



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي  
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle  
« I.M.S.I »

Département de Génie Industriel

## MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Génie Industriel

Thème

*Réalisation d'un prototype miniature  
d'un système smart agricole*

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
M : S.MOUFEK	MAA	Université d'Oran 2	Présidente
M : M.ROUAN SERIK	MCB	Université d'Oran 2	Examinateur
M:M. CHENNOUFI	MCA	Université d'Oran 2	Encadreur
M : H.NAIM	MCA	U. USTO physique	Co. Encadreur

Présenté et Soutenu par:

- BOUDAUD ZAHRA
- BENALI MOHAMED ABDELLAH

LE : 18/09/2023

Année Universitaire : 2022/2023

## Remerciements

❖ **Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir accordé la foi, le courage, la santé et les moyens de conception de ce modeste travail Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon directeur de mémoire, Monsieur M.CHENNOUFI, je le remercie de m’ avoir encadré, orienté et conseillé. J’ adresse mes sincères remerciements à mon Co. Encadreur et tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches. Je remercie mes très chers parents, OULHADJ et RACHIDA qui ont toujours été là pour moi. Je remercie mes frères GHANI et ABDESLEM, pour leurs encouragements. Enfin, je remercie mes amis IKRAM, IMEN, KHALED et SIDALI qui ont toujours été à mes côtés. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d’ une grande aide. À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.**

❖ **Mes remerciements vont tout particulièrement à mon encadreur M. CHENNOUFI, Co.Encadreur NAÏM HOUCINE et Dr BOUADI ABED qui m’ ont dirigé au cours de cet ambitieux travail. leur judicieux conseils ont grandement facilité la réalisation de cette étude.**

**Je remercie ma mère HOUARIA et mon père ABDEIKAder qui ont été toujours présents pour moi**

## Dédicace

❖ Je dédie ce modeste travail A :

A ma très chère mère:  
Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père:  
Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection. À mes très chers frères GHANI et ABDESLEM et ma sœur RABIAA Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout la réussite. Un gros bisou à mon petit cœur l'amour de, sa tante MOHAMED ISLEM.

❖ Je dédie ce modeste travail A mes chère parents, mes estime pour eux sont immenses, je vous remercie pour tout ce que vous avez fait pour moi. A mes frères ADDA et YUCEF et ma sœur GHOFRANE qui m'ont beaucoup soutenue dans ce travail. et je remercie tous les amis et le Dr Bouadi abed

## Résumé :

L'Algérie a modernisé ses infrastructures avicoles, mais les bâtiments d'élevage de poulets de chair sont encore en retard en raison de l'utilisation de technologies classiques et de méthodes traditionnelles. Ce manque de contrôle des conditions environnementales nuit à la santé et à la croissance des volailles.

Pour résoudre ce problème, nous avons développé un système intelligent basé sur la carte Arduino. Ce système permet un contrôle précis des conditions environnementales et offre aux éleveurs la possibilité de surveiller.

**Mot clé :** poulailler intelligent, système automatique, Programme IDE Arduino

## Table des matières :

chapitreI: Généralités .....	1
I.1  Introduction :.....	4
I.2  Généralités : .....	5
I.2.1  Définition de l'agriculture :.....	5
I.2.2  Agriculture traditionnelle : .....	5
I.2.3  Caractéristiques de l'agriculture traditionnelle : .....	5
I.2.4  Agriculture moderne :.....	6
I.2.5  Caractéristiques de l'agriculture moderne : .....	6
I.2.6  Les filières agricoles :.....	7
I.3  Généralité de l'aviculture : .....	7
I.3.1  Définition de la filière avicole : .....	7
I.3.2  L'aviculture en Algérie : .....	8
I.3.3  L'élevage de poulets : .....	9
I.4  Bâtiment d'élevage de volaille : .....	10
I.4.1  Présentation du bâtiment d'élevage : .....	10
I.4.2  Implantation de bâtiment : .....	11
I.4.3  Les dimensions de bâtiment : .....	12
I.4.4  Surface et densité : .....	12
I.4.5  Distance entre deux bâtiments :.....	13
I.4.6  Matériaux de construction : .....	14
I.4.7  Isolation du bâtiment : .....	14
I.4.8  Types de bâtiments :.....	15
I.4.9  Les équipements d'un bâtiment d'élevage :.....	15
I.4.10  Les facteurs d'ambiance dans un bâtiment d'élevage : .....	17
I.4.11  Les Phases de L'élevage : .....	20
I.4.12  Vers une aviculture intelligente .....	23
I.5  L'Internet des objets (IOT) :.....	24
I.5.1  Définition d'internet des objets : .....	24
I.5.2  Les avantages potentiels de l'Internet des objets comprennent : .....	25
I.5.3  Fonctionnement de l'IoT :.....	25
I.6  Conclusion : .....	26
chapitreII: Conception matérielle et logiciel .....	4
I.1  Introduction :.....	27
I.2  Historique : .....	27

I.3	Définition : .....	28
I.4	Architecture de la carte Arduino : .....	29
I.4.1	Alimentation électrique : .....	29
I.4.2	Description de module Arduino : .....	30
I.4.3	La connectique : .....	30
I.4.4	Les étapes de programmation d'une carte Arduino : .....	31
I.5	Les gammes de la carte Arduino : .....	31
I.5.1	Définition de la carte arduino MEGA : .....	31
I.5.2	Définition de la carte arduino UNO : .....	33
I.6	Les Avantages et les Inconvénients des cartes Arduino : .....	34
I.7	Composants électronique : .....	35
I.7.1	Les relais : .....	35
I.7.2	les protocoles de communication : .....	36
I.7.3	Le transistor : .....	41
I.7.4	Les Afficheurs LCD : .....	41
I.8	Les capteurs.....	43
I.8.1	Définition du capteur : .....	43
I.8.2	Caractéristiques: .....	44
I.9	Capteur de température et d'humidité DHT22 : .....	44
I.9.1	Brochage de DHT22 avec arduino : .....	44
I.10	Le capteur DHT11 mesure la température et l'humidité. ....	45
I.11	Capteur de qualité de l'air MQ-135 : .....	45
I.11.1	Caractéristiques.....	45
I.12	Capteur de gaz (MQ2) : .....	46
I.12.1	Caractéristiques.....	46
I.13	Capteur de gaz monoxyde de carbone électronique MQ-7 .....	47
I.13.1	Caractéristiques.....	47
I.14	Capteur de gaz MQ-8 (gaz d'hydrogène) .....	48
I.14.1	Caractéristique: .....	48
I.15	Capteur de poids 1kg.....	49
I.15.1	Caractéristiques.....	49
I.16	Capteur turbidité de l'eau : .....	50
I.17	Capteur de qualité de l'air SDS011.....	50
I.17.1	Caractéristiques:.....	50
I.18	Capteur de luminosité BH1750 .....	51

<i>I.18.1</i>	<i>Caractéristiques:</i> .....	51
I.19	Capteur de lumière TEMT6000 : .....	52
<i>I.19.1</i>	<i>Caractéristiques :</i> .....	52
I.20	. SUBMERSIBL MINI POMPE E DC 3-5V 70-120L/H.....	53
<i>I.20.1</i>	<i>Description</i> .....	53
<i>I.20.2</i>	<i>Caractéristiques</i> .....	53
I.21	ELECTOVANE 12V .....	53
<i>I.21.1</i>	<i>Caractéristique :</i> .....	53
I.22	VENTILATEUR 12V .....	54
I.23	Conclusion : .....	54
chapitreIII: Réalisation de projet .....		27
I.1	Introduction :.....	55
I.2	Présentation de notre prototype : .....	55
<i>I.2.1</i>	<i>Définition du prototype :</i> .....	55
<i>I.2.2</i>	<i>Réalisation du prototype :</i> .....	55
I.3	Structure générale de notre système réalisé : .....	56
<i>I.3.1</i>	<i>Centrale de commande</i> .....	57
<i>I.3.2</i>	<i>Capteurs :</i> .....	57
<i>I.3.3</i>	<i>Les actionneurs :</i> .....	58
I.4	La conception du notre système : .....	59
<i>I.4.1</i>	<i>Système d'alerte pour les fuites de gaz et la détection des particules de l'air :</i> .....	59
<i>I.4.2</i>	<i>Système de contrôle de la température et de l'humidité :</i> .....	62
<i>I.4.3</i>	<i>Système de contrôle de l'éclairage :</i> .....	65
<i>I.4.4</i>	<i>Système d'alimentation automatique :</i> .....	67
<i>I.4.5</i>	<i>. Système d'abreuvement :</i> .....	69
<i>I.4.6</i>	<i>Système de surveillance et de contrôle à distance :</i> .....	70
I.5	Conclusion .....	74

## Liste des figures

Figure I-1 Exemple d'un bâtiment d'élevage.....	11
Figure I-2 Le chauffage (radiant à gaz).....	16
Figure I-3 Mangeoire et abreuvoir pour poules.....	16
Figure I-4 Ventilation statique.....	18
Figure I-5 Ventilation dynamique.....	19
Figure I-6 Le poulailler en phase de démarrage.....	22
Figure I-7 Le poulailler en phase de croissance.....	23
Figure II-1 LA CARTE ARDUINO.....	27
Figure II-2 Système Arduino.....	29
Figure II-3 Alimentation de la carte Arduino.....	29
Figure II-4 Entrées et sorties numériques.....	30
Figure II-5 Entrées analogiques.....	31
Figure II-6 La carte arduino MEGA.....	32
Figure II-7 La carte arduino UNO.....	33
Figure II-8 Ensemble d'une rampe de relais.....	36
Figure II-9 Module wifi ESP8266.....	37
Figure II-10 Module Bluetooth HC-06 pour Arduino.....	37
Figure II-11 Module NodeMCU ESP8266.....	38
Figure II-12 Module GPS Neo 6m V2.....	39
Figure II-13 MODULE GSM900.....	41
Figure II-14Le transistor.....	41
Figure II-15 Ecran LCD 2004.....	42
Figure II-16 3.95 LCD TFT.....	43
Figure II-17 capteur DHT22.....	45
Figure II-18 Le capteur DHT11 mesure la température et l'humidité.....	45
Figure II-19 Capteur de qualité de l'air MQ-135.....	46
Figure II-20 Capteur de gaz/fumée MQ-2.....	47
Figure II-21 Capteur de monoxyde de carbone MQ-7.....	47
Figure II-22 Capteur de gaz MQ-8 (gaz d'hydrogène).....	48
Figure II-23 capteur de poids 1 kg.....	49
Figure II-24 Capteur de turbidité de l'eau.....	50
Figure II-25 Capteur de qualité de l'air SDS011.....	51
Figure II-26 Luminosité BH1750.....	52
Figure II-27 capteur TEMT6000.....	52
Figure II-28 MINI POMPE E DC 3-5V 70-120L/H.....	53
Figure II-29 électrovanne12 v.....	54
Figure II-30 ventilateur 12 v.....	54
Figure III-1 L'architecture du système réalisée.....	57
Figure III-3 systèmes de détection des fuit de gaz et les particules.....	60
Figure III-4 la programmation de code arduino.....	61
Figure III-5 La programmation de code arduino.....	63
Figure III-6 système de contrôle d'humidité et du température.....	64
Figure III-7 Le code Arduino pour Contrôler de la luminosité intérieure et extérieur.....	66

Figure III-8 systèmes de contrôle d'éclairage extérieure et intérieure.....	67
Figure III-9 Système d'alimentation .....	70
Figure III-10 Le code Arduino pour la surveillance et de contrôle à distance.....	72
Figure III-11 l'affichage dans application BLINK .....	73
Figure III-12 test lrs protocole de cominication .....	73
Figure III-13 le prototypage de systeme.....	74

## Liste des tableaux :

Tableau I-1 Densité à l'intérieur de bâtiments selon le type de production. [1] .....	13
Tableau I-2 Température idéale pour les poussins en fonction de leur âge. [9] .....	18
Tableau I-3 Taux de ventilation minimale. [11].....	19
Tableau I-4 Les normes d'humidité optimale. [13] .....	20
Tableau I-5 Programme de lumière recommandé. [14].....	20
Tableau II-1 Les Caractéristiques de la carte Arduino AT méga2560.....	32
Tableau II-2 Caractéristiques de la carte Arduino Uno (AT méga328).....	34

# Introduction Générale

## Contexte générale :

En Algérie, depuis les années 80, grâce à l'intervention de l'Etat, l'industrie avicole a également fait des progrès considérables: du point de vue protéique, les rations avicoles ont été améliorées et plus de 2 millions de personnes ont été soutenues. [1]

Mais malheureusement, le fonctionnement du département a toujours été en dessous de la norme internationale et son ensuite entraîné des coûts de production supplémentaires, affecté les prix à la consommation et entravé le développement niveau technique a relativement dépassé les normes techniques actuelles dans le monde. Cela a du secteur. [2]

Au cours des dernières années, les industries avicoles à l'échelle mondiale ont accompli des progrès remarquables dans le but d'améliorer la qualité et la quantité de produits avicoles destinés à la consommation humaine.

Ces avancées ont été rendues possibles grâce aux développements technologiques qui ont engendré l'avènement de l'aviculture intelligente et numérique.

Actuellement, l'un des principaux défis de l'industrie avicole est d'offrir aux éleveurs un environnement de travail bien organisé pour améliorer la gestion de la sélection, augmenter la production et offrir aux consommateurs un produit sain, de qualité, à un prix raisonnable, disponible toute l'année. Dans cette optique, nous avons développé un système informatique de contrôle des étables pour créer une ferme intelligente, autonome, économe en énergie et pilotable à distance. Les agriculteurs peuvent surveiller les conditions des poulaillers en temps réel, les gérer et les contrôler. Cette augmentation de l'efficacité technique vise à dynamiser le développement de la filière avicole algérienne en améliorant simultanément le rapport coût/qualité pour les éleveurs et les consommateurs.

L'aviculture est l'élevage des oiseaux domestiques, principalement pour la production de viande, d'œufs et de plumes. C'est une branche importante de l'agriculture qui fournit des produits avicoles à la consommation humaine. Elle a une longue histoire, remontant à des milliers d'années. Les premières formes d'aviculture étaient pratiquées par les anciennes civilisations égyptiennes, chinoises et romaines, qui élevaient des oiseaux pour leurs œufs et leur viande.

Au fil du temps, l'aviculture s'est développée et diversifiée. Aujourd'hui, il existe différents types d'élevage avicole, tels que l'élevage de volailles, d'élevage d'oiseaux d'ornement (comme les paons ou les faisans), et même d'élevage d'autruches et d'émeus.

# Introduction Générale

L'élevage avicole moderne met l'accent sur l'efficacité et la productivité. Les techniques d'élevage sont constamment améliorées pour garantir le bien-être des oiseaux et maximiser la production. Cela comprend l'utilisation de technologies de pointe pour la gestion de l'environnement, la nutrition et la santé des oiseaux.

La production d'œufs est l'un des aspects les plus importants de l'aviculture. Les œufs de poule sont une source précieuse de protéines et de nutriments pour l'alimentation humaine. Ils sont également utilisés dans l'industrie alimentaire pour la fabrication de divers produits, tels que les pâtes, les gâteaux et les mayonnaises.

En ce qui concerne la viande, la volaille est une source de protéines maigres et constitue une alternative plus saine à la viande rouge. Les techniques d'élevage moderne permettent d'obtenir une croissance rapide des oiseaux, ce qui permet de répondre à la demande croissante de viande de volaille dans le monde entier.

L'aviculture joue également un rôle économique important. Elle génère des emplois dans les zones rurales et contribue à l'économie locale et nationale. De plus, l'exportation de produits avicoles peut être une source de revenus significative pour de nombreux pays. [3].

Cependant, l'aviculture n'est pas sans défis. La santé des oiseaux est une préoccupation majeure, car ils peuvent être sujets à des maladies infectieuses qui peuvent se propager rapidement dans les élevages. La question du bien-être animal est également devenue une préoccupation croissante, et des efforts sont faits pour promouvoir des pratiques d'élevage plus respectueuses des besoins des oiseaux.

Aujourd'hui, nous pensons que la production de volaille en Algérie peut être améliorée grâce à l'utilisation et d'intégration d'un système automatique intelligent dans la filière avicole (aviculture intelligente).

Ce travail est basé sur la mise en place d'un système intelligent qui permettrait un contrôle efficace et optimal des paramètres d'un environnement d'élevage de volaille. De surcroît, ce modèle a été développé dans le but de contrôler et de surveiller en temps réel l'état du bâtiment d'élevage de volaille. Le contrôle efficace de l'environnement d'élevage de volaille réduit les coûts d'exploitation via l'automatisation et le contrôle automatique des activités quotidiennes dans les bâtiments d'élevage.

Le présent mémoire est subdivisé en deux parties :

Une partie théorique comportant deux chapitres :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités, Nous faisons une description détaillée du bâtiment d'élevage, ses équipements et enfin les conditions d'ambiance

## **Introduction Générale**

climatiques les plus importants dans la croissance des volailles. Nous y parlerons aussi des technologies utilisées ainsi que les domaines d'application.

- Le deuxième chapitre englobe une description de la partie matérielle et logiciels du projet, ainsi que le choix des capteurs et actionneurs que nous allons utiliser.
- Le troisième chapitre est consacré à la réalisation de notre système

# **chapitre: Généralités**

**I.1 Introduction :**

L'agriculture algérienne a connue à travers son histoire des déstructurations et restructuration continuelle, elle a toujours occupée une place stratégique en matière d'alimentation de la population et d'amélioration de la sécurité alimentaire son rôle est important dans le maintien de la vitalité des campagnes grâce à ses capacités de fixation des populations rurales. [4].

Ce secteur comprend différentes étapes, de la préparation des sols à la récolte des cultures, en passant par la gestion des animaux d'élevage, la fertilisation, la protection des cultures contre les maladies et les ravageurs, l'irrigation, la récolte des produits, le stockage et la transformation des récoltes, et enfin la distribution des produits finaux sur les marchés. Elle peut être pratiquée de différentes manières, allant de l'agriculture traditionnelle et de subsistance à l'agriculture moderne et intensive.

Il existe plusieurs filières d'agriculture qui se réfèrent à des domaines spécifiques de la production agricole ou à des produits agricoles particuliers comme : filière céréalière, horticole, laitière, bovine, aquacole, apicole, la filière avicole et c'est celle qu'on va l'entamée dans ce chapitre.

L'élevage automatisé de volaille est devenu une activité majeure qui contribue énormément à la croissance économique. Les fermes avicoles intelligentes permettent aux éleveurs de se libérer des tâches fastidieuses traditionnelles qui sont désormais obsolètes et chronophages. Une ferme avicole intelligente est dotée de nombreuses caractéristiques distinctives telles que l'alimentation et l'approvisionnement en eau automatisés, la collecte des œufs et la surveillance des facteurs environnementaux précis pour favoriser la croissance des volailles.

L'évolution génétique a fait en sorte qu'il est essentiel que les poulets de chair ne soient pas confrontés à des conditions environnementales extrêmes, car l'énergie ingérée servirait à maintenir leur métabolisme, et non plus au gain de poids, augmentant ainsi l'indice de conversion alimentaire .[5] Dans cette partie de notre travail, d'une part nous allons définir la filière avicole, décrire le bâtiment d'élevage ainsi que ses équipements, et expliquer les conditions environnementales clés nécessaires à la croissance des volailles. D'autre part, nous conclurons ce chapitre en présentant les dernières technologies utilisées dans le secteur avicole, telles que l'Internet des Objets (IoT).

## I.2 Généralités :

### **I.2.1 Définition de l'agriculture :**

L'agriculture est un ensemble des travaux dont le sol fait l'objet en vue d'une production végétale. Plus généralement, c'est un ensemble des activités développées par l'homme, dans un milieu biologique et socio-économique donné, pour obtenir les produits végétaux et animaux qui lui sont utiles, en particulier ceux destinés à son alimentation. [6]

Elle regroupe l'ensemble d'activités qui consistent à cultiver des plantes, élever des animaux et produire des aliments pour la consommation humaine ou animale. Elle inclut également la gestion des terres, la gestion de l'eau, la gestion des ressources naturelles et la production de biens non alimentaires tels que le denim, la laine et les biocarburants. L'agriculture est une activité basée sur la nature et dépendante des conditions climatiques, de la qualité du sol et de l'eau, ainsi que des technologies et des pratiques agricoles mises en place pour soutenir la production. L'agriculture est un élément important de l'économie et de la société dans de nombreuses régions du monde

Elle se divise en deux parties : une agriculture traditionnelle et une agriculture moderne

### **I.2.2 Agriculture traditionnelle :**

L'agriculture traditionnelle désigne les méthodes et les pratiques agricoles qui ont été développées et transmises de génération en génération sur de longues périodes, souvent enracinées dans les traditions culturelles et les connaissances locales. Elle repose sur des techniques et des outils agricoles traditionnels, généralement simples, et utilise des ressources naturelles disponibles localement.

### **I.2.3 Caractéristiques de l'agriculture traditionnelle :**

- **Main-d'œuvre intensive** : Elle nécessite souvent un travail manuel intensif, impliquant la participation de membres de la famille et de la communauté.
- **Petite échelle** : Elle est généralement pratiquée sur de petites exploitations agricoles, qui peuvent être des terrains familiaux ou communautaires.
- **Diversité des cultures** : L'agriculture traditionnelle favorise souvent la diversité des cultures, avec la rotation des cultures et l'intégration des cultures mixtes.
- **Utilisation de techniques traditionnelles** : Elle utilise des techniques agricoles éprouvées, adaptées aux conditions locales, telles que l'agriculture de subsistance, l'agriculture pluviale (reposant sur les précipitations), l'agriculture en terrasses, etc.
- **Conservation des ressources naturelles** : L'agriculture traditionnelle tend à être plus durable, en veillant à la conservation des sols, de l'eau et de la biodiversité.
- **Connaissances locales** : Elle s'appuie sur les connaissances et l'expérience des agriculteurs locaux, qui ont développé des pratiques adaptées à leur environnement spécifique.

