

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



Projet de fin d'études  
Pour l'obtention du diplôme de Master en :  
Domaine : SCIENCES ET TECHNOLOGIES  
Filière : Télécommunications  
Spécialité : Réseaux et Télécommunications  
Thème

**Conception d'un système de surveillance d'un bâtiment d'élevage  
bovin**

**Présenté Par :**

- 1) Mr BOUDJELLA Abdelillah
- 2) Mr AHED-MESSAOUD Oussama

**Devant le jury composé de :**

Dr BENTAIEB Samia	MCB	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Présidente
Dr SAYAH choukria	Pr	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Examinatrice
Dr SOUIKI Sihem	MCA	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Encadrante
Dr YAGOUB Réda	MCB	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Co-Encadrant

Année universitaire 2022/2023

# Remerciements

En préambule à ce mémoire, nous remercions **ALLAH** qui nous a aidés et donné Patience, santé et courage pendant cette longue année d'études.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à ceux qui ont aidé et contribué à la préparation de ce mémoire.

Ces remerciements vont d'abord à notre encadrante Dr **Sihem SOUIKI**, pour sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire, et pour son inspiration, son assistance et son suivi.

Nous remercions également chaleureusement Dr **Reda YAGOUB**, pour son aide, ses encouragements et son suivi.

Nous remercions également le Dr **Abdelkarim CHELIH** pour son aide et de son soutien.

Nous remercions également la présidente Dr **Samia BENTAIEB** ainsi que l'examinatrice Dr **Choukria SAYAH** pour faire une partie du jury.

Nous n'oublions pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous exprimons nos sincères remerciements à tous nos enseignants qui nous ont soutenus tout au long du parcours universitaire.

# Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À ceux qui sont chers au monde, mes parents, pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

À mes frères et sœurs qui ont partagé tous les moments avec moi  
Passion tout en faisant ce travail. Ils m'ont soutenu et encouragé  
chaleureusement Tout au long de mon parcours.

À toute ma famille qui m'a encouragé et soutenu.

À tous mes proches amis qui m'ont toujours encouragé «Je souhaite  
plus de succès.

À tous mes collègues de la promotion 2018/2023.

À tous ceux que j'aime.

Merci!

***Ahed Messaoud Oussama***

# Dédicaces

الحمد لله الذي وفقنا لهذا

Je dédie ce mémoire de fin d'étude à :

Ma chère mère, Mon cher père, qui ont été une raison pour mon succès pour leur encouragement, soutien et motivation.

Ma famille, chacun par son nom, en particulier celle que je considère comme ma deuxième mère.

Mes amis et Mes camarades d'études, je leur souhaite également beaucoup de succès.

***BOUDJELLA Abdelillah***

# ملخص

يهدف مشروعنا إلى تحديث قطاع الماشية الجزائري، من خلال إنشاء أنظمة التحكم الآلي والتنظيم في مزارع الماشية. سيسمح النظام للمربين بمراقبة مباني الماشية الخاصة بهم بشكل فعال عبر إنترنت الأشياء لضمان إنتاج فائق وخفض التكاليف.

بناء على هذه الفكرة، قمنا بتقسيم المشروع إلى ثلاثة أجزاء: الجزء الأول يتكون من بناء نظام الكشف التلقائي الذي يغطي المزرعة بأكملها، والذي تم توصيله بعد ذلك لاسلكيا بمركز معالجة من أجل مراقبة حالة التغيرات المناخية في المبنى بمرور الوقت.

في الجزء الثاني، قمنا بتطوير منصة تسمح عبر الإنترنت ب: المتابعة في الوقت الفعلي لحالة التغيرات المناخية وتسجيلها في قاعدة البيانات، بالإضافة إلى التحليل أولي من المرئي لهذه البيانات على التطبيقات، في النهاية، قمنا ببناء نموذج مستقر حيث تمكنا من اختبار الأداء والأداء السليم للنظام.

# Résumé

Notre projet vise à moderniser la filière bovine algérienne, en mettant en place des systèmes de contrôle et de régulation automatiques dans les élevages bovins. Le système permettra aux éleveurs de surveiller efficacement leurs bâtiments d'élevage via IOT pour assurer une production supérieure et réduire les coûts.

Partant de cette idée, nous avons divisé le projet en trois parties, la première partie consistait à construire un système de détection automatique couvrant l'ensemble de la ferme, qui était ensuite relié sans fil à un centre de traitement afin de surveiller dans le temps l'état des paramètres climatiques dans le bâtiment.

Dans la deuxième partie, nous développons une plateforme qui permet, via Internet : la visualisation en temps réel des paramètres climatiques et leur enregistrement dans une base de données, ainsi que l'analyse visuelle de ces données sur l'application, Au final, nous avons construit un prototype d'étable où nous avons pu tester les performances et le bon fonctionnement du système.

# Abstract

Our project aims to modernize the Algerian cattle sector, by setting up automatic control and regulation systems in cattle farms. The system will allow breeders to effectively monitor their livestock buildings via IOT to ensure superior production and reduce costs.

Based on this idea, we divided the project into three parts: The first part consisted of building an automatic detection system covering the entire farm, which was then connected wirelessly to a treatment center in order to monitor the state of the climatic parameters in the building over time. In the second part, we are developing a platform that allows, via the Internet: the real-time visualization of climate parameters and their records in a database, as well as the visual analysis of these data on the application, In the end, we built a prototype of a stable where we were able to test the performance and the proper functioning of the system.

# Table des matières

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
1. CONTEXTE GENERAL .....	2
2. PROBLEMATIQUE.....	2
3. OBJECTIFS .....	3
4. ORGANISATION DE MEMOIRE.....	3
<b>CHAPITRE I INTERNET DES OBJETS .....</b>	<b>4</b>
1. INTRODUCTION .....	5
2. TECHNOLOGIE IOT .....	5
2.1. Définition .....	5
2.2. Caractéristiques fondamentales d'un système de l'IoT.....	6
2.3. Les composants impliqués dans l'IoT.....	7
3. ARCHITECTURE D'UN SYSTEME IOT .....	7
3.1. Couche de Perception.....	8
3.2. Couche de Transmission .....	8
3.3. Couche Application.....	9
4. LES TYPES DE RESEAU PERMETTANT LA CONNEXION DES OBJETS.....	9
4.1. Les réseaux de communications à courte portée RFID et NFC .....	9
4.2. Les réseaux de communications à moyenne portée .....	9
4.3. Les réseaux à longue portée bas débit (LPWAN : Low Power Wide Area Network) .....	10
4.4. Les réseaux cellulaires à longue portée haut débit.....	12
4.5. Panel des technologies sans fil .....	13
5. DOMAINES D'APPLICATION DE L'IOT .....	13
6. SECTEUR BENEFICIAIRE DE L'IOT .....	15
7. CONCLUSION.....	17
<b>CHAPITRE II ETAT D'ELEVAGE BOVIN EN ALGERIE .....</b>	<b>18</b>
1. INTRODUCTION.....	19
2. ELEVAGE BOVIN EN ALGERIE .....	20



3. CHEPTEL BOVIN .....	20
4. ELEVAGE BOVIN EN AIN TEMOUCHENT.....	21
5. LES RACES BOVINES EXPLOITEES.....	21
5.1. Les races locales.....	21
5.2. Races améliorées.....	24
5.3. Races importées.....	25
6. SYSTEME DE PRODUCTION BOVINE EN ALGERIE.....	25
7. LES CONTRAINTES D'ELEVAGE BOVIN EN ALGERIE.....	26
8. LES PARAMETRES D'AMBIANCE POUR LE BIEN ETRE BOVINE .....	26
8.1. Bâtiment d'élevage bovin.....	27
8.2. Dimensionnement d'un bâtiment d'élevage bovin.....	27
8.3 La constitution de base d'un bâtiment de l'élevage bovin.....	28
9. ÉLEVAGE DE PRECISION.....	32
9.1 Définition .....	32
9.2. Principe généraux de l'élevage de précision.....	32
9.2.1. Application de l'élevage de précision en élevage bovin.....	33
9.2.2. Concept de l'élevage de précision.....	33
10. CONCLUSION.....	34
<b>CHAPITRE III CONCEPTION MATERIELLE ET LOGICIELLE.....</b>	<b>35</b>
1. INTRODUCTION .....	36
2. LA PARTIE MATERIELLE.....	36
2.1. Présentation d'Arduino .....	36
2.1.1. Définition .....	36
2.1.2. Présentation de ArduinoNano .....	36
2.1.3. Les caractéristiques techniques de la carte ArduinoNano.....	37
2.1.4. Schémas simplifié d'ArduinoNano .....	38
2.2. Microcontrôleur ATMEL ATMega328P .....	38
2.2.1. Définition .....	38
2.2.2. Caractéristiques :.....	39
2.3. D-Duino ESP8266.....	39
2.3.1. Définition .....	39
2.3.2. Caractéristiques .....	40

