

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERRI DETIZI-OUZOU



FACULTÉ DE GÉNIE ÉLECTRIQUE ET INFORMATIQUE
DEPARTEMENT : ELECTRONIQUE

Mémoire de fin d'études de Master Académique

Domaine : Science Technologie

Filière : Électronique

Spécialité : Instrumentation

Thème

**Conception et réalisation d'un système de
gestion de bâtiment d'élevage avicole
automatisé commandé et surveillé à distance
par une application mobile**

Présenter par :

- **MOUSSI Rabah**
- **MESSAOUI Sara**

Encadré par :

Mr. ATTAF Youcef

Membres de jury :

Mr. LAHDIR Mourad
Mr. OUALLOUCHE Fethi
Mr. MOHIA Yacine

Promo : 2023/2024

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions Dieu de nous avoir aidé et donné la patience et le courage durant ces longues années d'études.

Nous tenons à remercier sincèrement notre encadreur, **Mr ATTAF Youcef**, d'avoir accepté de nous diriger, et pour tous les conseils et informations qu'il nous a fournis. Et pour tous les enseignants du département génie électrique et informatique.

Nous tenons aussi à remercier notre chère enseignante **Mme DJOUAHER Noura** pour son soutien, ses encouragements, ses orientations et ses conseils.

Nous remercions les membres du jury pour cet honneur qu'ils nous font en jugeant cette humble œuvre.

Enfin, nous n'oublions pas nos enseignants qui ont supervisé notre enseignement tout au long du cycle d'études, et un grand merci également à tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement à l'aboutissement de ce travail.

Je dédié ce mémoire à

Mes chers parents

Vous êtes les parents les plus merveilleux. Merci pour tous vos grands sacrifices et votre patience illimitée, votre amour, votre aide, vos encouragements et vos prières tout au long de ma vie, je vous aime très fort. Qu'Allah vos protégées accorde une longue vie dans la sante.

Mes chères sœurs : Nawal, Basma, Nassima

Vous êtes un véritable cadeau du ciel. Merci pour votre amour, et encouragement et votre soutien .surtout ma chère Nawal j'ai de la chance de t'avoir comme sœur qui m'aime et qui me soutient à chaque pas que je fais durant tout ma vie.

Mes chers frères : Zidane, Yassine

Mes camarades de jeu, votre présence à mes cotes et un cadeau inappréciable. Merci Pour votre appui, votre grand amour et votre encouragement.

Mon cher : Lyes

La personne qui me soutien et m'encourage durant tout la période de nos rencontre. Merci pour tes précieux conseils, et ta présence à mes côtés.

Mes chères amies et tous mes camarades de la promotion 2024.

SARA

Avec les sentiments d'amour et de gratitude les plus sincères je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents

Vous m'avez toujours soutenu et guider depuis le jour de ma naissance, votre sacrifices, votre amour inconditionnel et votre sagesse ont fait de moi la personne que je suis aujourd'hui. Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots pour vous exprimer mon amour, ma gratitude et ma reconnaissance. Que Dieu vous procure bonne santé et longue vie.

A mes chères sœurs :Faiza et Maissa

Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Vous êtes les plus beaux cadeaux que la vie m'ait offerts. Mes petites sœurs adorées je vous aime de tout mon cœur.

A ma chère : Hannane

Ta présence à mes côtés m'a donné la force de surmonter les défis et d'atteindre cet aboutissement. Ton soutien constant a été une source d'inspiration et de motivation pour moi. Merci de croire en moi et de m'encourager chaque jour. Ce succès est aussi le tien.

A mon cher cousin : Yanis

La vie ne m'a pas donné de frères, mais tu es comme un frère pour moi. Ton soutien et ton amitié ont été inestimables. Merci d'être toujours là pour moi.

A mes chers amis et à tous ceux qui me sont chers.

RABAH

Résumé

Le but de notre projet est de moderniser la filière avicole et d'améliorer et automatiser les bâtiments d'élevage des volailles. Cela consiste à mettre en place un système de contrôle et de régulation automatique intelligent des paramètres d'ambiance climatique (température, humidité, humidité du sol, éclairage) dans les bâtiments d'élevage avicole. Ajouter à cela un système de distribution automatique de nourriture et d'eau, ainsi qu'un système de sécurité intérieure contre les incendies et une sécurité extérieure. Ce système facilitera les tâches des éleveurs, et garantir une efficacité de contrôle de leurs bâtiments d'élevage, ce qui permettra d'assurer une production quantitative et qualitative optimale, tout en réduisant les coûts d'exploitation grâce à l'automatisation et au contrôle automatique.

Pour réaliser cette idée, nous avons séparé le projet en trois parties distinctes :

- La première partie consiste à installer des capteurs et des actionneurs qui couvrent la totalité de la zone d'élevage, puis les programmer et les relier avec deux microcontrôleurs qui sont Arduino méga et Uno, permettant une surveillance en temps réel l'état des conditions climatiques, et d'intervenir manuellement sur les actionneurs du bâtiment d'élevage.
- Dans la deuxième partie, nous avons développé une application grâce au logiciel App Inventor, qui permet de contrôler à distance, d'afficher et de visualiser en temps réel les paramètres climatiques sensibles sur un smartphone, de suivre les instructions du régulateur et agir sur les actionneurs dans le bâtiment d'élevage.
- Dans la troisième partie, nous avons réalisé un prototype d'un bâtiment d'élevage automatique et intelligent, qui nous a donné l'opportunité de tester les performances et le bon fonctionnement de notre système, tout en effectuant des opérations manuelles sur les actionneurs du bâtiment.

Mots clés : la filière avicole, système de contrôle des bâtiments d'élevage, prototype, paramètres des conditions climatiques, logiciel App Inventor.

Abstract

The objective of our project is to modernize the poultry farming sector by enhancing and automating poultry housing facilities. This involves implementing an intelligent automatic control and regulation system for environmental parameters (temperature, humidity, floor moisture, and lighting) in poultry housing units. Additionally, we will integrate an automatic feeding and watering system, along with interior fire safety and external security measures. This system will streamline tasks for poultry farmers, ensuring efficient control over their housing facilities to achieve optimal quantitative and qualitative production while reducing operational costs through automation and automatic control.

To achieve this objective, we have divided the project into three distinct parts:

- The first part involves installing sensors and actuators that cover the entire breeding area. These will be programmed and connected to two microcontrollers, Arduino Mega and Uno, enabling real-time monitoring of climatic conditions and manual intervention on housing facility actuators.
- In the second part, we developed an application using App Inventor software. This application allows remote control, real-time display, and visualization of sensitive climatic parameters on a smartphone. It facilitates following regulator instructions and acting on actuators within the housing facility.
- In the third part, we created a prototype of an automatic and intelligent poultry housing unit. This prototype provided us with the opportunity to test the system's performance and functionality while performing manual operations on housing facility actuators.

Keywords: poultry farming sector, control system for housing facilities, prototype, climatic condition parameters, App Inventor software.

SOMMAIRE :

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1: Généralités sur le bâtiment d'élevage avicole.	
I.1.Préambule	3
I.2.La filière avicole	3
I.3.Définition d'un bâtiment de l'élevage avicole traditionnel	4
I.4. Définition d'un bâtiment de l'élevage avicole intelligent	4
I.5. Différents Types des bâtiments de l'élevage avicole	5
I.5.1. Bâtiments clairs	5
I.5.2. Bâtiments obscurs	5
I.6. L'importance et les bénéfices de l'élevage intelligent des volailles	5
I.7.Les technologies utilisées dans les bâtiments d'élevage avicoles automatisé	5
I.7.1. Systèmes de surveillance et de contrôle environnementaux	6
I.7.2. Les Systèmes d'alimentation automatisée	6
I.7.3. Systèmes d'abreuvement automatisé	6
I.7.4. Systèmes de ventilation et de climatisation	6
I.8.Description et conception architecture d'un bâtiment d'élevage avicole	6
I.8.1. Implantation de bâtiment	6
I.8.2. Dimensions de bâtiment	7
I.8.2.1. Surface et densité	7
I.8.2.2. Largeur	7
I.8.2.3. Longueur	7
I.8.2.4. Distance entre deux bâtiments	7
I.8.2.5. Hauteur	8
I.8.3. Techniques des équipements	8
I.8.3.1. Abreuvoirs à cloche	8
I.8.3.2. Citerne d'eau	8
I.8.3.3. Silo d'aliments	9
I.8.3.4. Ventilateurs	9
I.8.3.5. Chauffages	10
I.8.3.6. Thermomètres	10
I.8.3.7. Lampes	10
I.8.3.8. Trappe et Fenêtre d'aération	11
I.8.4. Conception du bâtiment d'élevage avicole	11
I.8.4.1. Murs	11
I.8.4.2. Toit	12
I.8.4.3. Sol	12

I.8.4.4. Portes	12
I.8.4.5. Fenêtres	12
I.9. Les conditions d’ambiance climatique dans le bâtiment d’élevage	12
I.9.1. Température	13
I.9.1.1. Les conséquences néfastes des hautes températures	13
I.9.1.2. Les conséquences néfastes des températures basses	14
I.9.1.3. Isolation	14
I.9.1.4. Surveillance et automatisation	15
I.9.2. Ventilation	15
I.9.3. Humidité	15
I.9.4. Qualité D’air	16
I.9.5. Eclairage	16
I.9.6. Chauffage	16
I.9.6.1. Types de chauffages	16
I.10. Discussion	17
CHAPITRE 2 : Conception matérielle et logicielle.	
II.1. Préambule	18
II.2. Partie matériel	19
II.2.1. Panneaux solaires	19
II.2.2. Le module de charge de batterie de type-c tp4056	20
II.2.3. Matrice de clavier 4×4	21
II.2.4. Afficheur LCD	21
II.2.5. Le module Bluetooth HC-06	22
II.2.6. Les Actionneurs	23
II.2.6.1. Les LED	23
II.2.6.2. BUZZER	23
II.2.6.3. Pompe à eau	24
II.2.6.4. Servomoteur	25
II.2.6.5. Ventilateur	26
II.2.6.6. Plaque de Chauffage Thermostat PTC électrique	27
II.2.7. Les Pré actionneur	28
II.2.7.1. Relais	28
II.2.8. Les Capteurs	28
II.2.8.1. Capteur de niveaux d’eau	29
II.2.8.2. Photorésistance	30
II.2.8.3. Capteur humidité et de température DHT11	31

II.2.8.4. Capteur de pluie	32
II.2.8.5. Capteur d'humidité de sol	33
II.2.8.6. Capteur de flamme	34
II.2.9. Cartes électroniques	35
II.2.9.1. La carte ARDUINO	35
II.2.9.1.1. La carte Arduino Méga 2560	37
II.2.9.1.2. La carte Arduino Uno	38
II.3. Partie logiciel	39
II.3.1. Arduino IDE	39
II.3.1.1. Définition d'IDE Arduino	39
II.3.1.2. L'interface de Arduino IDE	39
II.3.2. Fritzing	40
II.3.3. L'application App Inventor	41
II.3.3.1. La partie design	41
II.3.3.2. La partie programmation	42
II.3.4. L'environnement du travail	42
II.3.4.1. Connexion à App Inventor en ligne	42
II.3.4.2. Création d'une nouvelle application	43
II.3.4.3. Le Design	43
II.3.4.4. L'éditeur de blocs	43
II.3.4.5. L'émulateur	44
II.4. Discussion	44
CHAPITRE 3 : Réalisation et tests	
III.1. Préambule	45
III.2. Système de contrôle de l'ambiance climatique	45
III.2.1. Système d'éclairage à distance	45
II.2.1.1. Branchement du système d'éclairage à distance	46
III.2.2. Système d'éclairage à l'aide d'un panneau solaire	47
III.2.2.1. Branchement du panneau solaire	47
III.3. Système de régulation de température et d'humidité	48
III.3.1. Système de température	48
III.3.1.1. Branchement du système de température	51
III.3.2. Système d'humidité	51
III.3.2.1. Branchement du système d'humidité	53
III.3.3. Système d'humidité de sol	53
III.3.3.1. Branchement du système d'humidité de sol	54

III.4. Système d'abreuvement et de nourritures	55
III.4.1. Système d'abreuvement	55
III.4.1.1. Branchement du capteur de niveau d'eau	56
III.4.2. Système de distribution de nourriture	57
III.4.2.1. Branchement de système de distribution de nourriture	58
III.5. Système de sécurité intérieure du bâtiment	59
III.5.1. Système d'alarme	59
III.5.1.1. Branchement du capteur de flamme	60
III.5.2. Système de fermeture de fenêtre en cas de pluie	61
III.5.2.1. Branchement du système de fermeture de fenêtres en cas de pluie	62
III.5.3. Système de sécurité de porte du bâtiment d'élevage	64
III.5.3.1. Branchement du système de sécurité de la porte du bâtiment d'élevage	65
III.5.4. Système d'éclairage extérieur automatique	66
III.5.4.1. Branchement du système d'éclairage extérieur automatique	67
III.6. Schéma général de branchement de notre système	68
III.6.1. La carte Arduino Uno	68
III.6.2. La carte Arduino méga	68
III.7. Tests et résultats du système de réalisé	69
III.7.1. test d'éclairage à distance	69
III.7.2. Teste d'éclairage à l'aide du panneau solaire	70
III.7.3. Test de régulation de température et d'humidité	70
III.7.4. Test de régulation d'humidité de sol	71
III.7.5. Test du système d'abreuvement	73
III.7.6. Test du système de nourriture	73
III.7.7. Test du système de flamme	74
III.7.8. Test de fermeture de fenêtre en cas de pluie	75
III.7.9. Test de sécurité de la porte du bâtiment	76
III.7.10. Test d'éclairage extérieur automatique	78
III.7.11. Test général de notre système	78
III.8. Discussion	79
Conclusion	80
Références Bibliographique	82

Liste des Figures

Figure I.1: la filière avicole	3
Figure I.2: Des bâtiments délavage avicole traditionnels	4
Figure I.3: distance entre deux bâtiments	8
Figure I.4: Abreuvoir a cloche	8
Figure I.5: Citerne d'eau	9
Figure I.6: Silo d'alimentation	9
Figure I.7: Ventilateurs	9
Figure I.8: Les chauffages	10
Figure I.9: Thermomètre	10
Figure I.10: Système d'éclairage pour bâtiment d'élevage	11
Figure I.11: Les trappes et fenêtre d'aération	11
Figure I.12: Les paramètres qui définissent les conditions d'ambiances dans un bâtiment D'élevage de poulet de chair	13
Figure II.13: Schéma synoptique du bâtiment d'élevage automatisé pour la partie de la carte Arduino Uno.	18
Figure II.14: Schéma synoptique du bâtiment d'élevage automatisé pour la partie de la carte Arduino méga.	19
Figure II.15: fonctionnement de panneau solaire	20
Figure II.16: panneau solaire 12v	20
Figure II.17: le module de charge de batterie tp4056	20
Figure II.18: clavier 4*4	21
Figure II.19: brochage d'afficheur LCD	21
Figure II.20: module Bluetooth HC_06	22
Figure II.21: principe d'un actionneur	23
Figure II.22: les LED	23
Figure II.23: BUZZER	23
Figure II.24: pompe à eau de 3.5-9v	24
Figure II.25: servomoteur SG-90	25
Figure II.26: servomoteur MG-90S	25
Figure II.27: brochage de servomoteur SG-90	26
Figure II.28: ventilateur de 5V	26
Figure II.29: Plaque de Chauffage Thermostat PTC électrique	27
Figure II.30: relais 2 canaux et son symbole	28

Figure II.31: principe d'un capteur	28
Figure II.32: capteur de niveau d'eau	29
Figure II.33: photorésistance	30
Figure II.34: capteur dht11	31
Figure II.35: capteur de pluie.....	32
Figure II.36: capteur d'humidité de sole	33
Figure II.37: capteur de flamme	34
Figure II.38: les connecteurs d'une carte arduino	36
Figure II.39: l'alimentation d'une carte arduino	36
Figure II.40: une chaine fonctionnelle d'une carte arduino uno	37
Figure II.41: carte arduino méga	37
Figure II.42: Carte Arduino Uno	38
Figure II.43: L'interface de l'Arduino IDE.	40
Figure II.44: la partie design	41
Figure II.45: La partie programmation	42
Figure II.46: Création d'une nouvelle application	43
Figure II.47: design de App Inventor	43
Figure II.48: L'éditeur de blocs	43
Figure III.1: organigramme d'éclairage à distance.....	47
Figure III.2: branchement du système d'éclairage à distance.....	48
Figure III.3: branchement du système panneau solaire	49
Figure III.4: organigramme de régulation de température.....	50
Figure III.5: branchement du système de température	51
Figure III.6: organigramme de régulation d'humidité	52
Figure III.7: branchement du système d'humidité	53
Figure III.8 : organigramme d'humidité de sol	54
Figure III.9: branchement du système d'humidité d sol	55
Figure III.10: organigramme du système d'abreuvement	56
Figure III.11: branchement du système d'abreuvement	57
Figure III.12: organigramme du system de distribution de nourriture	58
Figure III.13: branchement du système de distribution de nourriture	59
Figure III.14: organigramme de système d'alarme	60
Figure III.15: branchement du système d'alarme	61
Figure III.16: organigramme du système de fermeture de fenêtre en cas de pluie	62
Figure III.17: branchement du système de fermeture de fenêtre en cas de pluie	63
Figure III.18: les résultats du système obtenu sur le moniteur série	63

Figure III.19: organigramme du système de sécurité de porte du bâtiment d'élevage	65
Figure III.20: Branchement de système de sécurité de la porte du bâtiment d'élevage	66
Figure III.21: organigramme du système d'éclairage extérieur automatique	67
Figure III.22: branchement système d'éclairage extérieur automatique	68
Figure III.23: Schéma général de branchement de la carte arduino uno	68
Figure III.24: Schéma général de branchement de la carte arduino méga	69
Figure III.25: teste de fonctionnement d'éclairage à distance	69
Figure III.26 : teste de contrôle à distance de l'éclairage	70
Figure III.27: Teste d'éclairage à l'aide du panneau solaire	70
Figure III.28: teste de fonctionnement de régulation de température et d'humidité	71
Figure III.29: teste de fonctionnement de régulation d'humidité de sol	72
Figure III.30: représentation visuelle de l'application Bluetooth de (température, humidité, humidité du sol)	72
Figure III.31 : pompe OFF	73
Figure III.32: pompe ON	73
Figure III.33: teste de système de nourriture (ferme)	74
Figure III.34: teste de système de nourriture (ouvert)	74
Figure III.35 : teste d'absence de la flamme	75
Figure III.36 : test de détection de flamme	75
Figure III.37: système ouverture/fermeture de fenêtre	76
Figure III.38: teste d'ouverture et fermeture de porte avant d'entrée le mot de passe	77
Figure III.39: teste d'ouverture de la porte du bâtiment d'élevage	77
Figure III.40: teste de fermeture de la porte du bâtiment d'élevage	77
Figure III.41: teste de fonctionnement d'éclairage extérieur automatique	78
Figure III.42: teste de fonctionnement général de notre système	78

Liste des Tableaux

Tableau I.1 : Température idéale pour les poussins en fonction de leur âge	14
Tableaux I.2 : Les normes d'humidité optimale	15
Tableaux II.3 : caractéristiques techniques d'une pompe à eau	24
Tableaux II.4 : Caractéristiques techniques d'un servomoteur SG-90	25
Tableaux II.5 : Caractéristiques techniques d'un Servomoteur mg-90	26
Tableaux II.6 : caractéristiques d'un ventilateur de 5v	27
Tableaux II.7 : caractéristiques de capteur de niveau d'eau	30
Tableaux II.8 : caractéristiques de photorésistance	31
Tableaux II.9 : caractéristique de capteur dht11	32
Tableaux II.10 : caractéristique de capteur de pluie	33
Tableaux II.11 : caractéristiques de capteur de flamme	35

Acronyms & Abbreviations

USB: Universal Serial Bus.

LCD: Liquide Cristal Display.

LED: Light Emitting diode.

LDR: Light Dependent Resistor.

IR: infrarouge.

UV: ultraviolet.

IDE: Integrated Development Enveironnement.

APP: application.

PMW: Puls Width Modulatio (electrical device technique).

MIT: Massachusetts Institute of Technology.

T : Température.

I2C : Inter Integrated Circuit Bus.

PTC : (Positive Température Coefficient).

Introduction

Au cours des dernières années, le secteur avicole et l'aviculture ont connu un développement significatif. Ces domaines agricoles jouent un rôle crucial à l'échelle mondiale en fournissant des protéines animales essentielles, sous forme d'œufs et de viandes de volailles, pour répondre aux besoins alimentaires croissants de la population. L'objectif principal est d'améliorer à la fois la qualité et la quantité des produits avicoles. Toutefois, la conception des bâtiments d'élevage demeure un défi majeur pour les professionnels de ce secteur.

En effet, l'aviculture est constamment confrontée à de nombreux obstacles et difficultés, tels que le manque de contrôle des conditions d'ambiance climatiques (température, humidité, éclairage..) qui ont un impact considérable sur la vie quotidienne des volailles, la propagation des maladies, des défaillances d'équipement, ainsi que les défis auxquels l'éleveur est confronté, lorsqu'il doit souvent se déplacer pour accomplir des tâches complexes manuellement, telles que la régulation de la ventilation, de la température, l'abreuvement, la distribution de nourriture, l'éclairage, la biosécurité... Ces derniers ont un impact considérable sur les résultats de croissance, ce qui affecte négativement la production avicole.

De nos jours, nous croyons que la production de volaille peut être améliorée en utilisant des systèmes automatisés et intelligents dans les bâtiments d'élevage avicole, afin de garantir l'autonomie, la faible consommation d'énergie et la gestion à distance d'un bâtiment d'élevage avicole intelligent.

Les avancées technologiques et l'automatisation de l'environnement d'élevage permettront de garantir une croissance importante dans la filière avicole. Cela offrira aux aviculteurs la possibilité de surveiller, gérer et contrôler leurs bâtiments d'élevage avicole en temps réel, tout en améliorant l'équilibre entre coûts/qualités par rapport aux éleveurs et aux consommateurs en même temps.

Ce projet de fin d'études constitue une étape cruciale en tant qu'aboutissement de notre parcours académique. Il représente la possibilité de mettre en pratique les connaissances et les compétences acquises durant ces cinq années d'études, et la conclusion de notre cursus.

Notre but principal de ce projet est de réaliser un bâtiment d'élevage des volailles automatique et intelligent équipé d'un système électronique qui permettrait un contrôle efficace et optimal en temps réel des paramètres environnementaux pour les volailles tels que la température, l'humidité, l'éclairage, ainsi qu'une distribution automatique de la nourriture et de l'eau. De plus, il permettrait une sécurité à l'intérieur et à l'extérieur en utilisant des capteurs, actionneurs, des

pré-actionneurs et interfaces commandées par deux unités de commande, Arduino méga et Arduino Uno.

Ce mémoire est divisé en 3 chapitres. Dans ces chapitres, nous avons décrit la conception et la réalisation de notre bâtiment d'élevage avicole intelligent.

- Le premier chapitre est consacré aux généralités, une présentation générale de la filière avicole, et une description des bâtiments d'élevage avicoles traditionnels et intelligents, des technologies utilisées dans les bâtiments intelligents, et enfin la description et la conception architecturale d'un bâtiment d'élevage, ses équipements, et les conditions d'ambiance climatiques les plus importantes dans la croissance des volailles.
- Le deuxième chapitre englobe une description détaillée de la partie matérielle et logicielle, en identifiant le choix du microcontrôleur qui est les deux cartes Arduino méga et Uno, le choix des capteurs et actionneurs ainsi que les différents logiciels que nous avons utilisé.
- Le troisième chapitre est consacré à la conception de notre système, les différentes étapes de réalisation et d'assemblage et l'emplacement des composants de notre prototype, et enfin le test des fonctionnalités de notre système.

Nous clôturons ce manuscrit par une conclusion générale, les perspectives et les références bibliographiques utilisées.

Chapitre I
Généralités sur le bâtiment d'élevage
avicole.

I.1. Préambule :

L'élevage automatisé de la volaille est devenu une solution majeure en raison de la demande croissante de produits avicoles, offrant ainsi de nombreuses opportunités de croissance. Les éleveurs peuvent se décharger des tâches épuisantes et lentes liées aux méthodes traditionnelles, grâce aux fermes avicoles intelligentes, qui sont équipées de technologies avancées. La particularité de ces fermes réside dans leur approvisionnement automatisé en alimentation et en eau et leur respect de paramètres environnementaux précis. Toutefois, même si l'élevage avicole intelligent présente des avantages potentiels, il est primordial de prendre en compte les problèmes qui se posent lors de la mise en œuvre de ces systèmes. Comment optimiser les opérations, garantir le bien-être des animaux et réduire l'impact sur l'environnement lors de la transition vers des fermes avicoles intelligentes ? Cette question pose des interrogations essentielles concernant l'amélioration des performances, la gestion des ressources et la durabilité globale des fermes avicoles intelligentes.

I.2. La filière avicole :

L'aviculture consiste à élever des volailles afin de produire de la viande blanche ou des œufs dans le but de les consommer. On peut définir la filière avicole comme un ensemble de systèmes d'acteurs qui sont directement impliqués à chaque étape de la chaîne de production du produit. Deux grandes catégories de production en aviculture peuvent être distinguées selon les produits terminaux qu'ils produisent : de la viande ou des œufs de consommation [1].



Figure I.1: la filière avicole.

I.3. Définition d'un bâtiment de l'élevage avicole traditionnel :

Un bâtiment d'élevage avicole traditionnel, ou poulailler traditionnel, est une structure destinée à accueillir et à élever des volailles, comme les poules, les dindes ou les canards, dans des conditions d'élevage traditionnelles. Ce genre de structure est généralement bâti avec des matériaux simples comme le bois, le métal ou le béton.

La taille et la configuration des bâtiments d'élevage avicole traditionnels varient en fonction du nombre d'animaux à élever. Les volailles sont habituellement équipées de mangeoires et d'abreuvoirs simples pour leur fournir de la nourriture et de l'eau. Dans ces structures traditionnelles les volailles se nourrissent d'elles-mêmes autour de la concession L'éleveur distribue occasionnellement des céréales de manière complémentaire L'eau est distribuée par des abreuvoirs sommaires. Cependant, le renouvellement du liquide peut être irrégulier. En général, la ventilation est assurée par des ouvertures des fenêtres afin de favoriser la circulation de l'air, même si cela peut être limité. Les installations d'élevage avicole classiques utilisent généralement de la lumière naturelle ou des luminaires suspendus pour apporter une source d'éclairage artificielle aux volailles. Toutefois, il est possible que l'éclairage ne soit pas homogène, et ne soit pas adapté aux besoins particuliers des volailles.

Le contrôle environnemental, la gestion de la santé animale, la surveillance précise et la gestion efficace des ressources peuvent être des limites des bâtiments d'élevage avicole traditionnels [2].



Figure I.2 : Des bâtiments d'élevage avicole traditionnels.

I.4. Définition d'un bâtiment de l'élevage avicole intelligent :

Un bâtiment d'élevage avicole intelligent est une installation moderne et technologiquement avancée, conçue pour élever et gérer efficacement les volailles. Ces bâtiments utilisent des systèmes de contrôle automatisés pour surveiller et ajuster en temps réel, les conditions

environnementales telles que la température, l'humidité, la ventilation et l'éclairage. Ils peuvent également être équipés de dispositifs de surveillance à distance, de capteurs intelligents, de systèmes d'alimentation et abreuvement automatisés pour améliorer la productivité et réduire les coûts. Ces innovations contribuent à une meilleure gestion de l'élevage avicole en offrant un contrôle précis de l'environnement, une augmentation de la production et une amélioration de la qualité des produits, tout en réduisant l'impact environnemental.