L'agriculture traditionnelle a longtemps été la principale méthode de production alimentaire dans de nombreuses régions du monde, mais elle a été progressivement remplacée

par des méthodes agricoles modernes et intensives. Cependant, elle conserve une importance culturelle et économique significative dans certaines communautés, et certains mouvements cherchent à promouvoir son maintien et sa valorisation en raison de ses avantages en termes de durabilité et de préservation de la biodiversité.

#### **I.2.4 Agriculture moderne :**

L'agriculture moderne fait référence aux méthodes, techniques et pratiques agricoles utilisées aujourd'hui, qui intègrent des avancées scientifiques, technologiques et économiques pour augmenter la productivité, l'efficacité et la rentabilité de la production agricole. Elle est caractérisée par l'utilisation intensive de machines, de technologies, d'intrants chimiques et de connaissances spécialisées pour optimiser les rendements agricoles.

#### **I.2.5 Caractéristiques de l'agriculture moderne :**

- **Mécanisation** : L'utilisation de machines agricoles, telles que les tracteurs, les moissonneuses-batteuses et les pulvérisateurs, permet de réaliser des tâches agricoles plus rapidement et efficacement.
- **Utilisation d'intrants chimiques** : L'agriculture moderne utilise des engrais chimiques pour fournir aux cultures les nutriments nécessaires à leur croissance optimale. Les pesticides sont également utilisés pour lutter contre les maladies des plantes et les ravageurs.
- **Variétés améliorées** : Les agriculteurs modernes cultivent des variétés de plantes sélectionnées pour leur rendement élevé, leur résistance aux maladies, leur adaptabilité aux conditions locales, etc. Ces variétés peuvent être obtenues grâce à des méthodes de sélection traditionnelles ou à la biotechnologie.
- **Irrigation** : L'agriculture moderne utilise souvent des systèmes d'irrigation pour fournir de l'eau aux cultures lorsque les précipitations sont insuffisantes.
- **Gestion précise** : Les agriculteurs modernes utilisent des technologies telles que les systèmes d'information géographique (SIG), les drones et les capteurs pour surveiller et gérer précisément les cultures, en ajustant les pratiques agricoles en fonction des besoins spécifiques de chaque zone.
- **Élevage intensif** : L'élevage moderne implique souvent la concentration d'un grand nombre d'animaux dans des installations spécialisées, utilisant des techniques d'alimentation, de reproduction et de gestion pour optimiser la production de viande, de lait ou d'autres produits animaux.
- **Biotechnologie agricole** : L'utilisation de techniques biotechnologiques, telles que la modification génétique des plantes (OGM), est également associée à l'agriculture moderne. Ces techniques permettent de développer des cultures résistantes aux maladies, aux ravageurs ou aux conditions environnementales difficiles.

L'agriculture moderne vise à augmenter la production alimentaire pour répondre à la demande croissante de la population mondiale, à améliorer la rentabilité économique des agriculteurs et à réduire les risques liés aux aléas climatiques et aux maladies des cultures. Cependant, elle peut également être critiquée pour ses impacts sur l'environnement, tels que la dégradation des sols, la pollution de l'eau et la perte de biodiversité.

**I.2.6 Les filières agricoles :**

Voici quelques-unes des principales filières d'agriculture :

- **Filière céréalière** : Elle concerne la production de céréales telles que le blé, le riz, le maïs, l'orge, l'avoine, etc. Ces cultures sont utilisées pour l'alimentation humaine, l'alimentation animale et d'autres utilisations industrielles.
- **Filière des oléagineux** : Elle englobe la production d'oléagineux tels que le soja, le colza, le tournesol, les arachides, etc. Ces cultures sont principalement cultivées pour leurs graines riches en huiles végétales, qui sont utilisées dans l'alimentation, la production d'huiles comestibles, les biocarburants et d'autres industries.
- **Filière horticole** : Elle concerne la production de fruits, légumes, fleurs, plantes ornementales, herbes aromatiques, etc. Ces cultures sont généralement cultivées dans des jardins, des vergers et des serres, et elles sont destinées à la consommation humaine, à l'industrie alimentaire, à la décoration florale, aux parcs et jardins, etc.
- **Filière viticole** : Elle se rapporte à la production de raisins destinés à la fabrication de vin. Les vignobles sont cultivés dans des régions viticoles spécifiques et le processus de vinification transforme les raisins en vin.
- **Filière laitière** : Elle englobe l'élevage de vaches laitières pour la production de lait et de produits laitiers tels que le fromage, le beurre, le yaourt, etc.
- **Filière bovine** : Elle englobe l'élevage de bovins pour la production de viande de bœuf.
- **Filière porcine** : Elle concerne l'élevage de porcs pour la production de viande de porc.
- **Filière aquacole** : Elle concerne l'élevage de poissons, crustacés et autres organismes aquatiques dans des environnements contrôlés tels que les étangs, les bassins ou les cages, pour la production de poisson et de fruits de mer.
- **Filière apicole** : Elle se rapporte à l'élevage d'abeilles pour la production de miel, de cire d'abeille, de gelée royale, de propolis, etc.
- **Filière avicole** : Elle concerne l'élevage de volailles, notamment les poulets, les dindes et les canards, pour la production de viande et d'œufs. Et celle-ci que nous allons approfondir dans notre mémoire.

Ces filières représentent différentes branches de l'agriculture, chacune avec ses propres pratiques, techniques de production, défis et opportunités économiques.

**I.3 Généralité de l'aviculture :****I.3.1 Définition de la filière avicole :**

La filière avicole fait référence à l'ensemble des activités liées à l'élevage, à la production et à la commercialisation des oiseaux domestiques, principalement les volailles. Cela englobe la production de viande de volaille, d'œufs de consommation, ainsi que d'autres produits dérivés tels que les plumes, les produits pharmaceutiques pour les animaux, les sous-produits pour l'alimentation animale, etc. [7].

La filière avicole comprend différentes branches, notamment l'élevage de poulets de chair, de poules pondeuses, de dindes, de canards, de pintades et d'autres volailles. Elle peut être divisée en plusieurs secteurs, tels que l'élevage proprement dit, l'alimentation animale, la

santé animale, l'incubation et l'éclosion des œufs, ainsi que la transformation et la commercialisation des produits avicoles. L'objectif principal de la filière avicole est de répondre à la demande croissante de produits avicoles, en fournissant des aliments nutritifs et abordables à la population.

Elle joue un rôle économique crucial dans de nombreux pays, générant des emplois, favorisant le développement rural et contribuant à la sécurité alimentaire. La filière avicole est également soumise à des réglementations strictes en matière de santé animale, de bien-être animal et de sécurité alimentaire, afin d'assurer la qualité et la salubrité des produits avicoles mis sur le marché. Les avancées technologiques et les pratiques d'élevage durables sont également des préoccupations croissantes dans cette industrie, visant à réduire l'impact environnemental et à promouvoir des méthodes de production plus respectueuses du bien-être animal.

La filière avicole est définie comme un ensemble des systèmes d'acteurs directement impliqués à tous les stades de l'élaboration du produit. Elle s'étend de l'amont de la production jusqu'aux marchés de consommation final. Deux grands types de production peuvent être distingués schématiquement en aviculture en fonction des produits terminaux qu'ils génèrent la viande (volailles de chair incluant les palmipèdes gras) et les œufs de consommation. Les filières englobent les fournisseurs d'intrants (aliment, litière, bâtiment, équipement), les prestataires de service (conseils techniques, vétérinaires), les entreprises de sélection et de multiplication, les élevages de production, les abattoirs, les ateliers de découpe, les producteurs de produits élaborés et de charcuterie de volailles, les centres d'emballage des œufs et les caisseries productrices d'ovo produits.[8]

Depuis l'indépendance de l'Algérie, différentes phases chronologiques ont guidé le développement de cette filière avicole, l'aviculture familiale était bien intégrée dans la majorité des systèmes fermiers.

### **I.3.2 L'aviculture en Algérie :**

En Algérie, la filière avicole est largement dominée par l'aviculture moderne intensive, exploitant des souches hybrides sélectionnées dans un système industriel. En effet, l'aviculture traditionnelle reste marginalisée et pratiquée essentiellement en élevages de petite taille par les femmes rurales, premières concernées par le phénomène de la pauvreté. .[8]

L'introduction du modèle avicole intensif à partir de 1975 par l'importation de complexes avicoles industriels de haute technologie, a limité le développement de l'aviculture traditionnelle et notamment l'exploitation des races locales. Elle désigne l'ensemble des

activités liées à l'élevage, à la production et à la commercialisation des oiseaux domestiques, principalement les volailles, dans le contexte spécifique de l'Algérie. Elle englobe la production de viande de volaille, d'œufs de consommation et d'autres produits avicoles dérivés. L'aviculture en Algérie est une composante importante du secteur de l'agriculture et joue un rôle significatif dans l'économie nationale. L'élevage avicole est pratiqué à différentes échelles, allant des petites exploitations familiales aux grandes unités industrielles. Les principales espèces avicoles élevées en Algérie comprennent les poulets de chair, les poules pondeuses, les dindes, les canards et les pintades. Son objectif est de répondre à la demande nationale croissante en produits avicoles, en fournissant des sources de protéines animales abordables et de qualité à la population. L'aviculture contribue également à la sécurité alimentaire du pays en réduisant la dépendance aux importations de produits avicoles. Elle est soumise à des réglementations et des normes sanitaires strictes visant à assurer la qualité et la salubrité des produits avicoles. Ces réglementations couvrent des aspects tels que la santé animale, le bien-être animal, l'utilisation responsable des médicaments vétérinaires, la traçabilité des produits et la sécurité alimentaire. Elle est également confrontée à des défis tels que l'accès à des ressources en eau suffisantes, la disponibilité d'aliments pour animaux de qualité, l'amélioration de la productivité et de la rentabilité, ainsi que la promotion de pratiques d'élevage durables et respectueuses de l'environnement. Dans le cadre du développement de l'aviculture, des efforts sont déployés pour moderniser les installations avicoles, promouvoir la recherche et l'innovation, renforcer les capacités des éleveurs, et encourager les investissements dans le secteur afin de stimuler la croissance et la compétitivité de l'aviculture nationale.[8]

### **I.3.3 L'élevage de poulets :**

L'élevage de poulets, également connu sous le nom de l'aviculture de chair, fait référence à l'élevage commercial de poulets destinés à la production de viande. Les poulets de chair sont élevés spécifiquement pour leur croissance rapide et leur poids élevé, afin de répondre à la demande croissante de viande de volaille dans de nombreux pays. [9]

Il implique différentes étapes, de la sélection des poussins jusqu'à leur mise sur le marché. Les poussins sont généralement élevés dans des éclosiers avant d'être transférés dans des installations d'élevage spécialement conçues. Ces installations comprennent des bâtiments d'élevage dotés de systèmes de ventilation, d'alimentation automatique, d'abreuvement et de contrôle de l'environnement pour assurer le bien-être et la croissance optimale des poulets.

Avant de commencer le projet, il était important pour nous de comprendre les méthodes et les principes d'élevage des volailles. Nous avons donc effectué de nombreuses visites sur le terrain dans des bâtiments spécialisés pour l'élevage des poulets, afin de mieux les explorer et de bien comprendre leur fonctionnement.

#### ***1.4 Bâtiment d'élevage de volaille :***

Le succès de tout type d'élevage dépend de la stricte application de facteurs de succès, à savoir l'habitat et ses facteurs environnementaux. Les bâtiments avicoles sont des bâtiments conçus et installés spécifiquement pour l'élevage commercial de volailles. Ce type de bâtiment offre un environnement contrôlé et sécuritaire aux oiseaux, favorisant leur croissance, leur santé et leur bien-être. Les bâtiments d'aviculture sont conçus pour répondre aux besoins spécifiques de l'élevage de différentes espèces de volailles, comme les poulets de chair, les poules pondeuses, les dindes, les canards, etc. Ils sont généralement équipés de systèmes de ventilation, de chauffage et de refroidissement pour maintenir des conditions climatiques optimales au sein du bâtiment en toute saison. Les bâtiments sont équipés d'un éclairage artificiel quel type d'élevage est tributaire de l'application rigoureuse des facteurs de réussite, à savoir l'habitat et ses facteurs d'ambiance. Un bâtiment d'élevage de volaille est une structure pour contrôler le cycle de lumière et stimuler la production d'œufs chez les poules pondeuses.

Afin d'assurer un approvisionnement constant en nourriture et en eau aux volailles, des systèmes automatiques d'alimentation et d'abreuvement sont intégrés dans la conception de ces installations. Les bâtiments d'élevage de volailles sont divisés en plusieurs zones ou compartiments qui peuvent être utilisés en fonction de la taille, du groupe d'âge ou de la ségrégation fonctionnelle, rationalisant ainsi la gestion du processus d'élevage. Pour prévenir la propagation des maladies et maintenir un environnement hygiénique, des protocoles de propreté stricts sont appliqués. L'objectif premier de ces installations est d'offrir un environnement idéal pour la croissance, la santé et la productivité des volailles, tout en assurant leur confort et leur bien-être. Ces structures sont construites dans le strict respect des normes de sécurité, de santé animale et de protection de l'environnement, ainsi que des réglementations spécifiques à l'industrie avicole.

##### **I.4.1 Présentation du bâtiment d'élevage :**

Les bâtiments d'élevage de volailles sont les lieux désignés pour abriter les volailles, ils les protègent de tous les facteurs externes et travaillent à créer un environnement adaptés à leurs conditions de vie, afin d'obtenir une meilleure qualité du produit.



*Figure I-1 Exemple d'un bâtiment d'élevage.*

#### **I.4.2 Implantation de bâtiment :**

L'implantation de bâtiment fait référence au processus de sélection et de positionnement d'un bâtiment dans un site spécifique. Cela implique la décision de l'emplacement optimal pour la construction d'un bâtiment en tenant compte de divers facteurs tels que la fonction du bâtiment, les contraintes du site, les réglementations locales, les besoins des utilisateurs et les considérations environnementales. L'implantation de bâtiment comprend plusieurs étapes, notamment la recherche de sites potentiels, l'évaluation des caractéristiques physiques et géographiques des sites, l'analyse des contraintes et des avantages associés à chaque site, ainsi que la prise de décision finale concernant l'emplacement approprié. Dans le processus d'implantation de bâtiment, il est essentiel de prendre en compte des facteurs tels que l'accessibilité, la proximité des infrastructures et des services, les conditions du sol, la topographie du site, l'orientation solaire, les considérations environnementales (telles que la protection des zones sensibles), les aspects réglementaires (tels que les codes du bâtiment et les restrictions d'urbanisme), et les besoins spécifiques de l'utilisateur (tels que les besoins opérationnels et logistiques).

L'objectif de l'implantation de bâtiment est de trouver la position optimale qui répond aux exigences fonctionnelles, économiques et esthétiques du projet, tout en minimisant les impacts négatifs sur l'environnement et en maximisant les avantages potentiels. L'implantation de bâtiment est une étape cruciale dans le processus de conception et de construction, car elle influence non seulement l'efficacité et la fonctionnalité du bâtiment, mais aussi son intégration harmonieuse dans son environnement immédiat. [10]

. Une planification et une analyse minutieuses sont nécessaires pour assurer une implantation réussie, en prenant en compte les divers facteurs et en garantissant la viabilité à long terme du bâtiment.

Implantation du bâtiment et son environnement sont des conditions parmi celles qui contribuent le plus à la réussite de la production avicole. Dans le choix de l'emplacement des bâtiments il faut tenir compte des conditions suivantes [11]:

- Un endroit sec, perméable à l'eau ; bien aéré mais abrité des vents froids.
- Eviter absolument les lieux humides et les bas-fonds qui sont chauds en été et très humides.
- Permettre un bon drainage des eaux pluviales et des eaux de ruissellement.
- Orienter le bâtiment perpendiculaire ou parallèle au vent dominant pour permettre une meilleure ventilation
- Bien séparer chaque local de l'ensemble de l'élevage pour éviter les risques de,
- Contamination en cas de maladies, les dimensions du bâtiment de production sont en fonction des densités et équipements retenus suivant que l'élevage des animaux se fait, au sol ou en batterie.

#### **I.4.3 Les dimensions de bâtiment :**

Les dimensions d'un bâtiment font référence aux mesures et aux proportions de sa structure, en termes de longueur, de largeur et de hauteur. Les dimensions d'un bâtiment sont un aspect essentiel de sa conception, car elles déterminent la surface au sol, la capacité d'accueil, l'espace intérieur, la fonctionnalité et l'esthétique globale du bâtiment.

Une planification minutieuse des dimensions du bâtiment permet de maximiser l'utilisation de l'espace, d'assurer une circulation adéquate à l'intérieur, de garantir la stabilité structurelle et de créer une esthétique cohérente avec le contexte environnant.

Les dimensions du bâtiment sont comme suit : [12]

#### **I.4.4 Surface et densité :**

Elle est directement en fonction de l'effectif de la bande à installer, on se base sur une Densité de 10 à 15 poulets/ m<sup>2</sup>, ce chiffre est relativement attaché aux conditions d'élevage en hiver l'isolation sera un paramètre déterminant, si la température descend, la litière ne pourra pas être séchée.

##### *a La largeur :*

Liée aux possibilités de bonne ventilation. -Varie entre 8-15 m de largeur. -De -6-8 m : envisagé à Un poulailler à une pente. -De - 8-15m : envisagé à un poulailler à double pente avec lanterneau d'aération à la partie supérieure.

##### *b Longueur :*

Elle dépend de l'effectif des bandes à loger : Pour 8 m de large par 10 m de long dépend 1200 poulets avec une partie servant de magasin pour le stockage des aliments.

*c Hauteur :*

Dépend du système de chauffage, elle varie de 5 à 6 m.

**I.4.5 Distance entre deux bâtiments :**

La distance entre deux bâtiments ne doit jamais être inférieure à 30 m. Pour limiter tout Risque de contamination lors d'une maladie contagieuse, plus les bâtiments sont rapproché plus les risques de contamination sont fréquents, d'un local à l'autre, ainsi il faut dès le début prévoir un terrain assez vaste pour faire face Pour le poussin Les dimensions d'un bâtiment (largeur, hauteur, surface ouverte) sont déterminées en premier lieu par le type de production et le nombre maximal de volailles par bâtiment :

Type	Poulet de chair	Poules pondeuse	Dinde
Densité	8 à 10 poulets/m <sup>2</sup>	7 à 8 poulettes /m <sup>2</sup> au sol  30 à 50 poulettes /m <sup>2</sup> en cage	4 à 6 dindonneaux /m <sup>2</sup>

Tableau I-1 Densité à l'intérieur de bâtiments selon le type de production. [1]

- **Les ouvertures :**
- ✓ **Les portes :**

Placées généralement sur la face large du bâtiment elles doivent être disposées de façon à faciliter le travail, être fermées sans causer de bruit pouvant nuire au comportement des poulets (Alloui, 2006).

- ✓ **Les fenêtres :**

Leur surface représente 10 % de la surface totale du sol, il est indispensable que les fenêtres soient placées sur les deux longueurs opposées du bâtiment pour qu'il y ait appel d'air, ce qui se traduit par une bonne ventilation statique : on conseille également que les fenêtres soient grillagées afin d'éviter la pénétration des insectes et des Oiseaux (Djerou Z., 2006)

Pour les bâtiments à ventilation statique, les dimensions des fenêtres conseillées sont les

Suivantes : Longueur : 1,50 m: Largeur : 0,7 m Surface d'une fenêtre : 1,05 mètre au carré, ouverture en vasistas (Pharmavet, 2000).

**I.4.6 Matériaux de construction :**✓ **Les murs :**

Les murs doivent être en parpaings ou en briques, de constructions solides et isolantes. Et ils doivent être aussi crépis au mortier à l'extérieur pour les rendre étanches et en plâtre à l'intérieur pour diminuer au maximum le taux hygrométrique. La surface lisse permet un chaulage facile et uniforme éliminant les poussières et matières virulentes (Pharmavet, 2000)

✓ **Le sol :**

Il doit être solide, imperméable, en ciment qui est mieux qu'à terre battue, pour faciliter le nettoyage et la désinfection et permettre une lutte plus facile contre les rongeurs. Et protéger la litière contre l'humidité et la chaleur. Cette isolation sera faite par une semelle en gros cailloux de 30 à 35 cm soulevé par rapport au niveau du terrain. Le sol posé est lui-même en ciment ou en terre battue. Le bois est réservé aux installations en étages (Belaid, 1993)

✓ **Le toit ou la toiture :**

Il doit être lisse à l'intérieur, ce qui facilite son nettoyage et résistant aux climats les plus durs à l'extérieur La toiture est constituée de :

Tuiles : bonne isolation mais coûteuse.

Tôles ondulés : trop chaude en été et froide en hiver il faut éviter donc les plaques d'aluminium sur le toit car elles reflètent énormément les rayons solaires en été rendant les bâtiments très chauds, si non, il faut les doubler par une sous tonture avec de la laine minérale, il est utilisé aussi le polyéthylène expansé également.

✓ **Les fondations :**

Les fondations sont de 40 cm de profondeur et seront de préférence en béton pour éviter l'infiltration des eaux et la pénétration des rats (Belaid, 1993).

