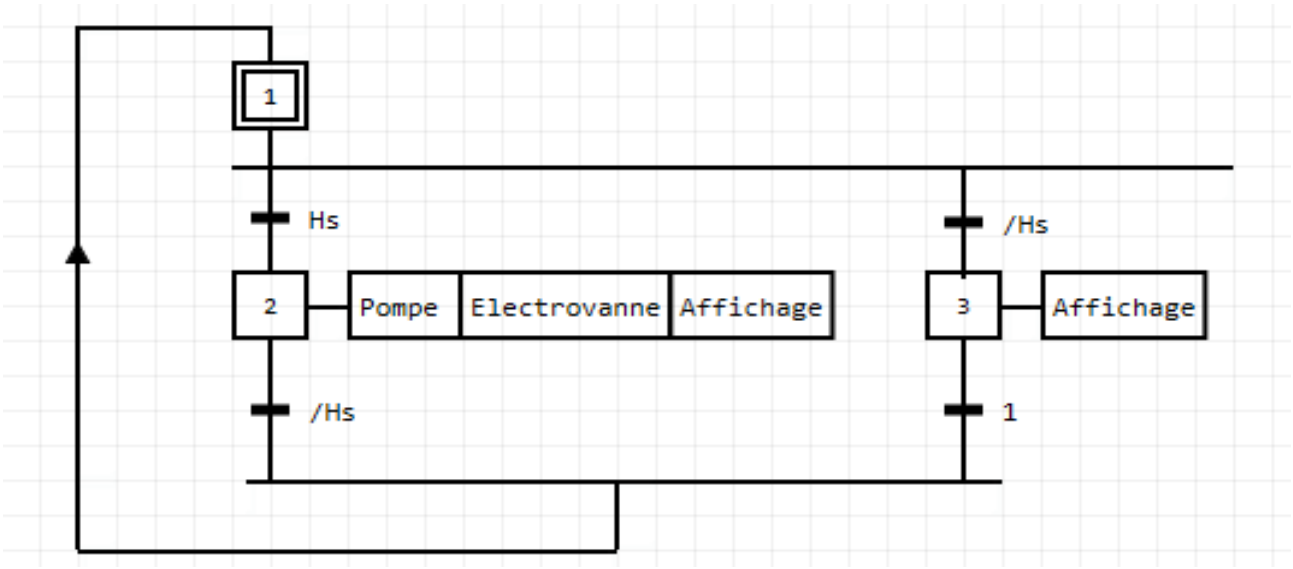
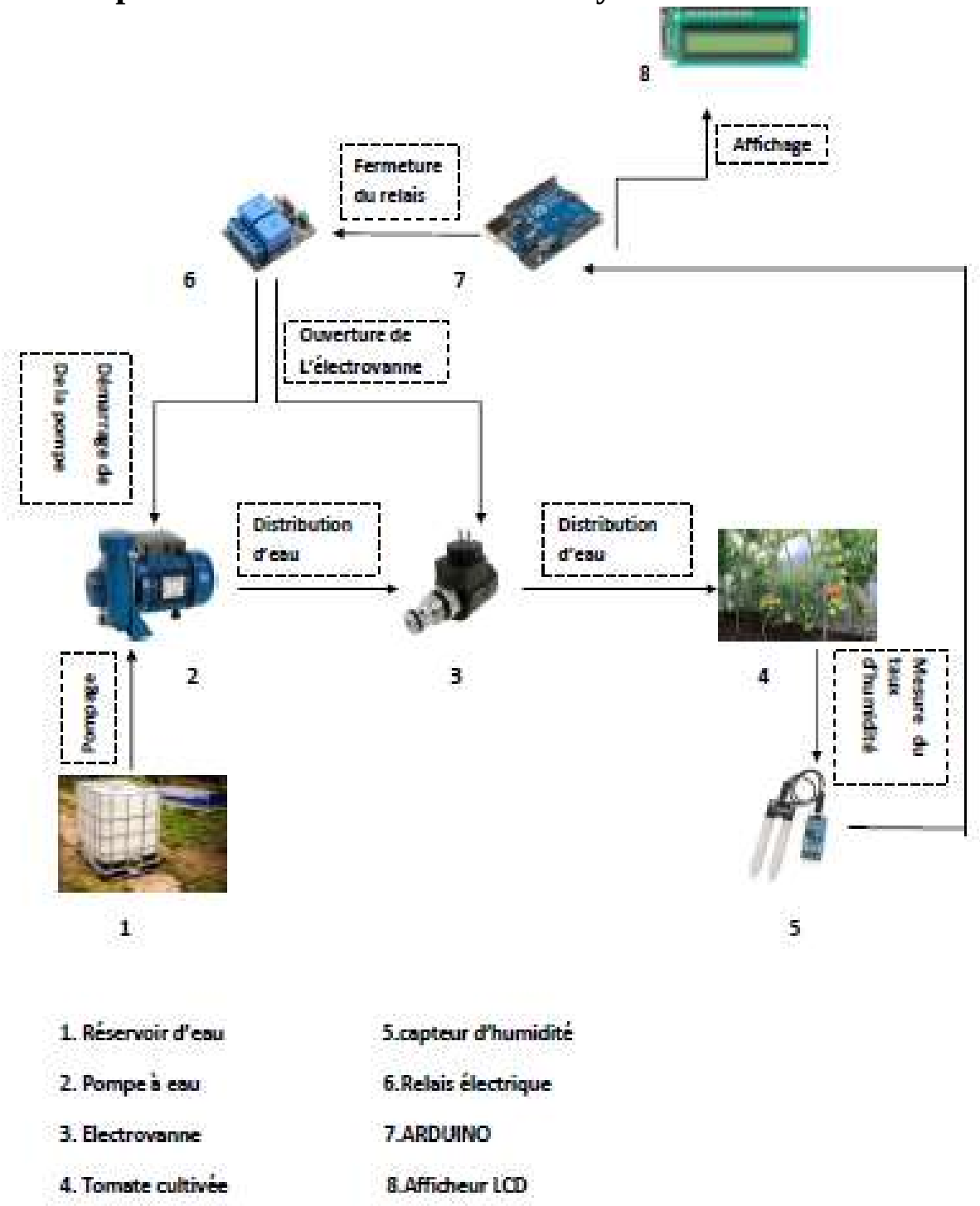