I.5. Différents Types des bâtiments de l'élevage avicole :

I.5.1. Bâtiments clairs :

Les bâtiments clairs pour l'élevage avicole, sont des poulaillers qui sont équipés de fenêtres ou d'ouvertures permettant à la lumière du jour de pénétrer à l'intérieur. Ces bâtiments peuvent avoir une ventilation statique ou dynamique pour assurer une bonne circulation de l'air. Dans ces bâtiments il est difficile de contrôler l'ambiance, en particulier la température [1].

I.5.2. Bâtiments obscurs :

Les bâtiments obscurs sont des structures fermées. Ces bâtiments sont équipés de dispositifs automatisés permettant de réguler l'éclairage et la ventilation. Toutefois, cette méthode obscure pose fréquemment des difficultés car Il est essentiel d'assurer un éclairage adéquat et une ventilation efficace, ce qui peut être difficile à mettre en pratique [1].

I.6. L'importance et les bénéfices de l'élevage intelligent des volailles :

L'élevage intelligent des volailles, également connu sous le nom d'élevage connecté ou d'élevage de précision, fait référence à l'utilisation de technologies de pointe et des différents systèmes automatisés pour améliorer la gestion et la production des exploitations avicoles.

Les raisons pour lesquelles l'élevage avicole intelligent est important est : la gestion et la surveillance précise, l'amélioration de la productivité, réduction des dépenses, l'amélioration du bien-être des volailles, le gagne du temps et la prévention des erreurs.

I.7. Les technologies utilisées dans les bâtiments d'élevage avicoles automatisé :

De nombreuses technologies peuvent être utilisées dans les bâtiments d'élevage avicoles.

I.7.1. Systèmes de surveillance et de contrôle environnementaux :

Les paramètres environnementaux tels que la température, l'humidité, la qualité de l'air et la luminosité sont surveillés en temps réel grâce à des capteurs. On recueille et étudie ces données afin d'assurer des conditions optimales pour les volailles. Les conditions peuvent être ajustées en fonction des besoins spécifiques à différentes étapes de la croissance des volailles grâce à des systèmes de contrôle automatisés.

I.7.2. Les Systèmes d'alimentation automatisée :

Les volailles sont alimentées de manière contrôlée et précise grâce aux systèmes d'alimentation automatisés. Il est possible de programmer ces systèmes afin de fournir la quantité précise de nourriture requise, ce qui permet de diminuer le gaspillage alimentaire et d'assurer une alimentation régulière.

I.7.3. Systèmes d'abreuvement automatisé :

Les volailles bénéficient d'eau propre et fraîche en permanence grâce aux systèmes d'abreuvement automatisés. Il est possible de les équiper de capteurs afin de surveiller les niveaux d'eau et d'assurer un approvisionnement adéquat.

I.7.4. Systèmes de ventilation et de climatisation :

Le contrôle de la qualité de l'air, de la température et de l'humidité à l'intérieur du bâtiment est assuré par les systèmes de ventilation et de climatisation. Ils garantissent une bonne ventilation et maintiennent des conditions agréables pour les volailles.

I.8. Description et conception architecture d'un bâtiment d'élevage avicole :**I.8.1. Implantation de bâtiment :**

La réussite de la production avicole repose en grande partie sur l'implantation du bâtiment et son environnement.

Il est important de prendre en compte les conditions suivantes lors du choix de l'emplacement des bâtiments [11] :

- Éviter les zones trop humides, Ou trop près de quartiers habités.
- Un endroit sec, imperméable à l'eau ; bien ventilé mais protégé des vents froids.
- Afin d'éviter les risques de contamination en cas de maladies, il est essentiel de bien séparer chaque local de l'ensemble de l'élevage.

- Les dimensions du bâtiment de production varient en fonction des densités et des équipements choisis, que ce soit au sol ou en batterie.
- Assurer un bon drainage des eaux de pluie et des eaux de ruissellement.
- Maintenir une certaine distance entre les bâtiments d'exploitation. Évitez le voisinage de certains animaux porteurs ou vecteurs de parasites.

I.8.2. Dimensions de bâtiment :**I.8.2.1. Surface et densité :**

La surface du bâtiment est calculée en fonction du nombre des volailles à élever et des normes de densité recommandées pour chaque espèce. Par exemple, pour les poules pondeuses, il est recommandé d'avoir 7 poules par mètre carré d'espace d'élevage [6].

I.8.2.2. Largeur :

La largeur du bâtiment doit permettre une circulation d'air adéquate pour maintenir une bonne qualité de l'air et une température homogène. Il est recommandé que la largeur ne soit pas inférieure à 12 mètres. [4]

I.8.2.3. Longueur :

La longueur du bâtiment dépend du nombre des volailles à loger et de l'aménagement intérieur nécessaire pour leur bien-être.

I.8.2.4. Distance entre deux bâtiments :

Il est important de maintenir une distance adéquate entre deux bâtiments pour éviter la propagation des maladies, diminuer les risques de contamination croisée et améliorer la ventilation. Les recommandations varient en fonction du type d'élevage, mais généralement une distance minimale de 10 à 30 mètres est conseillée [5] [6].



Figure I.3 : distance entre deux bâtiments.

I.8.2.5. Hauteur :

La hauteur du bâtiment doit permettre une bonne circulation de l'air pour contrôler l'humidité, la température et la qualité de l'air. Une hauteur suffisante facilite également l'aménagement intérieur, l'installation des équipements et assure un environnement confortable pour les volailles.

[4]

I.8.3. Techniques des équipements :

I.8.3.1. Abreuvoirs à cloche :

Ces équipements sont utilisés pour fournir de l'eau fraîche et propre. Ils contribuent au bien-être des volailles.



Figure I.4: Abreuvoir à cloche.

I.8.3.2. Citerne d'eau :

Les citernes d'eau sont utilisées pour stocker l'eau nécessaire à l'approvisionnement des abreuvoirs et à la gestion de l'hygiène dans le bâtiment d'élevage avicole.



Figure I.5: Citerne d'eau.

I.8.3.3. Silo d'aliments :

Les silos d'aliments sont utilisés pour conserver les aliments destinés aux volailles, protégeant ainsi leur qualité nutritionnelle.



Figure I.6: Silo d'alimentation.

I.8.3.4. Ventilateurs :

Les ventilateurs sont essentiels pour assurer une ventilation adéquate dans le bâtiment, régulant ainsi la température et la qualité de l'air.



Figure I.7: Ventilateurs.

I.8.3.5. Chauffages :

Les systèmes de chauffage maintiennent une température optimale dans le bâtiment, favorisant le bien-être des volailles.



Figure I.8: Les chauffages.

I.8.3.6. Thermomètres :

Ces outils permettent de contrôler la température à l'intérieur du bâtiment pour garantir des conditions adaptées aux volailles.



Figure I.9: Thermomètre.

I.8.3.7. Lampes :

Les lampes peuvent être utilisées comme source de chaleur supplémentaire pour les volailles, pendant les périodes froides.



Figure I.10: Système d'éclairage pour bâtiment d'élevage.

I.8.3.8. Trappe et Fenêtre d'aération :

Sont des trappes d'entrée d'air, jouent un rôle important pour assurer une veine d'air régulière sur la longueur du bâtiment.



Figure I.11: Les trappes et fenêtre d'aération.

Des accessoires supplémentaires sont employés dans les poulaillers, tels que : Groupe électrogène, Matériel de lutte contre les incendies, Matériel de vaccination, Balance, Outils et produits pour la désinfection et la désinfection des insectes.

I.8.4. Conception du bâtiment d'élevage avicole :

I.8.4.1. Murs :

Les murs d'un bâtiment avicole doivent être conçus de manière solide pour assurer une isolation adéquate, protéger les volailles des intempéries et maintenir des conditions environnementales optimales.

I.8.4.2. Toit :

Le toit d'un bâtiment avicole est crucial pour protéger les volailles contre les variations climatiques, assurer une ventilation adéquate et prévenir les infiltrations d'eau. Un toit bien conçu doit être étanche, résistant aux intempéries et permet une bonne circulation de l'air à l'intérieur du bâtiment [6].

I.8.4.3. Sol :

Le sol d'un bâtiment avicole doit être sec, sain et facile à nettoyer pour maintenir des conditions sanitaires optimales [7].

I.8.4.4. Portes :

Les portes dans un bâtiment avicole doivent être bien positionnées pour faciliter la circulation des volailles, des personnes et des équipements. Elles doivent être robustes, faciles à ouvrir/fermer et sécurisées pour assurer la gestion efficace de l'élevage [6].

I.8.4.5. Fenêtres :

Les fenêtres sont essentielles pour permettre la lumière naturelle, la ventilation et le contrôle de la température à l'intérieur du bâtiment avicole [6].

I.9. Les conditions d'ambiance climatique dans le bâtiment d'élevage :

Afin de garantir des conditions optimales pour les volailles, il est primordial d'avoir des bâtiments en bonne condition qui permettent à l'éleveur de contrôler l'atmosphère tout au long du processus de production. La maîtrise de l'atmosphère implique la prise en considération les différentes interactions entre les volailles et leur environnement [3].

Les cinq variables qui ont le plus d'importance pour la santé et le rendement zootechnique des volailles sont : la température, l'humidité, la ventilation, la litière et la densité [9].

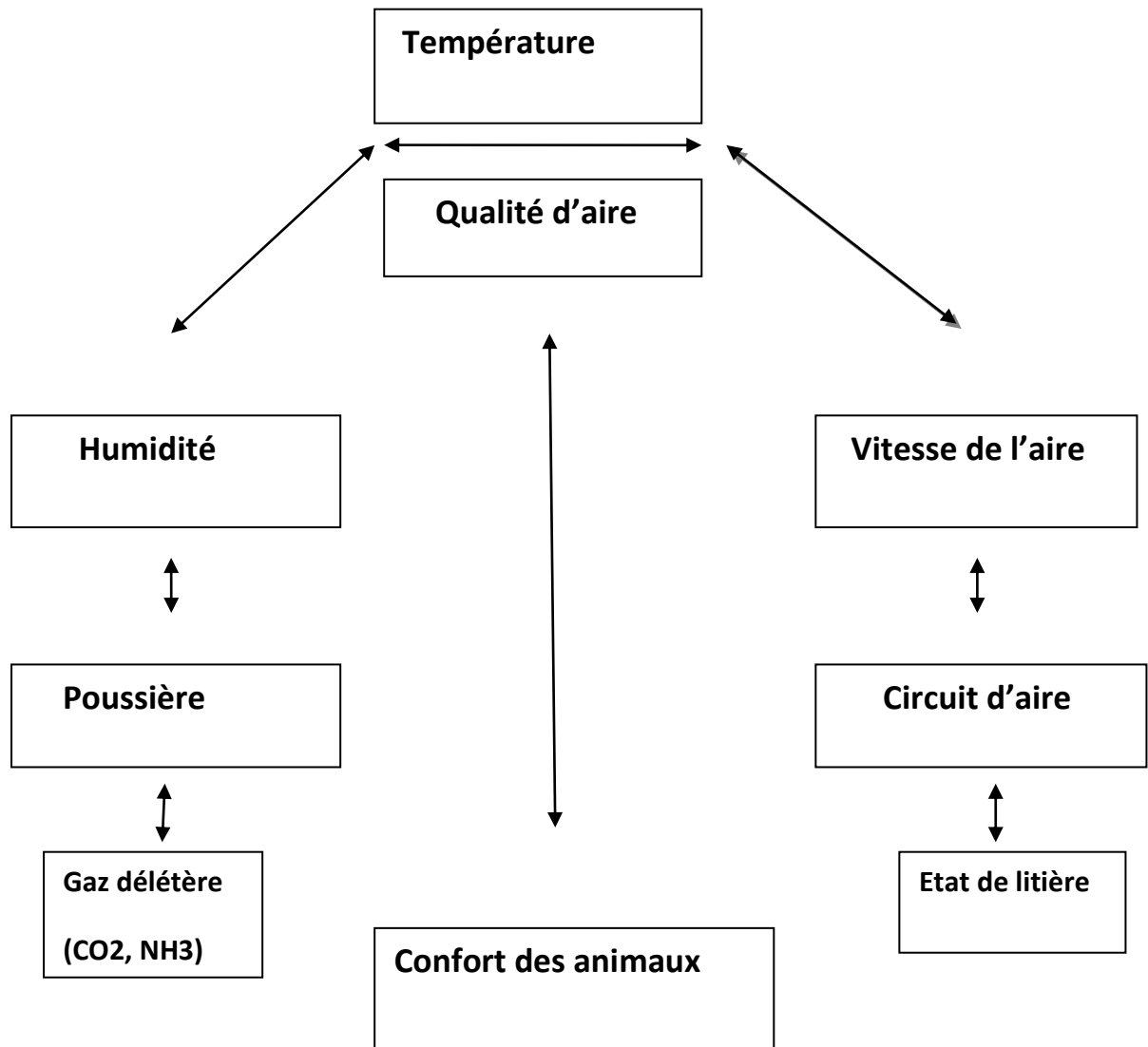


Figure I.12: Les paramètres qui définissent les conditions d'ambiances dans un bâtiment d'élevage de poulet de chair [9].

I.9.1. Température :

Il est essentiel de maintenir une température appropriée afin d'assurer une croissance optimale des volailles. Effectivement, la température est l'un des éléments clés dans la gestion du climat, tout en étant également la plus complexe à gérer, car elle a de nombreux effets négatifs.

I.9.1.1. Les conséquences néfastes des hautes températures :

Un stress thermique peut survenir chez les volailles lorsque les températures intérieures dépassent 30°C, ce qui peut entraîner une diminution de la consommation alimentaire, une réduction de la production d'œufs et même la mort dans les cas les plus extrêmes [12].

I.9.1.2. Les conséquences néfastes des températures basses :

Les basses températures peuvent aussi avoir des conséquences néfastes sur les performances des volailles. Dans les conditions où les températures intérieures sont inférieures à 20°C, les volailles doivent consommer davantage d'énergie pour maintenir leur température corporelle, ce qui peut diminuer leur capacité à produire des œufs et à croître [12].

La température idéale varie en fonction de l'âge de la volaille et une grande différence de température par rapport aux températures habituelles des volailles entraîne un ralentissement de la croissance et une détérioration dans certains cas. Il est conseillé d'avoir une maîtrise de la température ambiante tout au long du cycle d'élevage, comme illustré dans le tableau suivant :

Âge	Température Idéale
0 – 4 jours	35 – 32 °C
5 – 7 jours	32 – 30 °C
2ème semaine	30 °C
3ème semaine	28 °C
4ème semaine	26 °C
5ème semaine	21 °C
>5ème semaine	21 – 18 °C

Tableau I.1 : Température idéale pour les poussins en fonction de leur âge [3].

I.9.1.3. Isolation :

Une isolation adéquate est la première ligne de défense pour maintenir une température stable dans un bâtiment d'élevage avicole en hiver. Les bâtiments bien isolés réduisent les pertes de chaleur, minimisant ainsi la nécessité d'un chauffage excessif [8].

I.9.1.4. Surveillance et automatisation :

Les avancées technologiques permettent une surveillance et un contrôle à distance des conditions du poulailler. Des capteurs de température et d'humidité intégrés au système fournissent des données en temps réel pour prendre des décisions éclairées concernant le chauffage et le ventilateur [8].

I.9.2. Ventilation :

La ventilation efficace est le facteur le plus important pour réussir en élevage avicole, car elle favorise un environnement sain et agréable pour les volailles. L'objectif de la ventilation est bien sûr de renouveler l'air dans le bâtiment d'élevage afin [10] :

- De garantir une bonne oxygénation des sujets en leur fournissant de l'air frais.
- D'éliminer les poussières et les microbes en suspension dans l'air.
- De régler l'équilibre entre les apports et les pertes de chaleur dans le bâtiment.

I.9.3. Humidité :

L'humidité dans les bâtiments d'élevage est mesurée à l'aide d'un hygromètre ou d'un thermo-hygromètre, la présence d'eau ou de vapeur d'eau dans l'air ambiant est d'une grande importance à l'intérieur du poulailler, ce qui influence fortement les capacités de refroidissement corporel des volailles.

Lorsqu'un climat chaud est présent, une humidité élevée diminue les chances d'évaporation des plumes, ce qui entraîne l'élimination de la chaleur. Le taux d'humidité normatif à l'intérieur des poulaillers est compris entre 55 et 75 % [10].

Age	Humidité idéale
1_21 jours	55_60%
22_28 jours	55_65%
>29	60_70%

Tableaux I.2 : Les normes d'humidité optimale [3].

I.9.4. Qualité D'air :

La qualité de l'air améliorée assure que les volailles resteront toujours actifs. Pour cette raison, il est essentiel que l'air à l'intérieur des poulaillers respecte les normes suivantes [13] [3] : Les volailles ont un besoin d'oxygène (O₂) de 750 cm³/Kg de poids vif/heure.

Le CO₂ est un élément polluant de la respiration. Lorsque le taux dépasse 999 ppm, il devient toxique. La concentration maximale recommandée est de 400 ppm.

Il est nécessaire d'éliminer l'ammoniac (NH₃) produit dans les bâtiments, qui est un gaz issu de la dégradation des protéines présentes dans les déjections des volailles. Le seuil acceptable de tolérance est d'environ 20 ppm.

I.9.5. Eclairage :

Chez les volailles, la lumière est le principal facteur environnemental qui peut avoir un impact majeur sur le développement gonadique. Elle est cruciale pour la reproduction des volailles et la capacité de voir les abreuvoirs, les mangeoires ou les chaînes d'alimentation [9].

I.9.6. Chauffage :

Les conditions optimales dans les bâtiments d'élevage peuvent être difficiles pendant l'hiver, notamment en ce qui concerne la température. Il est essentiel de maintenir une température correcte pour préserver la santé et le bien-être des volailles, ainsi que pour améliorer leur productivité [8].

I.9.6.1. Types de chauffages :

- **Les chauffages à air pulsé** : sont couramment utilisés dans les bâtiments d'élevage, car ils permettent une distribution uniforme de la chaleur dans tout le bâtiment [8].
- **Les planchers chauffants** : sont intégrés directement dans le sol du poulailler et émettent une chaleur constante de bas en haut, offrant un environnement confortable pour les volailles [8].
- **Les générateurs à gaz** : sont conçus pour chauffer les petits et grands volumes, avec une puissance de chauffage modulable.

I.10.Discussion :

Dans ce premier chapitre, nous avons abordé principalement les aspects généraux d'un bâtiment destiné à l'élevage de volailles. Dans la première partie, nous avons traité les notions générales de la filière avicole, ainsi que les bâtiments utilisés dans l'élevage avicole traditionnel et intelligent. Ensuite, nous avons présenté des technologies utilisées dans ces bâtiments. Enfin, nous avons étudié la description et la conception architecturale d'un bâtiment d'élevage, ainsi que sur les conditions climatiques essentielles à leur croissance.

Dans le chapitre suivant, nous allons découvrir et présenter le matériel et les logiciels employés pour la réalisation de notre projet.

Chapitre II

Conception matérielle et logicielle

II.1. Préambule :

Dans le premier chapitre, on a cité tous les paramètres qui sont très importants pour la survie des volailles et leur bien-être ; Dans le deuxième chapitre qui va suivre, nous allons présenter les parties essentielles à la réalisation d'un bâtiment d'élevage avicole, à savoir, la partie matérielle composée des différents composants électroniques utilisés, tels que les actionneurs, les pré-actionneurs et les capteurs, les cartes électroniques nécessaires, et une partie logicielle qui inclut les logiciels utilisés pour programmer et commander les différents constituants du système, et une application App Inventor pour afficher et contrôler le système.

➤ Un schéma synoptique de notre projet est donné par la figure ci-dessous :



• Pour la carte Arduino Uno :

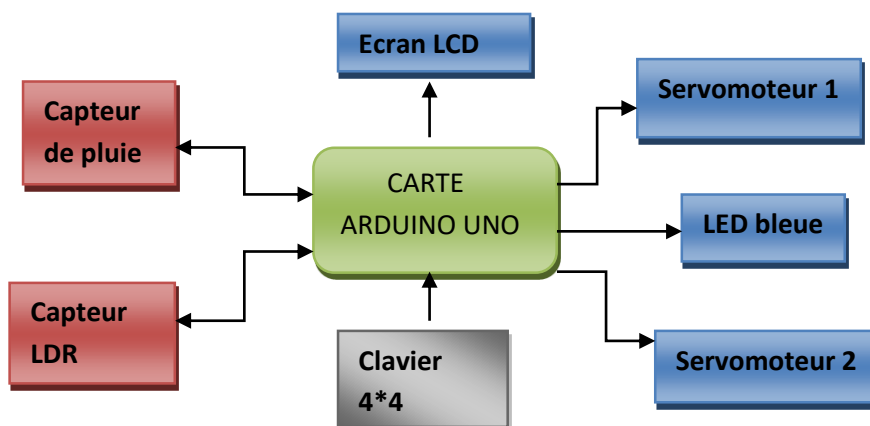


Figure II.13: Schéma synoptique du bâtiment d'élevage automatisé pour la partie de la carte Arduino Uno.

- Pour la carte Arduino méga :

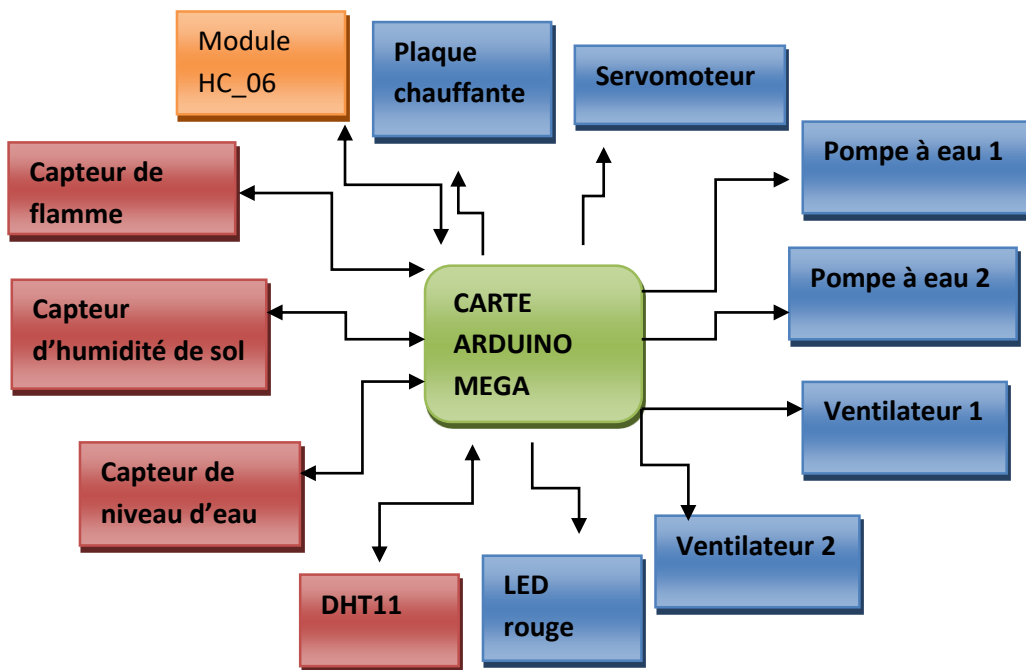


Figure II.14: Schéma synoptique du bâtiment d'élevage automatisé pour la partie de la carte Arduino méga.

II.2. Partie matériel :

II.2.1. Panneaux solaires :

Les panneaux solaires photovoltaïques sont constitués de cellules photovoltaïques, principalement en silicium, qui captent la lumière solaire et la convertissent en électricité. En contact avec les cellules photovoltaïques, la lumière solaire contenant des photons libère des électrons, ce qui génère un courant électrique. Par la suite, un onduleur transforme ce courant continu en courant alternatif afin d'être utilisé dans les maisons ou injecté dans le réseau électrique [23].

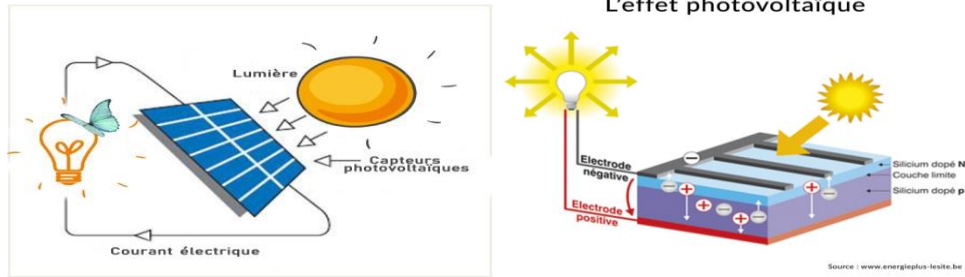


Figure II.15: Fonctionnement de panneaux solaires.

Dans le cadre de notre projet de construction d'un bâtiment d'élevage avicole, nous avons pris la décision d'utiliser des panneaux solaires photovoltaïques de 12 volts pour produire de l'électricité et assurer l'alimentation énergétique pour les LED.

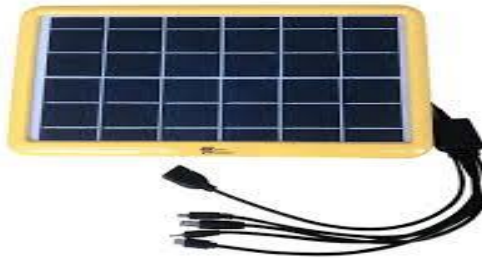


Figure II.16: Panneau solaire 12V.

II.2.2. Le module de charge de batterie de type-c tp4056 :

Le TP4056 Type C est un module de charge destiné à charger les batteries avec une tension nominale de 3.7V grâce à un connecteur USB Type-C. Ce module est construit à partir du circuit intégré de charge TP4056 et d'un circuit intégré de protection de batterie, offrant un courant de charge de 1 A et s'arrêtant une fois la charge terminée. Ce module de charge est idéal pour charger en toute sécurité les batteries utilisées dans de nombreux appareils électroniques.



Figure II.17: Le module de charge de batterie tp4056.

II.2.3. Matrice de clavier 4×4 :

Un clavier matriciel 4×4 est un modèle de clavier qui intègre des données en utilisant une grille de 4 colonnes et 4 lignes de touches. La combinaison unique de lignes et de colonnes est associée à chaque touche, ce qui permet de repérer la touche appuyée en mesurant la résistance entre les lignes et les colonnes. On retrouve fréquemment ces claviers matriciels 4×4 dans différentes applications, telles que les télécommandes, les appareils électroniques portables, les dispositifs de contrôle industriels, ainsi que dans les domaines de loisir et de bricolage, comme les projets de robotique et de domotique.

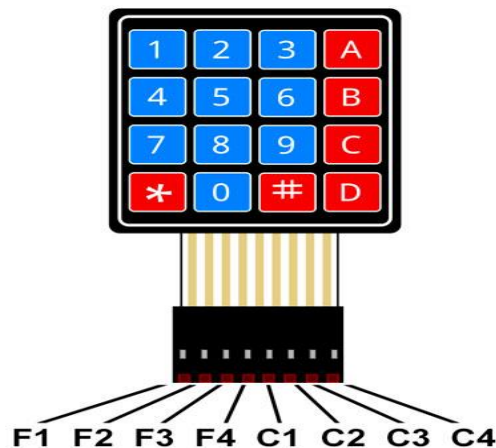


Figure II.18: Clavier 4*4.

