

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. MIRA – BEJAIA

Faculté de Technologie

Département de Génie électrique



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie électrique

Option

Réseau électrique & Energie Renouvelable

Thème

**Conception d'un système intelligent dans le domaine
de l'aviculture**

Présenté par:

AMMARI Zidane

MEBARKI Imad

Encadré par :

Mme BENDAHMANE Akila

2019-2020

Remerciements

Nos remerciements vont premièrement au Dieu tout puissant pour la volonté, la sante et la patience, qu'il nous a données durant toutes ces longues années.

Ainsi, nous tenons également à exprimer nos remerciements à notre encadreur madame BENDAHRMANE, pour sa disponibilité tout le long de la réalisation de ce mémoire et pour ces conseils et remarques.

Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants du département de génie électrique qui ont contribués à notre formation.

Dédicaces

A la mémoire de mon père...

A ma mère et à toute ma famille et mes amis.

Zidane

C'est avec une profonde émotion que je dédie ce mémoire :

À mon cher père qui a su se montrer patiente, compréhensif et encourageant, sa chaleur paternelle a été et sera toujours pour moi d'un grand réconfort ;

À ma mère ; Tu représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager ;

À mes chères Sœurs Lamia, Samira, Yasmina, Amel et Thanina, Pour leurs soutient et leurs présence chaleureuse ;

À mes beaux frères Noureddine, Nacer et Idir ;

À mon binôme Zidane ;

À mon chère ami Fares, votre encouragement je ne serais pas arrivée à attendre mes objectifs ;

À ma chère copine Imane, merci pour votre encouragement permanent;

Toute ma famille ;

À tous mes amis (es) et collègues de la promotion.

Imad

Résumé

Notre projet a pour objectif la modification de la stratégie de contrôle par la réalisation d'un système de contrôle et de régulation automatique intelligent (embarqué) dans des bâtiments d'élevage de volailles. Ce système permettra aux éleveurs, le contrôle efficace de leurs bâtiments d'élevage afin d'assurer d'une part une excellente production quantitative et qualitative et d'autre part réduire les coûts exploitation via l'automatisation et le contrôle automatique.

Par ailleurs, afin de pouvoir concrétiser cette idée, nous avons divisé le projet en trois parties:

- La première partie consiste à créer un réseau de capteurs couvrant l'ensemble de la zone d'élevage puis à le connecter à un centre de traitement, permettant de suivre en temps réel de l'état des paramètres climatiques et intervenir manuellement sur les actionneurs de bâtiment.
- Dans la deuxième partie, nous avons développé une plateforme qui permet via internet: d'afficher et de visualiser certains paramètres sensibles en temps réel, configurer les consignes du régulateur.
- Enfin nous avons réalisé un prototype d'un bâtiment d'élevage intelligent qui nous a permis de tester les performances et le bon fonctionnement de notre système, et intervenir manuellement dans les actionneurs du bâtiment.

Mots clés : Secteur avicole, système intelligent, aviculture intelligente, système de contrôle, bâtiments d'élevage, réseau de capteurs, paramètres climatiques, impédance énergétique, Prototype.

Abstract

Our project aims to modify the control strategy by implementing an intelligent automatic control and regulation system (on-board) in poultry buildings. This system will allow breeders to effectively control their livestock buildings in order to ensure on the one hand an excellent quantitative and qualitative production and on the other hand to reduce operating costs through automation and automatic control.

In addition, in order to be able to realize this idea, we have divided the project into three parts:

- The first part consists of creating a network of sensors covering the entire rearing area and then connecting it to a treatment center, making it possible to monitor the state of the climatic parameters in real time and to intervene manually on the control actuators building.
- In the second part, we have developed a platform that allows via the Internet: to display and visualize certain sensitive parameters in real time, to configure the regulator's instructions.
- Finally, we produced a prototype of an intelligent livestock building which allowed us to test the performance and proper functioning of our system, and to intervene manually in the building's actuators.

Keywords: Poultry sector, intelligent system, intelligent poultry farming, control system, livestock buildings, sensor network, climatic parameters, energy impedance, Prototype.

Table des Matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralités	4
I.1. Introduction	5
I.2. Généralités sur la filière avicole	5
I.2.1. Définition de la filière avicole	5
I.2.2. Bâtiment d'élevage de volaille	5
I.2.2.1. Implantation de bâtiment	6
I.2.2.2. Type de bâtiment.....	6
I.2.3.3. Les dimensions de bâtiment.....	7
I.2.3.4. Les équipements d'un bâtiment d'élevage.....	7
I.2.3.5. Les facteurs d'ambiance dans un bâtiment d'élevage:	8
I.3. Vers une aviculture intelligente.....	9
I.3. Indépendance énergétique	10
I.3.1. Installation photovoltaïque	10
II.3.2. Principe de fonctionnement du système	10
I.3.2. Avantages et inconvénients du photovoltaïque	12
I.4. L'Internet des objets (IOT)	13
I.4.1. Définition d'internet des objets	13
I.4.2. Objets communiquant.....	13
I.4.3. Fonctionnement de l'IoT	14
I.4.4. Applications de l'Internet des Objets	14
I.5. Conclusion.....	14
Chapitre II : Matériels et logiciel	15
II.1. Introduction.....	16
II.2. Matériels	16
II.2.1. Alimentation.....	16
II.2.1.1. Installation solaire photovoltaïque	16
II.2.2. Composants électronique	16
II.2.2.1. Resistance fixe	16
II.2.2.2. Bouton-poussoir.....	17
II.2.2.3. Interrupteur	17
II.2.2.4. Relais électromagnétique	18

II.2.2.5. Diode	18
II.2.2.6. Transistor bipolaire	19
II.2.2.7. Afficheur LCD	19
II.2.2.8. Buzzer	20
II.2.2.9. Ventilateur	21
II.2.2.10. La pompe	21
II.2.2.11. Clavier matriciel 4x4	21
II.2.3. Cartes électroniques	22
II.2.3.1. Carte Arduino	22
II.2.3.2. Carte NODEMCU	26
II.2.4. Capteurs	27
II.2.4.1. Capteur de température LM35DZ	27
II.2.4.2. Capteur de gaz (MQ2)	27
II.2.4.3. Capteur de Luminosité LDR	28
II.3. Partie Logicielle	29
II.3.1. Environnement de programmation des cartes Arduino (IDE Arduino)	29
II.3.1.1. Injection de programme dans la carte Arduino	29
II.3.1.2. Structure d'un programme Arduino	30
II.3.1.3. Structures de base de programmation	30
II.3.2. Application Blynk	31
II.3.3.1. Caractéristiques	31
II.3.3.2. De quoi ai-je besoin pour Blynk?	32
II.3.3.3. Comment Blynk fonctionne ?	32
II.4. Conclusion	36
Chapitre III : Réalisation d'un prototype intelligent appliqué à un bâtiment d'élevage	37
III.1. Introduction	38
III.2. Architecture générale du système intelligent	38
III.2.1. Les entrées	38
III.2.2. Centrale de commande	38
III.2.3. Actionneurs et Sorties	38
III.3. Présentation générale de la réalisation	39
III.3.1. Alimentation du système	39
III.3.2. Système d'alarme	40
III.3.3. Système de contrôle de température	42
III.3.4. Système d'éclairage	43

III.3.5. Système de sécurité	45
III.3.7.Système d'alimentation en eau	46
III.3.8.Système de gestion d'aliment	48
III.4. La conversion analogique/numérique :.....	49
III.5.Paramétrage de système.....	49
III.5.1. Paramètre d'accès	49
III.5.2. Réglage de la consigne de la température	50
III.5.3. Réglage de la consigne de la luminosité	50
III.5.4. Paramètre de sécurité	50
III.5.5. Paramètre d'ouverture et de fermeture de la porte.....	51
III.5.6. Paramètre de désactivation d'alarme	51
III.5.7. Commande manuelle et automatique	51
III.6. Tests et interprétation des résultats.....	52
Conclusion générale	59
Bibliographie.....	61
Annexes	64

Liste des Figures

Chapitre I : Généralité

Figure I.1 : Exemple d'un bâtiment d'élevage.

Figure I.2 : Matériel de chauffage (radiant à gaz).

Figure I.3 : Matériel d'alimentation (Abreuvoir & Mangeoire).

Figure I.4 : Smarte ferme.

Figure I.5 : Une installation photovoltaïque en site isolé.

Figure I.6 : Module photovoltaïque.

Figure I.7 : Onduleur utilisé.

Figure I.8 : Régulateur utilisé.

Figure I.9 : Objets communiquant.

Figure I.10 : Applications de l'Internet des Objets.

Chapitre II : Matériels et logiciels

Figure II.1 : Les éléments de l'installation PV.

Figure II.2 : Symboles de la résistance dans un schéma électrique.

Figure II.3 : Différents boutons-poussoirs et leurs symboles.

Figure II.4 : Différents types d'interrupteurs.

Figure II.5 : Relais électromagnétique et leurs symboles.

Figure II.6 : Diode et sa représentation.

Figure II.7 : Les transistors.

Figure II.8 : Plusieurs types d'afficheurs LCD.

Figure II.9: Brochage d'un LCD 2*16 caractères.

Figure II.10 : Une photographie d'un buzzer.

Figure II.11 : Un ventilateur.

Figure II.12 : Pompe 3W à Eau.

Figure II.13 : Clavier matriciel 4x4.

Figure II.14 : Le périphérique de la carte Arduino.

Figure II.15:Alimentation de la carte Arduino.

Figure II.16 : Entrées et sorties numériques.

Figure II.17 : Entrées analogiques.

Figure II.18 : Principe d'ETS.

Figure II.19 : La carte Arduino Nano.

Figure II.20 : Les différentes versions de l'ESP8266.

Figure II.21 : Brochage de la NODEMCU V3.

Figure II.22 : NODEMCU V3.

Figure II.23 : Capteur de température LM35 DZ.

Figure II.24 : Capteur de gaz/fumée MQ-2.

Figure II.25 : Capteur de Luminosité LDR.

Figure II.26 : Présentation des parties principales du logiciel.

Figure II.27 : Sélection du type de la carte et le port USB.

Figure II.28 : La plate-forme Blynk.

Figure II.29 : Crée un compte sur Blynk.

Figure II.30 : Crée un projet sur Blynk.

Figure II.31 : Choisir le matériel.

Figure II.32 : Jeton d'authentification.

Figure II.33 : Jeton d'authentification.

Figure II.34 : Widget Box.

Figure II.35 : Sélectionner la broche.

Figure II.36 : Exécuter un projet.

Chapitre III : Réalisation d'un prototype intelligent appliqué à un bâtiment d'élevage

Figure III.1 : L'architecture générale de système.

Figure III.2 : Schémas d'alimentation de système.

Figure III.3 : L'architecture du système d'alarme.

Figure III.4 : Schéma théorique de montage du système d'alarme.

Figure III.5 : Logigramme du système d'alarme.

Figure III.6 : L'architecture du système de contrôle de température.

Figure III.7 : Schéma théorique de montage du système de contrôle de température.

Figure III.8 : Logigramme du système de contrôle de température.

Figure III.9 : L'architecture du système d'éclairage.

Figure III.10 : Schéma théorique de montage du Système d'éclairage.

Figure III.11 : Logigramme du Système d'éclairage.

Figure III.12 : Schéma théorique de montage du système de sécurité.

Figure III.13 : Schéma électrique du système de gestion d'ouverture / fermeture de la porte.

Figure III.14 : L'architecture du système d'alimentation en eau.

Figure III.15 : Logigramme du système d'alimentation en eau.

Figure III.16 : Schéma électrique du système d'alimentation en eau.

Figure III.17 : L'architecture du système de gestion d'aliments.

Figure III.18 : Logigramme du système de gestion d'aliments.

Figure III.19 : Schéma électrique du système de gestion d'aliments.

Figure III.20 : paramètre d'accès.

Figure III.21 : Réglage de la consigne de la température.

Figure III.22 : Réglage de la consigne de la luminosité.

Figure III.23: Entrée un nouveau mot de passe.

Figure III.24: Paramètre d'ouverture et de fermeture de la porte.

Figure III.25: Paramètre de désactivation d'alarme.

Figure III.26: Commande manuelle et automatique.

Figure III.27 : Test de fonctionnement du système d'éclairage.

Figure III.28 : Test de fonctionnement du système d'alarme.

Figure III.29 : Test d'ouverture de la porte via le clavier matricielle.

Figure III.30: Test de la fermeture de la porte via le clavier matricielle.

Figure III.31: Test d'ouverture de la porte via l'application BLYNK.

Figure III.32: Test de la fermeture de la porte via l'application BLYNK.

Figure III.33: L'eau est au niveau haut (le réservoir est plein).

Figure III.34: Test de fonctionnement du système d'alimentation en eau.

Figure III.35: L'eau est au niveau haut.

Figure III.36: Test de fonctionnement du système de gestion d'aliment.

Figure III.37 : LED de signalisation que l'aliment est au niveau haut (le réservoir est plein).

Liste des Tableaux

Tableau II.1 : Description des broches de l'afficheur LCD.

Acronyms & Abbreviations

IOT: Internet of Things.

PV: Photovoltaïque.

SMS: Short Message Service.

LCD: Liquide Cristal Display.

USB: Universal Serial Bus.

IDE: Integrated Development Enveironnement.

Wi-Fi: Wireless Fidelity.

LED: Light Emitting diode.

LDR: Light Dependent Resistor.

Introduction générale

En Algérie, comme dans la plupart des pays en voie de développement, le grand souci depuis l'indépendance est d'essayer de couvrir les besoins alimentaires de la population, surtout en matière protéique d'origine animale, cependant l'élevage classique n'a pas pu couvrir ces besoins à cause de différentes contraintes.

En effet, l'aviculture algérienne est toujours confrontée à de nombreux facteurs limitant, tels que le manque de contrôle des conditions d'ambiance climatiques (température, l'humidité, éclairage) qui sont très importants pour la vie quotidienne des volailles, des défaillances d'équipement, ainsi que le problème de la régulation qui se fait d'une façon manuelle... Ces derniers ont une forte influence sur les performances de croissance et donc sur la production avicole.

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).

L'automatisation de l'environnement d'élevage de volaille tente d'apporter un développement considérable dans la filière avicole algérienne en améliorant les rapports coûts/qualités par rapport aux éleveurs et aux consommateurs en même temps.

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 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, en identifiant le choix du microcontrôleur le plus adapté, ainsi que le choix des capteurs et actionneurs que nous allons utiliser.

➤ Une partie pratique comportant un chapitre:

- Le troisième chapitre est consacré à la réalisation de notre système, qui regroupe la présentation de l'environnement de développement et les différentes étapes de la construction du notre prototype, le montage des divers composants, et enfin les testes effectués et l'interprétation de leurs résultats.

Enfin, ce mémoire est clôturé par une conclusion générale décrivant le travail réalisé et les points retenus.

Chapitre I : Généralités

I.1. Introduction

Les progrès de la technologie ont rendu la vie régulière plus facile et plus pratique. Dans tous les aspects de la vie, il est essentiel d'être mis à jour pour garantir des progrès d'intérêt de masse. Avec la demande croissante, l'élevage automatisé de volaille est devenu une activité éminente qui contribue énormément à la croissance économique. Les fermes avicoles intelligentes peuvent émanciper les éleveurs des procédures traditionnellement fastidieuses qui étaient obsolètes et chronophages. Au stade préliminaire, une ferme avicole intelligente présente de nombreuses caractéristiques distinctives telles que l'approvisionnement automatisé en nourriture et en eau, la collecte des œufs, le maintien de facteurs environnementaux précis,...etc.

Dans cette partie de notre travail, nous présenterons en premier lieu, la définition de la filière avicole et ces caractéristiques, la description du bâtiment d'élevage et ses équipements, ainsi que les conditions d'ambiance climatique les plus importants dans la croissance des volailles. En second lieu, nous donnerons une description de l'alimentation électrique de notre bâtiment d'élevage (impédance énergétique). En troisième lieu, nous clôturons ce chapitre par les dernières technologies utilisées dans le secteur aviculture (IOT).

I.2.Généralités sur la filière avicole

I.2.1. Définition de la filière avicole

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 [1].

I.2.2. Bâtiment d'élevage de volaille

Le succès de n'importe quel type d'élevage est tributaire de l'application rigoureuse des facteurs de réussite, à savoir l'habitat et ses facteurs d'ambiance.



Figure I.1 : Exemple d'un bâtiment d'élevage.

I.2.2.1. Implantation de bâtiment

Implantation du bâtiment et son environnement sont des conditions parmi celles qui contribuent le plus à la réussite de la production avicole [2,3]. Dans le choix de l'emplacement des bâtiments il faut tenir compte des conditions suivantes [2,3]:

- 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 en hiver.
- 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.
- Ménager une certaine distance entre les bâtiments d'exploitation. Eviter le voisinage de certains animaux qui sont porteurs ou vecteurs de parasite.
- 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.2.2.2. Type de bâtiment

➤ 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 [3].

➤ **bâtiment obscur :**

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 [3].

I.2.3.3. Les dimensions de bâtiment

Les dimensions du bâtiment sont comme suit [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/ m², ce chiffre est relativement attaché aux conditions d'élevage ; en hiver l'isolation sera un paramètre déterminant, si la température diminue, la litière ne pourra pas sécher.
- **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 (8-15) m : envisagé à un poulailler à double pente avec un lanterneau d'aération à la partie supérieure.
- **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.
- **Hauteur :** Dépend du système de chauffage, elle varie de 5 à 6 m.

I.2.3.4. Les équipements d'un bâtiment d'élevage

➤ **Le matériel de chauffage :**

Pendant leur jeune âge, les poussins ont besoin d'être chauffés. Pour cela le matériel le plus utilisé est le radiant à gaz. Le prototype le plus fréquent permet de chauffer 500 poussins



Figure I.2: Matériel de chauffage (radiant à gaz).

➤ **Le matériel d'alimentation :**

Il s'agit des mangeoires et abreuvoirs. Ils doivent être en nombre suffisant et adaptés à l'âge des poulets. Ainsi il y a des mangeoires et abreuvoirs de 1er et 2ème âge. Dans tous les cas il faut : un abreuvoir pour 50 sujets et une mangeoire pour 30 sujets.

En ce qui concerne les mangeoires les types les plus rencontrés sont les mangeoires linéaires et les trémies.



Figure I.3: Matériel d'alimentation (Abreuvoir & Mangeoire).

➤ **Le matériel accessoire :**

En plus il y a le petit matériel non moins indispensable à savoir :

- un thermomètre mini- maxi.
- une balance pour le pesage de l'aliment et des poulets.
- des seaux pour la distribution de la nourriture et de l'eau.

I.2.3.5. Les facteurs d'ambiance dans un bâtiment d'élevage:

➤ **La température:**

La température environnante exigée par la volaille ne peut être obtenue qu'avec un équipement dont des chauffages ou des humidificateurs. Afin de ne pas avoir à porter toute l'ambiance du poulailler à cette température, des systèmes de chauffage localisés, complétés par un chauffage d'ambiance sont mis en place [5].

