

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen

Faculté de Technologie

Département Génie Electrique et Electronique

## Mémoire de projet de fin d'études

Pour obtenir le Diplôme de

**Master en GENIE INDUSTRIEL**

*Thème*

---

## Réalisation d'un système intelligent pour l'agriculture

---

Présenté par :

CHARIK Abderraouf

Option: Ingénierie de la production

DOUIBI Houssef

Option: Ingénierie de la production

ZERGOT Tahar Mostapha

Option: Ingénierie des systèmes

Soutenu le 13 juin 2017 devant le jury

**KHEDIM Amaria**

**MAA**

**UABBT**

**Présidente**

**MALIKI Fouad**

**MAA**

**ESSAT**

**Encadrant**

**MEKAMCHA Khalid**

**MAA**

**UABBT**

**Co-encadrant**

**DIB Zahèra**

**MCB**

**UABBT**

**Examinatrice**

**HOUBAD Yamina**

**MAA**

**UABBT**

**Examinatrice**

Année universitaire : 2016 - 2017

# **Remerciements**

*Nous remercions Allah, le tout puissant, le miséricordieux, de nos avoir donné la santé et la volonté pour l'accomplissement de cette thèse.*

*Nous remercions nos encadreurs Mr MALIKI FOUAD Mr MEKAMCHA KHALID pour la pertinence de leurs remarques, leurs conseils et leurs patiences.*

*Nous exprimons notre considération distinguée aux membres du jury : le Président du jury .....et les examinatrices .....*

*Nous remercions également tous les enseignants du département de Génie Électrique et Électronique de l'université Abou bekr Belkaid – Tlemcen qui ont participé à notre formation pendant tout le cycle universitaire.*

*Nous tenons à remercier tous les membres de nos familles, les amis et les camarades pour la patience, les encouragements, la gentillesse et le soutien qu'ils nous ont prodigué tous au long de ce travail et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*Aux êtres qui me sont les plus chers ma mère et mon père. Que Dieu préserve bonne santé et longue vie. Qui ont tous fait pour m'encourager durant les années de mes études*

*A mes chers frères (foweز aboud rachide) et mes chères sœurs ,et ses enfants :hakim, Mohammed, intissare, merieme .*

*A mes chers cousins : anouar, yasser, nassim , nabil*

*A ma chère ami Nour Eddine*

*A mes chères amis :, Said Ahmed , Salim ,Mostafa ,Lotfi , Housseem ,Abd Erraouf yassine kada, khalil naim abd el wahab.lahcen ,charef et hamdi*

*Ainsi que tous le groupe de mosqué et la promotion Master GE sans oublier tous mes enseignants durant tout mon cursus.*

**Mr. Housseem**

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*Aux êtres qui me sont les plus chers ma mère et mon père. Que Dieu préserve bonne santé et longue vie. Qui ont tous fait pour m'encourager durant les années de mes études*

*A mes chers frères (Yasser) et mes chères sœurs ,et ses enfants : maria*

*A mes Grandes père que Dieu les protège et à toute ma famille.A mes Oncles mes Tantes..*

*A mes chers cousins : zaki,oussama,saddam,acherafe,adnane,hamza*

*ma chère ami Nour Eddine*

*A mes chères amis :, Said Ahmed , Salim ,Mostafa , Housseem , Housseem Abd Erraouf ,yassine kada, khalil, naim, abd el wahab,mohamed, lahcen et hamdi*

*Ainsi que tous le groupe de mosqué et la promotion Master GE sans oublier tous mes enseignants durant tout mon cursus.*

**Mr.Abderaouf**

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*Aux êtres qui me sont les plus chers ma mère et mon père. Que Dieu préserve bonne santé et longue vie. Qui ont tous fait pour m'encourager durant les années de mes études*

*A mes chers frères (mourad mohamed houcine belkhire) et mes chères sœurs ,et ses enfants :Ali ,Sadja, Israa, Mohammed, khadija.*

*A mes chers cousins : Saïd , Abdrahime ,Ayoub,Ala dine,Khalil,Houcine, Nasser, mohamed, Ali, Djamel,Idress, Nour dine,*

*A ma chère ami Nour Eddine*

*A mes chères amis :, Said Ahmed , Salim ,Lotfi , Housseem ,Abd Erraouf yassine kada, khalil naim abd el wahab. Sadok, Abdallah lahcen ,kezda et hamdi*

*Ainsi que tous le groupe de mosqué et la promotion Master GE sans oublier tous mes enseignants durant tout mon cursus.*

**Mr. Mostapha**

## Table des matières

<i>Remerciements</i> .....	2
<b>Table des matières</b> .....	6
<i>Liste des figures</i> .....	9
<i>Introduction générale</i> .....	10
<b>Chapitre1 : l’agriculture</b> .....	12
<b>Traditionnelle</b> .....	12
<b>I. / Historique de l’agriculture :</b> .....	13
<b>I.1/ L’agriculture traditionnelle :</b> .....	14
<b>I.2 / Les méthodes des labours traditionnels :</b> .....	15
I.2.1/ Types de Labour :.....	15
I.2.1.1/ le labour à plat : .....	16
I.2.1.2 / le labour en planches ou billons : .....	16
1 / Les labours légers :.....	16
2 / Les labours moyens :.....	16
3/ Les labours profonds :.....	16
4/ Les labours de défoncement :.....	16
<b>Figure I. 4:Labour avec la vache</b> .....	17
<b>I. 3/ Les méthodes de fertilisation traditionnels :</b> .....	17
<b>I.4/ les systèmes d’irrigations dans l’agriculture traditionnelle :</b> .....	19
I.4.1/ En Mésopotamie (Irak et Iran actuels) :.....	19
I.4.2 / Jardins suspendus de Babylone :.....	20
I.4.3 / En Egypte :.....	22
I.4.4 / En Chine :.....	22
I.4.5 / En Algérie : .....	23
I.4.5.1/ Fonctionnement de la foggara :.....	23
<b>I.5 / conclusion :</b> .....	24
<b>Chapitre2 : L’agriculture intelligente</b> .....	25
<b>II/ L’introduction :</b> .....	26
<b>II.1/ L’agriculture intelligente :</b> .....	26
<b>II.2/ De quoi se nourrit une plante :</b> .....	26
II.2.2 Les éléments principaux : .....	28

II.2.2.1/ L'azote : .....	28
II.2.2.2/ Le phosphore : .....	28
II.2.2.3/ Le potassium : .....	28
II.2.2.4/ Le soufre : .....	28
II.2.2.5/ Le magnésium : .....	28
II.2.3/ Les éléments secondaires : .....	28
II.2.3.1 /Le calcium : .....	28
II.2.3.2/ Les oligo-éléments : .....	28
<b>II.3/ Les techniques agricoles : .....</b>	<b>29</b>
II.3.1/ agriculture HORS-SOL : .....	29
II.3.1.1/ Les avantages des cultures hors sol : .....	31
II.3.1.1.1/L'économie d'eau et d'engrais minéraux : .....	33
II.3.1.1.2/ La simplification des techniques culturales : .....	34
II.3.1.1.3/ L'élimination des problèmes liés au sol : .....	34
II.3.1.1.4/ Le gain de précocité : .....	35
II.3.1.1.5/ Une meilleure qualité des produits : .....	35
II.3.2/ L'agriculture de précision : .....	36
II.3.2.1/ A quoi ça sert : .....	37
II.3.3/ L'irrigation intelligente : .....	37
II.3.3.1/Les systèmes modernes : .....	37
II.3.3.2/Gardena : .....	38
Centrale d'irrigation: .....	38
Goutteurs de fin de ligne : .....	38
Goutteurs en ligne: .....	39
Micro asperseurs : .....	39
Arroseur oscillant : .....	40
<b>II.4/ Agriculture intelligente face au climat : .....</b>	<b>41</b>
<b>II.5/ Conclusion : .....</b>	<b>42</b>
<b>III/ Introduction : .....</b>	<b>44</b>
<b>III.1/L'importance hydroponique : .....</b>	<b>44</b>
<b>III.2/ Les avantages tangibles de notre application : .....</b>	<b>45</b>
<b>III.3/ Étudier la faisabilité : .....</b>	<b>45</b>
<b>III.4/ Les exigences de système : .....</b>	<b>45</b>

<b>III.5/Représentation du système utilisé :</b>	<b>46</b>
<b>III.6/ Développement et présentation de l'application Android :</b>	<b>48</b>
III.6.1/ Conception de l'interface :	48
III.6.1.1/ les boutons :	48
III.6.1.2/ Label :	49
III.6.1.3/ Images :	49
III.6.1.4/ Les éléments non graphiques :	49
III.6.1.4.1/ Clock:	49
III.6.2/ Réalisation de l'algorithme à l'aide des blocs :	51
<b>III.7/ La réalisation de notre projet :</b>	<b>51</b>
III.7.1/ Dispositifs matériels :	51
III.7.2/ Technologies :	52
III.7.3/ Montage et programmation des dispositifs avec la carte Arduino :	52
III.7.3.1/ Le module WIFI avec l'Arduino :	52
III.7.3.1.1/ principe de fonctionnement :	52
III.7.3.2/ la programmation d'un ESP8266 :	53
III.7.3.2.1/ Câblage à réaliser :	53
III.7.3.3/Le moteur pas à pas (UNIPOLAIRE) avec Arduino et module WIFI :	55
III.7.3.3.1/ Principe de fonctionnement :	55
III.7.3.3.2/ Caractéristiques :	55
III.7.3.3.3/Câblage à réaliser :	55
III.7.3.3.4/Codage avec Arduino :	56
III.7.3.4/DHT11 Capteur de température et d'humidité :	56
III.7.3.4.1/Le code Arduino de température :	57
III.7.3.5/Les lampes avec Arduino et wifi esp8266:	57
III.7.3.5.1/ Codage avec Arduino :	58
<b>III.7.4/Conclusion</b>	<b>59</b>
<i>Conclusion général:</i>	<b>60</b>
<i>Références bibliographiques</i>	<b>61</b>
<b>Résumé</b>	<b>62</b>



## Liste des figures

<b>Figure I. 1:Historique de l'agriculture</b> .....	14
<b>Figure I. 2:Les différents types de Labour</b> .....	15
<b>Figure I. 3:Labour avec cheval</b> .....	17
Figure I. 4:Labour avec la vache .....	17
Figure I. 5:Les jardins suspendus de Babylone.....	20
Figure I. 6:Les canalisations utilisées pour l'élévation d'eau. ....	21
Figure I. 7:Canaux d'irrigation Egyptiens.[6].....	22
Figure I. 8:Le système de Dujiangyan. ....	23
Figure I. 9:Les canaux de Foggara. ....	23
Figure II. 1:coco sol pépinière.....	29
Figure II. 2:coco sol plantation .....	30
Figure II. 3:Un chercheur de la NASA vérifie les oignons hydroponiques .....	30
Figure II. 4:un plant de bananier dans le potager hydroponique (HydroTown). ....	31
Figure II. 5:Culture hydroponique de tomates .....	32
Figure II. 6:prototype l'agriculteur verticale.....	33
Figure II. 7:Culture hydroponique de fraise.....	34
Figure II. 8:Le système de positionnement par satellite de type GPS.....	36
Figure II. 9: Exemple de drone civil destiné à la photo aérienne.....	37
Figure II. 10:La centrale d'irrigation. ....	38
Figure II. 11:Un goutteurs de fin de ligne. ....	39
Figure II. 12:Un goutteurs en ligne. ....	39
Figure II. 13:Un micro-asperseur. ....	40
Figure II. 14:Un arroseur oscillant. ....	40
Figure III. 1:Schéma électrique du bloc .....	47
Figure III. 2:Schéma théorique du bloc.....	48
Figure III. 3: 1 <sup>er</sup> Schéma graphique des boutons.....	49
Figure III. 4: 2 <sup>ème</sup> Schéma graphique des boutons .....	49
Figure III. 5: L'application Andriod du maison intelligente.....	50
Figure III. 6:Schéma de bloc des boutons .....	51
Figure III. 7:Les AT command de module WIFI ESP8266 .....	53
Figure III. 8:Montage ESP8266 avec Arduino.....	54
Figure III. 9:Montage moteur pas à pas avec Arduino.....	56
Figure III. 10:Montage du détecteur DHT11 avec Arduino MEGA .....	57
Figure III. 11:Montage des lampes avec Arduino et le module wifi 8266.....	58
Figure III. 12:photo de notre maquette.....	59

## Liste des tableaux

Tableau 1.1:les éléments minéraux .....	27
---	----

## *Introduction générale*

N'est-ce pas fascinant de tenir une toute petite graine au printemps et de la retrouver quelques mois plus tard transformée en une énorme courge par exemple? La nature n'a pas besoin de la main de l'homme pour proliférer comme nous avons tendance à le croire. Livrée à elle-même, elle se crée un équilibre et des conditions, que nous autres, êtres humains doués d'intelligence, brisons si facilement.

Nous avons choisi de rédiger notre travail de diplôme sur l'agriculture. C'est un thème qui nous tient très à cœur et qui nous intéresse également beaucoup. On pense que c'est un sujet qui concerne tout le monde et qu'il est nécessaire d'en parler et de l'analyser. En effet, l'agriculture est la base de la vie. Elle produit nos aliments. Comme tous les nutriments avalés ont une influence ou un effet sur notre organisme, il est important de savoir comment ils sont produits, d'où ils proviennent et quels traitements ils ont subis. Après chacun d'entre nous est libre de s'en préoccuper ou non mais les conséquences de certaines méthodes modernes n'épargnent personne.

Par ce travail, nous ne voulons pas affirmer nos idées comme des vérités absolues, ni encore nous opposer à toutes les autres. Nous voulons simplement démontrer qu'il existe des méthodes alternatives à l'agriculture moderne.

Le système dans lequel nous vivons pousse à faire croire que sans accélérateur de croissance, il n'est pas possible de produire une quantité de nourriture voulue. Pourtant, un fermier japonais le prouve sans mal, ses productions sont même en concurrence directe avec celles des autres fermes.