2.4. Le capteur MQ-135 .....	40
2.4.1. Définition .....	40
2.4.2. Caractéristiques techniques du MQ-135 : .....	41
2.5. LoRa sx1278 ra-02 .....	41
2.5.1 Définition .....	41
2.5.2. Caractéristiques .....	42
2.6. Capteur d'humidité et température DHT11 .....	42
2.6.1. Définition .....	42
2.6.2. Caractéristiques techniques du DHT11 : .....	43
2.7. Ventilateur extracteur .....	43
2.8. LDR .....	44
2.9. Buzzer sonore .....	44
2.10. Capteur LM35 .....	45
2.11. Transistor (2N2222) .....	45
2.12. Les diodes LED .....	46
2.13. L'afficheur LCD .....	46
2.14. Une plaque d'essai .....	47
2.15. Autres composants .....	47
2.16. Etude socioéconomique .....	47
<b>3. LA PARTIE LOGICIELLE .....</b>	<b>48</b>
3.1. La Plateforme de programmation d'Arduino .....	48
3.2. Structure d'un programme en Arduino .....	50
3.3. Fritzing .....	50
3.4. Framework de développement Flutter: .....	51
<b>4. CONCLUSION .....</b>	<b>52</b>
<b>CHAPITRE IV CONCEPTION ET IMPLEMENTATION DU PROTOTYPE .....</b>	<b>53</b>
1. INTRODUCTION .....	54
2. MONTAGE ET TEST DU CAPTEUR MQ-135 : .....	54
3. MONTAGE ET TEST DU CAPTEUR DHT 11 .....	56
4. MONTAGE ET TEST DU CAPTEUR LM 35 .....	57
5. MONTAGE ET TEST DU CAPTEUR LDR .....	59
6. MONTAGE ET TESTE DU LORA SX-1278 .....	61

7. LES DEMARCHES DE CONCEPTION DE NOTRE BATIMENT D'ELEVAGE .....	64
8. ACQUISITION, TRAITEMENT ET TRANSMISSION DES DONNEES.....	65
8.1. Partie d'acquisition et traitement : .....	66
8.2. Partie de transmission : .....	67
9. RECEPTION, VISUALISATION DES DONNEES .....	69
10. VISUALISATION A DISTANCE.....	72
10.1. La page d'accueil .....	73
10.2. La page des graphes .....	74
10.3. La page des paramètres .....	76
11. REALISATIONS DU PROTOTYPE.....	77
12. PERSPECTIVES.....	80
13. CONCLUSION.....	80
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>83</b>

# Liste des figures

## Chapitre I

FIG. 1.1 : ARCHITECTURE DE L'IOt.....	8
FIG. 1.2. PANEL DES TECHNOLOGIES SANS FIL .....	13
FIG. 1.3. DOMAINES D'APPLICATION DE L'IOt.....	14

## Chapitre II

FIG. 2.1 : REPARTITION DES BOVINS DANS LE MONDE.....	19
FIG. 2.2 : CHEPTEL BOVIN. ....	20
FIG.2.3 : LA RACE GUELMOISE .....	22
FIG.2.4 : LA RACE CHEURFA. ....	22
FIG.2.5 : LA RACE CHELIFIENNE .....	23
FIG. 2.6 : LA RACE SETIFIENNE.....	23
FIG.2.7 : LA RACE KABYLE ET LA RACE CHAOUIA.....	24
FIG.2.8 : PRODUITS DE CROISEMENT :(A, MONTBELIARDE CROISEE, B. HOLSTEIN CROISE) .....	24
FIG.2.9 : LES RACES DES VACHES D'IMPORTATION EN ALGERIE .....	25
FIG.2.10 : EXEMPLE DE BATIMENT D'ELEVAGE BOVIN .....	27
FIG.2.11 : UNE TABLE D'ALIMENTATION .....	28
FIG.2.12 : UN ABREUVOIR .....	28
FIG.2.13 : BOITE D'INTERVENTION .....	29
FIG.2.14 : AIRE D'ALIMENTATION.....	29
FIG.2.15 : AIRE PAILLEE.....	30
FIG.2.16 : VENTILATION NATURELLE DES BATIMENTS D'ELEVAGE .....	30
FIG.2.17 : ÉCLAIRAGE EN BATIMENTS D'ELEVAGE .....	31
FIG.2.18 : CANAL A LISIER EN BOUT DE BATIMENT.....	31
FIG. 2.19 : PRINCIPES GENERAUX DE L'ELEVAGE DE PRECISION .....	32
FIG. 2.20 : CONCEPT D'ELEVAGE DE PRECISION .....	33

### Chapitre III

FIG. 3.1 : LA DESCRIPTION D'UNE CARTE ARDUINO NANO.....	37
FIG. 3.2 : SCHEMAS SIMPLIFIE DE LA CARTE ARDUINO NANO.....	38
FIG. 3.3 : MICROCONTROLEUR ATMEGA328P.....	38
FIG. 3.4 : D-DUINO ESP8266 .....	39
FIG. 3.5 : CAPTEUR DE QUALITE DE L'AIR MQ-135.....	40
FIG. 3.6 : LoRA SX1278 RA-02.....	41
FIG. 3.7 : CAPTEUR DE TEMPERATURE ET D'HUMIDITE DHT11.....	42
FIG. 3.8 : VENTILATEUR EXTRACTEUR.....	43
FIG. 3.9 : LDR .....	44
FIG. 3.10 : BUZZER SONORE.....	44
FIG. 3.11 : RELAYAGE DU BUZZER A LA PLAQUE D'ARDUINO .....	45
FIG. 3.12 : CAPTEUR LM35 .....	45
FIG. 3.13 : TRANSISTOR (2N2222).....	46
FIG. 3.14 : LES DIODES LED.....	46
FIG. 3.15 : L'ECRAN LCD .....	46
FIG. 3.16 : UNE PLAQUE D'ESSAI .....	47
FIG. 3.17 : LOGO DE LA PLATEFORME ARDUINO.....	49
FIG. 3.18 : BARRE DE BOUTONS POUR ARDUINO .....	49
FIG. 3.19 : L'INTERFACE PLATEFORME DE PROGRAMMATION ARDUINO .....	49
FIG. 3.20 : STRUCTURE D'UN PROGRAMME EN ARDUINO .....	50
FIG. 3.21 : FENETRE D'ACCUEIL DU LOGICIEL FRITZING.....	51

### Chapitre IV

FIG. 4.1 : MONTAGE DU CAPTEUR MQ-135 AVEC ARDUINO .....	55
FIG. 4.2 : MONTAGE REEL DU CAPTEUR MQ-135 AVEC ARDUINO .....	55
FIG. 4.3 : RESULTAT DU TEST DU MQ-135.....	56
FIG. 4.4 : MONTAGE DU CAPTEUR MQ-135 AVEC ARDUINO .....	56
FIG. 4.5 : MONTAGE REEL ET TEST DU CAPTEUR DHT11 AVEC ARDUINO.....	57
FIG. 4.6 : MONTAGE DU CAPTEUR LM 35 AVEC ARDUINO .....	58
FIG. 4.7 : MONTAGE REEL DU CAPTEUR LM 35 AVEC ARDUINO .....	58