➤ **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.....

➤ **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 [6].

➤ **Eclairage:**

La lumière est, chez les oiseaux, le principal facteur d'environnement capable d'exercer une influence majeure sur le développement gonadique assurant de ce fait un rôle prépondérant dans la reproduction des volailles. Pour le poulet de chair, la lumière permet aux poussins de voir les abreuvoirs et les mangeoires ou les chaînes.

I.3. Vers une aviculture intelligente



Figure I.4 : Smarte ferme.

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 [18].

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 domaine de la gestion des fermes agricoles « Smart Farms » [19].

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 [18].

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 [18].

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 [18].

I.3. Indépendance énergétique

Une installation photovoltaïque (PV) est dit autonome ou isolée quand elle n'est pas reliée à un réseau de distribution. Le système (PV) autonome permet de fournir du courant électrique à des endroits où il n'y a pas de réseau ou pour procurer une indépendance énergétique pour les consommateurs. Il se révèle particulièrement adapté pour des applications comme une pompe dans un jardin, l'éclairage en zone isolée, l'alimentation de bornes téléphoniques le long de l'autoroute, etc. Pour ces applications il n'est pas toujours possible de mettre en place un réseau d'alimentation classique, soit à cause de contraintes techniques, soit pour des raisons économiques.

I.3.1. Installation photovoltaïque [7]

Une installation photovoltaïque (PV) en site isolé est composée de quatre éléments principaux :

- le panneau solaire, dont le rôle est de délivrer l'énergie à la charge, ainsi qu'à la batterie
- la batterie, dont le rôle est de stocker l'énergie et de la restituer lorsque l'ensoleillement est insuffisant ;
- le régulateur, dont le rôle est de réguler la charge et la décharge de la batterie ;
- l'onduleur, dont le rôle est d'assurer la conversion continu-alternatif.

Il permet d'alimenter les récepteurs en courant alternatif à partir du courant continu. Pour mieux comprendre le fonctionnement du système, il est nécessaire de connaître la structure technologique

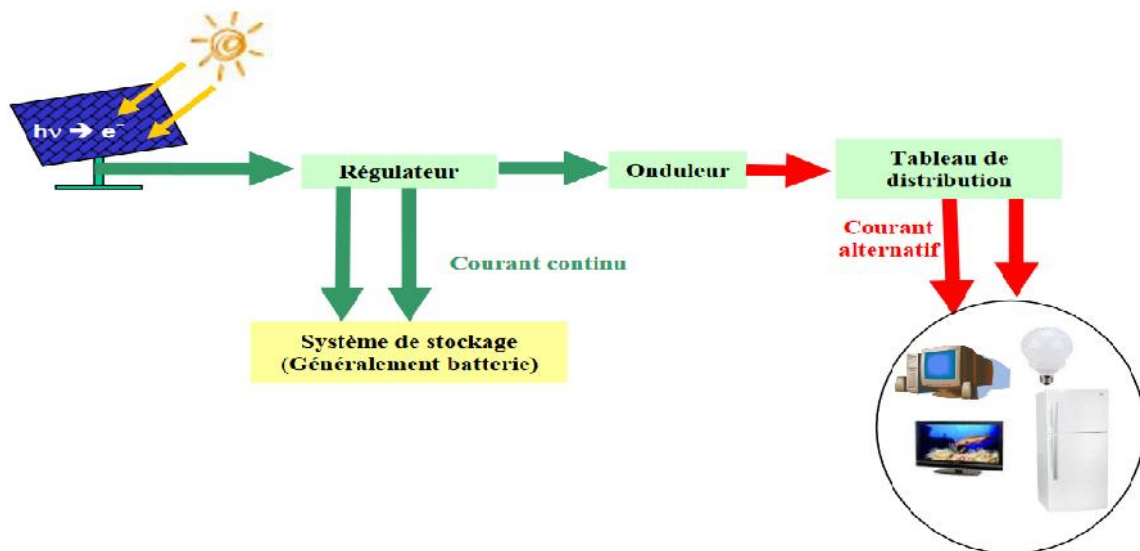


Figure I.5 : Une installation photovoltaïque en site isolé.

II.3.2. Principe de fonctionnement du système [8]

➤ Point de départ :

Le principe de fonctionnement d'une installation solaire photovoltaïque est relativement simple il s'agit de convertir le rayonnement de soleil en électricité. Cette opération repose sur un phénomène physique appelé effet photovoltaïque.

De façon très schématique, l'effet photovoltaïque permet à certains matériaux d'émettre des électrons lorsqu'ils sont exposés à la lumière.

Une cellule photovoltaïque est constituée généralement de silicium, et conçue de telle façon que les électrons émis soient récupérés pour former un courant électrique.

Les cellules sont assemblées pour créer un courant suffisamment élevé pour être exploité, cet assemblage de cellules est appelé module photovoltaïque ou, plus souvent, panneau solaire.

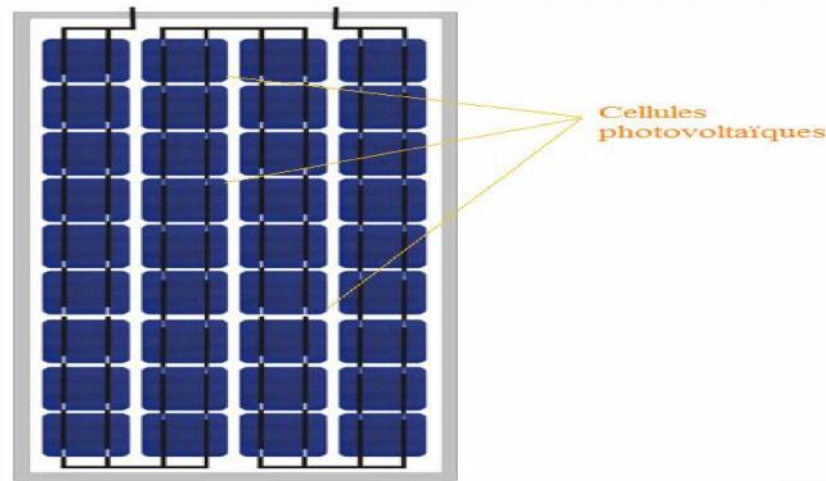


Figure I.6 : Module photovoltaïque.

➤ **Stockage d'électricité produite**

Dans une installation solaire photovoltaïque, ce n'est pas l'utilisateur qui décide quand l'électricité est produite.

Il faut donc souvent stocker l'énergie produite pour l'utiliser plus tard. Pour cela on utilise des batteries qui seront chargées quand les panneaux solaires produiront de l'électricité et déchargées en l'absence d'ensoleillement.

La quantité d'énergie stockée s'exprime en Watt-heure (Wh) mais les fabricants indiquent souvent la capacité de leurs batteries en Ampère-heure (Ah). Dans ce cas, il faut multiplier ce chiffre par celui de la tension aux bornes des batteries (en général 12 Volt) pour obtenir une équivalence en Watt-heure.

Exemple:

Une batterie dont la tension est de 12V et la capacité est de 100Ah peut stocker 1200Wh (100 x 12).

➤ **Transformation d'électricité**

Les panneaux solaires produisent du courant continu en général avec une tension de 12 ou 24 Volt.

Le courant stocké et restitué par les batteries est également du courant continu. Sauf s'ils sont conçus spécifiquement pour être alimentés par une installation solaire, les appareils électriques consomment l'électricité distribuée sur le réseau public, c'est à dire du courant alternatif dont la tension est de 110 ou 220 Volts.

Il va donc falloir convertir l'électricité produite par les panneaux solaires pour l'utiliser. Pour cela on utilise un onduleur ("inverter" en anglais).



Figure I.7 : Onduleur utilisé.

➤ **Régulation de la charge**

Pour faire travailler ensemble ces différents composants, il faut un cerveau à l'installation solaire, C'est le rôle du régulateur solaire.

Le régulateur va notamment faire en sorte que les batteries ne soient ni complètement déchargées ni surchargées.

Certains modèles peuvent aussi permettre de maximiser la puissance fournie par les panneaux solaires quelque soit l'ensoleillement.

La qualité du régulateur joue un rôle clé dans la performance de l'installation et la durée de vie des batteries. Même s'il n'est pas absolument nécessaire, il est fortement recommandé d'en utiliser un.



Figure I.8 : Régulateur utilisé.

I.3.2. Avantages et inconvénients du photovoltaïque [9]

Le recourt au photovoltaïque se pose souvent en terme de choix par rapport à une autre source d'électricité telle que : la source éolienne, le groupe électrogène...etc.

➤ **Avantage :**

- Energie indépendante, le combustible (le rayonnement solaire) est renouvelable et gratuit.
- L'énergie photovoltaïque est une énergie propre et non-polluante qui ne dégage pas de gaz à effet de serre et ne génère pas de déchets.
- Génère l'énergie requise.
- Réduit la vulnérabilité aux pannes d'électricité.

- L'extension des systèmes est facile, la taille d'une installation peut aussi être augmentée par la suite pour suivre les besoins de la charge.
- La revente du surplus de production permet d'amortir les investissements voir de générer des revenus.
- Entretien minimal.
- Aucun bruit.

➤ **Inconvénients :**

- La fabrication des panneaux photovoltaïques relèvent de la haute technologie demandant énormément de recherche et développement et donc des investissements coûteux.
- Les rendements des panneaux photovoltaïques sont encore faibles.
- Nécessite un système d'appoint (batteries) pour les installations domestiques.

I.4. L'Internet des objets (IOT)

I.4.1. Définition d'internet des objets

IoT c'est l'acronyme de Internet of Things en anglais, internet des objets en français, c'est la nouvelle génération d'internet, qui permet aux objets physiques qui pourraient être dotés de capteurs et d'un tout petit peu d'intelligence et d'une capacité de communication, de collecter et de partager des données.

Autrement, c'est un réseau d'objets qui permet d'interconnecter les objets (capteurs, actionneurs).

I.4.2. Objets communicant

Ce sont des dispositifs pouvant communiquer avec leur environnement et échanger des données avec ses pairs en utilisant un support de communication.

Ces objets communicants vont se retrouver dans tous les domaines, allant du domaine grand public tels les objets de nos maisons, qui deviennent de plus en plus intelligents, jusqu'à la ville intelligente d'une manière générale, ils vont transformer nos habitudes, nos comportements, et plus globalement nos sociétés en général [10].

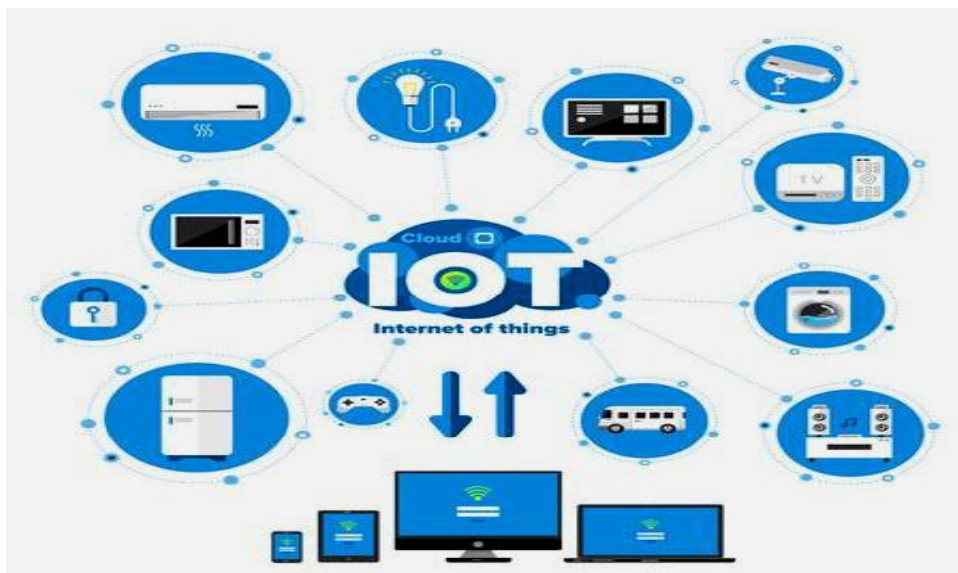


Figure I.9 : Objets communicant.

I.4.3. Fonctionnement de l'IoT

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 [11].

I.4.4. Applications de l'Internet des Objets

On n'en entendait à peine parler il y a quelques années, et ils sont maintenant partout. Les objets connectés ont envahi notre quotidien sans même que nous y prêtions attention.

De la télé intelligente à la voiture connectée, nos loisirs, nos déplacements sont facilités par ces nouveaux outils qui augmentent grandement notre confort.

Le potentiel des objets connectés est énorme, plus de la moitié des outils et procédés métiers feront appels à l'Internet des Objets. Les applications sont variées et recouvrent de nombreux domaines : domotique, santé, transport, agriculture.

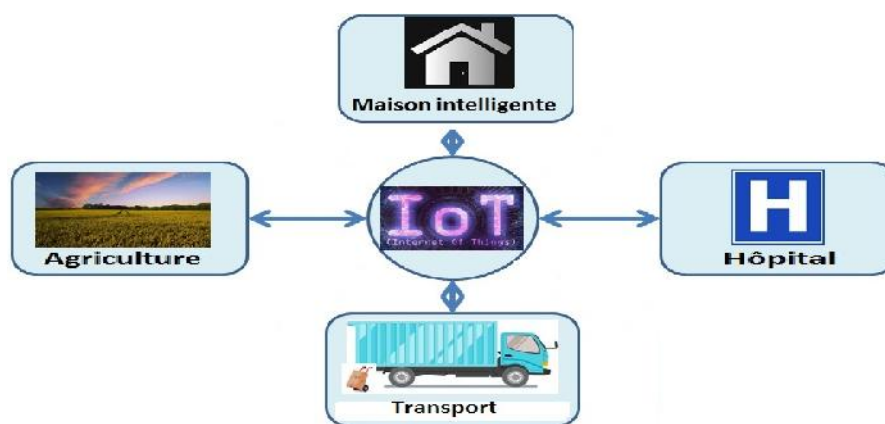


Figure I.10 : Applications de l'Internet des Objets.

I.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit la filière avicole et l'alimentation électrique de notre bâtiment d'élevage (impédance énergétique). Par la suite, nous avons clôturé ce chapitre par les dernières technologies utilisées dans le secteur avicole (IOT).

Nous présentons dans les chapitres suivants, notre solution proposée grâce à l'Internet des Objets afin d'améliorer la qualité de production dans les fermes d'élevage.

Chapitre II : Matériels et logiciel

II.1. Introduction

Comme le cas de tout dispositif électronique notre réalisation est décomposée en deux parties, la partie matérielle (hardware) qui est un circuit électronique connecté d'une façon prédéterminée pour assurer le fonctionnement demandé. La deuxième partie est la partie logicielle (software) qui inclut les logiciels informatiques utilisées pour programmer et commander les différents constituants de l'appareil.

Dans ce chapitre, nous présentons quelques notions de base sur les différents matériels et logiciels utilisés pour réaliser et piloter le montage de notre dispositif.

II.2. Matériels

II.2.1. Alimentation

II.2.1.1. Installation solaire photovoltaïque [8]

Une installation solaire photovoltaïque est composée de 4 grands éléments :

- Des modules photovoltaïques ou panneaux solaires qui sont les seuls composants présents dans toutes les installations.
- Des batteries si on veut pouvoir consommer de l'électricité la nuit ou pendant des périodes de faible ensoleillement.
- Un onduleur s'il faut convertir le courant continu produit par les modules photovoltaïques en courant alternatif.
- Un régulateur solaire pour améliorer la durée de vie et le rendement de l'installation.

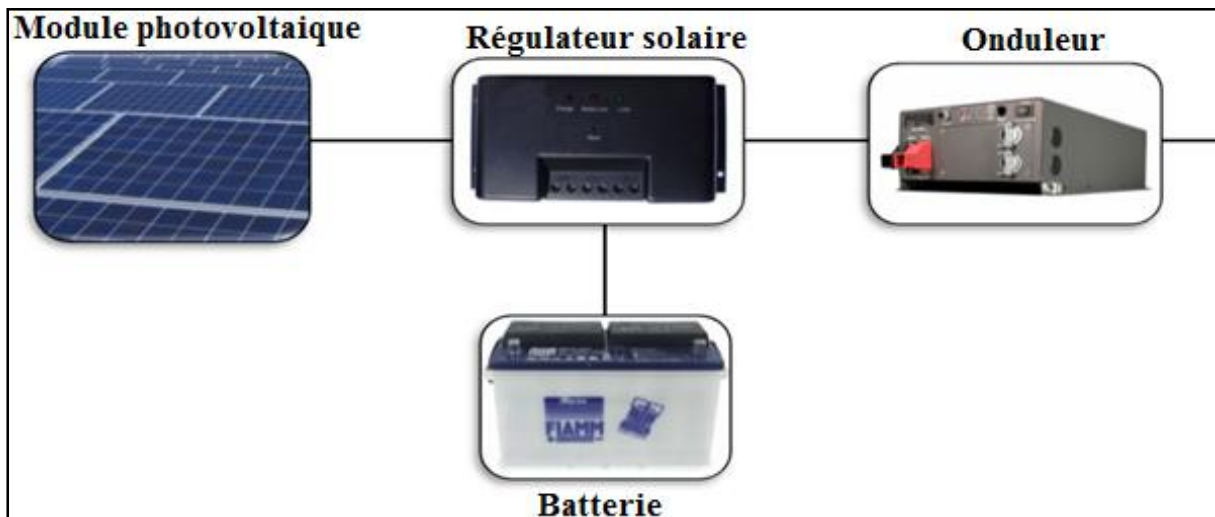


Figure II.1 : Les éléments de l'installation PV.

II.2.2. Composants électronique

II.2.2.1. Résistance fixe

La résistance fixe, appelée plus simplement résistance, est un composant dont la valeur est constante (même si elle demeure sensible aux variations de température).

Un code couleur a été défini pour connaître la valeur d'une résistance, en effet, elles sont trop petites pour recevoir un marquage explicite et elles sont par ailleurs des tailles différentes. Sachez que la taille d'une résistance est fonction de la puissance maximale qu'elle peut dissiper [12].

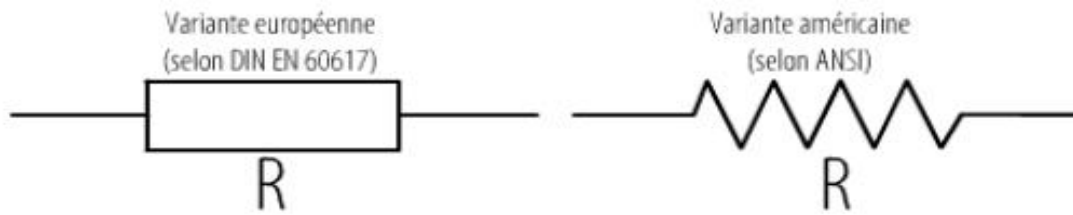


Figure II.2: Symboles de la résistance dans un schéma électrique [12].