➤ Caractéristiques :

- Courant maximal du circuit: 35 V DC, 100 mA.
- Puissance maximale du circuit : 35 V CC, 100 mA.
- Température de fonctionnement : -20 à +40°C.
- Humidité de fonctionnement : 40°C, 90% ~ 95%
- Type de connecteur : 8 broches.
- Clavier souple 16 touches passif.
- Il se branche avec 8 fils (4 pour les 4 lignes et 4 pour les 4 colonnes)

II.2.4. Afficheur LCD :

Un afficheur I2C LCD est un type d'afficheur à cristaux liquides (LCD) qui utilise le protocole de communication en série I2C (Inter-Integrated Circuit) afin de communiquer avec un microcontrôleur ou un autre appareil de traitement de données.

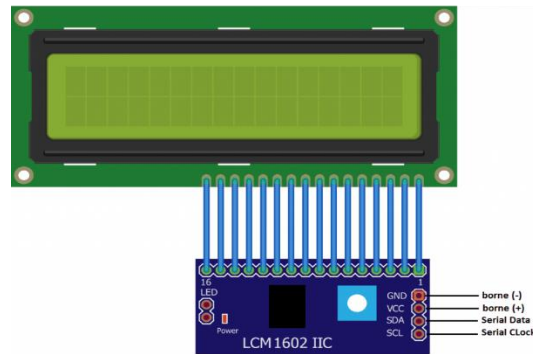


Figure II.19: Brochage d'afficheur LCD.

Les broches de communication SDA (données) et SCL (horloge) sont utilisées pour connecter un afficheur I2C LCD à un microcontrôleur ou à un autre dispositif de traitement de données. Les projets électroniques utilisent fréquemment des afficheurs I2C LCD afin d'afficher des données et des informations, telles que des messages, des valeurs de capteurs et d'autres données.

II.2.5. Le module Bluetooth HC-06 :

Le module Bluetooth HC-06 est un module de communication sans fil utilisé pour ajouter des fonctionnalités Bluetooth à un projet électronique. Il est généralement utilisé avec des plateformes de développement comme Arduino ou Raspberry Pi et peut être facilement intégré dans un circuit grâce à ses connecteurs de broches. La communication se fera toujours d'un dispositif maître vers le récepteur esclave [26].

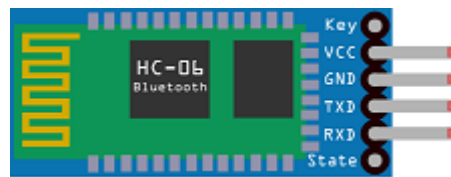


Figure II.20: Module Bluetooth HC_06.

Ils sont utilisés pour transmettre des données telles que les ordres de commande, les lectures de capteurs et d'autres informations à distance.

➤ Pins ou broches du module Bluetooth HC-06 :

Il est pourvu de quatre broches:

- VCC, tension positive d'alimentation.
- GND, tension négative d'alimentation.

- TX, c'est la broche de transfert des données.
- RX, c'est la broche de réception.

II.2.6. Les Actionneurs :

Un actionneur désigne un appareil mécanique, électrique ou électronique qui permet de réaliser une action physique ou mécanique en réponse à un signal de télécommande. En général, il transforme une énergie (électrique, pneumatique, hydraulique) en une action mécanique, comme le mouvement linéaire, le mouvement rotatif ou l'action de commutation. Les actionneurs sont employés dans de multiples systèmes automatisés afin de gérer et surveiller différentes actions [17].



Figure II.21: Principe d'un actionneur [4].

II.2.6.1. Les LED :

La LED est un dispositif lumineux qui permet de générer un signal lumineux à partir d'un courant électrique. Fournissant une solution économique et durable pour l'éclairage et d'autres usages.



Figure II.22: La LED.

II.2.6.2. BUZZER :

Le BUZZER est un appareil électronique destiné à produire des bruits audibles à partir d'un mouvement électrique. Son signal sonore est fréquemment employé dans différentes

applications, telles que les détecteurs de fumée, les alarmes, les appareils électroniques et les systèmes de notification.



Figure II.23: BUZZER.

II.2.6.3. Pompe à eau :

Une pompe à eau est un appareil mécanique qui permet de générer un débit d'eau en se basant sur divers principes, tels que la pression, l'aspiration ou la compression. Il est possible d'intégrer une pompe à eau dans un bâtiment d'élevage pour alimenter les abreuvoirs automatiques et pour la sécurité intérieure du bâtiment en cas de flamme. Grâce à des capteurs et à des dispositifs de contrôle, la pompe à eau peut être activée ou désactivée en fonction des besoins en eau des volailles.

Alors nous avons choisie pour notre projet une pompe à eau de 3.5-9V



Figure II.24: Pompe à eau de 3.5-9V.

➤ Caractéristiques techniques d'une pompe à eau :

Tension d'entrée	DC 3.5v-9v
Matériaux	Plastique
Puissance	1-3W
Débit	200l/h

Tableaux II.3: Caractéristiques techniques d'une pompe à eau.

II.2.6.4. Servomoteur :

Un servomoteur est un dispositif qui permet de régler de manière précise la position, la vitesse et la rotation angulaire des systèmes mécaniques dans différentes applications. Les servomoteurs sont généralement composés d'un petit moteur à courant continu, d'un train d'engrenages, d'un circuit de fonctionnement et d'un système de rétroaction. Grâce au système de rétroaction, qui est généralement un potentiomètre, le circuit de commande reçoit en permanence des données sur la position du moteur. Ce retour permet au circuit de commande d'ajuster le mouvement du moteur pour qu'il atteigne et conserve la position souhaitée [15]. Dans notre situation, nous utilisons les servomoteurs SG-90 et MG-90S, afin de simuler la fermeture et l'ouverture de la porte, la fenêtre dans le bâtiment de l'élevage des poules, aussi pour les réservoirs de nourriture d'aliment.



Figure II.25: Servomoteur SG-90.

➤ Caractéristiques techniques d'un servomoteur SG-90 :

Poids	9g
Dimension	22 x 11.5 x 27 mm
Couple de travail	1.4kg/cm(4.8v)
Vitesse de fonctionnement	0.12s/60°(4.8v)
Tension de fonctionnement	4.8v ~6v
Degré	180/360
Plage de température	-30°c à 60°c

Tableaux II.4: Caractéristiques techniques d'un servomoteur SG-90.



Figure II.26: Servomoteur MG-90S.

➤ Caractéristiques techniques d'un Servomoteur MG-90 :

Poids	13.4g
Dimension	22.8 x 12.2 x 28.5mm
Couple de travail	2kg/cm (4.8v)
Vitesse de fonctionnement	0.11s/60°[4.8v]
Tension de fonctionnement	4.8v~6v
Degré	180
Plage de température	0°c à 55°c

Tableaux II.5: Caractéristiques techniques d'un Servomoteur MG-90.

➤ **Pins ou broches du servomoteur**

Fil marron : il s'agit de la broche de terre(GND)

Fil rouge : l'alimentation (VCC)

Fil orange :(contrôle), Grâce à ce fil, les signaux de contrôle de position sont reçus via PWM.



Figure II.27: Brochage de servomoteur SG-90.

II.2.6.5. Ventilateur :

Un ventilateur est un dispositif qui génère de l'air de manière continue grâce à la puissance mécanique qu'il fournit, il est actionné par un moteur DC qui entraîne une hélice ou une turbine. Il transmet l'électricité en énergie mécanique et peut être utilisé dans les deux sens, en fonction de la manière dont il est connecté.

Les ventilateurs sont indispensables dans les poulaillers. Ils agissent comme extracteurs d'air en contrôlant la température, en faisant sortir l'air chaud vers l'extérieur et en acheminant l'air frais à l'intérieur. Ils jouent aussi un rôle essentiel dans la gestion de l'humidité, en prévenant les risques de condensation. Les ventilateurs permettent d'améliorer la circulation de l'air, de fournir de l'oxygène et d'éliminer les gaz indésirables (CO₂) [16].

Dans notre réalisation on va utiliser un ventilateur de 5V.



Figure II.28: Ventilateur de 5V.

➤ **Caractéristique techniques :**

Taille du ventilateur	92 x92x25mm
Longueur du câble	30 cm
Tension	5V DC (3.2V - 5V)
Courant maximum	0.25A ±10%
Vitesse	Jusqu'à 2000 tr/min±10%
Bruit	27 dBA ±10%

Tableaux II.6: Caractéristiques d'un ventilateur de 5V.

II.2.6.6. Plaque de Chauffage Thermostat PTC électrique :

C'est un dispositif électrique servant à offrir la chaleur, elle est utilisée pour chauffer une surface sèche pendant une longue période de manière contrôlée et constante, grâce à la technologie PTC (Positive Temperature Coefficient). Cette plaque de chauffage est fabriquée avec une coque en aluminium de haute qualité, ce qui la rend écologique et durable.



Figure II.29: Plaque de Chauffage Thermostat PTC électrique.

II.2.7. Les Pré actionneur :

Les pré-actionneurs électriques sont des composants essentiels dans les systèmes de contrôle et automatisation, responsables de la distribution de l'énergie électrique aux actionneurs sur la commande de la partie de contrôle. Les pré-actionneurs, également appelés relais ou interrupteurs, permettent d'activer ou désactiver les actionneurs, telles que les moteurs, les vannes ou les ventilateurs, et d'exécuter des tâches et mouvements requises dans le système.

II.2.7.1. Relais :

Un relais électronique est un composant qui permet de contrôler un circuit électrique plus puissant à partir d'un signal plus faible. Il agit comme un interrupteur commandé électriquement, assurant ainsi la sécurité et l'efficacité dans les circuits. Le relais est un appareil électromagnétique constitué d'une bobine entourant un noyau et d'un ensemble de contacts. Lorsqu'un courant électrique traverse la bobine, il génère un champ magnétique, qui à son tour ouvre ou ferme les contacts du relais, modifiant ainsi l'état du circuit contrôlé. Le courant traversant la bobine est isolé du courant qui traverse les contacts. Le seul lien entre la bobine et l'armature du contact mobile est électromagnétique [22].

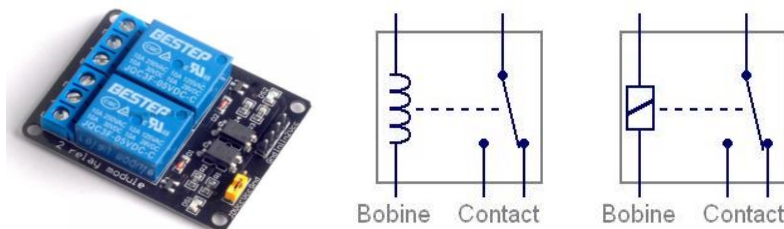


Figure II.30: Relais 2 canaux et son symbole.

II.2.8. Les Capteurs :

Un capteur convertit une mesure physique appelé mesurant (température, pression, position, etc.) en un signal électrique (tension, courant, résistance, etc.). Il est souvent difficile d'exploiter directement le signal électrique de sortie du capteur, ce qui nécessite l'utilisation d'un conditionneur de signal pour l'amplifier [17].

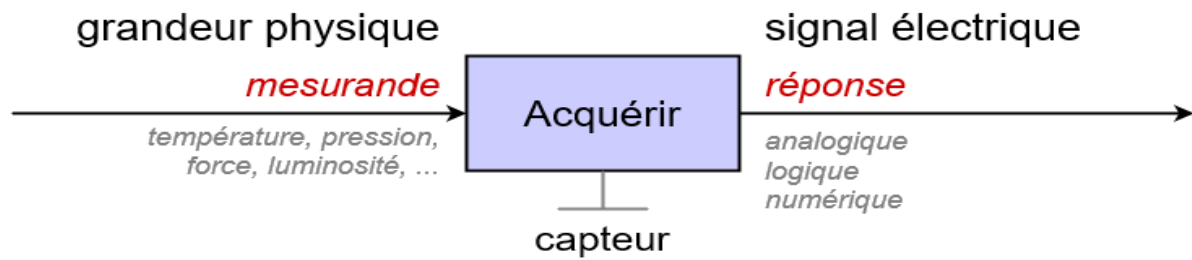


Figure II.31: Principe d'un capteur.

II.2.8.1. Capteur de niveaux d'eau :

Un capteur de niveau est un dispositif électronique qui permet de mesurer la hauteur du matériau, en général du liquide, dans un réservoir. Il est composé de deux parties, l'une doit être entièrement immergée dans l'eau lorsque le niveau d'eau atteint son maximum, tandis que l'autre doit toujours être sec. Il fonctionne en utilisant la conductivité de l'eau pour mesurer le niveau. Le capteur est principalement composé de trois parties : Un connecteur électronique, une résistance de 1 M Ω et plusieurs lignes de fils conducteurs nus. La présence d'eau sur le capteur entraîne un court-circuit entre ces traces qui permet de détecter sa présence. Il convertit le niveau d'eau en sortie analogique directement exploitable par un microcontrôleur [18].



Figure II.32: Capteur de niveau d'eau.

On a décidé d'utiliser ce capteur de niveau d'eau de 5V afin de nous aider dans notre réalisation de bâtiment d'élevage à mesurer le niveau d'eau dans les réservoirs d'abreuvement des volailles.

➤ **Caractéristiques :**

Type de capteur	Capteur analogique
Tension de fonctionnement	Cc 5 V
Température De travail	10°C_30°C
Humidité De travail	10%_90%
Courant De travail	<35mA

Tableaux II.7: Caractéristiques de capteur de niveau d'eau.

II.2.8.2. Photorésistance :

Une photorésistance (aussi appelée LDR), est un élément dont la résistance dépend de la quantité de lumière incidente. Quand le niveau de lumière augmente, la résistance diminue.

La photorésistance fonctionne en se basant sur un phénomène optique appelé photoconductivité. Quand la lumière traverse une LDR, elle va fournir aux électrons une quantité adéquate d'énergie pour passer de la bande de valence à la bande de conduction. Les électrons produits et leurs trous liés favoriseront la conductivité électrique, ce qui réduira la résistance [20].

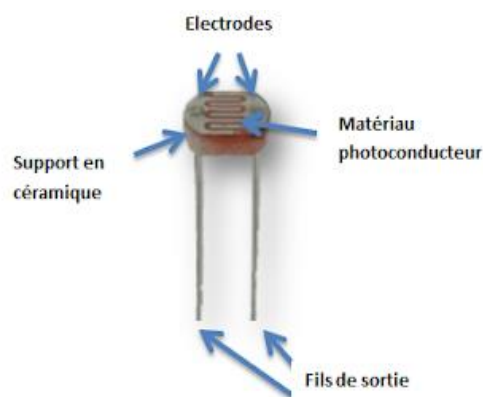


Figure II.33: Photorésistance.

➤ **Caractéristiques:**

Type de capteur	Résistif
Plage de mesure	De quelques lux a plusieurs de lux
Tension d'alimentation	aucun (composant passif)
Courant d'alimentation	dépend du circuit auquel il est connecté
Temps de réponse	de quelques millisecondes à quelques secondes
Température de fonctionnement	de -40 °C à +70 °C

Tableaux II.8: Caractéristiques de la photorésistance.

On a décidé d'utiliser le capteur LDR dans notre projet afin de contrôler l'éclairage à l'extérieur de bâtiment d'élevage avicole dans la nuit et en cas de mauvais temps.

II.2.8.3. Capteur humidité et de température DHT11:

Le DHT11 est un capteur qui mesure la température et l'humidité. Le DHT11 est un capteur à 4 broches, mais il est fréquemment commercialisé sur une carte support à 3 broches, Il communique avec l'Arduino très simplement au travers d'une de ses entrées numériques. Les 2 autres broches sont pour son alimentation 5 V et la masse (GND) [10]. La technologie employée dans la fabrication du capteur DHT11 assure une fiabilité exceptionnelle, une stabilité à long terme remarquable et une réponse très rapide [25].

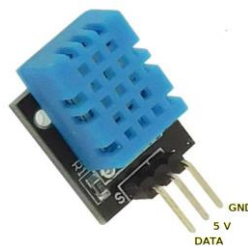


Figure II.34: Capteur DHT11.

➤ **Caractéristiques :**

Alimentation	5v
Consommation du courant	0.5ma en nominale/2.5ma maximum
Température	0°C à 50°C
Précision (température):	• +/- 2°C
Humidité (relative %):	• 20 ~ 80%
Précision (humidité):	• +/- 5%
Dimension	15 mm x 12 mm x 5,5 mm
Poids	• 3g
type	Passif

Tableaux II.9: Caractéristique de capteur DHT11.

On va utiliser le capteur DHT11 dans la réalisation de bâtiment d'élevage avicole pour surveiller et contrôler les conditions environnementales.

II.2.8.4. Capteur de pluie :

Ce capteur est un dispositif de commutation électronique activé par la pluie. Il est constitué de deux éléments essentiels [21] :

- **La plaque de détection :** Elle détecte la présence de pluie ou de neige fondante et agit comme un indicateur crucial dans l'automatisation des actions en cas de mauvais temps.

- **Le module électronique :** Ce dispositif permet de connecter la plaque de détection à l'Arduino. Il transforme la résistance de la plaque en une tension de sortie accessible sur une broche analogique de sortie.

**Figure II.35:** Capteur de pluie.

Le fonctionnement des capteurs de pluie repose sur une plaque de détection astucieuse avec des pistes de cuivre exposées. En servant de résistance variable, cette plaque a une résistance variable qui varie en fonction de la quantité d'eau à sa surface.

La conductivité augmente lorsque la surface est humide et la résistance diminue. D'autre part, lorsque la surface est moins humide, la conductivité diminue et la résistance augmente.

➤ **Caractéristiques :**

Alimentation	3_5v
Dimension du circuit imprimé	3,2 cm x 1,4 cm
Taille	10 cm x 10 cm x 2 cm
Poids	0.09kg
Type de capteur	passif

Tableaux II.10: Caractéristique de capteur de pluie.

II.2.8.5. Capteur d'humidité de sol :

Un capteur d'humidité du sol est un dispositif utilisé pour mesurer la teneur en humidité ou en eau du sol .Il fournit des informations sur la quantité d'eau présente dans le sol, il est très sensible à l'humidité ambiante. Il utilise deux sondes qui agissent comme des variables de résistance. Lorsque le sol est sec, la tension de sortie du capteur est plus élevée, Plus l'humidité du sol est élevée, plus la conductivité ou la résistance électrique est faible [24].



Figure II.36: Capteur d'humidité de sol.

➤ **Caractéristiques :**

- Tension de fonctionnement : 3,3V – 5V
- Petite Taille - 1,6cm * 3cm

- Mode double sortie (analogique et numérique)
- Type de capteur : résistif

La surveillance de l'humidité du sol permet de garantir des conditions optimales pour la santé et le bien-être des poules. Et c'est pour cela on a décidé d'utiliser ce capteur dans notre réalisation.

II.2.8.6. Capteur de flamme :

Un capteur de flamme est un dispositif qui permet de détecter et de réagir à la présence d'une flamme en se basant sur le rayonnement émis par celle-ci. Ces capteurs sont opérationnels en convertissant le signal d'intensité du rayonnement infrarouge de la flamme en un signal de tension approprié grâce à son époxy noir. Les détecteurs de flamme optiques sont constitués de capteurs UV et/ou IR pour détecter ces rayonnements [19].

Il existe trois catégories d'appareils pour détecter une flamme :

- Les détecteurs dotés de capteurs Infra-Rouge (IR)
- Les détecteurs composés de capteurs Ultra-violet (UV)
- les détecteurs combinant IR et UV (en général, ils sont constitués de deux capteurs IR

Et d'un capteur UV)

L'objectif du capteur de flamme est de détecter des sources d'incendie ou d'autres lumineuses avec une plage de longueur d'onde allant de 760 nm à 1100 nm respectivement.

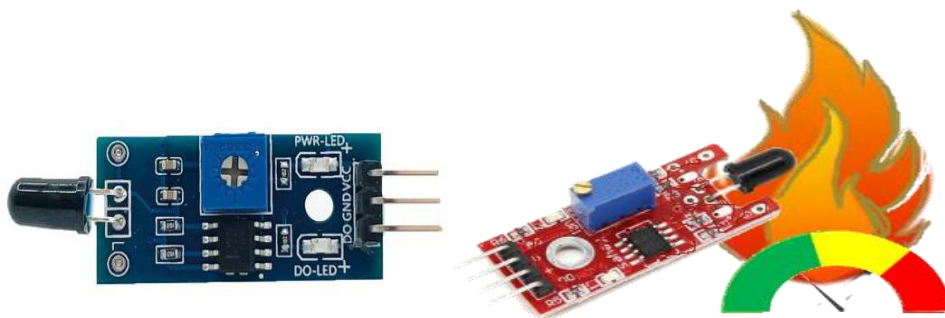


Figure II.37: Capteur de flamme.

➤ **Caractéristiques :**

Dimension	42 x 16 x 15 mm
Poids	2g
Tension d'alimentation	DC 5V
Température	-40°C à +85°C
Humidité	30 à 90 %

Tableaux II.11: Caractéristiques du capteur de flamme.

On a Utilisé ce capteur de flamme dans notre réalisation du bâtiment d'élevage avicole pour assurer la sécurité du bâtiment et des volailles contre les incendies.

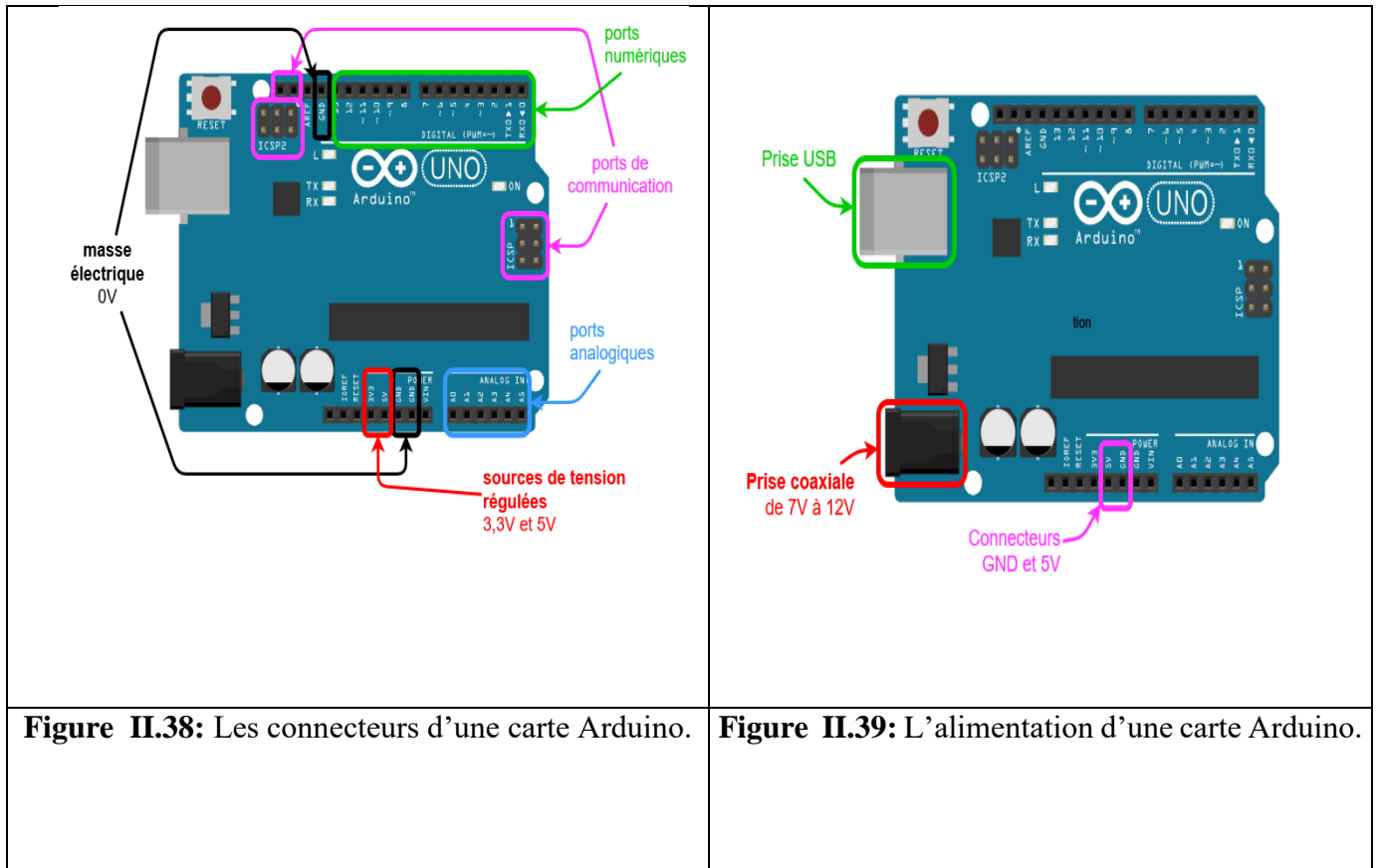
II.2.9. Cartes électroniques :**II.2.9.1. La carte ARDUINO :**

ARDUINO est une plate-forme électronique *open source*, construite autour d'un microcontrôleur et destinée à du prototypage : les cartes ARDUINO n'ont pas pour vocation d'intégrer des systèmes, mais servent exclusivement au développement de solutions. Elles sont conçues pour faciliter la création de projets électroniques interactifs. L'Arduino est composé d'un circuit imprimé contenant un microcontrôleur et des entrées/sorties (E/S) permettant de se connecter à différents composants électroniques tels que des capteurs, des actionneurs, des écrans, etc. Une carte Arduino est un cerveau qui permet de rendre intelligent des systèmes électroniques et d'animer des dispositifs mécaniques [14].

Le microcontrôleur d'une carte Arduino assure principalement la fonction TRAITER, en intégrant un microprocesseur (pour effectuer des calculs) et des mémoires (pour stocker les programmes et les données).

Les ordres à la partie opératives peuvent être délivrés via les ports numériques (digitaux) :

- soit en binaire (vrai/faux),
- soit en analogique à l'aide d'un signal PWM.



Aussi le microcontrôleur associé à des connecteurs reliés à ses ports, permet également de remplir la fonction ACQUÉRIR, pour des informations simples :

- des ports numériques (digital pour acquérir des informations binaires (vrai/faux),
- des ports analogiques (analog in) pour acquérir des tensions variant de 0V à 5V,
- des convertisseurs Analogique > Numérique, pour convertir ses tensions en nombres (avec lesquels le microprocesseur peut faire des calculs).

D'autres ports sont dédiés à des protocoles de communication et remplissent ainsi la fonction communiquer : USB, série.