Figure III-11 : Le graceft de notre système.

III-7-Principe de fonctionnement de notre système :



1. Réservoir d'eau
2. Pompe à eau
3. Electrovanne
4. Tomate cultivée
5. capteur d'humidité
6. Relais électrique
7. ARDUINO
8. Afficheur LCD

Figure III-12 : Le résumé de notre système.

Le système réalisé fonctionne suivant le logigramme et le grafcet **(Figure 10 et Figure 11)**,), en effet On commence par mesurer le taux d'humidité du sol, Si ce dernier est inférieur au seuil requis, on irriguera notre plantation jusqu'à ce que ce seuil soit atteint, ce qui nous permettra d'obtenir un taux d'humidité quasi constant pour la plantation.
L'ensemble de ce système est illustré par la **Figure 12.**

III-8- Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons vu un système d'irrigation spécifique, c'est un système marche à la base de mesure le taux d'humidité, on a étudié ce système et les composants nécessaire de ce système.

Dans le chapitre suivant on va essai de réalisé de système d'irrigation automatique.

Chapitre IV : Réalisation

IV-1-Introduction :

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 oeuvre 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.

IV-2- Schéma synoptique :

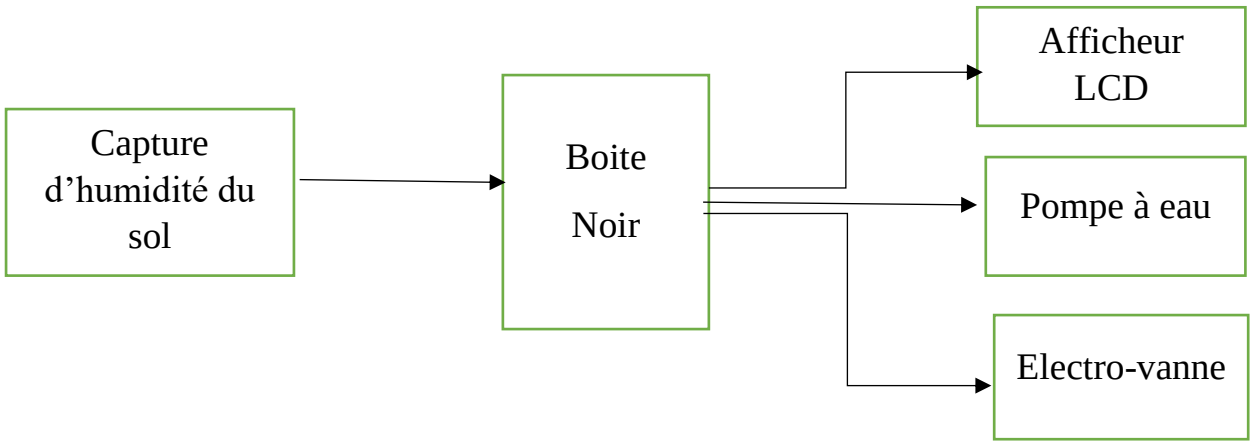


Figure IV-1 : shéma synoptique.