Ayant la chance d'habiter un petit village, nous avons pu goûter aux plaisirs du jardin de nos parents, celui de nos grands-parents et ensuite nous avons pu nous initier à la culture de plantes médicinales, aromatiques, de fruits et de légumes sur les petites parcelles familiales. Nous y reviendrons à la fin de notre travail en vous présentant quelques réalisations.

Mondialement l'agriculture représente le 45% de la main d'œuvre. On parle de deux types :

- la méthode chinoise, qui consiste à employer beaucoup de travailleurs
- la méthode européenne ou nord-américaine qui comprend très peu de travailleurs mais une mécanisation très présente et développée.

Les agriculteurs sont confrontés à une situation de plus en plus difficile : produire toujours plus et toujours moins cher. Il s'agit là d'une des raisons du développement des cultures artificielles, et du non respect des normes écologiques. Nous pouvons constater aujourd'hui un rejet universel de l'agriculture industrielle par le monde de l'agriculture biologique.

Ce mémoire est organisé en trois chapitres, le premier présente les méthodes d'agriculture traditionnelle issue de différents pays du monde. Dans le second chapitre nous présentons les techniques d'agriculture modernes ainsi que leurs avantages et gains offerts. Ce mémoire est clôturé par un dernier chapitre présentant le système d'agriculture intelligent réalisé.

# **Chapitre1 : l'agriculture Traditionnelle**

## **Chap 1. L'agriculture traditionnelle**

### **I. / Historique de l'agriculture :**

L'agriculture débuta dans nos régions environ 5000 ans av. J.-C. On dit qu'elle est apparue pour la première fois au Proche-Orient il y a 10'000 ans. Elle a induit un grand changement : les hommes sont passés d'un état nomade à un état sédentaire. On cite que dès le 3ème millénaire av. J.-C., on cultivait déjà des oignons, des concombres et des melons. La révolution de l'agriculture eut lieu à la fin du Néolithique. Une des premières plantes cultivées à cette époque a été le blé. L'homme découvrit la culture de nouvelles espèces telle que la vigne. Des documents égyptiens ont été retrouvés et ont mentionné le raisin et le vin 3'000 ans av. J.-C.

Jusqu'au **7ème** siècle de notre ère, l'agriculture ne connut plus de grands développements notoires. Au Moyen-Orient, on n'arrivait même plus à subvenir à ses besoins dès que les Mongols détruisirent les systèmes d'irrigation. Avec les croisades, les contacts avec la terre d'Islam firent connaître le citron, la soie et le coton à l'Europe.

Au **8ème** siècle, on instaura un cycle de rotation sur quatre ans avec une mise en jachère. La culture d'un champ était divisée en trois parties : une où l'on semait à l'automne, une autre où l'on mettait en jachère et la dernière lorsqu'on ressemait au printemps.

Au **14ème** siècle, en Europe, les régions entourant les villes se spécialisèrent dans la production de fruits, de légumes et de produits laitiers.

Au **16ème** siècle, disparurent certaines civilisations en Amérique du Sud, telles que les Incas, les Aztèques et les Mayas. Des colons espagnols se sont appropriés les terres appartenant à ces groupes ethniques.

Au **18ème** siècle, en Europe occidentale, on répartit les terres et les pâturages. On vit apparaître également le système d'enclosage. On perfectionna également la rotation des cultures.[1]

## Chap 1. L'agriculture traditionnelle

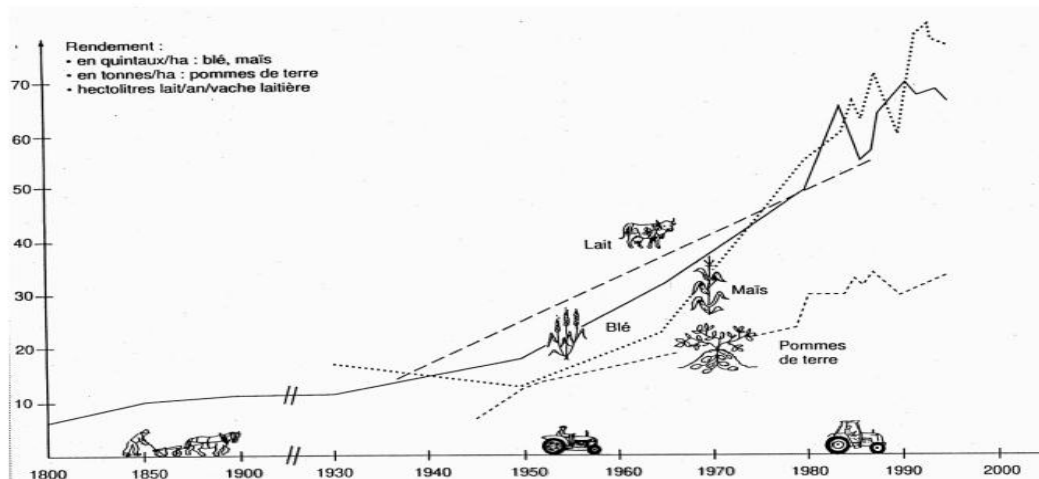


Figure I. 1: Historique de l'agriculture

### I.1/ L'agriculture traditionnelle :

L'agriculture (du latin *agricultural*, composé à partir de *ager*, champ et *colère*, cultiver) est un processus par lequel les êtres humains aménagent leurs écosystèmes pour satisfaire les besoins alimentaires en premier et autres, de leurs sociétés. Elle désigne l'ensemble des savoir-faire et activités ayant pour objet la culture des sols, et, plus généralement, l'ensemble des travaux sur le milieu naturel (pas seulement terrestre) permettant de cultiver et prélever des êtres vivants (végétaux, animaux, voire champignons ou microbes) utiles à l'être humain.

L'agronomie regroupe, l'ensemble de la connaissance biologique, technique, culturelle, économique et sociale relative à l'agriculture.

En économie, l'économie agricole est définie comme le secteur d'activité dont la fonction est de produire un revenu financier à partir de l'exploitation de la terre (culture), de la forêt (sylviculture), de la mer, des lacs et des rivières (aquaculture, pêche), de l'animal de ferme (élevage) et de l'animal sauvage (chasse). Dans la pratique, cet exercice est pondéré par la disponibilité des ressources et les composantes de l'environnement biophysique et humain. La production et la distribution dans ce domaine sont intimement liées à l'économie politique dans un environnement global.

## Chap 1. L'agriculture traditionnelle

### I.2 / Les méthodes des labours traditionnels :

Labour avec araire, antique sous règne du Pharaon Ramsès II, xiii<sup>e</sup> siècle av. J.-C. tombeau TT1 de la vallée.

Si, pour les périodes néolithiques, le matériel de broyage, les lames en silex portant le « lustré des moissons » ainsi que la présence de céréales cultivées témoignent de la pratique de l'agriculture et sans doute de l'utilisation de la méthode de labour, les premières représentations en relation directe avec cette technique apparaissent à l'âge du Bronze (gravures du mont Bego et du Valcamonica).

Les archéologues peuvent voir dans les tombeaux de la vallée des Rois et de la vallée des nobles des tableaux de labour, de semailles, de moisson.

Plinie enregistre l'utilisation de charrues à un versoir et d'autres munies d'un coutre, permettant de labourer des terres plus grasses. Au Moyen Âge central, le labour reste médiocre : la charrue est connue dans l'Europe de l'Ouest du ix<sup>e</sup> siècle mais elle y est très rare, l'outil principal étant l'araire, voire encore la houx. La productivité augmente sensiblement à partir du x<sup>e</sup> siècle qui voit développement de la charrue lourde à versoir. [2]

#### I.2.1/ Types de Labour :

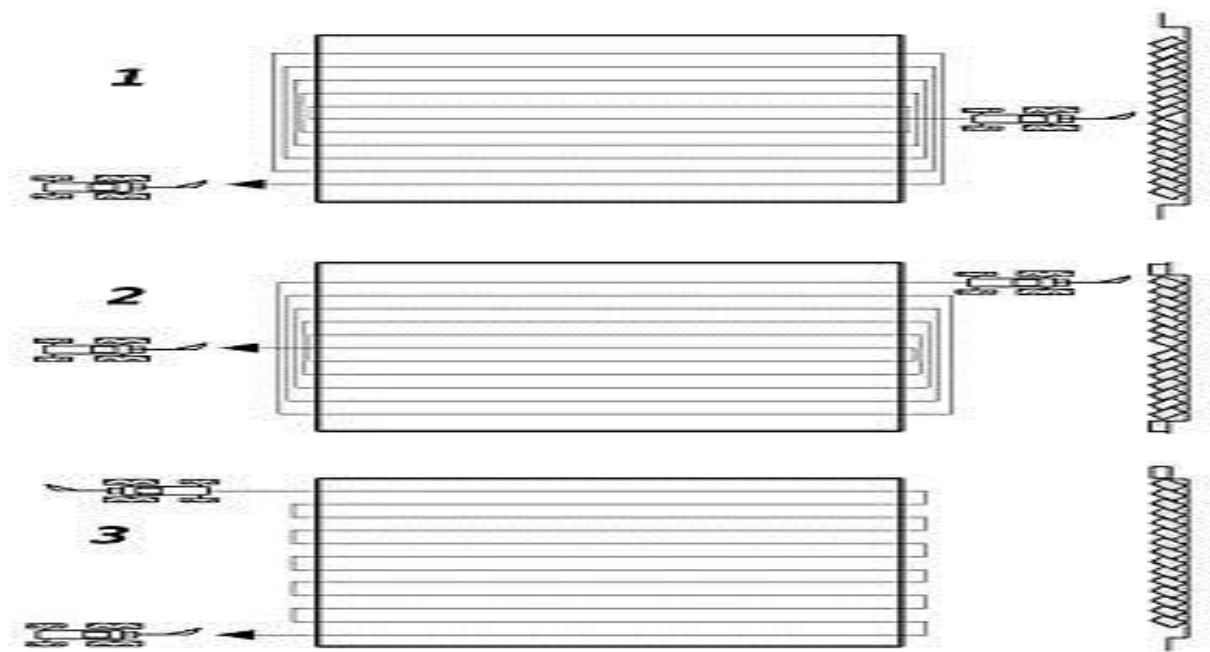


Figure I. 2: Les différents types de Labour

## **Chap 1. L'agriculture traditionnelle**

Méthodes de labour en plan

1. Labour en planche en adossant
2. Labour en planche en refendant
3. Labour à plat

Selon son déroulement en plan et le type de charrue utilisée, le labour peut se faire de deux façons :

### **I.2.1.1/ le labour à plat :**

Les bandes de terre étant toujours rejetées du même côté. Il nécessite l'usage d'une charrue réversible de manière à pouvoir inverser le sens du déversement lors d'un aller et retour.

### **I.2.1.2 / le labour en planches ou billons :**

C'est le seul réalisable avec une charrue simple qui tourne autour de la parcelle, et il peut se faire :

- soit en « **refendant** » : les bandes étant rejetées vers l'extérieur de la planche (laissant au centre de la planche une « dérayure »),
- soit en « **adossant** » : les bandes étant rejetées vers l'axe de la planche (laissant au centre de la planche un « ados »).

On peut distinguer selon la profondeur du travail :

#### **1 / Les labours légers :**

De 10 à 15 cm, réalisés notamment pour la reprise de labours au printemps

#### **2 / Les labours moyens :**

De 15 à 30 cm, les plus répandus, notamment pour la culture des céréales,

#### **3/ Les labours profonds :**

De 30 à 40 cm, pour des cultures à enracinement profond (betterave, luzernes, etc.),

#### **4/ Les labours de défoncement :**

Au-delà de 40 cm, sont réalisés notamment pour permettre la mise en culture de nouvelles terres ou pour préparer la plantation de vergers.



## Chap 1. L'agriculture traditionnelle



**Figure I. 3:Labour avec cheval**



**Figure I. 4:Labour avec la vache**

### **I. 3/ Les méthodes de fertilisation traditionnels :**

Au cours des premiers systèmes d'agriculture sur abattis-brûlis, la fertilité du sol est maintenue sans fertilisation, par une friche de longue période qui permet le renouvellement de la fertilité par altération de la roche-mère et par fixation biologique (libre ou symbiotique) de l'azote atmosphérique.

Dans les systèmes agricoles, européens, de l'antiquité jusqu'à la révolution agricole du xviii<sup>e</sup> siècle, la fertilisation résulte essentiellement de transferts de fertilité, réalisés soit depuis les forêts et les landes, par transfert de litières (étrépage), soit depuis les prairies et les zones de pâturages, par l'enfouissement des déjections du bétail. Dans un premier temps, la

## **Chap 1. L'agriculture traditionnelle**

fertilisation par les déjections se réalise au moyen d'un parage nocturne des animaux sur les terres en jachère, accompagné de labours fréquents afin de les enfouir.

Après la révolution agricole du xiii<sup>e</sup> siècle et l'apparition de moyens de transport plus efficaces, le parage nocturne est remplacé par la stabulation des animaux, dont les déjections sont collectées à l'étable (fumier), stockées et enfouies par labour au moment choisi . [3]

Dans les zones littorales, le goémon a pu être utilisé comme fertilisant. L'utilisation de goémon se développe de manière importante au cours du xix<sup>e</sup> siècle, ainsi que l'utilisation de guano, importé notamment d'Amérique du Sud<sup>2</sup>. Le développement des transports a permis à cette époque leur importation et diffusion importante. Les ossements des catacombes de Sicile ou des champs de bataille seront également utilisés.

Dans la dernière moitié du xix<sup>e</sup> siècle, se développent des pratiques de fertilisation minérale, à la suite des travaux de Liebig sur la nutrition des plantes. Elles concernent à cette époque principalement les engrais phosphatés<sup>2</sup>. Les premières pratiques de fertilisation phosphatée se contentent de répandre des roches phosphatées broyées sur les sols. Apparaissent ensuite les superphosphates, issus d'une attaque chimique acide sur les roches phosphatées, qui donnent des engrais beaucoup plus solubles et assimilables par les plantes.