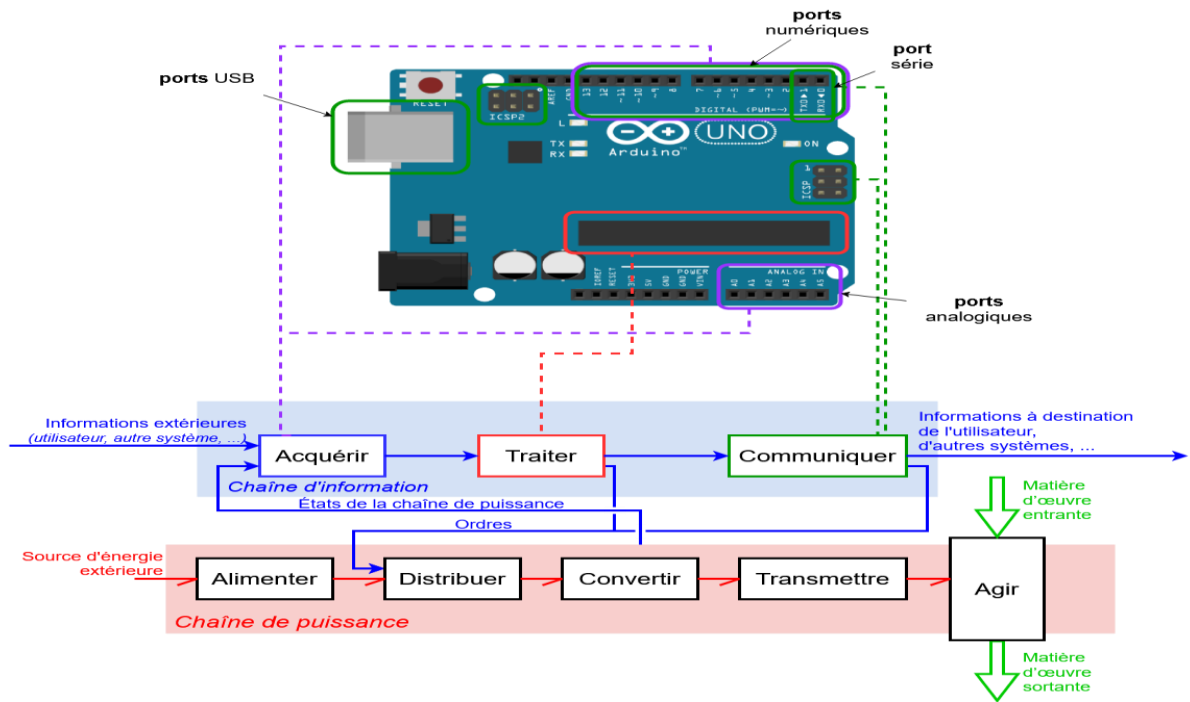


Figure II.40: Une chaîne fonctionnelle d’une carte Arduino Uno.

II.2.9.1.1. La carte Arduino Méga 2560 :

La carte Arduino Méga 2560, dont les capacités équivalentes à quatre cartes Uno combinées, comporte un microcontrôleur et est construite autour du puissant microprocesseur ATmega2560.

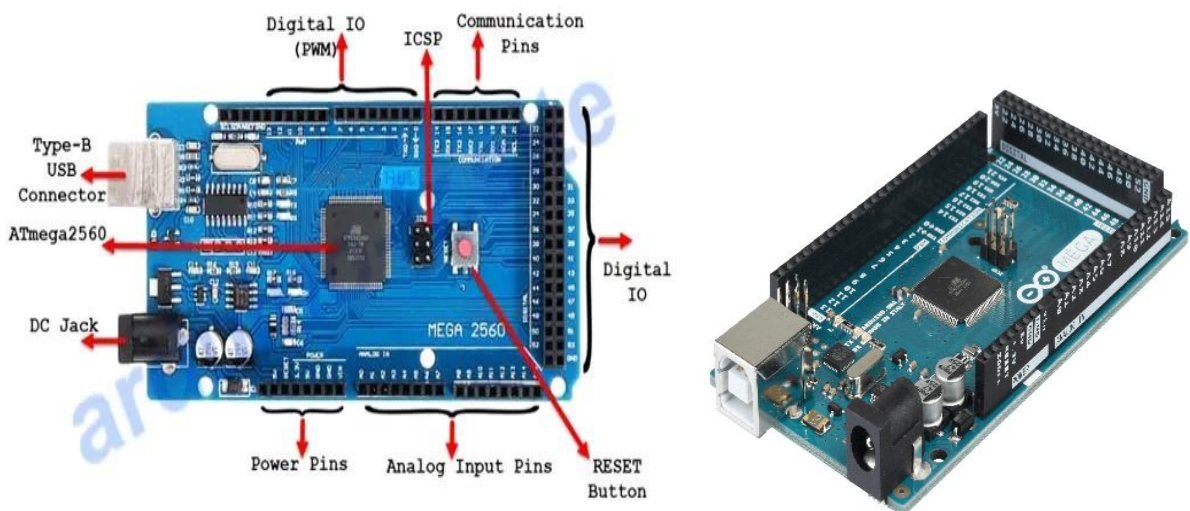


Figure II.41: Carte Arduino méga.

➤ *La fiche technique de la carte Arduino Méga 2560 :*

Microcontrôleur ATmega2560

- Tension de fonctionnement 5V
- Tension d'entrée (recommandée) 7-12V
- Tension d'entrée (limites) 6-20V
- E / S numériques 54 (dont 14 fournissent une sortie PWM)
- Pointes d'entrée analogiques 16
- Courant CC par borne E / S 40 mA6
- Courant CC pour 3,3 V Pin 50 mA6
- Mémoire Flash 256 Ko dont 8 Ko utilisés par boot loader
- SRAM 8 Ko
- EEPROM 4 Ko
- Vitesse d'horloge 16 MHz 3 ports séries.

II.2.9.1.2. La carte Arduino Uno :

La carte Arduino Uno est basée sur le microcontrôleur ATmega328.



Figure II.42: Carte Arduino Uno.

➤ **La fiche technique de la carte Arduino Uno :**

- Microcontrôleur – ATmega328
- Tension de fonctionnement – 5V
- Tension d'alimentation (recommandée) – 7-12V
- Tension d'alimentation (limites) – 6-20V
- Broches E/S numériques – 14 (dont 6 disposent d'une sortie PWM)
- Broches d'entrées analogiques – 6 (utilisables en broches E/S numériques)
- Intensité maxi disponible par broche E/S (5V) – 40 mA

- Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V – 50 mA
- Intensité maxi disponible pour la sortie 5V – 500 mA max
- Mémoire Programme Flash – 32 KB (ATmega328)
- Mémoire SRAM (mémoire volatile) – 2 KB (ATmega328)
- Mémoire EEPROM (mémoire non volatile) – 1 KB (ATmega328)
- Vitesse d'horloge – 16 MHz

II.3. Partie logiciel

II.3.1. Arduino IDE :

II.3.1.1. Définition d'IDE Arduino :

L'environnement de développement intégré Arduino (IDE) est un logiciel libre qui permet de programmer les cartes Arduino. Il offre un cadre de développement convivial qui simplifie la rédaction, le téléchargement et l'exécution de code sur les cartes Arduino. L'IDE Arduino est compatible avec la plupart des systèmes d'exploitation, comme Windows. Il repose sur le langage Wiring et utilise une version simplifiée du langage C++ pour développer des programmes destinés aux cartes Arduino [14].

II.3.1.2. L'interface d'Arduino IDE :

Le logiciel Arduino (IDE) est composé d'un éditeur de texte pour la rédaction de code, d'une zone de message, d'une console de texte, d'une barre d'outils avec des boutons pour les fonctions courantes et d'une série de menus. Il établit une connexion avec le matériel Arduino afin de télécharger des programmes et de les utiliser.

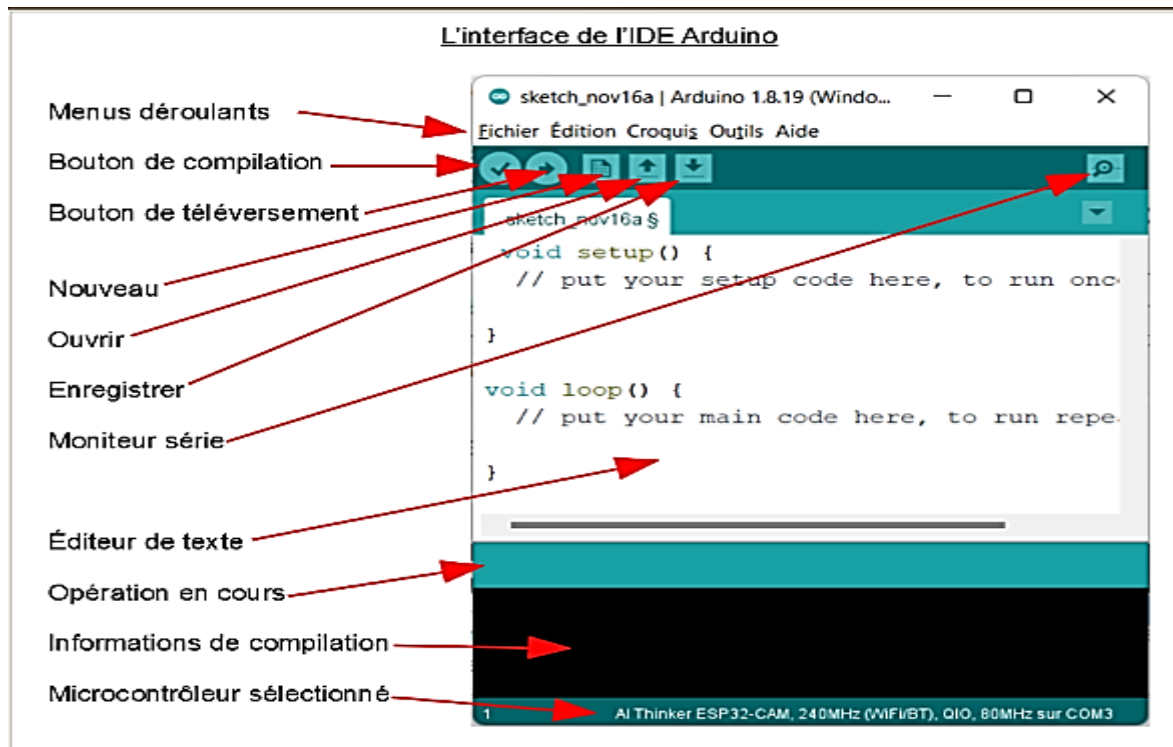


Figure II.43: L'interface de l'Arduino IDE.

II.3.2. Fritzing :

Le logiciel Fritzing est un outil de création de projets et de circuits électroniques conçu par la faculté de sciences appliquée de l'Université de Potsdam et développé par la fondation Fritzing. Il est disponible dans seize langues, y compris le français, et est adapté aux débutants et aux professionnels en électronique pour concevoir et créer des circuits imprimés.



Le logiciel comporte trois vues principales :

- **La Platine d'essai** : où les composants sont représentés tels qu'ils sont dans la réalité, permettant de construire le montage.
- **La Vue schématique** : qui représente le schéma fonctionnel du circuit.
- **Le Circuit imprimé** : qui montre la vue du circuit imprimé, disponible pour exportation en PDF pour l'impression

II.3.3. L'application App Inventor :

C'est un logiciel en ligne qui permet de créer des applications pour appareils Android (smartphone ou tablette). Avec l'application Inventor on peut programmer Des jeux, Des questionnaires (quiz), des applications utilisant les composants d'un smartphone (caméra,...).

MIT App Inventor a été développé par le Massachusetts Institute of Technology (MIT) afin de faciliter la programmation et le développement d'applications pour les utilisateurs qui n'ont pas d'expérience en programmation. Il utilise une approche visuelle basée sur des blocs de code graphiques, ce qui signifie que les utilisateurs peuvent créer des applications en assemblant des blocs de code représentant différentes fonctionnalités et comportements.



Les utilisateurs doivent se connecter à la plateforme en ligne et suivre les différentes étapes pour créer une application.

App Inventor est composé en deux parties: la partie designer et la partie programmation.

II.3.3.1. La partie design :

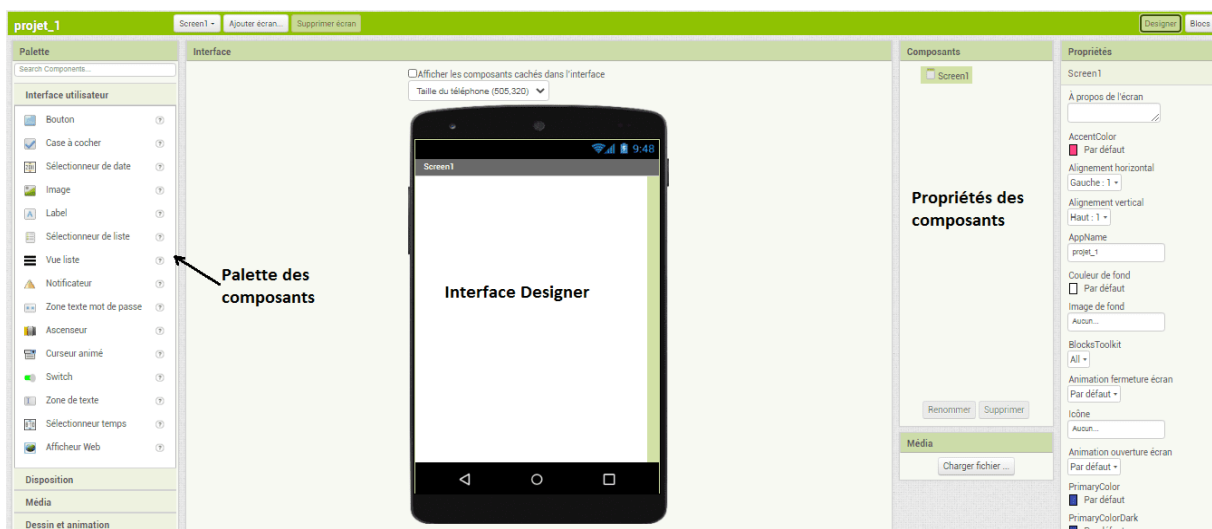


Figure II.44: La partie design.

En utilisant l'espace designer, vous avez la possibilité de personnaliser votre interface homme machine (IHM) en choisissant vos différents éléments : boutons, texte, image, cadre , dessin... Ainsi que des fonctionnalités telles que des capteurs (GPS, accéléromètre...) et des médias...et les configurer.

II.3.3.2.La partie programmation :

Grâce à l'espace Blocs, il est possible de programmer le comportement de l'application. En fonction des objets à programmer que vous avez placés dans l'interface IHM (interface Homme Machine), vous avez des briques à disposition pour traiter du texte, des variables, des comportements mathématiques, contrôler les éléments ...

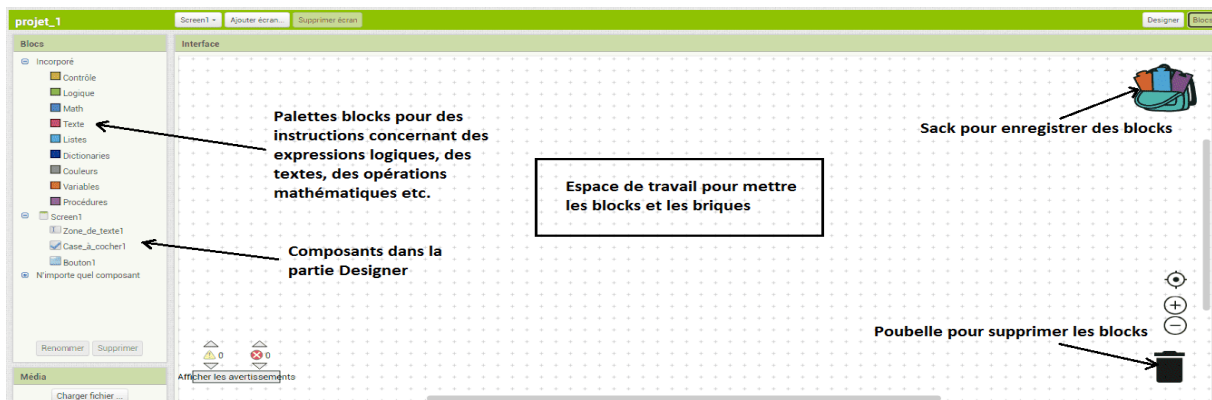


Figure II.45: La partie programmation.

Après avoir terminé l'application, les utilisateurs ont la possibilité de la tester sur leur propre appareil Android ou de la partager avec d'autres participants. App Inventor permet également aux utilisateurs de publier leur application sur le Google Play Store pour qu'elle soit disponible pour tous les utilisateurs Android.

II.3.4. L'environnement du travail

II.3.4.1. Connexion à App Inventor en ligne

Pour se connecter à App Inventor :

- a) Accéder à l'adresse web : <https://appinventor.mit.edu>
- b) Cliquer sur " **Create Apps** "
- c) Se connecter avec un compte Gmail

II.3.4.2. Création d'une nouvelle application :

Pour créer un nouveau projet

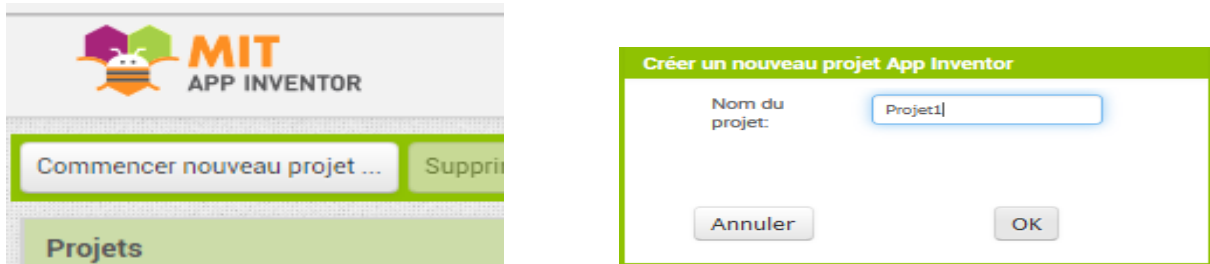


Figure II.46: Création d'une nouvelle application.

II.3.4.3. Le Design :

Permet de concevoir l'interface de l'application

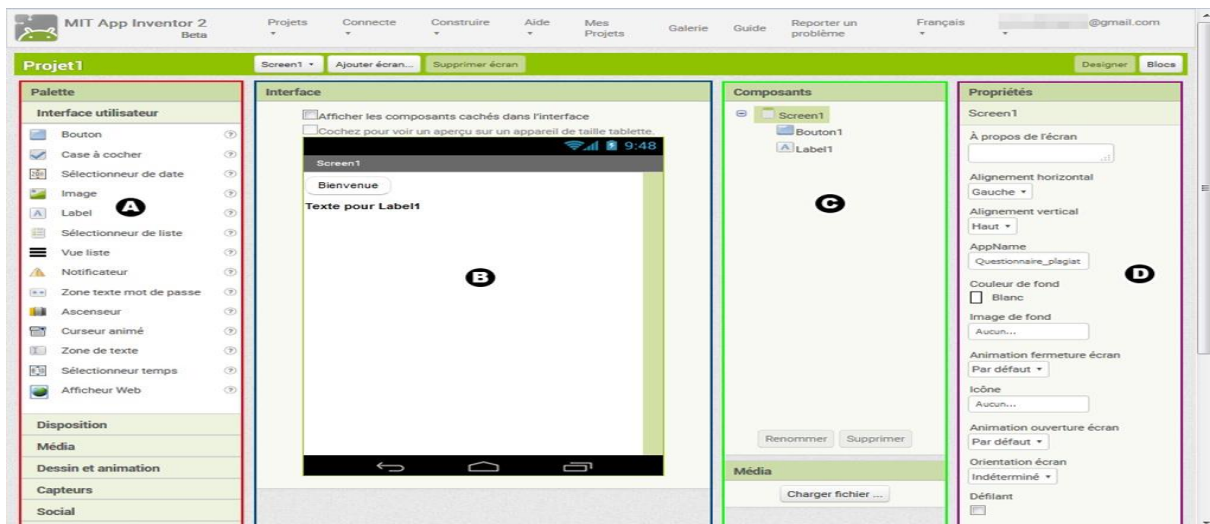


Figure II.47: Design de App Inventor.

II.3.4.4. L'éditeur de blocs

Permet de programmer le comportement de l'application

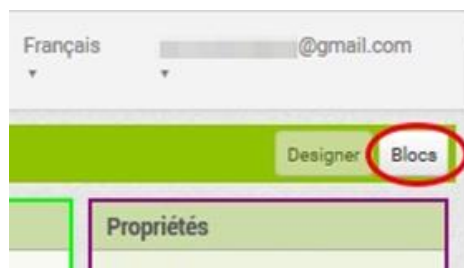


Figure II.48: L'éditeur de blocs.

II.3.4.5. L'émulateur

Permet de tester l'application créée par App Inventor

II.4. Discussion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté en détail les éléments matériels et logiciels qui constituent les fondations techniques de notre projet d'élevage avicole intelligent. Dans la partie matérielle, nous avons présenté les divers composants (capteurs, actionneurs...) employés dans le cadre du projet. La section logicielle est consacrée à la présentation de l'IDE Arduino, du logiciel Fritzing et de l'application App Inventor.

Dans le prochain chapitre, nous allons présenter la partie réalisation et test de notre bâtiment d'élevage avicole intelligent.

Chapitre III

Réalisation et tests

III.1. Préambule :

Dans ce chapitre, nous abordant les détails de conception et de réalisation de notre bâtiment d'élevage avicole intelligent en mentionnant les divers branchements et placements des différents capteurs et actionneurs. Par la suite, nous nous intéresserons aux tests des fonctionnalités de notre système.

Notre chapitre est divisé en quatre grandes parties :

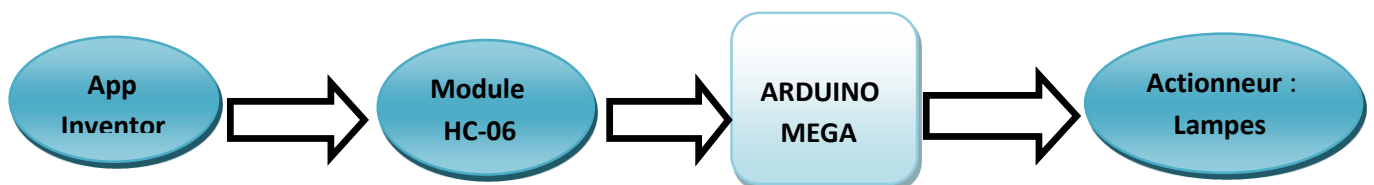
- La première partie concerne la réalisation d'un système de contrôle de l'ambiance climatique.
- La deuxième partie concerne la réalisation du Système d'abreuvement et de nourriture.
- La troisième partie représente la réalisation du système de sécurité intérieure et extérieure du bâtiment.
- Au final la quatrième partie qui concerne les Tests et résultats du système réalisé.

III.2. Système de contrôle de l'ambiance climatique :

III.2.1. Système d'éclairage à distance :

Les systèmes d'éclairage à distance sont très utiles dans les bâtiments d'élevage, car ils permettent à l'utilisateur de contrôler l'éclairage sans être entré directement dans le bâtiment.

Cela peut être pratique pour ajuster l'éclairage en fonction des besoins de volailles.



Dans notre conception nous avons utilisé le module Bluetooth HC-06 pour contrôler les lampes à distance avec une application mobile dans le bâtiment d'élevage avicole intelligent.

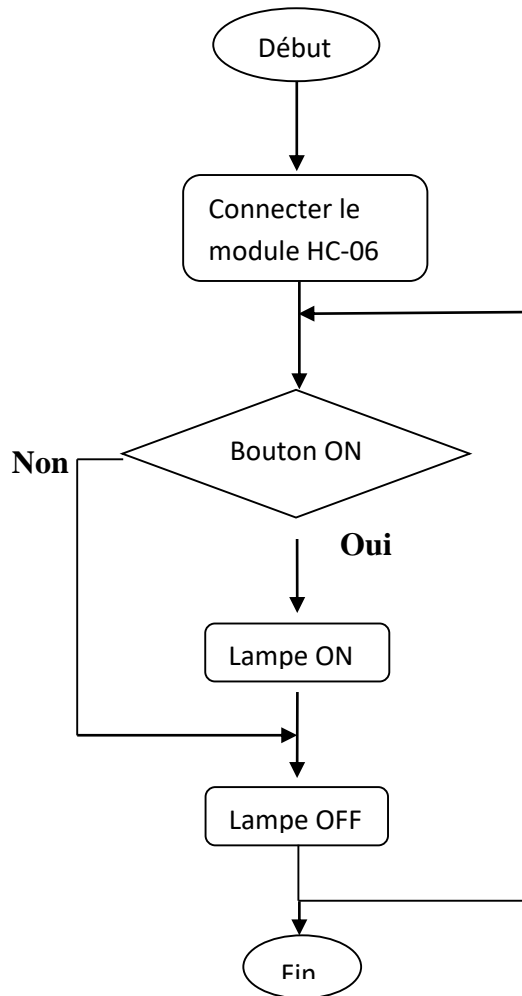


Figure III.1: Organigramme d'éclairage à distance.

II.2.1.1. Branchement du système d'éclairage à distance :

Pour commander la LED à distance avec l'application App Inventor on a connecté les broches VCC et GND du module Bluetooth HC_06 aux pins VCC et GND de la carte Arduino méga, la broche RXD du module Bluetooth HC_06 au pin TX0 de la carte Arduino méga et la broche TXD du module Bluetooth HC_06 au pin RX0 de la carte Arduino méga, par la suite on a connecté une LED avec une résistance de 10K Ω au pin (13) et GND comme on peut le voir sur la Figure (III.2).

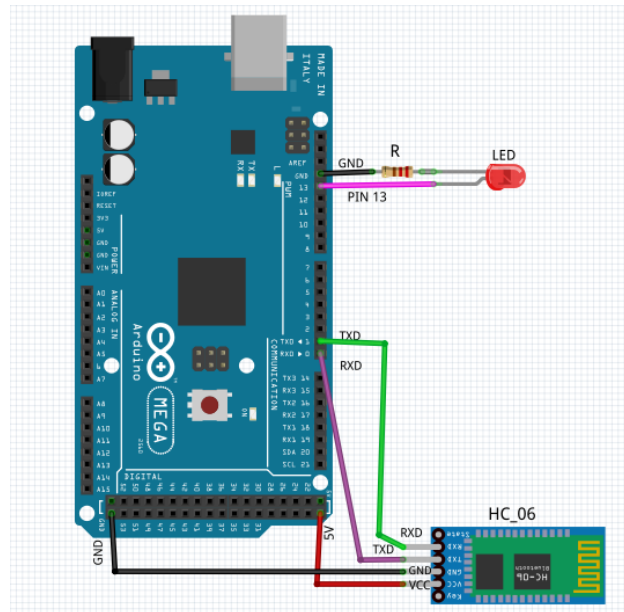


Figure III.2: Branchement du système d'éclairage à distance.

III.2.2. Système d'éclairage à l'aide d'un panneau solaire :

Dans un bâtiment d'élevage avicole intelligent, l'utilisation d'un panneau solaire pour alimenter un système d'éclairage offre une solution durable et économique. De plus, cela permet de profiter de l'énergie solaire disponible tout au long de la journée et de la stocker dans des batteries, et de l'utiliser pendant les heures de manque d'électricité ou la nuit.



III.2.2.1. Branchement du panneau solaire :

Dans notre réalisation on a décidé d'utiliser un panneau solaire qui transmet l'énergie en passant par 3 modules de charge de batteries de type-c tp4056 en les reliant avec 2 diodes et par la suite stocker l'énergie sur les 3 batteries utilisées afin d'allumer une LED à n'importe quel moment dans le bâtiment d'élevage avicole intelligent. Comme on peut voir sur la Figure (III.3).