Dans cette manipulation, nous avons une boîte noire (ARDUINO UNO).

Dans l'entrée, nous avons introduit :

- le capteur d'humidité comme une entrée analogique

Dans la sortie, nous avons pris quatre sorties numériques :

- un afficheur LCD : afficher l'état de la pompe et le pourcentage d'humidité.

- pompe à eau : lorsque le pourcentage d'humidité est inférieur à l'égale 30 la pompe marche, si non la pompe est arrêt.

- Electrovanne : lorsque le niveau d'eau est bas, l'électrovanne ouverte, si non la vanne est fermée.

IV-3- Essais de l'électrovanne et la pompe :

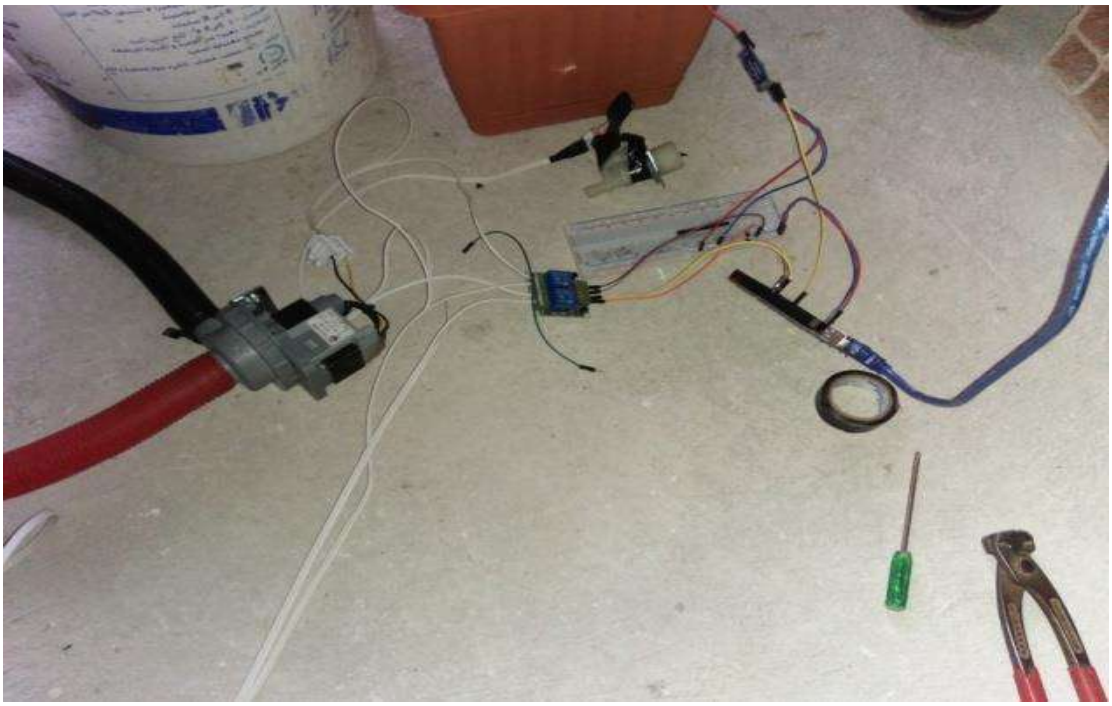




Figure IV-2 :Premiers essais de la pompe et de l'électrovanne.

IV-4- Comment se connecter Afficheur LCD avec Arduino Dans notre projet :

