

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب  
Université –Ain Témouchent- Belhadj Bouchaib  
Faculté des Sciences et de Technologie  
Département D'électronique et des Télécommunications



Projet de Fin d'Etudes  
Pour l'obtention du diplôme de Master en :  
Domaine : sciences et technologies.  
Filière : Télécommunications.  
Spécialité : Réseaux et Télécommunications.  
Thème

**Conception et réalisation d'un prototype d'une mini serre agricole automatisée.**

**Présenté Par :**

- 1) Mr DAHMANI Hicham.
- 2) Mr SALIM Mohammed Ennadir.

**Devant le jury composé de :**

Dr BENOSMAN Morad MCB UAT.B.B (Ain Témouchent) Président.  
Dr BENCHERIF Kaddour MCA UAT.B.B (Ain Témouchent) Examineur.  
Dr BEMMOUSSAT Chemseddine MCB UAT.B.B (Ain Témouchent) Encadrant.  
Dr ABDELAOUI Hadjera MCB UAT.B.B (Ain Témouchent ) Invitée d'honneur.  
Dr LAKHDARI Besma MAA UAT.B.B (Ain Témouchent ) Invitée d'honneur.

*Année Universitaire 2021/2022*

## Résumé

Dans cet mémoire, nous avons expliqué comment gérer et contrôler le climat et l'eau dans la serre. Obtenir des modèles de production à l'intérieur d'une serre (conditions climatiques dont les plantes ont besoin, comment les plantes se développent et poussent, etc.) est un sujet très important de nos jours. Les facteurs dont les plantes ont besoin à l'intérieur de la serre (température, humidité, humidité du sol) doivent avoir une certaine valeur pour la croissance des plantes, qui sont détaillées dans cet mémoire.

Pour cela, nous avons proposé des systèmes de contrôle automatisés, pour réguler la température, l'humidité et l'humidité du sol, à l'intérieur de la serre.

## Abstract

in this work, we explained how to manage and control the climate and water in the greenhouse. Getting production patterns inside a greenhouse (climatic conditions that plants need, how plants develop and grow, etc.) is a very important topic these days. factors that plants need inside the greenhouse (temperature, humidity, soil moisture) must have a certain value for plant growth, which are detailed in this work.

For this, we have proposed an automated control systems, to regulate the temperature, humidity and soil moisture inside the greenhouse.

## ملخص

في هذه المذكرة، أوضحنا كيفية إدارة والتحكم في المناخ والمياه في الدفيئة. يعد الحصول على أنماط الإنتاج داخل الدفيئة (الظروف المناخية التي تحتاجها النباتات، وكيف تتطور النباتات و تنمو، و ما إلى ذلك) موضوعًا مهمًا للغاية هذه الأيام. يجب أن تكون للعوامل التي تحتاجها النباتات داخل الدفيئة (درجة الحرارة، الرطوبة، رطوبة التربة) قيمة معينة (يحتاج النبات إلى قيمة معينة في كل عامل للنمو)، والتي تم تفصيلها في هذه المذكرة.

لهذا، اقترحنا نظام تحكم تلقائي يدير العديد من الخدمات، لتنظيم درجة الحرارة والرطوبة ورطوبة التربة داخل الدفيئة.

## Remerciements

*Nos remerciements, avant tout, à DIEU le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années d'études afin qu'on puisse arriver à ce stade.*

*On tient d'abord à remercier Dr. Bemmoussat chemseddine, qui nous a offert*

*l'opportunité de travailler sur ce thème. On le remercie pour la grande confiance qu'il nous a accordée tout au long de ce projet. Sa rigueur scientifique, son esprit visionnaire et ses qualités humaines ont beaucoup contribué à la réalisation de ce travail.*

*nous remercions mes très chers parents qui ont toujours étaient là pour*

*nous <<Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts, vous nous avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. nous sommes redevable d'une éducation dont nous*

*sommes fier>>.*

*Enfin nous remercions tous nos amis que aimons tant et toutes personnes*

*que nous connaissons de loin ou du près pour leurs sincère amitié et confiance et à qui on doit nos reconnaissances et nos attachements A tous ces interwenants, on présente nos remerciements notre respect et gratitude.*

*Nous adressons mes sincères remerciements à tous les enseignant interwenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidés nos réflexions et ont*

*accepté en nous rencontrer et répondre à nos questions durant nos recherches.*

## Dédicace

Je dédie ce travail qui n'aura jamais pu voir le jour sans le soutien indéfectibles et sans limite de mes chers parents qui ne cessent de me donner avec amour le nécessaire pour que je puisse arriver à ce que je suis aujourd'hui. Que dieux vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.

Je dédie aussi ce travail à :

- ❖ Ma grand-mère.
- ❖ Mon frère et mes sœurs.
- ❖ Toute la famille Salim et la famille Bouterfas et la famille Gharbi.
- ❖ Tous mes amis et mes collègues.

Mohammed Nadir

## Dédicace

C'est avec une profonde gratitude, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à mes chers parents surtout ma mère, pour leur patience, leur encouragement et leur soutien. J'espère qu'un jour, je puisse leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi. Que dieu leur prête bonheur et longue vie.

Je dédie aussi ce travail à :

- ❖ Mes grands-parents.
- ❖ Mes frères.
- ❖ Toute la famille Dahmani et la famille Tahar et la famille Bouazza maarouf.
- ❖ Tous mes amis et mes collègues.

Hicham

## Sommaire

Résumé .....	i
Dédicace.....	iii
Liste des figures .....	vii
<b>CHAPITRE I:</b> .....	<b>vii</b>
Liste des tableaux .....	ix
<b>Introduction Générale</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre I</b> .....	<b>4</b>
<b>Généralité sur les serres agricoles</b> .....	<b>4</b>
I.1 Introduction : .....	5
I.2 Définition de la serre agricole : .....	5
I.3 Les types de la serre agricole : .....	5
I.3.1 Les serres tunnels : .....	6
I.3.2 Les Serres multi-chapelles : .....	6
I.4 Les Avantages de la serre agricole : .....	7
I.5 Les problématiques : .....	7
I.5.1 Les facteurs climatiques : .....	7
I.5.1.1 La température : .....	7
I.5.1.2 L'humidité : .....	8
I.5.1.3 Le vent : .....	8
I.5.1.4 Le rayonnement solaire : .....	8
I.5.2 Arrosage : .....	8
I.5.3 Sécurité : .....	8
I.6 Définition d'une serre automatisée : .....	9
I.7 Les avantages de la serre agricole automatisée : .....	9
I.8 Exemple de la serre agricole connectée normal : .....	9
I.8.1 La serre my food (France) : .....	9
I.9 L'agriculture en Algérie : .....	11
II Conclusion : .....	12
<b>CHAPITRE II</b> .....	<b>13</b>
<b>Les équipements utilisés lors de notre réalisation</b> .....	<b>13</b>
II.1 Introduction : .....	14
II.2 Arduino : .....	14
II.2.1 Définition : .....	14
II.2.2 Multi plateforme : .....	15

II.2.3 Un environnement de programmation clair et simple :.....	15
II.2.4 Logiciel Open Source et extensible :.....	15
II.2.5 Matériel Open source et extensible :.....	15
II.2.6 Les type de carte ARDUINO :.....	15
II.2.7 Les applications possibles :.....	16
II.2.8 Les différentes cartes ARDUINO :.....	16
II.2.8.1 ARDUINO Nano :.....	16
II.2.8.2 ARDUINO Méga :.....	17
II.2.8.3 ARDUINO Uno :.....	17
II.3 Les capteurs :.....	18
II.3.1 Type de capteur :.....	18
II.3.1.1 Capteurs passifs :.....	18
II.3.1.2 Capteurs actifs :.....	18
II.3.2 Nature de l’information fournie par le capteur :.....	19
II.3.2.1 Analogique :.....	19
II.3.2.2 Numérique :.....	19
II.3.2.3 Logique :.....	19
II.4 Les capteurs utilisés :.....	19
II.4.1 Capteur d’humidité et de température DHT11 :.....	19
II.4.2 Capteur d’humidité de sol :.....	20
II.4.3 Capteur ultrason « HC-04 » :.....	21
II.4.4 Capteur d’obstacle infrarouge :.....	22
II.4.5 Capteur de pluie :.....	23
II.4.6 Capteur de température LM35 :.....	25
II.5 Les Actionneurs :.....	26
II.5.1. Ventilateur :.....	26
II.5.2 Servomoteur :.....	26
II.5.3 Alarme « buzzer » :.....	27
II.5.4 La pompe électrique :.....	28
II.6 Conclusion :.....	28
<b>CHAPITRE III .....</b>	<b>30</b>
<b>Conception et réalisation .....</b>	<b>30</b>
III.1 Introduction :.....	31
III.2 Notre solution :.....	31

III.3 Notre serre : .....	33
III.3.1 Service de régulation de température : .....	33
III.3.1.1 Composants nécessaires : .....	33
III.3.2 Service de sécurité : .....	35
III.3.2.1 Composants nécessaires : .....	35
III.3.3 Système d'arrosage automatique : .....	36
III.3.4 Service d'alerte de niveau d'eau : .....	38
III.3.4.1 Composants nécessaire : .....	38
III.4 La station météo : .....	39
III.4.1 le capteur de pluie : .....	39
III.4.1.1 Composants nécessaire : .....	39
III.5 La relation entre la station météo et la serre automatisée : .....	41
III.5.1 Service de trappe : .....	42
III.5.1.1 Composants nécessaire : .....	42
III.6 Conclusion : .....	44
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>46</b>
<b>Bibliographie et Webographie.....</b>	<b>48</b>



# Liste des figures

## CHAPITRE I:

Figure 1:une serre agricole . . . . .	5
Figure 2:la serre tunnel . . . . .	6
Figure 3:la Serre multi-chapelle . . . . .	6
Figure 4:la serre my food. . . . .	10

## CHAPITRE II :

Figure 5:les constituants d'une plateforme Arduino . . . . .	14
Figure 6:carte ARDUINO Nano. . . . .	16
Figure 7:carte ARDUINO Méga. . . . .	17
Figure 8:carte ARDUINO Uno. . . . .	18
Figure 9:Capteur DHT11 . . . . .	20
Figure 10:capteur d'humidité de sol. . . . .	21
Figure 11:Capteur ultrason « HC-04 » . . . . .	22
Figure 12:Capteur d'obstacle infrarouge. . . . .	23
Figure 13:Capteur de pluie. . . . .	24
Figure 14:Capteur de température LM35 . . . . .	25
Figure 15:Ventilateur. . . . .	26
Figure 16:Servo moteur . . . . .	27
Figure 17:Buzzer. . . . .	27
Figure 18:Pompe électrique. . . . .	28

## CHAPITRE III :

Figure 19:montage du Service de régulation de température . . . . .	33
Figure 20:résulta de test de température et l'humidité. . . . .	34
Figure 21:montage du Service de sécurité. . . . .	35
Figure 22:Résultat du testde l'obstacle. . . . .	36
Figure 23:montage du service de L'arrosage automatique. . . . .	36
Figure 24:Résultat du test de l'humidité de sol. . . . .	37
Figure 25:montage du service d'alerte de niveau d'eau. . . . .	38
Figure 26:Résultat du test de niveau d'eau du réservoir. . . . .	39
Figure 27:montage du capteur de pluie. . . . .	40
Figure 28:Résultat du test de la pluie. . . . .	40
Figure 29:Diagramme d'ouverture et fermeture la trappe. . . . .	41
Figure 30:montage du service de trappe. . . . .	42
Figure 31:Résultat du test de fonctionnement de la trappe et la pompe. . . . .	43

## Liste des tableaux

Tableau 1:Les différentes connexions et numéro des pins.....	33
--	----

# **Introduction Générale**

### **Introduction Générale :**

L'agriculture est l'une des activités les plus anciennes et les plus importantes pratiquées par l'homme depuis l'Antiquité et est toujours pratiquée à ce jour, en raison de sa grande importance en termes de sécurité alimentaire, en plus d'être la principale source de nourriture, l'agriculture est également nécessaire à la croissance économique du pays. L'obtention d'un excédent de production agricole, nous permet d'exporter pour économiser des devises, et améliore la balance commerciale et la balance des paiements. Malheureusement, de nombreux agriculteurs pratiquent encore l'agriculture traditionnelle, Cela, ne conduit à aucun excédent de la production agricole, et réduit la concurrence sur le marché mondial. L'agriculture doit être développée, elle sera à l'intérieur de la serre automatisée qui va gérer les facteurs nécessaires à la croissance des plantes. Pour obtenir un produit de bonne qualité, et augmenter la rentabilité, Les cultures doivent être cultivées dans les environnements qui leur conviennent. Donc, il est important de bien contrôler les paramètres suivants :

- La température et l'humidité de l'air : La température et l'humidité sont des facteurs essentiels pour la croissance des cultures agricoles, et ces deux facteurs doivent être fixés à une certaine valeur.
- l'humidité du sol : C'est aussi un facteur important car la plante tire sa nourriture du sol. L'humidité du sol doit être contrôlée en arrosant le sol avec une certaine quantité.
- L'eau : L'eau est un facteur vital important dans la croissance des cultures. L'eau doit être présente tous les jours pour que les plantes ne manquent pas d'eau.
- La sécurité : un système important contre le vol des récoltes agricoles, surtout lorsqu'elles sont mûres.

Dans notre projet nous avons pensé un système pour la réalisation d'une serre agricole automatisée.

Dans le cadre de ce travail, nous avons développé un prototype composé d'une carte de commande ARDUINO, basé sur une conception de microcontrôleur avec plusieurs ports d'E/S. nous avons utilisé des capteurs pour mesurer et contrôler des paramètres climatiques d'une serre,

## Introduction générale

---

Ce mémoire est composée de trois chapitres :

- Nous consacrons le premier chapitre à la définition d'une serre, ses différents types et ses avantages et ses problématiques, ainsi la définition de la serre automatisée et ses avantages et deux exemples sur la serre automatisée.

- Dans le deuxième chapitre, nous présentons la carte de commande de type ARDUINO, et ses différents types, ainsi la définition de capteur, ses types, les différents capteurs utilisés dans notre système et leurs caractéristiques, aussi, la définition d'actionneur, les différents actionneurs utilisés dans notre système et leurs caractéristiques

- Le dernier chapitre, est consacré à la réalisation pratique de notre projet ainsi que l'interprétation des résultats des tests effectués.

Enfin, nous terminons notre mémoire par une conclusion générale.