FIG. 4.8 : RESULTAT DU TEST DU LM 35 .....	59
FIG. 4.9 : MONTAGE DU CAPTEUR LDR AVEC ARDUINO .....	59
FIG. 4.10 : MONTAGE REEL DU CAPTEUR LDR AVEC ARDUINO .....	60
FIG. 4.11 : RESULTAT DU TEST DU LDR .....	60
FIG. 4.12 : MONTAGE DU LoRA SX-1278 AVEC ARDUINO.....	61
FIG. 4.13 : MONTAGE DU LoRA SX-1278 AVEC CARTE D-DUINO.....	62
FIG. 4.14 : MONTAGE REEL DU LoRA SX-1278 AVEC CARTE D-DUINO.....	63
FIG. 4.15 : RESULTAT DU TEST DU LDR .....	63
FIG.4.16 : SCHEMA PROPOSE POUR LA SURVEILLANCE ET LA VISUALISATION DES BATIMENTS D'ELEVAGE BOVIN. ....	64
FIG.4.17 : LOGIGRAMME DU FONCTIONNEMENT DE LA PARTIE D'ACQUISITION, TRAITEMENT ET TRANSMISSION .....	65
FIG.4.18 : LE MONTAGE DU CIRCUIT FINAL DE LA PARTIE D'ACQUISITION, TRAITEMENT ET TRANSMISSION.....	67
FIG.4.19 : LE MONTAGE FINAL DE LA PARTIE D'ACQUISITION, TRAITEMENT ET TRANSMISSION .....	68
FIG.4.20 : LOGIGRAMME DU FONCTIONNEMENT DE LA PARTIE DE RECEPTION .....	69
FIG.4.21 : LE MONTAGE DU CIRCUIT FINAL DE LA PARTIE DE RECEPTION.....	70
FIG.4.22 : L'ARCHITECTURE DE LA BASE DE DONNEES .....	71
FIG.4.23 : LE MONTAGE FINAL DE LA PARTIE DE RECEPTION .....	71
FIG.4.24 : LOGIGRAMME DU FONCTIONNEMENT DE LA PARTIE DE VISUALISATION.....	72
FIG.4.25 : PRESENTATION DE LA PAGE D'ACCUEIL.....	73
FIG.4.26 : PRESENTATION DE LA PAGE DES GRAPHES.....	74
FIG.4.27 : PRINCIPE DE LA FONCTION DE COMPARAISON .....	75
FIG.4.28 : PRINCIPE DE LA FONCTION DE VERIFICATION .....	76
FIG.4.29 : PRESENTATION DE LA PAGE DES PARAMETRES .....	77
FIG.4.30 : L'EXTERIEUR DU PROTOTYPE DU BATIMENT DELAVAGE REALISE .....	78
FIG.4.31 : L'INTERIEUR DU PROTOTYPE DU BATIMENT DELAVAGE REALISE .....	78
FIG.4.32 : L'EXTERIEUR DU LA PHASE DE RECEPTION REALISE .....	79
FIG.4.33 : RESULTAT DU TEST D'APPLICATION.....	79

# Liste des tableaux

## Chapitre II

TABLEAU 2.1 : CHEPTEL BOVIN (UNITE : TETE) .....	21
--	----

## Chapitre III

TABLEAU 3.1 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES D'ARDUINO NANO .....	37
TABLEAU 3.2 : CARACTERISTIQUES MICROCONTROLEUR ATMEGA328P .....	39
TABLEAU 3.3 : CARACTERISTIQUES D-DUINO ESP8266 .....	40
TABLEAU 3.4 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MQ-135 .....	41
TABLEAU 3.5 : CARACTERISTIQUES DU LoRA SX1278 RA-02.....	42
TABLEAU 3.6 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU DHT11 .....	43
TABLEAU 3.7 : LE PRIX TOTAL ESTIME DU SYSTEME CONÇU. ....	48

## Chapitre IV

TABLEAU 4.1 : RACCORDEMENT DU CAPTEUR MQ-135 AVEC ARDUINO.....	54
TABLEAU 4.2 : RACCORDEMENT DU CAPTEUR DHT11 AVEC ARDUINO .....	56
TABLEAU 4.3 : RACCORDEMENT DU CAPTEUR LM 35 AVEC ARDUINO.....	57
TABLEAU 4.4 : RACCORDEMENT DU CAPTEUR LDR AVEC ARDUINO.....	59
TABLEAU 4.5 : RACCORDEMENT DU LoRA SX-1278 AVEC ARDUINO .....	61
TABLEAU 4.6 : RACCORDEMENT DU LoRA SX-1278 AVEC CARTE D-DUINO .....	62
TABLEAU 4.7 : LES COMPOSANTS UTILISES DANS LA REALISATION DE LA PARTIE D'ACQUISITION ET TRAITEMENT .....	66
TABLEAU 4.8 : LES COMPOSANTS UTILISES DANS LA REALISATION DE LA PARTIE DE TRANSMISSION .....	67
TABLEAU 4.9 : LES COMPOSANTS UTILISES DANS LA REALISATION DE LA PARTIE DE RECEPTION .....	70

# Liste des abréviations

<b>IoT</b>	Internet of Things
<b>IoT-GSI</b>	Internet of Things Global Standards Initiative
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification
<b>NFC</b>	Near Field Communication
<b>LPWAN</b>	Low Power Wide Area Network
<b>LTE</b>	Long-Term Evolution
<b>ADC</b>	Analog to Digital Converter
<b>NTC</b>	Negative Temperature Coefficient
<b>LDR</b>	Light dependent resistors
<b>DEL</b>	Une diode électroluminescente
<b>LCD</b>	Liquid-crystal display
<b>USB</b>	Universal Serial Bus.
<b>RAM</b>	Random Access Memory.
<b>EEPROM</b>	Electrically erasable programmable read-only memory.
<b>LED</b>	Light-Emitting Diode.
<b>VCC</b>	Common Collector Voltage.
<b>GND</b>	Ground.
<b>RST</b>	Restructured
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol.
<b>FM</b>	Frequency Modulation.
<b>RTDB</b>	Real Time Data Base



<b>Wi-Fi</b>	Wireless Fidelity
<b>RF</b>	Radio Frequency
<b>LCD</b>	Liquid Crystal Display.
<b>LDR</b>	Light Dependent Resistor
<b>DHT11</b>	Digital Humidity-temperature sensor
<b>PPM</b>	Partie Par Million.
<b>Dbm</b>	Decibel Milli watts
<b>Mb/s</b>	Megabits per second
<b>V</b>	volte
<b>HZ</b>	hertz
<b>M</b>	Mètre
<b>A</b>	Ampère
<b>Ω</b>	Ohms
<b>°C</b>	Celsius
<b>PCB</b>	Printed Circuit board (circuit imprimé)
<b>LoRa</b>	Long Range
<b>OLED</b>	Organic light emitting diode
<b>NTP</b>	Network Time Protocol

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

## **1. Contexte général**

L'élevage bovin joue un rôle important dans l'économie agricole algérienne. Il contribue à la couverture des besoins nationaux en protéines animale mais aussi à la création d'emplois en milieu rural.

Algérie, depuis les années 80, grâce à l'intervention de l'État, l'élevage bovin a fait de grands progrès. En termes de fourniture de lait et de viande sur les marchés au consommateur, aussi soutien aux éleveurs. Malheureusement, le niveau d'exploitation du bâtiment est inférieur techniquement et pratiquement à la norme internationale, entraînant des coûts de production supplémentaires, affectant le développement de l'industrie.

Aujourd'hui, le défi est de fournir aux sélectionneurs un cadre de travail organisé pour améliorer la gestion de la sélection, augmenter les rendements et fournir aux consommateurs des produits sains à des prix raisonnables et de bonne qualité.

Dans ce cas, notre projet vise de développer un système de contrôle des bâtiments d'élevage afin d'avoir une ferme intelligente. Cela permettra aux agriculteurs de gérer, contrôler et surveiller l'état de leur bovin en temps réel. Ainsi pour promouvoir le développement de l'élevage bovin algérienne en augmentant simultanément le rapport coût / qualité.