C'est également à cette époque que se développent les pratiques d'amendement (chaulage, marnage).

L'accès des matières fertilisantes, pondéreuses, dans les campagnes, n'aurait pas été permis sans le développement du réseau de chemins de fer à cette époque.

Au début du xx<sup>e</sup> siècle apparaissent les premiers engrais azotés minéraux, synthétisés par l'industrie chimique: sulfate d'ammonium en 1913, nitrate d'ammonium en 1917 (procédé Haber-Bosch), urée en 1922. Leur utilisation va surtout se développer après la seconde guerre mondiale: entre 1945 et 1960, l'utilisation d'engrais minéraux azotés est multipliée par 4 aux Etats-Unis.

Ce recours massif aux engrais minéraux s'accompagne de la construction d'un nouveau paradigme de gestion de la fertilité<sup>5</sup>, dans lequel on souhaite gérer, à court terme, les stocks d'éléments minéraux solubles, en maximisant la quantité prélevée par la plante. Le sol est considéré comme un simple support de culture et les activités biologiques, ainsi que la matière organique, sont délaissés, sauf lorsqu'ils entrent en compétition avec la nutrition végétale (dénitrification, par exemple).

## **Chap 1. L'agriculture traditionnelle**

Dans les premiers temps, cette fertilisation était peu efficace, et une grande partie des fertilisants était perdue par lixiviation, volatilisation (cas de l'ammonium), ou immobilisation sous forme de minéraux secondaires (cas du phosphore), conduisant notamment à des pollutions importantes des eaux 6,7.

Cela conduit dans les années 1990 au développement de l'agriculture raisonnée<sup>8</sup> puis de l'agriculture de précision<sup>9</sup>, dont l'objectif est de déposer les fertilisants au bon endroit, au bon moment, en tenant compte de la fourniture de nutriments par le sol, afin d'avoir une efficacité maximale de l'utilisation d'engrais. Cependant, les difficultés techniques et climatiques amènent très souvent les agriculteurs à épandre des doses d'azote supérieures au réel besoin de la culture. La quasi-totalité du territoire français dépasse les seuils de nitrate autorisés dans l'eau. [3]

### **I.4/ les systèmes d'irrigations dans l'agriculture traditionnelle :**

L'importance de l'eau pour la vie humaine n'est plus à démontrer car il est le composant essentiel dans l'équilibre de l'écosystème dans le monde. Cette ressource qui répond aux besoins fondamentaux de l'homme est un élément clé de développement, en particulier l'irrigation agricole qui est un facteur d'augmentation et de diversification des cultures. C'est pourquoi son développement a longtemps été encouragé dans le monde.

En tentant de présenter l'ère de l'irrigation en montrant la gestion d'irrigation à travers les temps et jusqu'à aujourd'hui.

D'après les statistiques de la FAO, 20% des terres arables sont irriguées et elles produisent 40% des récoltes. L'irrigation est donc un moyen efficace pour améliorer la productivité de manière importante. Il y a pourtant des risques environnementaux liés à l'irrigation notamment la stagnation des eaux et une salinité accrue.

La première forme de l'irrigation apparue a environ 5000 ans et se composait de tranchées creusées dans les champs et inondées d'eau qui a été portée à la main ou à godets.

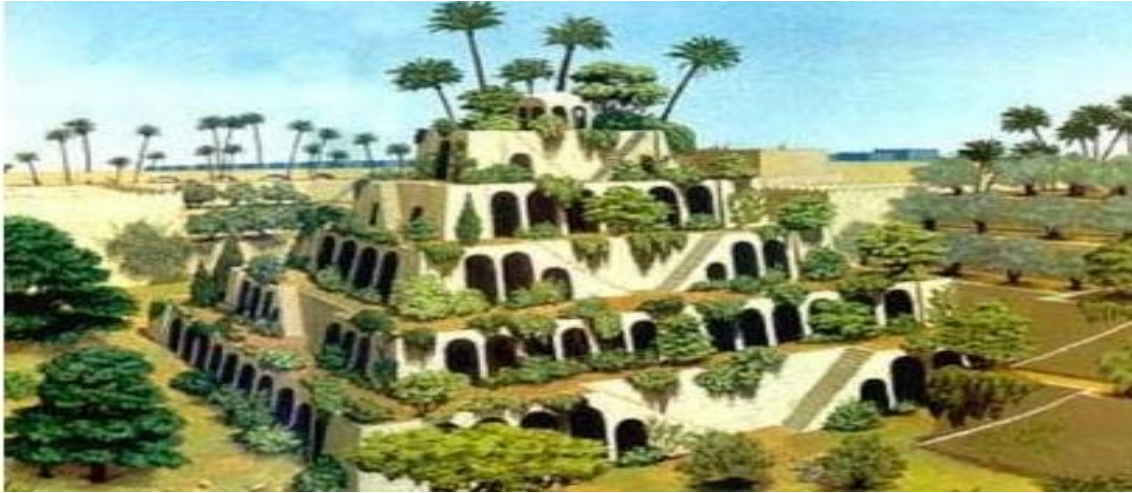
#### **I.4.1/ En Mésopotamie (Irak et Iran actuels) :**

Ces terres semi arides situées en le Tigre et l'Euphrate ont été irriguées par les flots de l'Euphrate pendant que le Tigre servait de déversoir final. Il leur avait fallu résoudre de nombreuses difficultés techniques : stockage de l'eau, contrôle des flux, maintenance des canaux. Des problèmes de salinité de l'eau, et donc des sols, étaient déjà apparus à l'époque.

## Chap 1. L'agriculture traditionnelle

Ces systèmes d'irrigation ont perduré sous une forme ou une autre pendant des milliers d'années.

### I.4.2 / Jardins suspendus de Babylone :



**Figure I. 5:Les jardins suspendus de Babylone.**

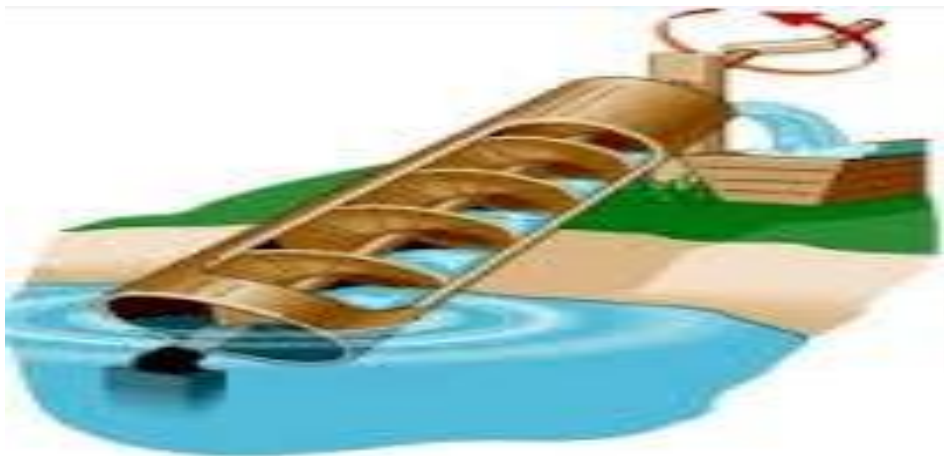
Des Sept Merveilles du monde antique, les Jardins Suspendus sont certainement la plus mystérieuse et la plus fascinante. La plus mystérieuse car ils sont tellement peu connus que nous ne sommes même pas certains de son existence. La plus fascinante car ce mystère permet de donner libre cours à notre imagination et lui laisse imaginer les formes les plus fantastiques à ces Jardins, aidée en cela par les impressionnantes descriptions des historiens grecs.

Ce jardin, immense carré de 4 pléthores de côté, se compose de plusieurs étages de terrasses supportées par des arcades dont les voûtes retombent sur des piliers de forme cubique. Ces piliers sont creux et remplis de terre, ce qui a permis d'y faire venir les plus grands arbres. Piliers, arcades et voûtes ont été construits rien qu'avec des briques cuites au feu et de l'asphalte. On arrive à la terrasse supérieure par les degrés d'un immense escalier, le long desquels ont été disposées des limaces ou vis hydrauliques, destinées à faire monter l'eau de l'Euphrate dans le jardin, et qui fonctionnent sans interruption par l'effort d'hommes commis à ce soin. L'Euphrate coupe en effet la ville par le milieu. Sa largeur est d'un stade et le jardin suspendu le borde.

## Chap 1. L'agriculture traditionnelle

### ➤ Comment irriguer cette merveille ?

Le Jardin suspendu est cultivé en l'air: ses plantes se trouvent au-dessus du sol ; avec les racines des arbres, il forme un toit au-dessus de la terre labourable. En effet des colonnes de pierre le supportent et toute la partie qui est sous terre est construite avec des piliers taillés. (...) Au-dessus, on répand, sur une grande épaisseur, beaucoup de terre et des plantes à larges feuilles, et les arbres les plus souvent cultivé dans les Jardins y poussent, ainsi que toute sorte de fleurs très variées, bref tout ce qui est très agréable à regarder et réjouit les sens. Selon les impressionnantes des historiens Grecs, les chercheurs imaginons que les méthodes d'irrigation de ces jardins ont été faites par des canalisations conduisent les eaux depuis le haut : tantôt elles s'élancent et s'écoulent en suivant tout droit la pente, tantôt on les contraint à remonter en spirales, à l'aide des mécanismes qui la font courir autour de l'hélice des machines ; les eaux, élevés dans de grandes et nombreuses fontaines, arrosent le Jardin tout entier, imprégnant les racines des plantes en profondeur et maintenant humide la terre ; de là vient, selon toute vraisemblance, que l'herbe est toujours verte (...) C'est un ouvrage qui procure du plaisir royal, et tout à fait opposé à la nature puisqu'il suspend les fruits de la terre au-dessus de la tête de ceux qui le contemplant.[4]



**Figure I. 6: Les canalisations utilisées pour l'élévation d'eau.**

## Chap 1. L'agriculture traditionnelle

### I.4.3/ En Egypte :

On distingue deux types d'irrigation des sols. Le premier, l'irrigation naturelle, se caractérise par une simple réponse sociale au rythme annuel du Nil, par ensemencement du sol des bassins inondables le long de la vallée convexe du fleuve. La crue annuelle fertilisait le sol, et dans les bonnes années, produisait des rendements moyens très élevés. Les améliorations provinrent du creusement de canaux d'alimentation et de drainage, ainsi que de la construction de digues transversales afin de diviser les bassins naturels en unités de production plus petites ; c'est le second type d'irrigation.

Les progrès techniques des méthodes d'irrigation, minimales, ont été apportés en Egypte de l'extérieur. La première amélioration, le chadouf, un mécanisme de pivot et de seaux à contrepoids introduit vers 1350 avant J.-C, au Moyen Empire, depuis le Moyen-Orient, permettait dans une certaine mesure d'élever l'eau au niveau des champs et des jardins. Comme la 'saqiya', une roue à eau mue par la force animale, qui est pour la première fois attestée en Egypte.[5]



Figure I. 7: Canaux d'irrigation Egyptiens.[6]

### I.4.4/ En Chine :

La construction du système d'irrigation de Dujiangyan a commencé au 3<sup>ème</sup> siècle av. JC. Le système continue de réguler les eaux de la rivière Minjiang et de les distribuer sur les terres fertiles des plaines de Chengdu. Le Mont Qing Cheng est le berceau du taoïsme qui est célébré par une série de temples anciens.

## Chap 1. L'agriculture traditionnelle



**Figure I. 8:Le système de Dujiangyan.**

### I.4.5/ En Algérie :

Parmi les anciens systèmes d'irrigation existents en Algérie, la Foggara. Le terme foggara désigne: une galerie sous la terre qui consiste à débarrasser les eaux de la nappe aquifère du plateau vers les terrains irrigués situés dans la dépression. La foggara se compose de plusieurs puits avec des profondeurs variables réunis à leurs bases par une galerie, qui se caractérise par des dimensions géométriques variables d'une région à l'autre suivant la nature des terrains. La foggara draine la nappe d'eau grâce à la différence de pression qui existe entre la galerie drainante et la surface de la nappe aquifère et que le débit drainé est proportionnel à la hauteur rabattue de la nappe d'eau.[7]



**Figure I. 9:Les canaux de Foggara.**

#### I.4.5.1/ Fonctionnement de la foggara :

La foggara est constituée généralement de deux(2) parties différentes :

## **Chap 1. L'agriculture traditionnelle**

- Une partie en amont qui pénètre dans la nappe, c'est une partie active (drainante), c'est la partie la plus importante de la foggara.
- Une partie en aval qui permet l'écoulement de l'eau vers les jardins grâce à sa pente, c'est la partie inactive.

Le drainage perpétuel effectué par la partie active provoque un rabattement continu de la nappe d'eau et par conséquent une régression du débit et l'évolution de la partie inactive vers l'amont. L'amélioration du débit par le creusement des nouveaux puits permet la migration de la partie inactive vers l'amont et qui traduit par la croissance des taux des pertes des eaux drainées dans la partie aval par l'infiltration surtout s'il existe un obstacle qui gêne l'écoulement libre de l'eau.

### **I.5 / conclusion :**

Dans ce chapitre Nous notons que l'agriculture a émergé avec l'existence humaine.

Il y avait plusieurs techniques pour l'agriculture, commençant avec utilisation des techniques très primitives, et au cours du temps, les nouvelles technologies pour l'agriculture sont apparues comme la fertilisation qui n'a pas été connue à l'époque et l'émergence de nouvelles méthodes pour aider à labourer comme le tracteur agricole et des machines de récolte,... Peu à peu, ils ont découvert de nouvelles techniques d'irrigation, ce qui a conduit à son développement jusqu'à l'heure actuelle, là où l'agriculture moderne utilise des moyens sophistiqués que ce soit dans les labours, l'irrigation, la récolte et arrosage jusqu'à l'hydroponie.