# **Chapitre I**

## **Généralité sur les serres agricoles**

### **I.1 Introduction :**

La pénurie alimentaire est l'un des plus grands problèmes auxquels l'humanité est confrontée au 21ème siècle. Le réchauffement de la planète et d'autres facteurs climatiques ont réclamé une masse de terres substantielle disponible pour la culture. À fin de résoudre ce problème, les pratiques en serre qui existent depuis très longtemps sont maintenant modernisées et déployées dans de nombreuses régions du monde. [1]

Ce chapitre est consacré à un état de l'art visant à présenter la serre agricole et ses différents types, ainsi ses avantages et ses problématiques, puis nous définissons la serre agricole connectée et ses composants, ses avantages et un exemple sur la serre agricole connectée.

### **I.2 Définition de la serre agricole :**

Une serre est une structure close ou semi-ouverte translucide, en verre ou en plastique, soutenue par une structure métallique ou en bois, destinée en général à la production agricole. Elle vise à soustraire aux éléments climatiques les cultures vivrières ou de loisir pour une meilleure gestion des besoins des plantes et pour en accélérer la croissance ou les produire indépendamment des saisons. [2]



*Figure 1:une serre agricole. [9]*

### **I.3 Les types de la serre agricole :**

Il existe deux types de serre : Les serres tunnels et les serres multi-chapelles. [3]

### I.3.1 Les serres tunnels :

La serre tunnel est composée d'une structure tubulaire la plupart du temps en acier galvanisé. Les dimensions de la serre dépendent des besoins du agriculteur. Le film plastique se fixe par divers systèmes de clips qui coincent le film contre le profil ou entre deux baguettes tout au long de la serre. Certaines d'entre elles sont d'ailleurs convertibles pour leurs couvertures.



*Figure 2: la serre tunnel. [w1]*

### I.3.2 Les Serres multi-chapelles :

La chapelle est l'unité de construction de la serre formée par deux parois latérales verticales et un toit à deux pentes assemblées grâce à des joints vissés. La chapelle est caractérisée par sa largeur. Quand deux chapelles consécutives ne sont pas séparées par une paroi verticale interne, on parle de serre multi- chapelles ou chapelles jumelées. La ferme est l'élément de structure porteuse principale de la chapelle répétée à intervalles réguliers.



*Figure 3: la Serre multi-chapelle. [4]*



### **I.4 Les Avantages de la serre agricole :**

La production sous serre est caractérisée par rapport à la culture en plein air par : [5] [6] - Production plus élevée grâce à la possibilité de contrôler les conditions climatiques de la culture et de favoriser la production à toutes les saisons.

-Elle joue un rôle économique en présentant des produits sur le marché en hors saison.

-Réduire ou prévenir les pertes résultant des conditions météorologiques changeantes, il est donc considéré comme une garantie contre les symptômes de l'environnement naturel en cas de gestion réussie.

-La Production végétale dans des conditions meilleures et meilleure en qualité des produits.

-- -La productivité de la surface unitaire est beaucoup plus élevée que l'agriculture en plein air.

-La production de fruits et légumes hors saison.

-accélérer la croissance tout en améliorant la production.

### **I.5 Les problématiques :**

#### **I.5.1 Les facteurs climatiques :**

Les facteurs climatiques influencent le climat intérieur de la serre qui sont : la température, l'humidité, le rayonnement solaire, le vent et le couvert végétal. en réalité, chacun de des facteurs engendre une combinaison d'effets qui peuvent être favorables ou non au fonctionnement de la serre selon les conditions locales qui prévalent. [w2]

##### **I.5.1.1 La température :**

La température intervient de façon prépondérante dans la croissance et le développement de la végétation; les concentrations de  $CO_2$  et de vapeur d'eau jouent un rôle déterminant dans la transpiration et dans la photosynthèse des plantes, ainsi que du développement des maladies fongiques. [w2]

Les faibles températures extérieures en hiver, engendrant des températures intérieures en dessous de l'optimum biologique, durant les nuits notamment, et rendant nécessaire le chauffage. [w2]

Les températures intérieures trop élevées en été et même parfois au printemps qui peuvent être néfastes au végétale. [w2]

### **I.5.1.2 L'humidité :**

L'humidité est la présence de vapeur d'eau dans l'air ambiant, elle influe sur la croissance et la santé des cultures de différentes façons. [7] [3]

En pratique quand on parle de la mesure de l'humidité on fait allusion au taux d'humidité exprimé en % ce qui représente l'humidité relative. [7]

Le taux d'humidité relative HR est le rapport, en pourcents, de la pression effective de la vapeur d'eau à la pression maximale (saturante). Elle influe sur la croissance et la santé des cultures de différentes façons. [3]

Un taux d'humidité relative élevé augmente les risques de développement des maladies fongiques, une humidité relative faible peut être défavorable à la croissance et favorise une transpiration excessive des cultures. [3]

### **I.5.1.3 Le vent :**

Le vent génère des différences de pression sur la serre qui peuvent l'endommager dans ces extrêmes. Il provoque également des pertes convectives et contribue de façon déterminante à l'aération naturelle. [w2]

### **I.5.1.4 Le rayonnement solaire :**

Le rayonnement solaire intervient également dans la photosynthèse. Certains matériaux de couverture transparents au rayonnement de courtes longueurs d'ondes et opaques au rayonnement infrarouge, créent un effet de serre qui provoque lui-même une augmentation de la température sous l'abri. [w2]

L'éclairement insuffisant en hiver qui réduit considérablement la photosynthèse. [w2]

### **I.5.2 Arrosage :**

Les plantes ont besoin d'être arrosées lorsque le sol commence à se dessécher. Trop de plantes sont ruinées ou leur croissance est réduite à cause d'un arrosage insuffisant. [8]

Ce qui compte surtout, c'est d'économiser l'eau au moindre coût, Arroser les plantes au bon moment.

### **I.5.3 Sécurité :**

L'agriculture a un immense problème de sécurité, car le vol est multi-présent quand la récolte est prête.

### **I.6 Définition d'une serre automatisée :**

La serre automatisée est une serre qui est contrôlée et automatisée par un système automatique. Celui-ci permet d'assurer la surveillance et le contrôle de l'environnement et le micro climat de cette serre. [9]

### **I.7 Les avantages de la serre agricole automatisée :**

Une serre automatisée apporte de nombreux avantages aux personnes qui investissent dans ce système: [w3]

-Pour améliorer le processus de croissance et de production.

- Nous pouvons réaliser des économies considérables, et nous amortissons rapidement l'achat de la serre automatisée.

-Nous pouvons acquérir une certaine autonomie alimentaire.

-Cette méthode est tout à fait adaptée aux débutants et aux personnes n'ayant jamais cultivé ou cultivé avant.

-Il suffit de quelques minutes par jour pour l'entretien de cette serre automatisée.

### **I.8 Exemple de la serre agricole connectée normal :**

#### **I.8.1 La serre my food (France) :**

La serre myfood que possèdent Amélie et Patrick permet la culture verticale en aquaponie, c'est-à-dire que les plants sont dans des tours suspendues à la verticale au-dessus de bassins d'eau dans les quels vivent des poissons. Ce sont les excréments des poissons rouges, dans ce cas-ci, qui nourrissent les cultures alors que l'eau est pompée vers le haut de la structure et s'égoutte à travers les tubes. Aussi, des bacs de jardinage en permaculture sont disposés sur le périmètre de la serre et ont leur propre réserve d'eau dans laquelle les racines des plants vont s'alimenter. [w4]



*Figure 4: la serre my food. [w4]*

De plus, la serre possède une connexion wifi qui permet un suivi à distance grâce à des capteurs qui mesurent la température de l'air à l'intérieur et à l'extérieur de celle-ci et de l'eau, le taux d'humidité et le ph de l'eau des bacs de culture en aquaponie dont les données sont relayées dans une application mobile. L'application enverra des alertes si des mesures sortent des niveaux de tolérance. [w4]

Aussi, des panneaux solaires fournissent l'énergie nécessaire pour alimenter le système d'éclairage, qui vient compléter les besoins des plants en lumière après le coucher du soleil, de même que le filtreur des bassins d'eau et le petit ventilateur. La serre est également équipée de volets qui s'ouvrent automatiquement selon la température dans celle-ci et se referment au besoin. [w4]

L'installation permet ainsi de cultiver des aliments durant toute l'année. Un petit poêle aux granules permet de chauffer la pièce lorsque les températures deviennent trop basses. «La serre est autonome durant les quatre saisons. En hiver, elle ne demande pas vraiment d'entretien supplémentaire. La croissance est au ralenti et c'est surtout de la verdure qu'on y plante. Tous les types de choux, le kale, le brocoli, les laitues, les carottes et les fines herbes poussent bien en hiver par exemple», expliquent conjointement Patrick et Amélie. L'environnement fermé permet aussi d'allonger la saison pour certains plants, tels que les tomates. [w4]

Le résultat est que, chaque mois, la serre donne entre 35 et 40 kilogrammes de fruits et légumes tout en utilisant environ 80 % moins d'eau potable qu'un jardin traditionnel. [w4]

### **I.9 L'agriculture en Algérie :**

En Algérie, et au sud spécialement, le Sahara a toujours souffert d'un manque de tout genre de produit aquatique. Avec la contrainte de son isolement géographique, ses conditions climatiques dures, ses ressources techniques et financière sont alors limitées. [9]

Depuis que l'expérience de l'aquaculture en Algérie, spécialement au sud du pays, n'a pas réussi à bien s'établir, nous savons que nous devrions aller dans une direction différente. C'est là que nous avons pensé à l'aquaponie comme une réponse. [9]

C'est dans ce bilan économique alarmant, que la Station Dzira Aquaponique est apparue, cherchant de sa part, à participer à la solution de cette question alimentaire nationale en établissant un prototype, productif, auto-suffisant et meilleur en qualité /quantité, moderne et avancée en technologie et en savoir-faire. [9]

L'aquaponie présente une solution à la faim pour plusieurs communautés pauvres. Elle est le moyen le plus efficace qui imite la nature des cultures vivrières. Elle combine l'aquaculture (élevage des poissons dans des bassins) et l'hydroponie (culture hors sol des plantes). [9]

La relation est durable et ne crée pas de déchets. Elle produit des aliments libres d'engrais chimiques, de pesticides et de fongicides. Dans ce système, les eaux usées provenant des bassins de poissons (aquaculture) alimentent les bassins des plantes (hydroponie) qui à leurs tours filtrent l'eau pour les poissons de manière très efficace, en boucle chimique, appelé aquaponie. [9]

Elle utilise moins d'eau utilisée dans l'agriculture traditionnelle, nettement moins de produits chimiques et ne nécessite pas de grandes terres agricoles. Son mode écologique durable est une excellente solution pour un grand nombre de problèmes que nous rencontrons de plus en plus. [9]

L'aquaponie produit à la fois des poissons (plus de 15 tonnes de tilapia du Nil) et des légumes (de 75 tonnes de laitue batavia) sans additifs chimiques ou biologiques, dans une dynamique de type écosystème d'étang. [9]

### **II Conclusion :**

Le choix d'une structure de serre, des équipements, de la qualité de sol et de la conduite climatique est le maillon clé de la qualité de la serre.

Dans ce chapitre nous avons vu la définition d'une serre agricole, ses types les plus connus et les problématiques rencontrées durant son déploiement. Nous avons défini par la suite la serre connectée et ses composantes les plus importantes.

Le chapitre suivant sera consacré à la partie implémentation une serre agricole automatique.

## **CHAPITRE II**

### **Les équipements utilisés lors de notre réalisation**

### II.1 Introduction :

Le contrôle et la gestion précis des facteurs climatiques entraînent une augmentation de la rentabilité de la serre. Dans ce chapitre, nous présenterons, en général, une carte à microcontrôleur comme la carte ARDUINO avec leurs types et leurs caractéristiques, des capteurs et des actionneurs utilisés avec leurs caractéristiques qui nous permettent de contrôler et de gérer les facteurs climatiques. [1]

### II.2 Arduino :

#### II.2.1 Définition :

Arduino (Figure 5) est une plate-forme électronique open-source basée sur le matériel et le logiciel facile à utiliser. Ces cartes sont capables de lire les entrées d'un capteur, un doigt sur un bouton, puis la transformer en une sortie ; activation d'un moteur, allumage d'une LED, publication de quelque chose en ligne. On peut communiquer avec cette carte et lui dire ce qu'il faut faire en envoyant un ensemble d'instructions au microcontrôleur sur la carte. Pour ce faire, nous utilisons le langage de programmation Arduino (basé sur un câblage), et l'arduino Software (IDE). [10]

La plateforme Arduino basique, contient les éléments suivants :

- Port USB.
- Microcontrôleur (B).
- Prise d'alimentation.
- Entrées analogiques (D, C).
- Entrées / Sorties numériques (A).

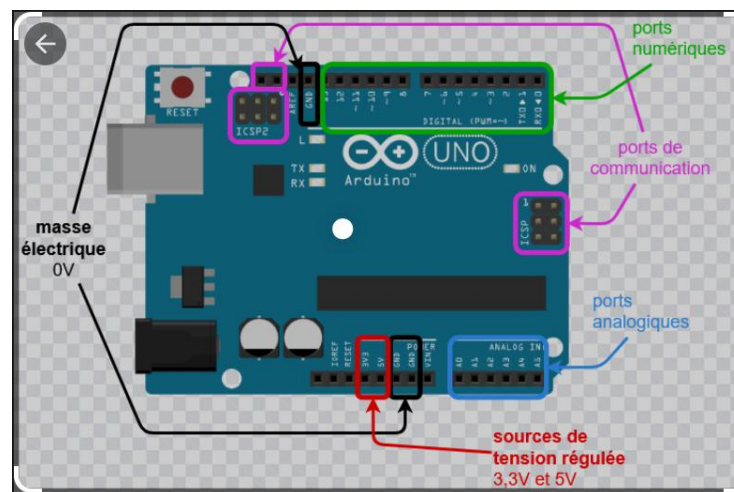


Figure 5: les constituants d'une plateforme Arduino. [w5]



### II.2.2 Multi plateforme :

Le arduino, écrit en JAVA, tourne sous les systèmes d'exploitation Windows, Macintosh et Linux. La plupart des systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows. [9]

### II.2.3 Un environnement de programmation clair et simple :

L'environnement de programmation ARDUINO (le Arduino IDE) est facile à utiliser pour les débutants, tout en étant assez flexible pour que les utilisateurs avancés puissent en tirer profit également. [9]

### II.2.4 Logiciel Open Source et extensible :

L'arduino et le langage ARDUINO sont publiés sous licence open source, disponible pour être complété par des programmeurs expérimentés. Le logiciel de programmation des modules ARDUINO est une application JAVA multi plateformes (fonctionnant sur tout système d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le programme à travers la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module). [9]

### II.2.5 Matériel Open source et extensible :

Les cartes ARDUINO sont basées sur les Microcontrôleurs Atmel ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA 328. Les schémas des modules sont publiés sous une licence créative Commons, et les concepteurs des circuits expérimentés peuvent réaliser leur propre version des cartes ARDUINO, en les complétant et en les améliorant. Même les utilisateurs relativement inexpérimentés peuvent fabriquer la version sur plaque d'essai de la carte ARDUINO, dont le but est de comprendre comment elle fonctionne pour économiser le coût.[9]

### II.2.6 Les type de carte ARDUINO :

Il y a trois types de cartes : [9]

- « **officielles** » qui sont fabriquées en Italie par le fabricant officiel : Smart Project.
- « **compatibles** » qui ne sont pas fabriqués par Smart Project, mais qui sont totalement compatibles avec les ARDUINO officielles.
- « **autres** » fabriquées par diverses entreprises et commercialisées sous un nom différent (Freeduino, Seeduino, Femtoduino,...).