**I.4.7 Isolation du bâtiment :**

D'après Jacquet (2007), L'objectif de l'isolation est de rendre les conditions d'ambiance intérieure les plus indépendantes possible des conditions climatiques extérieures. Elle limite le refroidissement en hiver, les entrées de chaleur au travers des parois en été, et les écarts de température entre l'ambiance et le matériau, pour éviter la condensation. On veillera aussi à assurer l'étanchéité du bâtiment de manière à limiter les entrées d'air néfastes dans l'aire de vie des volailles.

**I.4.8 Types de bâtiments :*****a Bâtiment clair :***

Ce sont des poulaillers qui disposent de fenêtres, ou bien des ouvertures qui laissent pénétrer la lumière du jour. Pour ce type de bâtiment il y a certains qui comprennent une ventilation statique et d'autre dynamique.

En Effet, il est assez difficile d'y contrôler l'ambiance notamment la température ; les volailles y sont soumises à des variations importantes, même bien isolé, ne peut empêcher les échanges thermiques [10].

Un bâtiment clair de volaille est une structure d'élevage de volaille conçue avec des matériaux transparents ou translucides pour permettre une meilleure transmission de la lumière naturelle. Il offre des avantages tels qu'une meilleure qualité de lumière, des économies d'énergie et des bienfaits pour la santé et le bien-être des volailles.

***b Bâtiment obscur :***

Un bâtiment obscur de volaille est un type de bâtiment d'élevage conçu pour limiter l'exposition à la lumière naturelle à l'intérieur de l'installation. Il est utilisé principalement dans le cadre de l'élevage de poules pondeuses pour réguler la production d'œufs. Ces bâtiments sont équipés de systèmes d'éclairage artificiel pour contrôler précisément la lumière et offrir un environnement optimal pour les volailles.

Ce sont des poulaillers complètement fermés. Pour les conditions d'ambiance sont alors entièrement mécanisées : éclairage et ventilation. En effet, la technique obscure pose fréquemment des problèmes car les bâtiments nécessitent un éclairage convenablement installé et une ventilation totalement efficace ce qui dans la pratique est extrêmement délicat à réaliser. Le problème particulier est d'assurer un renouvellement et un mouvement homogène de l'atmosphère [10].

**I.4.9 Les équipements d'un bâtiment d'élevage :**

Les équipements des bâtiments d'élevage se doivent donc d'être toujours en parfait état et dimensionnés à la taille de l'exploitation. Ils désignent l'ensemble des installations et des dispositifs utilisés pour assurer le bon fonctionnement de l'élevage des animaux. Ces équipements sont spécialement conçus pour répondre aux besoins spécifiques des animaux élevés et pour faciliter les tâches des éleveurs. Ils contribuent à créer un environnement favorable à la santé, à la sécurité et au bien-être des animaux, ainsi qu'à l'efficacité de l'élevage.

On peut les citer comme tels :

***a Le chauffage :***

Le chauffage est essentiel pour les poussins pendant leur jeune âge, et le radiant à gaz est le moyen le plus couramment utilisé à cet effet. Généralement, un prototype typique de ce dispositif peut chauffer jusqu'à 500 poussins.



*Figure I-2 Le chauffage (radiant à gaz).*

***b L'alimentation:***

Afin d'assurer une alimentation et une hydratation adéquates des poulets, il est crucial de disposer d'un nombre suffisant de mangeoires et d'abreuvoirs adaptés à leur âge. Des mangeoires et des abreuvoirs de premier et de deuxième âge sont disponibles pour répondre à ces besoins spécifiques. Il est impératif de prévoir un abreuvoir pour 50 sujets et une mangeoire pour 30 sujets, indépendamment de l'âge des poulets.



*Figure I-3 Mangeoire et abreuvoir pour poules*

***c Ventilateurs:***

Apportent l'oxygène nécessaire aux poulets et évacuent les gaz (Ammoniac, CO2, vapeur d'eau) résultant de l'aération et des fermentations de la litière.

***d Les lampes:***

Ils sont des lampes spéciales conçues pour l'éclairage d'animaux dans le poulailler.

***e Thermomètres:***

Ils sont utilisés pour assurer un meilleur contrôle des variations de température. Il existe d'autres Accessoires qui sont utilisées dans les poulaillers, tel que : Groupe électrogène, Matériel contre incendie, Matériel d'intervention (vaccination), Balance, Outils et produits de désinfection.

**I.4.10 Les facteurs d'ambiance dans un bâtiment d'élevage :****➤ Température :**

C'est le facteur qui a la plus grande incidence sur les conditions de vie des animaux, ainsi que sur leurs performances. Les jeunes sujets sont les plus sensibles aux températures inadaptées Les besoins en température des animaux diminuent avec l'âge, il faudra concevoir un bâtiment pouvant être chauffé efficacement au démarrage d'une bande et étant suffisamment aéré pour que les animaux en phase d'élevage ne souffrent de la chaleur. Il est recommandé de maîtriser la température ambiante durant le cycle d'élevage comme montré dans le tableau ci-dessous:

Age du poussin (nb de jours)	Température sous la chaufferette	Température dans le poulailler
1	31 °C	26 °C
3	30 °C	25 °C
5	29 °C	25 °C
7	29 °C	25 °C
9	27 °C	25 °C
11	26 °C	24 °C
14	26 °C	24 °C
16	25 °C	24 °C
18	25 °C	24 °C

20	24 °C	24 °C
22	24 °C	23 °C
24	23 °C	23 °C

Tableau I-2 Température idéale pour les poussins en fonction de leur âge. [9]

➤ **Ventilation:**

Pour chaque poulailler, l'installation d'une ventilation est spécifique. Elle dépend de nombreux facteurs tels que le climat, l'orientation du bâtiment, la direction des vents dominants, le type de bâtiment, etc..... L'objectif de la ventilation est bien sûr de renouveler l'air dans le bâtiment d'élevage afin :

- d'assurer une bonne oxygénation des sujets en fournissant de l'air frais.
- d'évacuer l'air vicié chargé de gaz nocifs produits par les animaux, la litière et les appareils de chauffages, tels que CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, CO...
- d'éliminer les poussières et les microbes en suspension dans l'air.
- Réguler l'ambiance du bâtiment au niveau de la température et de l'humidité.

\*On distingue deux systèmes principaux de ventilation :



- ✓ **Ventilation statique** : ouverture des trappes et fenêtres d'aération.

Figure I-4 Ventilation statique

- ✓ **Ventilation dynamique** : utilisation des extracteurs d'air et ventilateurs.



*Figure I-5 Ventilation dynamique*

Age	Taux de ventilation (m3/heure/sujet)
1 – 7 jours	0,16
8 – 14 jours	0,42
15 – 21 jours	0,59
22 – 28 jours	0,84
29 – 35 jours	0,93
36 – 42 jours	1,18
43 – 49 jours	1,35
50 – 56 jours	1,52

*Tableau I-3 Taux de ventilation minimale. [11]*

➤ **Humidité :**

L'humidité à l'intérieur du poulailler a une grande incidence sur les possibilités de refroidissement corporel des animaux. Elle est mesurée par un hygromètre ou un thermo-hygromètre qui permet d'enregistrer l'humidité relative de l'air et la température également. En effet, quand ceux-ci ont chaud, ils commencent par augmenter leur ingestion d'eau, puis ils écartent leurs ailes et recherchent la fraîcheur du sol. Mais par contre l'humidité favorise la croissance optimale des agents infectieux et infectants [12].

Age	Humidité idéal
1 – 21 jours	55 – 60 %
22 – 28 jours	55 – 65 %
>29 jours	60 – 70 %

Tableau I-4 Les normes d'humidité optimale. [13]

➤ **Eclairage :**

La lumière joue un rôle primordial dans l'environnement des oiseaux en exerçant une influence majeure sur le développement gonadique, ce qui en fait un élément clé dans la reproduction des volailles en offrant une meilleure visibilité, la lumière facilite l'identification des abreuvoirs, des mangeoires et des chaînes par les poussins de chair.

Age	Durée de la période avec lumière
1 – 4 jours	23 heures
5 – 10 jours	20 heures
10 à la fin	23 heures

Tableau I-5 Programme de lumière recommandé. [14]

➤ **Litière :**

La litière sert à isoler les poussins du contact avec le sol (micro-organisme et froid) et à absorber l'humidité des déjections (Chambre d'agriculture de la Drôme, 2013). Il est recommandé que la litière soit saine, sèche, propre, absorbante, souple et constituée d'un matériau volumineux et non poussiéreux, paille hachée et copeaux de bois à titre d'exemple.

#### **I.4.11 Les Phases de L'élevage :**

Comprend ainsi les étapes suivantes :

- Le vide sanitaire
- La préparation du poulailler
- La phase de démarrage
- La phase de croissance
- La phase de finition.

***a Vide sanitaire***

Le choix du site de la ferme et la conception des bâtiments visera à préserver au maximum l'élevage de toute source de contamination. La protection sera renforcée par la mise en place des barrières sanitaires. A l'intérieur du bâtiment, la protection sanitaire nécessite la pratique du vide sanitaire, En effet, entre le départ d'une bande et la mise en place d'une bande suivante, le bâtiment et les équipements doivent être lavés et désinfecter selon un protocole précis comprenant les opérations suivantes:

- Evacuation de la litière.
- Evacuation du matériel amovible, Dépoussiérage du bâtiment.
- Décapage et nettoyage du bâtiment.
- Rinçage.
- Désinfection de tout le matériel, y compris celui se trouvant dans le magasin, avec une solution non corrosive, après son humidification.
- Rincer à l'eau tiède sous pression de préférence Balayer, broser, racler et gratter le sol, le mur et le plafond.

Laisser le bâtiment bien aéré et au repos pendant 10 à 15 j, toutefois la durée de repos peut être prolongée jusqu'à 30 à 40 j si l'exploitation connaît des problèmes sanitaires.

***b Préparation du poulailler :***

La Après le vide sanitaire, le bâtiment devra être préparé d'avance avant l'arrivée des poussins pour assurer un bon démarrage. Ainsi, les opérations à effectuer 2 j avant l'arrivée des poussins sont:

- Etaler la litière à base de paille ou de copeaux de bois sachant que la quantité à mettre en place. Varie de 4 à 5kg par m<sup>2</sup> sur une épaisseur de 5 à 8cm pour un démarrage en été et au printemps et 8 à 10cm pour un démarrage en automne et en hiver.
- Pulvériser une solution antifongique.
- Remettre en place le matériel premier âge tout en vérifiant son fonctionnement.
- Réaliser une deuxième désinfection lorsque tout le matériel est en place.
- Allumer les sources de chauffage et surveiller leur bon fonctionnement
- Ce temps est de 36 à 48 heures avant l'arrivée des poussins en hiver et 24 heures en été suffisent.

Pour un chauffage localisé les sources de chaleur doivent être placées à une hauteur de 80 à 120cm et inclinée sur un angle de 45 ° par rapport à l'axe l'horizontal. Cette position augmente la surface de chauffage, facilite l'évacuation des gaz de combustion et évite les incendies [13]

***c La phase de démarrage :***

La phase de démarrage est d'environ 15 jours pendant laquelle le poussin va développer ses plumes. Durant les premiers jours de vie, Le poussin est fragile et incapable de régler sa propre température corporelle jusqu'à atteindre l'âge de 12-14 jours. Son confort dépend

totalemment du contrôle des paramètres extérieurs, la capacité de l'éleveur, la qualité du bâtiment et de l'équipement. C'est pourquoi il faut la maîtrise de l'ambiance (L'ambiance bioclimatique dans laquelle vivent les volailles, constitue l'un des paramètres les plus importants de leur environnement; un bâtiment bien adapté doit permettre à l'éleveur de mieux la maîtriser tout au long du cycle de production).

Par ailleurs pendant cette période se déroule le programme de vaccination qui va permettre de protéger l'oiseau des principales maladies virales (Marek, Bronchite Infectieuse, New Castle...) et parasitaire (vaccination anticoccidienne-, premiers vermifuges...). Il s'agit donc d'une période relativement délicate, qui suppose beaucoup de présence et d'attention de la part de l'éleveur.



*Figure I-6 Le poulailler en phase de démarrage*

La densité du poulailler en période de démarrage (Poussin de 1 à 15 jours) est de 30 à 20 poulets/m<sup>2</sup>.

***d La phase de croissance (12 à 42 jour) :***

C'est durant cette phase que là est la plus importante et la plus critique en ce sens qui charge au m<sup>2</sup> est la plus importante d'où la nécessité de maîtriser la ventilation, La densité du poulailler en phase de croissance (12 à 42 jours) est de 20 à 15 poulets/m<sup>2</sup>. [14]



*Figure I-7 Le poulailler en phase de croissance*

La densité du poulailler en période de croissance (15 à 30 jours) est 10 poulets/m<sup>2</sup>.

*e La phase de finition :*

La phase de finition est la dernière période d'élevage, dont la durée varie entre 31 à 50 jours d'âges en fonction des objectifs de production (âge et poids à l'abattage) et des circuits de commercialisation.

Dans les derniers jours d'élevage, les animaux sont très sensibles aux variations de température, ils sont moins mobiles de fait de la concentration et leurs performances dépendant beaucoup du nombre et de la proximité des points d'alimentation et d'abreuvement.

Concernant l'opération d'abattage, des échantillons de poulets doivent être envoyés au laboratoire vétérinaire pour les analysés. Par la suite, un certificat d'abattage est délivré par l'autorité vétérinaire compétente sur la base des bulletins des résultats obtenus. Après la fin de chaque cycle de production, l'éleveur est amené à calculer les facteurs de rentabilité qui se rapportent au rendement zootechnique (Indice de consommation et taux de mortalité) et au rendement économique.

En général, l'on parvient dans de bonnes conditions à produire des poulets de 2,5 à 3 kg de poids vif au bout de 45 jours avec 5 kg d'aliment. Le taux de mortalité acceptable est de 6 %.

#### **I.4.12 Vers une aviculture intelligente**

Il y a d'abord eu les smartphones, puis les Smart Houses (maisons connectées). Aujourd'hui, les Smart Farms ou fermes intelligentes sont en passe de révolutionner le monde agricole [13]. Les avancées technologiques bouleversent le monde de la production agricole.

Les fermes intelligentes vont se développer d'avantage dans ce domaine avec une production alimentaire de plus de 70% aux alentours des années 2050 et en considérant un climat qui évolue également. La production alimentaire est amenée progressivement à changer et l'on prévoit des innovations dans le de la gestion des fermes agricoles « Smart Farms » [13]. Quel que soit le secteur d'activités, les objets et équipements sont de plus en plus connectés et intelligents. Nous assistons par exemple à la démocratisation des véhicules autonomes, des systèmes de domotique, et des assistants personnels digitaux [13]. La technologie, au cœur de tous ces appareils, est celle de l'Internet des Objets (IoT) qui connecte le monde physique à l'univers du digital pour réduire l'effort humain. Déjà présente dans de nombreux secteurs industriels, l'IoT commence aussi à avoir un impact significatif sur le machinisme agricole [13]. Les fermes intelligentes représentent le future, les industriels doivent dès lors prendre les mesures nécessaires en investissant dans des technologies et processus adaptés pour répondre aux futurs besoins et attentes des agriculteurs [13].

Les avantages de l'aviculture intelligente sont nombreux. Elle permet d'optimiser la gestion des ressources, en ajustant les conditions environnementales en fonction des besoins spécifiques des volailles, ce qui améliore leur bien-être et leur santé. Elle facilite également la détection précoce des maladies, réduisant ainsi les risques sanitaires et permettant une intervention rapide pour prévenir les épidémies. Son objectif est d'améliorer la rentabilité économique, la durabilité environnementale et le bien-être animal dans le secteur avicole, tout en répondant à la demande croissante de produits avicoles de qualité. Elle favorise une approche plus responsable et technologiquement avancée de l'élevage avicole, contribuant ainsi à une meilleure efficacité et à une meilleure gestion des ressources tout au long de la chaîne de production.

## ***1.5 L'Internet des objets (IOT) :***

### **I.5.1 Définition d'internet des objets :**

L'Internet des objets (IdO), également connu sous le nom d'Internet of Things (IoT) en anglais, fait référence à un réseau de dispositifs physiques, tels que des appareils électroniques, des véhicules, des capteurs et autres objets, qui sont connectés entre eux avec Internet. Ces objets sont dotés de capacités de communication et d'échange de données, leur permettant de collecter, de partager et d'analyser des informations.

L'objectif de l'IdO est de créer un réseau intelligent et interconnecté d'objets qui facilite la collecte et l'échange d'informations en temps réel, permettant ainsi une meilleure prise de décision, une automatisation des tâches, une optimisation des ressources et une amélioration

de l'efficacité dans divers domaines, tels que l'agriculture, la santé, l'aviculture, l'industrie, les transports, les villes intelligentes, etc.

### **I.5.2 Les avantages potentiels de l'Internet des objets comprennent :**

- Automatisation et optimisation des processus : Les objets connectés peuvent être programmés pour effectuer des tâches automatiquement, ce qui peut conduire à une efficacité accrue et à une réduction des erreurs humaines.
- Prise de décision basée sur les données : Les données collectées par les objets connectés peuvent être analysées pour obtenir des informations précieuses, permettant une prise de décision éclairée et une optimisation des performances.
- Amélioration de la productivité et de la qualité de vie : L'IdO peut faciliter la surveillance et le contrôle à distance des systèmes et des appareils, offrant un niveau de commodité et de confort accru.
- Maintenance prédictive : Les objets connectés peuvent détecter et signaler des problèmes potentiels avant qu'ils ne se transforment en pannes majeures, permettant ainsi une maintenance préventive et une durée de vie prolongée des équipements.
- Secteurs d'application variés : L'IdO peut être appliqué dans divers secteurs tels que l'agriculture, la santé, les transports, l'énergie, la logistique, l'industrie manufacturière, les villes intelligentes, etc.

Cependant, l'Internet des objets soulève également des préoccupations en matière de sécurité des données, de respect de la vie privée et d'interopérabilité, ainsi que des questions éthiques liées à la collecte et à l'utilisation des données générées par les objets connectés.

### **I.5.3 Fonctionnement de l'IoT :**

Dans le secteur avicole, l'Internet des objets (IdO) peut être utilisé pour surveiller, contrôler et optimiser divers aspects de la production avicole. Voici quelques exemples de fonctionnement de l'IdO dans le secteur avicole :

- Suivi des conditions environnementales : Des capteurs connectés peuvent être utilisés pour surveiller les paramètres environnementaux tels que la température, l'humidité, la qualité de l'air et la luminosité à l'intérieur des installations avicoles. Ces données peuvent être collectées en temps réel et analysées pour s'assurer que les conditions optimales sont maintenues pour le bien-être et la santé des oiseaux.
- Alimentation et abreuvement intelligents : Des dispositifs connectés peuvent être utilisés pour surveiller et réguler l'alimentation et l'abreuvement des volailles. Des mangeoires et abreuvoirs automatiques peuvent être équipés de capteurs pour détecter le niveau de nourriture et d'eau, et les données peuvent être transmises aux gestionnaires de la ferme pour une gestion plus précise et une intervention rapide en cas de besoin.
- Surveillance de la santé des volailles : Des dispositifs tels que des bracelets ou des puces électroniques peuvent être attachés aux volailles pour surveiller leur santé individuelle. Ces dispositifs peuvent mesurer des paramètres tels que la température corporelle, l'activité, les comportements anormaux, etc. Les données collectées peuvent être analysées pour détecter rapidement des signes de maladie ou de stress, permettant ainsi une intervention précoce et une meilleure gestion de la santé du troupeau.

- Suivi de la localisation et de la sécurité : Des dispositifs de géolocalisation peuvent être utilisés pour suivre et localiser les volailles en cas d'évasion ou de vol. Ces dispositifs peuvent également aider à surveiller les mouvements des animaux dans les enclos ou sur les pâturages.
- Automatisation des opérations : L'IdO peut être utilisé pour automatiser certaines opérations dans les installations avicoles. Par exemple, des systèmes de collecte automatisée des œufs peuvent être mis en place, où des capteurs détectent la présence d'œufs dans les nids et les récupèrent automatiquement, réduisant ainsi la main-d'œuvre nécessaire.
- Analyse des données et prise de décision : Les données collectées par les dispositifs IdO dans le secteur avicole peuvent être centralisées et analysées pour obtenir des informations précieuses. Les gestionnaires de la ferme peuvent utiliser ces informations pour prendre des décisions éclairées sur la gestion des troupeaux, la planification de l'alimentation, l'amélioration des performances, etc.
- L'utilisation de l'Internet des objets dans le secteur avicole permet une gestion plus efficace et précise de la production avicole, contribuant ainsi à améliorer la santé et le bien-être des oiseaux, à augmenter la productivité et à optimiser les coûts d'exploitation.
- L'Internet des objets fonctionne principalement avec des capteurs et objets connectés placés dans/ sur des infrastructures physiques. Ces capteurs vont alors émettre des données qui vont remonter à l'aide d'un réseau sans fil sur des plateformes IoT. Elles pourront être ainsi analysées et enrichies pour en tirer le meilleur profit. Ces plateformes de data management et de data visualisation sont les nouvelles solutions IoT permettant aux territoires, entreprises ou même usagers d'analyser les données et d'en tirer des conclusions pour pouvoir adapter pratiques et comportements [20].

En résumé, l'IdO dans l'aviculture utilise des capteurs et des dispositifs connectés pour surveiller et contrôler les conditions environnementales, l'alimentation, l'abreuvement et la santé des volailles. Cela permet une gestion plus précise, une prise de décision éclairée et une optimisation des performances dans l'élevage des volailles.