**Chapitre2 :**  
**L'agriculture**  
**intelligente**

## **Chap 2. L'agriculture intelligente**

### **II/ L'introduction :**

Après la Seconde Guerre mondiale, dans les pays européens, l'agriculture de subsistance a laissé la place à une agriculture de production, modifiant complètement le travail de l'agriculteur. Le développement de l'agriculture moderne s'est appuyé sur des technologies éprouvées déjà depuis des années.

Aujourd'hui, l'agriculture est variable de celle d'il y a une ou deux générations. Dans bien des cas toutefois, des conglomérats agricoles ont acheté des exploitations indépendantes pour créer des fermes industrielles dont le seul mérite est la production de masse. Certes, ces exploitations gigantesques permettent de nourrir notre monstrueuse chaîne agro-alimentaire moderne, mais vu la cadence de production actuelle, elles seront incapables de faire face à la croissance démographique avenir. Cependant, elles sont loin de plaire aux consommateurs qui se soucient des conséquences des milieux de leurs choix alimentaires.

#### **II.1/ L'agriculture intelligente :**

Nous avons écrit pendant quelque temps sur les tracteurs sans conducteur, et drones agricoles, pour futuristes **Jim Carroll** les plantes pourraient un jour être en mesure de s'analyser, avec des puces informatiques embarquées, dit-il, en fait, la connectivité est un concept qui va conduire les progrès agricoles. Est-ce que vos plantes ont besoin d'engrais ou un verre d'eau? Ils vont envoyer des alertes directement sur votre ordinateur. Une autre force motrice revient aux mathématiques, dit **Ron Restum**, vice-président des ventes en Amérique du Nord avec Koch Media Agronomiques .[8]

**“Farms are becoming more like factories and information technology is taking over agriculture”.**

#### **II.2/ De quoi se nourrit une plante :**

Toutes les plantes nécessitent d'éléments minéraux pour se développer. Elles puisent ces éléments nutritifs par leurs racines en même temps que l'eau. Le manque d'éléments suffit à limiter la croissance de la plante.[9]

## Chap 2. L'agriculture intelligente

### II.2.1/ Le cycle des éléments nutritifs :

Lors de la photosynthèse, la plante utilise du carbone et de l'oxygène fournis par le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) de l'air. L'eau prélevée dans le sol par les racines, outre ses rôles multiples dans la physiologie végétale, apporte hydrogène et oxygène et éléments minéraux. L'azote est ainsi prélevé dans le sol en quasi-totalité sous la forme de nitrates. Seule exception, les légumineuses absorbent directement l'azote de l'air contenu dans le sol, par des bactéries situées dans leurs racines.

**Au plus fort de sa croissance, 1 hectare de blé absorbe chaque jour 2kg d'azote (N), 6 kg de potassium (K<sub>2</sub>O) et 1 kg de phosphore (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ainsi que du soufre, du calcium, du magnésium et des oligo-éléments.**

**Cette classification est établie en fonction des quantités de chaque élément contenu dans les plantes et non de l'importance de leur rôle.**

Éléments	Les 9 éléments principaux	% de la matière sèche
	<b>Carbone (C)</b>	<b>42.0</b>
	<b>Oxygène (O)</b>	<b>44.0</b>
	<b>Hydrogène (H)</b>	<b>6.0</b>
Éléments majeurs	<b>Azote (N)</b>	<b>2.0</b>
	<b>Phosphore (P)</b>	<b>0.4</b>
	<b>Potassium (K)</b>	<b>2.5</b>
Éléments secondaires	<b>Calcium (Ca)</b>	<b>1.3</b>
	<b>Magnésium (Mg)</b>	<b>0.4</b>
	<b>Soufre (S)</b>	<b>0.4</b>

**Tableau 1.1:les éléments minéraux**

## **Chap 2. L'agriculture intelligente**

### **II.2.2 Les éléments principaux :**

#### **II.2.2.1/ L'azote :**

L'azote joue un rôle déterminant à la fois sur le rendement et sur la qualité des productions.

#### **II.2.2.2/ Le phosphore :**

Le phosphore est important au développement des plantes, il permet un bon enracinement, une bonne résistance à la sécheresse et joue un rôle dans la maturation des fruits.

#### **II.2.2.3/ Le potassium :**

Le potassium joue un rôle nécessaire dans la production, le transport et le stockage des sucres dans la plante.

Jusqu'au début des années quatre vingt dix, les disponibilités en soufre du sol n'ont pas été l'objet de préoccupations importantes en raison notamment des apports de soufre atmosphérique.

#### **II.2.2.4/ Le soufre :**

Jusqu'au début des années quatre vingt dix, les disponibilités en soufre du sol n'ont pas été l'objet de préoccupations importantes en raison notamment des apports de soufre atmosphérique.

#### **II.2.2.5/ Le magnésium :**

Le magnésium est connu pour les effets bénéfiques qu'il exerce sur la qualité des produits récoltés, mais aussi sur la santé des hommes et des animaux car il agit sur l'influx nerveux.

### **II.2.3/ Les éléments secondaires :**

#### **II.2.3.1 /Le calcium :**

Le calcium intervient sur l'alimentation des plantes mais il agit surtout sur les propriétés physiques du sol : stabilité structurale, dynamique de l'eau.

#### **II.2.3.2/ Les oligo-éléments :**

Les oligo-éléments sont absorbés en très faibles quantités, de l'ordre de quelques grammes à quelques centaines de grammes par hectare.

## Chap 2. L'agriculture intelligente

En agriculture, on compte généralement six principaux oligo-éléments : **Le Fer, le Manganèse, le Zinc, le Bore, le Cuivre, le Molybdène**. Certains spécialistes rajoutent le Cobalt et le Sélénium à cette liste.

Le rôle des oligo-éléments est primordial dans les réactions d'oxydoréduction du système enzymatique des plantes (photosynthèse, fixation de l'azote, réduction des nitrates dans la plante, etc.).

Les teneurs des sols pour les oligo-éléments dépendent essentiellement des teneurs des roches mères, cependant, ces teneurs globales ne sont pas représentatives des quantités réellement disponibles pour la plante. La matière organique ainsi que le pH jouent un rôle important dans la disponibilité de ces éléments.

### II.3/ Les techniques agricoles :

#### II.3.1/ agriculture HORS-SOL :

culture de plantes réalisée sur substrat neutre et inerte (ex: fibre de coco, billes d'argile, laine de roche etc.). Le substrat est régulièrement irrigué d'un courant de solution qui apporte les sels minéraux et nutriments essentiels à la plante. La culture hydroponique est très présente en horticulture et dans la culture forcée de certains fruits et légumes. Elle permet d'accélérer le processus de maturation des fruits grâce à un rythme nyctéméral plus rapide et permet plusieurs récoltes par an.[10]



- SUBSTRAT DE COCO + ENGRAIS ORGANIQUE
- BONNE CAPACITE DE RETENTION D'EAU
- EXCELLENTE POROSITE ET OXYGENATION
- PERMET UN DEVELOPPEMENT RAPIDE DES PLANTES
- GESTION RATIONNELLE ET ECONOMIQUE D'EAU
- ABSORPTION MAXIMALE DES ENGRAIS
- RETENTION MAXIMALE DES VALEURS NUTRITIVES
- ENTRETIEN MINIMUM (PAS DE DESHERBAGE)
- Ne contient ni insectes, ni nématodes, ni champignons parasites des plantes etc.

Figure II. 1:coco sol pépinière

## Chap 2. L'agriculture intelligente



- TOURBE DE COCO + ENGRAIS ORGANIQUE
- EXCELLENCE CAPACITE DE RETENTION D'EAU
- EXCELLENTE POROSITE ET OXYGENATION
- PERMET UN DEVELOPPEMENT RAPIDE DES PLANTES
- GESTION RATIONNELLE ET ECONOMIQUE D'EAU
- ABSORPTION MAXIMALE DES ENGRAIS
- RETENTION MAXIMALE DES VALEURS NUTRITIVES
- ENTRETIEN MINIMUM (PAS DE DESHERBAGE)
- Ne contient ni insectes, ni nématodes, ni champignons parasites des plantes etc.

**Un produit biologiquement sain**

**Figure II. 2:coco sol plantation**

L'hydroponie est un terme qui regroupe les différentes techniques de cultures hors-sol, mais c'est aussi un système de culture assez simple, qui ne nécessite pas beaucoup de matériel et qui n'engendre pas de gros frais. L'hydroponie est la première culture de plantes hors-sol qui fut développée à échelle industrielle.



**Figure II. 3:Un chercheur de la NASA vérifie les oignons hydroponiques**

Cette technique consiste à nourrir les racines des plantes qui se trouvent dans du substrat (par exemple, dans des pains de laines de roche) avec une solution nutritive ; ce principe permet à la plante d'avoir un meilleur accès à l'oxygène, à l'eau, ainsi qu'à la nourriture. Le contrôle

## Chap 2. L'agriculture intelligente

du pH de la solution ainsi que sa conductivité électrique permettent de gérer le milieu par rapport aux besoins de chaque plante, et à chacun des stades de leur vie. Grâce à ce principe, la plante est poussée au maximum de son potentiel génétique et elle produira de plus grosses fleurs, de plus gros fruits et, dans le cas des plantes médicinales, celles-ci verront une forte augmentation de la production de leur concentration en principe actif.

Ce système permet de servir de support à la plante tout au long du cycle de sa vie. La simplicité du système permet un entretien assez simple et rapide



**Figure II. 4: un plant de bananier dans le potager hydroponique (HydroTown).**

### II.3.1.1/ Les avantages des cultures hors sol :

L'idée de cultiver en hors sol, est apparue depuis longtemps comme une méthodologie pour établir les mécanismes de l'absorption racinaire des éléments minéraux, et pour étudier le fonctionnement des plantes. Cependant au cours des dernières décennies, cette méthode s'est largement répandue. Elle est devenue indispensable dans la production végétale. Les cultures hors sol se définissent comme des cultures où les végétaux effectuent leur cycle complet de production sans que le système racinaire ait été en contact avec leur environnement naturel, qui est le sol. Les racines sont ainsi continuellement alimentées par un milieu liquide minéral qui est la solution nutritive et qui apporte l'eau, l'oxygène dissous et les éléments minéraux indispensables. [11]

## Chap 2. L'agriculture intelligente



**Figure II. 5: Culture hydroponique de tomates**

En réalité, la découverte des cultures hors sol doit être attribuée à deux chercheurs allemands Knop et Sachs. Simultanément en 1860 et de manière indépendante, ces deux auteurs ont réussi à faire pousser des plantes sur des milieux entièrement liquides constitués d'eau additionnée de sels minéraux. Plus tard, dans les années 50, certains organismes de recherches en France, en Hollande et aussi des professionnels comme Mil land s'intéressaient aux applications horticoles des cultures hors sol, mais il ne s'agit encore que d'étapes de pré-développement. Enfin, le véritable développement des cultures hors sol date des années 1975-1980: À un rythme très soutenu cette technique s'implantait dès lors en Europe surtout pour les cultures sous serre. Ainsi, depuis une quinzaine d'années, les surfaces et la nature des espèces concernées n'ont cessé d'augmenter. L'extension régulière des surfaces consacrées aux cultures hors sol résulte d'un bilan en faveur de cette technique qui apporte une série d'améliorations pour l'agriculteur: Parmi les avantages de cette technique, on cite:





**Figure II. 6:prototype l'agriculteur verticale**

### **II.3.1.1.1/L'économie d'eau et d'engrais minéraux :**

Les cultures hors sol conduisent à une meilleure maîtrise des apports d'eau et en éléments minéraux. En comparant la quantité d'eau nécessaire pour obtenir un kg de produit à partir d'une culture de plein champ à celle utilisée avec une culture hydroponique, l'économie réalisée par cette dernière peut atteindre 90% à 95% des apports d'eau , ainsi les cultures hors sol ont permis de développer des activités horticoles dans des régions où l'eau est un facteur limitant: on évite ainsi les pertes par diffusion dans le milieu naturel. Quant aux engrais minéraux, les techniques de culture hors sol conduisent aussi à une économie importante puisque les apports sont calculés en fonction des besoins et qu'il n'y a pas de stockage au niveau du sol. En réalité, l'économie réalisable va dépendre du choix de la technologie utilisée. Quand l'agriculteur choisit un système à solution recyclée, cette économie sera importante, la plante consomme la quasi-totalité des apports, par contre, quand la culture est effectuée à partir d'une solution nutritive non recyclée (circuit ouvert) les pertes au niveau des percolas sont importantes et les économies réalisables sont limités.[13]



**Figure II. 7: Culture hydroponique de fraise**

### **II.3.1.1.2/ La simplification des techniques culturales :**

La culture hors sol permet de supprimer certaines façons superficielles comme la préparation du sol, les binages, le désherbage ..., Egalement, les étapes de la fertilisation (amendement et engrais minéraux), et de l'irrigation sont aussi remplacées par l'apport de la seule solution nutritive. En outre, cette technique facilite considérablement le travail du producteur qui en installant sans contrainte l'ensemble du système peut s'affranchir facilement de la lourdeur des opérations au niveau du sol.

### **II.3.1.1.3/ L'élimination des problèmes liés au sol :**

La principale raison du développement agricole de la culture hors sol provient de la nécessité d'éliminer certains problèmes liés au sol comme le problème de la salinité ou la contamination par les agents pathogènes. Cette technique a permis, par exemple, de lutter contre la fusariose de l'œillet ou le **corky root** de la tomate.