### II.2.7 Les applications possibles :

Le système ARDUINO nous permet de réaliser un grand nombre d'applications dans tous les domaines, voici une liste non exhaustive de quelques possibilités: [9]

- contrôler des appareils domestiques.
- donner une "intelligence" à un robot.
- réaliser des jeux de lumières.
- permettre à un ordinateur de communiquer avec une carte électronique et différents capteurs.
- télécommander un appareil mobile (modélisme)
- Station météo.

### II.2.8 Les différentes cartes ARDUINO :

#### II.2.8.1 ARDUINO Nano :

La carte ARDUINO Nano est un produit plus spécifique que les cartes ARDUINO Uno et ARDUINO Méga. Compacte, elle est parfaite pour les applications un peu plus petites, mais malgré sa petite taille, elle contient une puissance intéressante pour permettre la construction d'objets intelligents et portables. [9]

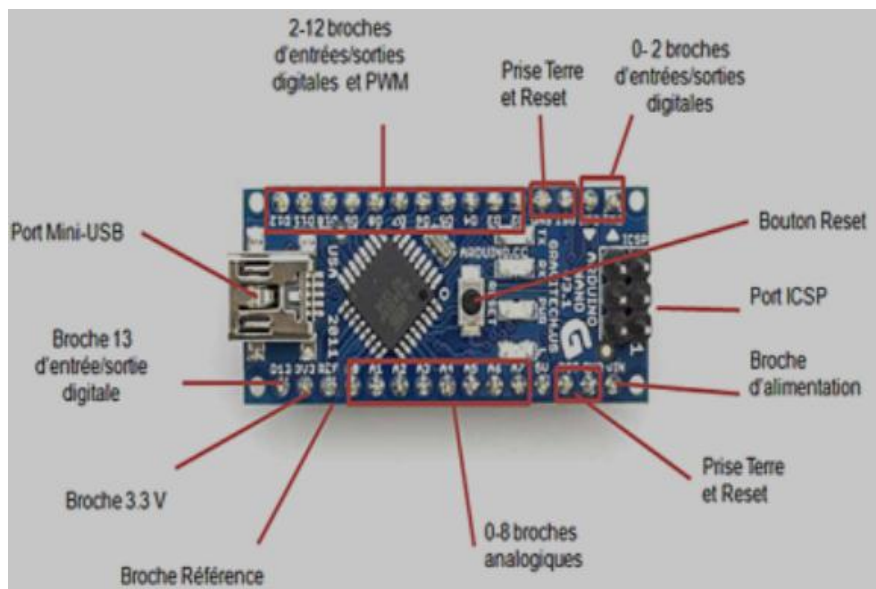


Figure 6 : carte ARDUINO Nano. [W6]

### II.2.8.2 ARDUINO Méga :

L'ARDUINO Méga est le modèle le plus perfectionné et puissant de la célèbre carte électronique. Elle permet d'effectuer un maximum d'actions et délivre un potentiel tel, qu'il est possible de se pencher sur les montages les plus lourds et gourmands en code. Cette carte peut être utilisée par les amateurs confirmés, mais elle est principalement destinée aux experts qui pourront en faire un usage plus professionnel. [9]

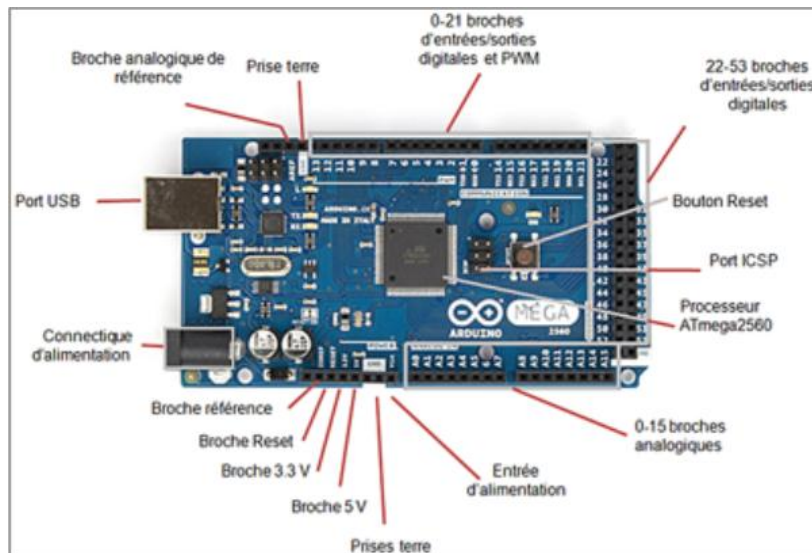


Figure 7: carte ARDUINO Méga. [W7]

### II.2.8.3 ARDUINO Uno :

L'ARDUINO Uno est un microcontrôleur programmable qui permet de contrôler des éléments mécaniques : systèmes, lumières, moteurs, etc. Cette carte électronique permet donc à son utilisateur de programmer facilement des choses et de créer des mécanismes automatisés, sans avoir de connaissances particulières en programmation. Il est un outil pensé et destiné aux inventeurs, artistes ou amateurs qui souhaitent créer leur propre système automatique en le codant de toute pièce. [9]

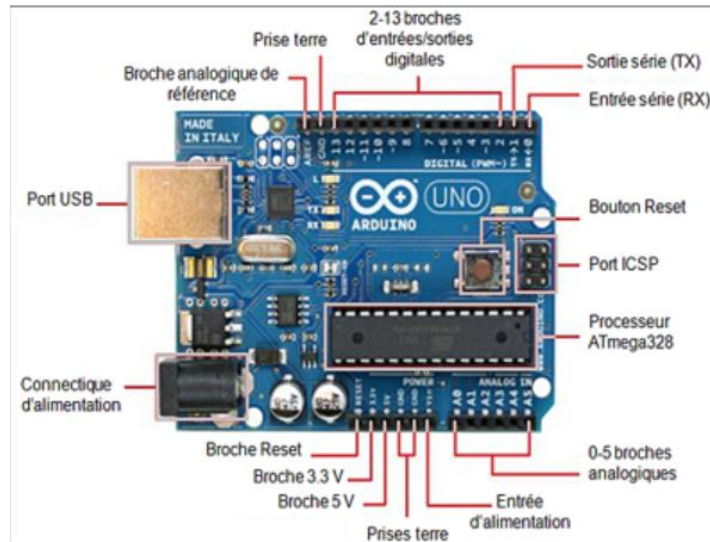


Figure 8: carte ARDUINO Uno. [W8]

### II.3 Les capteurs :

Un capteur est un dispositif de prélèvement d'informations qui élabore à partir d'une grandeur physique, une grandeur utilisable, telle qu'une tension électrique, une hauteur de mercure ou une intensité. Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données.

#### II.3.1 Type de capteur :

Les capteurs se classent selon leur principe de fonctionnement, on distingue deux types : [11]

##### II.3.1.1 Capteurs passifs :

Ce sont les capteurs dont le signal électrique délivré est une variation d'impédance. Ils sont dits passifs car ils nécessitent une source d'énergie électrique.

On les classe selon leur type d'impédance.

R: Resistance  $\Omega$  (Ohms).

L: Inductance H (Henry).

C: Capacitance F (Farad).

##### II.3.1.2 Capteurs actifs :

Les capteurs actifs transforment directement la mesure (m) en grandeur électrique.

q: Charge électrique C (Coulomb).

i : Courant A (Ampères).

v: Différence de potentiel (Volts).

### **II.3.2 Nature de l'information fournie par le capteur :**

Les capteurs peuvent aussi être classés par type de sortie : [11]

#### **II.3.2.1 Analogique :**

Un capteur analogique délivre une information (électrique, visuelle,...) qui évolue de façon continue entre deux bornes.

#### **II.3.2.2 Numérique :**

Les informations délivrées par le capteur numérique peuvent être sous la forme d'un code binaire (avec un nombre de bits définis), d'un train d'impulsions (avec un nombre précis d'impulsions ou avec une fréquence précise).

#### **II.3.2.3 Logique :**

Un capteur TOR (Tout Ou Rien) est un capteur dont la sortie ne peut prendre que deux états généralement représentés par 0 et 1.

Dans ce projet, nous avons divisé le travail en deux parties différentes, une partie pour serre et l'autre partie pour une station météo qui sera installée juste à côté de la serre (coté extérieure), la relation entre la serre et la station météo sera détaillée après.

Les capteurs et les actionneurs qui seront utilisés à l'intérieur de la mini serre : capteur d'humidité et de température DHT11, Capteur d'humidité de sol, capteur ultrason « HC-04 », capteur d'obstacle infrarouge, ventilateur, servomoteur, alarme « buzzer », la pompe électrique.

Dans la station météo on utilise uniquement ce capteur qui est : capteur de pluie.

## **II.4 Les capteurs utilisés :**

### **II.4.1 Capteur d'humidité et de température DHT11 :**

Le capteur DHT11 (Figure 9) fournit une information numérique proportionnelle à la température et l'humidité mesurée. Il est constitué d'un capteur de température à base de thermistances CTN, d'un capteur d'humidité résistif et un microcontrôleur qui s'occupe de faire les mesures, de les convertir et de les transmettre. Il s'interface grâce au protocole OneWire qui permet de transmettre et de recevoir des données sur un seul fil . Cette technologie utilisée par le capteur DHT11 garantit une grande fiabilité, une excellente stabilité à long terme et un temps de réponse très rapide. [12]

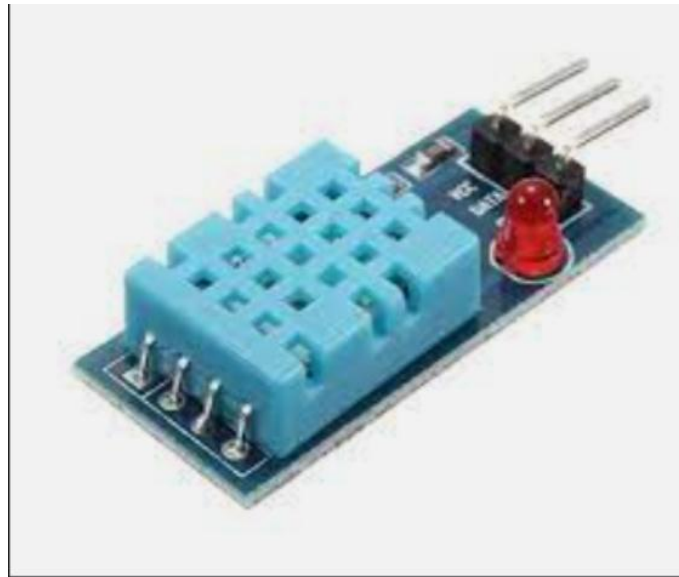


Figure 9 : Capteur DHT11. [W9]

### Caractéristiques techniques du DHT11 :

Ce capteur contient les caractéristiques suivantes :

- Alimentation : 5V.
- Consommation : 0.5 mA en nominal / 2.5 mA maximum.
- Etendue de la mesure de température : 0°C à 50°C  $\pm$  2°C.
- Etendue de la mesure de l'humidité : 20-90%RH  $\pm$  5%RH.
- Période de mesure: 2s.
- Dimensions: 12x15.5x5.5mm.

### II.4.2 Capteur d'humidité de sol :

Le capteur d'humidité du sol (Figure 10) est un outil simple permettant de mesurer l'humidité dans le sol et des matériaux similaire. Le capteur d'humidité du sol est assez simple à utiliser. La fourche du capteur se plante verticalement dans la terre. On mesure la résistance électrique entre les deux électrodes. Plus il y a d'eau dans le sol, meilleure sera la conductivité entre les pads et il en résultera une résistance plus faible. [12]

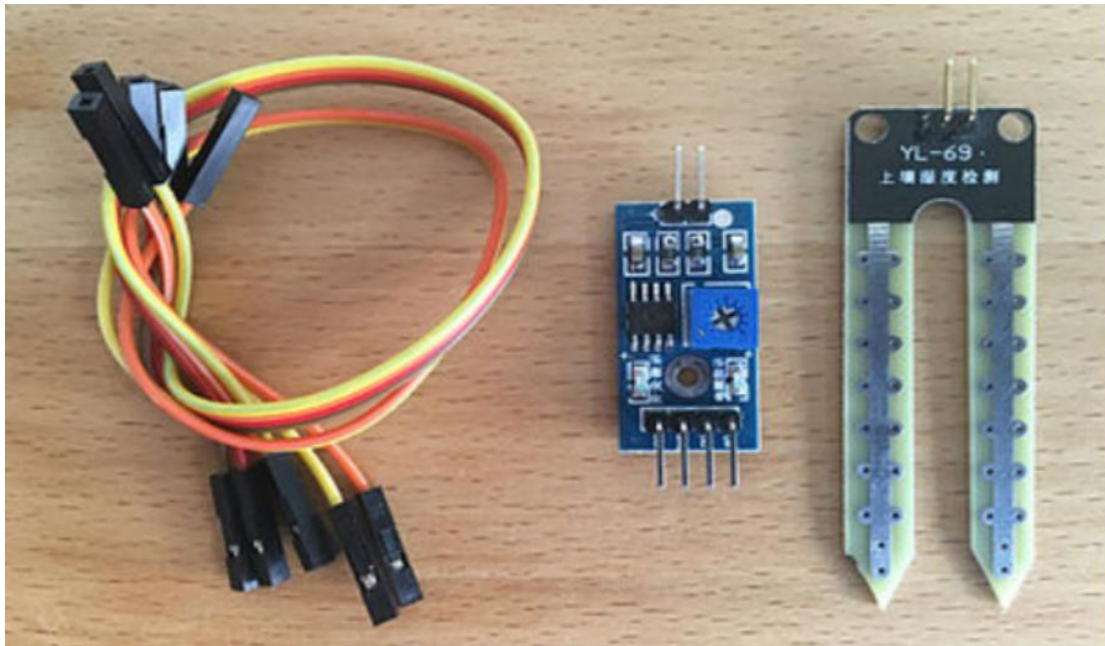


Figure 10: capteur d'humidité de sol. [W10]

### Caractéristiques techniques du capteur de sol :

- Ceci est un capteur d'humidité simple qui peut être utilisé pour détecter lorsque qu'un sol est en déficit d'eau (niveau haut) et vice versa (niveau bas).
- La sensibilité de ce module est ajustable via un potentiomètre numérique
- Tension de fonctionnement : 3,3V-5V
- Module avec 2 sorties: Une analogique et une numérique. La sortie numérique est plus précise.
- Le module comprend des perçages pour faciliter la fixation.
- Taille du PCB: 3cm \* 1.6cm<sup>21</sup>

### II.4.3 Capteur ultrason « HC-04 » :

Le détecteur HC-SR04 utilise les ultrasons pour déterminer la distance à laquelle se trouve un objet. Peu importe l'intensité de la lumière, la température ou le type de matière, le capteur pourra facilement détecter s'il y a un obstacle devant lui. Son principe de fonctionnement est comme suit : [13]

L'émetteur envoie un train d'ondes qui va se réfléchir sur l'objet à détecter et ensuite revenir à la source. Le temps mis pour parcourir un aller-retour permet de déterminer la distance de l'objet par rapport à la source. Plus l'objet sera loin plus il faudra long temps pour que le signal revienne.