## **2. Problématique**

Malgré les efforts de l'état pour soutenir le secteur d'élevage par le biais de programmes de développement, dans la pratique, elle est encore très ancienne, de sorte que la plupart des exploitations s'appuient sur des systèmes traditionnels pour déplacer et contrôler les équipements du secteur. Malheureusement, ces processus ne sont pas conformes aux normes de la technologie animale, ce qui entraîne une faible productivité et des pertes élevées. Aujourd'hui, nous pensons qu'en utilisant des solutions "intelligentes", la production bovine algérienne peut être augmentée. En plus de la production, d'autres facteurs tels que le confort et la sécurité peuvent améliorer le travail des éleveurs ainsi que le fonctionnement normal de l'équipement.

### **3. Objectifs**

L'objectif de notre projet est de réaliser un système qui permettrait le contrôle efficace et optimal des paramètres d'un environnement d'élevage bovin. Le contrôle efficace de l'environnement d'élevage bovin assure d'une part une excellente production quantitative et qualitative et d'autre part réduire les coûts d'exploitation via l'automatisation et le contrôle automatique des activités quotidiennes dans les bâtiments d'élevage. Ce système doit permettre aux éleveurs via IOT de :

- ◆ Contrôler les paramètres climatiques des bâtiments d'élevage en temps réel.
- ◆ Possibilité de l'intervention manuelle sur les actionneurs des commandes.
- ◆ Exploitation des historiques des paramètres climatiques enregistrés sur une base de données et la visualisation de ces données sur une application.
- ◆ Suivre l'élevage bovin dans plusieurs bâtiments.

### **4. Organisation de Mémoire**

Dans le premier chapitre consacré au concept d'IoT, nous aborderons les technologies utilisées, ainsi que les domaines d'application, ainsi que les difficultés et les obstacles. Dans le deuxième chapitre, nous présentons une analyse de l'évolution de l'industrie de l'élevage en Algérie, décrivant en détail les bâtiments d'élevage, le matériel d'élevage, et enfin les conditions climatiques les plus importantes pour la croissance des bovins. Cette analyse a été réalisée après plusieurs visites dans différentes fermes. Le chapitre trois, comprend une description de la partie matérielle du projet, déterminant le choix du microcontrôleur le plus approprié et la sélection des capteurs et actionneurs que nous utiliserons. Dans le chapitre quatre, l'environnement de développement et les différentes étapes d'assemblage des composants sont présentés, ainsi que l'interprétation des résultats des tests.

# CHAPITRE I

## Internet des Objets

## **1. Introduction**

Aujourd'hui, Internet est l'un des moyens technologiques les plus utilisés depuis de plusieurs années en raison de ses nombreux avantages, notamment sa contribution à la gestion de toutes les sphères et les différents niveaux de la vie quotidienne. Elle peut gouverner le monde, se connecter jour et nuit.

Cette technologie facilite le transfert d'informations dans tous les détails et formes entre les différents coins du monde. C'est la nature omniprésente du Web, qui a imprégné le monde et est largement invoqué et largement utilisé par toutes les catégories humaines. Chaque année, nous entendons beaucoup de nouveaux termes, la plupart liés au monde moderne et à la technologie.

Avec le développement des objets connectés, Internet connaît aujourd'hui un essor sans précédent. Jusque-là, Internet était connu comme la possibilité pour les gens de communiquer n'importe quand, n'importe où ; Avec les objets connectés, le monde physique peut désormais communiquer, qu'il s'agisse de relations de personne à personne, de personne à objet ou d'objet à objet. Cependant, l'énorme potentiel de ce qu'appelle l'Internet des objets (IoT) reste largement inexploré.

Ce chapitre est consacré à l'étude générale des technologies IoT. Le but de telles études est de comprendre leurs spécificités et caractéristiques, en particulier la communication, afin que les systèmes de IoT puissent être développés pour faire face à n'importe quel problème.

## **2. Technologie IoT**

### **2.1. Définition**

L'Internet des objets envisage un réseau auto-configurable, adaptatif et complexe qui interconnecte les "objets" à Internet en utilisant des protocoles de communication standard. Les objets connectés ont une représentation physique ou virtuelle, des capacités de détection/actionnement, une programmabilité, et sont identifiables de manière unique dans le monde numérique. Indique que les informations contenues comprennent l'identité, le statut, l'emplacement ou toute autre information commerciale, sociale ou privée pertinente d'une chose. Les objets fournissent des services en utilisant des capacités uniques d'identification, de capture, de communication de données et d'actionnement avec ou sans intervention humaine [1].

## **2.2. Caractéristiques fondamentales d'un système de l'IoT**

Les caractéristiques fondamentales de l'IoT sont les suivantes :

### **Interconnectivité :**

Dans l'Internet des objets, tout objet peut être connecté à l'infrastructure mondiale d'information et de communication.

### **Services liés à l'objet :**

L'IoT peut fournir des services liés aux objets tout en tenant compte de leurs exigences inhérentes, telles que la protection de la confidentialité et la cohérence sémantique entre les objets physiques et leurs objets virtuels associés. Afin de fournir de tels services qui répondent à ces exigences, les technologies utilisées doivent évoluer dans le monde physique et de l'information [6].

### **Hétérogénéité :**

Les appareils utilisés dans l'IoT sont hétérogènes car ils n'utilisent pas la même plate-forme matérielle ni le même réseau. Ils peuvent interagir avec d'autres appareils ou plates-formes de services via différents réseaux.

### **Modifications dynamiques :**

L'état des appareils (par exemple veille/réveil, connexion/déconnexion) change de manière dynamique, tout comme l'environnement dans lequel ces appareils fonctionnent (emplacement, vitesse, etc.). De plus, le nombre d'appareils peut également changer de manière dynamique [2].

### **Très grande échelle :**

Le nombre d'appareils qu'il faudra gérer et communiquer entre eux sera au moins dix fois supérieur au nombre d'appareils connectés à Internet aujourd'hui. Le rapport entre les communications établies par l'appareil et les communications établies par l'homme deviendra plus favorable aux premières. La gestion des données générées et leur interprétation aux exigences de l'application deviendront plus critiques. Ce problème est lié à la sémantique et au traitement efficace des données [1].

### **Sécurité :**

Alors que nous récoltons les bénéfices de l'IoT, nous ne devons pas oublier la sécurité. En tant que créateurs et destinataires de l'Internet des objets, nous devons concevoir fournir un mécanisme sécurisé. Cela inclut la sécurité de nos données personnelles et la sécurité de notre santé. Protéger les terminaux, les réseaux les données qui les traversent sont destinées à créer un paradigme de sécurité en constante évolution.

### **Connectivité :**

Les appareils électroniques sont capables de se connecter avec des smartphones, des tablettes ou des ordinateurs. Ils communiquent dans le sens où il envoie et reçoit des informations via une liaison sans fil, ainsi que la possibilité de récupérer des informations ou d'envoyer des statistiques [3].

## **2.3. Les composants impliqués dans l'IoT**

Le concept de l'Internet des objets nécessite la coopération des appareils suivants :

- Une étiquette physique identifie chaque objet / une étiquette virtuelle identifie chaque emplacement ;
- Appareils mobiles (téléphones portables, blocs-notes, ordinateurs portables, etc.) avec un logiciel supplémentaire pour lire les étiquettes physiques ou localiser les étiquettes virtuelles ;
- Un réseau sans fil qui connecte l'appareil portable à un serveur contenant des informations sur les objets tagués ;
- Les informations sur les objets sont gérées par la page Web ;
- Un dispositif d'affichage (l'écran d'un téléphone mobile) qui peut être interrogé pour obtenir des informations relatives à un objet ou à un groupe d'objets [4].

## **3. Architecture d'un système IoT**

En fait, il n'existe pas de définition formellement identique de l'architecture du système IoT adoptée par tous les projets, donc nous adoptons l'approche illustrée à la figure1.