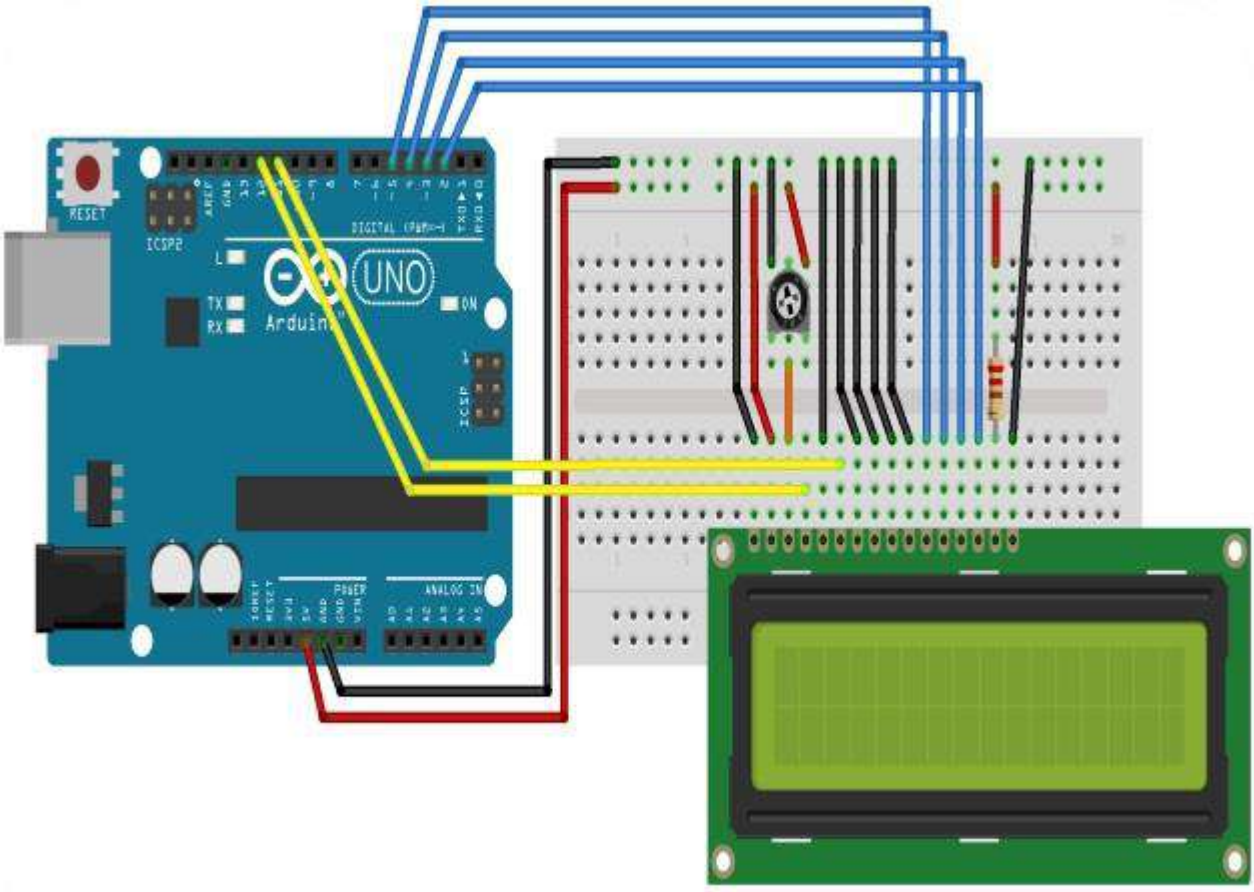


Figure IV-4 :la connexion entre LCD et la carte Arduino.

IV-5- Essais de l'afficheur LCD et le capteur d'humidité :

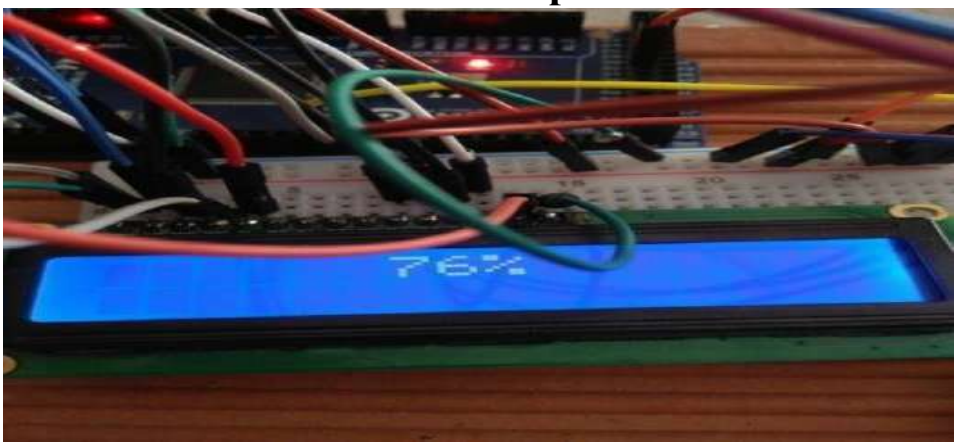


Figure IV-5 :L'affichage de l'humidité.