## Chapitre II : Les équipements utilisés lors de notre réalisation

---

Pour détecter le niveau (la distance  $d$ ), on utilise l'équation :

$$v = \frac{d}{t} \text{ Donc } d = v \times t$$

- $t$  étant le temps vu au-dessus entre le début de l'émission et le début de la réception.
- $v$  étant la vitesse du son qui est de  $330 \text{ m.s}^{-1}$ .

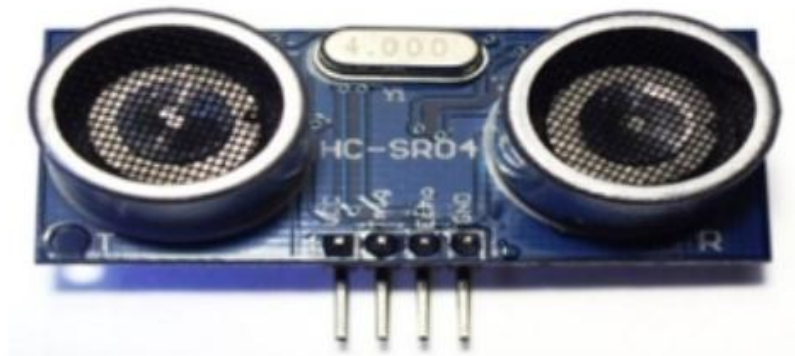


Figure 11: Capteur ultrason « HC-04 ». [13]

Le capteur possède 4 bornes, utilisées comme suit : [13]

- Vcc = Alimentation +5 V DC.
- Trig = Entrée de déclenchement de la mesure (Trigger input).
- Echo = Sortie de mesure donnée en écho (Echo output).
- GND = Masse de l'alimentation.

### Caractéristiques :

- Alimentation : 5V
- Plage de détection : 2 cm à 4cm
- Angle de détection :  $15^\circ$
- Consommation : 15 mA
- Largeur d'impulsion sur l'entrée :  $10 \mu\text{s}$
- Dimensions : 45 x 20 x 15 mm

### II.4.4 Capteur d'obstacle infrarouge :

Le capteur Infrarouge est un capteur numérique qui permet de détecter un mouvement dans son champ de vision en se basant sur l'infrarouge. [14]



## Chapitre II : Les équipements utilisés lors de notre réalisation

---

- Si un mouvement est détecté, le signal en sortie du capteur est mis au niveau HAUT(1).
- Si aucun mouvement n'est détecté, le signal en sortie du capteur est mis au niveau BAS(0).

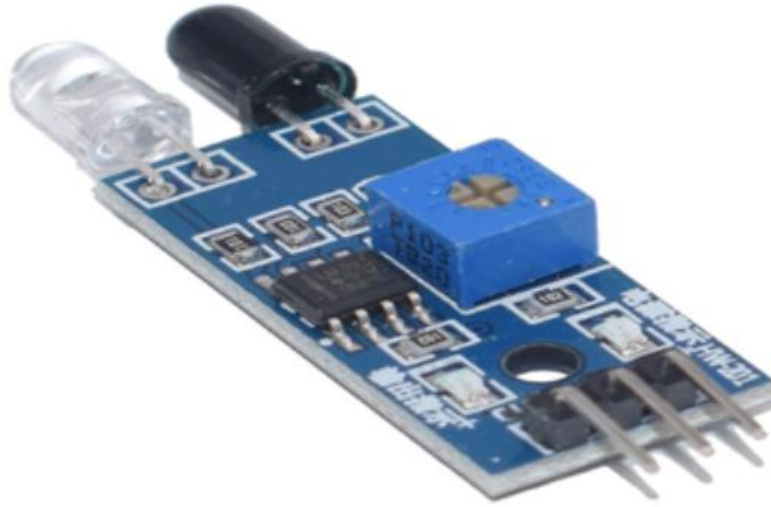


Figure 12: Capteur d'obstacle 'infrarouge. [14]

Ce capteur possède 3 pins, utilisés comme suit : [14]

- Le VCC du PIR sur le 5V de l'ARDUINO.
- Le GND du PIR sur le GND de l'ARDUINO.
- Le 3<sup>ème</sup>FIL sur le pin 1 de l'ARDUINO.

### Caractéristiques :

- Chaîne de tension DC 4.5-20V
- Consommation en veille 0,75 W
- Température d'utilisation -5 °C à +45 °C
- Température de stockage -20 °C à +70 °C
- Plage de détection Environ 7m
- Angle de détection Moins de 100 degrés
- Dimensions 32 x 24 mm

### II.4.5 Capteur de pluie :

Le capteur de pluie est une platine sur substrat céramique destinée à la réalisation de détecteur de pluie à détection capacitive (avec mini résistance chauffante au dos pour éliminer la condensation et la rosée).

## Chapitre II : Les équipements utilisés lors de notre réalisation

---

Utilisés principalement jusqu'alors en agriculture, de tels détecteurs trouvent désormais de nombreuses autres applications. Ainsi ils pourront être utilisés dans les systèmes météorologiques et les systèmes D'automatisation pour immeubles (gestion automatisée de volets roulants, éclairage, etc..). Conçu sur une plaque en substrat céramique (Alumina), le capteur de pluie est doté d'excellentes caractéristiques thermo/électrique associé à une bonne résistance aux agressions "mécaniques". Une mini résistance chauffante associé à un capteur de température (au dos du module) permettront de s'affranchir des possibilités de détections intempestives dues à "la rosée du matin".

Son principe de fonctionnement repose sur une détection de type capacitive. Ainsi l'accumulation de pluie sur la surface de la plaque aura pour conséquence de modifier la valeur de sa capacité. Le capteur devra être associé à une électronique externe (non livrée) de conversion "fréquence / tension" dont le niveau de sortie sera lié à la valeur de la capacité de la platine de capteur pluie. [15]



Figure 13: Capteur de pluie. [W11]

### Caractéristiques :

- Mode de détection: capacitif
- Technologie: Substrat céramique (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- Capacité nominale: 105 pF (10 %)
- Résistance chauffante: 42 ohms (10 %)
- NTC: 1 Kohm / 25 °C

### II.4.6 Capteur de température LM35 :

Le capteur de température LM35 est un capteur analogique de température. Il est extrêmement populaire en électronique, car précis, peu coûteux, très simple d'utilisation et d'une fiabilité à toute épreuve.

Le capteur de température LM35 est capable de mesurer des températures allant de  $-55^{\circ}\text{C}$  à  $+150^{\circ}\text{C}$  dans sa version la plus précise et avec le montage adéquat, de quoi mesurer n'importe quelle température.

Les versions grand public sont capables de mesurer des températures comprises entre  $40^{\circ}\text{C}$  et  $+110^{\circ}\text{C}$ . [W12]

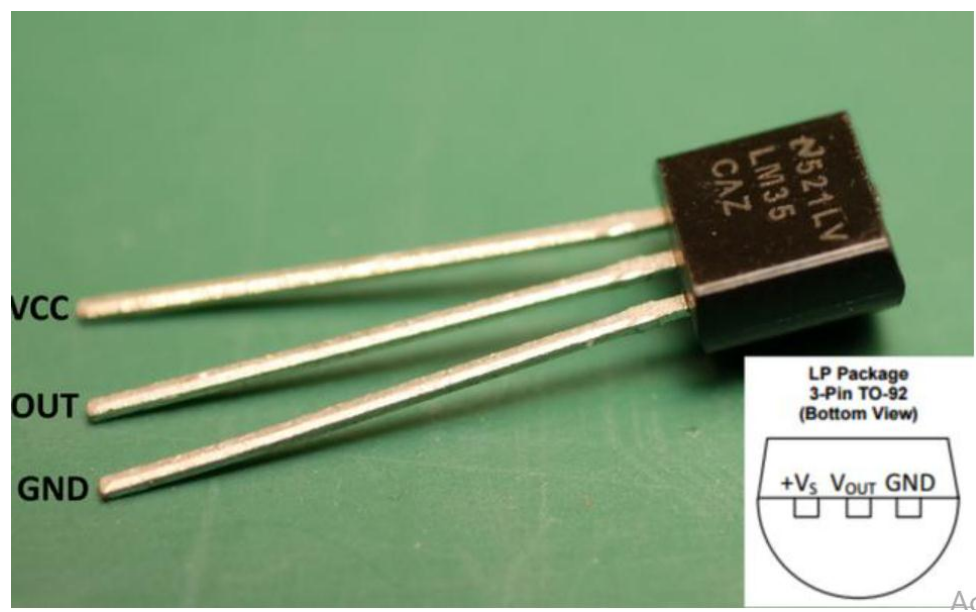


Figure 14: Capteur de température LM35. [W12]

#### Caractéristiques:

Ce capteur contient les caractéristiques suivantes : [W13]

- Tension de sortie proportionnelle à la température: de  $-55^{\circ}\text{C}$  à  $150^{\circ}\text{C}$  avec des tensions de  $-550\text{mV}$  à  $1500\text{mV}$ .
- Caliber pour les degrés Celsius.
- Tension de précision garantie de  $0.5^{\circ}\text{C}$  à  $25^{\circ}\text{C}$
- Faible impédance de sortie.
- Faible courant d'alimentation ( $60\text{ }\mu\text{A}$ ).
- Bas coût.
- Paquet SOIC, TO-220, TO-92, TO-CAN, etc.
- Tension de fonctionnement entre 4 et 30v.

### II.5 Les Actionneurs :

#### II.5.1. Ventilateur :

La Ventilateur ou extracteur (Figure II.10) servant à extraire l'air chaud et humide d'une serre pour forcer la circulation de l'air afin de contrôler certains paramètres essentiels au bon fonctionnement de la serre tels que la température, l'humidité, ou les concentrations de gaz, au voisinage des consignes choisies. Dans la réalisation de notre prototype, nous avons utilisé un ventilateur d'alimentation de PC. [1]



Figure 15: Ventilateur. [W14]

#### Caractéristiques :

- Tension ; 12V
- Courant 0,14A
- dimensions 120 x 120 x 38 mm

#### II.5.2 Servomoteur :

A noter bien qu'il ne s'agit pas de cerveau, mais de servo (Figure II.11). Ce mot vient du mot latin « Servus », qui signifiait esclave. Alors un servomoteur est un moteur esclave. En effet, car quand on lui commande de se mettre à une position précise, il se positionne puis il ne bouge plus. C'est un dispositif typiquement utilisé en modélisme pour, par exemple, contrôler la direction d'une voiture télécommandé. Il a une rotation de 0° à 180°. [16]



Figure 16: Servomoteur. [W15]

### Caractéristiques :

- Poids 9 g.
- Dimensions 22.2 x 11.8 x 31 mm approximativement.
- Couple de décrochage 1.8 kg·cm.
- Vitesse de fonctionnement 60°/0.1S.
- Tension de fonctionnement 4.8 V (~5V).
- Gamme de température 0 °C – 55 °C.

### II.5.3 Alarme « buzzer » :

Le buzzer est un composant constitué essentiellement d'une lamelle réagissant à l'effet piézoélectrique. La piézoélectricité est la propriété que possèdent certains minéraux de se déformer lorsqu'ils sont soumis à un champ électrique.

Dans l'univers ARDUINO, le buzzer est principalement utilisé pour émettre un son lors d'une détection d'un mouvement dans la serre. [9]



Figure 17: Buzzer. [W16]

### II.5.4 La pompe électrique :

C'est un dispositif permettant la circulation et l'accélération d'eau dans les tuyaux d'irrigation.



Figure 18: Pompe électrique. [W17]

#### Caractéristiques :

- Alimentation : 220/240 V
- Fréquence : 50 Hz
- Puissance : 25W
- H/MAX : 1.2M
- Q/MAX : 1200 L/H
- Démentions : 5 x 14 x 11 cm

### II.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les capteurs utilisée dans la serre, qui permettent de connaitre les informations tel que la température, l'humidité, la quantité d'eau, l'humidité de sol, ainsi que les actionneurs qui utilisent pour gérer et contrôler ces facteurs dans la serre.

Tous ces capteurs et actionneurs sont gérés par une carte ARDUINO. Aussi, nous avons présenté IDE qui nous sert à programmer et configurer notre carte pour le bon fonctionnement de notre application.

# **CHAPITRE III**

## **Conception et réalisation**

### **III.1 Introduction :**

Après la partie théorique et connaissant les équipements dont nous avons besoin dans notre projet, nous sommes arrivés à la partie la plus importante dans ce chapitre, qui est la conception et la réalisation de notre système qui est utilisé pour mini serre.

Au début, nous mentionnerons les facteurs importants que notre système contrôle, ainsi que le branchement des différents capteurs et actionneurs, puis nous expliquerons en détail les cinq services (on a quatre services à l'intérieure de mini serre et on a ajoutée une station météo à l'extérieur de la serre) que notre système fournit, et enfin, nous terminerons par l'interprétation des résultats.