De plus, le recours à la culture sans sol devient nécessaire quand ce dernier est de qualité médiocre peu profond ou difficile à amender: C'est le cas du désert sableux notamment dans les pays du Moyen-Orient où cette technique a permis le développement d'une production maraîchère. Il ne faut pas négliger, par ailleurs, les potentialités de cette technique pour utiliser des surfaces où il n'y a pas de sol, ainsi des tentatives ont été effectuées pour créer des espaces verts en culture hors sol sur les terrasses d'immeubles ou sur des décharges publique.[13]

## **Chap 2. L'agriculture intelligente**

### **II.3.1.1.4/ Le gain de précocité :**

La culture hors sol favorise la précocité d'une culture sous serre par rapport à une même culture en sol selon les régions ainsi un producteur peut bénéficier de prix des primeurs. En effet, l'explication de cette précocité est due à un effet de température qui permet un réchauffement plus rapide d'un substrat par rapport au sol en place. Cette élévation de température permettrait un meilleur fonctionnement du système racinaire et un produit de meilleure qualité.

### **II.3.1.1.5/ Une meilleure qualité des produits :**

Bien que le concept de la qualité soit difficile à préciser et à quantifier, la culture hors sol a une influence favorable sur certains critères comme :

- L'aspect extérieur des fruits et des légumes: On récolte des produits plus attrayants pour le consommateur, plus propre car jamais souillés de particules de sol et plus brillants.
- Moins de résidus de pesticides puisque ces cultures reçoivent moins de traitements phytosanitaires.
- Poids et quantités de protéines: Pendant la période de récolte, certaines études ont montré que les mesures de différents paramètres représentant la qualité des fruits de tomates cultivées en sol (fumure minérale ou amendements organiques) ou en hors sol montrent qu'aucune différence importante ne peut être attribuée à la technique culturale et la comparaison est même favorable à la culture hors sol qui augmenterait le contenu en protéines.

D'autres parts, les risques les plus nécessaires pour l'environnement paraissent être liés à l'utilisation incomplète de la solution nutritive par les racines des plantes. Dans les systèmes les plus couramment utilisés dit à circuit ouvert la solution nutritive est apportée aux racines des plantes en quantité très supérieure à celle des besoins des racines: L'excédent ou percola est évacué dans le sol avec les eaux de ruissellement vers les nappes phréatiques. Pour conclure, la pratique de la culture hors sol s'accroît d'une manière significative dans le monde, c'est une solution efficace pour différentes contraintes et limites liées au sol, et au milieu et qui permet notamment l'augmentation des rendements et le développement de l'agriculture en général. En effet, elle représente un concept d'avenir puisque la population de la planète est en croissance géométrique et il y a de moins en moins de terres arables et fertiles qui sont utilisables pour subvenir aux besoins de ces populations.

## Chap 2. L'agriculture intelligente

### II.3.2/ L'agriculture de précision :

Par exemple l'échantillonnage du sol, pour mesurer des qualités telles que la teneur en minéraux et de la porosité, peut prédire la fécondité des différentes parties d'un champ. La cartographie précise des contours permet d'indiquer comment l'eau se déplace autour.[8]

Est un principe de gestion des parcelles agricoles qui vise l'optimisation des rendements et des investissements, en cherchant à mieux tenir compte des variabilités des milieux1 et des conditions entre parcelles différentes ainsi qu'à des échelles intra- parcelaires.[12]

Ce concept est apparu à la fin du xxe siècle, dans le contexte de course au progrès des rendements agricoles. Il a notamment influencé le travail du sol, les semis, la fertilisation, l'irrigation, la pulvérisation de pesticides, etc.

Il requiert l'utilisation de nouvelles technologies, telles que l'imagerie satellitaire et l'informatique. Il s'appuie sur des moyens de localisation dans la parcelle dont le système de positionnement par satellite de type GPS.

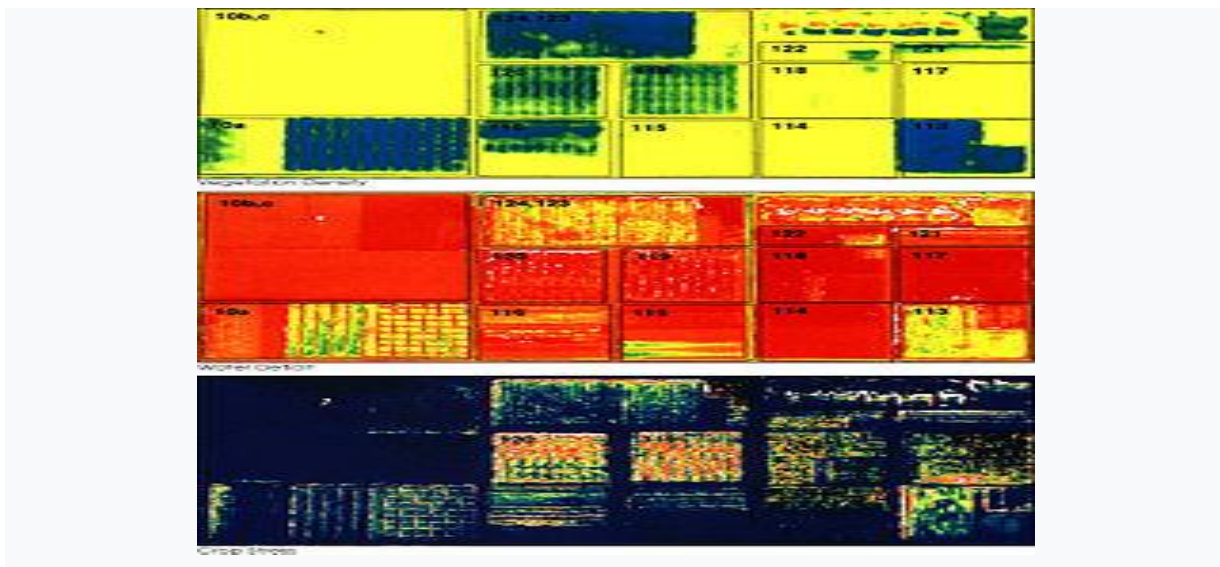


Figure II. 8:Le système de positionnement par satellite de type GPS.



**Figure II. 9: Exemple de drone civil destiné à la photo aérienne**

### **II.3.2.1/ A quoi ça sert :**

Sur le papier, moduler les apports présente un triple intérêt : économique (réduire la facture des intrants), écologique (en limitant le lessivage par exemple) et agronomique (améliorer les rendements en répondant aux besoins de chaque plante). Concrètement, l'agriculteur peut adapter la dose suivant les caractéristiques de la parcelle, le rendement de l'année précédente (cartographie du rendement) ou en temps réel. Ces techniques permettent aussi une véritable chasse au gaspillage, en n'appliquant pas deux doses d'engrais, de semences ou de phytos au même endroit (coupure des tronçons automatique).

### **II.3.3/ L'irrigation intelligente :**

#### **II.3.3.1/Les systèmes modernes :**

Les techniques d'irrigation traditionnelles utilisent énormément d'eau et cette méthode risque de fournir *gaspiller* trop d'eau par rapport aux besoins.

Bien qu'il existe une grande variété de solutions disponibles pour économiser l'eau, la conservation obtenue grâce à une irrigation efficace reste une des alternatives les plus faciles à réaliser et à mettre en place immédiatement pour obtenir une économie d'eau significative.[13]

## Chap 2. L'agriculture intelligente

**Le Sud-ouest de la France et la Portugal** ont développé l'irrigation sous pression à travers des réseaux et de systèmes d'apport par aspersion ou goutte à goutte. Dans ces zones, la ressource en eau n'est pas toujours garantie.

D'un autre côté, les systèmes d'irrigation au goutte à goutte sont les plus efficace et efficiente de tous. En outre, les systèmes de pulvérisation qui utilisent autant d'eau que nécessaire sont les systèmes les plus utilisées.

### II.3.3.2/Gardena :

Le micro drip system goutte à goutte GARDENA est un moyen idéal de favoriser la pousse et de réduire la consommation d'eau, ainsi que ce système économe 70% d'eau par rapport aux méthodes d'arrosage traditionnelles. La terre est arrosée en douceur et uniformément empêchant ainsi cette eau précieuse de s'évaporer, s'infiltrer ou s'écouler en quantité trop importante. Ce système d'arrosage par micro irrigation utilise l'eau efficacement car il fournit aux racines de chaque plante la quantité exacte d'eau nécessaire.

#### Centrale d'irrigation:

La centrale d'irrigation est le composant de départ du système qui réduit la pression initial de l'eau pour un fonctionnement optimal des goutteurs et des micro-asperseurs reliés. L'eau est par ailleurs filtrée lors de son passage dans la centrale.



**Figure II. 10:La centrale d'irrigation.**

#### Goutteurs de fin de ligne :

Les goutteurs de fin de ligne sont utilisés pour l'arrosage goutte-à-goutte précis de plantes individuelles (dans les pots de fleurs ou les paniers suspendus), mais aussi pour les longues rangées de plantes. En positionnant le goutteur à la base de la plante, la goutte à goutte régulier et dosé maintiendra les plantes et les fleurs en bonne santé.



**Figure II. 11:Un goutteurs de fin de ligne.**

### **Goutteurs en ligne:**

Ils sont utilisés pour arroser des rangées plus courtes des plantes. Ces goutteurs sont placés le long du tuyau d'alimentation à la base de la plante, offrant ainsi une goutte à goutte régulier et dosé pour des plantes et des fleurs en bonne santé.



**Figure II. 12:Un goutteurs en ligne.**

### **Micro asperseurs :**

Les Micro asperseurs sont utilisés pour l'arrosage précis de petites surfaces de massifs fleuris ou de potagers ainsi que pour arroser des plantes individuelles comme les arbustes ou les buissons. L'eau est diffusée en jet léger et peut être réglée pour différents secteurs d'arrosage compris entre 90° et 360°.



**Figure II. 13: Un micro-asperseur.**

### **Arroseur oscillant :**

L'arroseur oscillant peut arroser des surfaces carrées et rectangulaires et convient particulièrement pour les massifs fleuris et les potagers. La zone d'arrosage peut être réglée entre 1 et 90 m<sup>2</sup>.



**Figure II. 14: Un arroseur oscillant.**

**Aux Emirats arabes unis**, les agriculteurs souffrent d'un manque des ressources en eau, alors l'amélioration de la gestion des ressources en eau dans ce secteur permettrait de diminuer de beaucoup la consommation d'eau totale. La mise en œuvre de technique d'irrigations intelligentes par le calcul des besoins en eau des plantes et donc du volume globale de l'eau d'irrigation fondé sur l'équilibre entre le sol et l'eau permet de savoir quand et comment il faut irriguer pour empêcher que les végétaux ne souffrent pas de stress hydrique.

Les techniques d'irrigation intelligente constituent l'utilisation d'un réseau de capteurs sans fil d'humidité du sol et/ou de l'air, qui permettent de réduire le nombre de plages d'irrigation. Grâce aux systèmes d'irrigation automatisés utilisant des capteurs d'humidité il est possible d'optimiser l'utilisation de la ressource en maintenant l'humidité du sol à un niveau optimal.



## **Chap 2. L'agriculture intelligente**

Les informations extraites des capteurs sont indispensable pour être programmé sur ordinateur, il est possible de stocker et transférer les données vers un programme qui permet de déclenché l'irrigation. Les données obtenues sont ensuite envoyées par liaison satellite à un ordinateur central. Le logiciel informatique affiche les données en mode graphique, ce qui aide les chercheurs à observer les taux d'humidité dans la zone racinaire. Le logiciel traite ensuite ces données pour établir, en fonction du type de sol, le calendrier d'irrigation et la quantité d'eau à utiliser. Le logiciel commande aussi le fonctionnement du système d'irrigation [13]

### **II.4/ Agriculture intelligente face au climat :**

Le climat mondial change rapidement et cette évolution perdurera à l'avenir, quelles que soient les mesures prises aujourd'hui. Pour l'agriculture, l'évaluation sera également signification, avec la montée des températures, l'évolution des régimes pluviométriques et l'apparition de ravageurs et de maladies dans de nouvelles circonstances, avec de nouveaux risques pour l'alimentation et l'agriculture Jusqu'à récemment, l'agriculture a généralement été en marge des discussions sur le changement climatique d'origine humaine, considérée comme la « victime ». Cependant, la contribution de l'agriculture au changement climatique, passé et présent, est de plus en plus reconnue, de même que les moyens permettant aux systèmes agricoles de s'adapter aux changements, ainsi que le potentiel de l'agriculture à atténuer notre impact sur le climat.

Cette reconnaissance a donné naissance au concept « d'agriculture intelligente face au climat»

Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'agriculture intelligente face au climat est constituée de trois grands piliers :

- \* Une augmentation durable de la productivité et des revenus agricoles (sécurité alimentaire)
- \* L'adaptation et le développement de la résilience face au changement climatique (adaptation) ;
- \* La réduction et/ou l'éradication des émissions des gaz à effet de serre (atténuation), dans la mesure du possible.[14]

## **Chap 2. L'agriculture intelligente**

### **II.5/ Conclusion :**

Dans ce chapitre on a traité les besoins des plantes de gaz et de sel minéraux, et on les a résumés dans (les besoins des plantes), comme aussi nous avons parlé de ce que l'humanité lui a atteint aux technologies modernes et avancées dans le domaine de l'agriculture. Parmi ces technologies : l'agriculture hors du sol, l'agriculture audité. Grâce à l'étude, nous avons identifié ses avantages.

# **Chapitre 3 : Conception et réalisation**

## **Chap 3. Conception et réalisation**

### **III/ Introduction :**

La programmation pour le contrôle de système d'agriculture, la réalisation de la maquette qui représente une agriculture intelligente ainsi que la programmation commandée par un Smartphone sont l'objet de ce chapitre.

Ce thème est en rapport avec une technologie émergente : car ce domaine d'agriculture est équipé de divers capteurs qui effectuent des mesures telles que le relevé de la température, l'humidité, du temps extérieur. Ces mêmes capteurs peuvent aussi permettre d'améliorer le besoin du plant (réglage de la luminosité à distance, augmentation de l'humidité ect ...).