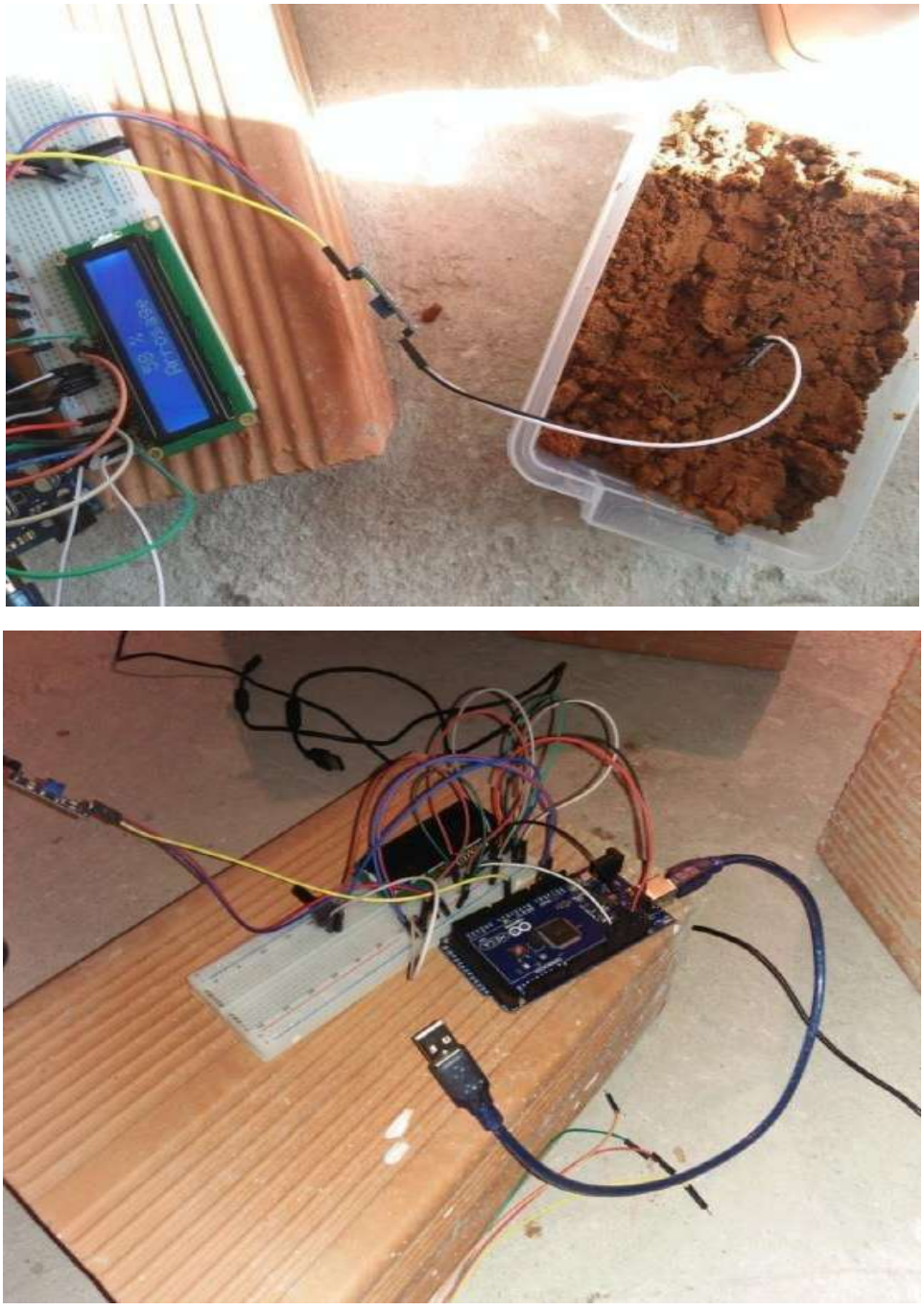


Figure IV-6 : le montage du capteur d'humidité.

IV-6- Notre système complet :