Compte tenu de la précision du processus de fabrication, la valeur réelle d'une résistance peut légèrement différer de celle indiquée sur le composant. Aussi les anneaux précisant la valeur de la résistance sont complétés par un anneau dit de tolérance, argenté ou doré. L'anneau de tolérance se situe à droite des trois anneaux de couleur traduisant la valeur de la résistance [12].

II.2.2.2. Bouton-poussoir

Le bouton poussoir est un dispositif mécanique doté de 2 broches et d'une lamelle métallique qui met en contact toutes les broches lorsque nous appuyons sur la tête du bouton. Un ressort de rappel ramène la tête du bouton lorsque nous le relâchons. Il existe aussi des boutons poussoir qui sont fermes tant qu'ils ne sont pas actionnés et qui interrompent le circuit quand ils le sont. On les appelle alors contacts normalement fermés [12].

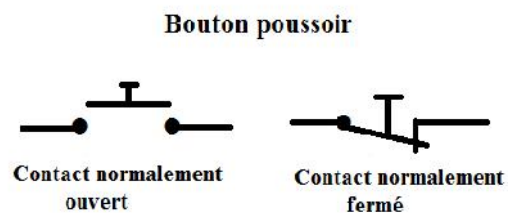


Figure II.3 : Différents boutons-poussoirs et leurs symboles [12].

II.2.2.3. Interrupteur

Un interrupteur est un dispositif mécanique de connexion électrique, permettant d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que de supporter, pendant une durée spécifiée, des courants dans des conditions anormales spécifiées (court-circuit) [12], la figure II.4 montre différents types d'interrupteurs.



Figure II.4: Différents types d'interrupteurs [12].

L'interrupteur électrique, le moyen le plus élémentaire pour commander un circuit électrique, est un dispositif ou organe, physique ou virtuel, permettant d'interrompre ou d'autoriser le passage d'un flux électronique.

II.2.2.4. Relais électromagnétique

Un relais est un appareil dans lequel un phénomène électrique (courant ou tension) contrôle la commutation On/Off d'un élément mécanique ou d'un élément électronique.

C'est en quelque sorte un interrupteur que l'on peut actionner à distance.

La tension et le courant de commande ainsi que le pouvoir de commutation dépendent du relais, il faut choisir ces paramètres en fonction de l'application désirée [12].

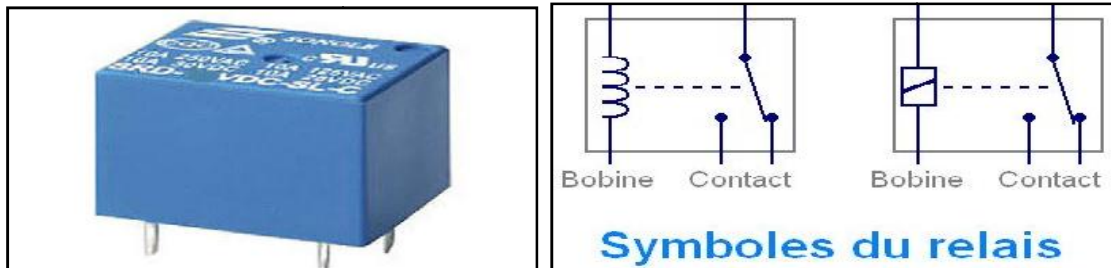


Figure II.5: Relais électromagnétique et leurs symboles.

II.2.2.5. Diode

La diode est un composant électronique qui laisse passer le courant que dans un seul sens dit sens passant ou direct ; et l'autre sens est dit sens inverse ou bloquant.

La diode se présente comme un petit cylindre en plastique ou en verre et à deux sortie appelées anode et cathode, cette dernière est indiquée par la bague généralement noir ou blanche. Elle est utilisée en électronique pour redresser et réguler une tension [12].

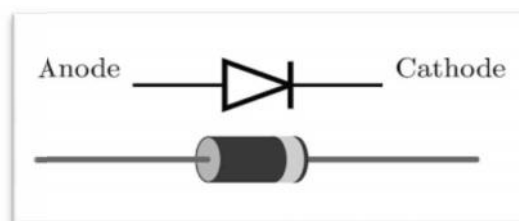


Figure II.6: Diode et sa représentation [12].

II.2.2.6. Transistor bipolaire

Il est le premier composant électronique qui fait partie de la catégorie des composants actifs. Il s'agit d'un dispositif conçu à partir de semi-conducteurs, qui peut être utilisé aussi bien comme commutateur électrique que comme amplificateur.

Dans la plupart des cas, le transistor possède trois pattes (L'émetteur (E), la base (B) et le collecteur (C)). Il en existe de nombreuses variantes, avec des formes, tailles et couleurs différentes. Il existe deux types de transistors bipolaires :

- Le transistor bipolaire de type PNP.
- Le transistor bipolaire de type NPN.

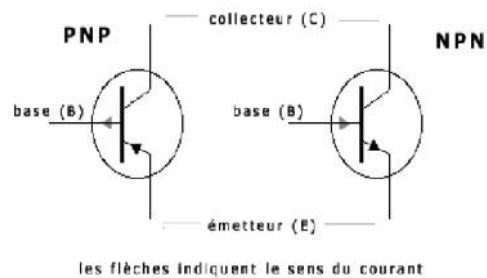


Figure II.7: Les transistors [12].

II.2.2.7. Afficheur LCD

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.



Figure II.8: Plusieurs types d'afficheurs LCD [12].

A) Le brochage

Il existe deux variantes différentes : celle à 16 broches qui possèdent un retro éclairage, et celle à 14 broches qui n'en a pas besoin.

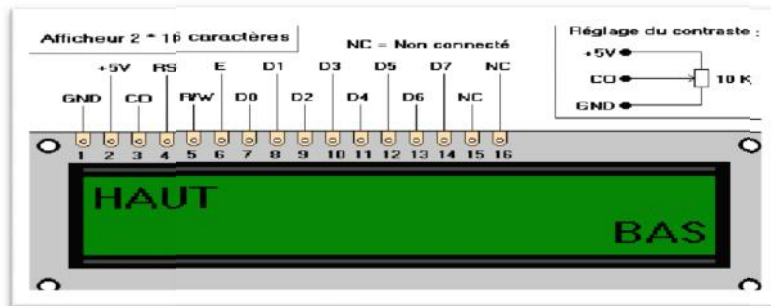


Figure II.9: Brochage d'un LCD 2*16 caractères [13].

Le tableau suivant donne la description des différentes broches de l'afficheur LCD :

Broche	Nom	Description
1	Vss	Masse
2	Vdd	Alimentation 5V
3	CO	Variables de 0 à 5vV permet de modifier le contraste de l'afficheur
4	RS	Indique une commande ou une donnée à afficher (0: Commande / 1: Donnée)
5	R/W	Indique une écriture ou une lecture (0: Écriture / 1: Lecture)
6	E	Indique une validation (Le niveau Haut doit être maintenu 500µs)
7 à 14	D0 à D7	Bus de données bidirectionnel.
15	A	Anode rétro éclairage (+5V)
16	K	Cathode rétro éclairage (masse)

Tableau II.1:Description des broches de l'afficheur LCD [13].

II.2.2.8. Buzzer

Un buzzer est un élément électromécanique ou électronique qui produit un son quand on lui applique une tension. Certains nécessitent une tension continue (buzzer électromécanique), d'autres nécessitent une tension alternatives (transducteur piézo-électrique).



Figure II.10: Une photographie d'un buzzer.

II.2.2.9. Ventilateur

Ils fournissent la force motrice nécessaire au déplacement de l'air contre la résistance d'un réseau transporteur d'air, ils peuvent alimenter une pièce en air ou en extraire de l'air pollué, lorsque le système transporteur d'air comporte un réseau de gaines.



Figure II.11: Un ventilateur.

II.2.2.10. La pompe

Une pompe est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un liquide.

Dans notre cas La pompe doit acheminer l'eau d'un puits d'eau (un réservoir dans notre prototype) dans une bouteille. L'eau est distribuée aux poules grâce à un tuyau percé.

Pour répondre à notre besoin et par rapport à ce que nous avons trouvé sur le marché national, la petite pompe à eau d'un débit de 300 l/h convient parfaitement à notre recherche. Cette pompe utilisée généralement pour les aquariums. Et puis ce qu'il s'agit d'un prototype d'un bâtiment d'élevage en petite taille, la puissance de la pompe d'aquarium sera suffisante pour assurer la fonction de remplissage de la bouteille.



Figure II.12: Pompe 3W à Eau.

II.2.2.11. Clavier matriciel 4x4

Il est constitué, comme le montre la figure 1, de 16 touches interconnectées de façon à former une matrice 4x4 (4 lignes x 4 colonnes). Un appui sur une touche court-circuite la ligne et la colonne correspondantes [12].

Il y a 8 fils en sortie du clavier, 4 lignes et 4 colonnes.

Vu de face, de gauche à droite : pin 1-4 les quatre lignes, pin 5-8 les quatre colonnes.

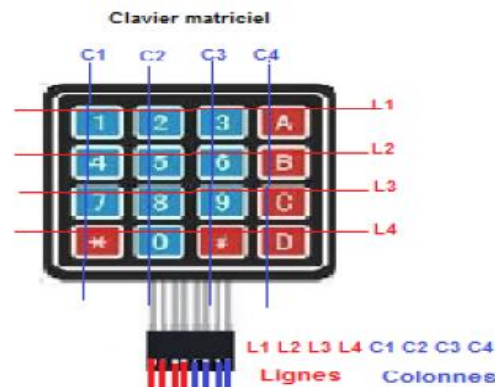


Figure II.13: Clavier matriciel 4x4.

II.2.3. Cartes électroniques

II.2.3.1. Carte Arduino [12]

Arduino est la gamme montante pour créer d'innombrables circuits électroniques pour la domotique, le prototypage rapide ou les robots programmables sans soudure. Arduino est une marque de matériel open-source hardware. Elle regroupe un ensemble de cartes programmables sur lesquelles on peut connecter d'autres cartes optionnelles que l'on appelle des shields.

Les cartes Arduino proposent une interface d'entrées-sorties simples. Un logiciel de programmation open-source et gratuit permet de programmer les cartes Arduino en C++. Arduino est une technologie facile à prendre en main, même pour des personnes maîtrisant peu l'électronique et la programmation de microcontrôleur. C'est une technologie parfaitement adaptée pour l'éducation ou les projets personnels (DIY, makers) et elle permet de réaliser une très grande variété de matériels allant des gadgets personnels pour la domotique, jusqu'à la réalisation des robots autonomes.

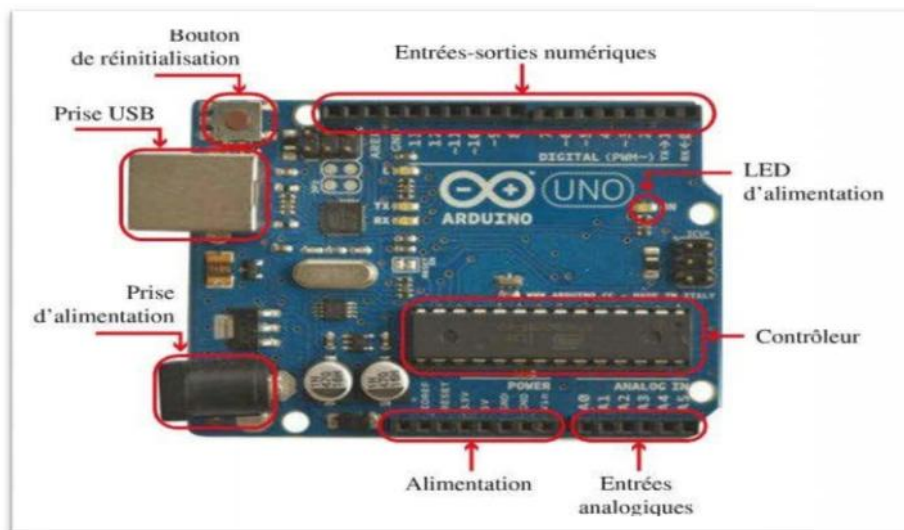


Figure II.14: Le périphérique de la carte Arduino.

Les composants les plus divers y sont reconnaissables, lesquels feront l'objet d'une explication détaillée. Certains penseront certainement qu'on ne peut pas concevoir quelque chose de sérieux sur une surface aussi réduite. Mais grâce à la miniaturisation des composants ces dernières années, ce qui nécessitait auparavant cinq puces électroniques n'en requiert aujourd'hui plus qu'une.

A) Les différentes cartes Arduino

Actuellement, il existe plus de 20 versions du module Arduino, nous citons quelques-uns afin d'éclaircir l'évaluation de ce produit scientifique et académique :

- L'Arduino Mini, une version miniature de l'Arduino en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Nano, une petite carte programme à l'aide porte USB cette version utilisant un microcontrôleur ATmega168 (ATmega328 pour une plus nouvelle version).
- L'Arduino Bluetooth, avec une interface de Bluetooth pour programmer en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Diecimila, avec une interface d'USB et utilise un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Méga, en utilisant un microcontrôleur ATmega1280 pour I/O additionnel et mémoire.
- L'Arduino UNO, utilisation microcontrôleur ATmega328.
- L'Arduino Mega2560, utilisation d'un microcontrôleur ATmega2560, et possède toute une mémoire à 256 KBS. Elle incorpore également le nouvel ATmega8U2 (ATmega16U2 dans le jeu de puces d'USB de révision 3).

B) Architecture de la carte Arduino

➤ Alimentation électrique



Figure II.15: 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.

➤ 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 II.16: 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.

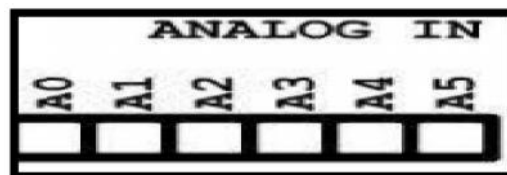


Figure II.17: Entrées analogiques.

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).

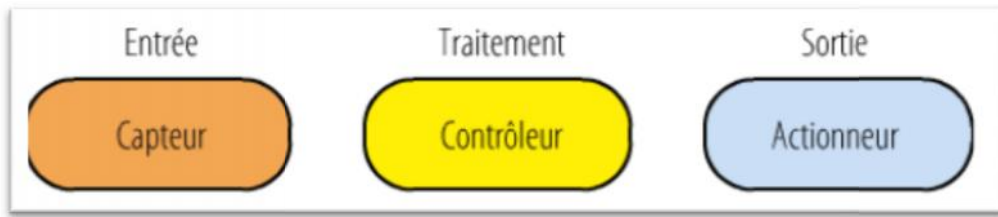


Figure II.18: Principe d'ETS.

➤ Microcontrôleur

Le microcontrôleur est typiquement un système micro programmée, c'est un ordinateur monté dans un circuit intégré. Les technologies avancées en matière d'intégration, ont permis d'implanter sur une puce de silicium de quelques millimètres carrés la totalité des composants qui forment la structure de base d'un ordinateur. Comme tous les ordinateurs, on peut décomposer la structure interne d'un microprocesseur en trois parties : des mémoires, un processeur et des périphériques d'entrée/sortie.

C) Carte nano

L'Arduino Nano est une carte de dimensions 45mm x 18mm. Très légère, elle ne pèse que 5g, ce qui lui permet de s'adapter aux petits systèmes électroniques embarqués et aux petits robots. C'est la carte la moins chère du marché.

La particularité de la carte est qu'elle est très minimaliste et se présente avec un empattement vraiment réduit. On note l'absence du connecteur DC de 2.5 mm chez l'Arduino Nano. Elle est adaptée à des projets où l'on est amené à intervenir sur un espace très restreint. Elle est aussi sollicitée pour réaliser des systèmes légers ou souples. La Nano peut être reliée à un PC grâce à un câble micro-USB. À noter que la Nano est livrée sans le câble, mais il est possible de l'obtenir dans le commerce.

Ainsi, lors des travaux, il devient facile d'insérer l'Arduino Nano sur une breadboard (plaque d'essai). Il est également possible de la souder sur des cartes électroniques. De ce fait, elle permet de travailler sans difficulté majeure, car elle devient facile à utiliser. La programmation de l'Arduino Nano se fait exactement comme les autres avec l'IDE Arduino 1.7.8 ou avec des versions supérieures. L'Arduino Nano intègre toutes les fonctionnalités électroniques qui permettent de réaliser des travaux de programmation sans difficulté, mais aussi d'utiliser un microcontrôleur intégré. Pour cela, il est juste nécessaire de relier la carte à un PC à l'aide d'un câble USB.

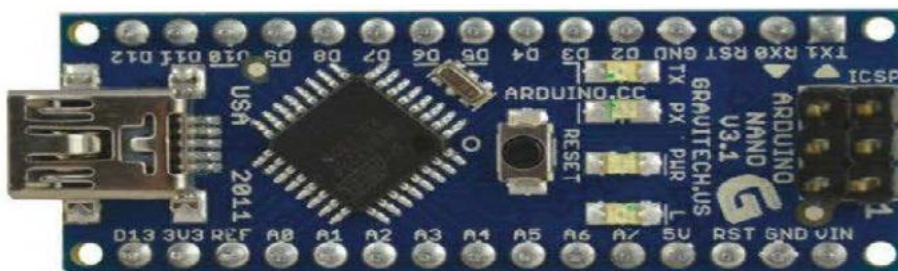


Figure II.19 : La carte Arduino Nano.

II.2.3.2. Carte NODEMCU

C'est une plate-forme open source programmable qui fournit un accès internet à base d'un ESP-12 E, c'est un avantage permet de la connexion et la communication des choses entre elles par internet (Internet des objets) [14].

A) 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.

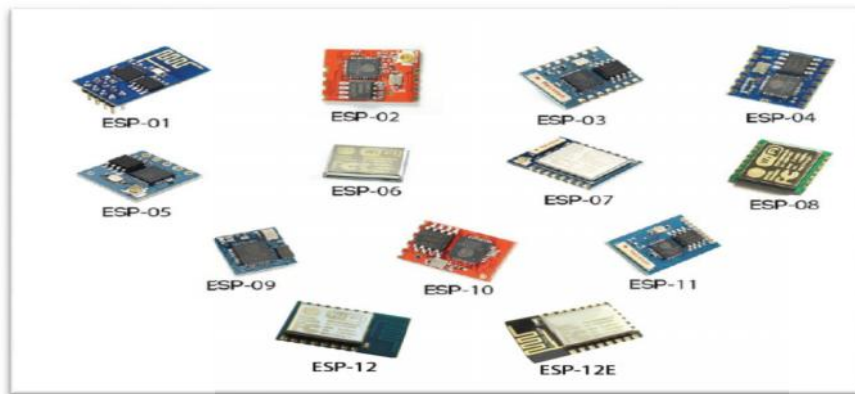


Figure II.20 : Les différentes versions de l'ESP8266 [14].