<b>Couche Application</b>	Application IdO
	support d'application
<b>Couche Transmission</b>	Réseau local et étendu
	Réseau cœur
	Réseau d'accès
<b>Couche Perception</b>	Réseau de perception
	Nœud de perception

Fig. 1.1 : Architecture de l'IoT [5]

### 3.1. Couche de Perception

La couche de perception (qui peut être appelée « couche de périphérique », « couche de perception » ou « couche de reconnaissance ») est la couche la plus basse de l'architecture IoT est responsable de la capture des informations du monde réel, de leur traitement et de leur représentation dans un format numérique. Il comprend des technologies de détection (collecte de données de l'environnement), de reconnaissance (identification d'objets), d'activation (réalisation de données de détection) et de communication (établissement de connexions entre des appareils intelligents hétérogènes) avec une interaction humaine minimale. Selon les fonctions qu'elle assure, cette couche peut être divisée en deux sous-couches : les nœuds de détection et les réseaux de détection (en tant que réseaux de capteurs) [6].

### 3.2. Couche de Transmission

La couche transport (également appelée « couche transport » ou « couche réseau ») est chargée de transmettre les données collectées par les nœuds de détection à l'unité de traitement de l'information (ou unité décisionnelle de haut niveau) via le réseau ou l'interconnexion de réseau. Cette couche permet alors l'intégration de divers réseaux, technologies et protocoles hétérogènes. Cette couche peut être divisée en trois sous-couches : réseau d'accès, réseau central, réseau local et réseau étendu.

### **3.3. Couche Application**

Il s'agit de la couche la plus élevée de l'architecture IoT visible pour l'utilisateur final. Le but de la couche application est de gérer et de fournir des applications globales basées sur les informations collectées par la couche perception. Il offre aux utilisateurs finaux un moyen d'obtenir des services personnalisés sur le réseau en fonction de leurs besoins en utilisant divers appareils mobiles et terminaux. Cette couche peut être divisée en deux sous-couches : la couche de support d'application et l'application IoT [6].

## **4. Les types de réseaux permettant la connexion des objets**

### **4.1. Les réseaux de communications à courte portée RFID et NFC**

La RFID (Radio Identification) est une technologie souvent utilisée de manière passive (détection), dans des étiquettes ou des badges, pour collecter des données.

NFC (Near Field Communication) est utilisée généralement pour les services de paiements bancaires sans contact, Ou les distances de lecture très courtes (de quelques centimètres à plusieurs mètres) cela ne permet pas aux objets connectés trop éloignés de communiquer entre eux (par exemple choix pour le télépéage) [7].

### **4.2. Les réseaux de communications à moyenne portée**

- **Bluetooth**

Bluetooth est une technologie assez ancienne (1994) et elle a été développée avec les téléphones portables avant qu'ils n'existent indépendamment. Son développement permet d'utiliser le paysage d'IoT au sens large : plus grande portée, vitesse plus élevée, maillage des objets.

- **Wifi**

La technologie WIFI connecte différents objets sans fil entre eux, permettant la transmission des données. Il est particulièrement utilisé pour les appareils domestiques et tous les accès Internet très rapide. La technologie Wi-Fi utilise un spectre sans licence.

Les bandes de fréquences 2,4 GHz et 5 GHz assurent la connectivité entre les appareils portables et les points d'accès local à Internet.

- **ZigBee**

ZigBee est une norme de technologie sans fil ouverte et mondiale conçue pour utiliser des signaux radio numériques de faible puissance dans les réseaux personnels. ZigBee est utilisé pour créer des réseaux qui nécessitent de faibles taux de transfert de données (inférieurs à Bluetooth et Wi-Fi).

- **Z - Wave**

Z - Wave est un réseau sans fil développé par Zensys qui peut être utilisé pour contrôler l'éclairage, le chauffage et la climatisation, les appareils électroménagers et la sécurité domestique, et d'autres fonctions. ZigBee est utilisé pour communiquer à de faibles débits de données (inférieurs à Bluetooth et WiFi) [5].

#### **4.3. Les réseaux à longue portée bas débit (LPWAN : Low Power Wide Area Network)**

"Low Power Wide Area Network" signifie un réseau étendu à faible consommation d'énergie. La technologie sans fil à faible puissance (LPWAN) est la réponse au besoin du système de connecter des objets à faible puissance à Internet pour la capture de données à faible vitesse. Les objets connectés n'envoient généralement pas de données en continu, sont dans une phase de quasi-sommeil et sont généralement sous tension lorsqu'ils n'ont pas besoin d'effectuer des opérations à travers la batterie. Ces technologies utilisent des ondes radio très efficaces en milieu rural. Cependant, dans les zones urbaines avec de grands immeubles, des arbres et des maisons, il est plus difficile pour les ondes radio de passer [7].

#### **▪LoRa**

LoRa est l'une des technologies sans fil les plus importantes de la famille LPWAN (Low Power Wide Area Network). LoRa est un protocole de communication sans fil éco-énergétique breveté qui permet une transmission ultra-basse consommation et ultra-longue (distance dans une portée de 10 kilomètres en visibilité directe aux taux d'échange de données et aux heures de diffusion). Le cycle de service de LoRa est limité par les réglementations régionales, principalement les bandes de fréquences de transmission 433, 868 et 915 MHz, LoRa est naturellement plus adapté à la fréquence de transmission avec temps et charge peu fréquente l'application est relativement petite. Cela inclut les applications de mesure de paramètres non critiques tels que les jauges météorologiques, la qualité de l'air ou d'autres paramètres environnementaux, le suivi des animaux, l'agriculture intelligente et les fermes connectées [8].

### ▪Sigfox

Sigfox est le premier réseau mondial pour l'Internet des objets (IOT). Sigfox propose un LPWAN (Low Power Wide Area Network) global, ce qui signifie que la technologie du réseau offre une longue portée, mais une faible consommation d'énergie. Il est conçu comme un protocole léger pour gérer les petites transmissions de données, idéal pour connecter des milliards de capteurs et d'appareils au nuage.

Comment les données sont-elles transférées dans le cloud ?

Les émetteurs Maturix se réveillent et envoient des données en utilisant son antenne radio intégrée.

Plusieurs antennes ou passerelles Sigfox dans la zone reçoivent les données.

Les antennes/passerelles envoient les données au nuage Sigfox.

Sigfox Cloud envoie les données à Maturix.

### ▪Ingenu

Ingenu a été fondée en 2008 à San Diego, aux États-Unis, anciennement connue sous le nom de On-Ramp Wireless. La société a changé son nom pour Ingenu en septembre 2015.

sFonctionnalités réseau :

- Ingenu permet la transmission longue distance (plus de 20 km en zone rurale)

Basse consommation énergétique.

- Ingenu dispose de 38 réseaux machine-to-machine régionaux dédiés dans le monde.
- Ingenu a des données plus importantes que Sigfox et LoRa en termes de débit.

### ▪LTE-M/NB-IoT

- Réseaux basés sur des équipements existants (3G, 4G ou 5G) qui n'ont aucune infrastructure spécifique à mettre en place.

- Éléments de réseau de base des réseaux LTE existants via des mises à niveau logicielles

Les fournisseurs de réseau peuvent prendre en charge NB-IoT.

- NB-IoT est encore naissant, mais la couverture est prometteuse

Au cours des prochaines années, les fournisseurs de réseaux mondiaux connaîtront une croissance rapide.

#### **4.4. Les réseaux cellulaires à longue portée haut débit**

Communiquer avec des objets connectés sur de grandes distances, des canaux variés (données, voix, sms) et de grandes quantités de données. Cet appareil peut également communiquer avec un service "roaming" pour se connecter à l'international.

### **1G**

1G ou la première génération de technologie cellulaire sans fil (télécommunications mobiles) ne prend en charge que les appels vocaux.

### **2G**

La 2G suffit pour passer des appels et envoyer des SMS légers et même des MMS. Les réseaux 2G ont également été les précurseurs de la transmission par paquets. Le débit typiquement observé en 2G est de 9,6 Kbits/s, ce qui est loin des standards modernes.

### **3G**

Le réseau 3G fonctionnent sur les bandes de fréquences 900 MHz et 2100 MHz, avec une couverture géographique allant de 92% à 96% selon les opérateurs. La 3G a popularisé les usages de l'Internet mobile (navigation Web et réseaux sociaux, envoi d'e-mails, échange de photos, etc.) à des débits de 1,9 Mbits/s. La 3G a connu trois évolutions successives, à savoir 3G+ (appelé aussi HSPA), H+ (HSPA+) et H+ Dual Carrier (DC-HSPA+). Il s'agit d'évolutions UMTS conçues pour bénéficier de débits plus élevés : 3,6 Mbits/s pour la 3G+, 5 Mbits/s pour le H+ et 10 Mbits/s pour le H+ Dual Carrier.