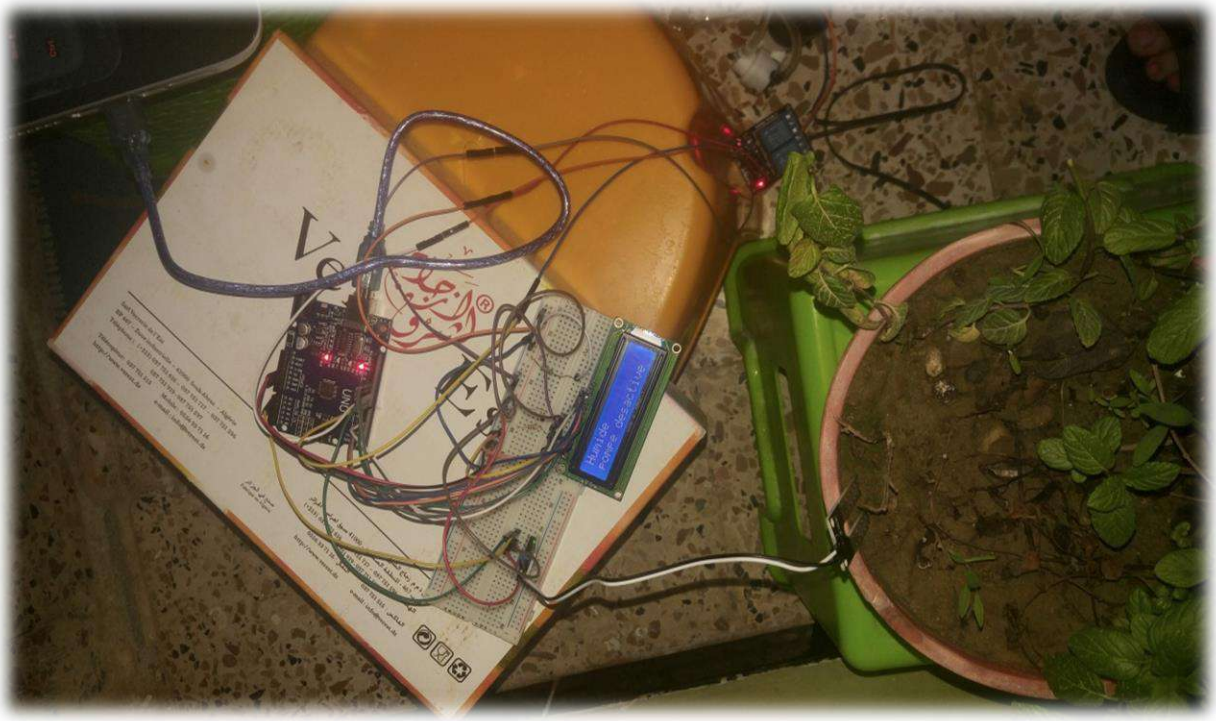




Figure IV-7 : Notre système d'irrigation automatique.

IV-7- le programme :

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal monEcran(12,11,5,4,3,2);
int analogPin = A0;
int val = 0;
int idx = 0;
int step;
String H[]={"trop humide","Humide","peut Humide","Sec"};
void setup() {
  step=1;
  monEcran.begin(16,2);
  monEcran.clear();
  pinMode(10, INPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
}
int hs()
{
  return digitalRead(10);;
}
void pompe(){
      digitalWrite(8, HIGH);
 }
void affichage()
{
```

```
  monEcran.clear();
  val=analogRead(analogPin);  idx=val/256;
  monEcran.setCursor(0,0);
  monEcran.print(H[idx]);
  monEcran.setCursor(0,1);
  if(step==2)
    monEcran.print("pompe active");
   else
   monEcran.print("pompe desactive");
}
void ev()
{
  digitalWrite(9, HIGH);
}
void clearoutput(){
  digitalWrite(8, LOW);
  digitalWrite(9, LOW);
 }
void loop() {
  switch(step)
  {
    case 1:
      if(hs())
        step=2;
      else
```