### ***1.6 Conclusion :***

L'élevage de volailles en Algérie est un secteur en retard en matière d'innovation. La plupart des exploitations utilisent des méthodes traditionnelles peu efficaces, ce qui entraîne une baisse de la productivité et des coûts plus élevés pour les consommateurs. Le défi actuel est de trouver des moyens de produire des poulets de poids élevé plus rapidement et à moindre coût.

**Chapitre II :**  
**Conception**  
**matérielles et logiciel**

## **I.1 Introduction :**

Après avoir cités les filières d'agriculture, définir la filière avicole et ses équipements; nous allons introduire dans ce chapitre un composant important de notre système de commande. Ce composant est appelé ARDUINO.

D'après ce que nous avons vu lors de diverses visites dans des fermes de poulets et les différents désavantages que nous avons remarqués dans ces derniers qui peuvent baisser considérablement leur rendement de la production, nous devons dire qu'il est nécessaire de développer un système de contrôle et le rendre automatique, tout en intégrant l'historique, les causes et même les actions correctives en cas d'absence de l'éleveur ainsi que l'installation des capteurs qui peuvent être un plus, pour renforcer la sureté de fonctionnement et améliorer les conditions de l'ambiance climatique.

De nombreux amateurs et débutants dans le domaine de la programmation électronique utilisent Arduino pour incarner leurs idées et projets simples sur le terrain, alors qu'est-ce qu'Arduino, et pourquoi Arduino ? Dans ce chapitre, nous allons nous familiariser avec l'Arduino, comment travailler avec ces outils, comment le programmer, et les domaines de son utilisation avec ses avantages et ses inconvénients, ainsi qu'une description précise du contenu de la carte Arduino. Enfin nous allons introduire les autres composants de notre projet qui sont : la carte wifi, les relies, les capteurs de tension.



*Figure 0-1 LA CARTE ARDUINO*

## **I.2 Historique :**

L'histoire de l'Arduino remonte au début des années 2000, lorsque des chercheurs du programme de design interactif du centre culturel Ivrea en Italie, notamment Massimo Banzi,

David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino et David Mellis, ont commencé à développer une plateforme de prototypage électronique simple et abordable pour les étudiants.

En 2003, l'équipe a lancé le premier modèle d'Arduino, connu sous le nom d'Arduino Serial. Il s'agissait d'une carte de développement basée sur le microcontrôleur ATmega168 de Atmel, avec une interface série pour la communication avec un ordinateur.

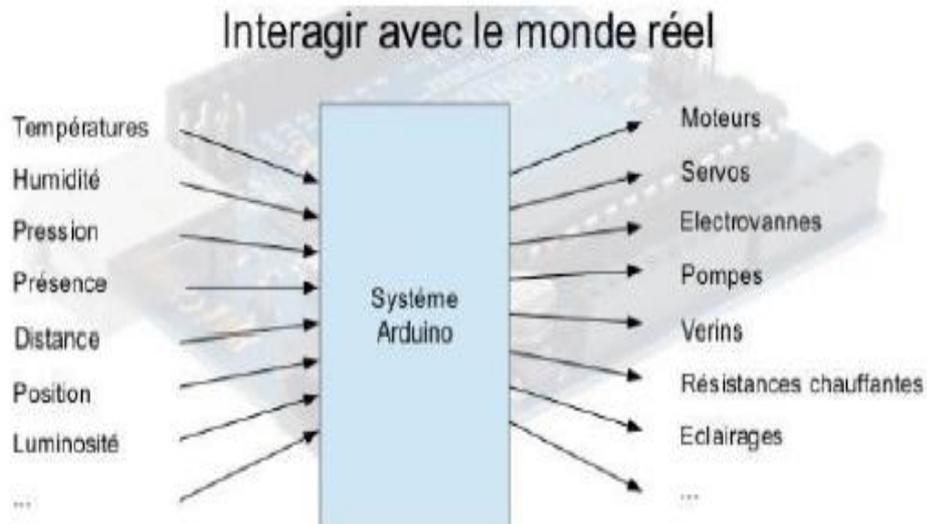
La popularité de l'Arduino a commencé à croître rapidement en raison de son accessibilité et de sa simplicité d'utilisation. En 2005, la première version officielle de l'environnement de développement Arduino (IDE) a été publiée, fournissant un outil convivial pour la programmation des cartes Arduino.

### ***1.3 Définition :***

Une carte Arduino est une petite carte électronique équipée d'un microcontrôleur. Il permet, à partir d'événements détectés par des capteurs, de programmer et commander des actionneurs ; la carte Arduino est donc ce que l'on peut appeler une interface programmable.

Au fil des années, de nouvelles versions et modèles d'Arduino ont été développés pour répondre aux besoins et aux demandes de la communauté croissante des utilisateurs. Ces versions incluent Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Nano, Arduino Due, Arduino Leonardo, Arduino Mini, Arduino Pro, et bien d'autres. Chaque modèle a ses propres caractéristiques et spécifications, adaptées à différents projets et applications.

Aujourd'hui, l'Arduino est devenu une plateforme de prototypage électronique largement utilisée dans le monde entier. Il continue d'évoluer avec de nouvelles versions, des extensions et des bibliothèques de code, soutenues par une communauté active qui partage des connaissances, des projets et des ressources en ligne. L'Arduino a démocratisé l'accès à l'électronique et à la programmation, permettant à chacun de concrétiser ses idées et de réaliser des projets créatifs.



*Figure 0-2 Système Arduino*

**I.4 Architecture de la carte Arduino :**

**I.4.1 Alimentation électrique :**



*Figure 0-3 Alimentation de la carte Arduino.*

Cette alimentation peut s'effectuer tout d'abord via l'interface USB qui relie la carte à l'ordinateur - ce chemin sert aussi à l'échange de données entre la carte et l'ordinateur. En phase de développement avec votre Arduino, la connexion USB va servir d'alimentation primaire de la carte.

La seconde possibilité consiste à brancher une batterie ou un bloc secteur au connecteur, appelé prise jack. Vous pouvez, par exemple, employer cette variante si vous avez construit un engin manœuvrable, commande par la carte Arduino. Le véhicule doit pouvoir évoluer librement dans l'espace, sans câble. En effet, l'utilisation d'un câble USB, généralement trop

court, irriterait alors la mobilité de l'engin. L'emploi d'une batterie rend le dispositif autonome.

#### **I.4.2 Description de module Arduino :**

Elle contient les éléments suivants :

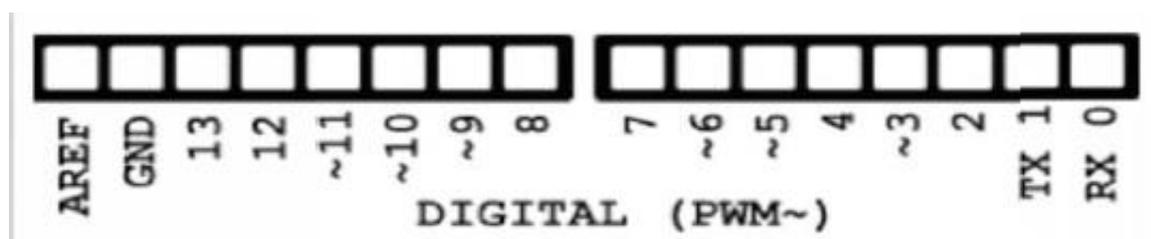
- Le microcontrôleur : considéré comme le cerveau de la carte.
- L'alimentation : C'est celle du microcontrôleur : 5V régulée (port USB) ou 7 à 12V provenant d'alimentation externe.
- Visualisation : par des LED de taille millimétrique. Elles sont là pour tester le matériel avec le branchement avec microcontrôleur et les autres LED sont pour émission et réception quand le téléchargement de programme dans le microcontrôleur.

#### **I.4.3 La connectique :**

- Les connecteurs sont : 0 à 13 : Entrée/Sortie numérique ;
- A0 à A5 : Entrée/Sortie Analogique ;
- GND : la masse (0V) ;
- 5V : l'alimentation +5V ;
- 3.3V : alimentation + 3.3V ;
- Vin : alimentation non stabilisée.
- Ports d'entrées ou de sortie (E/S) :

Les ports E/S représentent l'interface du microcontrôleur. Il existe plusieurs chemins ou canaux pour échanger des données,

- Une entrée / sortie numérique est une entrée / sortie qui peut prendre un des trois états physiques suivant : "haut" (HIGH), "bas" (LOW) ou "haute impédance" (INPUT).
- L'état "haut" (HIGH) signifie que la broche génère un signal. Cet état se traduit généralement par une tension de 5 volts en sortie de la broche avec une carte Arduino classique.
- L'état "bas" (LOW) signifie que la broche ne génère pas de signal. Cet état se traduit généralement par une tension de 0 Volt en sortie de la broche.
- L'état "haute impédance" (INPUT) est un état un peu particulier. Dans cet état, la broche ne génère aucun signal. L'état "haute impédance" signifie que la broche est "en lecture"(en entrée). C'est cet état qui permet de "lire" un bouton par exemple.



*Figure 0-4 Entrées et sorties numériques.*

**La carte Arduino entrées analogique, reliées à un convertisseur**

analogique/numérique qui renvoie un code numérique sur 10 bits, soit une valeur comprise entre 0 et 1023. La pleine échelle est de 5V, c'est à dire que la valeur numérique 0 correspond à 0V et la valeur numérique 1023 correspond à 5V. Ainsi le pas de quantification est de 5V/1024 soit environ 5 mV.

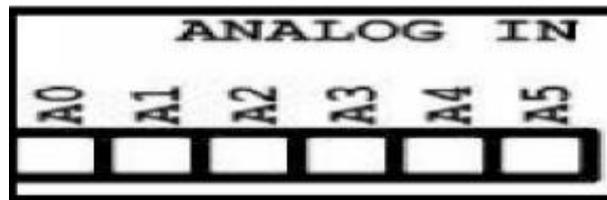


Figure 0-5 Entrées analogiques.

La carte Arduino utilise des données provenant de capteurs (par exemple, de température, de lumière ou d'humidité) pour réagir en conséquence et entreprendre des actions appropriées. Elle peut aussi activer des dispositifs lumineux et sonores, ou agir sur des près actionneurs selon le principe ETS (Entrée, Traitement, Sortie).

#### **I.4.4 Les étapes de programmation d'une carte Arduino :**

Pour programmer la carte Arduino il faut suivre les étapes suivantes :

- On conçoit ou on ouvre un programme existant avec le logiciel arduino.
- On vérifie ce programme avec le logiciel Arduino (compilation).
- Si des erreurs sont signalées, on modifie le programme.
- On charge le programme sur la carte On câble le montage électronique.
- On alimente la carte soit par le port USB, soit par une source d'alimentation autonome (pile 9 volts par exemple).

#### **I.5 Les gammes de la carte Arduino :**

- 1) Actuellement, il existe plus de 20 versions de module Arduino, nous citons quelques un afin d'éclaircir l'évaluation de ce produit scientifique et académique:
- 2) L'Arduino Mega2560, utilisations un microcontrôleur ATmega2560, et possède toute la mémoire à 256 Kbs. Elle incorpore également le nouvel ATmega8U2 (ATmega16U2 dans le jeu de puces d'USB de révision 3).
- 3) L'Arduino Nano, une petite carte programme à l'aide porte USB cette version utilisant un microcontrôleur ATmega168 (ATmega328 pour une plus nouvelle version).
- 4) L'Arduino UNO, utilisations microcontrôleur ATmega328. Et c'est celle-ci qu'on va la détailler dans ce chapitre.

##### **I.5.1 Définition de la carte arduino MEGA :**

La carte Arduino Mega 2560, dont les capacités équivalent à quatre cartes Uno combinées, comporte un microcontrôleur et est construite autour du puissant microprocesseur ATmega2560. Cette carte robuste résiste à presque tout. Le microprocesseur ATmega2560 est le cerveau de la carte Arduino Mega.



Figure 0-6 La carte arduino MEGA

Synthèse des caractéristiques de la carte Arduino AT Mega2560 :

Microcontrôleur	ATmega2560
Tension de fonctionnement	5 V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Tension d'alimentation (limites)	6-20V
Broches E/S numériques	54 (dont 14 disposent d'une sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	16 (utilisables en broches E/S numériques)
Intensité maxi disponible par broche E/S (5V)	40 mA (ATTENTION : 200mA cumulé pour l'ensemble des broches E/S)
Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V	50 mA
Intensité maxi disponible pour la sortie 5V	Fonction de l'alimentation utilisée - 500 mA max si port USB utilisé seul
Mémoire Programme Flash	256 KB dont 8 KB sont utilisés par le boot loader
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	8 KB
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	4 KB
Vitesse d'horloge	16 MHz

Tableau 0-1 Les Caractéristiques de la carte Arduino AT méga2560

**a Description de la carte Arduino AT Méga2560 :**

La carte Arduino AT Méga 2560 est une carte qui dispose d'un microcontrôleur ATmega2560.

Cette carte dispose :

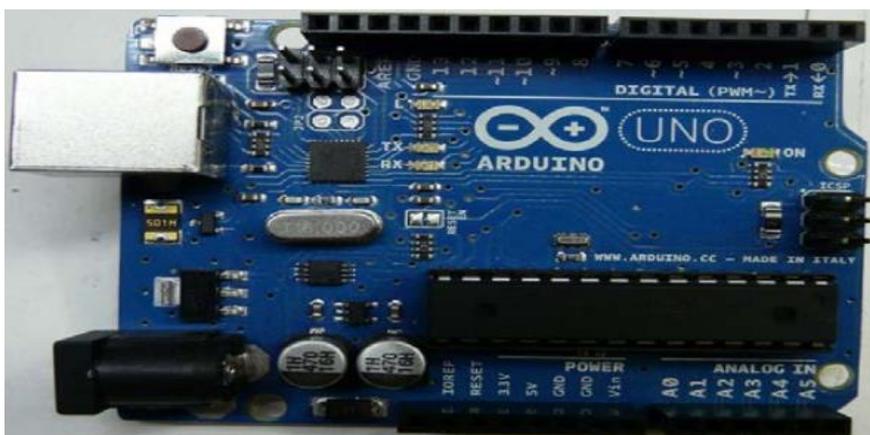
- 1) De 14 broches numériques d'entrées/sorties (dont 6 peuvent être utilisées en sorties PWM (largeur d'impulsion modulée)).
- 2) De 6 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques).
- 3) De 4 UART (port série matériel)
- 4) D'un quartz 16Mhz.
- 5) D'une connexion USB.
- 6) D'un connecteur d'alimentation jack.
- 7) D'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit").
- 8) Et d'un bouton de réinitialisation (reset).

En résumé, la carte Arduino Mega 2560 est une plateforme de développement électronique puissante et polyvalente, offrant des performances supérieures, une grande capacité de mémoire et une connectivité étendue pour répondre aux besoins des projets électroniques avancés.

### **I.5.2 Définition de la carte arduino UNO :**

La carte Arduino UNO est une carte électronique de prototypage rapide sur laquelle on peut raccorder des capteurs (entrées) et des actionneurs (sorties). Elle est constituée de plusieurs composants électroniques dont le principal est un microcontrôleur permettant de stocker et d'exécuter un programme informatique. Le modèle UNO de la société ARDUINO est une carte électronique dont le cœur est un microcontrôleur ATMEL de référence ATmega328. L'ATmega328 est un microcontrôleur 8bits de la famille AVR dont la programmation peut être réalisée en langage C/C++.

Carte Uno : c'est la carte base de l'Arduino, elle est simple à utiliser.



*Figure 0-7 La carte arduino UNO*

**Synthèse des caractéristiques de la carte Arduino Uno :**

Microcontrôleur	ATmega328
Tension de fonctionnement	5 V
Tension d'alimentation (recommandée)	7 à 12 V
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 (ATTENTION : 200mA cumulé pour l'ensemble des broches E/S)
Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V	mA
Intensité maxi disponible pour la sortie 5V	
Mémoire Programme Flash	32 ko dont 0,5 kilo-octets sont utilisés pour le bootloader
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	2 ko
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	1 ko
Vitesse d'horloge	16 MHz

*Tableau 0-2 Caractéristiques de la carte Arduino Uno (AT méga328)*

***1.6 Les Avantages et les Inconvénients des cartes Arduino :***

***a Les avantages :***

- L'utilisation d'une carte Arduino offre de nombreux avantages, mais elle présente, aussi, plusieurs inconvénients.
- Avantages des cartes Arduino :
- Pas beaucoup de connaissances nécessaires pour commencer.
- Coût relativement faible, selon les boucliers dont vous avez besoin.
- Beaucoup de croquis et de boucliers disponibles.
- Aucun programmeur externe ou alimentation électrique nécessaire.

***b Les Inconvénients :***

- Aucune compréhension du microcontrôleur AVR.
- Les croquis et les boucliers peuvent être difficiles à modifier.
- Aucun débogueur inclus pour vérifier les scripts.
- Vous n'obtenez aucune expérience de C ou des outils de développement professionnel

***I.7 Composants électronique :*****I.7.1 Les relais :**

- Le relais est un interrupteur à commande électromagnétique, il se place entre l'alimentation et l'appareil à alimenter.
- Les relais permettent de commander un courant de forte intensité avec un courant de faible intensité protégeant ainsi les systèmes de commande. [25]

***a Description des relais :***

Dans cette partie, nous abordons les relais conçus pour fonctionner en conjonction avec les cartes Arduino. Ces relais font partie d'une série de composants spécialement conçus pour compléter les cartes Arduino. Leur objectif est de simplifier les projets basés sur les cartes Arduino. Les relais sont des dispositifs électromécaniques utilisés pour contrôler des circuits électriques à haute puissance à l'aide de signaux basse tension. Ils permettent d'isoler électriquement le circuit de commande, généralement basse tension, du circuit de puissance, généralement haute tension. Cela signifie que les cartes Arduino, qui fonctionnent à basse tension, peuvent utiliser des relais pour contrôler des appareils électriques ou des charges de puissance plus élevée. Ils sont spécialement conçus pour fonctionner avec les cartes Arduino sont généralement compatibles avec les broches de sortie numériques de l'Arduino. Ils peuvent être connectés directement à la carte Arduino à l'aide de câbles ou de connecteurs appropriés. Certains relais sont même équipés de modules de commande intégrés, ce qui facilite leur intégration dans les projets Arduino.

L'utilisation de relais avec les cartes Arduino offre plusieurs avantages. Tout d'abord, elle permet de contrôler des charges de puissance élevée, telles que des moteurs, des lampes, des appareils électroménagers, etc. à l'aide de signaux de commande basse tension générés par l'Arduino. Cela ouvre un large éventail de possibilités pour les projets d'automatisation, de contrôle à distance et de domotique.

De plus, l'utilisation de relais permet d'isoler électriquement le circuit de commande de l'Arduino du circuit de puissance, offrant une protection contre les interférences et les surtensions qui pourraient endommager la carte Arduino. Cela garantit également une sécurité accrue lors de la manipulation de charges électriques potentiellement dangereuses.

En résumé, les relais conçus pour fonctionner avec les cartes Arduino sont des composants complémentaires qui facilitent la réalisation de projets impliquant des charges de puissance élevée. Ils permettent de contrôler des appareils électriques à l'aide de signaux basse tension générés par l'Arduino et offrent une isolation électrique entre le circuit de commande et le circuit de puissance.

Cela simplifie la mise en œuvre de projets à base de cartes Arduino et élargit les possibilités de contrôle et d'automatisation.



Figure 0-8 Ensemble d'une rampe de relais.

Les branchements de la rampe de relais se font de la manière suivante :

**Sur la première partie :**

**GND** : La terre

**VCC** : Tension de 5 Volt continue (Vcc pour Alimentation partie commande et opérative)

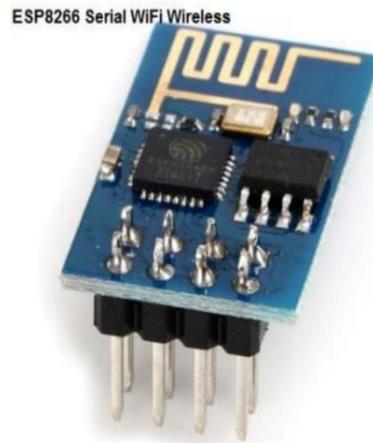
**cmd ou in: In1, In2, .... Commande(s)**. C'est à travers ces pins que l'on commande les relais. La tension de la commande est de 5V. Cette dernière peut provenir d'une des pins de l'Arduino utilisée en sortie

Afin d'améliorer la protection du circuit de commande on sépare la partie commande de la partie pilotage avec un optocoupleur. [26].

**I.7.2 .les protocoles de communication :**

**1) L'ESP8266 :**

L'ESP8266 est un circuit intégré à microcontrôleur avec connexion WiFi développé par le fabricant chinois. La figure suivante montre qu'il existe plusieurs versions de l'ESP8266.



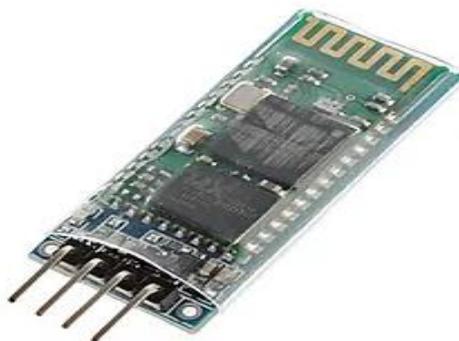
*Figure 0-9 Module wifi ESP8266*

## **2) Le module Bluetooth HC-06 :**

Le module Bluetooth HC-06 permet d'établir une liaison Bluetooth (liaison série) entre une carte Arduino et un autre équipement possédant une connexion Bluetooth (Smartphone, tablette, seconde carte Arduino, etc...). Le module HC-06 est un module "esclave" contrairement au module HC-05 qui est "maître"

Le module HC-06 (comme les modules XBee) peut communiquer avec la carte Arduino via la liaison série (broches numériques N°0 et N°1) mais le moniteur série ne peut plus être utilisé.