Ce qui nous a attirés dans ce projet réside dans le fait que c'est une technologie récente mais qui se développe rapidement. En effet l'agriculture intelligente présente plusieurs avantages indéniables, elle permet d'assurer la bonne croissance, minimiser le temps de croissance des plants et donner une bonne qualité, Elle permet aussi d'augmenter le rendement de production et d'être plus facile a commander. Et enfin l'avantage le plus important est que cette technologie permet de contrôler à distance tous les terrains agricoles, en permettant à leur propriétaire d'être sûr que le terrain est en sécurité lorsqu'il part de chez lui.

Ce chapitre représente les parties essentielles de notre projet. Nous présenterons les étapes de la conception et de la réalisation du projet comme suit :

#### **Etape 1: développement et présentation de l'application Android**

#### **Etape 2 : réalisation de la carte de commande**

#### **Etape 3 : réalisation du prototypage du projet**

### **III.1/L'importance hydroponique :**

- la remise en état des grands terrains qui ne sont pas fertiles, soit à cause de l'augmentation de salinité ou le manque des minéraux et les éléments principaux des plantes.

Il peut également être installé dans les hauts terrains rocheux qui manquent de sol.

- L'hydroponie n'est pas la même chose comme l'agriculture simple, car l'hydroponie fournit seulement de l'eau au besoin du plant d'une part et d'une autre part, elle consomme beaucoup d'eau qui va être absorbée et consommée par la terre.
- L'hydroponie peut également réutiliser le surplus d'eau pour une autre irrigation.

### **Chap 3. Conception et réalisation**

- Elle fournit moins d'engrais qui sont utilisés contre les insectes et les champignons vénéneux qui se trouvent dans la terre, donc elle garantit un gain d'argent et une bonne croissance des plantes.
- Elle peut contrôler le lieu où vivent les plantes, aussi elle peut commander le temps de récolte et de cueillette.

#### **III.2/ Les avantages tangibles de notre application :**

1. Réduire l'effort qu'il faut pour traiter l'opération d'allumage et d'éteinte des appareils électroniques.
2. Réduire le temps nécessaire pour contrôler les appareils électroniques.
3. Une application facile à utiliser.
4. La possibilité d'entretien et la facilité de remplacement des pièces endommagées.

#### **III.3/ Étudier la faisabilité :**

Le but de la faisabilité est de savoir si le nouveau système nous ramène un profit ou non sur le plan économique, technique et opérationnel, ainsi que dans le temps, et la possibilité d'établir un nouveau système pour atteindre les objectifs souhaités lors des crises financières et économiques.

La faisabilité opérationnelle est la possibilité de contrôler ce système par n'importe quelle personne.

Le système doit être approprié pour les éléments suivants de la disposition de la faisabilité opérationnelle (PIECES) :

**P=performance I= type de données(Information)**

**E= Efficience C=Contrôle S=Services**

#### **III.4/ Les exigences de système :**

Le système que nous allons construire sera facile à utiliser et offre la possibilité de vérifier l'état du système, ainsi que facile à apprendre, il permet à tout utilisateur de l'utiliser facilement et aussi au fait que le système peut être utilisé par plus d'un utilisateur. Il doit

### **Chap 3. Conception et réalisation**

donner des résultats précis et fiables en permanence afin que toutes les fonctions soient correctes.

Le système est disponible pour tous les utilisateurs qui possèdent chacun, une application dans leur mobile. A tout moment, ils peuvent accéder au système et exécuter les tâches requises.

Le système se doit d'être rapide et le temps du processus de mise en œuvre est très court et dépend principalement de la vitesse de la connexion au réseau. Il est possible d'apporter des réglages et des modifications en cas de défaut dans le système.

#### **III.5/Représentation du système utilisé :**

Notre projet vise le contrôle, à distance, d'une plantation par un Smartphone ou une tablette. Le circuit de commande se base sur une carte Arduino.

Le contrôle à distance est assuré à travers une connexion WIFI. La communication du système Android (Smartphone) en Wifi est disponible sur le Smartphone tandis que le dispositif de commande (carte Arduino) doit être doté d'une interface de communication Wifi « module WIFI ESP8266 ».

La carte de commande permettra de recevoir les commandes et de les exécuter puis envoyer les états des équipements.

Dans notre projet, cette carte assure :

- le contrôle de l'éclairage.
- le contrôler du niveau d'eau
- la lecture des différentes données telles que la température et l'humidité.
- le contrôle de la concentration de l'engrais.

### Chap 3. Conception et réalisation

L'organigramme de système :

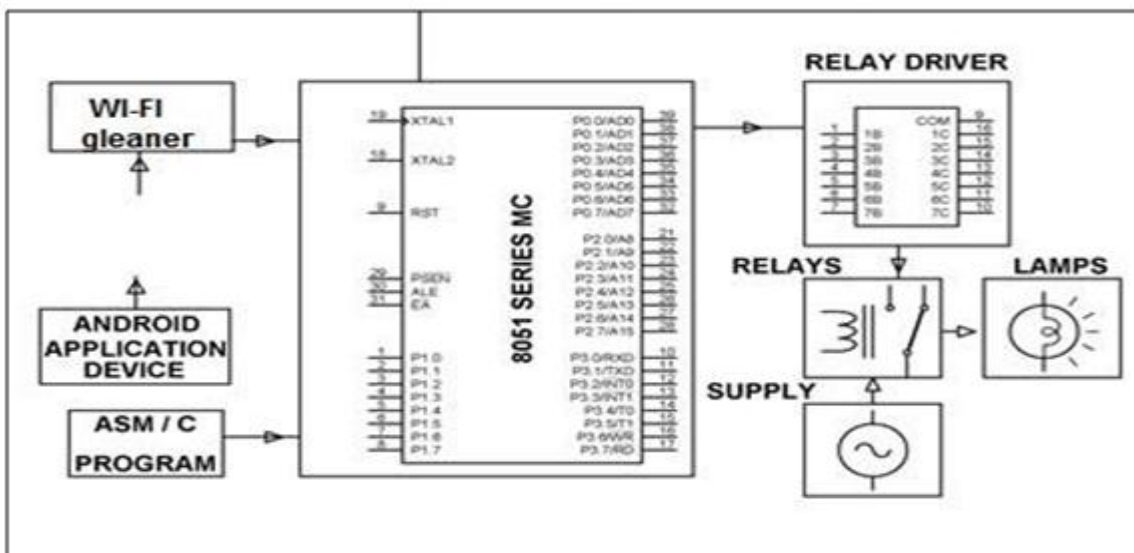
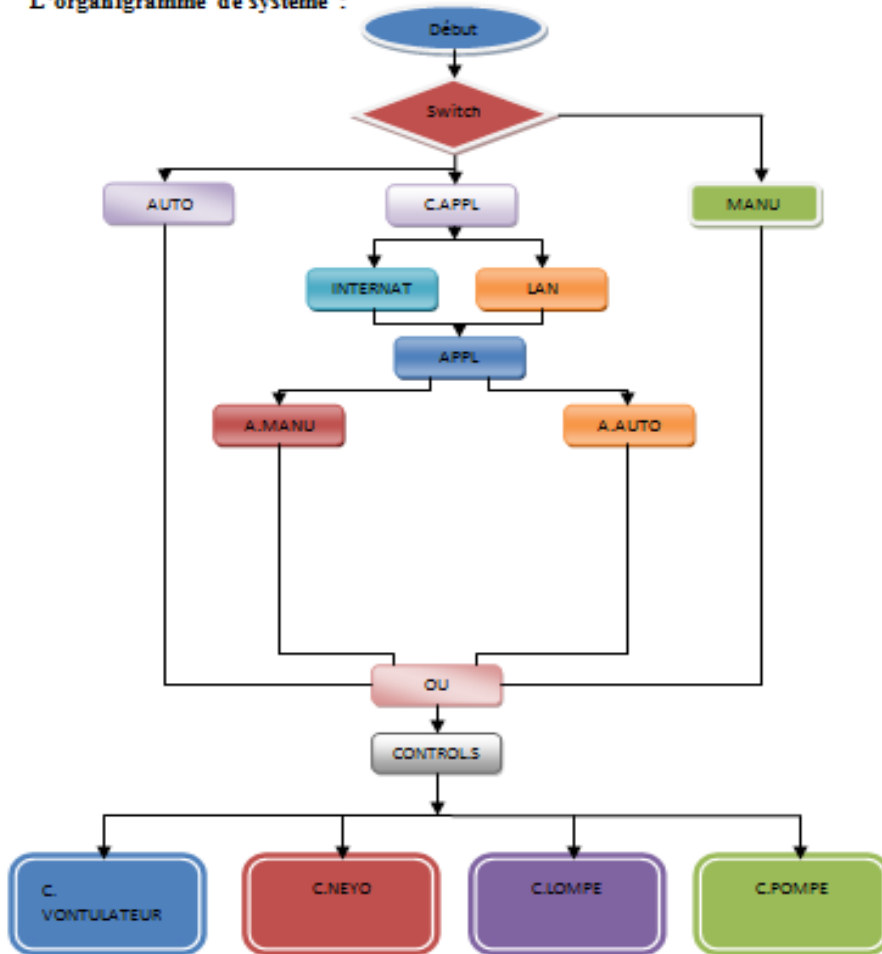


Figure III. 1:Schéma électrique du bloc

## Chap 3. Conception et réalisation

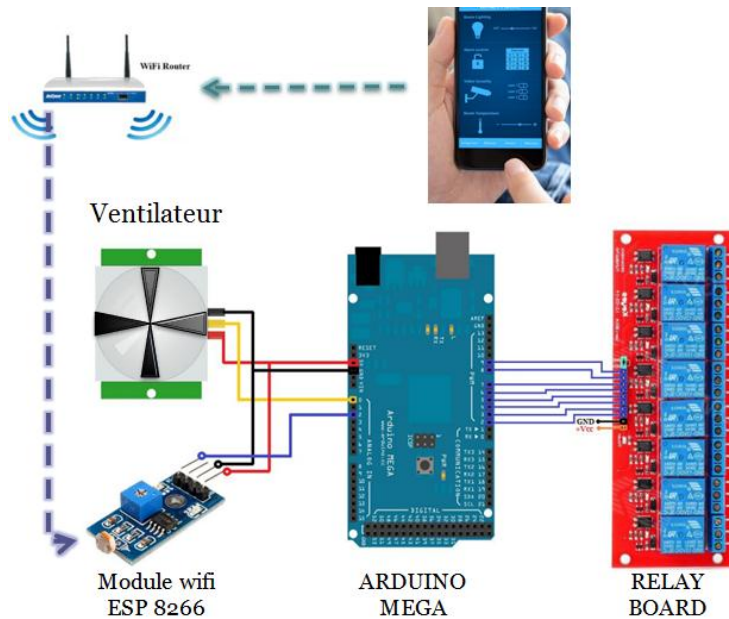


Figure III. 2:Schéma théorique du bloc

### III.6/ Développement et présentation de l'application Android :

Nous allons créer une application dans l'environnement de Mit App Inventor qui permettra de contrôler les dispositifs de la maison par WIFI.

#### III.6.1/ Conception de l'interface :

Pour créer une application, la première phase est la création de son interface. La création se fait en mode « online » : « avec une connexion internet ». Le site de l'environnement MIT App Inventor affiche un écran de Smartphone dans lequel nous pouvons placer, en les faisant glisser, les éléments que nous voulons utiliser.

Il y a deux catégories des éléments graphiques et des éléments non graphiques :

#### III.1.A les éléments graphiques

Les composantes utilisées sont :

##### III.6.1.1/ les boutons :

- Les boutons 'actif', 'non-actif' pour activer et désactiver les dispositifs.
- Bouton pour afficher et lancer la lecture de la température



### Chap 3. Conception et réalisation

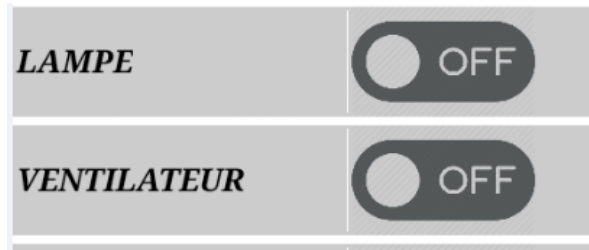


Figure III. 3: 1<sup>er</sup> Schéma graphique des boutons

#### III.6.1.2/ Label :

Pour définir les noms des éléments.



Figure III. 4: 2<sup>ème</sup> Schéma graphique des boutons

#### III.6.1.3/ Images :

Nous utilisons les images pour changer l'arrière-plan de l'interface. Pour ajouter un élément à partir des éléments précédents sur l'écran d'émulateur virtuel, nous cliquons sans lâcher sur le mot « Bouton, checkBox, label, etc. » dans la palette en déplaçant la souris sur Viewer et relâcher l'élément et là un nouvel élément va apparaître sur le Viewer. Puis changer la forme à travers la barre de Propriétés.

#### III.6.1.4/ Les éléments non graphiques :

Les composants utilisés sont :

##### III.6.1.4.1/ Clock:

Composant non visible qui fournit à l'instant dans le temps en utilisant l'horloge interne du Smartphone. Il peut tirer une minuterie à intervalles réguliers définis et effectuer des calculs de temps, les manipulations et les conversions. Pour ajouter Clock sur l'écran d'émulateur virtuel, on clique sans lâcher sur le mot " Clock " dans sensors à la palette en déplaçant la souris sur Viewer et relâcher l'élément et là un nouvel élément va apparaître sur le Viewer.