B) Entrées et sorties de la carte NODEMCU

La NODEMCU contient :

- Dix broches (D1-D8) peuvent être utilisé comme des entrées ou des sorties (PWM ou numérique). Aussi elle contient une broches D0 ne support pas le PWM.
- A0 peut êtres utilisé comme entées analogiques.
- Vin (3.3-10) volts
- La tension minimale de la tension (3.3 volts).
- le GND.

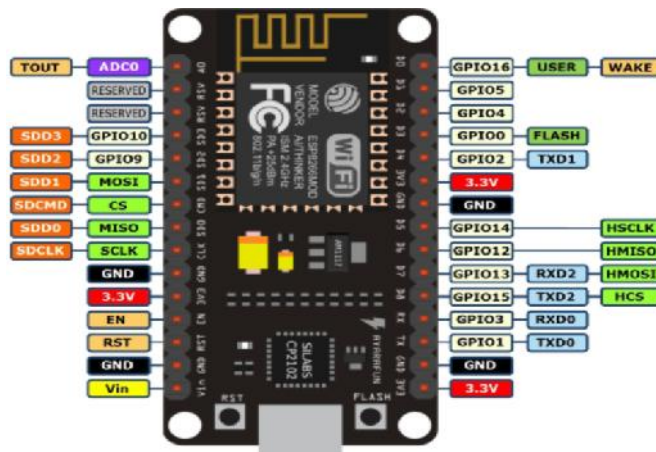


Figure II.21 : Brochage de la NODEMCU V3.

C) Alimentation de NODEMCU

La NODEMCU V3 support une alimentation entre 3.3 et 10 volts puisque elle est ajustée d'un régulateur de tension, 10 Volts c'est la tension supérieure l'on peut utiliser mais de préférence utiliser 5 Volts.

D) Dimensions de NODEMCU

La carte mesure 47 mm de long et 26 mm de large.



Figure II.22 : NODEMCU V3.

II.2.4. Capteurs

II.2.4.1. Capteur de température LM35DZ [12]

Le dispositif LM35DZ est un capteur analogique de température, Il est extrêmement populaire en électronique, car précis, peu couteux, très simple d'utilisation et d'une fiabilité à toute épreuve. Il est capable de mesurer des températures allant de 0°C à $+100^{\circ}\text{C}$. La sortie analogique du capteur est proportionnelle à la température. Il suffit de mesurer la tension en sortie du capteur pour en déduire la température. Chaque degré Celsius correspond à une tension de $+10\text{mV}$ [12].



Figure II.23: Capteur de température LM35 DZ [12].

II.2.4.2. Capteur de gaz (MQ2)

➤ Description du capteur

Le capteur de gaz MQ2 est utilisé pour la détection des fuites de gaz pour les équipements des marchés de grandes consommations et industriels. Ce capteur est conçu pour détecter le gaz de pétrole liquéfié (GPL), i-butane, propane, méthane, alcool, hydrogène et la

fumée. Il a une grande sensibilité et un temps de réponse rapide. Sa sensibilité peut d'ailleurs être ajustée par potentiomètre [15].



Figure II.24: Capteur de gaz/fumée MQ-2.

➤ Principales caractéristiques de gaz/fumée MQ-2

- 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.

II.2.4.3. Capteur de Luminosité LDR

Une photorésistance ou LDR (Light Dépendent Resistor), est un composant dont la résistivité dépend de la luminosité ambiante. Autrement dit, c'est une résistance dont la valeur change en fonction de la lumière qu'elle reçoit. On peut donc utiliser une photorésistance pour ajuster l'intensité de la lumière dans le bâtiment d'élevage selon les différents cycles de productions.

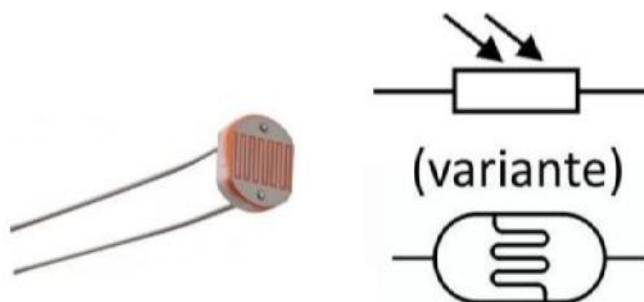


Figure II.25: Capteur de Luminosité LDR.

Il existe différents types de photorésistances, chacune ayant des valeurs de résistance différentes en fonction de la luminosité ambiante. Le type le plus classique de photorésistances est de 1M ohms (obscurité) / 12K ohms (pleine lumière) [16].

II.3.Partie Logicielle

II.3.1. Environnement de programmation des cartes Arduino (IDE Arduino) [12]

L'environnement de développement Arduino est une application Java multiplateforme (fonctionnant sur plusieurs systèmes d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, qui peut transférer le programme au travers de la liaison série asynchrone.

Le langage de programmation est une variante du C/C++, allégée et restreinte à l'utilisation de la carte, de ses entrées/sorties et de ses bibliothèques associées.

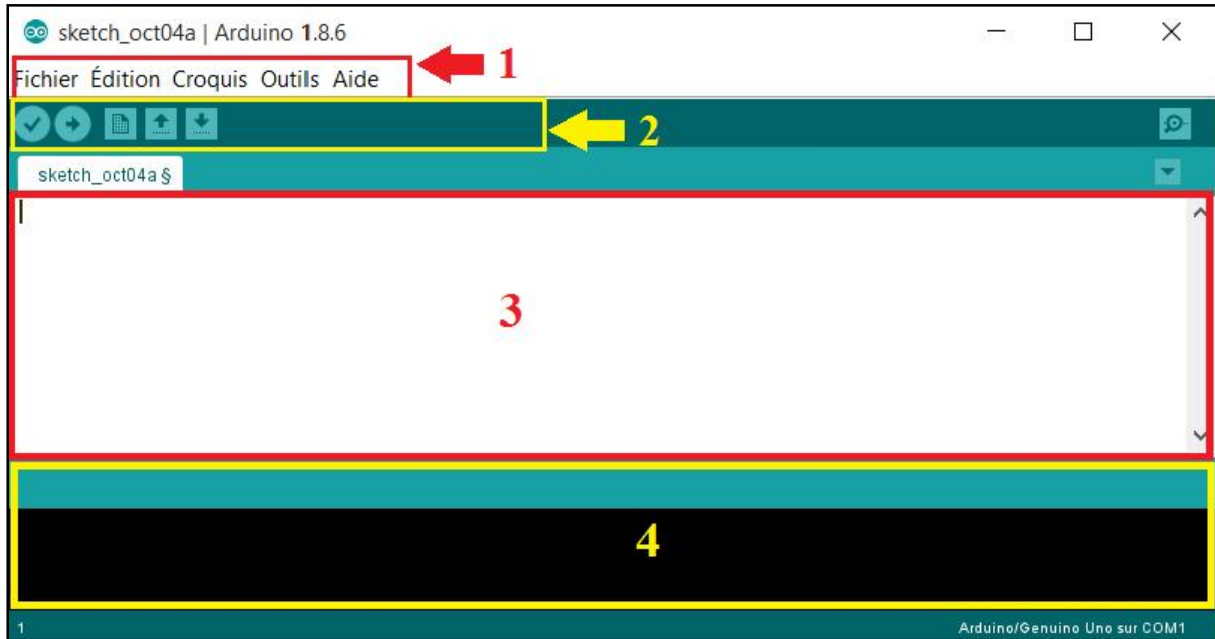


Figure II.26: Présentation des parties principales du logiciel [12].

- Le cadre numéro 1 : ce sont les options de configuration du logiciel.
- Le cadre numéro 2 : il contient les boutons qui vont nous servir lorsque l'on va programmer nos cartes.
- Le cadre numéro 3 : ce bloc va contenir le programme que nous allons créer.
- Le cadre numéro 4 : celui-ci est important, car il va nous aider à corriger les fautes dans notre programme, c'est le débogueur.

II.3.1.1. Injection de programme dans la carte Arduino

Avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (Arduino UNO) «1» et le numéro de port USB (COM 4 dans notre cas) «2»comme à titre d'exemple la figure II.27.

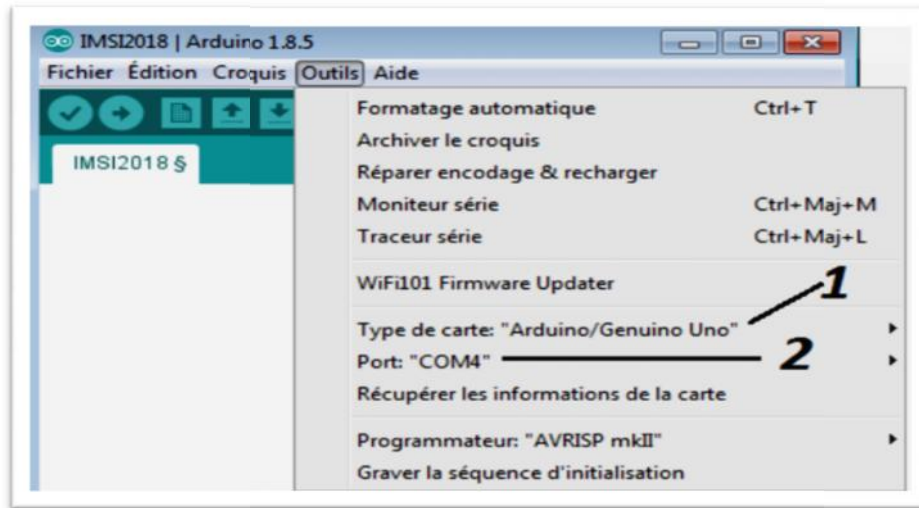


Figure II.27: Sélection du type de la carte et le port USB [12].

II.3.1.2. Structure d'un programme Arduino

Un programme Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle (Ligne par ligne). La carte lit puis exécute les instructions les unes après les autres dans l'ordre défini par les lignes de codes. Un programme Arduino contient deux fonctions principales [18] :

```
//déclaration des variables et des constantes
Voidsetup() //fonction d'initialisation de la carte

{ //contenu de l'initialisation }

Voidloop() //fonction de la boucle infinie

{ //suite des lignes de programmes qui seront exécutées à l'infinie }
```

II.3.1.3. Structures de base de programmation

a) Instructions d'affectation des portes de la carte:

La carte arduino possède des portes digitales et analogiques qui peuvent être utilisées comme entrée ou sortie :

- Pour l'utilisation comme entrée :pinMode(num de pin,INPUT).
- Pour l'utilisation comme sortie :pinMode(num de pin,OUTPUT).

b) Instructions d'activation d'une sortie :

DigitalWrite(num de pin,HIGH)

c) Instructions de désactivation d'une sortie:

digitalWrite(num de pin,LOW)

d) lecture d'une entrée logique :

digitalRead(num de pin)

e) lecture d'une entrée analogique :

analogRead(num de pin)

II.3.2. Application Blynk [17]

Blynk a été conçu pour l'internet des objets. Il peut contrôler le matériel à distance, il peut afficher les données des capteurs, il peut stocker des données, les visualiser et faire beaucoup d'autres choses intéressantes.

La plate-forme comprend trois composants principaux:

- **Blynk App** : vous permet de créer des interfaces incroyables pour vos projets en utilisant les divers widgets qu'elle fournit.
- **Blynk Server** : responsable de toutes les communications entre le smartphone et le matériel. Vous pouvez utiliser Blynk Cloud ou exécuter votre serveur Blynk privé localement. Il est open-source, pourrait facilement gérer des milliers d'appareils et peut même être lancé sur un Raspberry Pi.
- **Les bibliothèques Blynk** : pour toutes les plates-formes matérielles populaires permettent la communication avec le serveur et traitent toutes les commandes entrantes et sortantes.

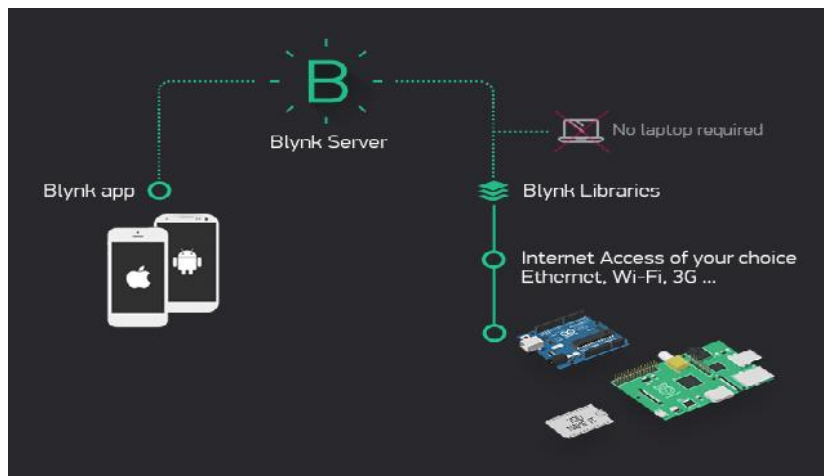


Figure II.28: La plate-forme Blynk.

II.3.3.1. Caractéristiques

- API et interface utilisateur similaires pour tous les matériels et appareils pris en charge.
- Connexion au cloud en utilisant: Wifi ; Bluetooth; Ethernet ; USB (série) ; GSM ...
- Ensemble de widgets faciles à utiliser.
- Manipulation directe des broches sans écriture de code.
- Facile à intégrer et à ajouter de nouvelles fonctionnalités à l'aide de broches virtuelles.
- Envoi d'e-mails, de tweets, de notifications push, etc.

II.3.3.2. De quoi ai-je besoin pour Blynk?

➤ **Matériel :**

Blynk travaille sur Internet. Cela signifie que le matériel que vous choisissez doit pouvoir se connecter à Internet. Certaines cartes, comme Arduino Uno, auront besoin d'un bouclier Ethernet ou Wi-Fi pour communiquer, d'autres sont déjà compatibles Internet: comme l'ESP8266, le Raspberri Pi avec dongleWiFi. Mais même si vous n'avez pas de bouclier, vous pouvez le connecter via USB à votre ordinateur portable ou de bureau.

➤ **Un Smartphone :**

L'application Blynk est un constructeur d'interface bien conçu. Cela fonctionne à la fois sur iOS et Android.

II.3.3.3. Comment Blynk fonctionne ?

➤ **Créez un compte Blynk :**

Après avoir téléchargé l'application Blynk, vous devrez créer un nouveau compte Blynk. Ce compte est distinct des comptes utilisés pour les forums Blynk, au cas où vous en avez déjà un.

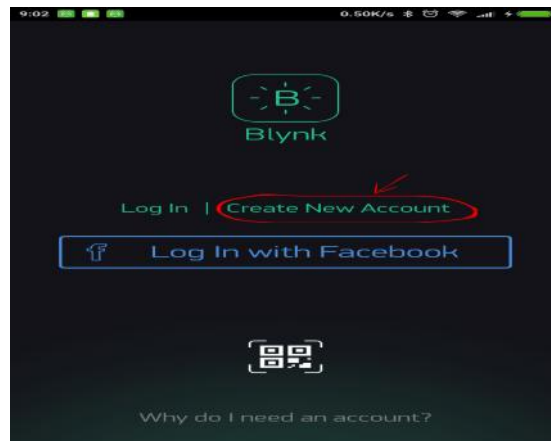


Figure II.29: Crée un compte sur Blynk.

Un compte est nécessaire pour enregistrer vos projets et y avoir accès à partir de plusieurs appareils de n'importe où. C'est aussi une mesure de sécurité.

➤ **Créez un nouveau projet :**

Après la connexion avec succès à votre compte, commencez par créer un nouveau projet.

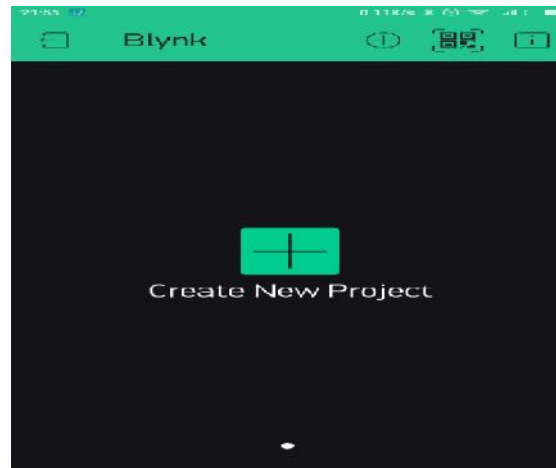


Figure II.30 : Crée un projet sur Blynk.

➤ **Choisissez votre matériel :**



Figure II.31: Choisir le matériel.

Sélectionnez le modèle de matériel que vous utiliserez. Consultez la liste des matériels pris en charge.

➤ **Jeton d'authentification :**

Le jeton d'authentification est un identifiant unique qui est nécessaire pour connecter votre matériel à votre smartphone. Chaque nouveau projet que vous créez aura son propre jeton d'authentification.

Vous recevrez automatiquement le jeton d'authentification sur votre e-mail après la création du projet. Vous pouvez également le copier manuellement. Cliquez sur la section des appareils et sélectionnez l'appareil requis:

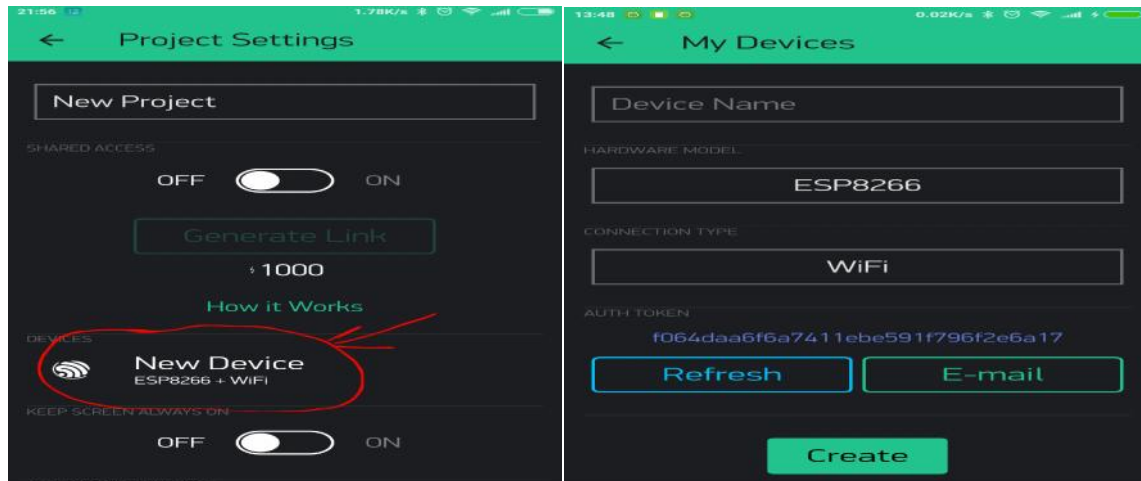


Figure II.32 : Jeton d'authentification.