Dans l'univers Arduino, le module Bluetooth HC-06 est principalement utilisé dans des applications nécessitant une communication sans fil.



*Figure 0-10 Module Bluetooth HC-06 pour Arduino*

## **3) Module NodeMCU ESP8266**

Module basé sur un ESP8266 cadencé à 80 MHz et exécutant le firmware open source NodeMCU. Cette carte se programme via l'IDE Arduino et est compatible avec les scripts LUA.

Ce microcontrôleur dispose d'une interface WiFi idéale pour les objets connectés. Des connecteurs latéraux mâles et femelles permettent d'enficher le module sur une plaque de montage-rapide.

L'interface sans fil Wifi permet la création de point d'accès sans fil, l'hébergement d'un serveur, la connexion à internet et le partage des données par exemple. Le module se programme directement à partir de l'IDE Arduino (installation d'une extension nécessaire) et nécessite un cordon microUSB (non inclus). Son implantation le rend compatible avec les plaques de connexions rapides.



*Figure 0-11 Module NodeMCU ESP8266*

#### **4) Module GPS Neo 6m V2**

La carte GPS Ublox Neo 6m V2 est dotée du module GPS u-blox NEO-6M avec antenne et EEPROM intégré. Il est compatible avec diverses cartes de contrôle de vol conçues pour fonctionner avec un module GPS.

##### ✓ **Fonctionnalités:**

- Modules GPS NEO-6M, alimentation universelle 3V-5V
- Module avec antenne en céramique destinée, super signal
- EEPROM hors tension pour enregistrer les données des paramètres de configuration
- Indicateur LED de signal
- Avec batterie de sauvegarde des données
- Le baud rate par défaut: 9600
- Applicable pour Raspberry Pi et Arduino Dimensions:
- Trou de montage: 3mm
- Taille du module: 23mm x 30mm
- Taille de l'antenne: 25mm x 25mm
- Longueur du câble: 50mm Emballage inclus:
- 1 X module GPS



*Figure 0-12 Module GPS Neo 6m V2*

#### **5) Module GSM/GPRS sim 900**

Le shield GSM/GPRS est basé sur un module SIM900 de SIMCOM, il est compatible avec Arduino et ses clones. Le shield GPRS permet à votre Arduino de communiquer en utilisant le réseau GSM. Il permet d'envoyer des SMS, MMS, GPRS et d'établir des communications audios en envoyant des commandes AT à l'UART. Les commandes AT supportées sont GSM 07.07 ,07.05 et SIMCOM enhanced AT Commands. Le shield dispose aussi des 12 GPIOs, 2 sorties PWM et du convertisseur Analogique/Digital ADC du module SIM900 (accessible sur la carte, logique 2.8volts).

L'UART permet d'établir une connexion série avec le module SIM900. A l'aide de cette connexion série, le programme de votre Arduino sera capable d'envoyer des commandes "textuelle" au module (ce sont les fameuses commandes "AT"). Le module réagira à ces commandes et fournira le service demandé et une réponse sur la liaison série.

Par exemple, pour former un numéro de téléphone, le programme Arduino doit envoyer la commande "ATD+213782836562" sur la connexion série. En réponse, le module SIM900 formera le numéro.

Dans le même ordre d'idée, lorsque le module reçoit un appel téléphonique, l'UART envoie le message "Ring" sur la connexion série.

Pour contrôler toutes les fonctionnalités du module GSM/GPRS, il faut donc maîtriser les commandes AT correspondantes. Une liste complète et documentée de ces commandes AT est mise à disposition par Geek On Fire (voir plus loin).

Le shield dispose également de 3 LEDs permettant d'identifier facilement l'état de son fonctionnement (par exemple, connecté ou non sur le réseau mobile).

La connexion sur le réseau mobile est commandée manuellement (à l'aide d'un bouton) mais il est également possible d'utiliser la Pin 9 de votre Arduino connecter/déconnecter le shield du réseau.

Il est vivement conseillé d'utiliser une alimentation indépendante avec votre Arduino lorsque vous utilisez le GPRS shield. Le port USB limite en effet la puissance consommée et donc le courant disponible pour Arduino et ses shields. Comme certaines opérations/accès sur le réseau mobile peuvent réclamer jusqu'à 2 Ampères, il s'en suivra une chute de tension et le module SIM900 passera en mode de sécurité (autrement dit: extinction rapide).

### ✓ Caractéristique

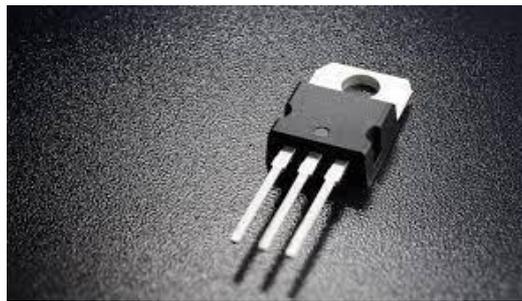
- Quadri-Bande 850 / 900/ 1800 / 1900 MHz
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Conforme à GSM phase 2/2+
- Class 4 (2 W @ 850 / 900 MHz)
- Class 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)
- Contrôle à l'aide de commandes AT - Commandes standard : GSM 07.07 & 07.05, Commandes étendues: SIMCOM AT Commands.
- Messages SMS (Short Message Service) - Il est ainsi possible d'envoyer de petites quantités de données via le réseau mobile (ASCII ou données hexadécimales).
- Embarque une stack TCP/UDP - Permettant d'envoyer des données sur un serveur web.
- Support RTC.
- Port série sélectionnable.
- Prise pour micro et casque.
- Basse consommation - 1.5mA(en mode veille)
- Supporte la norme de température industrielle - -40°C a +85 °



*Figure 0-13 MODULE GSM900*

### **I.7.3 Le transistor :**

Le transistor est un composant électronique à semi-conducteur permettant de contrôler ou d'amplifier des tensions et des courants électriques. C'est le composant actif le plus important des circuits électroniques .



*Figure 0-14Le transistor*

### **I.7.4 Les Afficheurs LCD :**

#### *a Ecran LCD 2004 i2c*

LCD (Liquide Cristal Display) sous sa forme abrégée. Ces afficheurs contiennent des cristaux liquides capables de modifier leur orientation en fonction d'une tension appliquée, et de jouer ainsi plus ou moins sur l'incidence de la lumière.

Les afficheurs LCD sont devenues incontournables dans toutes les applications qui demandent la visualisation de paramètres, il s'agit donc d'une interface Homme/Machine.

Auparavant onéreux et difficiles à mettre en œuvre, ils sont maintenant bon marchés et l'interface parallèle au standard Hitachi permet un pilotage facile.

On rencontre aussi de plus en plus d'afficheur pilotable avec un port série ou I2C.

Les afficheurs LCD se ressemblent tous, à part le nombre de lignes et le nombre de colonnes, le fonctionnement et le brochage est standard et identique. Un des points intéressant est de pouvoir contrôler l'afficheur en mode 8bits ou en mode 4bits.

Un écran LCD est un type d'écran plat utilisant des cristaux liquides pour afficher des informations visuelles. Il est largement utilisé dans de nombreux appareils électroniques en

raison de sa faible consommation d'énergie, de son contraste élevé et de sa capacité à afficher du texte de manière claire et nette.

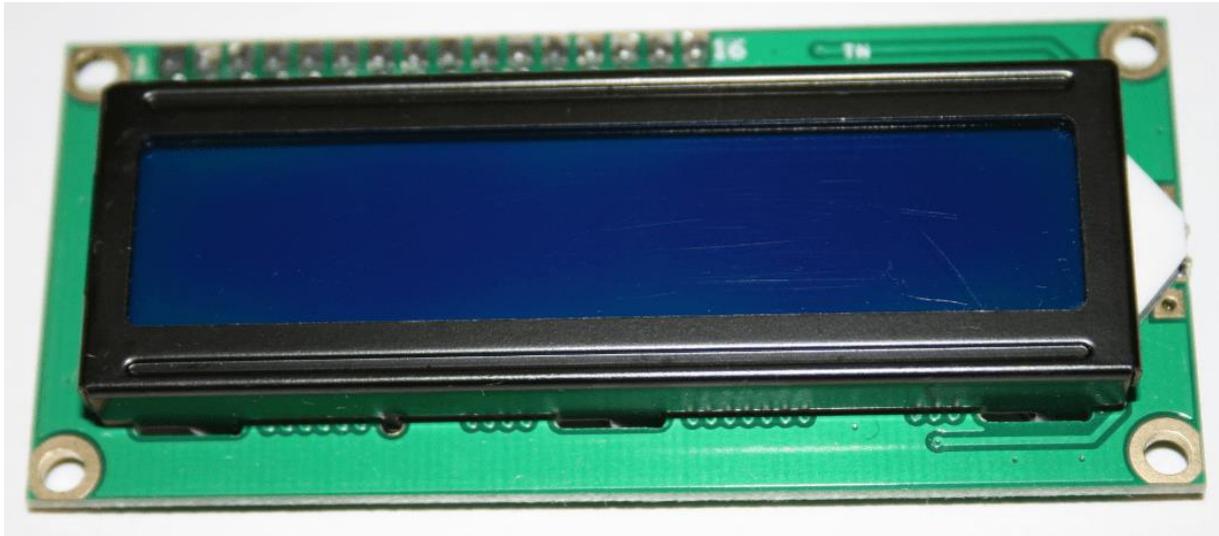


Figure 0-15 Ecran LCD 2004

#### **Caractéristiques :**

- Affichage : 20 colonnes, 4 lignes
- Alimentation: 5 Vcc
- □ Interface I2C
- Caractères blancs sur fond bleu
- Dimensions: 82 x 35 x 18 mm

#### ***b 3.95 LCD TFT***

- Supporte la connexion directe à l'Arduino Mega2560
- Écran couleur 3,95 pouces, supporte 16 bits RGB 65K couleurs, affiche des couleurs riches
- Résolution de 320 x 480 pour une image claire
- Prend en charge la transmission de bus parallèle 8 bits avec une vitesse de transfert rapide
- Circuit de conversion de niveau 5V/3,3V intégré, compatible avec les tensions de fonctionnement 5V/3,3V
- Supporte la fonction tactile
- Fournit une bibliothèque Arduino avec un riche programme d'exemple
- Disponible sur les plateformes C51 et STM32 avec un riche programme d'exemple
- Facile à utiliser avec une carte SD
- Normes de fabrication de qualité militaire, fonctionnement stable à long terme
- Support technique de base du pilote

#### **Caractéristique**

- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| ➤ Nom                 | Paramètre        |
| ➤ Couleur d'affichage | RGB 65K couleurs |
| ➤ SKU                 | MAR3953          |

- Taille de l'écran 3,95 pouces
- Type TFT
- IC pilote ILI9488
- Résolution 480 x 320 pixels
- Interface du module Interface parallèle 8 bits
- Zone active 83,52 x 55,68 mm
- Dimensions du PCB du module 61,54 x 105,69 mm
- Éclairage de fond 8 LED blanches à haute luminosité
- Température de fonctionnement -20 °C ~ 60 °C
- Température de stockage -30 °C ~ 70 °C
- Tension de fonctionnement 5V/3,3V
- Consommation électrique TBD
- Poids du produit (emballage compris) 68 g



Figure 0-16 3.95 LCD TFT

## **I.8 Les capteurs**

### **I.8.1 Définition du capteur :**

Un capteur est un dispositif électronique ou mécanique conçu pour détecter, mesurer ou convertir une grandeur physique ou un phénomène en un signal exploitable. Les capteurs sont largement utilisés dans de nombreux domaines, tels que l'électronique, l'automatisation industrielle, les systèmes de surveillance, la robotique, l'environnement, la santé et bien d'autres encore.

Les capteurs peuvent détecter une variété de grandeurs physiques telles que la température, la pression, l'humidité, la lumière, le mouvement, la vitesse, le son, la force, le champ magnétique, la présence d'objets, etc. Ils peuvent être basés sur différents principes de

fonctionnement, tels que la résistance, la capacitance, l'inductance, l'optique, l'ultrason, les ondes radio, les phénomènes chimiques, etc.

### **I.8.2 Caractéristiques:**

Certains paramètres sont communs à tous les capteurs. Ils caractérisent les contraintes de mise en œuvre et permettent le choix d'un capteur :

- L'étendue de la mesure.
- La sensibilité.
- Le temps de réponse.
- La précision.
- Sa bande passante.
- Sa gamme de température.

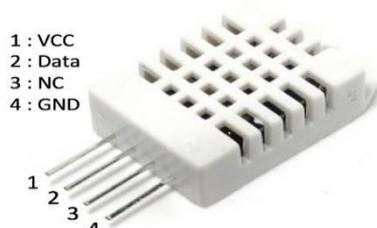
### **I.9 Capteur de température et d'humidité DHT22 :**

Le DHT22 est un capteur de température et d'humidité relativement précis et fiable. Il est également connu sous le nom d'AM2302. Ce capteur est souvent utilisé dans des applications où la mesure précise de la température et de l'humidité est essentielle, telles que les systèmes de climatisation, les systèmes de contrôle environnemental, les stations météorologiques, les serres, etc. Ce capteur est capable de mesurer la température dans une plage allant de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$  avec une précision de  $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , et l'humidité relative dans une plage allant de 0 % à 100 % avec une précision de  $\pm 2\text{ }%$ .

Le DHT22 est facile à utiliser, car il nécessite seulement une alimentation de 3,3 V à 5 V et communique via un protocole numérique à un microcontrôleur ou à un autre circuit électronique. Il utilise un seul fil de données pour envoyer les mesures de température et d'humidité.

#### **I.9.1 Brochage de DHT22 avec arduino :**

- Le capteur DHT22 communique avec le microcontrôleur via une unique broche d'entrée / sortie.
- Le brochage du capteur est le suivant :
- La broche n°1 est la broche d'alimentation (5 volts ou 3.3 volts).
- La broche n°2 est la broche de communication. Celle-ci doit impérativement être reliée à l'alimentation via une résistance de tirage de 4.7K ohms (il s'agit d'une sortie à collecteur ouvert).
- La broche n°3 n'est pas utilisée et ne doit pas être câblée.
- La broche n°4 est la masse du capteur (GND).

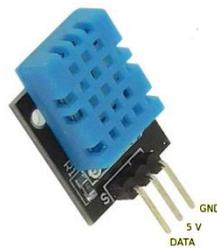


*Figure 0-17 capteur DHT22*

### **I.10 Le capteur DHT11 mesure la température et l'humidité.**

L'utilisation de ce type de capteur est intéressante pour un débutant car il permet de mesurer une grandeur physique accessible à tous.

Le capteur DHT11 a 4 broches, mais il est souvent vendu sur une carte support qui possède 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).

*Figure 0-18 Le capteur DHT11 mesure la température et l'humidité.*

### **I.11 Capteur de qualité de l'air MQ-135 :**

Le capteur de qualité de l'air MQ-135 est un capteur de gaz largement utilisé pour détecter et mesurer la concentration de certains polluants atmosphériques. Il est couramment utilisé dans des projets et des appareils visant à surveiller la qualité de l'air intérieur et extérieur, à détecter la présence de gaz nocifs et à prendre des mesures pour améliorer la qualité de l'air. Il est utilisé pour détecter et mesurer la concentration de gaz nocifs dans l'air.

Ce capteur est principalement utilisé pour surveiller la qualité de l'air intérieur et extérieur et peut fournir des informations relatives à la présence de certains polluants atmosphériques

#### **I.11.1 Caractéristiques**

- Alimentation : 5 V.
- Sortie : analogique (et une sortie numérique).
- Plage de détection : 10 ~ 1000 PPM.
- Gaz détecté : NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, alcool, benzene, fumée et CO<sub>2</sub>.
- Le temps de réponse : ≤ 1 s.
- Dimensions : 32x22x27mm.
- La durée de vie : 5 ans.



Figure 0-19 Capteur de qualité de l'air MQ-135

### **I.12 Capteur de gaz (MQ2) :**

Le capteur de gaz/fumée MQ-2 est un capteur de gaz polyvalent conçu pour détecter la présence de divers gaz inflammables, de fumées et de gaz toxiques dans l'air. Il est couramment utilisé dans des applications de sécurité domestique, industrielle et environnementale pour détecter les fuites de gaz, les incendies et les polluants atmosphériques. Il est important de noter que ce capteur est capable de détecter une large gamme de gaz inflammables tels que le gaz naturel, le méthane, le propane, l'hydrogène et les gaz toxiques comme le monoxyde de carbone (CO) et l'ammoniac (NH<sub>3</sub>). Il peut également réagir à la présence de fumée et de vapeurs de solvants.

#### **I.12.1 Caractéristiques**

- Alimentation: 5V.
- Type d'Interface: Analogique.
- Connectique: 1-Sortie 2-GND 3-VCC.
- Large panel de détection.
- Réponse rapide et haute sensibilité.
- Circuit de Contrôle Simple.
- Système stable à longue durée de vie.
- Dimensions: 40x20mm.



*Figure 0-20 Capteur de gaz/fumée MQ-2.*

### ***I.13 Capteur de gaz monoxyde de carbone électronique MQ-7***

#### **I.13.1 Caractéristiques**

- Capteur électronique de monoxyde de carbone (référence MQ-7).
- Taille approximative: 38 x 21 x 15 mm.
- Dispositif conçu pour les intégrateurs et les concepteurs de circuits électroniques.
- Composants électroniques de haute qualité montés sur un circuit imprimé.



*Figure 0-21 Capteur de monoxyde de carbone MQ-7*

### ***I.14 Capteur de gaz MQ-8 (gaz d'hydrogène)***

La fonction plug and play simple vous permet de commencer à enregistrer des données en branchant trois câbles dans n'importe quel microcontrôleur Arduino. Ce module dispose de quatre brochages et d'un potentiomètre réglable à l'arrière pour le réglage de la sensibilité. Il nécessite 5v DC pour fonctionner et peut fournir des informations via ses broches analogiques et numériques. Veuillez attendre trois minutes après avoir mis l'appareil sous tension pour obtenir des lectures précises, car il risque de se toucher pendant une longue durée de fonctionnement.

- Capteur de gaz d'hydrogène simple à utiliser
- Utilisé dans des équipements de détection des fuites de gaz dans des applications individuelles et industrielles
- Préviens les émanations d'alcool, les vapeurs de cuisson, de GPL et de monoxyde de carbone
- La sensibilité peut être ajustée au moyen d'un potentiomètre.

#### **I.14.1 Caractéristique:**

- Alimentation : 5 V
- Type d'interface : analogique
- Définition des broches : 1-Sortie 2-GND (masse) 3-VCC
- Haute sensibilité à l'hydrogène (H<sub>2</sub>)
- Stable et durable



*Figure 0-22 Capteur de gaz MQ-8 (gaz d'hydrogène)*

***1.15     Capteur de poids 1kg***

Le capteur de charge est largement utilisé dans les balances à trémies, les balances à plateforme, les balances à plate-forme, les balances à bande et autres instruments de pesage électroniques

***1.15.1     Caractéristiques***

- Nom du produit : capteur de charge
- Modèle : yzc-131
- Charge nominale : 1 kg 2,2 lb
- Sortie nominale : 1,2 mV/V
- Résistance d'entrée :  $1066 \pm 20$  ohms
- Résistance de sortie :  $1000 \pm 20$  ohms
- Résistance d'isolation : 2000 ohms
- Température de fonctionnement : -20 °C à +65 °C
- Plage de compensation de température : -10 °C à +50 °C
- Surcharge de sécurité : 120 % F.S.
- Tension d'excitation recommandée : 5 V CC
- Tension d'excitation maximale : 10 V CC
- Dimensions totales : 75 x 12,5 x 12,5 mm (3" x 0,5" x 0,5" (L x l x h))
- Diamètre du filetage : 3,4 mm/0,12"
- Longueur du câble : 150 mm/6"
- Matériau : alliage d'aluminium
- Couleur : argenté
- Poids : 27 g



*Figure 0-23 capteur de poids 1 kg*

***1.16 Capteur turbidité de l'eau :***

La turbidité est la mesure des particules dans l'eau. Il doit être lu par le port analogique MCU pour le calcul. Il a besoin de liquide d'étalonnage de turbidité pour étalonner. Ce n'est pas pour mesurer la tension directement avec multimètre. La tension de sortie de chaque module est différente. Le module doit être protégé de la lumière et la température de la lumière doit être utilisée. La tension fera la tension différente de sortie de module, 0-4.5 est seulement la tension de référence.

- Paramètre de Tension: 3.3-5 V (avec circuit anti-inverse)
- Sortie: analogique par défaut (peut définir une sortie haute et basse)
- Plage de mesure: 0-1000 NTU



*Figure 0-24 Capteur de turbidité de l'eau*

***1.17 Capteur de qualité de l'air SDS011***

Ce capteur est basé sur un laser SDS011 PM2.5/PM10 permettant de tester avec précision et fiabilité la qualité de l'air. Ce laser fiable, rapide et précis mesure le taux de particules dans l'air compris entre 0,3 et 10  $\mu\text{m}$ . Il communique avec un microcontrôleur compatible via une sortie UART. Le capteur est livré sans cordon de raccordement mais peut être utilisé avec des cordons de prototypages M/F par exemple.