### **4G**

La quatrième génération prend en charge des vitesses de données encore plus élevées que la 3G et des vitesses de téléchargement plus rapides pour les fichiers très volumineux, vous permettant de regarder des films haute définition instantanément. La technologie 4G et ses améliorations permettent un débit théorique maximum allant jusqu'à 300 Mbit/s.

## 5G

La 5G utilise des fréquences très élevées (extrêmement hautes fréquences ; "mmWaves") ; la grande majorité des systèmes de communication fonctionnent sur des fréquences inférieures à 3 gigahertz (GHz). Pour la 5G, cinq bandes de fréquences seront utilisées : quatre sans licence et une sous licence. La bande LMDS sous licence fournit environ 1,5 GHz de bande passante entre 27,5 et 31,5 GHz. La deuxième bande de 7 GHz, qui fonctionnera dans la gamme 57-64 GHz, est déjà utilisée par certains appareils Wi-Fi. Enfin, la bande de fréquence dite « E-band » se compose de trois bandes de bande passante totalisant 12,9 GHz ; elle est également sans licence.

### 4.5. Panel des technologies sans fil

Le schéma ci-dessous présente le positionnement des différentes technologies présentées dans IOT :

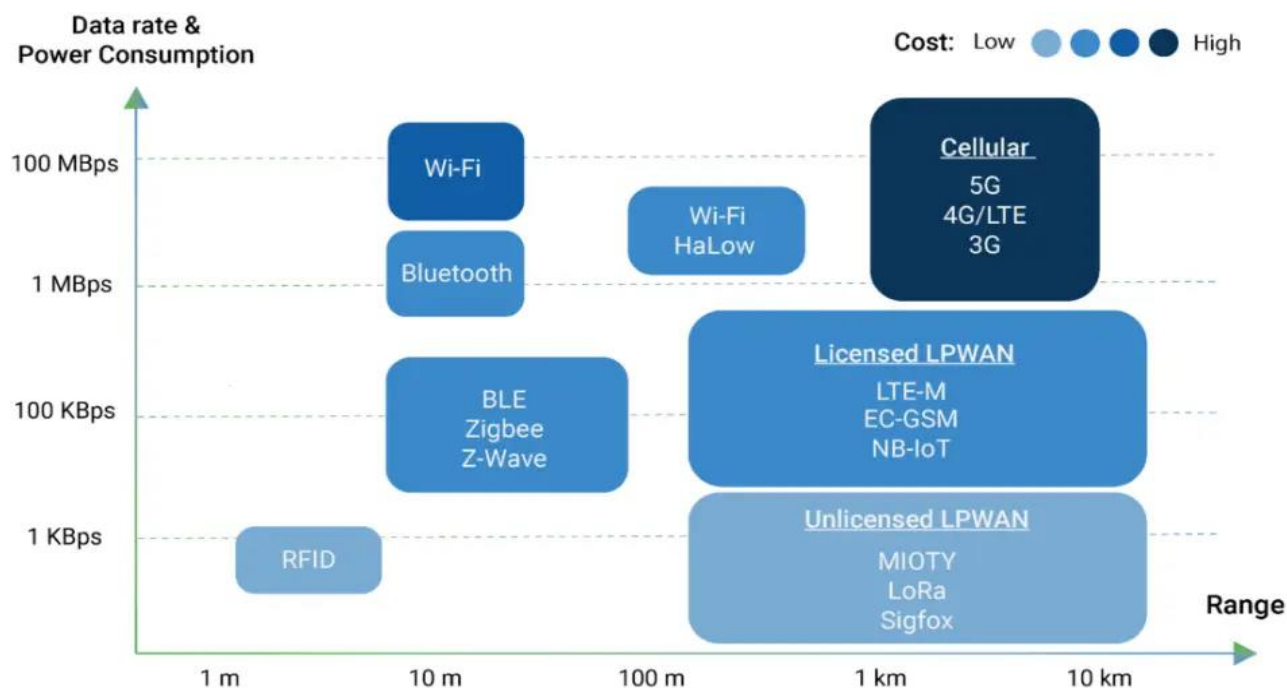


Fig. 1.2. Panel des technologies sans fil[9]

## 5. Domaines d'application de l'IoT

Les applications potentielles de l'Internet des objets sont diverses et imprègnent presque tous les domaines de la vie quotidienne des individus, des entreprises et de la société dans son ensemble.

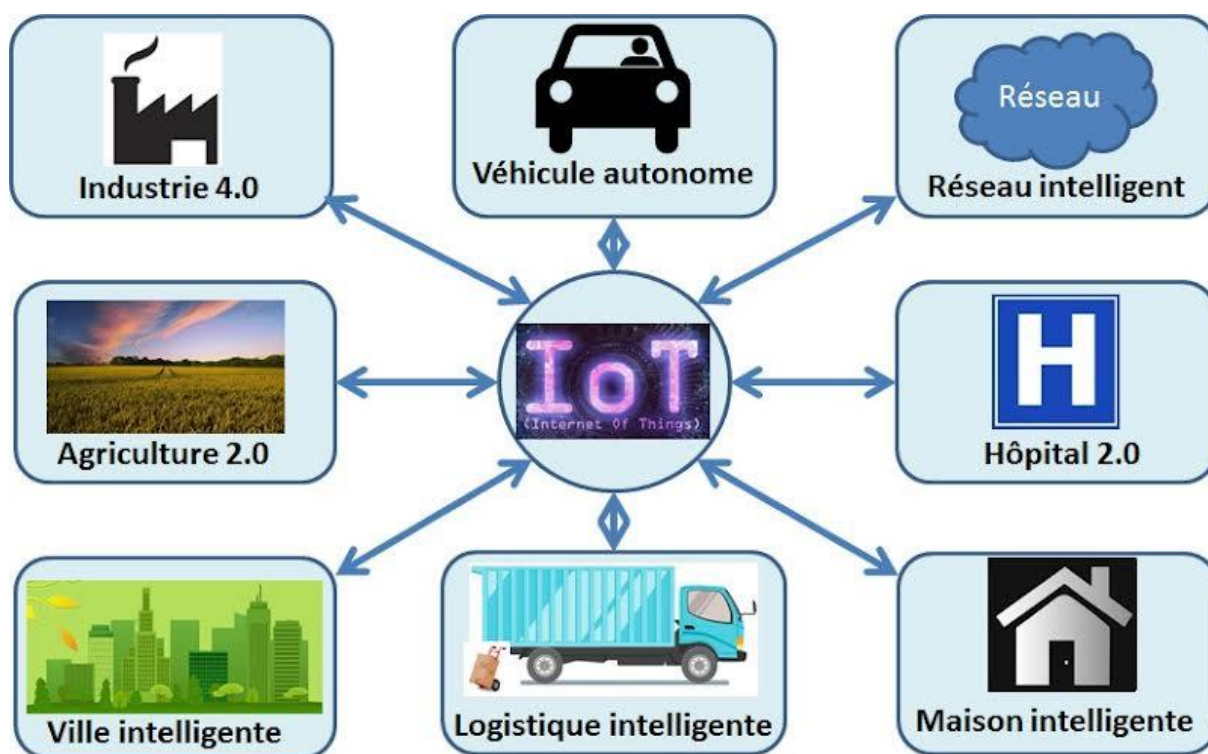


Fig. 1.3. Domaines d'application de l'IoT [10]

Selon leur fonction, les applications IoT peuvent être divisées en trois catégories :

- Applications de collecte d'informations : elles sont chargées de collecter les données des nœuds de détection et de leur stockage local.
- Applications analytiques : ces applications impliquent un prétraitement hors ligne des données collectées pour créer un modèle général qui peut être utilisé pour évaluer les futures données collectées ultérieurement.
- Applications d'aide à la décision en temps réel : elles participent à la prise d'actions appropriées et d'actions basées sur des données capturées et analysées. L'Internet des objets à un large éventail d'applications, et les exigences de l'industrie sont présentées dans la figure 3.