Il est très pratique de l'envoyer par e-mail. Appuyez sur le bouton e-mail et le jeton sera envoyé à l'adresse e-mail que vous avez utilisée pour l'enregistrement. Vous pouvez également appuyer sur la ligne Token et elle sera copiée dans le presse-papiers.

Appuyez maintenant sur le bouton «Créer».

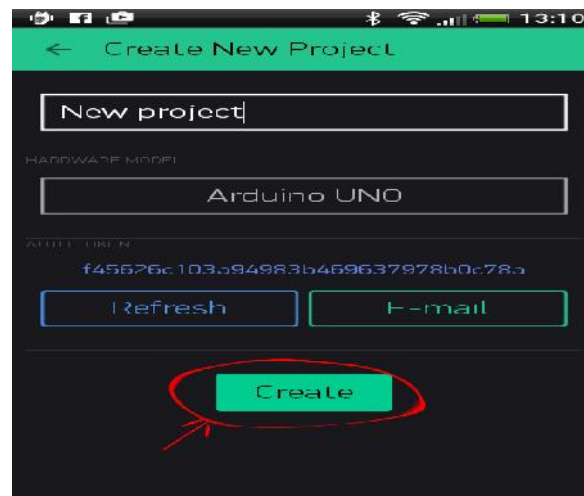


Figure II.33 : Jeton d'authentification.

➤ Ajoutez un widget :

Le canevas de projet est vide, ajoutons un bouton pour contrôler notre LED.

Appuyez n'importe où sur la toile pour ouvrir la boîte de widgets. Tous les widgets disponibles se trouvent ici. Maintenant, choisissez un bouton.

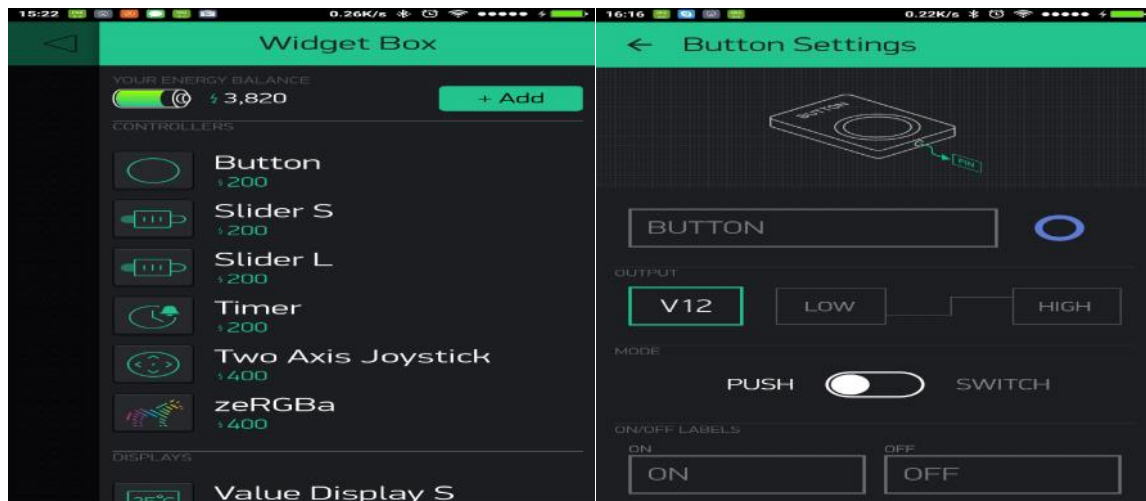


Figure II.34: Widget Box.

Le paramètre le plus important à définir est le code PIN. La liste des broches reflète les broches physiques définies par votre matériel. Si votre LED est connectée à la broche numérique 8 - sélectionnez D8 (D - signifie Digital).

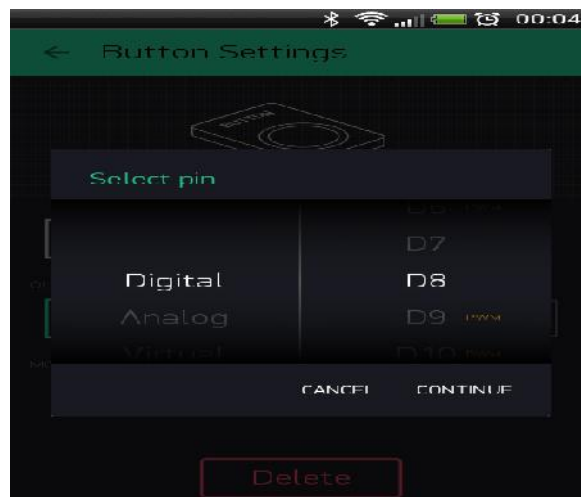


Figure II.35 : Sélectionner la broche.

➤ Exécutez le projet :

Lorsque vous avez terminé avec les paramètres appuyez sur le bouton PLAY. Cela vous fera passer du mode EDIT au mode PLAY où vous pourrez interagir avec le matériel. En mode PLAY, vous ne pourrez pas faire glisser ou configurer de nouveaux widgets, appuyez sur STOP et revenez en mode EDIT.

Vous recevrez un message disant «Arduino UNO est hors ligne». Nous traiterons de cela dans la section suivante.

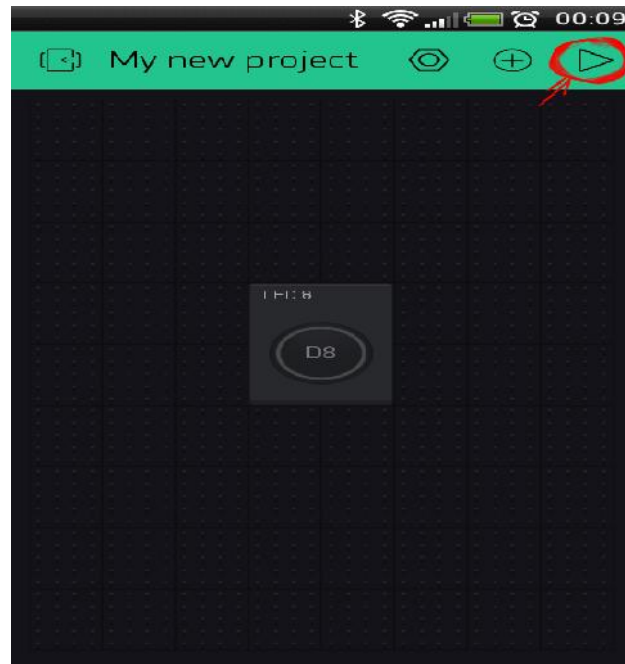


Figure II.36 : Exécuter un projet.

II.4.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents éléments constitutifs des dispositifs réalisés où nous avons présentés tous les composants électroniques utilisés pour notre maquette et logiciel de programmation.

Dans le chapitre suivant, nous allons décrire comment les servir.

Chapitre III : Réalisation d'un prototype intelligent appliqué à un bâtiment d'élevage

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter les détails de conception et de réalisation de notre maquette de poulailler intelligent. Par la suite, nous nous intéresserons à la description des systèmes qui constituent notre système.

III.2. Architecture générale du système intelligent

Nous présentons ci-dessous, une architecture de notre système où on peut voir le réseau du capteur qui va transmettre les données acquises à une centrale de commande. L'analyse des données permettrait d'élaborer des décisions. Ces décisions seront appliquées soit automatiquement, semi automatiquement ou de manière manuelle. La figure III.1 montre l'architecture générale du système.

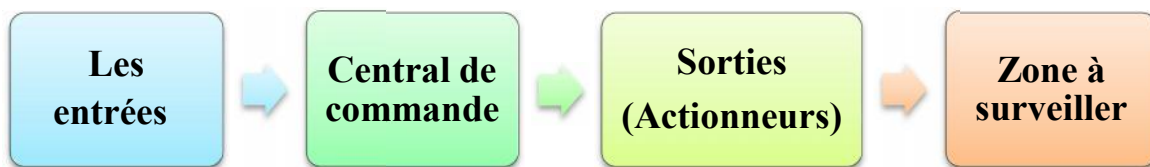


Figure III.1: L'architecture générale du système.

III.2.1. Les entrées

Les entrées sont les éléments qui émettent les informations vers la centrale de commande. Ces éléments sont :

Un détecteur de fumée, de chaleur et de lumière envoie des informations de la présence de la fumée assurée par le capteur MQ2, de la température assurée par le capteur LM35dz et de niveau d'éclairage assurée par le capteur LDR.

III.2.2. Centrale de commande

La centrale de commande est constituée de deux cartes Arduino nano et une carte NODEMCU (esp8266). Ce dispositif permet la collecte des informations pour la gestion d'alarme et d'extinction.

III.2.3. Actionneurs et Sorties

Les actionneurs et les sorties sont les éléments qui reçoivent les commandes émises par la centrale de commande et sont composés par :

- Les éléments de signalisation qui indique l'état des zones comme les alarmes visuelles (LED, afficheur LCD) et sonore (buzzer).
- Les ventilateurs pour l'extraction de la fumée et de l'air chaud.
- Le chauffage pour chauffer l'air froid.
- La pompe d'eau.

III.3.Présentation générale de la réalisation

La réalisation comporte les éléments suivants : un système d'alarme contre les fuites de gaz, un système de contrôle de température, un système de contrôle d'éclairage, un système de sécurité, un système de gestion d'ouverture / de fermeture du porte, un système d'alimentation en eau et un système de gestion d'aliment.

III.3.1. Alimentation du système

Dans notre projet, on distingue deux types d'alimentations :

- Une basse tension (de 5 à 12Volts) consacrée à la partie commande.
- Une tension (220 Volts) destinée à la partie puissance.

➤ Partie commande :

Ce sont les tensions d'alimentations des deux cartes arduino nano, du NODMCU (esp8266) et des relais électriques.

➤ partie puissance :

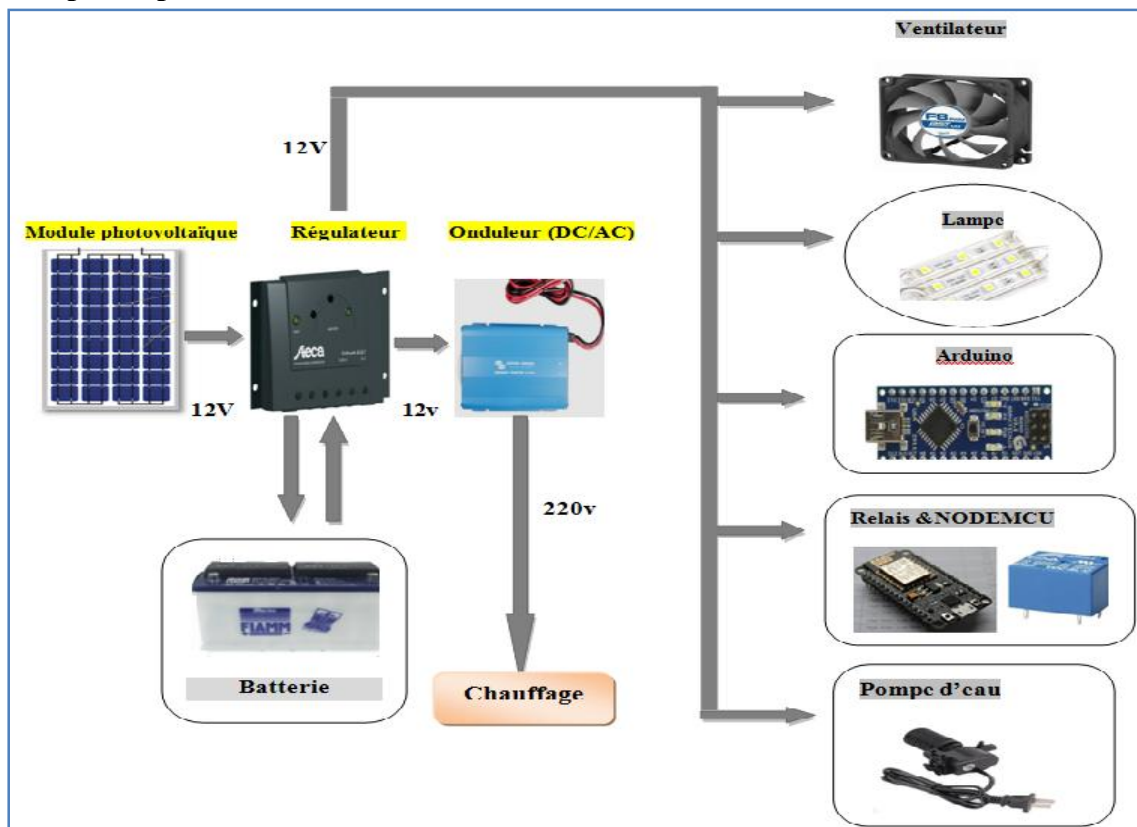


Figure III.2 : Schémas d'alimentation de système.

Ce sont les tensions d'alimentations suffisantes pour la mise en marche de nos équipements électriques dans notre cas ils sont des tensions alternatives de 220 V.

III.3.2. Système d'alarme

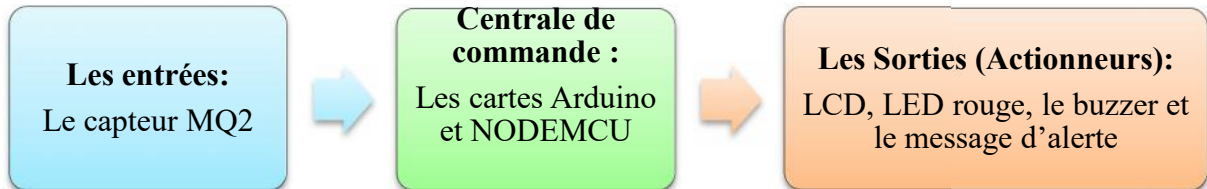


Figure III.3: L'architecture du système d'alarme.

Ce système permet de détecter s'il y a de la fumée à l'aide du capteur MQ-2 et de lancer une alarme pour informer l'utilisateur avec un affichage sur l'afficheur LCD accompagné de clignotement d'une LED rouge et d'une alarme sonore. Il permet aussi de déclencher les ventilateurs pour l'extraction de la fumée.

Ce système permet d'envoyer un message d'alerte sur le Smartphone d'utilisateur en cas de présence de fumée à l'aide de carte NODEMCU.

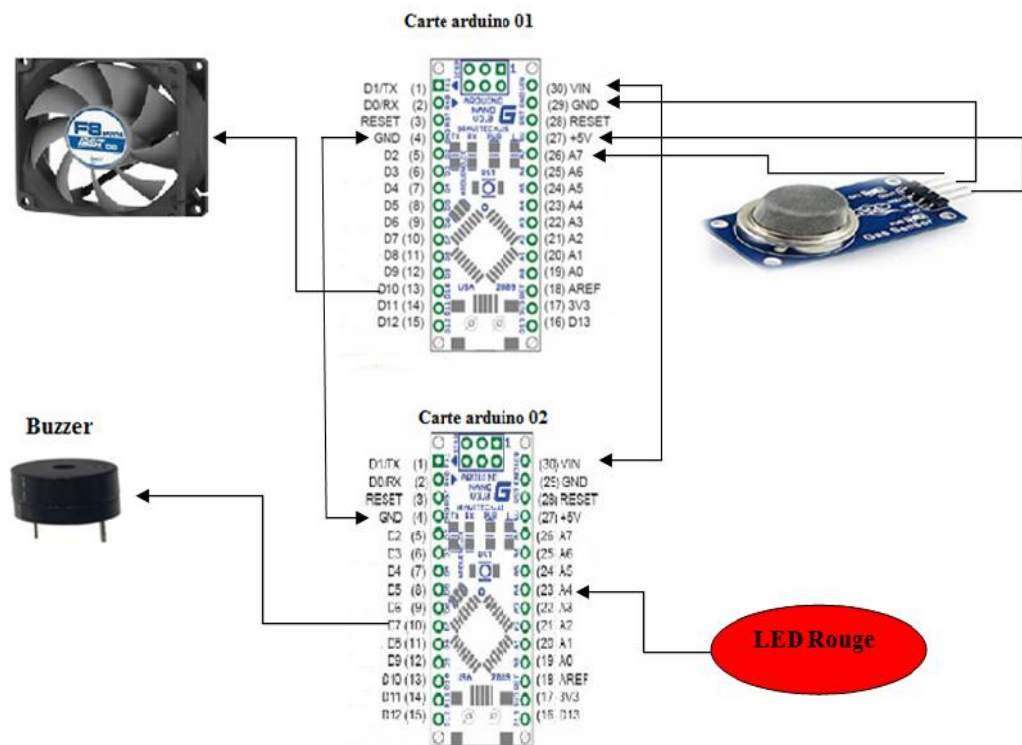


Figure III.4: Schéma théorique de montage du système d'alarme.

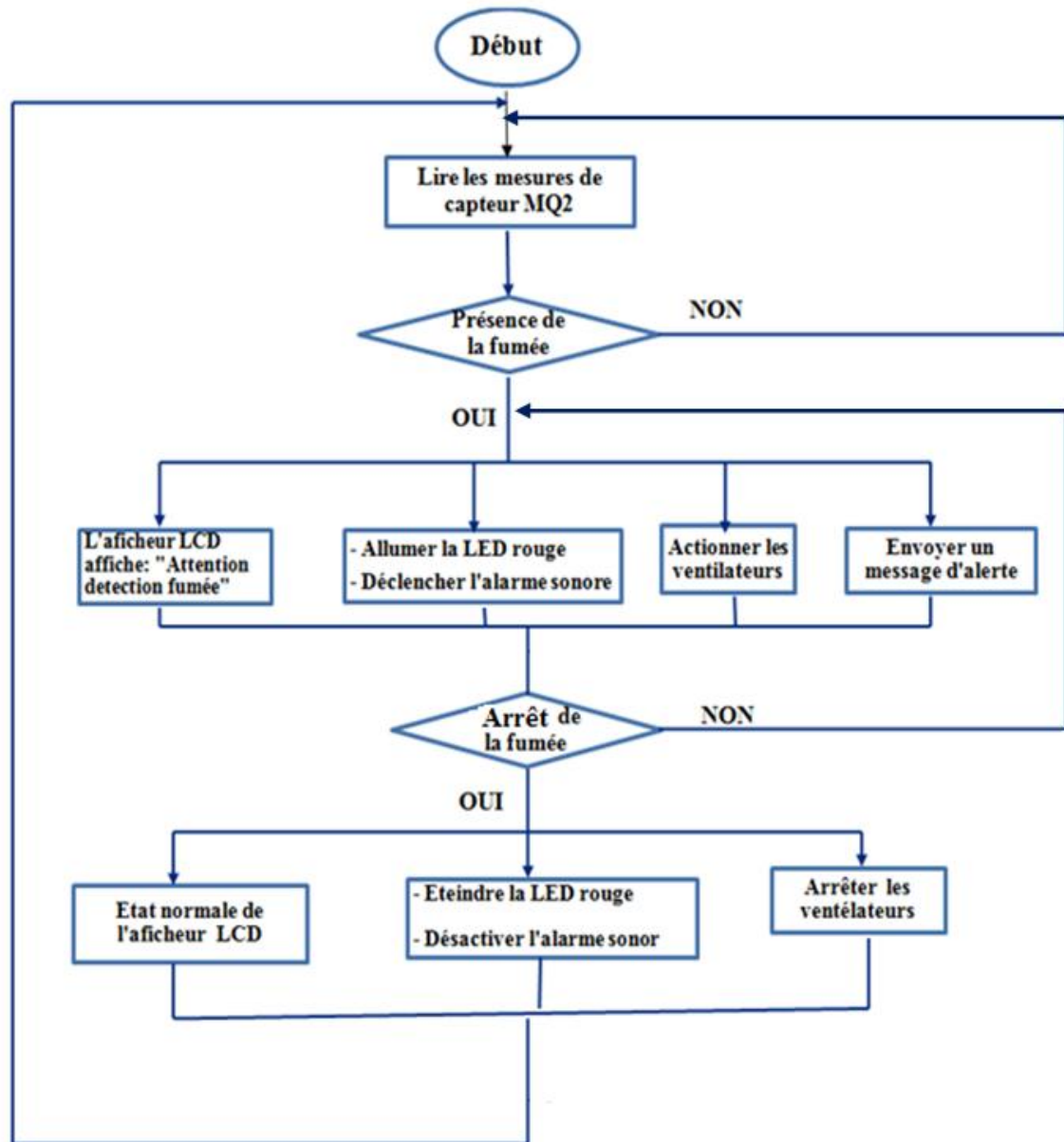


Figure III.5 : Logigramme du système d'alarme.