### **III.2 Notre solution :**

La solution de notre projet est de contrôler quelques facteurs important dont mini serre a besoin. Les facteurs sont : la température, l'humidité de la serre, l'humidité du sol, l'absence d'eau, la sécurité d'accès au niveau de notre serre. Nous avons utilisé un ensemble de capteurs et actionneurs pour mesurée et contrôler ces facteurs. Tous les capteurs et les actionneurs sont contrôlés par la carte ARDUINO.

Globalement, notre solution inclue cinq services que nous allons détailler par la suite :

- 1- Arrosage automatique et précis.
- 2- Mesure et contrôle de la température et d'humidité de la serre.
- 3- Régulation du niveau d'eau des réservoirs.
- 4- Système de sécurité pour accéder à notre serre.
- 5- Ouverture ou fermeture conditionné d'une trappe.

Comme discuté dans le premier chapitre, la serre classique à plusieurs problèmes et défis majeurs, nous avons optés pour les cinq services pour rendre notre serre autonome, précise et surtout qui s'adapte avec le climat d'extérieur. Nous rappelons que les capteurs et les actionneurs sont tous détaillés dans le chapitre précédent.



### Chapitre III : Conception et réalisation

---

Le branchement des différents capteurs ou actionneurs de notre projet sont résumés dans le tableau ci-dessous.

<b>Système</b>	<b>Pin Système</b>	<b>Pin Arduino uno</b>
Capteur DHT11	DATA	D3
	VCC	3.3V
	GND	GND
Ventilateur	GND	GND
	VCC	D7
Capteur Infrarouge	DATA	D0
	VCC	5V
	GND	GND
Buzzer	VCC	D2
	GND	GND
Capteur Humidité de sol	DATA	A0
	VCC	3.3V
	GND	GND
Le Relais	VCC	220V
	GND	GND
	DATA	D6
	ON	5V
Pompe à eau	VCC	broche de relais
	GND	GND
Capteur ultra son hc-04	VCC	5V
	GND	GND
	ECHO	D3
	TRIGGER	D4
Servomoteur	VCC	5V
	GND	GND
	DATA	D9

Capteur de Pluie	DATA	A4
	DATA	D10
	VCC	5V
	GND	GND

Tableau 1: Les différentes connexions et numéro des pins.

Comme déjà discuté dans le chapitre II, nous avons divisé notre travail en deux parties différentes, une partie pour serre et l'autre partie pour une station météo qui sera installée juste à côté de la serre (coté extérieure), la relation entre la serre et la station météo sera détaillé vers la suite.

### III.3 Notre serre :

Elle contient plusieurs services et qui sont détaillés dans les paragraphes suivants :

#### III.3.1 Service de régulation de température :

##### III.3.1.1 Composants nécessaires :

- Une carte Arduino.
- Un capteur de température DHT11.
- Un petit ventilateur de 5v.

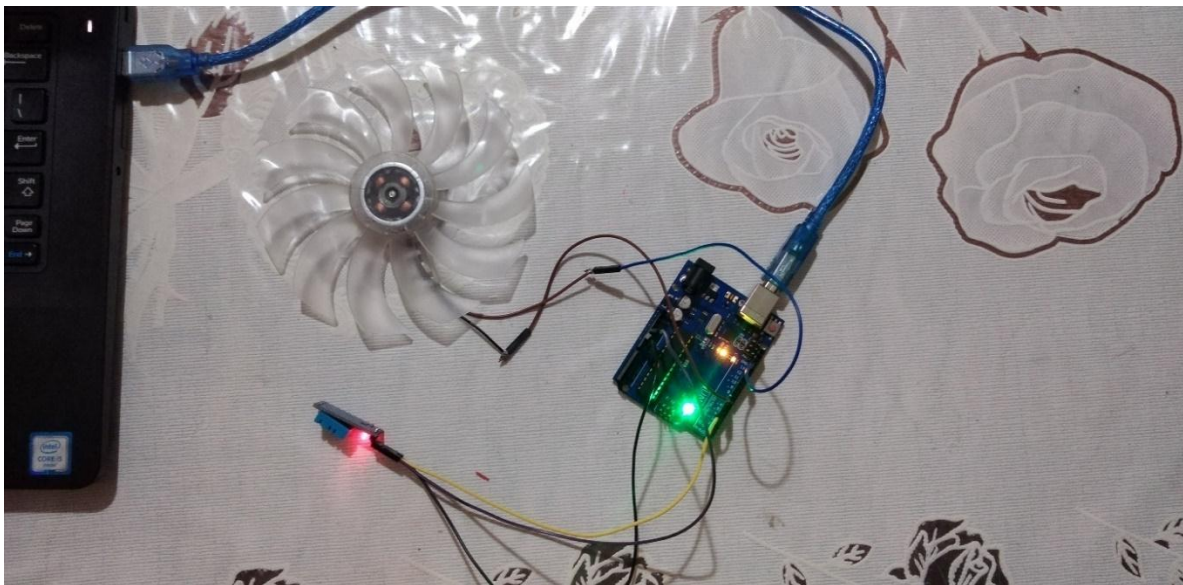


Figure 19: montage du Service de régulation de température.

## Chapitre III : Conception et réalisation

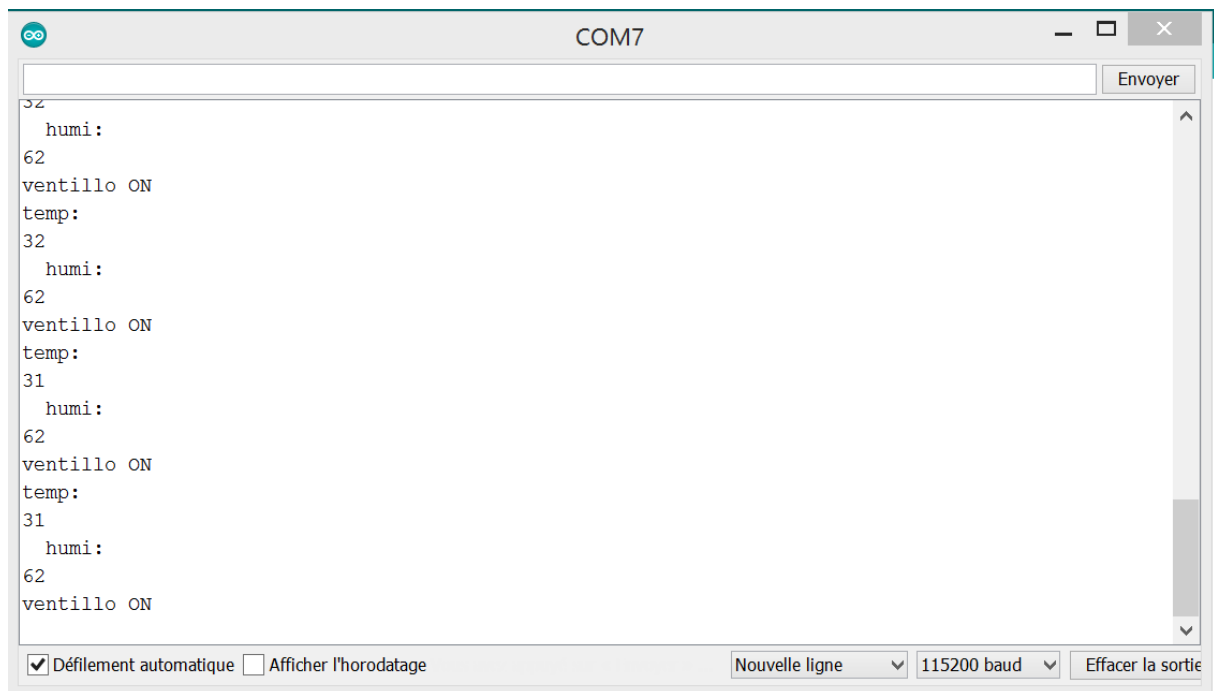
Dans ce service, nous allons construire un système de refroidissement et d'extraction de la température et de l'humidité. Nous utilisons principalement le capteur DHT11 et le ventilateur pour régulariser la température ou bien l'extracteur pour contrôler l'humidité si besoin.

Lorsque le capteur DHT11 mesure une température supérieure 30°C (une valeur pour les tests), la carte Arduino donne l'ordre au ventilateur de fonctionner jusqu'à ce que la température soit inférieure à 30°C. En vraie, la valeur de la température dépend des produits plantés à l'intérieure de la serre.

La température et l'humidité sont des facteurs essentiels pour la croissance des cultures agricoles. Les graines de plantes ont généralement besoin d'une certaine humidité et une certaine température pour les stimuler à pousser. Notre système est conçu pour régler la température et l'humidité à une certaine valeur. De cela, nous obtenons la meilleure production et nous obtenons des produits hors saison.

Donc notre serre est équipée a tel sorte de connaître la température/ l'humidité idéal pour les graines de plantes.

Dans la figure (20) les tests effectués au laboratoire pour le capteur DHT11 avec notre carte Arduino.



```
COM7
Envoyer
humi:
62
ventillo ON
temp:
32
humi:
62
ventillo ON
temp:
31
humi:
62
ventillo ON
temp:
31
humi:
62
ventillo ON
```

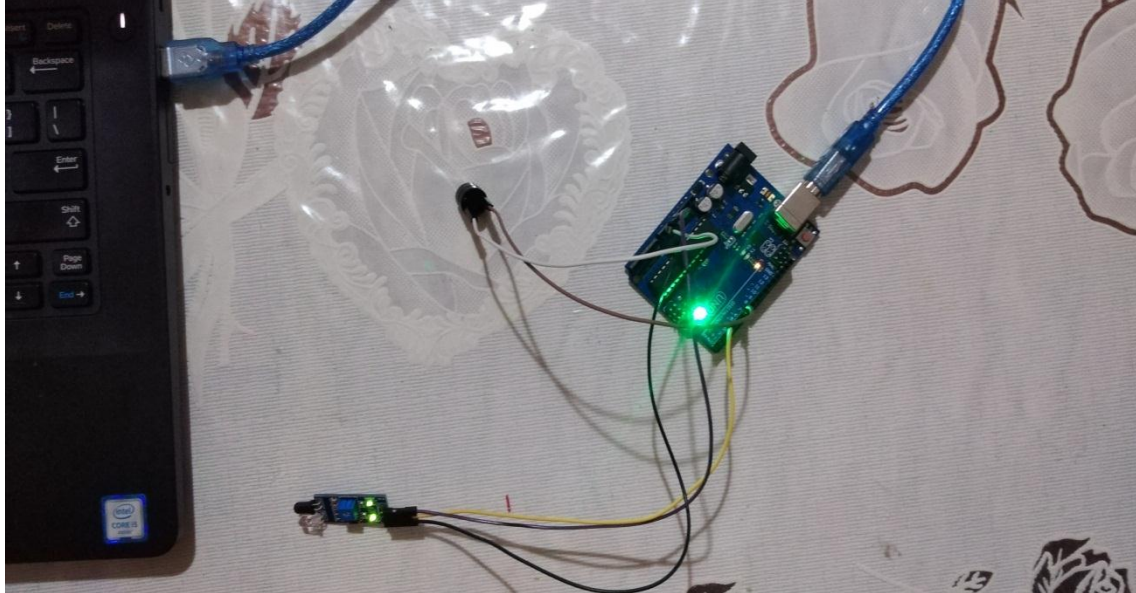
Défilement automatique  Afficher l'horodatage Nouvelle ligne 115200 baud Effacer la sortie

Figure 20:résulta de test de température et l'humidité.

### III.3.2 Service de sécurité :

#### III.3.2.1 Composants nécessaires :

- Une carte Arduino.
- Le capteur d'obstacle infrarouge.
- Un buzzer.



*Figure 21:montage du Service de sécurité.*

La sécurité est importante dans le domaine agricole, surtout de nos jours contre les intrus ;au moment de la récolte, beaucoup d'agriculteurs ont perdus des mois de travail et d'énergie.

Nous plaçons notre capteur infrarouge à l'entrée de notre serre, ce service remplace un système d'alarme des maisons par exemple ; le but c'est d'alerter en cas ou une personne externe entre dans la serre sans permissions.

Lorsque le capteur infrarouge détecte une chaleur, la carte Arduino donne l'ordre au buzzer de sonner.

Dans la figure (22) les tests effectués au laboratoire pour le capteur infrarouge avec notre carte Arduino.

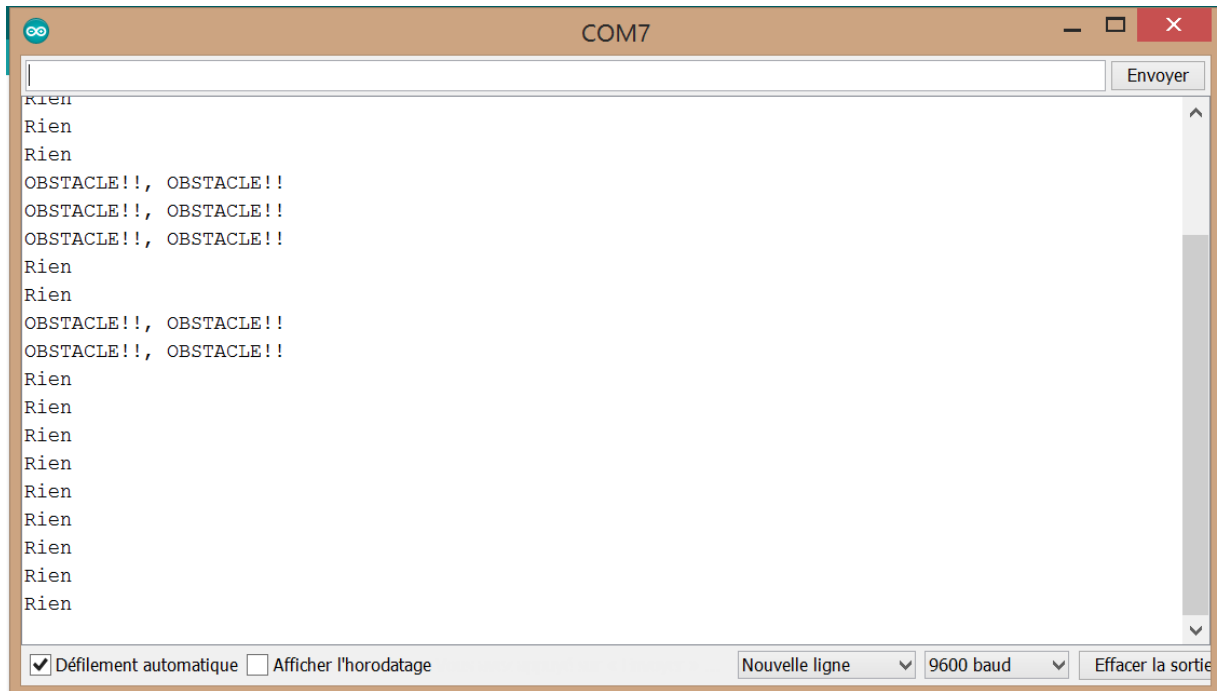


Figure 22: Résultat du test de l'obstacle.