Il s'agit notamment des applications destinées aux consommateurs telles que les appareils portables, la maison intelligente et les soins de santé ; les applications commerciales telles que la logistique et la vente au détail.

Des applications industrielles telles que la gestion des ressources et de l'énergie, le transport intelligent (Smart Transport) et la fabrication (automatisation industrielle) ; et des applications spécifiques du secteur public telles que les villes intelligentes, la sécurité et la surveillance, etc.,

visant à améliorer la qualité de la vie humaine. Les utilisateurs peuvent accéder directement aux applications et services IoT en utilisant divers appareils portables tels que les téléphones mobiles, les ordinateurs, les assistants numériques personnels (PDA), etc. [6]

## **6. Secteur bénéficiaire de l'IoT**

### **◆Secteur de fabrication :**

Les industriels bénéficient d'un énorme avantage concurrentiel grâce à la surveillance des lignes de production avec une maintenance proactive des équipements dont les capteurs détectent une panne imminente. Les capteurs sont capables de déterminer quand la production sera affectée. Sur la base des alertes des capteurs, les fabricants peuvent rapidement garantir l'exactitude d'un appareil ou le retirer de la production jusqu'à ce qu'il soit réparé. Les entreprises peuvent réduire les coûts d'exploitation, augmenter la disponibilité et mieux gérer les performances des actifs.

### **◆Secteur d'automobile :**

L'industrie automobile bénéficie d'énormes avantages grâce à l'utilisation d'applications IoT. Outre les avantages tirés de l'application de l'IoT aux lignes de production, les capteurs peuvent également détecter les pannes imminentes sur les véhicules déjà en circulation et fournir des informations et des conseils détaillés aux conducteurs. Grâce aux informations agrégées collectées par les applications compatibles IoT, les constructeurs automobiles et les équipementiers peuvent comprendre les performances d'une voiture et alerter les propriétaires.

### **◆Secteur de Transport et logistique**

Les systèmes de transport et de logistique bénéficient d'une grande variété d'applications IoT. Les voitures, camions, navires et trains transportant des chargements de marchandises sont réacheminés en fonction des conditions météorologiques ou de la disponibilité des véhicules ou des conducteurs utilisant les données des capteurs IoT. L'inventaire lui-même peut également contenir des capteurs à des fins de surveillance ou de contrôle de la température. Les industries des fruits et légumes, des fleurs et des produits pharmaceutiques expédient régulièrement des stocks sensibles aux changements de température. Celles-ci bénéficieraient grandement de la surveillance des applications IoT qui envoient des alertes lorsque les températures augmentent ou chutent à des niveaux dangereux susceptibles d'endommager le produit.



### ◆Secteur distribution

Les applications IoT aident les entreprises de vente au détail à gérer les stocks, à améliorer l'expérience client, à optimiser les chaînes d'approvisionnement et à réduire les coûts d'exploitation. Par exemple, des étagères intelligentes équipées de capteurs de poids peuvent collecter des informations RFID et envoyer les données aux plates-formes IoT pour une surveillance automatique des stocks et déclencher des alertes lorsque le nombre d'articles commence à diminuer. Beacon est en mesure de proposer des offres et des promotions ciblées aux clients pour offrir une expérience premium.

### ◆Secteur public

Les avantages de l'IoT dans ce secteur et dans d'autres environnements de service sont tout aussi énormes. Par exemple, certaines entreprises de services publics peuvent utiliser des applications IoT pour avertir les clients de pannes de courant massives, ou même de services d'eau, d'électricité ou d'assainissement plus courts. Les applications IoT sont capables de collecter des données relatives à l'étendue des pannes et de déployer des ressources pour aider les services publics à se remettre plus rapidement des pannes détectées.

### ◆Secteur Santé :

La surveillance des actifs par l'IoT offre un grand nombre d'avantages au secteur de la santé. Médecins, infirmières et aides-soignants doivent souvent connaître la localisation exacte des actifs d'assistance aux patients, tels que les fauteuils roulants. Par exemple, lorsqu'un fauteuil roulant d'hôpital est équipé de capteurs IoT, on peut le suivre à partir de l'application de surveillance, de telle sorte qu'un soignant qui en a besoin peut rapidement trouver le fauteuil disponible le plus proche. De nombreux actifs d'hôpital peuvent être suivis ainsi afin de garantir une utilisation correcte, ainsi que la prise en compte financière des actifs physiques dans chaque service [11].

### ◆Secteur de la Sécurité générale

Outre le suivi des actifs physiques, l'IoT peut également être utilisé pour améliorer la sécurité des employés. Les employés travaillant dans des environnements dangereux tels que les mines, les puits de pétrole ou de gaz, les usines chimiques ou les centrales électriques doivent être conscients des événements dangereux qui peuvent les mettre en danger. Lorsqu'ils sont connectés à des applications basées sur des capteurs IoT, ils peuvent être avertis des accidents

ou secourus le plus rapidement possible. Les applications IoT sont également utilisées dans les appareils portables qui surveillent la santé humaine et les conditions environnementales. Ces applications aident non seulement les gens à mieux comprendre leur propre santé, mais permettent également aux médecins de surveiller les patients à distance.

## **7. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons essayé de parler de la technologie IoT d'une façon globale, les caractéristiques, l'architecture, les domaines d'applications ainsi que différents secteurs dans lesquelles l'IoT peut opérer. Tout cela dans le but d'acquérir des notions de base pour pouvoir bien assimiler le chapitre suivant.

# CHAPITRE II

## Etat d'élevage bovin en Algérie

## 1. Introduction

L'élevage est l'ensemble des activités agricoles consistant à élever des animaux pour la consommation humaine ou pour la production de matières premières telles que la laine, le cuir, les œufs ou le lait. Il est pratiqué dans de nombreux pays et est une source importante de nourriture et de revenus. Les animaux élevés peuvent être des bovins, des ovins, des caprins, des volailles, des poissons, des abeilles, etc. L'élevage peut être pratiqué de manière extensive (sur de vastes pâturages) ou de manière intensive (dans des installations fermées ou des cages). Il peut également être mis en place pour la reproduction ou la sélection génétique des animaux en vue d'améliorer leur race ou leurs caractéristiques.

Les races bovines actuelles sont toutes issues d'une population très ancienne, les Aurochs, qui ont évolué différemment, soit en raison de l'isolement géographique, soit en raison de la sélection humaine d'animaux pouvant fournir du lait, de la viande et de la traction. Après la révolution industrielle, l'exode de la population vers les villes a accru la demande de lait et de bœuf. Les chevaux et les machines ont également triomphé de la lente traction des bêtes à cornes. Dans son élan, cette révolution humaine a déclenché simultanément une révolution bovine, par la spécialisation des races et même par les croisements forcés et l'abandon des anciennes races traditionnelles [12].

Dans la terre, on distingue des 1,7 milliard de bovins, 1,9 milliard de moutons et de chèvres, 980 millions de porcs et 19,60 milliards de poulets élevés sur notre planète [13].