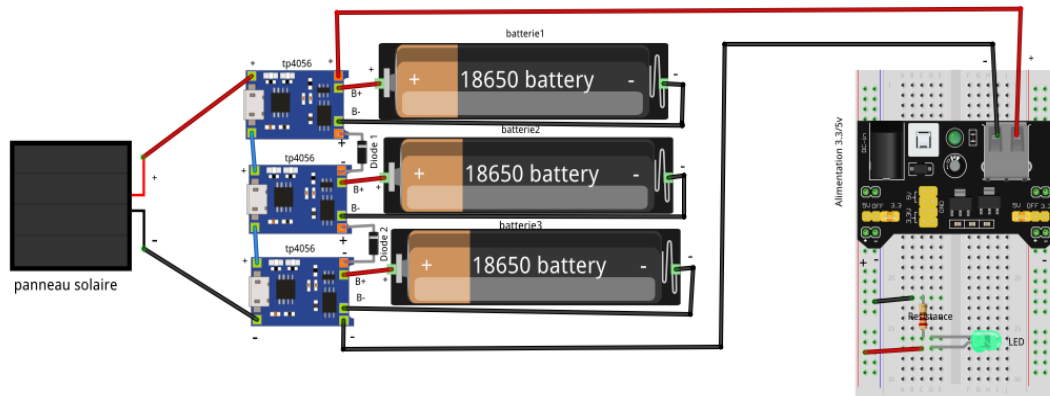


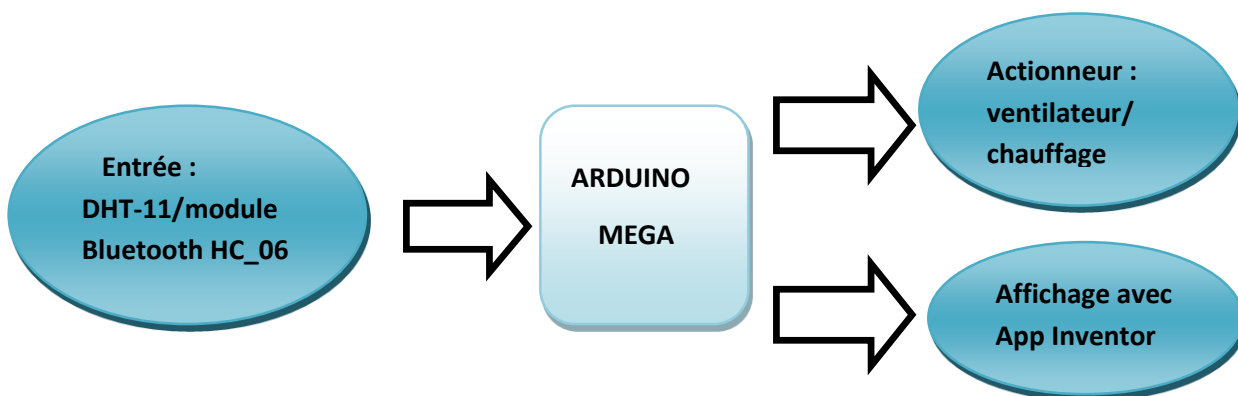
Figure III.3: Branchement du système panneau solaire.

III.3. Système de régulation de température et d’humidité :

III.3.1. Système de température :

Le maintien des conditions idéales dans le bâtiment d’élevage avicole intelligent nécessite un système de régulation de température, car la température est le facteur environnemental le plus critique pour le bien-être et les performances des volailles.

Le capteur DHT11 est utilisé pour réguler la température à l’intérieur du bâtiment et transmet ces informations de température au système de contrôle. La température mesurée par le DHT11 est donc constamment comparée à l’intervalle de température recommandée pour assurer le confort et la santé optimale des volailles.



Pour notre projet nous avons utilisé le capteur DHT11 pour capter et réguler la température du poulailler et actionner les ventilateurs et le chauffage.

- Lorsque la température à l'intérieur du bâtiment dépasse la consigne de température indiquée ($T_s=30^{\circ}\text{C}$), le système déclenche automatiquement l'activation du ventilateur.
- Sinon si la température est inférieure à la consigne de température ($T_f=20^{\circ}\text{C}$), le système déclenche l'activation du chauffage.
- Si la température du bâtiment est comprise entre les 2 consignes de température (T_s , T_f), le ventilateur et le chauffage cessent de fonctionner.

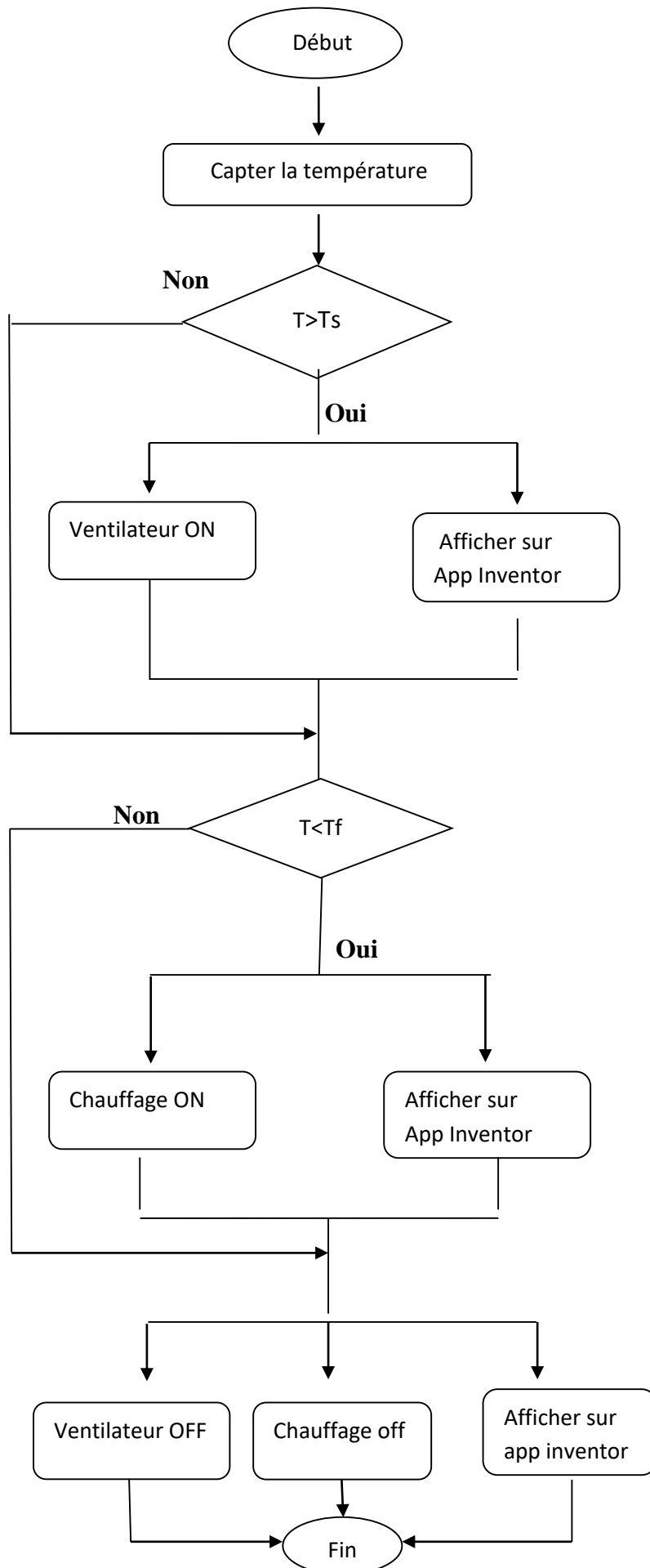


Figure III.4: Organigramme de régulation de température.

III.3.1.1. Branchement du système de température :

Le capteur DHT11 est un capteur numérique dont on a branché les pins (VCC, GND) et ceux du relais aux pins (VCC, GND) de la carte Arduino méga, et la broche out du DHT11 au pin (5) de la carte Arduino méga. Selon la situation climatique à l'intérieur du bâtiment d'élevage, la carte Arduino peut agir sur deux actions : un ventilateur qui agit comme un refroidisseur et une plaque chauffante qui agit comme un chauffage. Le ventilateur a été connecté en utilisant le relais 1 relié au pin (7) de la carte Arduino méga et une alimentation de 9V, tandis que la plaque chauffante a été connectée en utilisant le relais 2 relié au pin (10) de la carte Arduino méga et une alimentation de 220V. On a utilisé un module Bluetooth HC_06 pour afficher la valeur d'humidité dans notre téléphone et pour cela on a connecté les broches VCC et GND du module Bluetooth HC_06 aux pins VCC et GND de la carte Arduino méga, la broche RXD du module Bluetooth HC_06 au pin TX0 de la carte Arduino méga et la broche TXD de module Bluetooth HC_06 au pin RX0 de la carte Arduino méga Comme présenté sur la Figure (III.5).

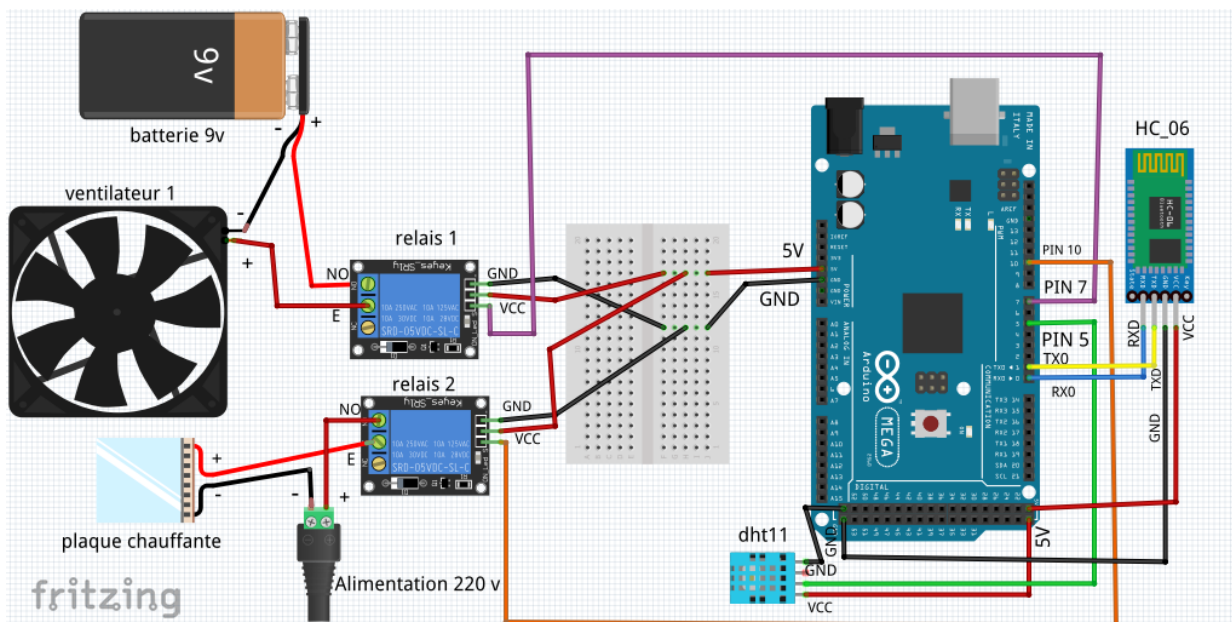
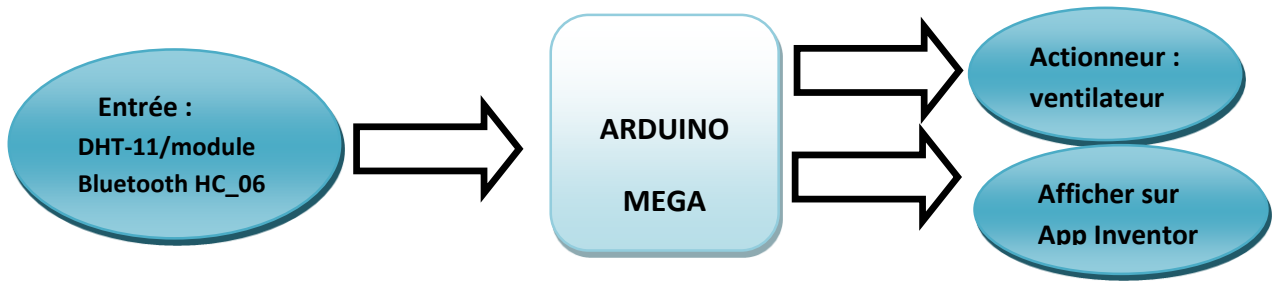


Figure III.5: Branchement du système de température.

III.3.2. Système d'humidité :

L'humidité est également un paramètre environnemental essentiel pour la santé et la survie des volailles. Le système de contrôle environnemental du bâtiment d'élevage avicole intelligent utilise également le capteur de température et d'humidité de type DHT11 pour surveiller et réguler le degré d'humidité dans le poulailler.



Nous avons utilisé le capteur DHT11 pour afficher et réguler la valeur d’humidité dans le bâtiment d’élevage. L’humidité mesurée est comparée à un intervalle d’humidité recommandé pour assurer le bien-être optimal des volailles. En cas d’humidité supérieure à la consigne d’humidité ($H_c=75\%$) et inférieure à la consigne d’humidité ($H_f=55\%$) à l’intérieur du poulailler, le système enclenche automatiquement l’activation du ventilateur.

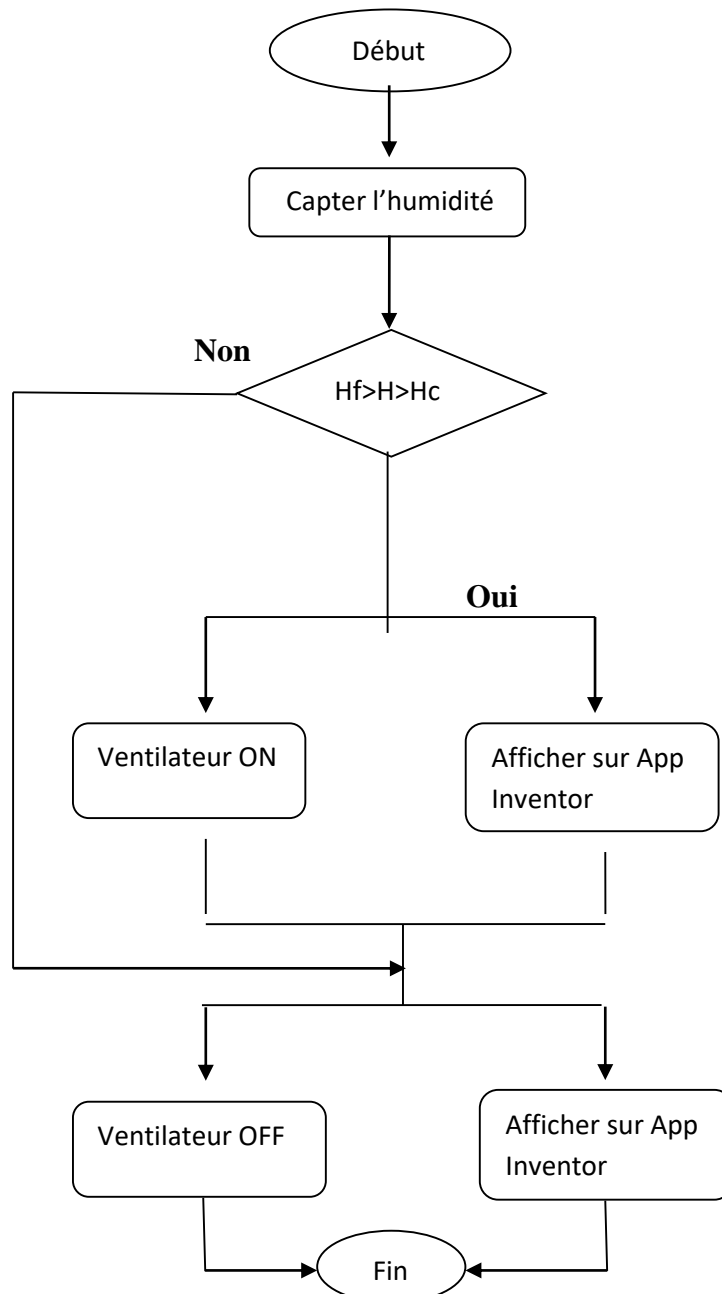


Figure III.6: Organigramme de régulation d’humidité.

III.3.2.1. Branchement du système d’humidité :

Pour le système d’humidité on a connecté la broche out de DHT11 au pin (5) de la carte Arduino méga, et pour actionner le ventilateur on a utilisé un relais 3 branché au pin (6) de la carte avec une alimentation de 9V. On a utilisé un module Bluetooth HC_06 pour afficher la valeur d’humidité dans notre téléphone et pour cela on a connecté les broches VCC et GND du module Bluetooth HC_06 aux pins VCC et GND de la carte Arduino méga, la broche RXD du module Bluetooth HC_06 au pin TX0 de la carte et la broche TXD de module Bluetooth HC_06 au pin RX0 de l’Arduino méga. Comme on peut voir sur la figure (III.7).

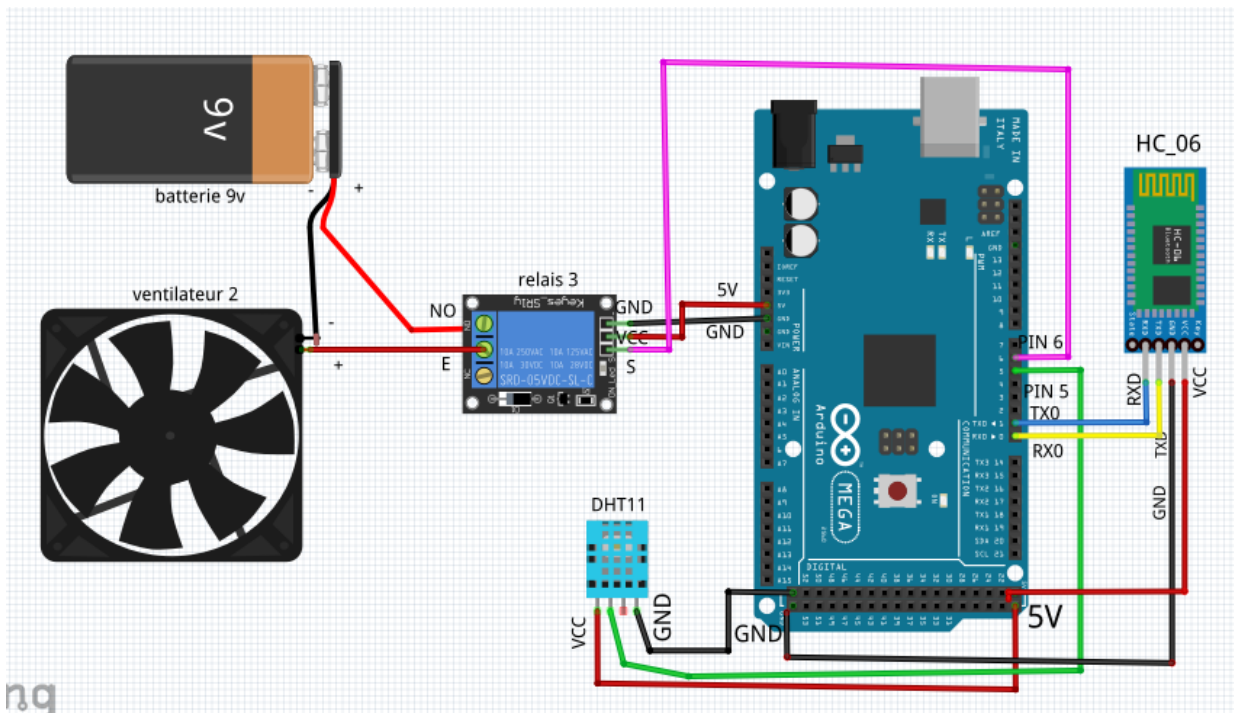


Figure III.7: Branchement du système d’humidité.

III.3.3. Système d’humidité de sol :

Le contrôle de l’humidité du sol est essentiel dans les bâtiments d’élevage, car elle peut avoir un impact important sur le confort et la santé des volailles, alors ce système permet de maintenir des niveaux d’humidité optimaux dans les zones de couchage et de circulation des volailles.



Dans notre projet nous avons utilisé un capteur d'humidité de sol pour afficher la valeur d'humidité de sol sur un afficheur LCD et sur l'application App Inventor, et cela pour éviter les problèmes liés à une humidité de sol très faible (poussière, inconfort) ou très élevée (risque de maladies).

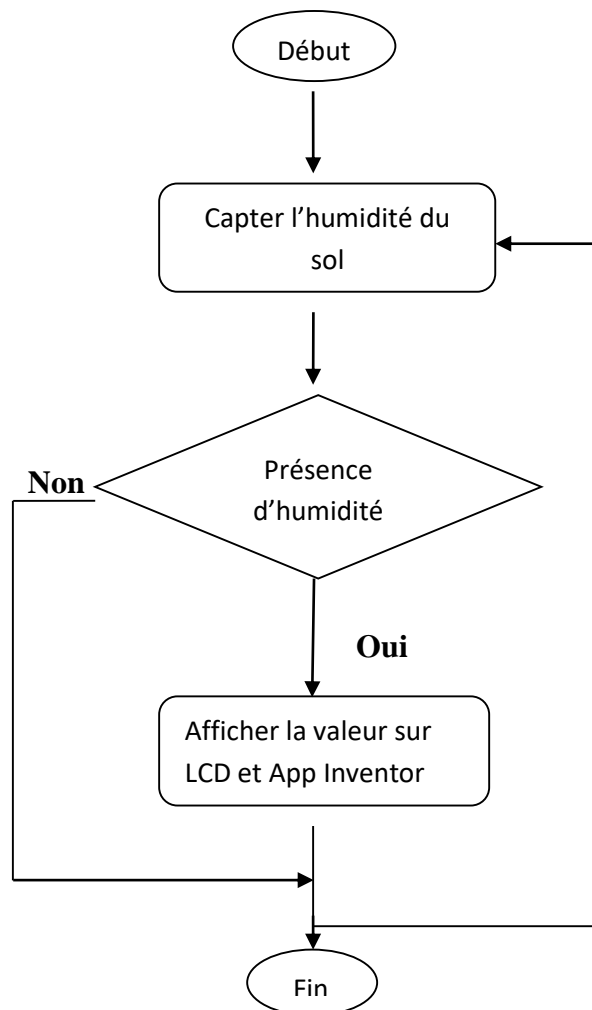


Figure III.8 : Organigramme d'humidité de sol.

III.3.3.1. Branchement du système d'humidité de sol :

Un capteur d'humidité de sol peut être soit analogique, soit numérique, en fonction de sa conception. Pour câbler le capteur d'humidité de sol avec notre carte Arduino méga on a relié les broches (VCC, GND) du capteur d'humidité de sol aux pins (VCC, GND) de la carte Arduino méga, et on a connecté la broche (A0) du capteur au pin(A7) de la carte, ensuite pour afficher l'humidité de sol on a utilisé un LCD et un module Bluetooth HC 06 qui envoie les données vers l'application App

Inventor. Pour cela on a relié les broche (VCC, GND) du LCD et du module Bluetooth HC-06 aux pins (VCC, GND) de la carte Arduino méga , la broche SCL du LCD au pin (20) de la carte, la broche SDA du LCD au pin (21) de l'Arduino, et enfin la broche RXD de module Bluetooth HC_06 au pin TXD de la carte Arduino méga et la broche TXD de module Bluetooth HC_06 au pin RXD de l'Arduino ,comme représenté sur la figure (III.9).

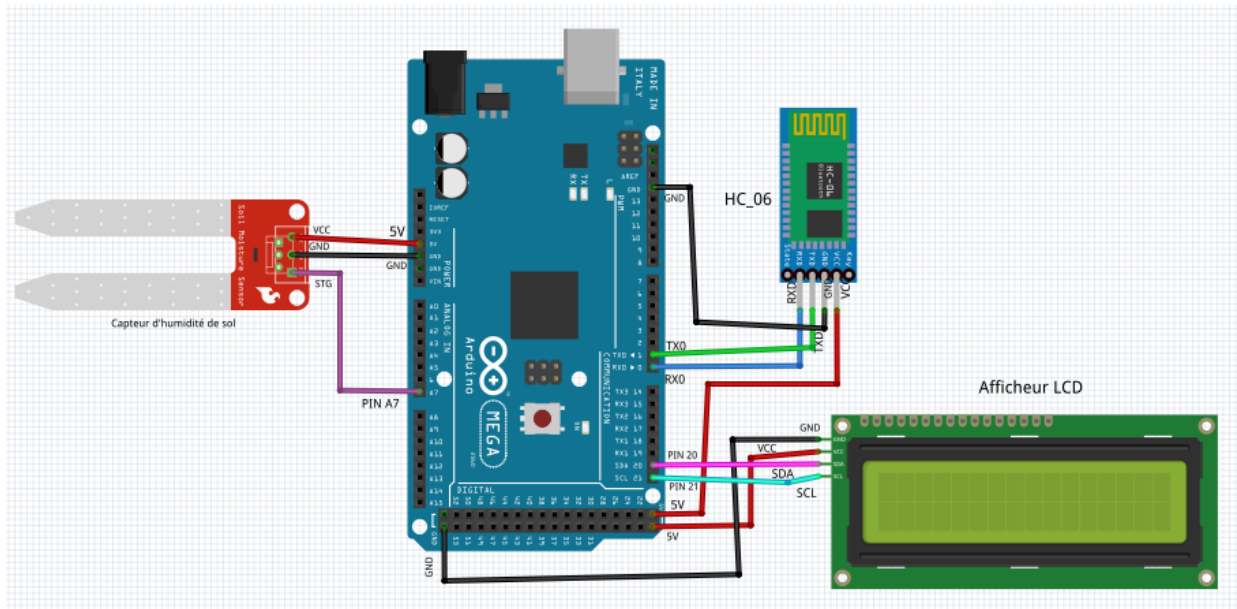
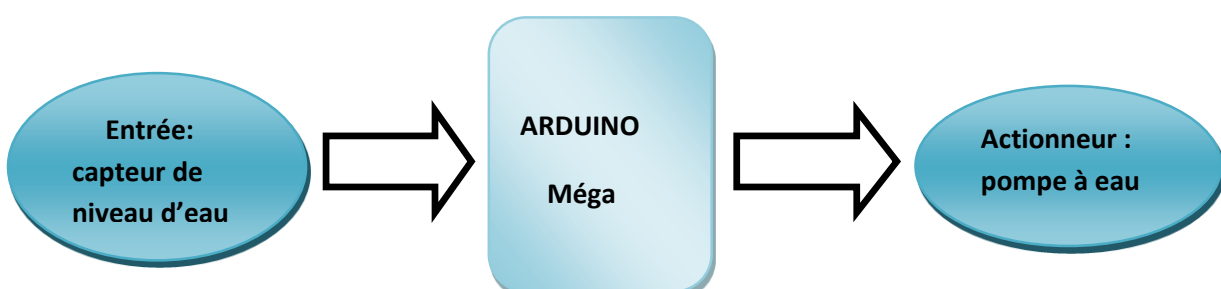


Figure III.9: Branchement du système d'humidité d sol.

III.4. Système d'abreuvement et de nourritures :

III.4.1. Système d'abreuvement :

L'eau joue un rôle crucial dans la survie et le bien-être des volailles, donc il est essentiel qu'elle soit présente dans le bâtiment d'élevage avicole intelligent. Les volailles nécessitent toujours de l'eau potable de qualité, en particulier pendant les périodes de chaleur intense. On a utilisé une mini-pompe à eau afin de déplacer l'eau d'un réservoir ou d'une citerne vers les abreuvoirs destinés aux volailles. Nous utiliserons également un capteur de niveau d'eau pour contrôler le niveau d'eau disponible pour les poules et éviter le gaspillage d'eau, tout en maintenant l'eau plus fraîche.



Pour notre projet nous avons utilisé un capteur de niveau d'eau afin de repérer deux niveaux d'eau distincts (haut et bas). Si l'eau est en niveau bas, le système mettra en marche la pompe à eau, Lorsque l'eau atteint un niveau haut, le système désactivera la pompe.