### III.3.3 Système d'arrosage automatique :

#### III.3.3.1 Composants nécessaires :

- Une carte Arduino UNO.
- Un capteur d'humidité du sol.
- Une pompe à eau de 220V.
- Un relais.
- Un réservoir d'eau.

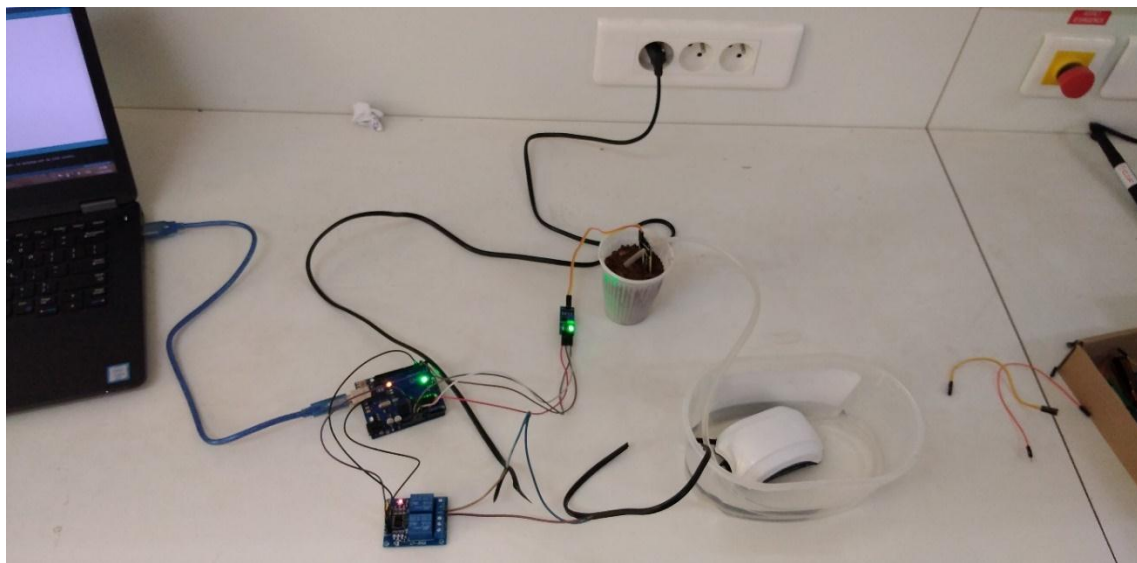


Figure 23: montage du service de L'arrosage automatique.

## Chapitre III : Conception et réalisation

L'eau est un facteur vital important dans la croissance des cultures, Les plantes absorbent toute l'eau dont elles ont besoin du sol par leurs racines, donc Le sol ne doit pas se dessécher. Un sol sec peut tuer les plantes et trop d'eau dans le sol endommage les racines, par conséquent, il est nécessaire de lui donner une certaine quantité d'eau.

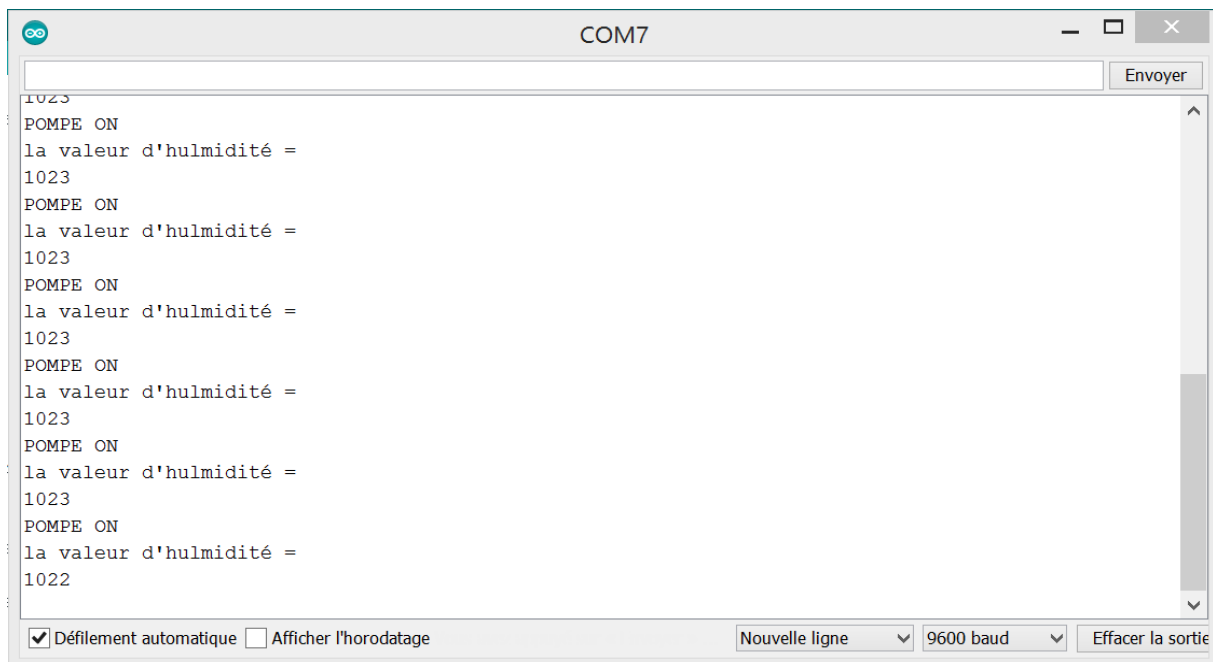
Pour cela, nous avons créé un système d'arrosage automatique et précis qui est conçu pour résoudre les problèmes cité ci-dessus. L'approvisionnement en eau dans une certaine quantité et seulement en cas de besoin. Il vous permet d'entretenir vos plantes pendant votre absence.

Pour cela, nous avons utilisé le capteur d'humidité du sol pour surveiller l'état de sécheresse de la terre, et grâce aux deux tiges, le capteur établis un contact avec la terre pour permettre au courant de circuler. Plus il y a de l'eau dans la terre, meilleure est la conductivité, et vice-versa.

Notre service est également équipé d'une pompe électrique ; si le sol est sec, la pompe se déclenchera automatiquement grâce au relais qui agit comme un interrupteur.

Une fois que l'humidité du sol atteint un seuil qui reste configurable, la carte Arduino arrête simplement la pompe et donc automatiquement l'arrosage.

Ci-dessous les tests effectués au laboratoire pour le service d'arrosage



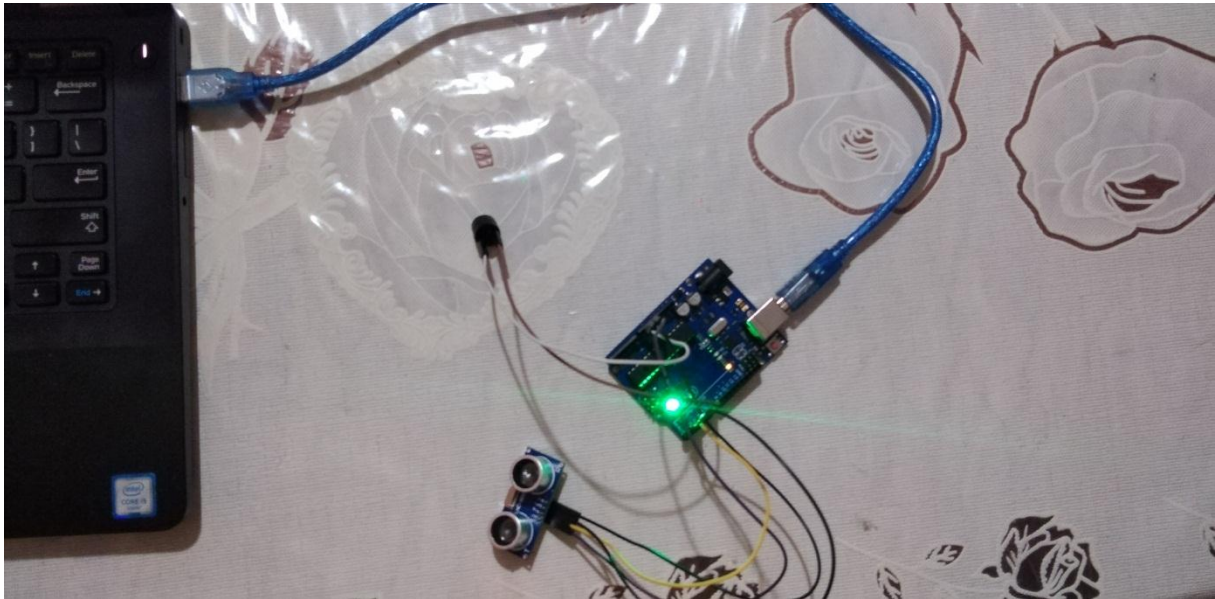
```
COM7
1023
POMPE ON
la valeur d'humidité =
1023
POMPE ON
la valeur d'humidité =
1023
POMPE ON
la valeur d'humidité =
1023
POMPE ON
la valeur d'humidité =
1023
POMPE ON
la valeur d'humidité =
1023
POMPE ON
la valeur d'humidité =
1022
```

Figure 24: Résultat du test de l'humidité de sol.

### III.3.4 Service d'alerte de niveau d'eau :

#### III.3.4.1 Composants nécessaire :

- Carte Arduino UNO.
- Capteur ultra-sons HC-SR04.
- Buzzer.
- Réservoir.



*Figure 25:montage du service d'alerte de niveau d'eau.*

Notre objectif est d'avoir toujours de l'eau du réservoir principale pour que nos systèmes d'irrigation ne manquent pas d'eau. Pour cela, nous avons pensé à un système de régulation du niveau d'eau, où nous avons utilisé le capteur HC-SR04.

Lorsque le capteur ultrasons HC-SR04 détecte un niveau d'eau supérieure à un seil (8cm dans notre cas), la carte arduino donne l'ordre au buzzer de sonné.

Le HC-SR04 normalement utilisé pour mesurer la distance, mais dans notre cas, il a été utilisé pour mesurer le niveau d'eau dans le réservoir.

Le capteur se compose d'un émetteur et d'un récepteur, l'émetteur ( cho) envoie une impulsion ultrasonore, l'impulsion ultrasonore se propage jusqu'à ce qu'elle rencontre un obstacle, puis revient au récepteur dans l'autre sens (déclenchement). Les mesures de temps aller-retour sont utilisées pour calculer les distances.

## Chapitre III : Conception et réalisation

---

Si le niveau d'eau dans le réservoir est inférieur à la valeur requise (8cm), le capteur détectera la baisse du niveau d'eau et le buzzer retentira. Avec ce service, l'agriculteur sera notifié pour chaque remplissage ou séchage de son réservoir.

Les tests effectués avec le capteur ultrasons sont affichés dans la figure (26).



Figure 26: Résultat du test de niveau d'eau du réservoir.

### III.4 La station météo :

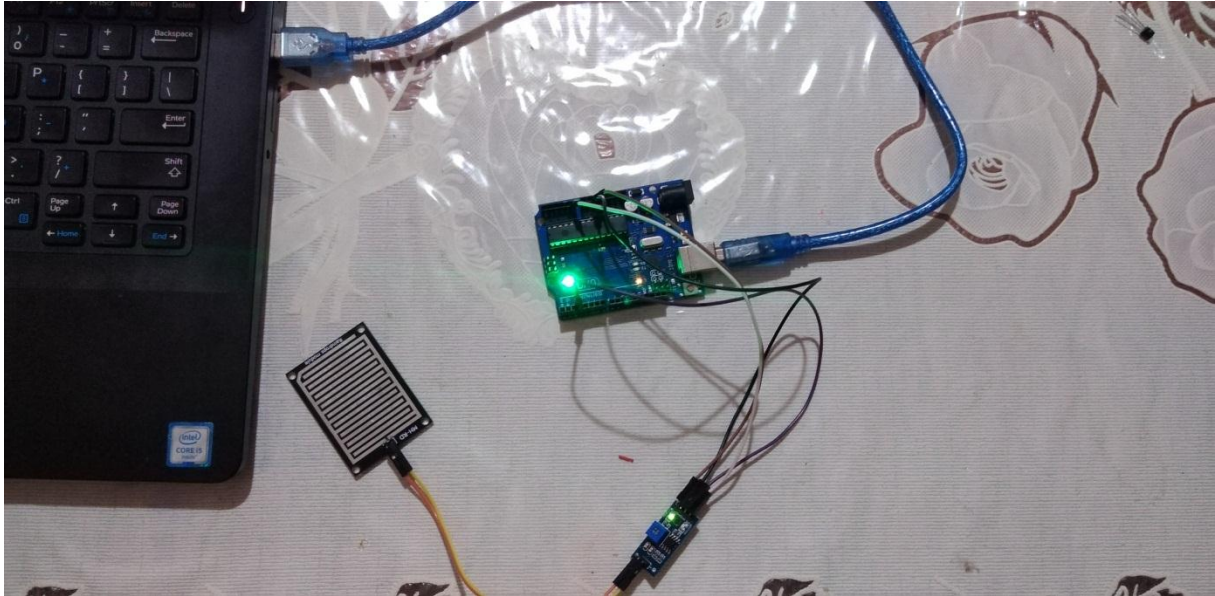
La deuxième partie de notre projet consiste à réaliser une petite station météo qui est composée de deux capteurs, un capteur de température qui mesure la température extérieure et un capteur de pluie, comme son nom l'indique, nous indiquera si la pluie sera présente ou non.