III.3.3. Système de contrôle de température

Ce système est caractérisé par deux modes de fonctionnement : mode automatique à l'aide des capteurs LM 35DZ et mode manuel.

➤ Mode automatique :

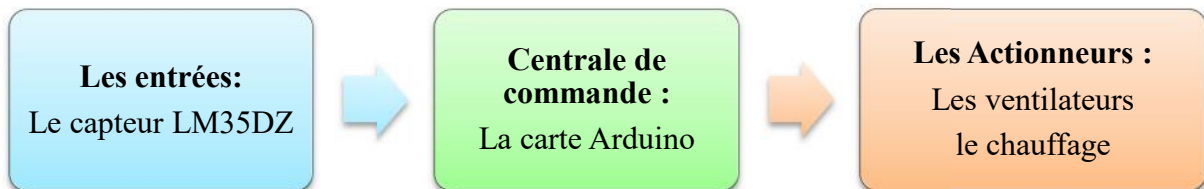


Figure III.6: L'architecture du système de contrôle de température.

- Ce mode mettra les ventilateurs en marche, si la température à l'intérieur de l'hangar dépasse la consigne de température (T_c), sinon les ventilateurs sont en arrêt.
- Ce mode mettra le chauffage en marche si la température à l'intérieur de l'hangar soit inférieure à la consigne de température (T_c), sinon le chauffage est en arrêt.

➤ Mode manuel :

Le deuxième mode consiste à mettre les ventilateurs et le chauffage en marche manuellement en appuyant sur les boutons poussoir.

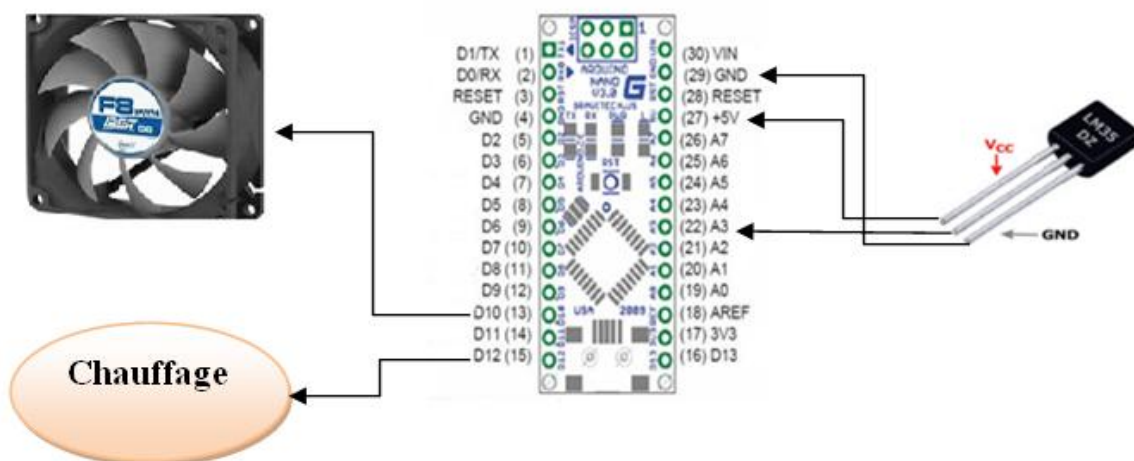


Figure III.7: Schéma théorique de montage du système de contrôle de température.

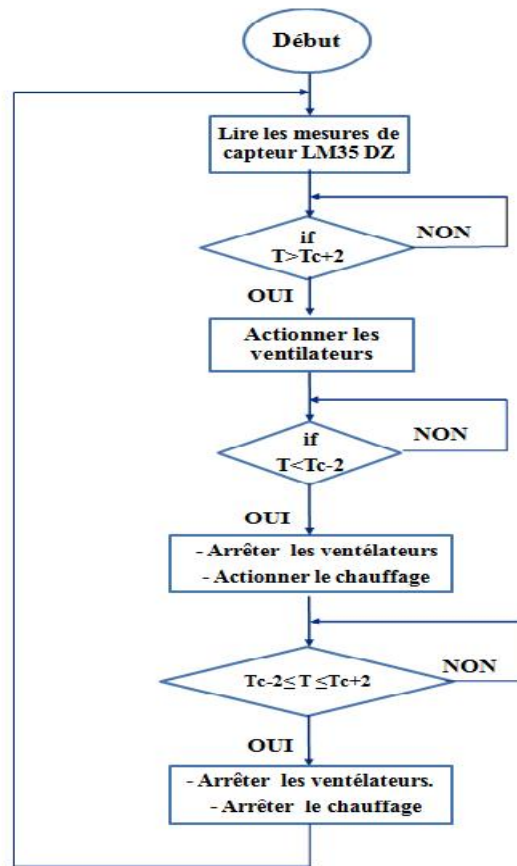


Figure III.8 : Logigramme du système de contrôle de température

III.3.4. Système d'éclairage

Ce système est caractérisé par deux modes de fonctionnement : mode automatique à l'aide de capteur de luminosité LDR et mode manuel.

➤ Mode automatique :

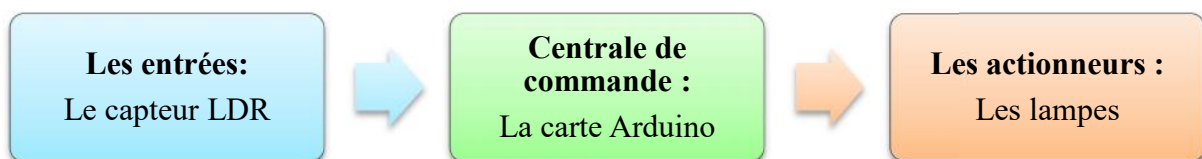


Figure III.9: L'architecture du système d'éclairage.

Les lampes vont s'allumer automatiquement grâce à un capteur de luminosité LDR qui détecte la lumière du jour. Lorsque la luminosité de ce dernier atteint le seuil bas (la luminosité à l'intérieure de l'hangar inférieure à la consigne de luminosité (L_c)) l'éclairage s'allume. Lors du lever du jour l'éclairage s'éteint (la luminosité à l'intérieure de l'hangar supérieure à la consigne de luminosité (L_c)).

➤ Mode manuel :

Ce mode commande les lampes manuellement grâce à un interrupteur.

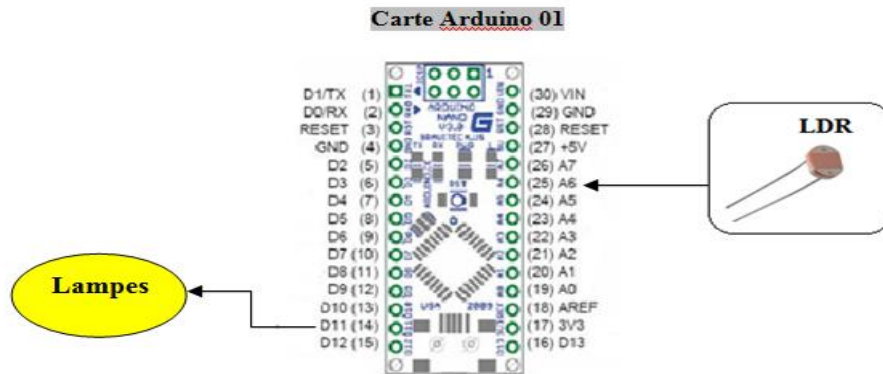


Figure III.10: Schéma théorique de montage du Système d'éclairage.

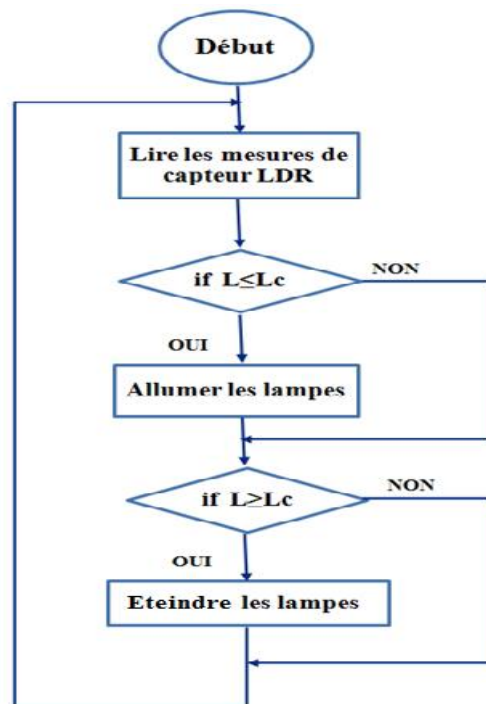


Figure III.11 : Logigramme du Système d'éclairage.

III.3.5. Système de sécurité

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

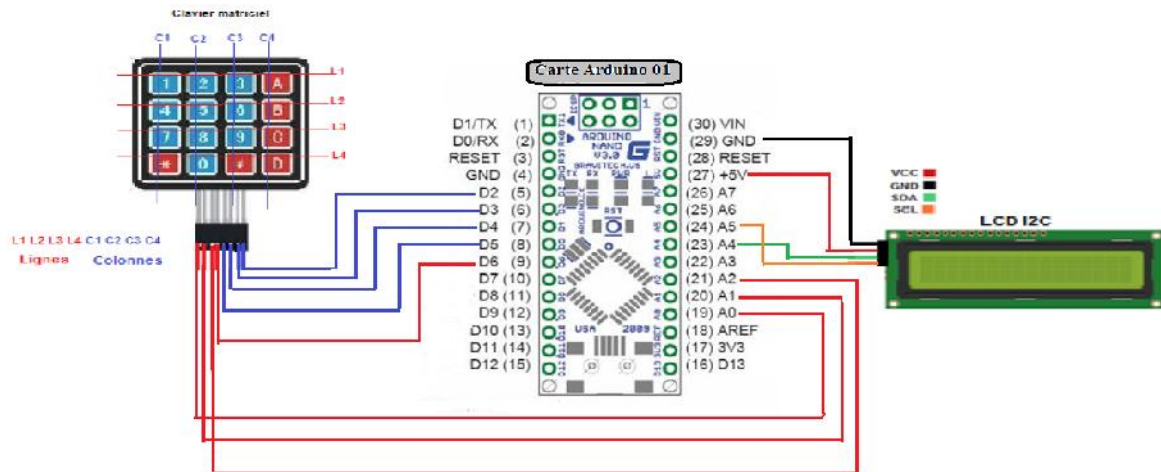


Figure III.12: Schéma théorique de montage du système de sécurité.

III.3.6. Système de gestion d'ouverture / fermeture de la porte

Il y'a deux méthodes pour ouvrir et fermer la porte d'accès au bâtiment d'élevage :

- La première consiste à ouvrir et fermer la porte du bâtiment d'élevage depuis le clavier matriciel qui se trouve à l'entrée en suivant les étapes ci-dessous :
 1. Appuyer sur « 8 », la LED verte s'allume,
 2. Pour ouvrir la porte on appuie sur le bouton poussoir,
 3. Pour fermer la porte on appuie sur « 7 », la LED rouge s'allume et la porte se ferme.
- La deuxième méthode consiste à ouvrir et fermer la porte depuis le Smartphone d'utilisateur via l'application BLYNK, qui est toujours connecté à la carte WIFI NODEMCU, qui se trouve à l'intérieur du bâtiment. Cela peut s'effectuer par les étapes suivantes :
 1. Accéder à l'application BLYNK et on appuie sur « OPEN », la LED verte s'allume,
 2. Pour ouvrir la porte, on appuie sur le bouton poussoir,
 3. Pour fermer la porte, on appuie sur « CLOSE » et la LED rouge s'allume et la porte se ferme.

La figure III-13 montre le schéma électrique du système de gestion d'ouverture/fermeture de la porte d'accès au bâtiment d'élevage. On a utilisé deux relais branchés avec un moteur, et chaque sens de rotation du moteur est limité par un fin de course (limit switch). Le premier relais contrôle l'ouverture et le deuxième contrôle la fermeture.

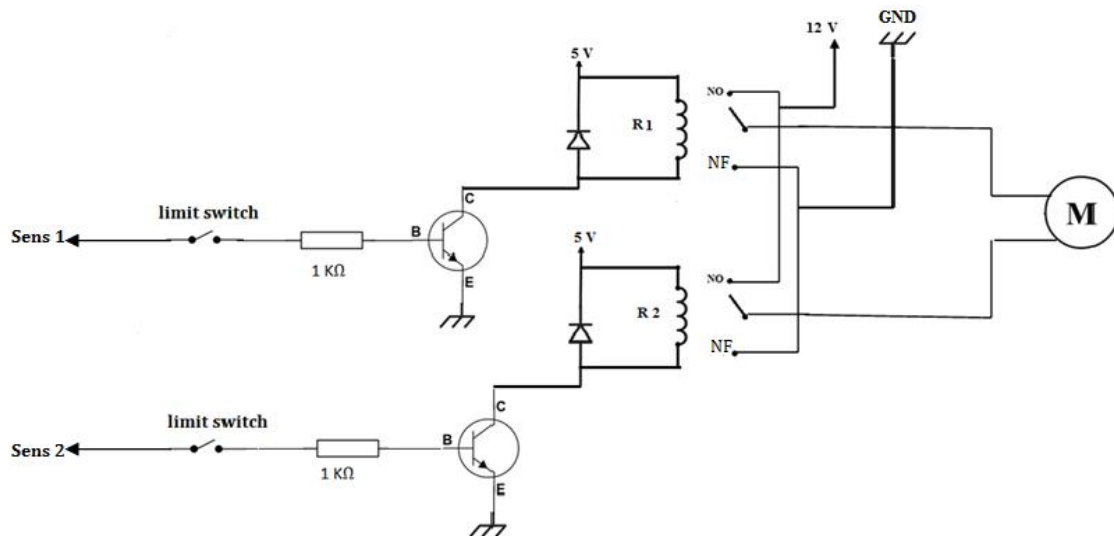


Figure III.13 : Schéma électrique du système de gestion d'ouverture / fermeture de la porte.

III.3.7.Système d'alimentation en eau

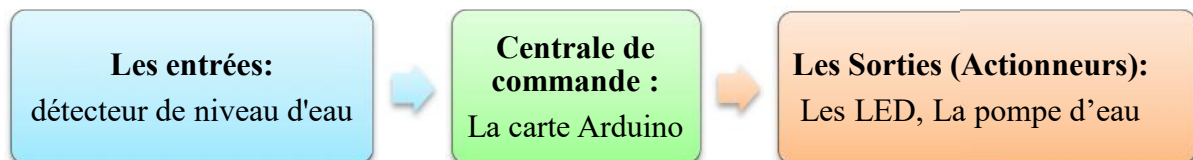


Figure III.14: L'architecture du système d'alimentation en eau.

Dans ce système on dispose de quatre niveaux d'eau :

- Niveau haut accompagné d'une LED allumée en vert.
- Niveau moyen accompagné d'une LED allumée en jaune.
- Niveau bas accompagné d'une LED allumée en rouge.
- Niveau sous bas.

Ce système vérifie les trois niveaux d'eau, si l'eau est en niveau sous bas le système activera la pompe. Quand l'eau atteint le niveau haut (LED verte est allumée), le système désactivera la pompe.

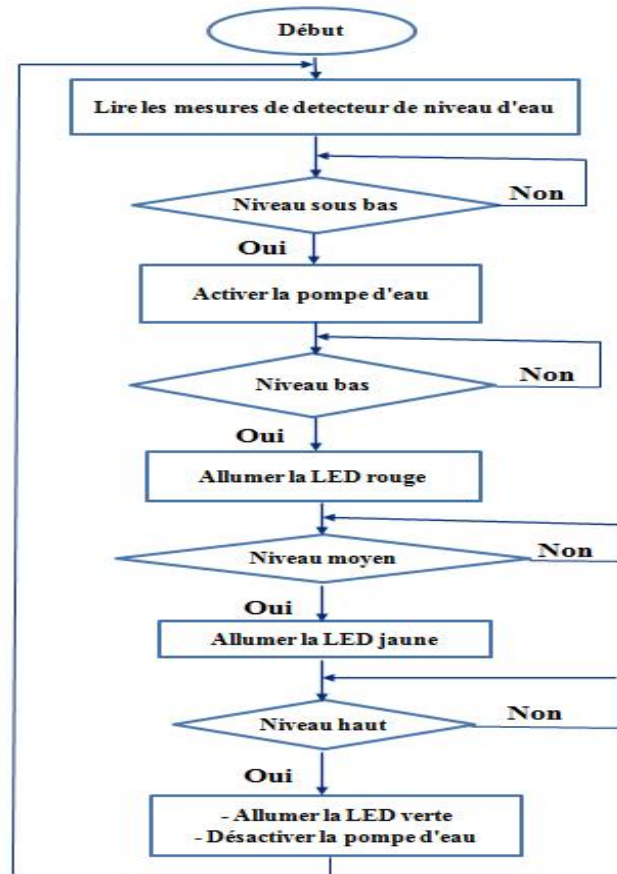


Figure III.15 : Logigramme du système d'alimentation en eau.