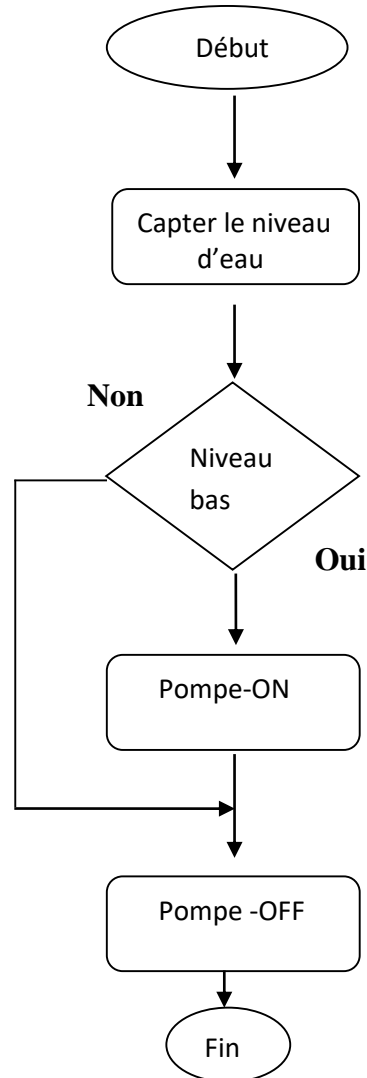


Figure III.10: Organigramme du système d'abreuvement.

III.4.1.1. Branchement du capteur de niveau d'eau :

Un capteur de niveau d'eau peut être soit analogique, soit numérique, en fonction de sa conception. Pour ce système d'abreuvement on a relié les broches (VCC, GND) du capteur de niveau d'eau et du relais aux pins (VCC, GND) de la carte Arduino méga, la broche (S) analogique du capteur au pin(A0) de la carte, et la broche (IN2) du relais au pin (8) de l'Arduino. Cela permettra d'activer la pompe à eau en utilisant une alimentation de 9V. Comme illustré dans (la figure (III.11)).

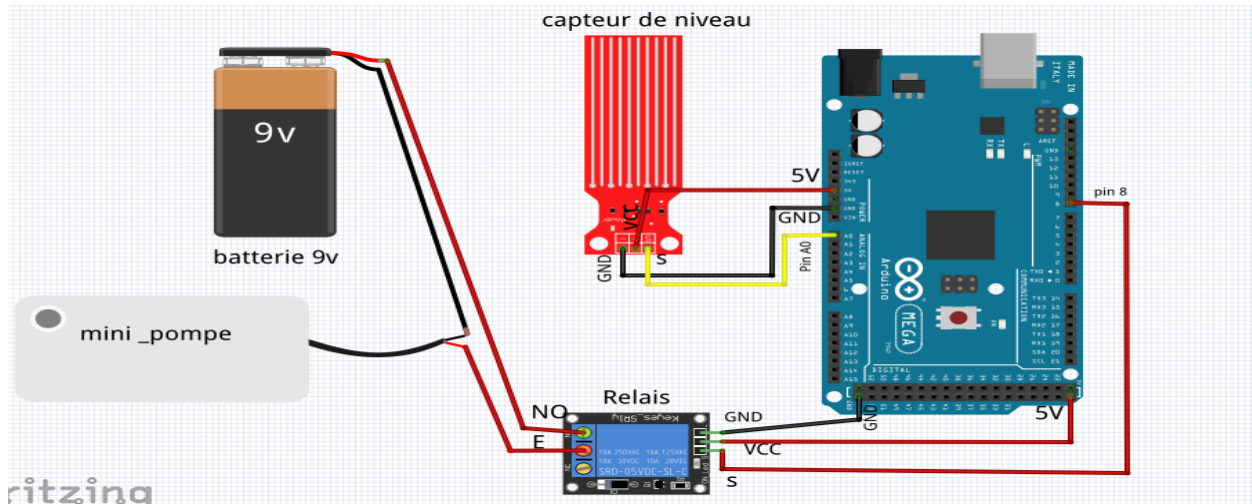


Figure III.11: Branchement du système d'abreuvement.

III.4.2. Système de distribution de nourriture :

Il est essentiel de nourrir les volailles à des moments précis et réguliers afin de garantir une qualité et une productivité optimale, alors ce système permet de distribuer la nourriture aux volailles à des heures fixes et précises sans intervention humaine.



On a utilisé un servomoteur SG-90 dans notre projet pour l'alimentation des volailles qui va assurer l'ouverture et la fermeture de la trappe d'un réservoir d'aliment pendant un temps défini (2 secondes pour le test d'ouverture de trappe) et (60 secondes pour le test de fermeture de trappe).

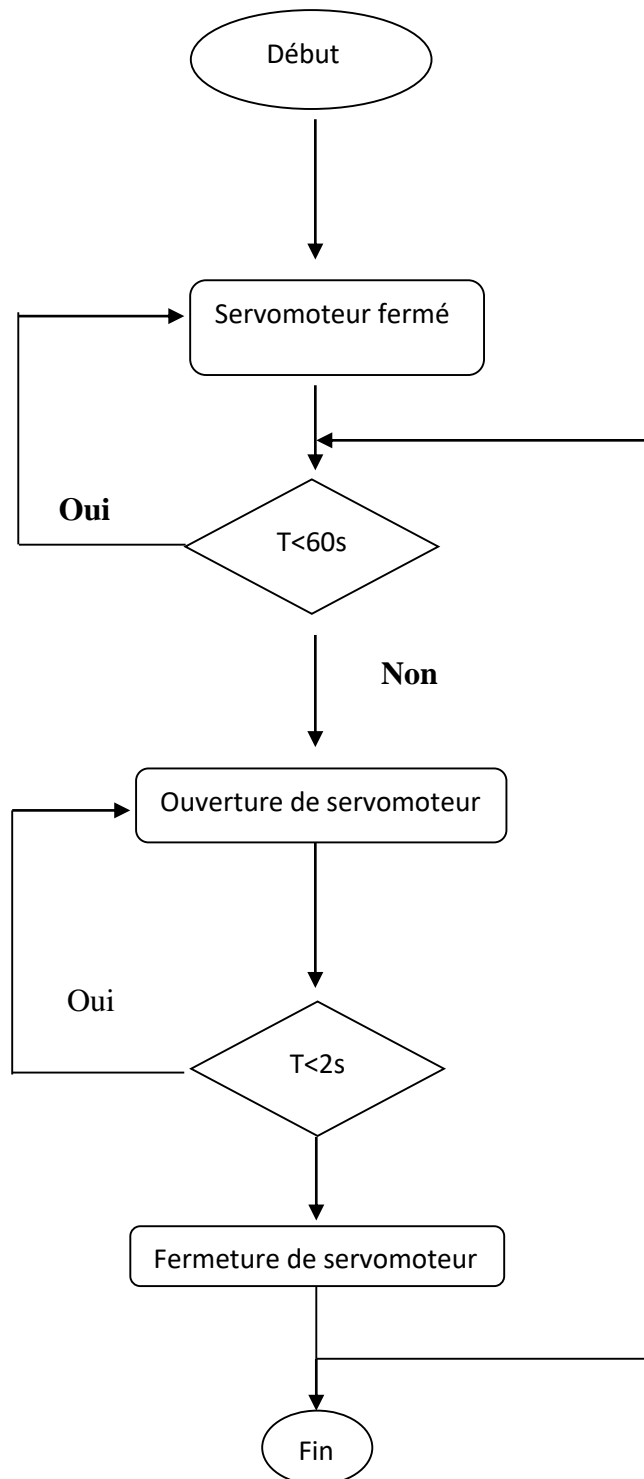


Figure III.12: Organigramme du system de distribution de nourriture.

III.4.2.1. Branchement de système de distribution de nourriture :

Pour ce système on a connecté un servomoteur SG-90 au pin (9) de la carte Arduino méga, et les broches (VCC, GND) de SG-90 aux pins (VCC, GND) de la carte, comme représenté sur la figure (III.13).

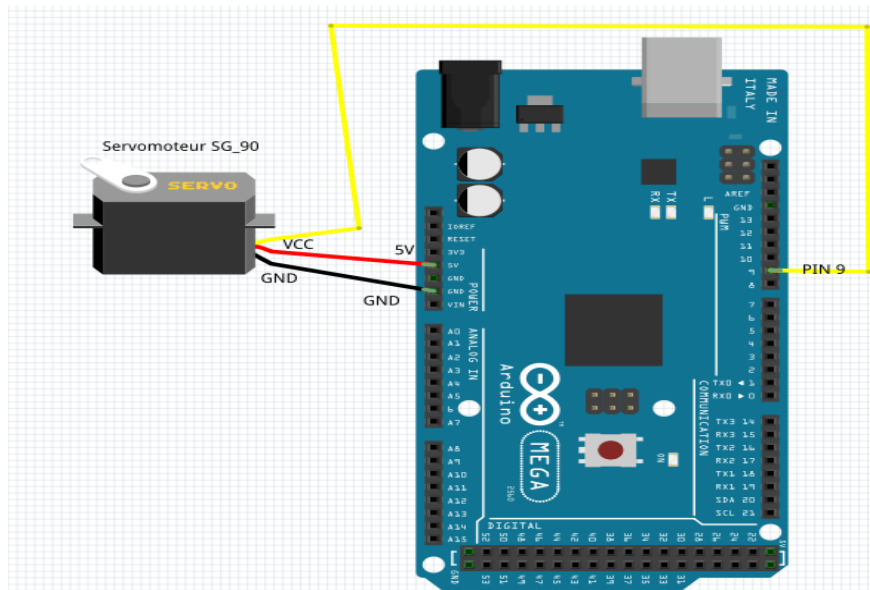


Figure III.13: Branchement du système de distribution de nourriture.

III.5. Système de sécurité intérieure du bâtiment :

III.5.1. Système d’alarme :

La sécurité incendie est une priorité absolue dans les élevages avicoles. Alors ce système permet de détecter s’il y a de la fumée à l’aide du capteur de flamme.



Pour notre réalisation nous avons utilisé le capteur de flamme Ky-026 pour la détection directe de la présence de flammes, cette détection permet au système de déclencher automatiquement la pompe à eau et le buzzer, afin d’offrir une protection de volaille dans les bâtiments d’élevage avicole intelligent contre les incendies.

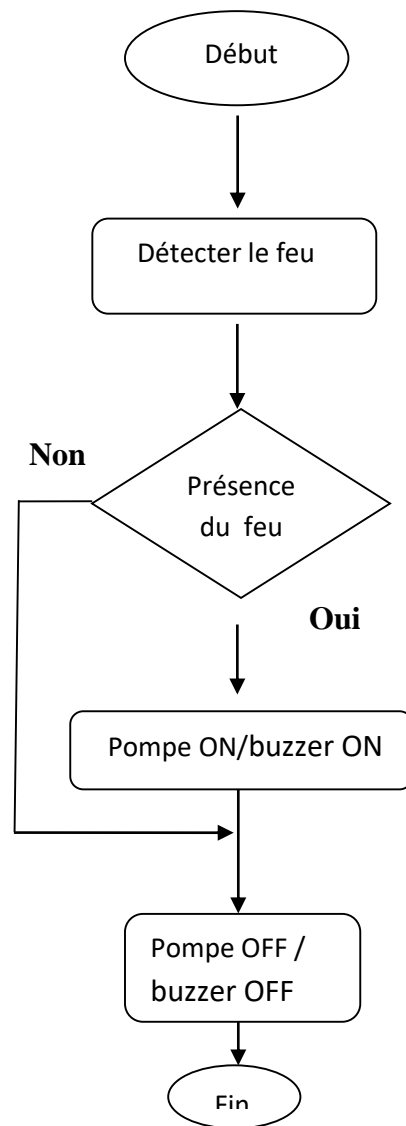


Figure III.14: Organigramme du système d'alarme.

III.5.1.1. Branchement du capteur de flamme :

Un capteur de flamme peut être soit analogique, soit numérique, en fonction de sa conception. Pour ce système de flamme on a relié les broches (VCC, GND) du capteur de flamme KY-026 et du relai avec les pins (VCC, GND) de la carte Arduino méga, la broche (OUT) de KY-026 au pin (2) de la carte, on a relié aussi la broche (IN1) du relai au pin (4) de l'Arduino méga, Cela permettra de mettre en marche la pompe à eau en utilisant une alimentation de 9V, comme le montre la figure (III.15).

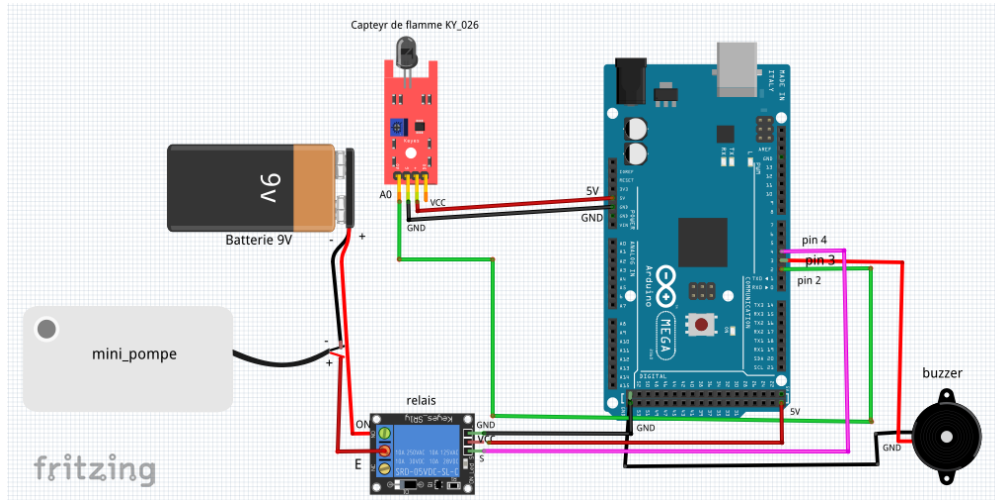


Figure III.15: Branchement du système d’alarme.

III.5.2. Système de fermeture de fenêtre en cas de pluie :

Ce système permet de contrôler l'ouverture et la fermeture des fenêtres dans le bâtiment d'élevage à l'aide d'un capteur de pluie et d'un servomoteur.



Pour ce Système nous avons utilisé un capteur de pluie et un servomoteur de type SG-90. Lorsque le capteur de pluie détecte des gouttes d'eau, le système active automatiquement le servomoteur pour fermer les fenêtres afin de protéger les volailles contre la pluie, quand le capteur ne détecte plus d'eau, le système commande le servomoteur pour ouvrir les fenêtres et offrir une meilleure ventilation du bâtiment.

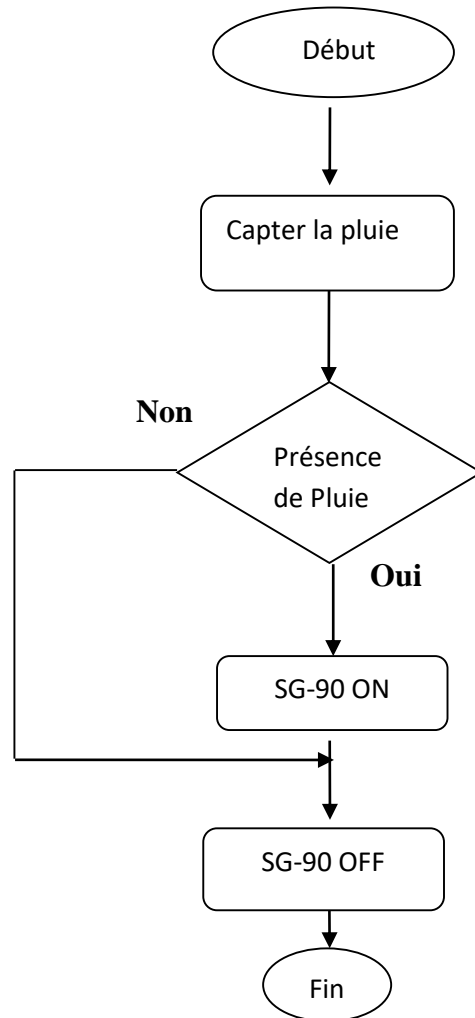


Figure III.16: Organigramme du système de fermeture de fenêtre en cas de pluie.

III.5.2.1. Branchement du système de fermeture de fenêtres en cas de pluie :

Un capteur de pluie peut être soit analogique, soit numérique, en fonction de sa conception. On a connecté les broches (VCC, GND) du capteur de pluie aux pins (VCC, GND) de la carte Arduino Uno, la broche (A0) du capteur de Pluie au pin (11) de la carte, Par la suite on a connecté le servomoteur SG-90 pour l'ouverture/fermeture des fenêtres au pin (12) de la carte Arduino Uno, comme le montre la figure (III.17).

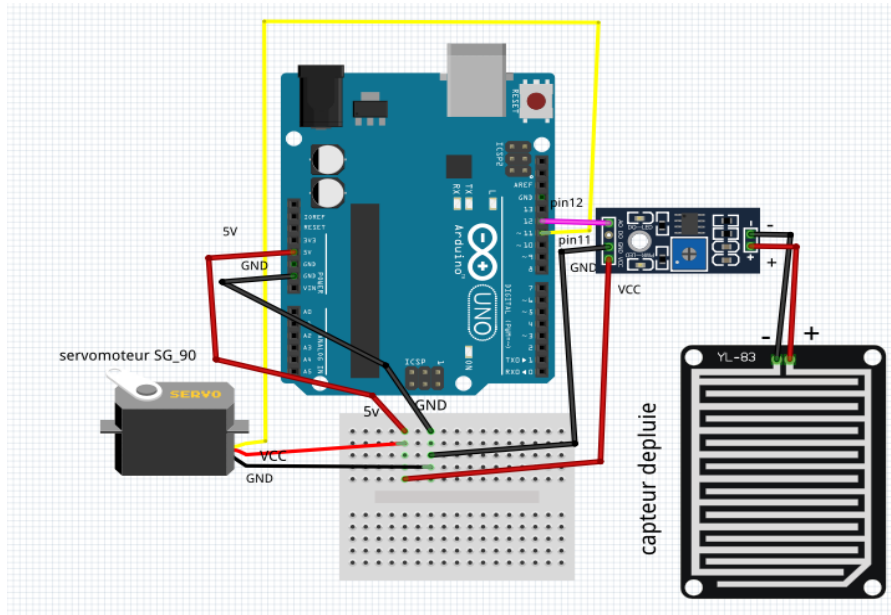


Figure III.17: Branchement du système de fermeture de fenêtres en cas de pluie.

Après avoir testé le capteur de pluie. Nous avons obtenue des résultats sur le moniteur série, les valeurs obtenu sont respectivement : 1 et 0, le niveau haut (1) qui signifie l'absence de la pluie donc l'ouverture du toit et le niveau bas (0) qui signifie la présence de la pluie donc la fermeture des fenêtres. Les résultats sont représentés sur la figure (III.18).

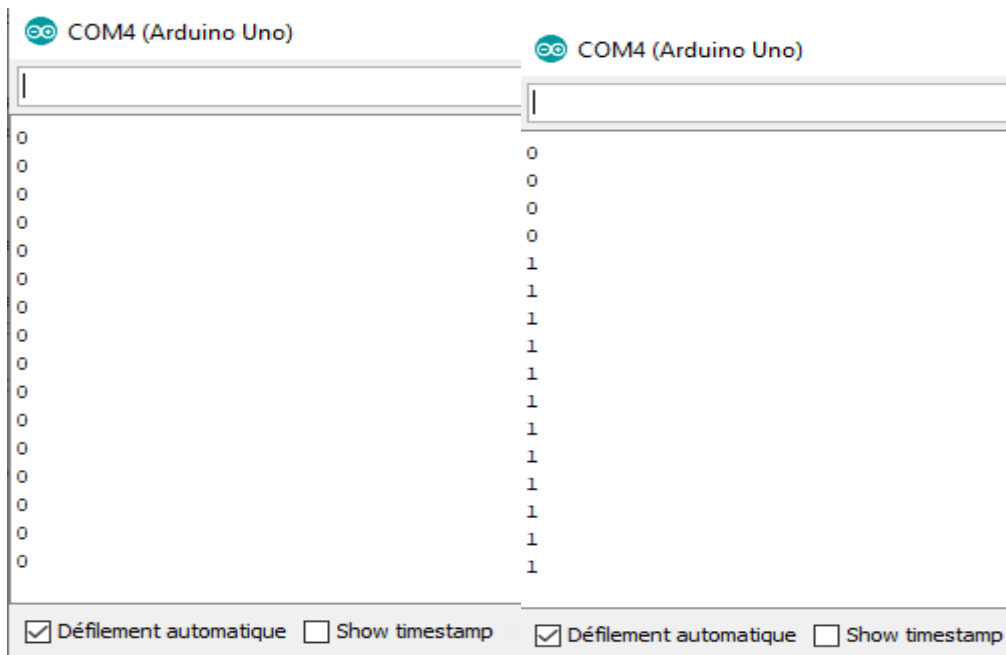
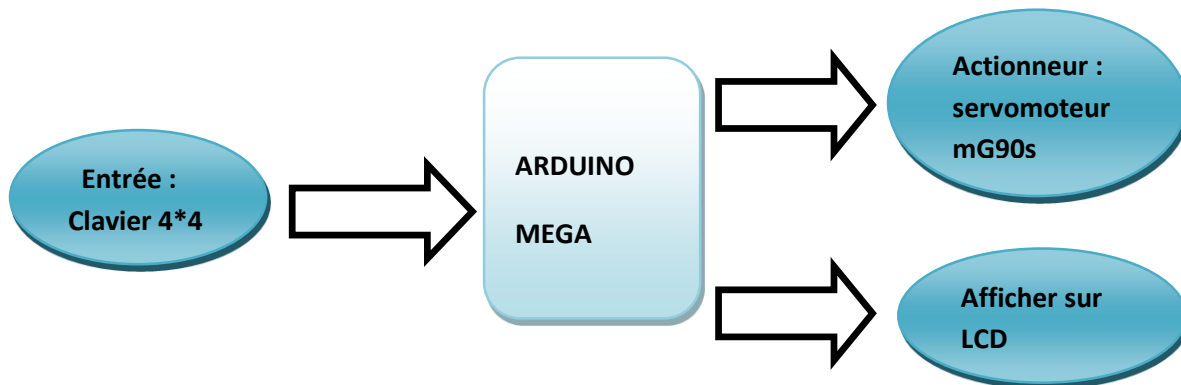


Figure III.18: Les résultats du système obtenu sur le moniteur série.

III.5.3. Système de sécurité de porte du bâtiment d'élevage:

Ce système permet à l'utilisateur de contrôler l'accès au bâtiment d'élevage par la saisie d'un code de sécurité à l'aide d'un clavier matricielle.



Pour que la porte du bâtiment d'élevage avicole intelligent soit sécurisée, nous avons mis un mot de passe. Ce dernier est constitué de 3 chiffres qui est « 387 » suivi de #.

- Si le mot de passe tapé sur le clavier est correct, le message qui s'affichera sur l'afficheur LCD est «BONJOUR RABAH-SARA».
- Si le mot de passe tapé sur le clavier est erroné, le message affiché est « MOT DEPASSE INCORRECTE ».

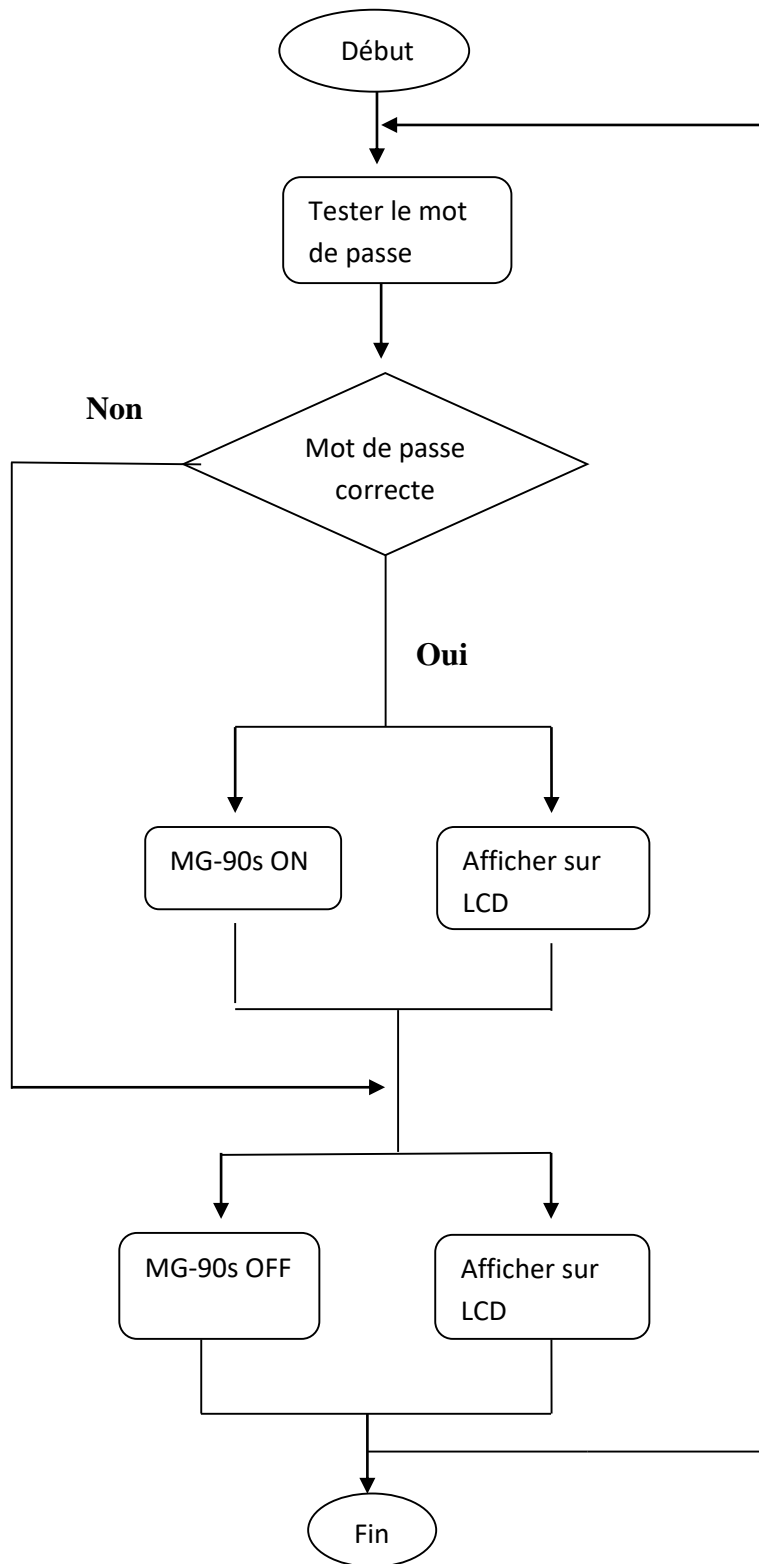


Figure III.19: Organigramme du système de sécurité de porte du bâtiment d'élevage.

III.5.3.1. Branchement du système de sécurité de la porte du bâtiment d'élevage :

On a connecté les 8 sorties du clavier aux broches (2 à 9) de la carte Arduino Uno, pour l'afficheur LCD on a branché (VCC, GND) aux pins (VCC et GND) de la carte, la broche SCL du LCD au pin (A5) de l'Arduino Uno, la broche SDA du LCD au pin (A4) de la carte, le MG-90S on le connecte au pin (13) de la carte Arduino Uno. Comme le montre la figure (III.20).