#### III.4.1 le capteur de pluie :

##### III.4.1.1 Composants nécessaire :

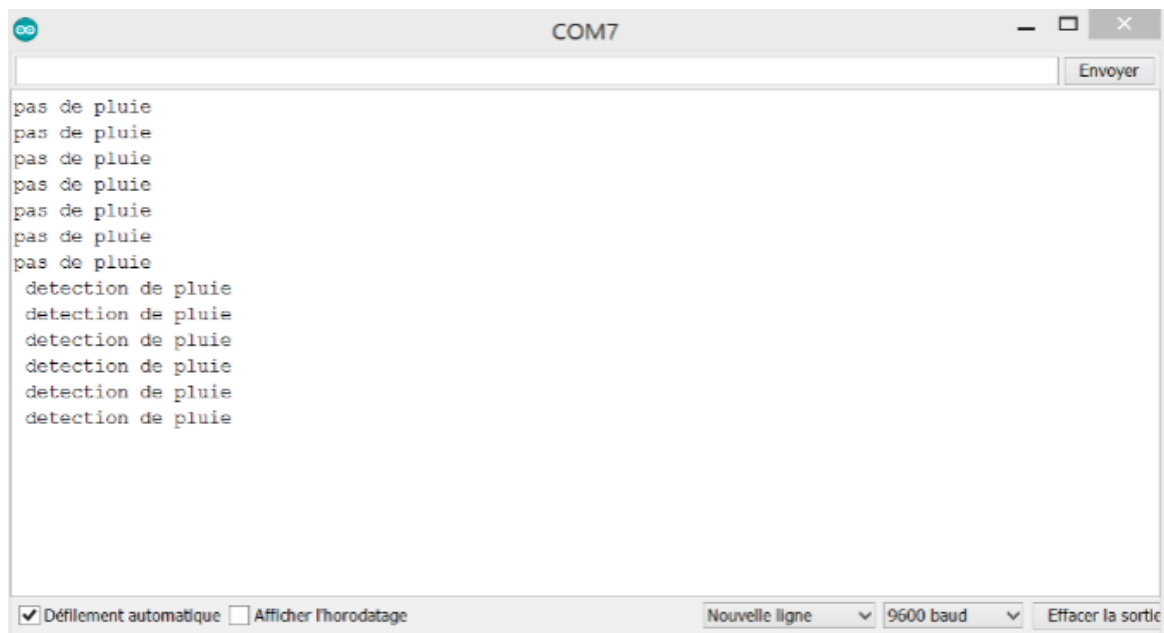
- Carte Arduino UNO.
- Capteur de pluie.





*Figure 27:montage du capteur de pluie.*

Nous avons testé ce capteur pour la détection ou non des gouttelettes d'eau qui seront dans notre projet l'état de la pluie dehors.



*Figure 28:Résultat du test de la pluie.*

### III.5 La relation entre la station météo et la serre automatisée :

Nous avons équipé notre serre avec une trappe qui sera ouverte ou fermée par un servomoteur selon les conditions qui sont les suivantes :

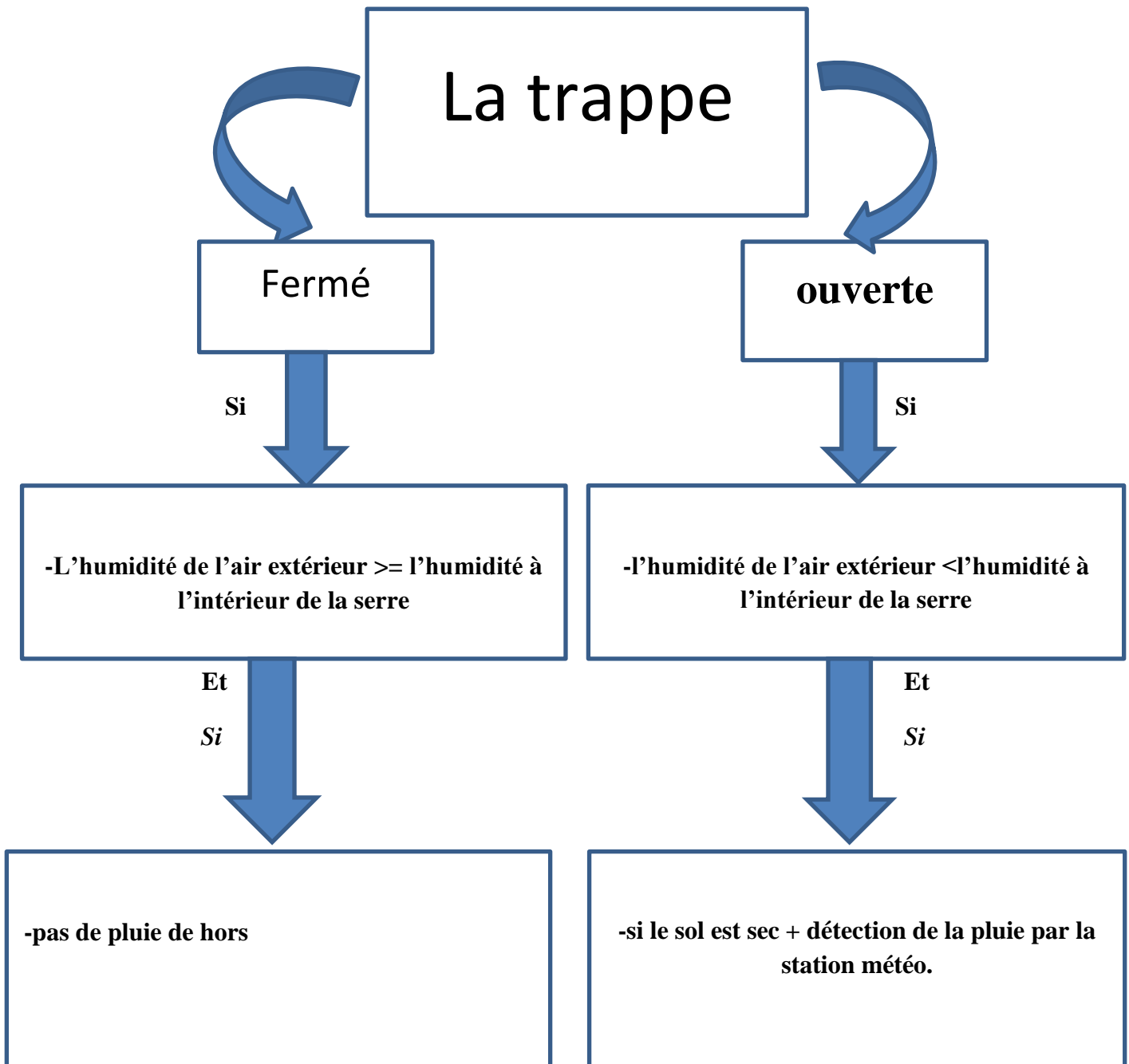


Figure 29: Diagramme d'ouverture et fermeture de la trappe.

## Chapitre III : Conception et réalisation

---

Pourquoi utilisons de l'eau des réservoirs si la pluie est dehors ? En plus et selon des spécialistes, l'eau distillé de la pluie est très efficace par rapport aux eaux des puis ou des citernes.

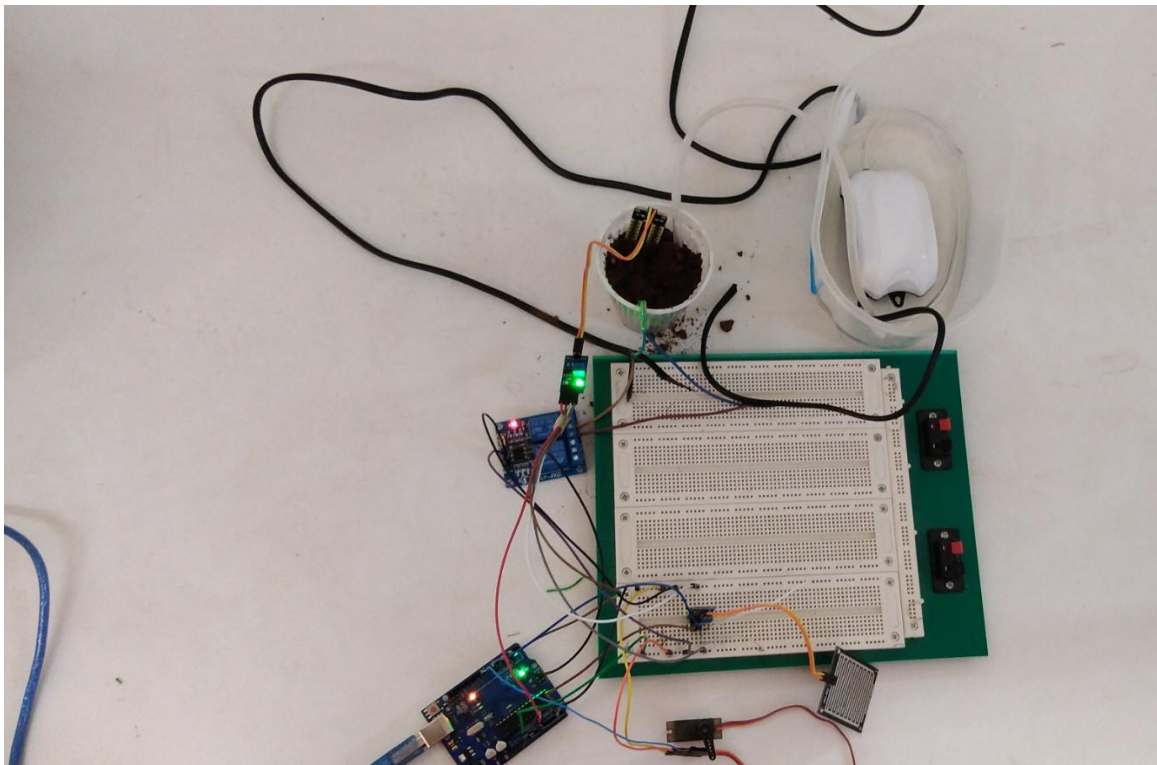
Pourquoi faire fonctionné nos ventilateurs ou extracteurs alors que le climat d'extérieur est beaucoup clément par rapport à notre serre ? Plus que 90 % des serres en Algérie sont en plastique, si le soleil est éclatant dehors, pourquoi ne pas bénéficier durant un axe de temps bien déterminé.

Cette connexion entre la serre et la station météo va nous permettre d'accroître la productivité, faire des économies par rapport à l'eau et l'énergie.

### III.5.1 Service de trappe :

#### III.5.1.1 Composants nécessaire :

- Carte Arduino UNO. .
- Capteur de pluie.
- Servomoteur.



*Figure 30:montage du service de trappe..*

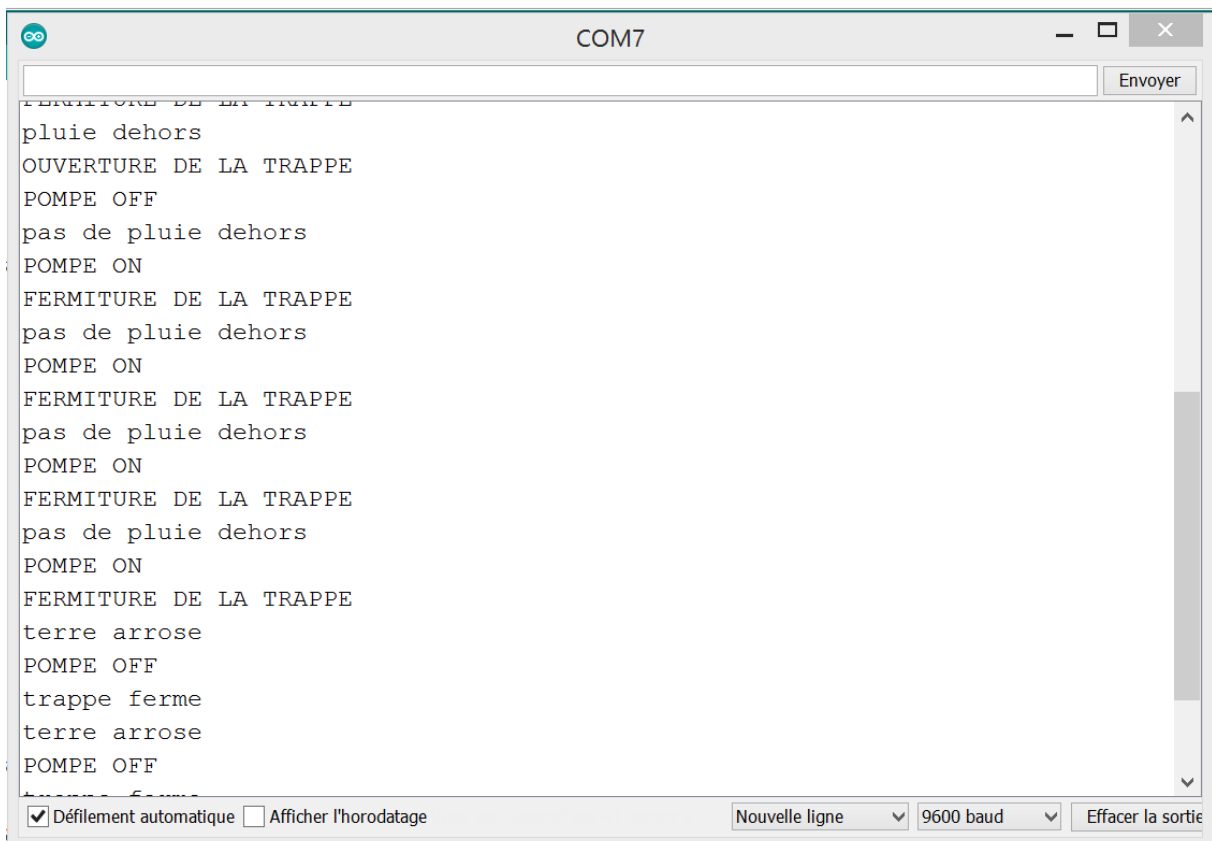
### Chapitre III : Conception et réalisation

Dans ce service, nous allons construire un système d'ouverture et de fermeture de la trappe d'une façon conditionnée. Les conditions sont mentionnées dans l'organigramme (31).

Dans ces tests, nous allons ce concentrés sur l'arrosage, si la terre est sec, la pompe démarre si seulement si y'a pas de pluie dehors ; dans le cas contraire (détection de la pluie) la pompe ne démarre pas et la trappe s'ouvre (fonctionnement du servomoteur).

Dans un autre cas, si la terre est sèche, pas de pluie dehors, la pompe démarrera d'une manière automatique aussi ; mais s'il se met à pleuvoir, la carte Arduino arrête la pompe et la trappe s'ouvre jusqu'à que la terre sera de nouveau humide.

Les tests effectués lors de ce service sont illustrés dans la figure (33).



```
COM7
pluie dehors
OUVERTURE DE LA TRAPPE
POMPE OFF
pas de pluie dehors
POMPE ON
FERMATURE DE LA TRAPPE
pas de pluie dehors
POMPE ON
FERMATURE DE LA TRAPPE
pas de pluie dehors
POMPE ON
FERMATURE DE LA TRAPPE
pas de pluie dehors
POMPE ON
FERMATURE DE LA TRAPPE
terre arrose
POMPE OFF
trappe ferme
terre arrose
POMPE OFF
```

Figure 31: Résultat du test de fonctionnement de la trappe et la pompe.