```
      step=3;
    break;
  case 2:
    pompe();
    ev();
    affichage();
    if(!hs())
      step=1;
    break;
  case 3:
    affichage();
    clearoutput();
    step=1;
    break;
  default: step=1;break;
 }
 delay(100);
}
```

IV-8- Test pratique :

La date	Heur	Humidité (%)	Temp d'irrigation (mn)
23/06/2021	09 :32	26	05 :45
25/06/2021	15 :16	28	04 :39
26/06/2021	18 :49	20	06 :17

Tableau IV.1 : les résultats de test pratique.

IV-9- Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons réalisé un système d'irrigation à base d'une carte Arduino Uno. Nous avons présenté le schéma synoptique de notre système puis on essai les composants (electrovanne, pompe, LCD,…)

A la fine nous avons testé notre système et il est marché très bien.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Notre travail représenter l'étude et l'analyse d'un système automatisé qui fait l'irrigation automatiquement par le mesure de l'humidité du sol par le capteur qui transforme l'information pour mettre en oeuvre la pompe à eau et afficher tous les paramètres de ce système en afficheur LCD , ce projet est réalisé à base de la carte Arduino Uno.

Dans un premier temps, nous avons fait des recherches sur le domaine de l'irrigation, nous avons lire plusieurs livres sur l'irrigation, on a choisi un comme une source, on a étudié les méthodes des irrigations et les besoins de chaque surface.

Nous avons étudié, dans un deuxième temps les systèmes d'irrigation automatique puis on a vu un système spécifique c'est le système d'irrigation automatique par mesure taux d'humidité.

Ensuite, nous avons présenté des différents composant du système d'irrigation, tel que module le capteur d'humidité de sol, la carte Arduino comme interface entre le bloc de commande et la pompe à eau, afficheur LCD, électrovanne.

Finalement, nous avons fait une réalisation du système d'irrigation à base d'une carte Arduino. Nous avons remarqué que le système d'irrigation mise en mouvement de l'eau quand le sol à besoin de l'eau, l'irrigation s'arrête quand le sol n'a pas besoin d'eau, d'autre partie nous avons remarqué l'afficheur LCD que affiche le taux d'humidité avant le démarrage de la pompe. l'utilisation de la carte Arduino comme interface entre la pompe et le PC permet de simplifier et de faciliter la commande de notre système.

Comme point de vue, nous proposons de développer notre réalisation par des autres capteurs par exemple un capteur de température ou ajoute capteur de niveau de l'eau pour facilité de connu le niveau de l'eau dans le réservoir, au future on utilise l'API à la place de la carte Arduino avec des câbles réseaux, ce travail là peut aussi aider les chercheurs de l'irrigation, ça donne des résultats précis et rapides, pour cette opération on peut ajouter des capteurs de : PH, sel de sol, avec des commandes programmer par un langage simple et claire (Arduino C).

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

[1] : L'équipe d'auteurs réducteurs, définitions irrigation publi »e le 23/11/2012 (mis à jour le 19/08/2020) dans https://www.aquaportail.com/definition-12892-irrigation.html le 09/05/2021 à 14:22

[2] : Ministère du plan, Module de formation irrigation goutte à goutte, janvier 2019 p 07

[3] : Milos H, l'eau et l'environnement bull, FAO 1971, p 32-38

[4] : FAO, la situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2012 p 98

[5] :PLAUCHU, Economies de l'environnement , 2004 p 19

[6] : OLLIER ch et POIREE m, irrigation : les réseau d'irrigation théorie technique et économie des arrosage, Ed Eyrolles, paris 1983 p 455

[7] : TIERCELIN Robert et VIDAL, traité d'irrigation, 2éme édition, Ed tec et doc-lavoisir 2006 p 185

[8] : https://www.aqua6.info/blog/25_les-differents-systemes-d-irrigation.html à 15/05/2021 à 14:17

[9] : SAIYOURI Nadia, méthode d'irrigation en milieu aride, 2012 p6,p17