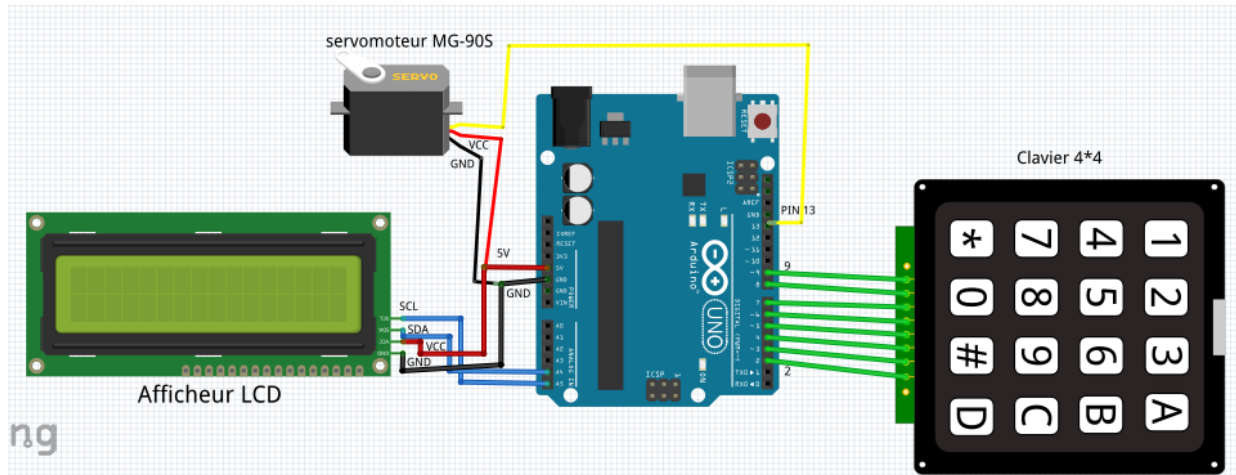


Figure III.20: Branchement du système de sécurité de la porte du bâtiment d'élevage.

III.5.4. Système d'éclairage extérieur automatique :

Dans le cadre de ce système, nous avons utilisé un capteur LDR (Light Dependent Resistor) installé à l'extérieur du bâtiment afin de détecter la luminosité ambiante et déclencher automatiquement l'allumage des projecteurs d'éclairage lorsque c'est nécessaire. Cela garantit une visibilité et une sécurité optimale autour du bâtiment d'élevage avicole intelligent, et constitue également une solution pour les bâtiments d'élevage situés dans des zones isolées, où l'accès peut être difficile.



Le capteur LDR détecte la lumière du jour. Lorsque la luminosité est suffisante, les lampes restent éteintes. Quand la luminosité à l'extérieur du bâtiment devient inférieure à une certaine consigne de luminosité (L_c), par exemple la nuit ou mauvais temps, les lampes s'allument automatiquement. Les lampes restent allumées jusqu'à ce que la luminosité à l'intérieur dépasse à nouveau la consigne (L_c), typiquement au lever du jour, l'éclairage s'éteint alors automatiquement

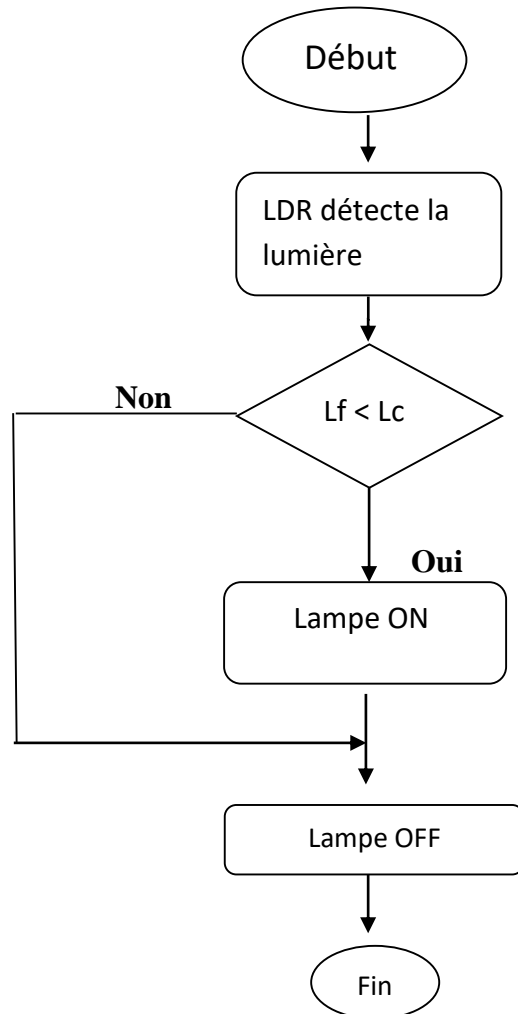


Figure III.21: Organigramme du système d'éclairage extérieur automatique.

III.5.4.1. Branchement du système d'éclairage extérieur automatique :

Le capteur LDR (Light Dependent Resistor), ou résistance photo-dépendante, est un capteur analogique. On a connecté l'une des deux broches de la LDR au VCC et l'autre à l'aide d'une résistance de $220\ \Omega$ au pin(A2) de la carte Arduino Uno et au GND de cette dernière, ensuite on a connecté une LED rouge avec une deuxième résistance de $10\ K\Omega$ au pin (10) et GND de la carte Arduino Uno comme représenté sur la figure (III.22).

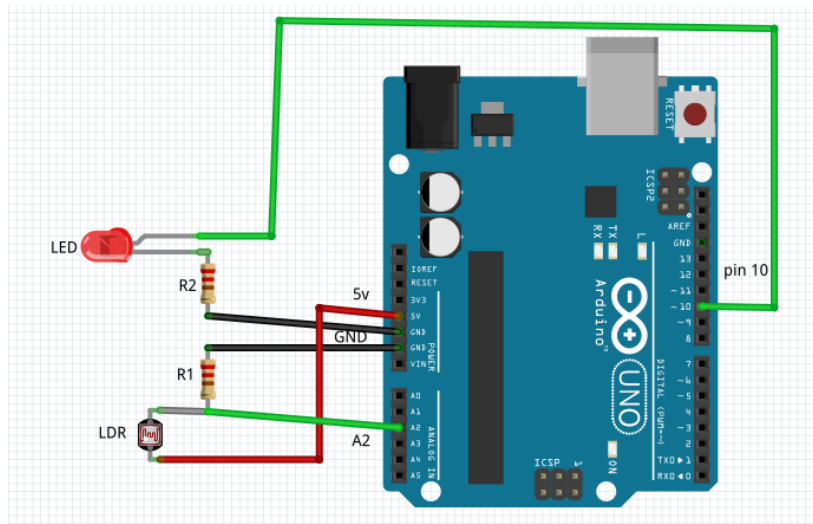


Figure III.22: Branchement système d’éclairage extérieur automatique.

III.6.Schéma général de branchement de notre système :

III.6.1. La carte Arduino Uno :

Le schéma général de branchement pour la carte Arduino Uno est présenté sur la figure (III.23) :

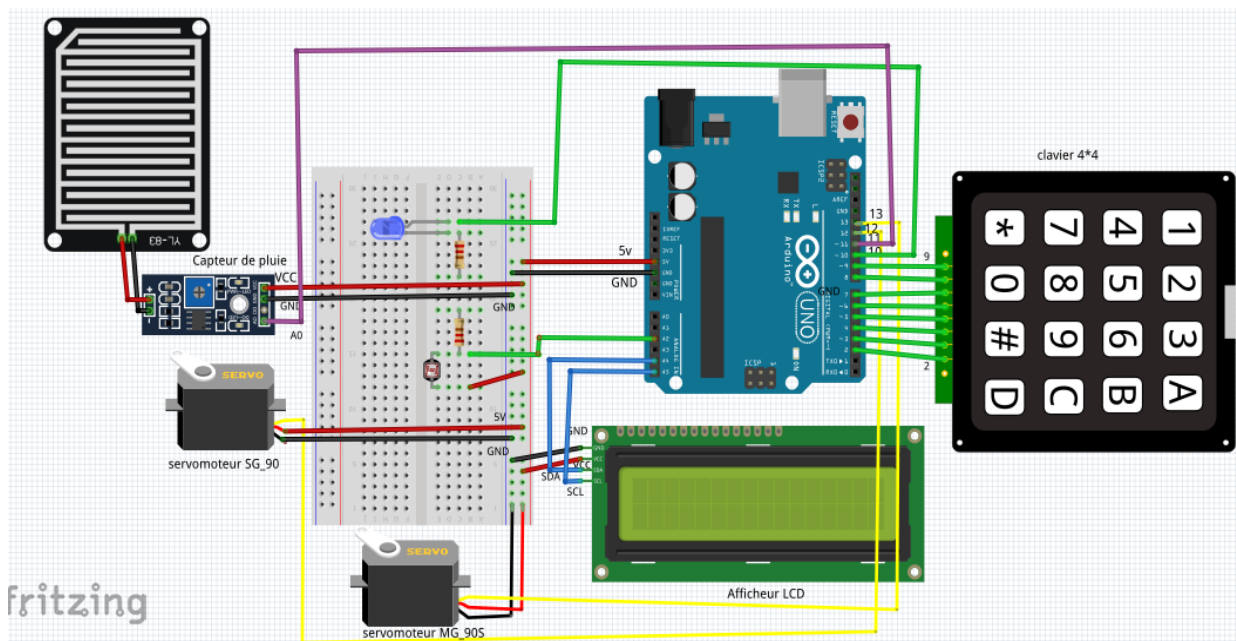


Figure III.23: Schéma général de branchement de la carte Arduino Uno.

III.6.2. La carte Arduino méga :

Le schéma général de branchement pour la carte Arduino méga et présenté sur la figure (III.24):

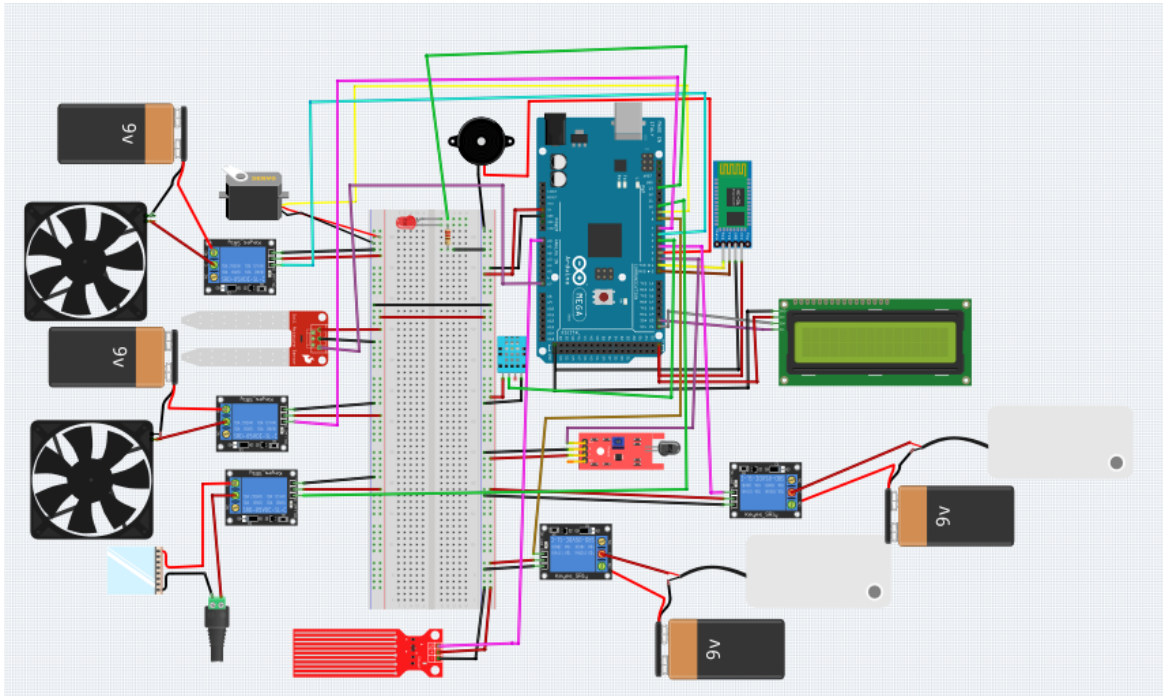


Figure III.24: Schéma général de branchement de la carte Arduino méga.

III.7. Tests et résultats du système de réalisé :

III.7.1. test d'éclairage à distance :

Le test implique l'utilisation de l'application App Inventor permettant de contrôler les lampes à distance. En appuyant sur un bouton ON, on observe l'allumage de la LED, tandis qu'en appuyant sur le bouton OFF, on voit la LED en mode désactivé. Comme on peut voir sur les figures (III.25, III.26) :

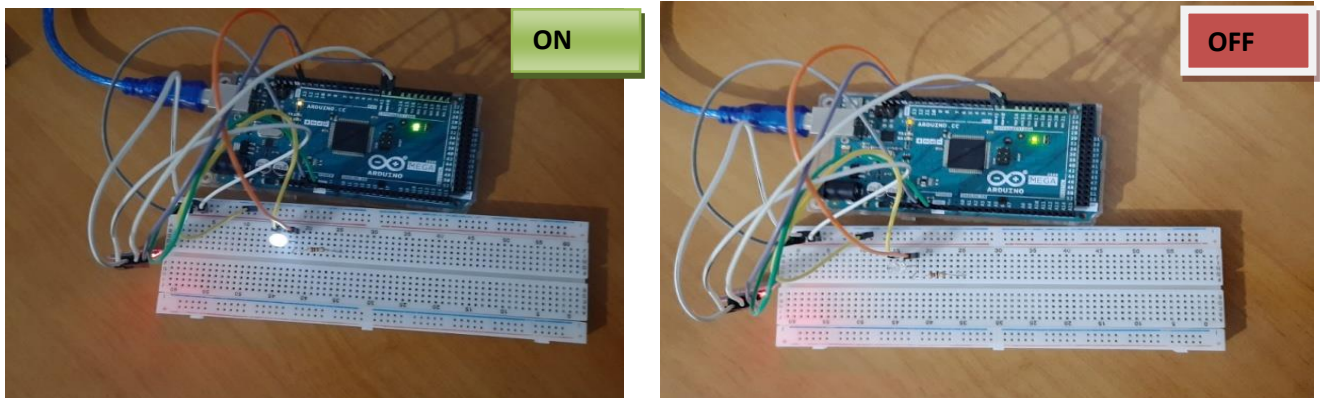


Figure III.25: Test du fonctionnement d'éclairage à distance.



Figure III.26 : Test du contrôle à distance de l'éclairage.

III.7.2. Teste d'éclairage à l'aide du panneau solaire :

Dans cette expérience, nous avons choisi d'allumer une lampe en utilisant un panneau solaire. Alors, nous avons laissé le panneau solaire au soleil pour charger les batteries. Lorsque les batteries sont déchargées, la lampe est éteinte, mais une fois qu'elles sont chargées, la lampe s'allume automatiquement. Comme on peut voir sur la figure (III.27) :

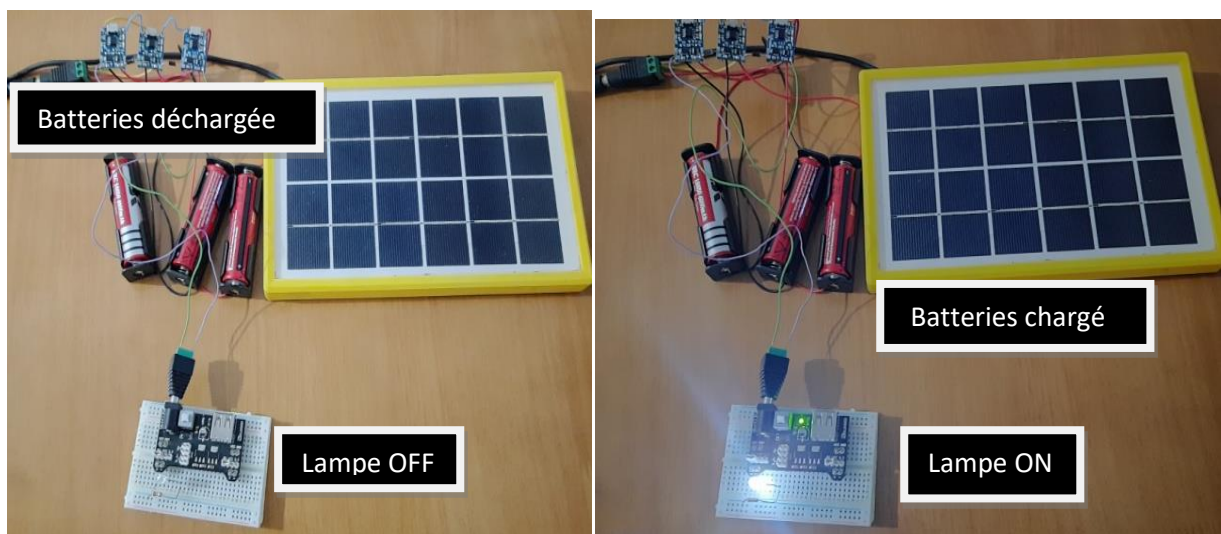


Figure III.27: Test d'éclairage à l'aide du panneau solaire.

III.7.3. Test de régulation de température et d'humidité :

Nous avons réalisé le montage du capteur DHT11 pour faire le test de la régulation de température.

Tout d'abord, on a réglé la consigne de température à 30°. Lorsque la température à l'intérieur du bâtiment dépasse cette valeur, le système va activer automatiquement le ventilateur pour le refroidissement. Cependant, lorsque le DHT11 détecte une valeur inférieure 20°, le système va activer automatiquement le chauffage. On a également ajusté la consigne d'humidité entre 55% et 75%, lorsque le capteur DHT11 détecte une valeur d'humidité supérieure ou inférieure à cette valeur, le système activera automatiquement le ventilateur (déshumidificateur), comme représenté sur la figure (III.28) :

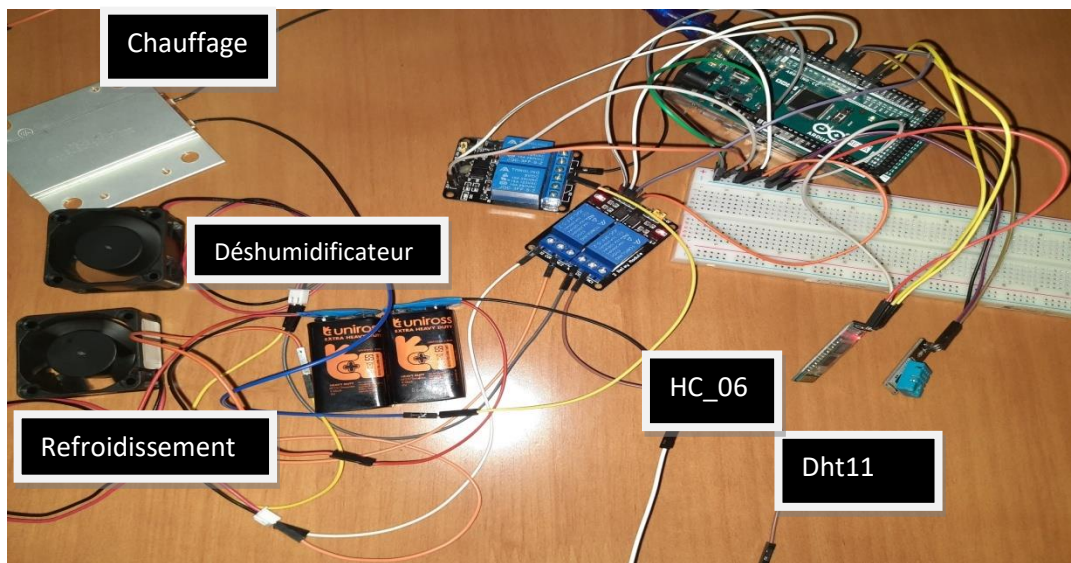


Figure III.28: teste de fonctionnement de régulation de température et d'humidité.

III.7.4. Test de régulation d'humidité de sol:

Pour ce test on a utilisé un capteur d'humidité de sol pour mesurer l'humidité de sole du bâtiment d'élevage, et on a utilisé un afficheur LCD pour afficher la valeur de cette mesure. Comme on peut voir sur la figure(III.29) :

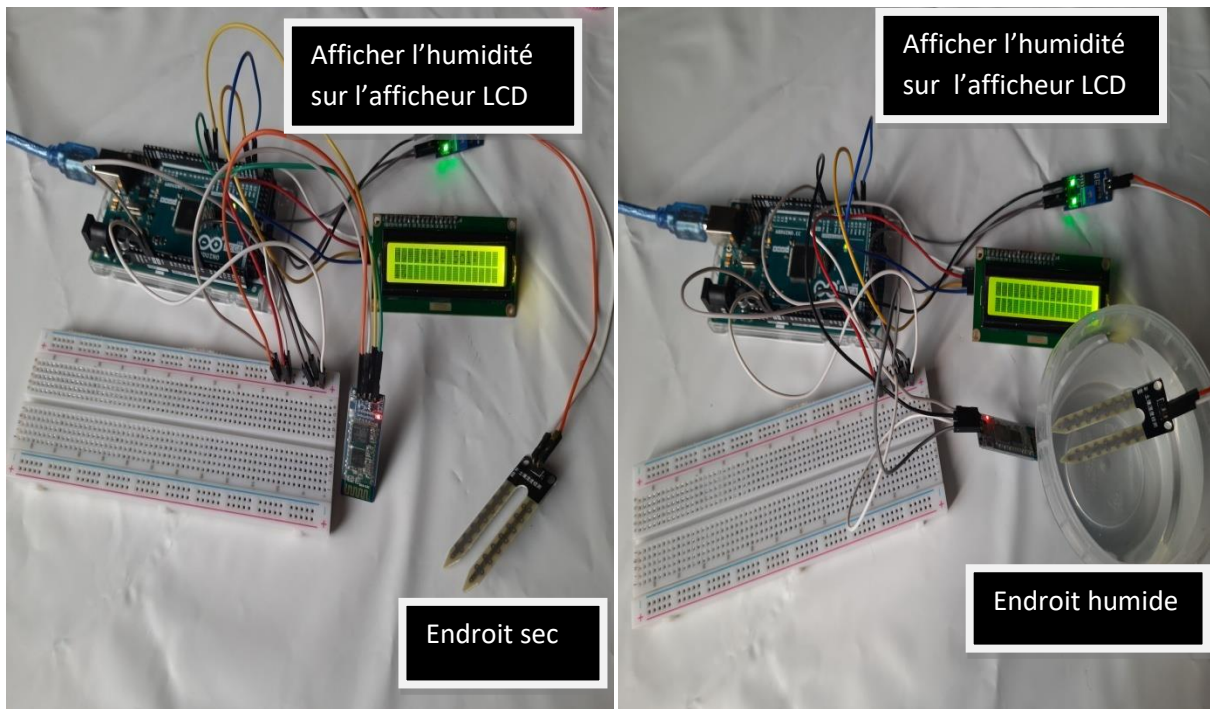


Figure III.29: Test du fonctionnement de régulation d'humidité de sol.

L'illustration ci-dessous présente une représentation visuelle de l'application Bluetooth utilisée pour représenter les trois variables climatiques (température, humidité, humidité du sol), comme on peut voir sur la figure(III.30) :

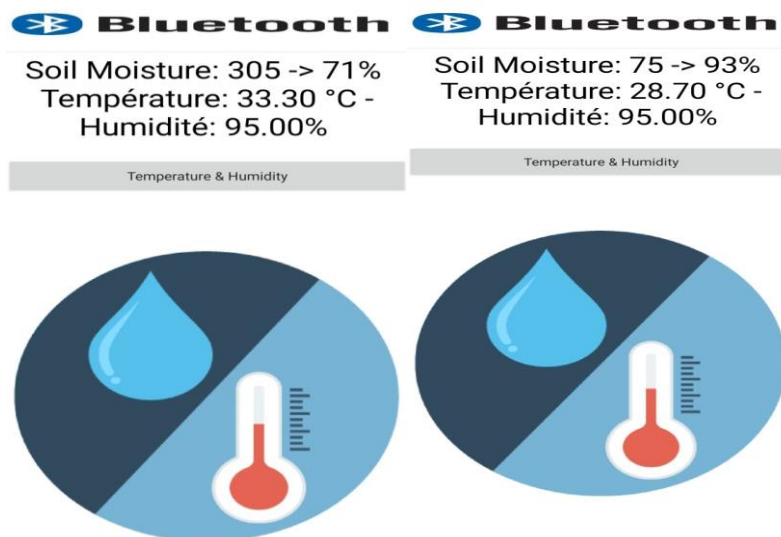


Figure III.30: Représentation visuelle de l'application Bluetooth de (température, humidité, humidité du sol).

III.7.5. Test du système d'abreuvement :

Pour réussir ce test on a placé la pompe à eau dans le réservoir d'eau de manière à ce qu'elle soit complètement immergée, à l'aide d'un capteur de niveau d'eau dans un autre réservoir le système activera la pompe automatiquement et pompe l'eau vers l'abreuvoir où se trouve le capteur de niveau d'eau, comme représenté sur les figures (III.31, III.32) :

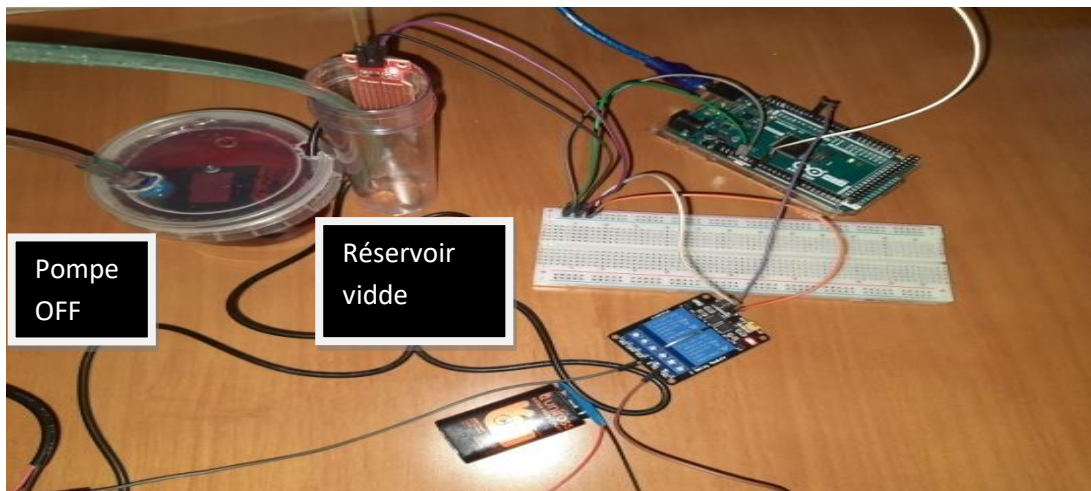


Figure III.31 : Pompe OFF.

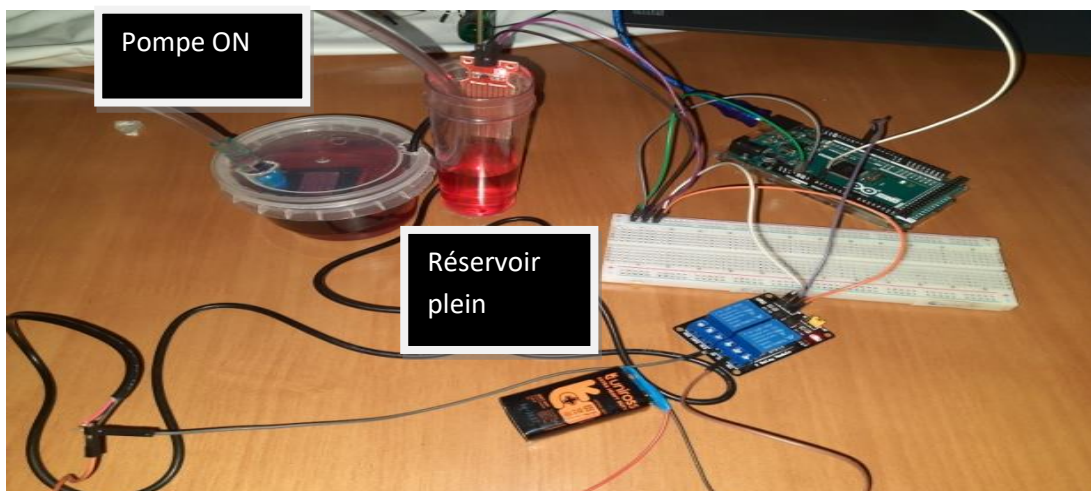


Figure III.32: Pompe ON.