### **III.6 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté en détail la réalisation de notre projet. Nous avons commencé par assembler la structure et installer les capteurs et les actionneurs, puis expliquer le fonctionnement de chaque service et décrire le branchement de chaque service, en fin nous concluons ce chapitre avec les résultats obtenus lors de l'expérimentation.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

### **Conclusion générale :**

Notre projet est conçu pour réaliser une mini serre agricole automatisée pour la production agricole.

Ce projet, nous a donné la possibilité d'améliorer nos connaissances théoriques et pratiques. nous avons connue comment utiliser un ensemble de logiciels et matériels.

Nous avons commencé le travail par une généralité sur les serres agricoles (la définition, ses différents types, ses avantages, ses problématiques) puis nous avons introduit la notion de serre agricole connectée (ses avantages, des exemples).

Ensuite nous avons présenté les équipements utilisés dans la serre : les différents types des cartes ARDUINO et les équipements essentiels (les capteurs, les actionneurs) dans notre projet, avec leurs caractéristiques.

Enfin, nous avons terminé ce travail par les différentes étapes de réalisation de notre projet pour accomplir les cinq services rendus par notre système (contrôle de la température et de l'humidité, arrosage automatique, contrôle du niveau d'eau, contrôle de la sécurité, contrôle de la trappe) puis expliqué les résultats obtenus après chaque test des services fourni.

Pour l'avenir le bagage technique développé au cours de cette expérience. nous espérons que ce projet s'incarnera au niveau national pour qu'il y ait un développement de l'agriculture pour augmenter le produit agricole et cela conduira à l'essor de l'économie nationale.

# **Bibliographie et Webographie**



## Bibliographie et Webographie

---

### **Bibliographie :**

- [1] OULARBI Chemseddine ,SADOUNE Gaya « Etude et conception d'une serre agricole intelligente (Smart GreenHouse ) »Mémoire de fin d'étude,2019,Université AKLI MOHAND OULHADJ-Bouira.
- [2] Kamel MESMOUD. « Etude Expérimentale et Numérique de la Température et de l'Humidité de l'Air d'un Abri Serre Installé dans les Haut Plateaux d'Algérie, Région des Aurè ». Thèse de Doctorat. Batna. Décembre (2010).
- [3] DIDI Faouzi « Optimisation de la gestion du microclimat de la serre par l'introduction de l'intelligence artificielle ». Thèse de Doctorat .Tlemcen. Octobre (2018).
- [4] Gildas Véret, Horizon Permaculture avec le concours de Lauriane Mietton « Programme de recherche et développement sur les serres maraîchères bioclimatiques et mobiles ».Projet-de-serre-bioclimatique-mobile, 2017, FERMES D'AVENIR AGROECOLOGIE & PERMACULTURE.
- [5] Youcef El Afou « contribution au contrôle des paramètres climatique sous serre ». Thèse de Doctorat. Lille 1 .juin (2014).
- [6] Y. Bouteraa « Automatisation d'une serre agricole, » . Magister en Sciences Agronomiques, 2012, Ecole Nationale Supérieure D'agronomie-El Harrach.
- [7] Mr. LEMDANI Rafik, Mr. MALOUADJMI Nabil : "Etude, conception et réalisation d'une plateforme pour l'automatisation et le contrôle à distance des serres agricoles." Pour obtention du diplôme de Master en Génie Electrique, Option : Automatique.
- [8] Matt J. Cumbria : " Making a Computer Controlled Greenhouse ".
- [9] ATTARHadjar, BENZENINE Bouchra. « Conception et réalisation d'une serre intelligente à base d'arduino » Mémoire master, 2020, Université AboubakrBelkaïd – Tlemcen.
- [10] Scott Fitzgerald, Micheal Shiloh et Tom Igoe ''Le livre de projet arduino'', (septembre 2012).
- [11] "323-capteurs.docx, P.Hoarau,"pdf ,2011.
- [12] Datasheet Model #: 3190. [En ligne]. Disponible : <http://www.sunrom.com>
- [13] " LE CAPTEUR ULTRASONIQUE, Y. Benire et B. Baraza" , Elèves de 1ère Sciences et Technologie de Laboratoire
- [14] [http://technomoussi.free.fr/IMG/pdf/TP-D1\\_Detecteur\\_de\\_mouvement.pdf](http://technomoussi.free.fr/IMG/pdf/TP-D1_Detecteur_de_mouvement.pdf)
- [15] <https://www.lextronic.fr/capteur-de-pluie-ibr274-1194.html>
- [16] Jean-Noel Rousseau ''Programmer vos premiers montages avec Arduino'', <http://openclassrooms.com/courses/programmer-vos-premiers-montages-avecarduino/donner-du-mouvement-a-vos-montages-avec-un-servo-moteur>

### Webographie :

[w1] <https://www.gammvert.fr/conseils/conseils-de-jardinage/choisir-sa-serre-tunnel-ou-serre-de-culture>

[W2] [https://www.agrimaroc.net/2020/01/31/problematique-de-gestion-du-climat-en-serres-horticoles-au-maroc/#:~:text=Les%20principaux%20facteurs%20du%20milieu,gaz%20\(CO2%20et%20O2\).](https://www.agrimaroc.net/2020/01/31/problematique-de-gestion-du-climat-en-serres-horticoles-au-maroc/#:~:text=Les%20principaux%20facteurs%20du%20milieu,gaz%20(CO2%20et%20O2).)

[W3] <https://www.m-habitat.fr/abri-de-jardin/les-types-d-abris/la-serre-de-jardin-connectee-4268> A

[W4] <https://www.journalexpress.ca/2021/11/09/une-serre-connectee-a-lautonomie-alimentaire/>

[W5] [https://www.google.com/search?q=les+constituants+d%E2%80%99une+plateforme+Arduino&sxsrf=APq-WBvSaQidDEci51tS0XSDi5FSGM9c8w:1647359756440&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwinz-Wovcj2AhVNSvEDHSMwAKwQ\\_AUoAXoECAEQAw](https://www.google.com/search?q=les+constituants+d%E2%80%99une+plateforme+Arduino&sxsrf=APq-WBvSaQidDEci51tS0XSDi5FSGM9c8w:1647359756440&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwinz-Wovcj2AhVNSvEDHSMwAKwQ_AUoAXoECAEQAw)

[w6] <https://www.editions-eni.fr/open/mediabook.aspx?idR=f5aced58fc8abfbb33241cfa82273c4f>

[w7] <https://www.editions-eni.fr/open/mediabook.aspx?idR=bf76cb088a2a51eabb543791cea5f592>

[w8] <https://www.arduino-france.com/review/arduino-uno/>

[W9] [https://www.google.com/search?q=capteur+dht11&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj5uuEjsH2AhWCxIUKHcajCRkQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1](https://www.google.com/search?q=capteur+dht11&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj5uuEjsH2AhWCxIUKHcajCRkQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1)

[W10] [https://www.google.com/search?q=capteur+de+humidit%C3%A9+de+sol&tbn=isch&ved=2ahUKEwjV6fuFjsH2AhXRRcAKHT9pBj8Q2-cCegQIABAA&oq=capteur+de+humidit%C3%A9+de+sol&gs\\_lcp=CgNpbWcQDDoFCAAQgAQ6BAgAEEM6BggAEAgQHjoECAAQGD0GCAAQBRAeOgYIABAKEBg6BAgAEB5QuQhY73Jg5cIBaABwAHgBgAGsBogB2jGSAQ0wLjguNC4xLjQuMi4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=9NksYtWfLtGLgQa\\_0pn4Aw&bih=625&biw=1366#imgrc=2yZSxsyRPXB5AM](https://www.google.com/search?q=capteur+de+humidit%C3%A9+de+sol&tbn=isch&ved=2ahUKEwjV6fuFjsH2AhXRRcAKHT9pBj8Q2-cCegQIABAA&oq=capteur+de+humidit%C3%A9+de+sol&gs_lcp=CgNpbWcQDDoFCAAQgAQ6BAgAEEM6BggAEAgQHjoECAAQGD0GCAAQBRAeOgYIABAKEBg6BAgAEB5QuQhY73Jg5cIBaABwAHgBgAGsBogB2jGSAQ0wLjguNC4xLjQuMi4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=9NksYtWfLtGLgQa_0pn4Aw&bih=625&biw=1366#imgrc=2yZSxsyRPXB5AM)

[W11] <https://www.google.com/search?q=capteur+de+pluie+ibr274&sxsrf=APq-WBt72FERVBIIdoSeoJvnfo6ROCs0dRA:1646688694098&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi6hKu1->

[bT2AhWS2KOKHcanBZwQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1#imgrc=pPHYm67CEanCAM&Ins=W251bGwsbnVsbCxbMzUsMzQsMzAsMzNdLG51bGwsbnVsbCxdWxsLG51bGwsIkVpWUtKRE0xWWpRNU9UYzRMV1UyT0dRdE5HWmtaQzFpTnpkaExUSTFNbVkl1TVRreFlqaGxNdz09IixudWxsLG51bGwsbnVsbCwxXQ==](https://www.google.com/search?q=capteur+de+pluie+ibr274&sxsrf=APq-WBt72FERVBIIdoSeoJvnfo6ROCs0dRA:1646688694098&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi6hKu1-bT2AhWS2KOKHcanBZwQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=625&dpr=1#imgrc=pPHYm67CEanCAM&Ins=W251bGwsbnVsbCxbMzUsMzQsMzAsMzNdLG51bGwsbnVsbCxdWxsLG51bGwsIkVpWUtKRE0xWWpRNU9UYzRMV1UyT0dRdE5HWmtaQzFpTnpkaExUSTFNbVkl1TVRreFlqaGxNdz09IixudWxsLG51bGwsbnVsbCwxXQ==)

[W12] <https://www.carnetdumaker.net/articles/mesurer-une-temperature-avec-un-capteur-lm35-et-une-carte-arduino-genuino/#:~:text=Le%20capteur%20de%20temp%C3%A9rature%20LM35%20est%20capable%20de%20mesurer%20des,C%20et%20%20B110%C2%B0C>

[W13] <https://www.hwlibre.com/fr/lm35/?msclkid=ca10bb74b61511ec92d5f551ab19b0cb>

[W14] [https://www.google.com/search?q=ventilateur+extracteur+petit+modele&sxsrf=APq-WBuQtuhY3pzU6n\\_7Z62HbiCYC0DOLg:1646748164316&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiB-fj61rb2AhWHyqQKHTL6BxsQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=807&bih=554&dpr=1#imgrc=Qx25ED9YEvfWoM](https://www.google.com/search?q=ventilateur+extracteur+petit+modele&sxsrf=APq-WBuQtuhY3pzU6n_7Z62HbiCYC0DOLg:1646748164316&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiB-fj61rb2AhWHyqQKHTL6BxsQ_AUoAXoECAEQAw&biw=807&bih=554&dpr=1#imgrc=Qx25ED9YEvfWoM)

## Bibliographie et Webographie

---

[W15][https://www.google.com/search?q=servomoteur+sg90&tbm=isch&ved=2ahUKEwiGvsiC3Lb2AhWzh\\_0HHVH9DjIQ2-cCegQIABAA&oq=servomoteur+sg&gs\\_lcp=CgNpbWcQARgAMgUIABCABDIGCAAQBRAeMgQIABAYMgQIABAYMgQIABAYMgQIABAYMgQIABAYOgcIIXDvAxAnOgQIABBDULwIWK4UYLskaABwAHgAgAHnAogBhweSAQcwLjluMS4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=UmcnYobNHLOP9u8P0fq7kAM&bih=554&biw=807#imgrc=2nFbpT-SkE8vCM](https://www.google.com/search?q=servomoteur+sg90&tbm=isch&ved=2ahUKEwiGvsiC3Lb2AhWzh_0HHVH9DjIQ2-cCegQIABAA&oq=servomoteur+sg&gs_lcp=CgNpbWcQARgAMgUIABCABDIGCAAQBRAeMgQIABAYMgQIABAYMgQIABAYMgQIABAYMgQIABAYOgcIIXDvAxAnOgQIABBDULwIWK4UYLskaABwAHgAgAHnAogBhweSAQcwLjluMS4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=UmcnYobNHLOP9u8P0fq7kAM&bih=554&biw=807#imgrc=2nFbpT-SkE8vCM)

[W16][https://www.google.com/search?q=alarme+buzzer&tbm=isch&ved=2ahUKEwiPy5-x4rb2AhVzh\\_0HHcYnBbgQ2-cCegQIABAA&oq=alarme+bu&gs\\_lcp=CgNpbWcQARgBMgUIABCABDIFCAAQgAQyBggAEAgQHjIECAAQHjIGCAAQBRAeMgYIABAIEB4yBggAEAgQHjIGCAAQCBAeMgYIABAIEB4yBAgAEBg6CAgAEIAEELEDOgsIABCABBCxAXCDAToECAAQQ1CQCFiGSWDjYGgAcAB4AIAB2wGIAboMkgEFMC42LjOYAQCgAQGqAQotnd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=m0nYo\\_UO\\_0O9u8Pxs-UwAs&bih=554&biw=807](https://www.google.com/search?q=alarme+buzzer&tbm=isch&ved=2ahUKEwiPy5-x4rb2AhVzh_0HHcYnBbgQ2-cCegQIABAA&oq=alarme+bu&gs_lcp=CgNpbWcQARgBMgUIABCABDIFCAAQgAQyBggAEAgQHjIECAAQHjIGCAAQBRAeMgYIABAIEB4yBggAEAgQHjIGCAAQCBAeMgYIABAIEB4yBAgAEBg6CAgAEIAEELEDOgsIABCABBCxAXCDAToECAAQQ1CQCFiGSWDjYGgAcAB4AIAB2wGIAboMkgEFMC42LjOYAQCgAQGqAQotnd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=m0nYo_UO_0O9u8Pxs-UwAs&bih=554&biw=807)

[W17][https://www.google.com/search?q=le+pompe+electrique+de+aquarium&sxsrf=ALiCzsakjTaXq-aOY4zn7cdwcYkeD2Wpw:1655557749920&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj29Nq\\_cibf4AhUQP-wKHSUKAjIQ\\_AUoAXoECAEQAw&cshid=1655558019474674&biw=1422&bih=644&dpr=1.35](https://www.google.com/search?q=le+pompe+electrique+de+aquarium&sxsrf=ALiCzsakjTaXq-aOY4zn7cdwcYkeD2Wpw:1655557749920&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj29Nq_cibf4AhUQP-wKHSUKAjIQ_AUoAXoECAEQAw&cshid=1655558019474674&biw=1422&bih=644&dpr=1.35)