Une librairie Arduino sous licence GPL est disponible en téléchargement (voir fiche technique). Le capteur SDS011 peut également être utilisé sur un PC via un convertisseur USB vers UART TTL inclus.

***1.17.1 Caractéristiques:***

- Alimentation: 4,7 à 5,3 Vcc
- Plage de mesure: 0 à 999,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Résolution: 0,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Fréquence d'échantillonnage: 1 Hz
- Température de service: -10 à 50 °C
- Humidité de service: 70 % RH maxi
- Pression atmosphérique: 86 KPa à 110 KPa
- Dimensions: 71 x 70 x 23 mm



*Figure 0-25 Capteur de qualité de l'air SDS011*

### **I.18 Capteur de luminosité BH1750**

Le module de capteur BH1750FVI est un capteur de lumière numérique optique IC à interface de bus série à deux fils. L'utilisation de la collecte de données de la lumière ambiante peut être ajustée à partir de la luminosité du rétroéclairage LED du clavier. L'unité de décision peut détecter une large gamme d'intensités lumineuses.

#### **I.18.1 Caractéristiques:**

- Diamètre extérieur : 26 mm, diamètre 28,5 mm grand bord, 26 mm de haut (plus perles lumineuses)
- Tension de fonctionnement : Dc5v
- Interface de communication : I2C
- Plage d'entrée de lumière : 1-65535lx



Figure 0-26 Luminosité BH1750

### **I.19 Capteur de lumière TEMT6000 :**

Ce module basé sur un capteur de lumière ambiante TEMT6000 agit comme un transistor: plus la lumière est importante, plus la tension augmente en sortie. La sortie se raccorde sur une entrée analogique d'un microcontrôleur. Ce capteur ne réagit pas à la lumière ultraviolette ou infrarouge. Il est possible d'utiliser ce circuit sur des plaques de connexions sans soudure en ajoutant un connecteur de type MH100.

#### **I.19.1 Caractéristiques :**

- Alimentation: 3 à 5 Vcc
- Bande passante: 360 à 970 nm
- Température de service: -40°C à +85°C
- Dimensions: 10 x 10 mm
- Référence fabricant: BOB-08688



Figure 0-27 capteur TEMT6000

## **I.20 . SUBMERSIBL MINI POMPE E DC 3-5V 70-120L/H**

### **I.20.1 Description**

- Diamètre: env.24 mm / 0,95 "
- Longueur: environ.45 mm / 1,8 "
- Hauteur: env.33 mm / 1,30 "
- Matériau: Engineering Plastic
- Durée de vie continue de 500 heures

### **I.20.2 Caractéristiques**

- Alimentation : 3 à 5V
- Consommation : 100 à 200 mA
- Débit : 10 à 120 l/h
- Electrovanne 12V,1K



Figure 0-28 MINI POMPE E DC 3-5V 70-120L/H

## **I.21 ELECTOVANE 12V**

Ce commutateur de débit d'eau avec capteur de pression est fabriqué en matériau PP, il est étanche, anti-humidité, résistant à la température, isolation et bonne thermolyse.

### **I.21.1 Caractéristique :**

- Matériau : PP
- Tension : environ 12 V CC
- Puissance nominale : environ 5 W
- Modèle de fonctionnement : normalement fermé (N/C)
- Pression : environ 0,02 – 0,8 Mpa
- Taille du port : environ G1/2
- Température du fluide : environ 0-100 degrés Celsius
- Utilisation : eau et fluides à faible viscosité
- Caractéristiques du débit :
- environ 0,02 Mpa > 2 L/min ;
- environ 0,10 Mpa > 10 L/min ;
- environ 0,30 Mpa > 16 L/min ;
- environ 0,80 Mpa > 28 L/min.



*Figure 0-29 électrovanne12 v*

### **I.22 VENTILATEUR 12V**

Ce ventilateur 12V de 30x30x10mm est un petit bijou de technologie qui vous permettra de refroidir efficacement vos composants électroniques. Avec sa taille compacte, il s'intègre facilement dans tous les types de boîtiers et offre une ventilation silencieuse et performante



*Figure 0-30 ventilateur 12 v*

### **I.23 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons introduit la carte Arduino et présenté les différents auxiliaires que nous avons utilisés dans ce travail.

Notre choix s'est porté sur l'Arduino car c'est une solution bon-marché et dont la mise en place et le fonctionnement ne nécessite pas beaucoup de moyens. D'autres parts, c'est une solution dont l'efficacité est prouvée.

Maintenant que nous avons introduit les différents outils nécessaires à la réalisation de notre projet. Nous verrons dans ce qui suit la démarche suivie pour la mise en œuvre de ce dernier.

Après avoir énuméré les différents composants de notre système

**chapitre III: \_**

**Réalisation de projet**

**I.1 Introduction :**

Ce chapitre traite de la réalisation de notre prototype intelligent appliqué à un bâtiment d'élevage avicole pour poulailler intelligent. Il comprend la présentation de l'environnement de développement et les différentes étapes de construction de notre prototype initial, y compris l'assemblage de divers composants, ainsi que les tests effectués et l'interprétation de leurs résultats.

**I.2 Présentation de notre prototype :****I.2.1 Définition du prototype :**

Un prototype est un modèle ou une représentation initiale d'un produit, d'un système ou d'une idée. Il est utilisé pour tester et évaluer les fonctionnalités, la conception, les performances et d'autres aspects innovants d'un concept avant sa production ou sa mise en œuvre complète. Par exemple, notre prototype repose sur la conception d'un système intelligent dans le domaine de l'élevage avicole, visant à créer un environnement de production avicole optimisé. Cela inclut la réduction des tâches manuelles, la surveillance à distance des opérations en temps réel et la prise de décisions plus éclairées.

**I.2.2 Réalisation du prototype :**

Notre projet implique une mise en œuvre pratique d'un système intelligent de contrôle et d'intégration de technologies avancées pour améliorer la gestion et les conditions d'élevage des poulets, en optimisant des paramètres tels que la température, l'humidité, l'éclairage et la qualité de l'air (y compris les gaz émis, les particules de fumée, etc.). Ce système intelligent peut offrir une surveillance à distance en temps réel, des notifications et des alertes via des notifications par texte et voix, ainsi que des réglages automatiques pour garantir un environnement optimal pour les poulets, favorisant leur santé, leur bien-être et leur productivité. De plus, il peut contribuer à la collecte de données pour l'analyse et l'amélioration des performances de l'élevage avicole. Le processus de réalisation comprend :

- un système d'alerte pour les fuites de gaz et les particules de l'air.
- un système de contrôle de la température.
- un système de contrôle de l'humidité.
- un système de contrôle de l'éclairage.
- un système d'alimentation automatique.
- un système d'abreuvement.
- un système de désinfection de l'environnement des poulets.
- un système de surveillance et de contrôle à distance.

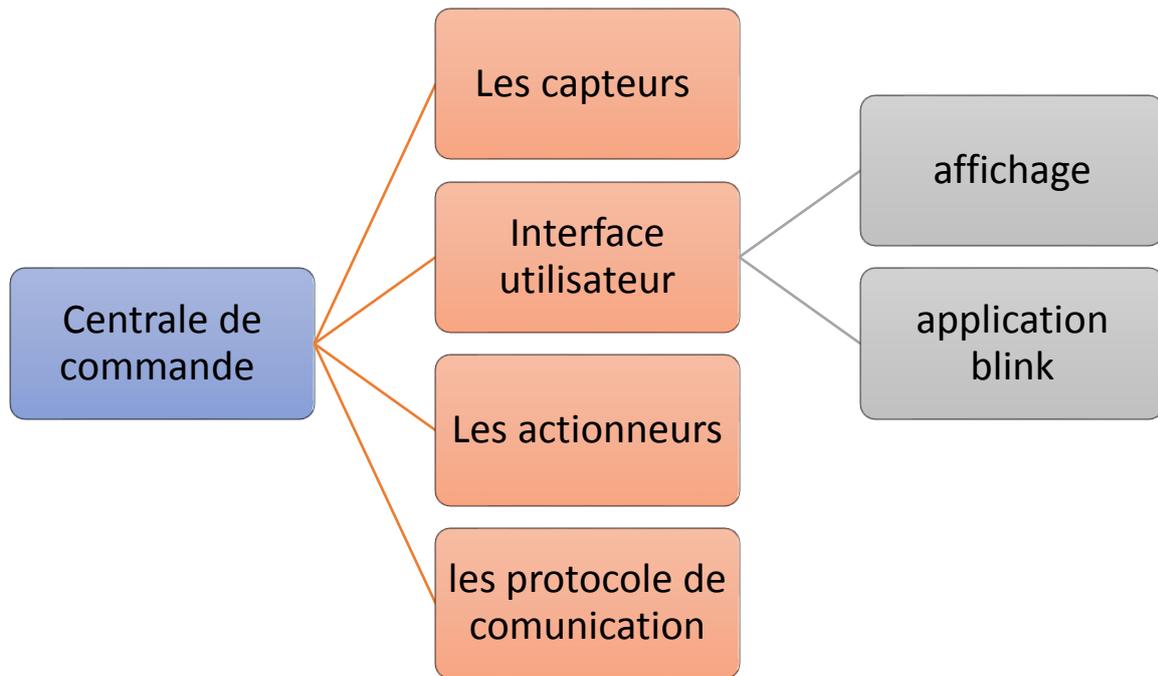
Pour réaliser le prototype nous utilisons :

- Arduino MEGA 2560
- Capteur de température et humidité DHT22
- Capteur de température et humidité DHT 11
- 2 Capteur de gaz MQ135.
- Capteur de gaz MQ8.
- Capteur de gaz MQ7.
- Capteur de gaz MQ2.
- Capteur de gaz MQ9.
- Capteur de Lumière BH1750 FVI
- Capteur de Lumière TMT6000
- Capteur de particules de l'air SDS011.
- Capteur de Poids 1 KG
- Capteur de turbidité
- Capteur niveau de l'eau
- Capteur ultrasonique.
- Module NodeMCU ESP8266
- Electrovanne 12 v
- Ecran lcd 2004
- 3.95 lcd tft tactile
- Pompe 12v
- 4 Un ventilateur 12v.
- Transformateur de courant 220v /12v
- 2 lampes 220 v
- Extracteur 220v
- Résistance chauffante 220v
- 3 Moteur pas à pas 12v
- Gps neo -06
- Gsm/gprs sim 900
- 1 HC-06 Bluetooth
- Ldr, résistances (220ohm, 10kohm, 1k , 4. 7k)
- les fils de connexion, plaque d'essai.

### **1.3 Structure générale de notre système réalisé :**

La structure générale d'un système intelligent de contrôle dans un poulailler comprend plusieurs composants interconnectés qui travaillent ensemble pour surveiller, contrôler et optimiser l'environnement et les conditions de vie des volailles.

La (figure 31) présente la structure générale de notre système pour créer un environnement contrôlé et optimisé pour les volailles, en fournissant des conditions de vie optimales, une gestion efficace des ressources et une réduction des risques de maladies :



*Figure 0-1 L'architecture du système réalisée.*

Le réseau du capteur permet de transmettre les données acquises à une centrale de contrôle, Effectivement, l'analyse des données dans un système intelligent de contrôle dans un poulailler peut conduire à l'élaboration de décisions. Ces décisions peuvent ensuite être appliquées de différentes manières (soient automatiquement, semi automatiquement ou de manière manuelle), selon le niveau d'automatisation du système et la nature des actions requises. et transféré les données en data avec les protocoles de communication

### **I.3.1 Centrale de commande**

Le système de contrôle comprend des microcontrôleurs, des circuits électroniques, des protocoles de communication, des logiciels qui traitent les données des capteurs et des algorithmes d'intelligence artificielle et prend des décisions en fonction de ceux-ci.

### **I.3.2 Capteurs :**

Des capteurs tels que les capteurs de gaz MQ135 , MQ8, MQ2, MQ7, MQ9, les capteurs luminosité BH1750 ,TMT6000 , les capteurs de température et d'humidité DHT22 ,DHT11 , capteur de particules de l'air et pollution sds011 et capteur de turbidité ,capteur de débit d'eau ,capteur niveau de l'eau Capteur de Poids 1 KG , Capteur ultrasonique ,sont utilisés pour collecter des données sur divers paramètres environnementaux sont utilisés pour collecter des données sur divers paramètres environnementaux et solides et liquides (qualité de l'air, particules, lumière, température, humidité, masse, qualité de l'eau, débit, et turbidité).

### **I.3.3 Les actionneurs :**

Les actionneurs de contrôle de l'environnement du poulailler sont essentiels pour assurer le bien-être des poulets et le succès de l'élevage de poulets.

Les systèmes de ventilation aident à contrôler la température, l'humidité et la qualité de l'air dans le poulailler

L'appareil de chauffage aide à maintenir la température à un niveau confortable pour les poulets, surtout en hiver.

Pompe à eau fournissent de l'eau fraîche aux poulets pour qu'elles puissent boire et se baigner.

Les moteurs sont utilisés pour faire fonctionner la nutrition ainsi que d'autres équipements du poulailler.

Les lampes fournissent de la lumière aux poulets, ce qui est important pour leur santé et leur bien-être. Les éléments de signalisation sont utilisés pour avertir les éleveurs des problèmes potentiels, tels que des surchauffes ou des pannes de courant.

#### *a Une interface utilisateur*

L'interface utilisateur permet à l'opérateur de surveiller l'état du système, d'afficher les données du capteur, de configurer les paramètres et de recevoir des notifications distense

L'interface utilisateur est un écran LCD TFT intégré au poulailler, accessible dans l'application mobile Blink.

#### *b Les protocoles de communication*

La partie importante pour faire fonctionner la surveillance à distance, intelligente des poulaillers est d'utiliser le wifi, le Bluetooth, le GSM pour les appels, les messages texte et le GPS

- ✓ **Le wi-fi** permet de connecter les appareils du poulailler à un réseau local et à Internet. Cela permet de collecter des données à distance, telles que la température, l'humidité, la qualité de l'air et le comportement des poules.
- ✓ **Le Bluetooth** peut être utilisé pour connecter des appareils mobiles, tels que des smartphones ou des tablettes, aux appareils du poulailler. Cela permet aux éleveurs de contrôler les paramètres du poulailler depuis leur appareil mobile
- ✓ **Le GSM** permet de connecter le poulailler à un réseau mobile. Cela permet d'envoyer des alertes en cas de problème, tels qu'une panne de courant ou une intrusion
- ✓ **Le GPS** permet de localiser le poulailler. Cela peut être utile pour les éleveurs qui ont plusieurs poulaillers ou qui souhaitent suivre les mouvements de leurs poules

### ***1.4 La conception du notre système :***

Notre système intelligent de surveillance à distance des poulaillers est composé de neuf systèmes qui fonctionnent ensemble pour maintenir le bien-être des poules et assurer la sécurité et l'efficacité de l'exploitation.

Les systèmes sont les suivants :

#### **I.4.1 Système d'alerte pour les fuites de gaz et la détection des particules de l'air :**

##### ***a Introduction :***

La sécurité et le bien-être des poules dans un poulailler sont des préoccupations primordiales pour les éleveurs, et c'est là qu'intervient notre système d'alerte pour les fuites de gaz et la détection des particules de l'air. Ce système repose sur une combinaison de capteurs sophistiqués et d'une carte Arduino pour surveiller en temps réel la qualité de l'air à l'intérieur du poulailler. L'objectif principal est de détecter tout risque lié aux fuites de gaz potentiellement dangereuses et aux particules fines qui pourraient affecter la santé des poules et du personnel. Dans ce chapitre, nous explorerons en détail les composants clés de ce système, son principe de fonctionnement, les protocoles de communication utilisés pour garantir une surveillance précise et une réaction rapide en cas de problème, ainsi que le processus de calibration des capteurs pour une mesure précise.

**En utilisons les systèmes suivant :**

##### ***b -Composants du Système :***

Le système d'alerte pour les fuites de gaz et la détection des particules de l'air s'appuie sur une gamme de capteurs spécifiques pour garantir une surveillance complète et précise. Voici les principaux capteurs utilisés :

##### ***c Capteurs :***

- **Capteur de gaz MQ135** : Ce capteur mesure la concentration de gaz combustibles, l'ammoniac le, le dioxyde de carbone.
- **Capteur de gaz MQ8** : Il détecte des gaz combustibles tels que, le sulfure d'hydrogène
- **Capteur de gaz MQ7** : Ce capteur est spécifique pour le monoxyde de carbone.
- **Capteur de gaz MQ2** : Polyvalent.
- **Capteur de gaz MQ9** : Il détecte le méthane et le propane.
- **Capteur SDS011** : Mesure la concentration de particules fines (PM2,5) et de particules ultrafines (PM10).

***d Principe de Fonctionnement :***

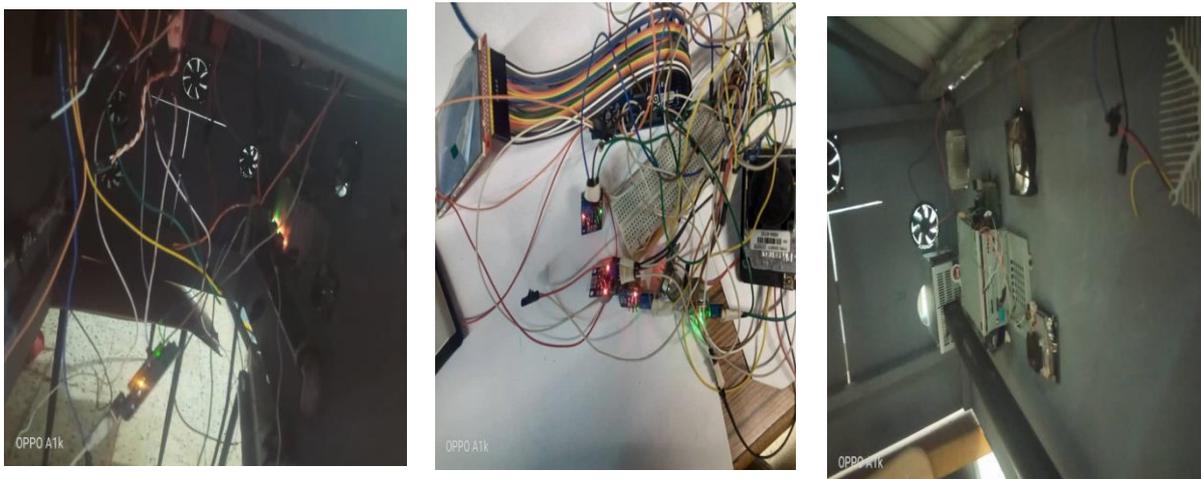
1. Le fonctionnement du système repose sur une séquence logique de mesures et d'actions pour garantir la sécurité du poulailler. Voici les étapes principales :
2. Les capteurs mesurent en continu la concentration de gaz ou de particules dans l'air ambiant.
3. Les données collectées par les capteurs sont transmises à la carte Arduino, qui agit comme le cerveau du système.
4. La carte Arduino analyse en temps réel les données reçues pour détecter toute anomalie, telle qu'une fuite de gaz ou une concentration excessive de particules fines.
5. En cas de détection d'une anomalie, l'Arduino déclenche une alarme audible, visuelle, ou les deux, pour avertir le personnel de l'élevage de la présence de danger.
6. En plus de l'alarme, l'Arduino peut également contrôler des actionneurs tels que des ventilateurs ou des extracteurs pour évacuer les gaz nocifs ou les particules fines de l'environnement du poulailler, contribuant ainsi à la sécurité continue des poules et du personnel.

***e .Protocoles de communication :***

- **Wi-Fi :** L'Arduino peut utiliser une connexion Wi-Fi pour envoyer des alertes ou des données à un système de surveillance à distance.
- **Bluetooth :** Permet de connecter un appareil mobile à la carte Arduino pour contrôler et surveiller le système.
- **GSM :** Envoie des alertes par SMS ou appel téléphonique en cas de problème.

***f Application :***

Dans un poulailler, ce système détecte les fuites de gaz (comme le propane) et les gaz toxiques (comme le monoxyde de carbone) pour assurer la sécurité des poulets et du personnel. Il surveille également la qualité de l'air en détectant les particules fines et ultrafines potentiellement nocives.



***Figure 0-2 systèmes de détection des fuites de gaz et des particules***

**g Calibration des Capteurs :**

La calibration des capteurs est une étape essentielle pour garantir la précision des mesures. Elle implique la configuration des capteurs de manière à ce qu'ils fournissent des lectures correctes en fonction des conditions environnementales spécifiques du poulailler. Les capteurs peuvent être calibrés en exposant le système à des concentrations connues de gaz ou de particules et en ajustant les paramètres en conséquence. Une calibration régulière est nécessaire pour maintenir l'exactitude des mesures au fil du temps.