[10] : CHIKH Hamza, étude et possibilité de création d'un périmètre d'irrigation à AIN EL HOUTZ, projet de fin d'étude du diplôme master, univ aboubaker belkaied, Tlemcen 2013 p 24

[11] : David c HOWELL, statistical mehods for psychology, ed dwxbury/Thomson, 2002 p 382

[12]: BENSNOUEL.B et BENKOU.K, étude d'un périmètre d'irrigation en zone aride et application sur margoura, mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, univ Tlemcen, 2001, p 16

[13]: https://www.paysagiste.info/larrosage-automatique-avantages-inconvenients/

[14] : Francis Manuel, « Accès à distance de l'arrosage résidentiel », Irrigazette, nº 158, janvier février 2017, p. 17 à 19

[15] : Françoise Thuiller, « Les programmateurs résidentiels facilitent les économies d'eau », Irrigazette, nº 91, novembre décembre 2005, p. 29 à 33

[16] : https://www.baticopro.com/guides/arrosages-automatiques-de-jardins-modeles-fonctionnement-et règles.

[17] Djedouani. Belal ,Ould amhed haiballa mohamed lemine, [Développement d'un Banc d'essai pour l'étude est le diagnostic des moteurs à pas Hybrides], 2016, mémoire de fin d'étude

[18] bloctechno, « Carte électronique programmable », Development board Impossible.

[19] C. Fréou et A. Grimault, « Decouverte_arduino.odt », www.Techmania.fr
[22] CHELOUCHE Djalal , DJAFRI Menad « Etude et Réalisation d'une Carte Arduino » Projet de fin d'études, 2016

[23]: Nariman BOUAZIZ, classes de 2nde SI-CIT et de première SI, nazly 2019 p5-9

[24]: **Koster, R.** and T. Yamada, 2004 : Regions of strong coupling between soil moisture and precipitation. Sciences, 305(5687),1138–1140.
[25]: **Hillel, A.,** 1988 : L'Eau et le Sol Principes et processus Physiques. pedasup-Universit´e catholique de Louvain.

[26] : TOUALA, DJALI, étude et réalisation d'un relais piloté par un son, mémoire fine d'étude pour obtenir master en génie électrique, univ Tlemcen, 2016-2017 p 13

[27] : https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lectrovanne.

ANNEX

Annex

Autres composants utiliser
Les résistances : 220, 1k, 10k.
Les diodes : 1N4007.
Un transistor : bc337.
Et les filles : Pour connecter les composants avec la carte Arduino.

Plaque de circuit
Un circuit imprimé est un support, en général une plaque, permettant de maintenir et de relier électriquement un ensemble de composants électroniques entre eux, dans le but de réaliser un circuit électronique complexe.
On le désigne aussi par le terme de carte électronique.

Constitution
Un circuit imprimé, Il est constitué d'un assemblage d'une ou plusieurs fines couches de cuivre séparées par un matériau isolant. Les couches de cuivre sont gravées par un procédé chimique pour obtenir un ensemble de pistes, terminées par des pastilles. Le circuit imprimé est souvent recouvert d'une couche de vernis coloré qui protège les pistes de l'oxydation et d'éventuels courts-circuits.

Afficheur LCD

Connection
N°- Broche NOM Description
1- VSS Masse ;
2-- VDD Alimentation positive (V+) ;
3- VO Contraste réglable par potentiomètre * ;
4- RS Sélection de registre (0= instruction; 1 = donnée) ;

5- R/W ou RD Lecture ou écriture (1= lecture; 0=écriture) ;
6- E Enable (validation, actif au niveau haut) ;
7- D0 Bit 0 du bus de données ;
8- D1 Bit 1 du bus de données ;
9- D2 Bit 2 du bus de données ;
10- D3 Bit 3 du bus de données ;
11- D4 Bi t4 du bus de données ;
12- D5 Bit 5 du bus de données ;
13- D6 Bit 6 du bus de données ;
14- D7 Bit 7 du bus de données.

Schéma fonctionnel
Comme la montre le schéma fonctionnel, l’affichage comporte d’autres composants que l’afficheur à cristaux liquides (LCD) seul, un circuit intégré de commande spécialisé, le LCD-contrôler, est chargé de la gestion du module. Le

‘’contrôleur’’ remplit une double fonction, d’une part il commande l’affichage de l’autre se charge de la communication avec l’extérieur.

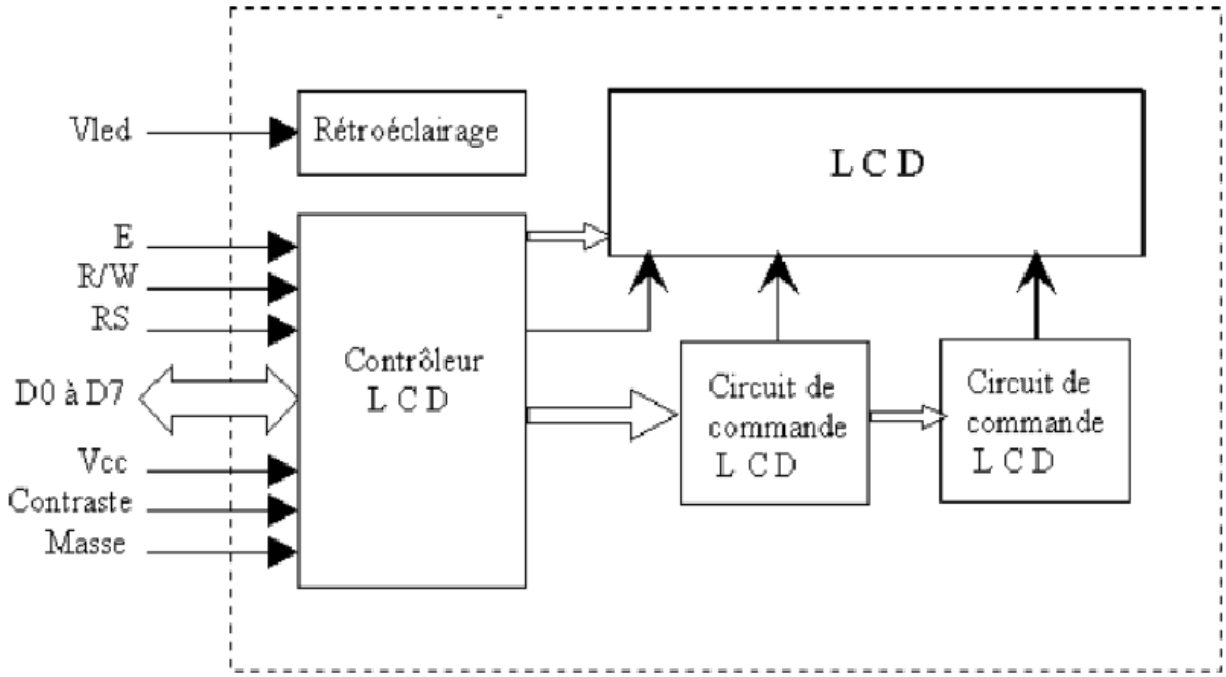


Figure: Schéma fonctionnel de l'afficheur LCD