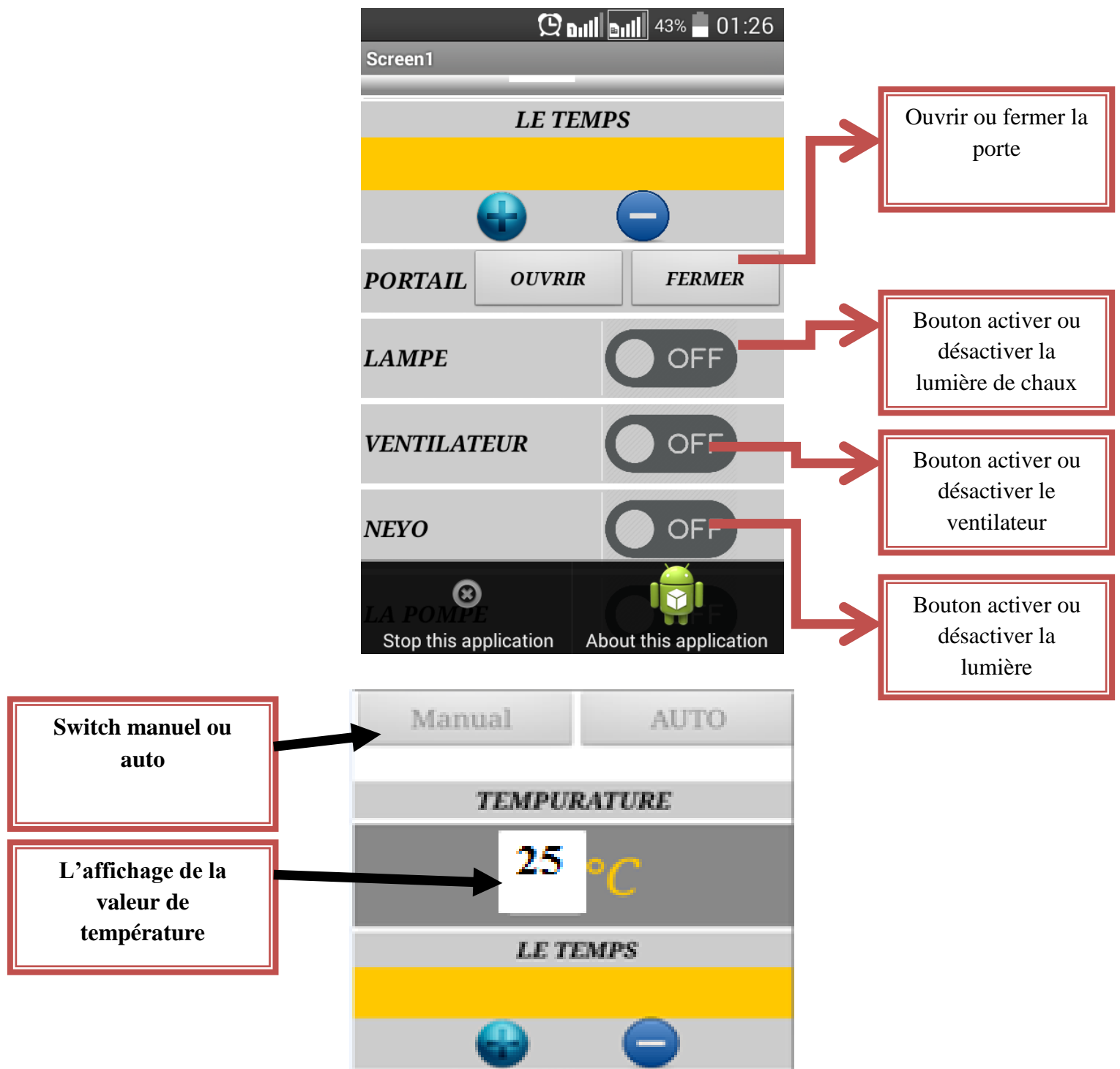


Figure III. 5: L'application Andriod du maison intelligente

## Chap 3. Conception et réalisation

### III.6.2/ Réalisation de l'algorithme à l'aide des blocs :

Pour utiliser un block, nous cliquons sur l'élément par exemple sur l'élément "bouton". Des blocs apparaissent :

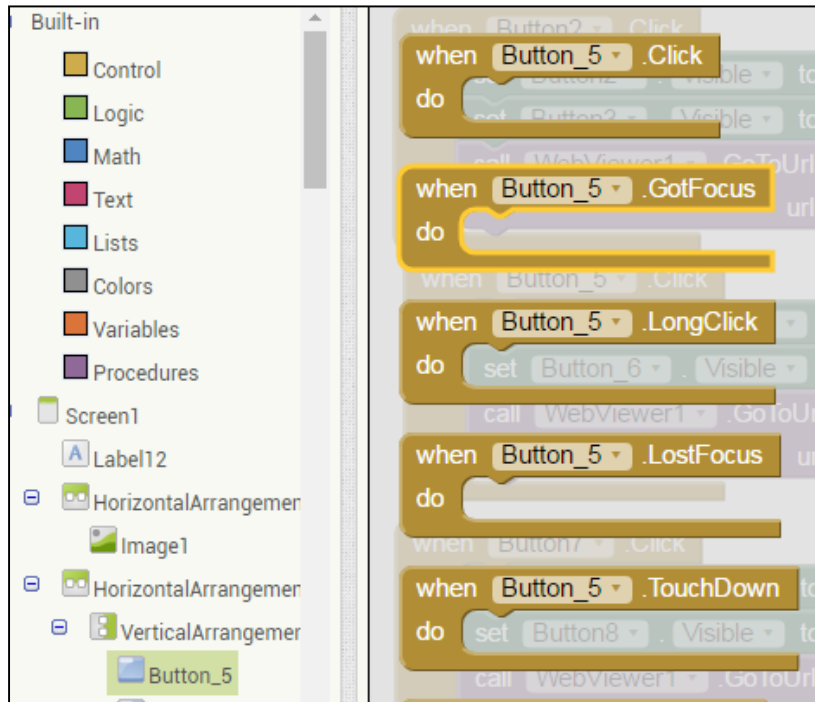


Figure III. 6:Schéma de bloc des boutons

Nous choisissons le bloc, il restera en position sur la partie « Viewer » de l'écran.

Cette méthode est utilisée avec tous les éléments que nous avons ajoutés en première étape et les éléments du Built-in.

### III.7/ La réalisation de notre projet :

La réalisation de la partie commande est basée principalement sur les modules électroniques suivants :

#### III.7.1/ Dispositifs matériels :

- 1 carte Arduino MEGA + Câble USB
- 4 relais 12V
- 1 capteur de température
- Boite alimentation de 12V, 5V et 220V

## **Chap 3. Conception et réalisation**

- 1 Moteur pas à pas
- 1 ventilateur (12V)
- 2 lampes
- Les transistors
- Les résistances
- 1 module Wifi ESP8266-01
- 2 pompes
- Capteur de niveau
- Les transistors

### **III.7.2/ Technologies :**

- IDE Arduino
- ISIS 7 professionnel
- MIT App Inventor

### **III.7.3/ Montage et programmation des dispositifs avec la carte Arduino :**

Dans cette partie, nous montrons comment relier et programmer le matériel utilisé étape par étape :

#### **III.7.3.1/ Le module WIFI avec l'Arduino :**

L'ESP8266 est un composant électronique permettant de rajouter la communication WiFi avec une utilisation simple, d'apporter une connectivité wifi par ligne série à tout équipement notamment les cartes à base de microcontrôleur comme: Arduino.

[<http://air.imag.fr/index.php/ESP8266>]

##### **III.7.3.1.1/ principe de fonctionnement :**

Le module Wifi ESP8266 ajoute une fonction de communication par WIFI à la carte Arduino. Il peut ainsi communiquer sans fil à moyenne distance avec n'importe quel autre dispositif Wifi (ordinateur, Smartphone, sur une autre carte Arduino...).

## Chap 3. Conception et réalisation

### III.7.3.2/ la programmation d'un ESP8266 :

Configuration de l'environnement Arduino :

D'abord il faut ajouter dans l'environnement Arduino/Genuino la bibliothèque permettant de compiler pour l'ESP8266, ensuite suivre ces étapes :

« Ajouter l'url [http://arduino.esp8266.com/package\\_esp8266com\\_index.json](http://arduino.esp8266.com/package_esp8266com_index.json) » à la liste de dépôts : “fichier” > “préférences” ; champ “Additionnal Board Manager URLs”

- Aller dans la sélection des cartes ( menu “outils” > type de cartes xxxx> “Boards manager” (au dessus de la liste des cartes)
- Tapper “esp8266” dans le champ de recherche
- Sélectionner le module “**esp8266 by ESP8266 Comunity**” et cliquer sur le bouton Install
- Fermer la fenêtre
- Après, il faut entrer le AT command pour bien configurer notre module :
- afficher l'adresse IP, sélectionner le module comme une station, préciser le cout

```
sendData("AT+RST\r\n", 2000, DEBUG); // restart du module
sendData("AT+CWMODE=2\r\n", 1000, DEBUG); // configurer comme une station
sendData("AT+CIFSR\r\n", 1000, DEBUG); // présenter le IP adress de ESP
sendData("AT+CIPMUX=1\r\n", 1000, DEBUG); // configurer pour multiples|connections
sendData("AT+CIPSERVER=1,80\r\n", 1000, DEBUG); // préciser le port en 80
```

**Figure III. 7:Les AT command de module WIFI ESP8266**

#### III.7.3.2.1/ Câblage à réaliser :

En branchant les ports comme suit :

- VCC doit être branché à une alimentation de 3.3V.
- GND doit être branché à la masse
- Rx est le pin de réception qui doit être branché au pin faisant office de Tx (transmission) sur Arduino
- Tx doit être branché au pin faisant office de Rx (réception) sur Arduino.
- RST un le pin servant à réinitialiser l'ESP8266 (état bas -> activé). Si le pin RST est toujours à l'état bas l'ESP ne peut pas fonctionner car il se réinitialise indéfiniment.

### Chap 3. Conception et réalisation

L'utilisation de Pin (Rx) et Pin (Tx) sur la carte Arduino ne permet pas d'utiliser « le serial monitor » du PC en même temps, ni de téléverser. Pour cela, nous utilisons Tx de module avec pin 22 à l'Arduino, Rx de module avec pin 23 à l'Arduino.

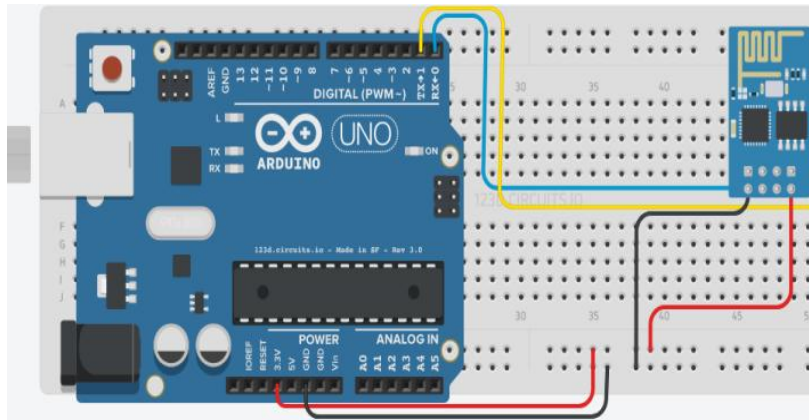


Figure III. 8:Montage ESP8266 avec Arduino

#### SoftwareSerial esp8266(Rx, Tx);

**Rx** et **Tx** seront les numéros des broches sur lesquelles sont connectées les broches d'émission/réception de notre module wifi . Dans notre cas la broche **Tx** du module branchée sur la pin 10 de l'Arduino et la broche **Rx** reliée à 12. On a donc dans le programme :

Une fois cela fait, tout est prêt En effet, cette bibliothèque offre les mêmes fonctions que la voie série habituelle, la seule différence sera qu'au lieu d'utiliser **Serial** on utilisera **esp8266**, comme on peut le voir dans le listing ci-dessous :

- **esp8266.begin(speed);** // démarre la voie série à la vitesse speed
- **esp8266.available();** // retourne le nombre de caractère à lire
- **esp8266.read();** // retourne le prochain caractère reçu
- **esp8266.print(val);** // envoie le char "val" sur la voie série

Notre module fonctionnant par défaut en 115200 bauds, nous allons pouvoir le préparer en écrivant :

## Chap 3. Conception et réalisation

```
#include<SoftwareSerial.h>
int led=8;
SoftwareSerial esp8266(10,11);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  esp8266.begin(115200);
  pinMode(led,OUTPUT);
}
```

### III.7.3.3/Le moteur pas à pas (UNIPOLAIRE) avec Arduino et module WIFI :

#### III.7.3.3.1/ Principe de fonctionnement :

Le moteur pas à pas à 4 phases avec un rapport de réduction de (1:64) peut être positionné sur une valeur angulaire précise. Il possède un couple important permettant de l'utiliser dans la plupart des petits montages.

#### III.7.3.3.2/ Caractéristiques :

- Ce petit moteur très économique fonctionne en 5V
- Le moteur comporte 64 pas par tour, soit une résolution angulaire de  $5.625^\circ$
- Le couple de rotation est de 34 mN.m (~340 g.cm)
- Des diodes de visualisation permettent de contrôler le bon fonctionnement des 4 phases (A, B, C, D).

#### III.7.3.3.3/Câblage à réaliser :

Le moteur se branche avec Arduino par 4 fils, chacun se branche avec un Pin qui fourni 5 Volt par alternance.