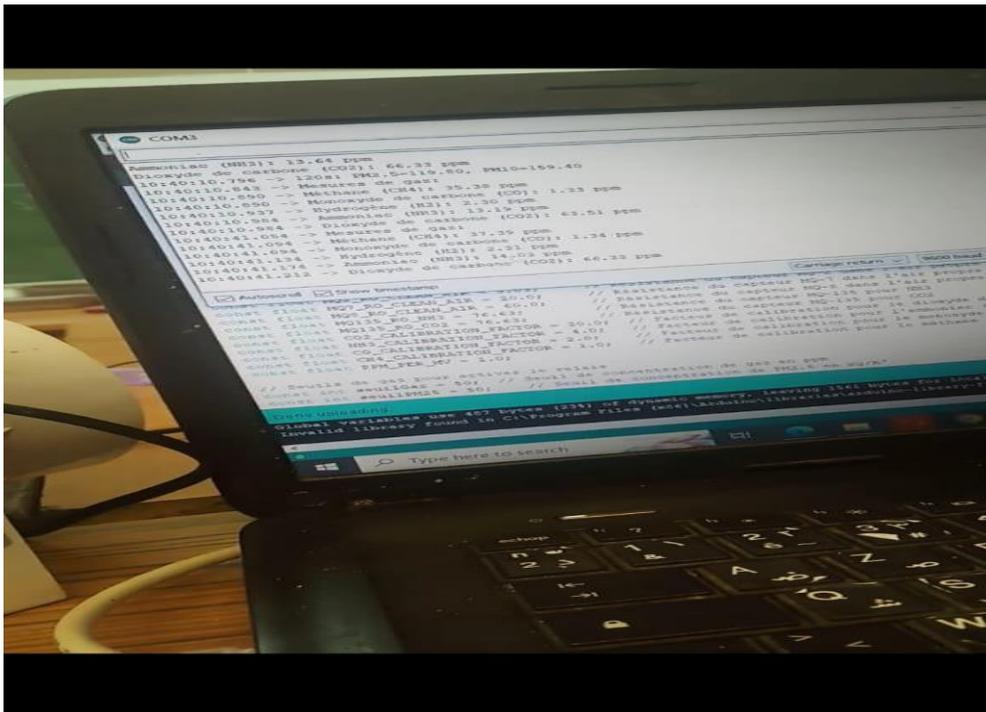


Figure 0-3 la programmation de code arduino

**h Conclusion :**

Le système d'alerte pour les fuites de gaz et la détection des particules de l'air représente un élément essentiel de la gestion moderne des poulaillers, garantissant à la fois la sécurité et le bien-être des animaux ainsi que la tranquillité d'esprit des éleveurs. Grâce à une combinaison de capteurs avancés, d'une carte Arduino intelligente et d'une calibration soignée, ce système offre une surveillance en temps réel, une détection rapide des problèmes et une réponse efficace en cas d'urgence. En investissant dans de telles technologies, les exploitants de poulaillers contribuent à améliorer les conditions de vie des poules, à assurer la sécurité de leur exploitation, tout en respectant les normes environnementales et sanitaires les plus strictes.

### **I.4.2 Système de contrôle de la température et de l'humidité :**

#### ***a Introduction :***

Le système de contrôle de la température et de l'humidité joue un rôle crucial dans la gestion moderne d'un poulailler. Son objectif principal est de maintenir des conditions environnementales optimales pour le bien-être des poules et pour maximiser leur production. Dans cette section, nous explorerons en détail les composants de ce système, son principe de fonctionnement, les protocoles de communication utilisés, ainsi que son application pratique.

#### ***b Composants :***

- **Capteurs de température et d'humidité DHT22 :** Ces capteurs mesurent la température et l'humidité à l'intérieur du poulailler.
- **Capteurs de température et d'humidité DHT11 :** Ils sont utilisés pour mesurer la température et l'humidité à l'extérieur du poulailler.
- **Résistance chauffante :** Cette composante est utilisée pour chauffer le poulailler lorsque la température chute en dessous d'un seuil critique.
- **Humidificateur :** L'humidificateur ajoute de l'humidité à l'air si les niveaux d'humidité sont trop bas, assurant ainsi un environnement confortable pour les poules.
- **Ventilateurs et extracteurs :** Ils sont responsables de la régulation de la température et de l'humidité en faisant circuler l'air ou en expulsant l'air chaud si nécessaire.

#### ***c Principe de fonctionnement :***

##### **1. Collecte de données :**

Les capteurs DHT22 et DHT11 mesurent en continu la température et l'humidité à l'intérieur et à l'extérieur du poulailler.

##### **2. Comparaison aux seuils prédéfinis :**

L'Arduino compare en temps réel ces données aux seuils prédéfinis, qui sont déterminés en fonction des besoins des poules.

##### **3. Actionnement des composants :**

En fonction des seuils, l'Arduino prend des décisions pour maintenir un environnement optimal. Par exemple, si la température baisse en dessous du seuil, il active la résistance chauffante pour réchauffer le poulailler. Si l'humidité est insuffisante, il met en marche l'humidificateur. De même, les ventilateurs ou les extracteurs peuvent être activés pour réguler la température et l'humidité.

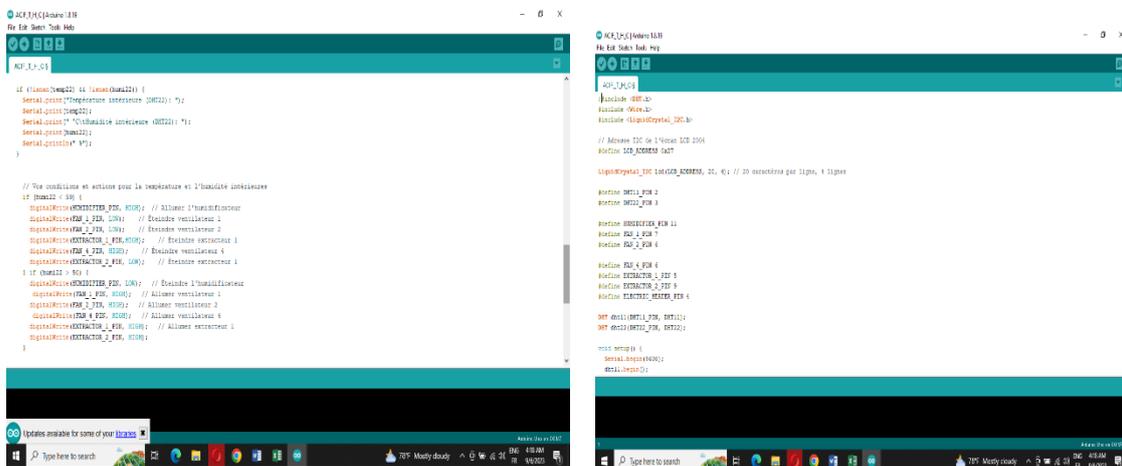
#### ***d Protocoles de communication :***

Les protocoles de communication sont essentiels pour la surveillance à distance et le contrôle de ce système :

- **Wi-Fi** : La connexion Wi-Fi permet aux éleveurs de surveiller et de contrôler à distance les conditions du poulailler via une interface en ligne.
- **Bluetooth** : Permet de connecter un appareil mobile à la carte Arduino pour contrôler et surveiller le système.
- **GSM** : Envoie des alertes par SMS ou appel téléphonique en cas de problème.

### e Application :

Ce système a pour objectif de garantir des conditions environnementales optimales pour les poules, contribuant ainsi à leur bien-être et à une production maximale d'œufs. Par exemple, en hiver, il empêche les poules de souffrir du froid, tandis qu'en été, il les protège de la chaleur excessive. Les décisions automatisées basées sur les données des capteurs permettent une gestion plus précise et réactive de l'environnement du poulailler.



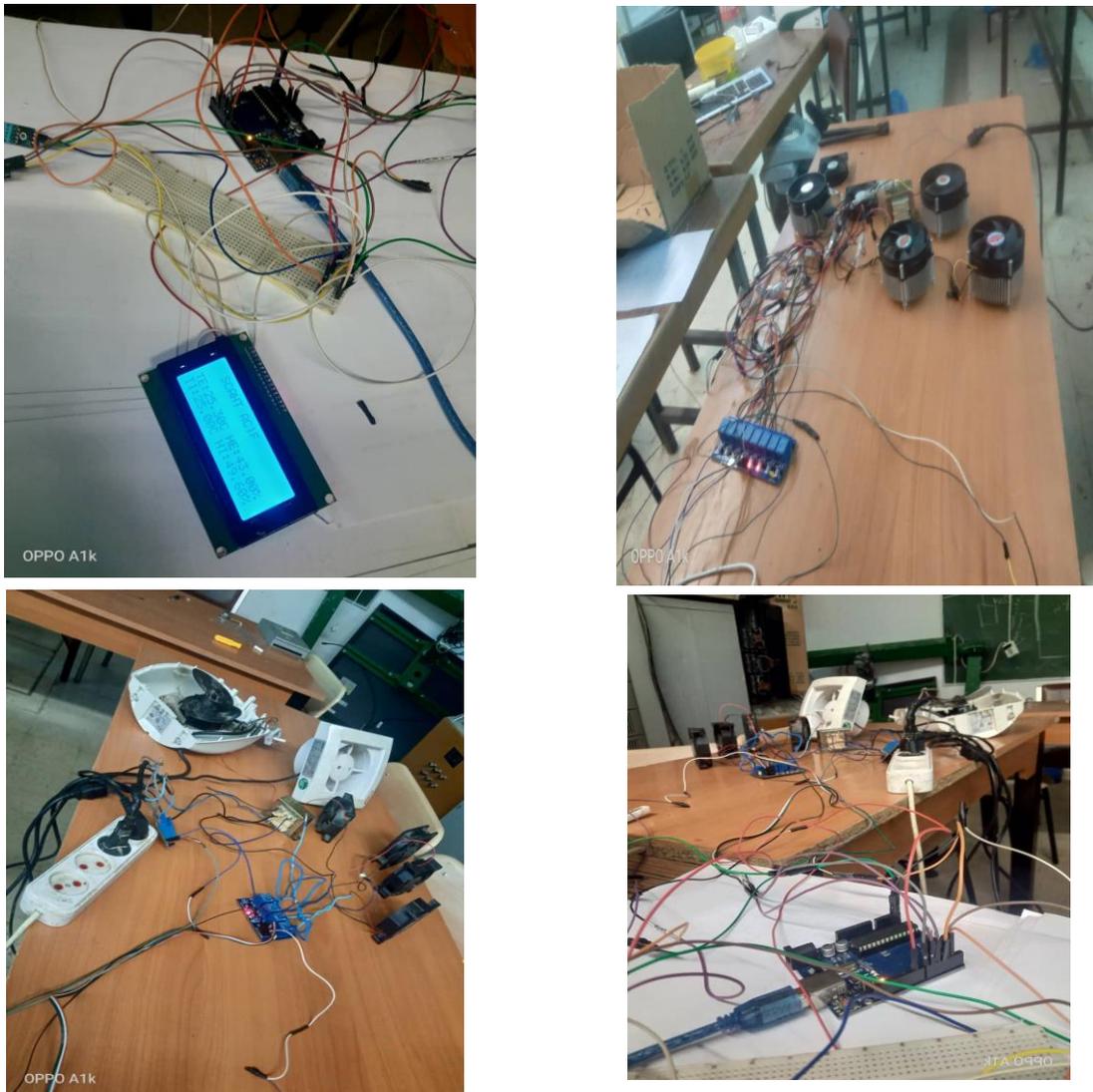
```
if (temp > 35 || temp < 5) {
  Serial.println("Température anormale (HOT) : ");
  Serial.println(temp);
  Serial.println("Humidité anormale (HOT) : ");
  Serial.println(hum);
}

// Les conditions et actions pour la ventilation et l'humidité anormales
if (temp > 35) {
  digitalWrite(PIN_FAN_1, HIGH); // Allumer l'humidificateur
  digitalWrite(PIN_1_FAN, LOW); // Éteindre ventilateur 1
  digitalWrite(PIN_2_FAN, LOW); // Éteindre ventilateur 2
  digitalWrite(PIN_3_FAN, HIGH); // Allumer extracteur 1
  digitalWrite(PIN_4_FAN, LOW); // Éteindre ventilateur 1
  digitalWrite(PIN_5_FAN, LOW); // Éteindre extracteur 2
}
if (temp < 5) {
  digitalWrite(PIN_1_FAN, LOW); // Éteindre l'humidificateur
  digitalWrite(PIN_1_FAN, HIGH); // Allumer ventilateur 1
  digitalWrite(PIN_2_FAN, HIGH); // Allumer ventilateur 2
  digitalWrite(PIN_3_FAN, LOW); // Allumer extracteur 1
  digitalWrite(PIN_4_FAN, HIGH); // Allumer ventilateur 1
  digitalWrite(PIN_5_FAN, HIGH); // Allumer extracteur 2
}

// Initialisation des broches
pinMode(PIN_1_FAN, OUTPUT);
pinMode(PIN_2_FAN, OUTPUT);
pinMode(PIN_3_FAN, OUTPUT);
pinMode(PIN_4_FAN, OUTPUT);
pinMode(PIN_5_FAN, OUTPUT);

// Initialisation des capteurs
DHT.begin();
Serial.begin(9600);
Serial.println();
```

Figure 0-4 La programmation de code arduino



*Figure 0-5 Système de contrôle d'humidité et de température*

***f Conclusion :***

Le système de contrôle de la température et de l'humidité est un élément clé de la gestion d'un poulailler moderne. En combinant des capteurs intelligents, des seuils prédéfinis et des composants d'actionnement, il maintient un environnement optimal pour les poules, favorisant ainsi leur bien-être et leur productivité. En utilisant la technologie Wi-Fi, il offre aux éleveurs la possibilité de surveiller et de contrôler à distance, contribuant ainsi à l'efficacité globale de l'exploitation avicole.

### **I.4.3 Système de contrôle de l'éclairage :**

#### ***a Introduction:***

Le système de contrôle de l'éclairage dans un poulailler est essentiel pour maintenir des conditions de luminosité appropriées, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, afin de répondre aux besoins des poules et de réguler leur cycle jour-nuit. Dans cette section, nous allons examiner les composants de ce système, son principe de fonctionnement et les protocoles de communication utilisés pour le contrôler.

#### ***b Composants :***

- **Capteur de lumière BH1750** : Ce capteur mesure la luminosité ambiante, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du poulailler.
- **Lampes LED intérieures** : Ces lampes fournissent un éclairage supplémentaire à l'intérieur du poulailler lorsque la luminosité naturelle est insuffisante.
- **Relais intérieur** : Les relais intérieurs contrôlent l'allumage et l'extinction des lampes LED intérieures.
- **Capteur de lumière TMT6000** : Ce capteur mesure la luminosité extérieure, généralement placé à l'extérieur du poulailler pour capter la lumière naturelle du jour.
- **Lampes LED extérieures** : Ces lampes fournissent un éclairage extérieur supplémentaire lorsque nécessaire.
- **Relais extérieures** : Les relais extérieurs contrôlent l'allumage et l'extinction des lampes LED extérieures.

#### ***c Principe de fonctionnement :***

##### **✓ Contrôle de la luminosité intérieure :**

1. Le capteur de lumière BH1750 mesure la luminosité à l'intérieur du poulailler.
2. L'Arduino compare les données du capteur aux seuils prédéfinis pour déterminer si l'éclairage intérieur est nécessaire.
3. Si la luminosité est insuffisante, l'Arduino active les lampes LED intérieures via les relais correspondants.
4. Une fois que la luminosité atteint un niveau suffisant, les lampes intérieures sont éteintes.

##### **✓ Contrôle de la luminosité extérieure :**

1. Le capteur de lumière TMT6000 mesure la luminosité à l'extérieur du poulailler.
2. L'Arduino compare les données du capteur aux seuils prédéfinis pour déterminer si l'éclairage extérieur est nécessaire.
3. Si la luminosité extérieure est insuffisante, l'Arduino active les lampes LED extérieures via les relais correspondants.
4. Une fois que la luminosité extérieure est adéquate, les lampes extérieures sont éteintes.

#### ***d Protocoles de communication :***

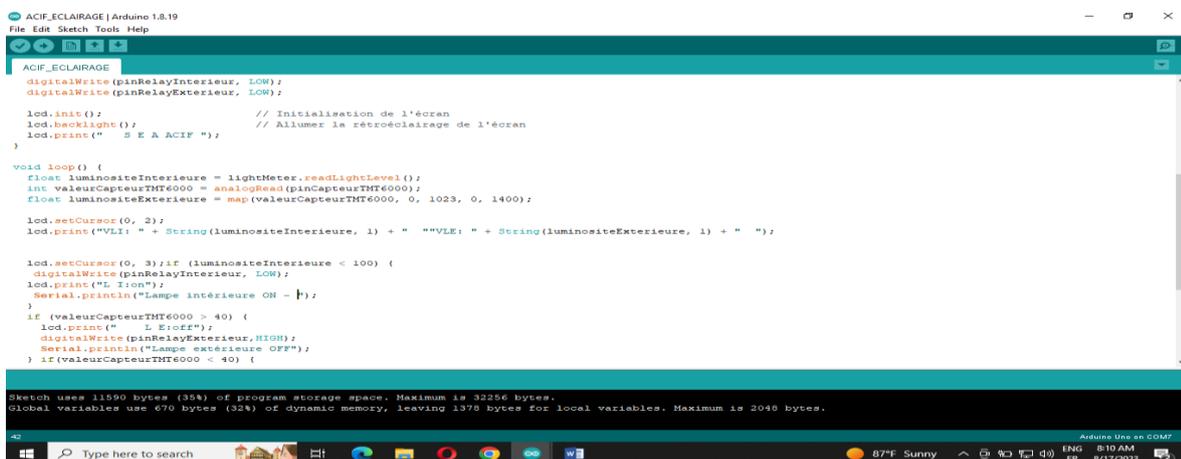
Le système de contrôle de l'éclairage peut être géré à distance pour s'assurer que les niveaux de luminosité sont appropriés. Les protocoles de communication utilisés sont les suivants :

- **Wi-Fi** : La connexion Wi-Fi permet aux éleveurs de surveiller et de contrôler à distance les conditions du poulailler via une interface en ligne.

- **Bluetooth** : Permet de connecter un appareil mobile à la carte Arduino pour contrôler et surveiller le système.
- **GSM** : Envoie des alertes par SMS ou appel téléphonique en cas de problème.

#### e Application :

Ce système de contrôle de l'éclairage assure un éclairage optimal à la fois à l'intérieur et à l'extérieur du poulailler en fonction des besoins des poules et des cycles jour-nuit. Cela contribue au bien-être des poules et peut également influencer leur production d'œufs en maintenant des conditions lumineuses appropriées. De plus, en utilisant les protocoles de communication, les éleveurs peuvent surveiller et ajuster l'éclairage à distance pour répondre aux besoins changeants.



```
ACIF_ECLAIRAGE | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

ACIF_ECLAIRAGE
digitalWrite(pinRelayInterieur, LOW);
digitalWrite(pinRelayExterieur, LOW);

lcd.init(); // Initialisation de l'écran
lcd.backlight(); // Allumer la rétroéclairage de l'écran
lcd.println(" S E A ACIF ");
}

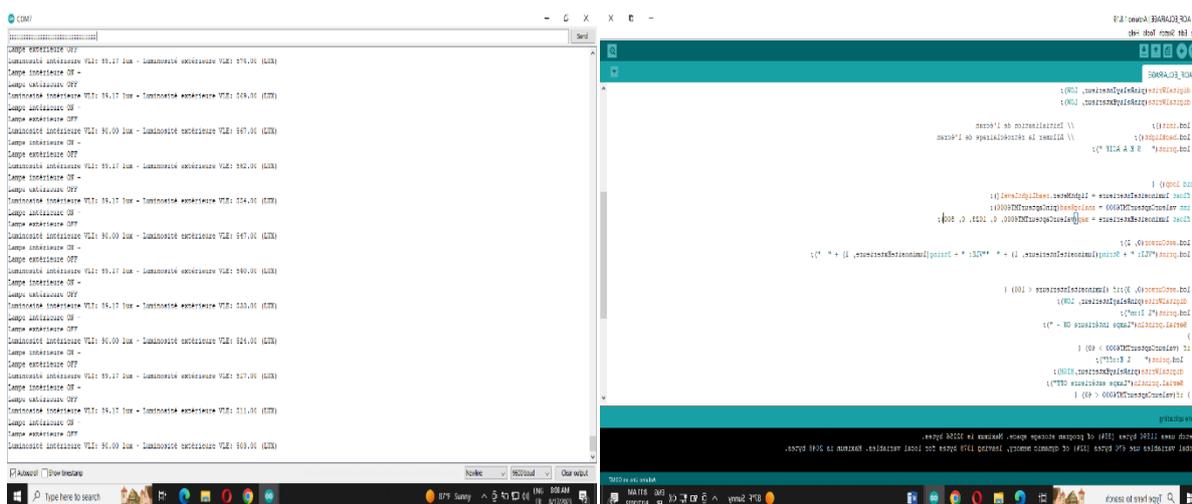
void loop() {
float luminositeInterieure = lightMeter.readLightLevel();
int ValeurCapteurTMT6000 = analogRead(pinCapteurTMT6000);
float luminositeExterieur = map(valeurCapteurTMT6000, 0, 1023, 0, 1400);

lcd.setCursor(0, 2);
lcd.println("VLI: " + String(luminositeInterieure, 1) + " ""VLE: " + String(luminositeExterieur, 1) + " """);

lcd.setCursor(0, 3); if (luminositeInterieure < 100) {
digitalWrite(pinRelayInterieur, LOW);
lcd.println("L Iion");
Serial.println("Lampe intérieure ON - I");
}
if (valeurCapteurTMT6000 > 40) {
lcd.println(" L Eioff");
digitalWrite(pinRelayExterieur, HIGH);
Serial.println("Lampe extérieure OFF");
} if (valeurCapteurTMT6000 < 40) {

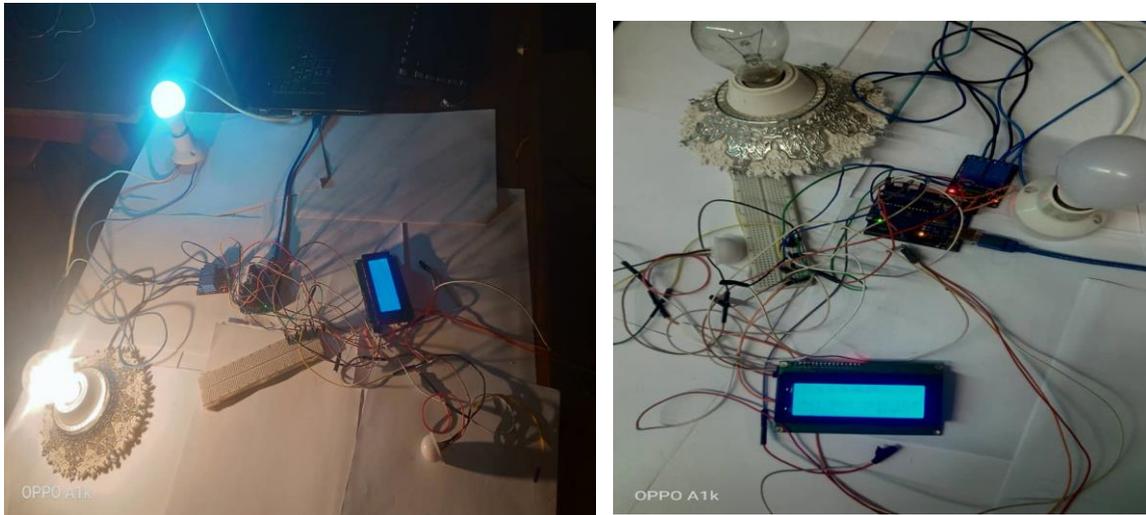
Sketch uses 11590 bytes (35% of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 670 bytes (32% of dynamic memory, leaving 1370 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.

Arduino Uno en COM7
87°F Sunny
8:10 AM
FR 8/17/2023
```



```
COM7
Lampe extérieure OFF
Luminosité intérieure VLI: 99.17 lux - Luminosité extérieure VLE: 574.00 (LUX)
Lampe intérieure ON
Lampe extérieure OFF
Luminosité intérieure VLI: 94.13 lux - Luminosité extérieure VLE: 559.00 (LUX)
Lampe intérieure ON
Lampe extérieure OFF
Luminosité intérieure VLI: 90.00 lux - Luminosité extérieure VLE: 547.00 (LUX)
Lampe intérieure ON
Luminosité intérieure VLI: 99.17 lux - Luminosité extérieure VLE: 562.00 (LUX)
Lampe intérieure ON
Lampe extérieure OFF
Luminosité intérieure VLI: 94.13 lux - Luminosité extérieure VLE: 554.00 (LUX)
Lampe intérieure ON
Lampe extérieure OFF
Luminosité intérieure VLI: 90.00 lux - Luminosité extérieure VLE: 547.00 (LUX)
Lampe intérieure ON
Lampe extérieure OFF
Luminosité intérieure VLI: 99.17 lux - Luminosité extérieure VLE: 549.00 (LUX)
Lampe intérieure ON
Lampe extérieure OFF
Luminosité intérieure VLI: 94.13 lux - Luminosité extérieure VLE: 533.00 (LUX)
Lampe intérieure ON
Lampe extérieure OFF
Luminosité intérieure VLI: 90.00 lux - Luminosité extérieure VLE: 524.00 (LUX)
Lampe intérieure ON
Luminosité intérieure VLI: 99.17 lux - Luminosité extérieure VLE: 527.00 (LUX)
Lampe intérieure ON
Lampe extérieure OFF
Luminosité intérieure VLI: 94.13 lux - Luminosité extérieure VLE: 511.00 (LUX)
Lampe intérieure ON
Lampe extérieure OFF
Luminosité intérieure VLI: 90.00 lux - Luminosité extérieure VLE: 503.00 (LUX)
```