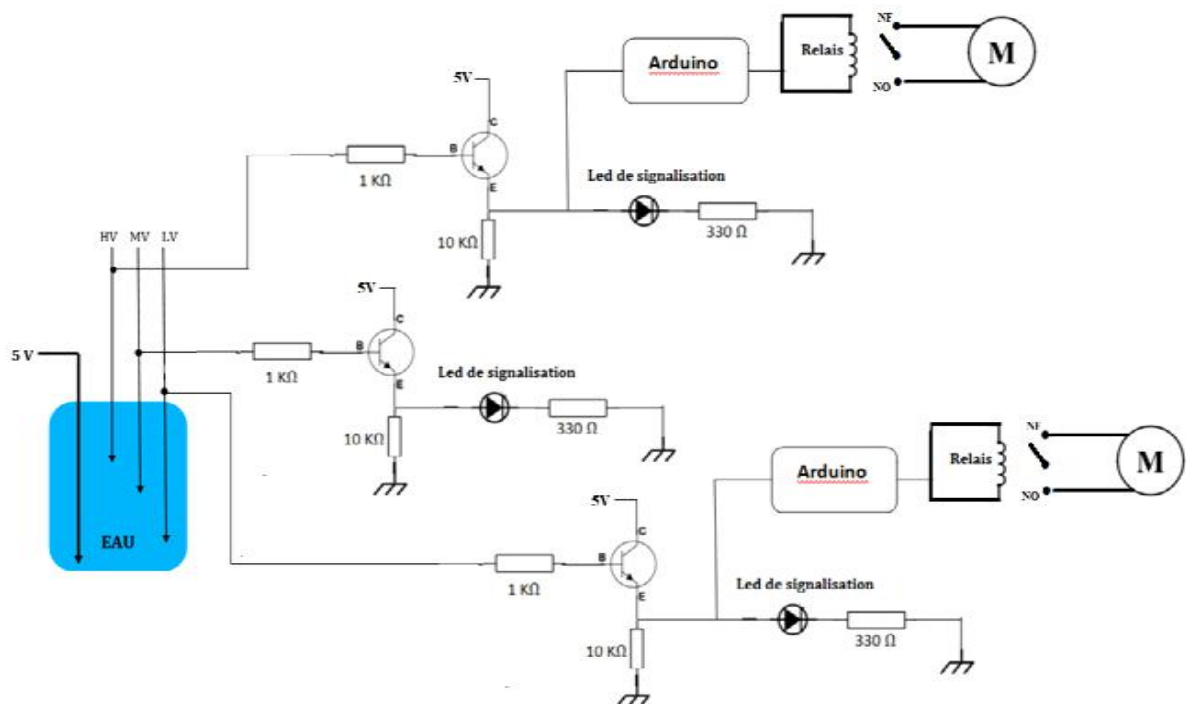


Figure III.16 : Schéma électrique du système d'alimentation en eau.

III.3.8. Système de gestion d'aliment

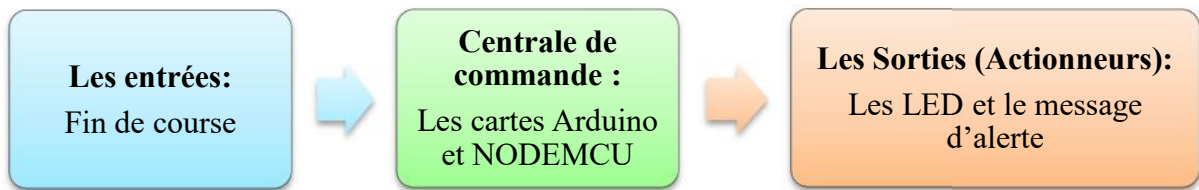


Figure III.17: L'architecture du système de gestion d'aliment.

Dans ce système, on dispose de deux niveaux d'aliment:

- Niveau haut accompagné d'une LED allumée en blanc.
- Niveau bas accompagné d'une LED allumée en rouge.

Ce système vérifie le niveau d'aliment à l'aide d'un fin de course, si l'aliment est en niveau bas, la LED rouge s'allume, dans ce cas, un message d'alerte sera envoyé vers le Smartphone d'utilisateur.

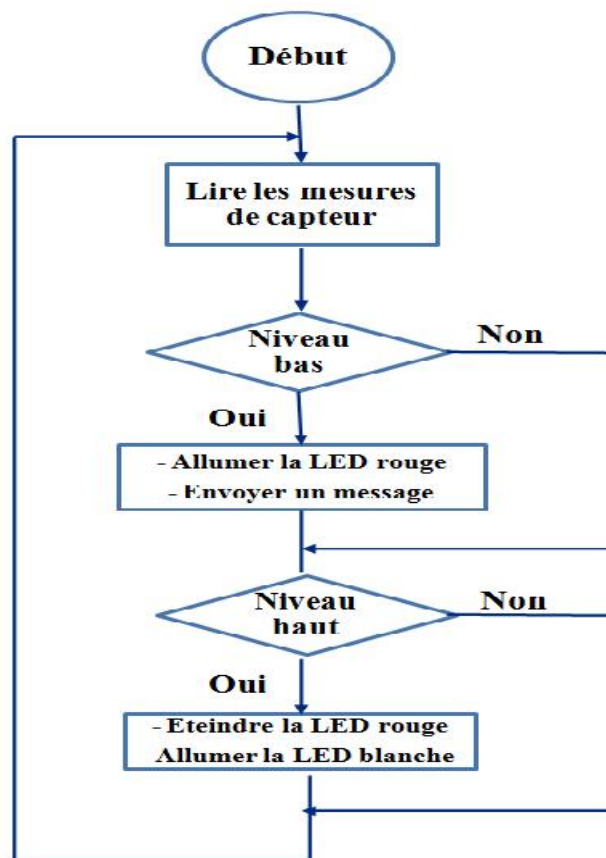


Figure III.18 : Logigramme du système de gestion d'aliments.

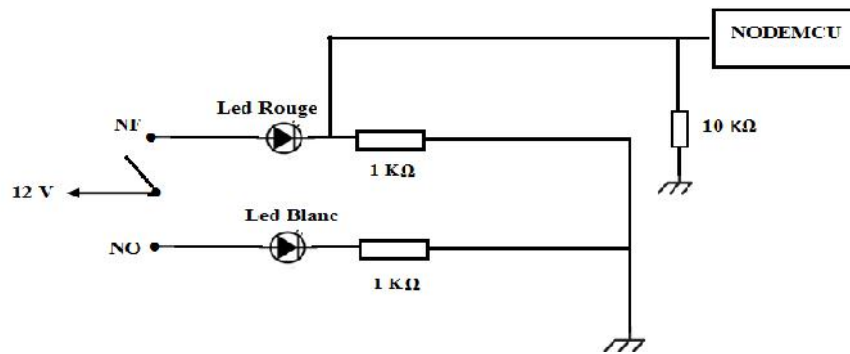


Figure III.19 : Schéma électrique du système de gestion d'aliment.

III.4. La conversion analogique/numérique :

Le microcontrôleur lit la valeur analogique de la tension V_s , puis il la convertit en une valeur numérique qui va être exploitée pour calculer la concentration de la fumée et de la température.

Cela se fait au moyen du convertisseur analogique numérique (CAN) de 10 bits comme suit :

$0v \longrightarrow 0 \text{ bit}$

$5v \longrightarrow 1023 \text{ bits } (2^{10} - 1)$

$V_s \longrightarrow x \text{ bits}$

- La conversion prend la valeur analogique de V_s ;
- Il la multiplie par 1023, puis il la divise par 5, pour obtenir la valeur numérique.

$$V_{ni} = V_s \times (1023/5).$$

III.5.Paramétrage de système

III.5.1. Paramètre d'accès

Pour accéder au paramètre du système, il faut d'abord appuyer sur « A » et entrer un mot de passe (code de sécurité) à l'aide d'un clavier matricielle.



Figure III.20 : paramètre d'accès.

III.5.2. Réglage de la consigne de la température

- ✚ A chaque fois qu'on appuie sur le numéro «1», la consigne de température augmente d'un degré.
- ✚ A chaque fois qu'on appuie sur le numéro «2», la consigne de température diminue d'un degré.



Figure III.21: Réglage de la consigne de la température

III.5.3. Réglage de la consigne de la luminosité

- ✚ A chaque fois qu'on appuie sur le numéro «3», la consigne de la luminosité augmente de 01%.
- ✚ A chaque fois qu'on appuie sur le numéro «4», la consigne de la luminosité diminue de 01%.



Figure III.22: Réglage de la consigne de la luminosité

III.5.4. Paramètre de sécurité

- ✚ Pour faire changer le mot de passe d'accès Au système, il faut d'abord appuyer sur « D » puis entrer le nouveau mot de passe.



Figure III.23: Entrée un nouveau mot de passe

III.5.5. Paramètre d'ouverture et de fermeture de la porte

- ✚ En appuyant sur « 7 », la porte d'entrée se ferme.
- ✚ En appuyant sur « 8 », la porte d'entrée s'ouvre.



Figure III.24: Paramètre d'ouverture et de fermeture de la porte

III.5.6. Paramètre de désactivation d'alarme

Pour désactiver l'alarme visuelle et sonore il faut appuyer sur « 0 ».



Figure III.25: Paramètre de désactivation d'alarme.

III.5.7. Commande manuelle et automatique

- ✚ Pour activer la commande automatique il faut appuyer sur « 5 ».
- ✚ Pour commander le système manuellement il faut appuyer sur « 6 ».



Figure III.26: Commande manuelle et automatique

III.6. Tests et interprétation des résultats

Après avoir finalisé la réalisation de notre dispositif, une série de tests a été effectuée afin d'analyser sa réaction.

➤ **Premier test :**

Le premier test consiste à varier la consigne de température pour quel devient inférieure à la température ambiante (l'endroit est chaud). On remarque le déclenchement des ventilateurs.

➤ **Deuxième test :**

Dans le deuxième test, nous avons varié la consigne de température pour quelle devienne supérieure à la température ambiante (l'endroit est froid). On remarque le déclenchement de chauffage.

➤ **Troisième test :**

A la lumière du jour, les lampes sont d'origine éteintes. Dans ce test, nous exposons le capteur de luminosité LDR à l'obscurité (le pourcentage de la consigne de luminosité est supérieure au pourcentage de luminosité de l'hangar), on remarque que les lampes s'allument (figure III.27).



(a) A la lumière du jour, les lampes sont d'origine éteintes.



(b) Les lampes s'allument, en exposant le capteur de luminosité LDR à l'obscurité.

Figure III.27 : Test de fonctionnement du système d'éclairage.

➤ **Quatrième test :**

Le quatrième test consiste à placer une source de fumée près du détecteur pour l'exciter, on remarque que la LED rouge s'allume et on remarque aussi le déclenchement des ventilateurs et de l'alarme sonore ainsi que l'arrivée d'un message d'alerte (E-mail) sur le Smartphone. (Figure III.28).



Affichage d'alerte



Déclenchement d'alarme



Déclenchement des ventilateurs

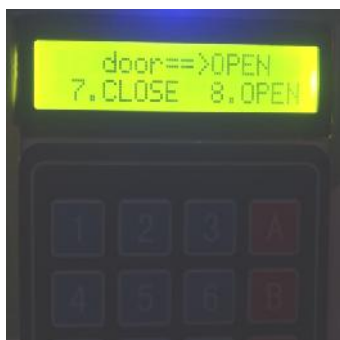


L'arrivée d'un E-mail d'alerte

Figure III.28: Test de fonctionnement du système d'alarme.

➤ Cinquième test :

- Après l'envoi d'ordre d'ouverture de la porte via le clavier matricielle, la porte s'ouvre (Figure III.29), et la même chose pour la fermeture (Figure III.30).



Ordre d'ouverture

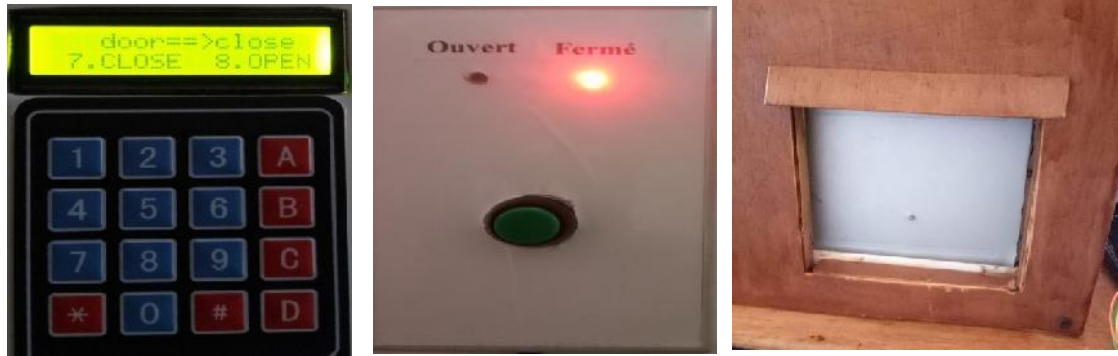


Signalisation d'ouverture de la porte



Ouverture de la porte

Figure III.29 : Test d'ouverture de la porte via le clavier matricielle.



Ordre de la fermeture

Signalisation de la fermeture de la porte

Fermeture de la porte

Figure III.30: Test de la fermeture de la porte via le clavier matricielle

- On a le même principe via l'application BLYNK.



Ordre d'ouverture

Signalisation d'ouverture de la porte

Ouverture de la porte

Figure III.31: Test d'ouverture de la porte via l'application BLYNK.



Ordre de la fermeture

Signalisation de la fermeture de la porte

Fermeture de la porte

Figure III.32: Test de la fermeture de la porte via l'application BLYNK.

➤ **Sixième test :**

- A fin de tester le bon fonctionnement du système d'alimentation en eau, on remplit le réservoir à 100%. On remarque que les trois LED sont allumées et la pompe est en état d'arrêt (Figure III.33).



Figure III.33: L'eau est au niveau haut (le réservoir est plein).

- Après l'ouverture de la vanne de la distribution, on remarque que les LED s'éteignent l'une après l'autre jusqu'à la dernière, puis on remarque le déclenchement de la pompe pour remplir à nouveau le réservoir. (Figure III.34).



Figure III.34: Test de fonctionnement du système d'alimentation en eau.

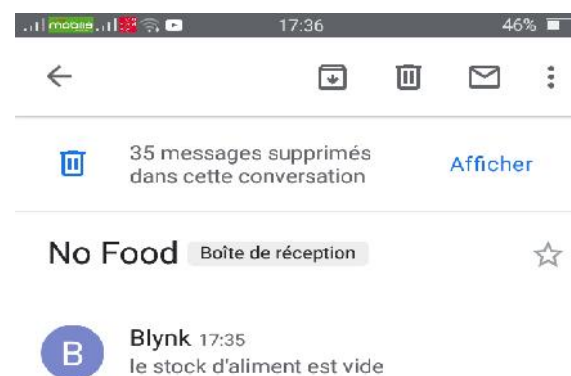
- Les LED s'éteignent l'une après l'autre jusqu'à la dernière Signalisation d'Activation de la pompe d'eau.
- La pompe s'arrête après l'allumage de la LED verte, ce qui signifie que l'eau est au niveau haut. (Figure III.35).



Figure III.35 : L'eau est au niveau haut.

➤ Septième test :

- Le réservoir d'aliment est d'origine vide, on remarque que la LED rouge s'allume et l'arrivée d'un E-mail sur le Smartphone d'utilisateur, ce qui signifie que le niveau d'aliment est bas.



LED rouge = réservoir d'aliment est vide

L'arrivée d'un E-mail d'alerte.

Figure III.36 : Test de fonctionnement du système de gestion d'aliment.

- Après le chargement du réservoir d'aliment, on remarque que la LED blanche s'allume ce qui indique que l'aliment est au niveau haut.

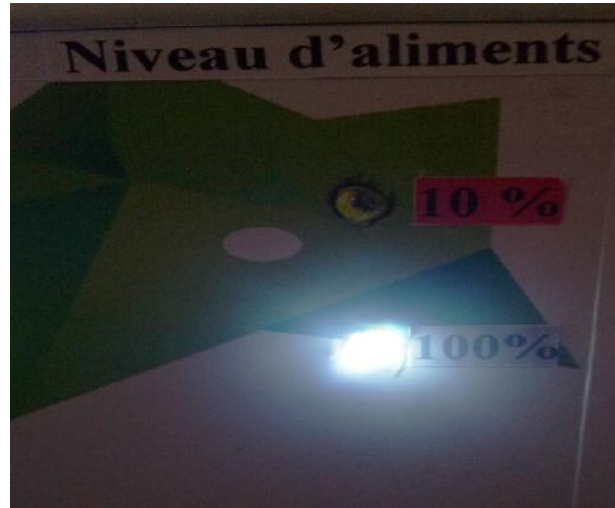


Figure III.37 : LED de signalisation que l'aliment est au niveau haut (le réservoir est plein).

III.7. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre les détails techniques liés à la mise en œuvre de notre système de contrôle. Nous avons commencé par la présentation des différentes étapes de notre réalisation telle que la création de la maquette, aussi nous avons présenté les organigrammes des systèmes inclus dans le projet avec une description des différents modules et fonctionnalités qu'elle fournit. Ensuite, nous avons décrit l'ensemble des tests de fonctionnement que nous avons fait dans les conditions réelles avec une description des résultats obtenus qui ont été très satisfaisants, dans l'espoir d'avoir l'occasion de faire l'expérience du système dans un véritable poulailler à l'avenir.

Conclusion générale

Conclusion générale

Cette thématique nous a permis d'exploiter toutes nos connaissances en électronique, en électrotechnique, ainsi qu'en automatisme et en informatique afin de réaliser un prototype de poulailler intelligent.

Dans le cadre de ce travail, nous avons essayé de développer un système qui permettrait un contrôle efficace et optimal des paramètres de l'environnement d'élevage de volaille et de mettre en œuvre un système autonome à basse consommation tout en exploitant l'énergie renouvelable. Ceci permet aux éleveurs de piloter et de surveiller en temps réel l'état de leurs bâtiments d'élevage de volaille et répond à des fonctions principales du système à savoir la gestion d'éclairage, la ventilation, l'alarme et l'ouverture/fermeture à distance de la porte. Le système combine l'utilisation de composants électroniques (capteurs et actionneurs) installés sur toute la surface d'élevage et le développement d'une application android pour le contrôle. Ce système permet aux éleveurs localement ou à distance de :

- Contrôler l'état des paramètres climatiques des différents bâtiments d'élevage de la ferme en temps réel (avec alerte via E-mail).
- Gérer les différents équipements et dispositifs des bâtiments de manière automatique ou manuelle.

Par ailleurs dans ce mémoire, nous avons illustré le fonctionnement d'un système intelligent basé sur Arduino, dans le but de concevoir la surveillance et le contrôle des paramètres de l'environnement d'élevage de volaille.

Cette tâche était très difficile, vu les certaines contraintes à savoir l'indisponibilité du matériel, le coût élevé des équipements, la documentation ainsi que les difficultés rencontrées lors de la construction de ce prototype.