III.7.6. Test du système de nourriture :

Pour ce test on a placé un servomoteur pour ouvrir la trappe d'un réservoir de façon que la nourriture du réservoir tombe vers les mangeoires, comme on peut voir sur la figure (III.33, III.34) :

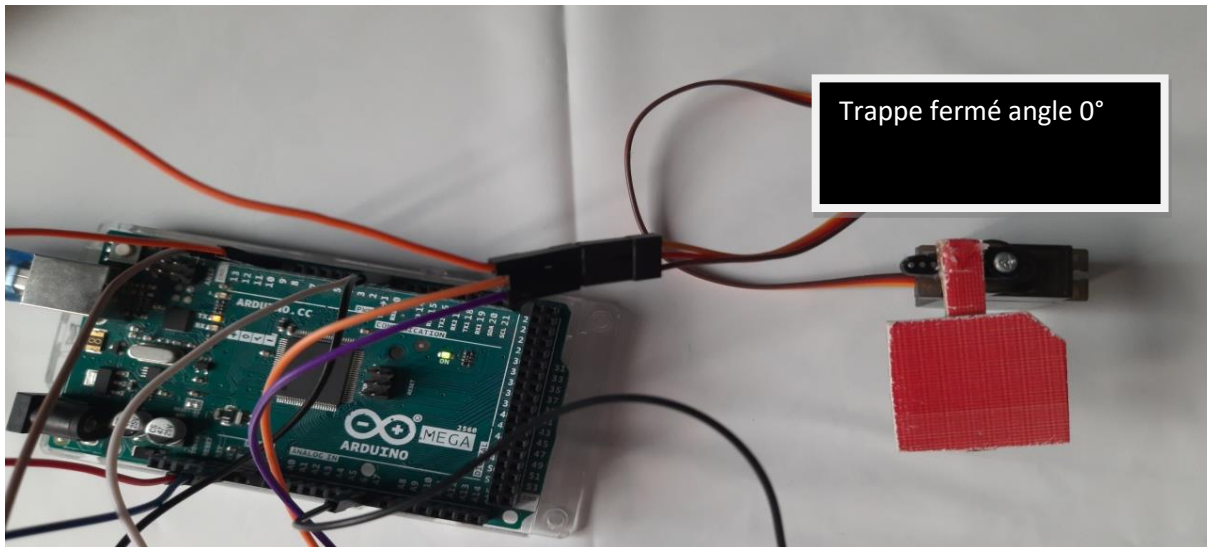


Figure III.33: Test du système de nourriture (fermé).

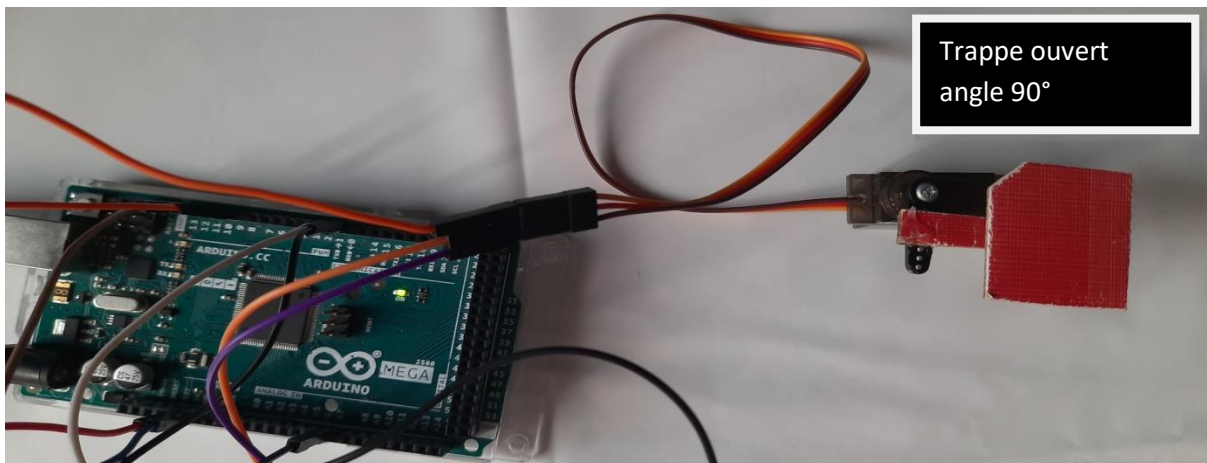


Figure III.34: Test du système de nourriture (ouvert).

III.7.7. Test du système de flamme :

Pour le test de ce système on a immigré une petite pompe à eau dans un réservoir d'eau équipé d'un tuyau. On remarque qu'à l'absence de la flamme, la pompe est désactivée et le buzzer est à l'état off, et une fois que le capteur de flamme détecte une flamme, la pompe à eau et le buzzer se déclenchent automatiquement, comme représenté sur les figures (III.35, III.36) :

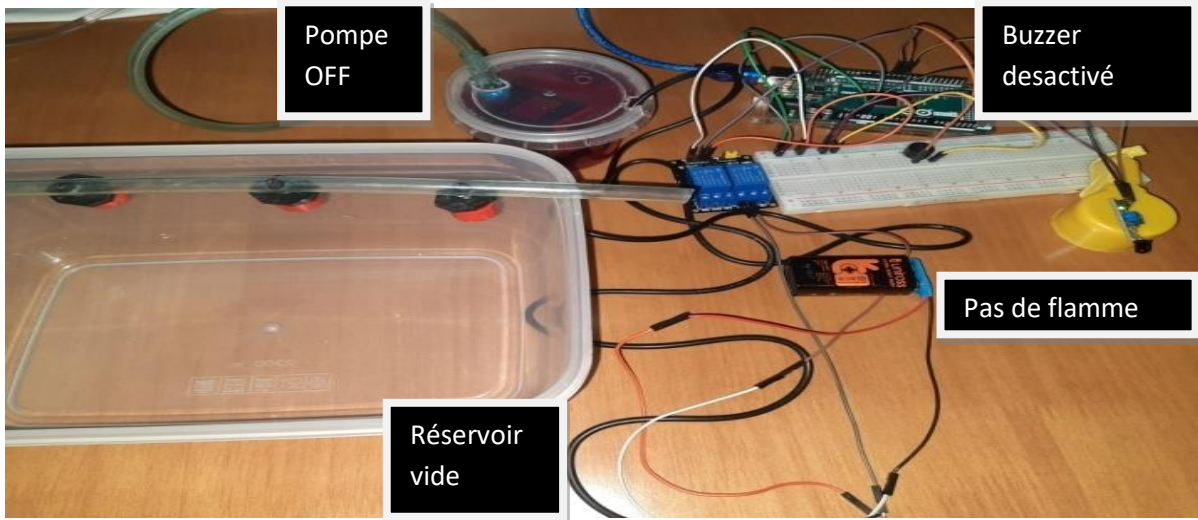


Figure III.35 : Test d'absence de la flamme.

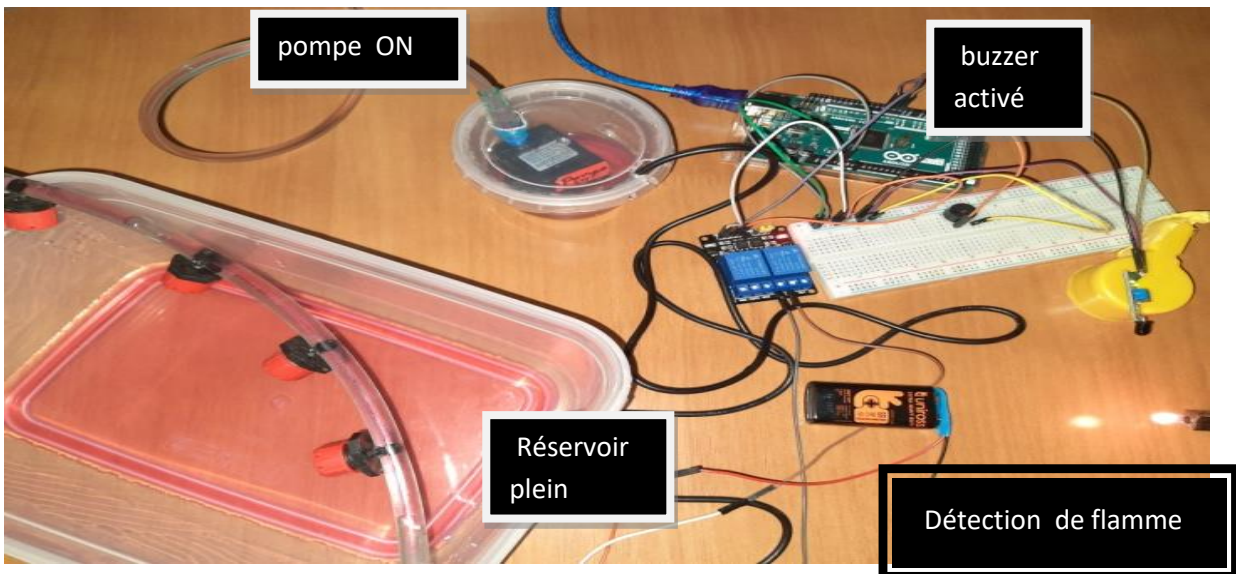


Figure III.36 : test de détection de flamme.

III.7.8. Test de fermeture de fenêtre en cas de pluie :

On a utilisé un capteur de pluie et un servomoteur pour le contrôle d'ouverture et fermeture de fenêtre. On remarque qu'une fois le capteur détecte l'eau le servomoteur active automatiquement pour ferme la fenêtre, et à l'absence de l'eau de pluie le servomoteur active pour l'ouverture de fenêtre automatiquement, comme représenté sur la figure (III.37) :

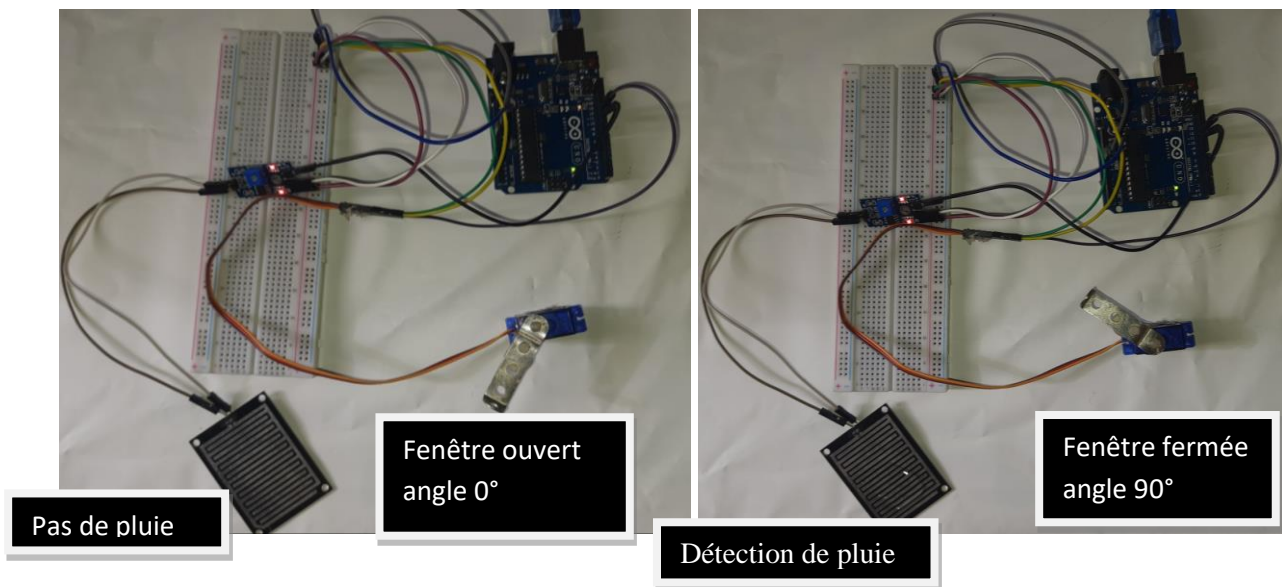


Figure III.37: Système d'ouverture/fermeture de fenêtre.

III.7.9. Test de sécurité de la porte du bâtiment :

Afin de réaliser ce test, nous avons relié un clavier 4*4 au servomoteur afin de contrôler l'ouverture et la fermeture de la porte du bâtiment. Si le mot de passe est correct, un message apparaîtra sur l'afficheur LCD : « BONJOUR RABAH-SARA » et le servomoteur fait un angle de (90°). Si le mot de passe est incorrect, « MOT DE PASSE INCORRECT » s'affichera sur l'afficheur LCD.

Pour fermer la porte Il suffit simplement d'appuyer sur « # », le servomoteur fait un pas de (-90°) et affichera également le message « Fermeture de porte » sur l'écran LCD. Comme on peut voir sur les figures (III.38, III.39, III.40) :

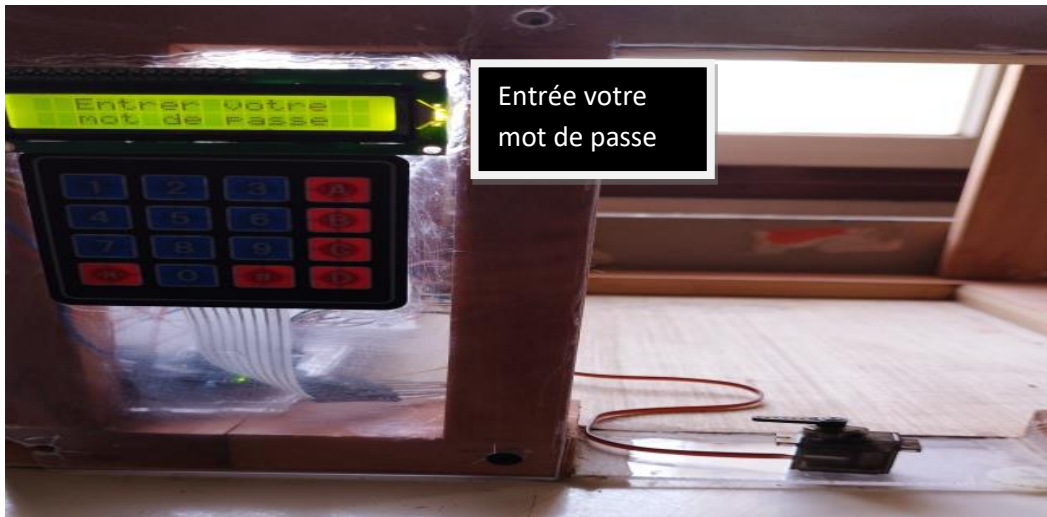


Figure III.38: Test d'ouverture et fermeture de porte avant d'entrer le mot de passe.



Figure III.39: Test d'ouverture de la porte du bâtiment d'élevage.



Figure III.40: Test de fermeture de la porte du bâtiment d'élevage.

III.7.10. Test d'éclairage extérieur automatique :

Nous remarquons que la LED est initialement éteinte pendant la lumière du jour, mais lorsque nous exposons le capteur LDR à l'obscurité, on voit que la LED s'allume immédiatement, comme représenté sur la figure (III.41) :

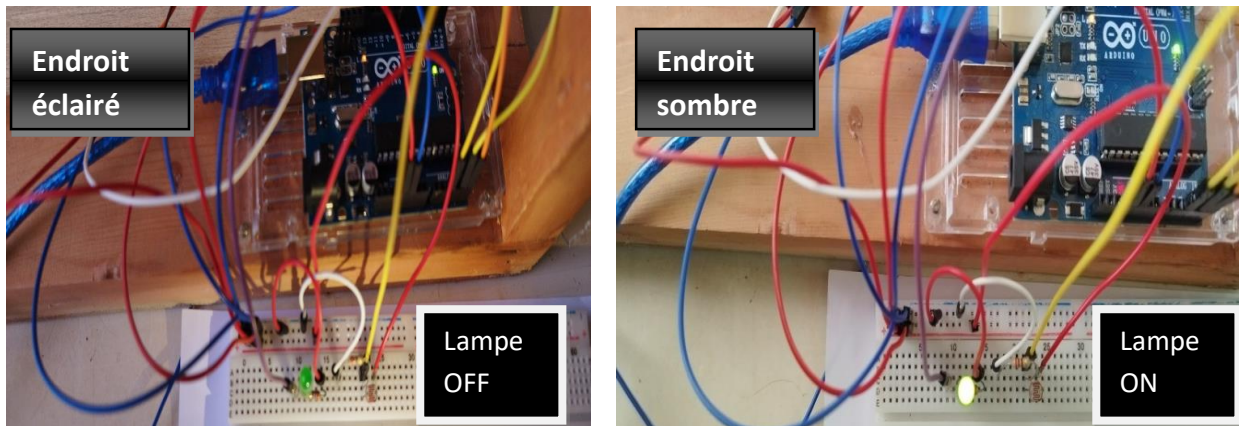


Figure III.41: Test de fonctionnement d'éclairage extérieur automatique.

III.7.11. Test général de notre système :

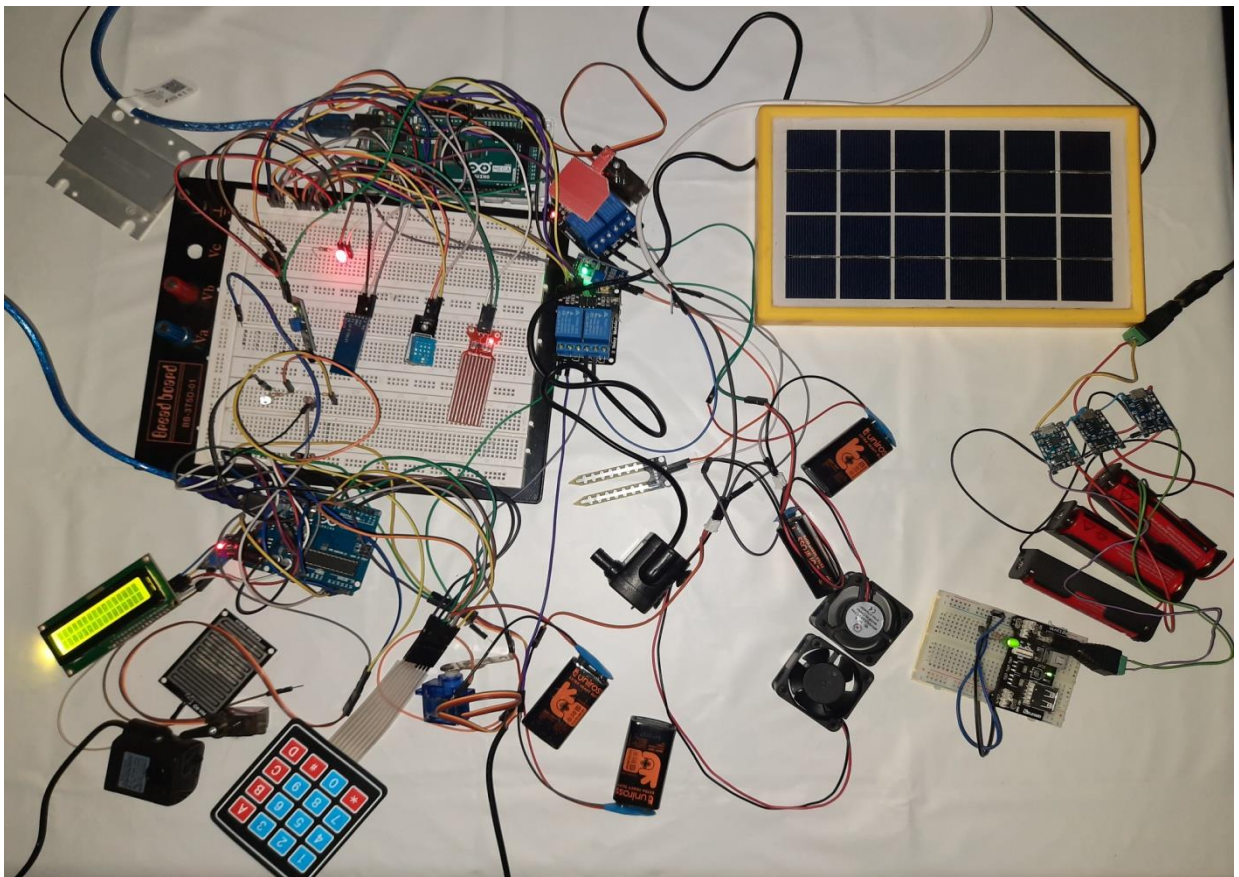


Figure III.42: Test du fonctionnement général de notre système.

III.8. Discussion :

Dans ce chapitre, nous avons exposé en détail les différentes étapes de réalisation de notre projet. Au début, nous avons exposé les différentes étapes de branchement des capteurs et impulsions de notre maquette, en utilisant le logiciel Fritzing pour représenter visuellement l'ensemble du montage. Nous avons également détaillé les chronogrammes de chaque système, ainsi que le chronogramme général employé dans notre projet. Ensuite, nous avons exposé tous les tests de fonctionnement que nous avons réalisés dans les conditions réelles, ainsi qu'une description des résultats obtenus, dans l'espoir d'avoir l'opportunité de faire l'expérience de ce système dans un véritable bâtiment d'élevage avicole à l'avenir.

Conclusion

L'objectif de notre réalisation d'un bâtiment d'élevage avicole intelligent est d'optimiser la production et le bien être des volailles tout en réduisant l'impact environnemental de l'exploitation, et la charge de travail des éleveurs, et bien sûr d'améliorer le rendement des bâtiments d'élevage avicole.

Dans le cadre de ce travail, nous avons essayé de développer un système qui assurerait un contrôle efficace et optimal des paramètres de l'environnement d'élevage de volaille tels que (la température, la ventilation, l'humidité, l'éclairage, l'humidité du sol). De plus, un système automatique de distribution de nourriture et d'eau et un système qui assure la sécurité à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment. Cela offre aux éleveurs la possibilité de contrôler et de surveiller en temps réel l'état de leurs installations d'élevage de volaille.

Afin d'automatiser la surveillance et le contrôle des paramètres climatiques à l'intérieur du bâtiment d'élevage des volailles, nous avons élaboré et réalisé un système comprenant divers capteurs pour la mesure de la température, l'humidité, l'humidité de sol et l'éclairage, ainsi que le capteur de flamme et de pluie. De plus nous avons employé différents actionneurs pour maintenir les valeurs des paramètres fournis par les capteurs dans des zones optimales. Pour le contrôle des conditions climatiques nous avons utilisé un ventilateur, une plaque chauffante, déshumidificateur, et pour assurer la distribution de la nourriture et de l'eau nous avons utilisé une mini pompe et un servomoteur. Pour le système de sécurité d'ouverture et fermeture de la porte et de la fenêtre, nous avons utilisé deux servomoteurs. Pour le contrôle de sécurité intérieure contre les flammes, on a utilisé une mini pompe et un buzzer. Dans cette réalisation, on a également utilisé un panneau solaire afin de garantir un éclairage même en cas de panne de courant.

Avec le logiciel App Inventor, notre système offre la possibilité d'afficher en temps réel les paramètres climatiques (la température, l'humidité et l'humidité du sol) sur un smartphone afin d'informer les éleveurs en cas de non-adéquation des paramètres fournis par les capteurs. Grâce à cette application, notre système est également capable de contrôler l'éclairage à distance.

Les tests réalisés sur notre système ont donné des résultats positifs et satisfaisants. Cependant, nous envisageons des améliorations pour notre projet comme :

- Ajouter des capteurs afin de contrôler la température et l'acidité de l'eau des volailles.
- Intégrer des panneaux solaires pour alimenter l'ensemble de notre projet avec une source d'énergie renouvelable.

- placer des capteurs pour surveiller la qualité d'air dans le bâtiment d'élevage.
- Inclure des caméras afin de surveiller visuellement les volailles.
- Un système de nettoyage automatique.

Enfin, nous estimons que cette réalisation est en parfaite adéquation avec les exigences et les besoins réels des éleveurs, et nous espérons avoir l'opportunité de tester le système dans un véritable bâtiment d'élevage avicole à l'avenir.

Références Bibliographique

- [1] Mémoires de Master, AMMARI Zidane et MEBARKI Imad «Conception d'un système intelligent dans le domaine de l'aviculture», Université A. MIRA – BEJAIA, Faculté de Technologie, Département de Génie électrique, année 2019-2020, page5 et 6.
- [2] FICHES TECHNIQUES D'ÉLEVAGE TROPICAL, Développement de l'aviculture traditionnelle en Afrique tropicale, juin 1989, page 2.
- [3] Mémoires de Master, M. HAOUA Zakaria et M. MOHAMED MAHMOUD Othman, «Vers des bâtiments intelligents pour l'élevage de volaille», Université: Faculté des Sciences Département d'Informatique, 2018/2019
- [4] Site Web : <https://www.talkag.com/post/?src=39474>
- [5] Site Web : <https://www.avicultureaumaroc.com/batiment.html>
- [6] Site Web : <https://www.deniau.fr/construction-de-batiment-avicole.php>
- [7] Site Web : <https://energybis.blogspot.com/2013/11/description-dun-batiment-delevage.html>
- [8] Site Web: <https://www.technic-online.fr/blog/nos-conseils-pour-le-chauffage-des-batiments-delevage-avicoles-n21>
- [9] ABBES Ameer et BOUCHAREB Khaled «Les Normes Zootechniques en Aviculture Prospection sur le Terrain De Trois Paramètres (Densité, Radiants & Surface des Fenêtres)», Université Ibn Khaldoun De Tiaret, Institut Des Sciences Vétérinaires, Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de docteur veterinaire2018/1019, page11
- [10] Mémoires de Master, Djeghbala Amina, «Effet de deux modes de distribution de l'aliment (*Ad libitum* et *Skip-a-Day*) sur les performances chez le poulet de chair.» Université Mohamed Khider de Biskra, Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie, 2018/2019, page16.
- [11] Mémoires de Licence, ABBASSI Remyssa et GHEBEICHI Fadila « Conduite de l'élevage avicole (poulet de chair) Dans la wilaya d'Ouargla (cas de daïra sidi amrane) », UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA, 2016/2017, page4
- [12] Site Web: <https://www.vencomaticgroup.com/fr/blog/temperature-control-for-layer-poultry-farmers#>
- [13] Site Web : <https://www.newr.fr/industries/agriculture/batiment-elevage/>
- [14] Conception et réalisation de la commande à distance d'une maison intelligente à base d'Arduino. Par David SADIKI INITELEMATIQUE - Baccalauréat en ingénierie 2019
- [15] Site Web : <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-servo-motor-control-code-and-circuit>
- [16] Jean-Donald-Bony «Les-ventilateurs-pdf», page1

- [17] Site Web : <https://www.maxicours.com/se/cours/capteurs-et-actionneurs/>
- [18] Site Web : <https://www.omega.fr/prodinfo/mesure-de-niveau.html>
- [19] Patricia KUKUCZKA (BADORIS - Document de synthèse relatif à une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.)) Détecteur de flamme, décembre 2012, page 6.
- [20] Site Web : <https://passionelectronique.fr/photoresistance/>
- [21] Capteur de pluie [en ligne] <http://destroyedlolo.info/IoT/Pluie/>
- [22] relais-électronique [en ligne] <https://www.electricity-magnetism.org/fr/>
- [23] Site Web : <https://www.ecosources.org/panneau-solaire-photovoltaique>
- [24] capteur d'humidité de sol[en ligne] <https://www.hengko.com/fr/news/what-is-a-soil-sensor/>
- [25] Site Web : <https://www.electronicwings.com/sensors-modules/dht11>
- [26] Site Web : <https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/module-bluetooth-hc-06-compatible-avec-arduino/>