Figure 0-6 Le code Arduino pour Contrôler de la luminosité intérieure et extérieur



*Figure 0-7 systèmes de contrôle d'éclairage extérieur et intérieur*

### **Conclusion :**

Le système de contrôle de l'éclairage joue un rôle crucial dans la gestion d'un poulailler moderne. Il permet de maintenir des conditions lumineuses optimales à l'intérieur et à l'extérieur du poulailler, ce qui est essentiel pour le bien-être des poules et la régulation de leur cycle jour-nuit. En utilisant des capteurs de lumière, des lampes LED et des relais, ce système offre un contrôle précis de l'éclairage, et les protocoles de communication permettent une gestion à distance pratique

### **I.4.4 Système d'alimentation automatique :**

#### ***a Introduction:***

Le système d'alimentation automatique joue un rôle crucial dans la gestion d'un poulailler moderne en garantissant que les poules reçoivent la nourriture dont elles ont besoin de manière régulière et en automatisant ce processus. Dans cette section, nous examinerons en détail les composants de ce système, son principe de fonctionnement, les protocoles de communication utilisés et son application pratique.

***b Composants :***

- **Capteur de poids** : Ce capteur mesure la quantité de nourriture restante dans le réservoir d'alimentation.
- **Moteur** : Le moteur est responsable de faire tourner le réservoir d'alimentation pour distribuer la nourriture.
- **Relais** : Les relais contrôlent le moteur en fonction des signaux de l'Arduino.

***c Principe de fonctionnement :*****Mesure de la quantité de nourriture :**

- Le capteur de poids est placé sous le réservoir d'alimentation.
- Il mesure en continu le poids de la nourriture restante.
- L'Arduino collecte les données du capteur de poids.

**Distribution de nourriture :**

- L'Arduino compare les données du capteur aux seuils prédéfinis.
- Si la quantité de nourriture descend en dessous d'un seuil, indiquant que les poules ont besoin de nourriture, l'Arduino active le moteur via les relais.

**Rotation du réservoir :**

- Le moteur est activé et fait tourner le réservoir d'alimentation.
- La quantité nécessaire de nourriture est distribuée dans les mangeoires des poules.

***d Protocoles de communication :***

Pour permettre un contrôle à distance et une surveillance de l'alimentation des poules, les protocoles de communication utilisés sont les suivants :

- **Wi-Fi** : La connexion Wi-Fi permet aux éleveurs de surveiller et de contrôler à distance les conditions du poulailler via une interface en ligne.
- **Bluetooth** : Permet de connecter un appareil mobile à la carte Arduino pour contrôler et surveiller le système.
- **GSM** : Envoie des alertes par SMS ou appel téléphonique en cas de problème.

***e Application :***

Ce système automatise la distribution de nourriture pour les poules en fonction de leur demande. Il garantit que les poules ont un accès constant à la nourriture, ce qui est essentiel pour leur bien-être et leur productivité. Les données collectées par le capteur de poids peuvent également être utilisées pour surveiller la consommation de nourriture des poules, ce qui est utile pour évaluer leur santé et leur performance.

***f Conclusion :***

Le système d'alimentation automatique est un élément clé de la gestion d'un poulailler moderne. En utilisant des capteurs de poids, des moteurs et des relais, il assure une alimentation constante et automatisée pour les poules. Les protocoles de communication permettent un contrôle à distance, offrant ainsi une solution pratique pour les éleveurs de volailles. Ce système contribue au bien-être des poules et à l'efficacité de la production.

### **I.4.5 . Système d'abreuvement :**

#### ***a) Introduction :***

Le système d'abreuvement automatique garantit un approvisionnement constant en eau propre et claire pour les poules, ce qui est essentiel pour leur santé et leur bien-être. Dans cette section, nous détaillerons les composants de ce système, son principe de fonctionnement, les protocoles de communication utilisés et son application pratique.

#### ***b) Composants :***

- **Capteur de turbidité** : Mesure la clarté de l'eau pour détecter toute contamination.
- **Capteur de débit d'eau** : Mesure le volume d'eau qui s'écoule.
- **Capteur de niveau d'eau** : Mesure la quantité d'eau restante dans le réservoir.
- **Pompe** : Fournit de l'eau aux poules.
- **Électrovanne** : Contrôle la pompe en ouvrant et en fermant l'approvisionnement en eau.

#### ***c) Principe de fonctionnement :***

##### **Surveillance de la qualité de l'eau :**

- Le capteur de turbidité mesure en continu la clarté de l'eau.
- En cas de turbidité excessive, indiquant une possible contamination, l'Arduino prend note de la situation.

##### **Distribution d'eau :**

- Les capteurs de débit d'eau et de niveau d'eau surveillent l'approvisionnement en eau.
- L'Arduino compare les données des capteurs aux seuils prédéfinis.
- Si l'eau doit être ajoutée ou remplacée, l'Arduino active l'électrovanne et la pompe pour fournir de l'eau propre aux poules.

#### ***d) Protocoles de communication :***

Pour permettre un contrôle à distance et une surveillance de l'abreuvement des poules, les protocoles de communication utilisés sont les suivants :

- **Wi-Fi** : La connexion Wi-Fi permet aux éleveurs de surveiller et de contrôler à distance les conditions du poulailler via une interface en ligne.
- **Bluetooth** : Permet de connecter un appareil mobile à la carte Arduino pour contrôler et surveiller le système.
- **GSM** : Envoie des alertes par SMS ou appel téléphonique en cas de problème.

#### ***e) Application :***

Le système d'abreuvement automatique assure un approvisionnement constant en eau propre et claire pour les poules. Il contribue à maintenir leur santé et leur bien-être, ce qui est essentiel pour une production optimale. De plus, la surveillance de la qualité de l'eau permet de détecter rapidement tout problème de contamination, garantissant ainsi la sécurité alimentaire des œufs produits.



*Figure 0-8 Système d'alimentation*

***f) Conclusion :***

Le système d'abreuvement automatique est un élément essentiel de la gestion d'un poulailler moderne. En utilisant des capteurs de turbidité, de débit d'eau et de niveau d'eau, associés à une pompe et une électrovanne, il garantit un approvisionnement en eau de qualité pour les poules. Les protocoles de communication permettent un contrôle à distance, offrant ainsi une solution pratique pour les éleveurs de volailles. Ce système contribue au bien-être des poules et à la sécurité alimentaire de la production d'œufs

**I.4.6 Système de surveillance et de contrôle à distance :**

***a) Introduction :***

Le système de surveillance et de contrôle à distance est l'épine dorsale de la gestion moderne d'un poulailler. Il permet aux éleveurs de surveiller en temps réel les conditions environnementales, la sécurité et le bien-être des poules, ainsi que de prendre des mesures à distance pour optimiser la production. Dans cette section, nous explorerons en détail les composants de ce système, son principe de fonctionnement, les protocoles de communication utilisés, ainsi que application pratique son.

***b) Composants :***

- **ESP8266 NodeMCU** : Ce composant permet la connectivité Wi-Fi, permettant au système d'être connecté à un réseau local.
- **HC-06** : Le module Bluetooth permet une communication sans fil à courte portée pour un contrôle rapproché.
- **GPS NEO-6M** : Ce module GPS permet de suivre la position géographique du poulailler, ce qui peut être utile pour des raisons de sécurité et de localisation.

- **GSM 900** : Le module GSM est utilisé pour les alertes et le contrôle à distance, notamment l'envoi de SMS et d'appels en cas d'urgence.
- **Arduino Mega** : C'est le cerveau du système, responsable de la gestion globale.
- **Afficheur LCD** : L'afficheur LCD permet d'afficher localement les données collectées pour une visualisation rapide.
- **Application mobile avec Blink** : L'interface utilisateur, généralement sous forme d'application mobile, permet aux éleveurs de surveiller et de contrôler le poulailler à distance.

*c) Principe de fonctionnement :*

**1. Collecte de données :**

- Les capteurs placés dans le poulailler collectent en permanence des données sur les conditions environnementales, telles que la température, l'humidité, la luminosité, les niveaux de gaz, etc.
- Les données sont transmises à l'Arduino Mega pour traitement.

*d) Communication :*

• **L'Arduino Mega** communique avec les différents modules de connectivité en fonction des besoins :

- **Wi-Fi** pour la surveillance à distance via une interface en ligne.
- **Bluetooth** pour un contrôle rapproché à partir d'appareils mobiles.
- **GSM** pour les alertes et la communication en cas de défaillance du Wi-Fi.

**2. Affichage local :**

Les données collectées peuvent également être affichées localement sur l'afficheur LCD, permettant ainsi aux éleveurs de consulter rapidement les informations essentielles.

**3. Application mobile :**

L'application mobile, généralement conçue avec Blink ou une plateforme similaire, permet aux éleveurs de surveiller et de contrôler à distance le poulailler à partir de leurs smartphones ou tablettes.

*e) Protocoles de communication :*

Les protocoles de communication utilisés sont essentiels pour le bon fonctionnement du système de surveillance et de contrôle à distance :

- **Wi-Fi** : La connexion Wi-Fi permet la surveillance à distance via une interface en ligne, offrant aux éleveurs un accès facile à toutes les données du poulailler.
- **Bluetooth** : Le Bluetooth permet un contrôle rapproché à partir d'appareils mobiles à proximité, offrant ainsi une solution pratique pour des ajustements en temps réel.
- **GSM** : Le module GSM intervient en cas d'alertes ou de défaillance de la connexion Wi-Fi, en envoyant des SMS ou en effectuant des appels pour informer les éleveurs.

f) Application :

Ce système permet aux éleveurs de surveiller et de contrôler en temps réel les conditions du poulailler, garantissant ainsi le bien-être des poules, la sécurité et la production optimale. Les alertes en cas de problèmes permettent de réagir rapidement, réduisant ainsi les risques et les pertes potentielles.

g) Programmation :

Développement du code pour l'Arduino Mega, y compris la gestion des capteurs, des actionneurs et des communications (Wi-Fi, Bluetooth, GSM).

Création de l'interface utilisateur pour l'afficheur LCD.

Programmation de l'application mobile avec Blink pour la surveillance et le contrôle à distance.

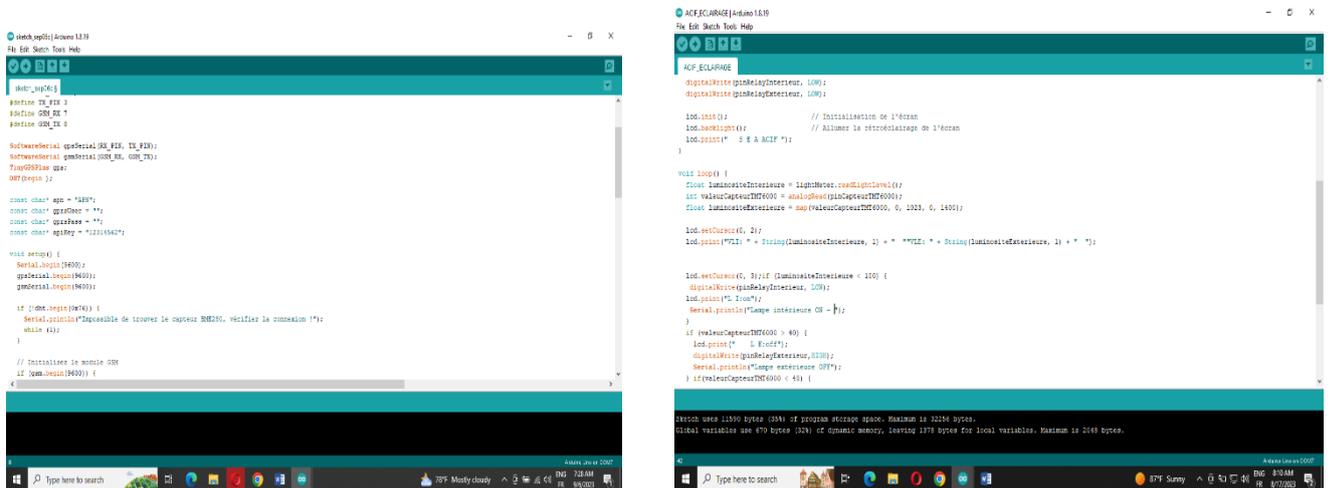


Figure 0-9 Le code Arduino pour la surveillance et de contrôle à distance

h) Tests et Validation :

Test approfondi du système dans des conditions réelles de poulailler.

Vérification de la précision des capteurs, de la stabilité de la communication et de la réactivité de l'interface utilisateur.



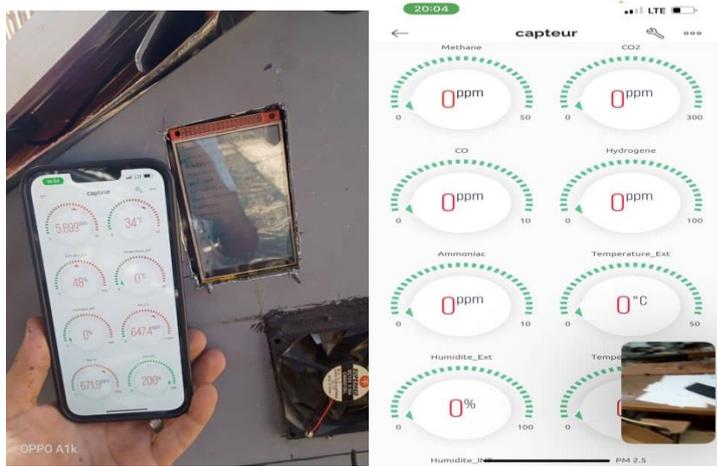


Figure 0-10 l'affichage dans application BLINK



Figure 0-11 Test lrs protocole de cominication

**i) Conclusion :**

Le système de surveillance et de contrôle à distance représente une avancée significative dans la gestion des poulaillers modernes. En combinant des capteurs, un Arduino puissant et diverses options de communication sans fil, il offre aux éleveurs un contrôle avancé et une surveillance en temps réel pour répondre aux besoins changeants de leurs élevages de volailles. Ce système contribue au bien-être des poules, à l'efficacité de la production et à la sécurité globale de l'exploitation.



*Figure 0-12 le prototypage de systeme*

### **1.5 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons développé un système d'automatisation pour les bâtiments avicoles. Nous avons conçu et fabriqué des circuits électroniques pour contrôler les conditions environnementales, et nous avons construit un prototype miniature pour tester notre système. Les tests ont été concluants, ce qui nous incite à déployer notre système dans un poulailler réel.

## **Conclusion Générale**

### *Conclusion générale :*

L'élevage de volailles est un secteur important de l'économie algérienne. Cependant, la production avicole algérienne est confrontée à un certain nombre de défis, notamment la qualité et la quantité de la production, ainsi que la durabilité.

Dans ce mémoire, nous avons développé un prototype électronique de système de contrôle des bâtiments avicoles. Ce système permet aux éleveurs de surveiller et de contrôler en temps réel les conditions environnementales de leurs poulaillers. Le système intègre des capteurs et des actionneurs qui mesurent et régulent les paramètres climatiques tels que la température, l'humidité et la ventilation.

Les résultats de nos tests ont montré que le système est efficace et répond aux besoins des éleveurs. Le système permet d'améliorer la qualité et la quantité de la production, ainsi que de réduire les coûts de production.

Nous espérons que ce système sera déployé dans des poulaillers commerciaux en Algérie à l'avenir. Cela contribuera à améliorer la production avicole algérienne et à la rendre plus durable.

## Références

- [1]. FAO (2022). La filière avicole mondiale : tendances, perspectives et défis. Rome.
- [2]. Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et du Développement Rural, Direction générale de l'élevage, de la santé animale et de la protection des végétaux (Algérie), 2023. La filière avicole en Algérie : état des lieux et perspectives. Algiers.
- [3]. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt (France), 2023. L'élevage de poulets de chair. Paris.
- [4]. Mbougar, M., & Atangana, E. (2013). Les facteurs influant sur le choix de l'emplacement des bâtiments d'élevage de volaille au Cameroun. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 12(12), 1759-1764.
- [5]. Abdellatif, A., & Boussaid, M. (2014). Impact de l'implantation des bâtiments d'élevage de volaille sur la production et la sécurité alimentaire. *Revue de l'Agriculture et des Ressources Naturelles du Maghreb*, 29, 15-24.
- [6]. American Institute of Architects (2021). *AIA Guide to Building Design and Construction*. New York
- [7]. FENARDJI F. « Organisation, performances et avenir de la production avicole en Algérie », in *Options Méditerranéennes*, série A, n° 7. 1990
- [8]. J.Rhliouch, « L'impact de l'aspergillose dans les élevages avicoles », Thèse Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, France, 188p, 2013
- [9]. H.Laouer, « Analyse des pertes du poulet de chair au centre avicole de Tazoult », Mémoire ingénieur, Production animale, INESA Batna, 105p, 1981.
- [10]. I.T.A, Institut de Technologie Agricole, Aviculture 3, « conditions d'ambiance et d'habitats moyens techniques de leur maîtrise équipements d'une unité avicole », 44P, 1973.
- [11]. N. Alloui, Cours zootechnie aviaire, université - El hadj -Lakhdar- Batna Département de vétérinaire, 60 p, 2006.
- [12]. [http://www.eqcma.ca/uploads/files/elevage\\_basse\\_cour/Basse\\_cour\\_Document\\_complet\\_13\\_02\\_2013.pdf](http://www.eqcma.ca/uploads/files/elevage_basse_cour/Basse_cour_Document_complet_13_02_2013.pdf)
- [13]. Drif Imane et Mahdi Fatima Zohra , « Étude comparative du coût de production des élevages de
- [14]. poulet de chair (région de M'sila). « Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique », Université Mohamed Boudiaf – M'sila, 2017 .
- [15]. DJEROU Zouhir « Influence des conditions d'élevage sur les Performances chez le Poulet de Chair »

## Références

[16]. , mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister en médecine vétérinaire ,Université Mentouri de Constantine , 2006 .

[17] Ministère de l'agriculture, " Evolution de la production des filières agricoles sur la période 2014-

[18]. Hadj Moussa Imane, " Situation de l'aviculture type chair. Dans la zone

Nord est dans la wilaya de Ain Defla " , Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master, Université