Enfin, nous estimons que cette réalisation répond parfaitement aux exigences et aux besoins réels des éleveurs, dans l'espoir d'avoir l'occasion de faire l'expérience du système dans un véritable poulailler à l'avenir.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] **J.Rhliouch**, « L'impact de l'aspergillose dans les élevages avicoles », Thèse Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, France, 188p, 2013.
- [2] **H.Laouer**, « Analyse des pertes du poulet de chair au centre avicole de Tazoult », Mémoire ingénieur, Production animale, INESA Batna, 105p, 1981.
- [3] **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.
- [4] **N. Alloui**, Cours zootechnie aviaire, université - El hadj -Lakhdar- Batna Département de vétérinaire, 60 p, 2006.
- [5] **B. Sauveur**, « reproduction des volailles et production d'œufs », INRA éditions, Paris, 472P, 1988
- [6] **ITAVI**, « Quelques repères pour les éleveurs Professionnels commercialisant en circuits courts », Guide d'élevage aviculture fermière, Edition ITAVI, 28 rue du Rocher - 75008 PARIS 1er trimestre 2009, 1ères éditions
- [7] « Cellules solaires – Les bases de l'énergie photovoltaïque, Dunod, coll. ETSF, 2010 Systèmes solaires », hors-série Le Journal du photovoltaïque no 5, avril 2010.
- [8] Energie-developpement.blogspot.com/2011/09/fonctionnement-dune-installation.
- [9] **Lalouni**, « Optimisation de la qualité d'énergie électrique dans le cas d'un chargeur de batterie », Mémoire de magister, Université de Bejaia, 2005.
- [10] <https://www.fun-mooc.fr/c4x/MinesTelecom/04013/asset/S4-5-Objets-communicants.pdf>
- [11] <https://www.synox.io/4-choses-a-savoir-sur-linternet-des-objets>
- [12] **Erik Bartmann**, « Le grand livre d'arduino », Edition Eyrolles, 2015.
- [13] <https://sciencesappliquees.com/noncato/346-cours-les-afficheurs-lcd>
- [14] <https://microclub.ch/wp-content/uploads/2016/10/ESP8266-Bases-et-projets.pdf>
- [15] <http://www.arobose.com/shop/temperature-pression/217-capteur-analogique-de-gazmq2.html>
- [16] <https://www.carnetdumaker.net/articles/mesurer-laluminosite-ambiante-avec-une-photoresistance-et-une-carte-arduinogenuino/#quest-ce-quune-photoresistance>
- [17] <http://docs.blynk.cc/>

Bibliographie

- [18] <https://www.syncron.com/fr/news/la-ferme-intelligente-revolutionne-le-secteur-des-equipements-agricoles/>
- [19] [https://iatranshumanisme.com/2018/01/23/smart-farms-vers-nouvelle-forme-d'agriculture/](https://iatranshumanisme.com/2018/01/23/smart-farms-vers-nouvelle-forme-d-agriculture/)

Annexes

- **Programme injecté sur la carte arduino nano N°01**

```
#include<EEPROM.h>

#include <Keypad.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);


//--- Constantes utilisées avec le clavier 4x4

const byte LIGNES = 4; // 4 lignes

const byte COLONNES = 4; //4 colonnes

constint C4=2; //declaration constante de broche

constint C3=3; //declaration constante de broche

constint C2=4; //declaration constante de broche

constint C1=5; //declaration constante de broche

constint L4=6; //declaration constante de broche

constint L3=A2; //declaration constante de broche

constint L2=A1; //declaration constante de broche

constint L1=A0; //declaration constante de broche

//intled=12;

char touches[LIGNES][COLONNES] = {

    {'1','2','3','A'},

    {'4','5','6','B'},

    {'7','8','9','C'},

    {'*','0','#','D'}}

};

byte Broches Lignes[LIGNES] = {L1, L2, L3, L4}; //connexions utilisées pour les broches de
lignes du clavier
```

Annexe A

```
byte Broches Colonne[COLONNES] = {C1, C2, C3, C4};

char touche;

Keypad clavier = Keypad(make Keymap(touches), Broches Lignes, Broches Colonne,
LIGNES, COLONNES );

/*****variable de l'ecran*****/

char ecran="r",ecran1='*';int i=0,g=0,n=0,m=0,k=0;unsigned int c=0;boolean
pass=LOW;int ledred=8;String commande[]={"auto","man "};char
t[]={ '1','1','1','1'},t1[]={ '1','1','1','1'};

/*****/

int tct[]={0,0},ctemp=0,cl[]={0,0},clum=0;String
door[]={"CLOSE","OPEN"},lock="close";int et=1;boolean sw=LOW;String com="auto";

String detection[]={"active","absente"},detf=detection[1];

/*****les variables analogiques*****/

int lm35dz,ldr,mq2;boolean fume=LOW;int p=0;//variable sert pour indique une fois le mode
manuelle

/*****/

boolean para=LOW;int manuel=7 ;

/*****les sorties réelles*****/

int vent1=10,vent2=13,resist=12,lampe=11,j=0;boolean setting=LOW;int porte=9;

/*****/

int w=1;

/*****les variable d'etat de actionneurs*****/

Boolean chaud=LOW,froid=LOW;unsigned int ttt=0;

void setup()
{
  lcd.init();

  Serial.begin(9600);

  lcd.backlight();
```


Annexe A

```
pinMode(ledred,OUTPUT);
```

```
digitalWrite(ledred,LOW);
```

```
pinMode(manuel,OUTPUT);
```

```
digitalWrite(manuel,LOW);
```

```
pinMode(porte,OUTPUT);
```

```
digitalWrite(porte,LOW);
```

```
for(j=0;j<10;j++)
```

```
{
```

```
lcd.setCursor(0,0);
```

```
lcd.print("POULAILLER M.B");
```

```
lcd.setCursor(j,1);
```

```
lcd.print(".");
```

```
delay(1000);
```

```
}
```

```
lcd.clear();
```

```
for(j=0;j<4;j++)
```

```
{
```

```
pinMode(10+j,OUTPUT);
```

```
digitalWrite(10+j,LOW);
```

```
}
```

```
/******
```

```
EEPROM.get(50,ctemp);
```

```
EEPROM.get(60,clum);
```

```
/******
```

```
}
```

```
void loop()
```

Annexe A

```
{ttt=millis();

/*****la lecture analogique*****/

//if((ttt%2000)==0){
//lm35dz=map(analogRead(3),0,205,0,100);
lm35dz=25;
ldr=map(analogRead(6),0,1023,0,99);
mq2=analogRead(7);
//}

/*****/

/*****l'etat des sorties*****/

if(para==LOW)
{
if(ldr<clum)digitalWrite(lampe,HIGH);else digitalWrite(lampe,LOW);

/*if((mq2>=350)||((lm35dz)>ctemp)) digitalWrite(vent1,HIGH); else
digitalWrite(vent1,LOW);

if((lm35dz-ctemp)<0) digitalWrite(resist,HIGH);else digitalWrite(resist,LOW);*/

if(lm35dz>(ctemp+2)){chaud=LOW;froid=HIGH;}

if(lm35dz<(ctemp-2)){chaud=HIGH;froid=LOW;}

if((lm35dz<=(ctemp+2))&&(lm35dz>=(ctemp-2))){chaud=LOW;froid=LOW;}

digitalWrite(resist,chaud);

if((froid==HIGH)||((mq2>=350))digitalWrite(vent1,HIGH);else digitalWrite(vent1,LOW);
}

else
{
while(p==1){digitalWrite(resist,LOW);digitalWrite(lampe,LOW);p=0; }

if(mq2>=250) digitalWrite(vent1,HIGH); else digitalWrite(vent1,LOW);
```

Annexe A

```
}
```

```
/******l'etat des variable des sortie virtuelle******/
```

```
if(mq2>350) {detf=detection[0];ecran1='/';} else {ecran1='*';}
```

```
if(detf==detection[0]) fume=HIGH;if(detf==detection[1]) fume=LOW;
```

```
/*******/
```

```
digitalWrite(led red,fume==HIGH?HIGH:LOW);//pour l'arduino esclave en cas de la  
detection de la fumée
```

```
/******état des variable de paramètre******/
```

```
touche = clavier.getKey(); // lecture de la touche appuyée
```

```
if(touche != NO_KEY)
```

```
{
```

```
switch(touche)
```

```
{
```

```
case '1':{i++;n=1;if(et==2){ctemp++;m=0;} if(ctemp>100)  
ctemp=0;break;}
```

```
case '2':{i++;n=2;if(et==2){ctemp=ctemp-1;m=0;} if(ctemp<0)  
ctemp=100;break;}
```

```
case '3':{i++;n=3;if(et==3){clum++;m=0;} if(clum>100)  
clum=0;break;}
```

```
case '4':{i++;n=4;if(et==3){clum=clum-1;m=0;} if(clum<0)  
clum=100;break;}
```

```
case  
'5':{i++;n=5;if(et==1){w=0;digitalWrite(manuel,LOW);para=LOW;} break;}
```

```
case  
'6':{i++;n=6;if(et==1){w=1;digitalWrite(manuel,HIGH);para=HIGH;p=1;} break;}
```

```
case  
'7':{i++;n=7;if(et==5){k=0;m=0;digitalWrite(porte,LOW);} break;}
```

Annexe A

```

                                case
'8':{i++;n=8;if(et==5){k=1;m=0;digitalWrite(porte,HIGH);}break;}

case '9':{i++;n=9;break;}

                                case '0':{i++;n=0;if(et==6 )detf="absente" ;break;}

                                case 'A':{i=0 ;n=0
;pass=1;g=0;m=0;ecran='a';sw=LOW;setting=HIGH;for(c=0;c<4;c++){
t[c]='&';}break;}//pour entrer en mode parametrage

case 'B':{i=0 ;m=0;n=0;et++;if(et>6) et=1;if(et==0)et=6;break;}

case 'C':{i=0 ;m=0;n=0;

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("donnees enregistrees");

lcd.setCursor(0,1);

for(j=0;j<10;j++)

                                {

lcd.setCursor(j,1);

lcd.print(" ..... ");

delay(1000);

                                }

EEPROM.put(50,ctemp);

EEPROM.put(60,clum);

break;}

case 'D':{i=0 ;n=0 ;m=0;g=0;

while(t1[g]==t[g])g++;

if(g>=4)ecran='t';else ecran='f';

break;}
```

Annexe A

```
        case '#': {m=0;ecran='#';for(c=0;c<4;c++){ t[c]='&';} break;}

case '*': {ecran='*';m=0;sw=LOW; setting=LOW;break;}

        }

        Switch (ecran)

        {

case 'a': {while(m==0){m=5;lcd.clear();}

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("PASS WORD:");

lcd.setCursor(i,1);

                if((i>=1)&&(i<5)){lcd.print("");t[i-1]=touche;}

break;

                }

case 't': {while(m==0){m=5;lcd.clear();}

lcd. setCursor(0,0);lcd.print(" Autho access");sw=HIGH;

break;}

case 'f': {while(m==0){m=5;lcd.clear();}

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("error pass word!");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print(" cliquer sur'A");

for(c=0;c<4;c++){ t[c]='&';}

break;

                }

case '*': {while(m==0){m=5;lcd.clear();}

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("hello world    ");

                ecran1='*';

break;}

        case '#': {if(sw){while(m==0){m=5;lcd.clear();} if(n!=n){m=0;}
```

Annexe A

```
switch(et)

{

case 1: { if((n<7)&&(n>4))com=commande[w];

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("commande:");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print(" 5.auto  6.man ");


break;}

case 2:

{

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("consigne T:");

lcd.setCursor(11,0);lcd.print(ctemp);

lcd.setCursor(14,0);lcd.print("c");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("1.(+1)  2.(-1)");

break;

}

case 3:

{

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("consigne L:");

lcd.setCursor(11,0);lcd.print(clum);

lcd.setCursor(14,0);lcd.print("%");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("3.(+1)  4.(-1)");

break;

}

case 4:

{

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("entrer new P.W:");

if((i>0)&&(i<5))
```

```
if(setting==LOW){
```

Annexe A

```
/******affichage*****/  
switch(ecran1)  
  
    {  
  
case '*':{while(m==0){m=5;lcd.clear();}  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("TEMP:");  
lcd.setCursor(5,0);  
lcd.print(lm35dz);  
lcd.setCursor(7,0);  
lcd.print(" C ");  
lcd.setCursor(10,0);  
lcd.print("Tc:");  
lcd.setCursor(12,0);  
lcd.print(ctemp);  
lcd.setCursor(14,0);  
lcd.print(" C");  
  
/******la 2eme ligne *****/  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("LUM:");  
lcd.setCursor(4,1);  
lcd.print(ldr);  
lcd.setCursor(7,1);  
lcd.print("% L:");  
  
lcd.setCursor(12,1);  
lcd.print(clum);
```


Annexe A

```
lcd.setCursor(15,1);  
lcd.print("%");  
break;}  
case '/':  
  
        {  
while(m==0){m=5;lcd.clear();}  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("  ATTENTION  ");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print(" detection fumee");  
break;  
}  
  
        } }  
  
/*****/  
  
}
```

- **Programme injecté sur la carte arduino nano N°02.**

```
int
porte=2,man=3,fume=4,resistance=5,vent=6,haut=10,bas=11,entree[]={porte,man,fume,resistance,vent,haut,bas};

int
portv=A1,portr=A2,buzzer=7,redled=A3,pompe=A4,ledr=8,ledv=9,sortie[]={portv,ledr,ledv,portr,buzzer,redled,pompe};

inti=0,k=0;boolean etat=LOW,water=LOW;

void setup() {
for(i=0;i<7;i++) pinMode(entree[i],INPUT);

    for(i=0;i<7;i++){ pinMode(sortie[i],OUTPUT);digitalWrite(sortie[i],LOW);}

Serial.begin(9600);
}

void loop() {
digitalWrite(portv,digitalRead(porte)==HIGH?HIGH:LOW);
digitalWrite(portr,digitalRead(porte)==LOW ?HIGH:LOW);
if(digitalRead(fume)==HIGH)
{
tone(buzzer,400,700);

    if((millis()%500)==0){ digitalWrite(redled,~etat);}

}
if(digitalRead(fume)==LOW)
{
noTone(buzzer);
digitalWrite(redled,LOW);
}
```

Annexe A

```
if(digitalRead(man))
{
digitalWrite(ledr,digitalRead(resistance));

digitalWrite(ledv,digitalRead(vent));

}
else
{
digitalWrite(ledr,LOW);
digitalWrite(ledv,LOW);
}
if((digitalRead(bas)==LOW)&&(digitalRead(haut)==LOW))water=HIGH;
water=water&~digitalRead(haut);
digitalWrite(pompe,water);
//if(digitalRead(bas)==LOW){digitalWrite(pompe,HIGH);Serial.println("pompe on");}
//if(digitalRead(haut)==HIGH) {digitalWrite(pompe,LOW);Serial.println("pompe off");}
}
```

- **Programme injecté sur la carte wifi NODEMCU**

```
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <BlynkSimpleEsp8266_SSL.h>

// You should get Auth Token in the Blynk App.

// Go to the Project Settings (nut icon).

charauth[] = "NaSP_rkuReLQdfPwpywvAV3Wa9Jipf5e";

// Your WiFi credentials.

// Set password to "" for open networks.

charssid[] = "karim";

char pass[] = "imad1993";

WidgetLEDsmoke(V0);

WidgetLEDLF(V1);

WidgetLEDHF(V2);

intfume=D1;

int lv=D2;

inthv=D3;

intentre[]={fume,lv,hv};

inti;

void setup()

{

Serial.begin(9600);

Blynk.begin(auth, ssid, pass);

// You can also specify server:

//Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk-cloud.com", 80);
```

Annexe A

```
//Blynk.begin(auth, ssid, pass, IPAddress(192,168,1,100), 8080);

for(i=0;i<3;i++)

pinMode(entre[i],INPUT);

i=0;

}

void loop()

{

Blynk.run();

// You can inject your own code or combine it with other sketches.

// Check other examples on how to communicate with Blynk. Remember

// to avoid delay() function!

if(digitalRead(fumee)==HIGH)

{

smoke.on();

while(i<1)

{

Blynk.email("mebarkiimad06@gmail.com","Danger de la fumé","attention présence de la

fumé dans la ferme");

i=2;

}

}

else

{

smoke.off();

i=0;

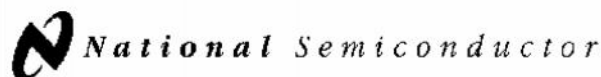
}

if(digitalRead(lv)==HIGH)
```

Annexe A

```
LF.on();  
  
else  
  
LF.off();  
  
/*****/  
  
if(digitalRead(hv)==HIGH)  
  
HF.on();  
  
else  
  
HF.off();  
  
}
```

- Datasheet LM35 DZ :



December 1994

LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D

Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ over a full -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only $60\text{ }\mu\text{A}$ from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^{\circ}\text{C}$ range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is

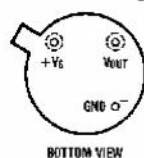
available packaged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-202 package.

Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear $+10.0\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at $+25^{\circ}\text{C}$)
- Rated for full -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than $60\text{ }\mu\text{A}$ current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\text{ }\Omega$ for 1 mA load

Connection Diagrams

TO-46
Metal Can Package*



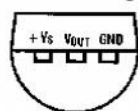
BOTTOM VIEW

TL/H/5516-1

*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH,
LM35CH, LM35CAH or LM35DH
See NS Package Number H03H

TO-92
Plastic Package

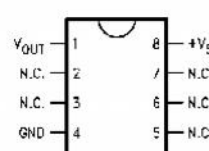


BOTTOM VIEW

TL/H/5516-2

Order Number LM35CZ,
LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

SO-8
Small Outline Molded Package



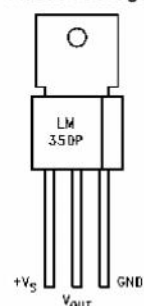
TOP VIEW

N.C. = No Connection

TL/H/5516-21

Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

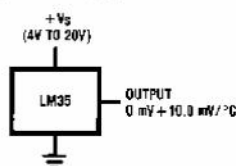
TO-202
Plastic Package



TL/H/5516-24

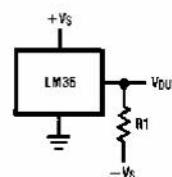
Order Number LM35DP
See NS Package Number P03A

Typical Applications



TL/H/5516-3

FIGURE 1. Basic Centigrade
Temperature
Sensor ($+2^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$)



TL/H/5516-4

Choose $R_1 = -V_S/50\text{ }\mu\text{A}$

$V_{OUT} = +1,500\text{ mV at } +150^{\circ}\text{C}$
 $= +250\text{ mV at } +25^{\circ}\text{C}$
 $= -550\text{ mV at } -55^{\circ}\text{C}$

FIGURE 2. Full-Range Centigrade
Temperature Sensor