-In1 bronché au pin 22 de l'Arduino

-In2 bronché au pin 24 de l'Arduino

-In3 bronché au pin 26 de l'Arduino

-In4 bronché au pin 28 de l'Arduino

## Chap 3. Conception et réalisation

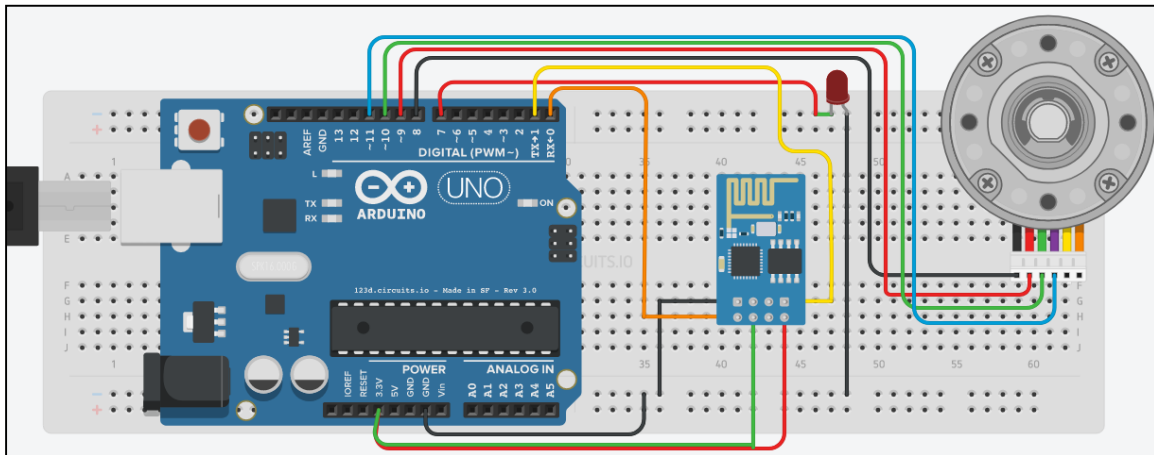


Figure III. 9:Montage moteur pas à pas avec Arduino

### III.7.3.4/Codage avec Arduino :

« **Stepper.h** » Cette Fonction sert à déterminer la vitesse de rotation par minute qu'on peut ensuite régler à loisir pour faire des déplacements lents ou rapides. Il prend aussi en arguments les quatre broches servant à contrôler l'engin. Son constructeur est donc :

**Stepper(steps, pin1, pin2, pin3, pin4)** . Pour initialiser le moteur, nous pouvons donc écrire la ligne suivante :

```
#include <Stepper.h>
int in1=22 , in2=24 , in3=26 , in4=28;
int steper=4;
Stepper garage (steper, in1, in2, in3, in4);
```

Pour l'utiliser, deux fonctions sont utilisables. La première sert à définir la vitesse de rotation **setSpeed(vitese)**, exprimée en tours par minute (trs/min). Pour cela, on utilise la fonction **step(steps)** qui prend en paramètre le nombre de pas à effectuer. Si ce nombre est négatif, le moteur tournera en sens inverse du nombre de pas spécifié.

### III.7.3.4/DHT11 Capteur de température et d'humidité :

Il est nécessaire de connaître certains paramètres dans une maison comme la température, le taux d'humidité, la concentration de certains gaz...

Connaître la température permet à un système domestique d'utiliser le chauffage de manière intelligente et donc de réduire sa facture. Quant à l'humidité, un taux trop faible ou trop élevé est nocif pour la santé. La plage idéale est d'ailleurs entre 45 et 55%.



## Chap 3. Conception et réalisation

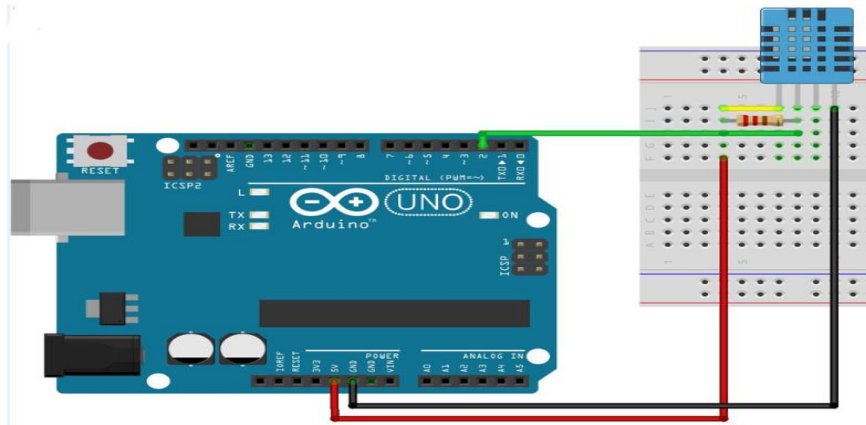


Figure III. 10:Montage du détecteur DHT11 avec Arduino MEGA

Le programme doit établir une connexion, lire les données reçues, s'il reçoit un "tm\_val" il lira la valeur analogique du détecteur de température ( DHT11 ) et transformera cette valeur à son correspondant en température (°C), comme nous l'avons expliqué précédemment, et envoyer cette température au module WFI pour l'affichage via l'application sur Smartphone.

### III.7.3.4.1/Le code Arduino de température :

```
#include <SoftwareSerial.h>
float temp;
int tempPin=A0;
SoftwareSerial esp8266(10,11);
boolean alreadyConnected = false;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  esp8266.begin(9600);
  pinMode(8, OUTPUT); digitalWrite(8, LOW); // VENTILATEUR
  sendData("AT+RST\r\n", 2000, DEBUG); // reset module
  sendData("AT+CWMODE=2\r\n", 1000, DEBUG); // configure as
  sendData("AT+CIFSR\r\n", 1000, DEBUG); // get ip address
  sendData("AT+CIPMUX=1\r\n", 1000, DEBUG); // configure fc
  sendData("AT+CIPSERVER=1,80\r\n", 1000, DEBUG); // turn c
void loop()
{
  //***** temperature*****//
  float t = analogRead(tempPin);
  float tm_val= t*(5.0/1023*100);
  Serial.print(tm_val);
  Serial.println(" C ");
  delay(1000);
  if(tm_val>=28)
  {digitalWrite(12,HIGH);}
```

### III.7.3.5/Les lampes avec Arduino et wifi esp8266:

Utiliser un Arduino pour contrôler des appareils électriques, et des LED (5v) à la place des lampes de 220 volts, c'est tout à fait possible. Il suffit d'utiliser des relais : ce sont des interrupteurs pilotés par une simple entrée numérique basse tension (5 volts ou 12 volts) et capables de couper plusieurs ampères d'intensité.

## Chap 3. Conception et réalisation

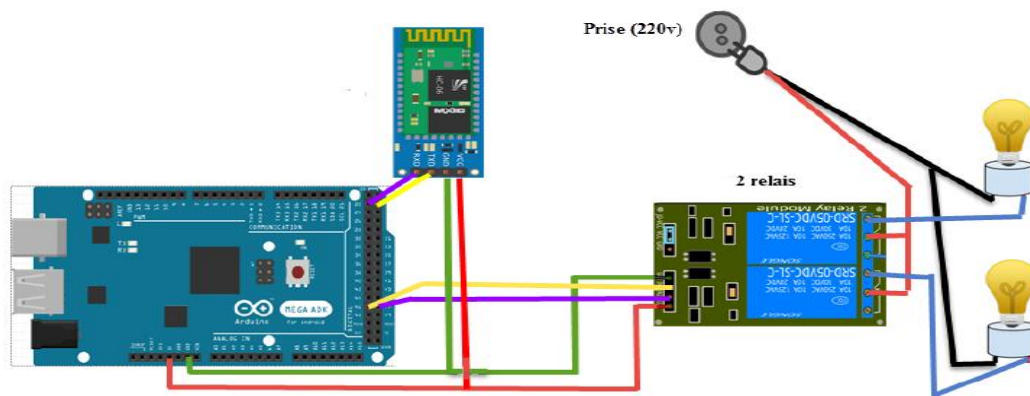


Figure III. 11:Montage des lampes avec Arduino et le module wifi 8266

### III.7.3.5.1/ Codage avec Arduino :

Le programme doit établir une connexion, lire les données reçues, s'il reçoit un alphabet « A » ou « C » (ouvrir la lampe 1/ ouvrir la lampe 2), où il va allumer le LED 1 et LED 2 et dans le cas de relais, il ferme le relais 1/ 2 , s'il reçoit un « B » , « D » ou (fermer la lampe 1/ fermer la lampe 2) il ouvre le relais pour le reste il ne fait rien. Le programme dans Arduino est le suivant :

```
1  #include <Stepper.h>
2  #include <SoftwareSerial.h>
3  #define DEBUG true
4
5  #include <Stepper.h>
6
7  int in1=22;
8  int in2=24;
9  int in3=26;
10 int in4=28;
11
12 int STEPS=4;
13 Stepper stepper(STEPS, in1 , in2 , in3 , in4 );
14
15
16 SoftwareSerial esp8266(10,11);
17
18 boolean alreadyConnected = false;
19 int Neyo=3;
20 int lampe=4;
21 int ventilateur=2;
22 int pompe=5;
23 int niveau;
24 void setup()
25 {
26   Serial.begin(9600);
27   esp8266.begin(9600); // your esp's baud rate might be different
```

### Chap 3. Conception et réalisation



Figure III. 12:photo de notre maquette

#### III.7.4/Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté en détail la réalisation de notre projet.

Nous avons commencé par la réalisation et la description de notre application Androïde avec environnements MIT APP Inventor. Ensuite, Nous avons décrit et réalisé notre montage de matériel Arduino et notre programmation avec IDE Arduino pas à pas.

## ***Conclusion général:***

Tout au long de la préparation de notre projet de fin d'étude, nous avons essayé de mettre en pratique les connaissances acquises durant nos cinq années études universitaires et cela dans le but de réaliser un modèle d'agriculture intelligent.

On a pris plaisir à travailler sur ce thème, parce que ce projet est une idée extraordinaire qui nous aide dans notre vie quotidienne, ce système est un élément nécessaire qui peut aider à améliorer l'économie du pays par une série de réparations au niveau de l'agriculture qui permet d'éviter la dépendance, réaliser la sécurité alimentaire,...

Nous avons étudié notre projet dans des situations diverses à la productivité, la flexibilité, fournir de l'eau etc...

Concernant la partie réalisation de notre projet, nous avons fabriqué un lieu en plastique « intelligent » qui résume les résultats de notre travail et qui nous permettra à l'aide des machines et des outils, de connaître tous les objets qui ont une relation avec les plantes.

A travers ce projet nous avons acquis une bonne maîtrise pour la création d'une application Arduino avec l'environnement MIT App Inventor après avoir montré les éléments de contrôle d'une maison à distance ou par internet par l'utilisation du module Wifi esp8266 et la carte Arduino.

Ce projet est vivant, entraînant et motivant pour la suite de nos études. Nous pensons avoir entraperçu une partie de notre future vie active.

## ***Références bibliographiques***

- [1] Histoire des agricultures du monde Mazoyer / L. Roudar
- [2] <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Labour>
- [3] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Fertilisation>
- [4] [http://www.les-7-merveilles-du-monde.fr/Les\\_Jardins\\_suspendus\\_de\\_Babylone.htm](http://www.les-7-merveilles-du-monde.fr/Les_Jardins_suspendus_de_Babylone.htm)
- [5] **Joseph G. Manning**, Irrigation et états en Egypte antique, Edition N° :3 2002
- [6][http://4.bp.blogspot.com/vcA8ZGX\\_ShQ/T\\_2ykTmIcFI/AAAAAAAAAEbA/g3qJnsjIKQo/s320/irrigation+in+ancien+Egypt3.jpeg](http://4.bp.blogspot.com/vcA8ZGX_ShQ/T_2ykTmIcFI/AAAAAAAAAEbA/g3qJnsjIKQo/s320/irrigation+in+ancien+Egypt3.jpeg)
- [8] <http://tractorexport.com/quoi-ressenblera-la-ferme-intelligente-du-futur/>
- [7] Systèmes traditionnel d'exploitation des eaux souterraines FOUGGARA, prof ANSARI Taha.
- [9] <http://www.unifa.fr/nourrir-les-plantes/de-quoi-se-nourrit-une-plante.html>
- [10] <http://agro-planet.e-monsite.com/medias/files/marcha.chage.hors.sol.pdf>
- [11] **(Morard.1995)**.<http://www.agrimaroc.ma/la-technique-des-cultures-hors-sol-avantages-et-inconvenients/>
- [12] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Agriculture\\_de\\_pr%C3%A9cision](https://fr.wikipedia.org/wiki/Agriculture_de_pr%C3%A9cision)
- [13] projet fin d'étude licence .irrigation intelligent .UABT.2016
- [14] Zougmoré R, Kinyangi J- Agriculture intelligente face au climat -2013

## Résumé

Cette étude s'articule sur la création d'un modèle miniature sur un projet d'agriculture intelligent avec un système de contrôle automatique, qui possède une carte de commande entre le système android d'un Smartphone et la carte Arduino.

L'objectif préliminaire de ce projet est de créer un projet d'agriculture efficace et facile à contrôler les besoins des plantes par l'intermédiaire d'un smart phone ou par internet ce qui offrira aux agriculteurs un gain en temps et en effort fourni. Ceci permettra d'augmenter la récolte et le rendement quantitatif et qualitatif ainsi que la productivité avec une consommation très réduite de l'eau.

## Abstract

This study is based on the creation of a miniature model on an intelligent agriculture project with an automatic control system, which has a control card between the android system of a Smartphone and the Arduino board.

The preliminary objective of this project is to create an efficient agricultural project that is easy to control the needs of plants through a smart phone or via internet, which will give farmers a saving of time and effort. This will increase the harvest and the quantitative and qualitative yield as well as the productivity with a very reduced water consumption.

## ملخص

تتمحور الدراسة حول إنشاء نموذج مصغر عن مشروع زراعي ذكي ذو نظام تحكم أوتوماتيكي حيث يتم ذلك عن طريق وحدة التحكم بين نظام الاندرويد المتمثل في الهاتف وبطاقة الاردينو

الهدف من المشروع ودراسة إنشاء مشروع زراعي ذو كفاءة عالية من حيث سهولة ودقة التحكم في احتياجات النباتات الزراعية عن طريق الهاتف الذكي أو بواسطة الانترنت حيث تساعد المزارع في تخفيض الوقت في إنتاج المحاصيل وزيادتها المحصول كما ونوعا وبالتالي زيادة الإنتاجية واستهلاك اقل للمياه وتوفير الجهد البدني في سهولة العمل عليها.