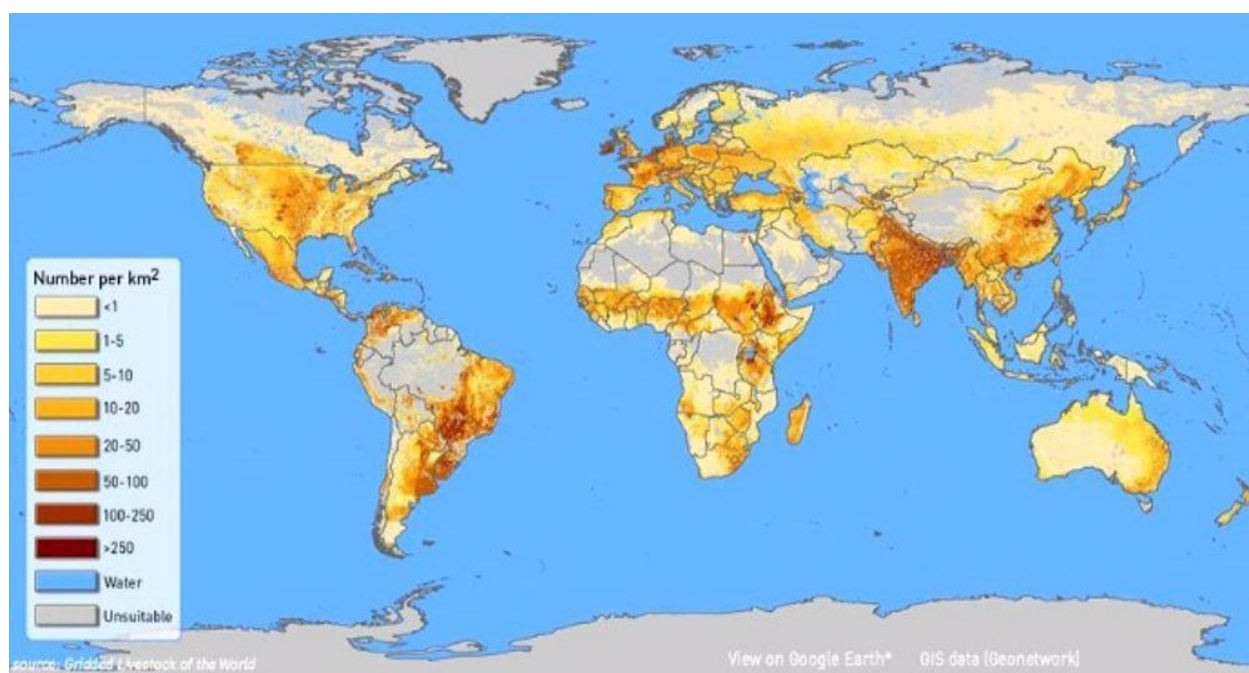


Fig. 2.1 : Répartition des bovins dans le monde (source : LivestockGeo-Wiki)

## 2. Elevage bovin en Algérie

L'élevage bovin joue un rôle important dans l'économie agricole algérienne, contribuant à répondre à la demande du pays en protéines animales et contribuant à la création d'emplois dans les zones rurales.

Il existe une variété de modèles ou de systèmes d'élevage bovin en fonction de la disponibilité des facteurs de production, de la gestion des animaux, des niveaux d'utilisation des intrants, de la localisation géographique et des objectifs de production.

L'Algérie n'a pratiquement pas d'industrie bovine spécialisée, la production mixte (viande et lait) dominant le système de production. Cette diversité de la production bovine favorise la diversité des revenus, ce qui contribue à la durabilité du système de production. A l'exception des unités d'engraissement qui n'élèvent que des bouvillons, la plupart des systèmes sont mixtes [14].

## 3. Cheptel bovin

Le cheptel est estimé à 1 816 280 têtes et comprend 52% de vaches laitières, 12% de génisses et près de 23% de veaux. Moins de races bovines de 4 % ou 78 846 têtes par rapport à 2017[15].

	2016	2017	2018
<b>vache laitière</b>	1 066 625	971 663	942 828
<b>Génisses</b>	253 236	225 660	218 963
<b>Taureaux</b>	82 539	75 720	69 712
<b>Taurillons</b>	195 312	182 134	170 261
<b>Veaux</b>	231 594	213 692	200 011
<b>Velles</b>	252 000	226 257	214 505
<b>Total Bovin</b>	<b>2 081 306</b>	<b>1 895 126</b>	<b>1 816 280</b>

Fig. 2.2 : Cheptel bovin (unité : tête) [15].

#### 4. Elevage bovin en Ain Temouchent

L'effectif bovin atteint 20211 têtes et 3575 d'exploitations est répartie dans les 28 communes en 2022, comprend 49.24% de vaches laitières, 14.77% de vaches et 14.40% des vaches, et 12.90% de génisses et près 5.64% de taurillons et 3.05% pour les taureaux [17].

	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Vaches laitières</b>	11231	11569	10878	10089	9953
<b>Génisses</b>	3564	3498	3656	2865	2612
<b>Taureaux</b>	1357	1385	1253	1188	617
<b>Taurillons</b>	2029	1916	1874	1663	1124
<b>Veaux</b>	3409	3492	3383	3299	2987
<b>Vaches</b>	3182	3334	4084	3204	2918
<b>Total</b>	24772	25194	25128	22308	20211

Tableau 2.1 : Cheptel bovin (unité : tête) [17].

Dans le tableau [1], nous avons remarqué la diminution du nombre des bovins par rapport aux années précédentes.

#### 5. Les races bovines exploitées

Le cheptel bovin est constitué principalement de trois races :

##### 5.1. Les races locales

Les populations locales bovines sont divisées en six sous populations (la guelmoise – la cheurfa – la setifienne – la chelifienne – la Djerba – la kabyle et lachouia).

**La Guelmoise**, cette race à un pelage gris foncé et vit dans les zones boisées, elle a été identifiée dans les régions de Guelma et même de Jijel, cette population constitue la plupart des effectifs.



Fig.2.3 : La race Guelmoise (image Google).

**La Cheurfa**, les troupeaux grisonnants des forêts et des prairies de races locales, représentent 48 % de la main-d'œuvre du pays et ne fournissent que 20 % de la production de lait [12].



Fig.2.4 : La race Cheurfa.

**La Chélifienne** : caractérisée par une jupe fauve, une tête courte, des cornes

Oreilles crochues et saillantes entourées de lunettes marron foncé et d'une longue queue noire qui touche le sol, trouvé dans les montagnes de Dahra [12].



Fig.2.5 : La race Chélifienne

**La Sétifienne** : bien proportionnée, uniformément vêtue de noir, la queue est noire et très longue, traînant parfois sur le sol, la ligne brune sur le dos est caractéristique de cette population, la race se rencontre dans les monts Bâbord. Le poids des vaches en semi-liberté dans la plaine de Gaogu est proche de celui des vaches importées, et leur production laitière peut atteindre 1500 kg par an [12].



Fig. 2.6 : La race Sétifienne(image Google).

**La Djerba** : se caractérise par une robe brune foncée, une tête étroite, une croupe arrondie et une longue queue, la taille est très réduite ; c'est une race adaptée au milieu très difficile du Sud, elle peuple surtout la région de Biskra.



**La race Kabyle et la race Chaouia** : respectivement originaires de Guelmoise et de Cheurfa, après des changements successifs d'élevage bovin.



Fig.2.7 : La race Kabyle et la race Chaouia

## 5.2. Races améliorées

Ce type de bovin est issu soit de croisements non contrôlés entre la race locale et la race importée, ou entre les races importées elles-mêmes, ces races importées qui ont un potentiel génétique élevé, mais leurs performances se diminuent par rapport à leurs pays d'origine, les effectifs sont estimés de 555.000 têtes, ils représentent 42 à 43% du cheptel national et assurent 40% de la production du lait [16].



Fig.2.8 : Produits de croisement :(a, Montbéliarde croisée, b. Holstein croisé) [12].

### 5.3. Races importées

Appelés, Bovins Laitiers Modernes, sont des races importées d'origine européenne à haut potentiel génétique qui ont été introduites depuis la colonisation du pays et elles représentent entre 9% et 10% du cheptel national total, Soit entre 120 000 et 130 000 têtes, le troupeau assure 40 % de la production laitière. Il s'agit principalement des variétés Holstein, Frisonne et Montbéliard [16].



**La montbéliarde**



**La prim'holstein**

Fig.2.9 : Les races des vaches d'importation en Algérie (image Google).

## 6. Système de production bovine en Algérie

Il existe une variété de modèles ou de systèmes d'élevage bovin en fonction de la disponibilité des facteurs de production, de la gestion des animaux, des niveaux d'utilisation des intrants, de la situation géographique et des objectifs de production.

Nous distinguons :

- Systèmes intensifs situés dans des zones à fort potentiel d'irrigation et autour des grandes villes. Le système utilise des troupeaux laitiers importés à fort potentiel de production, fournissant plus de 40% de la production laitière locale totale.
- Un système plus large impliquant des ateliers situés dans les zones forestières de montagne et les plaines des hautes vallées ; réduction de la taille des troupeaux. Le troupeau exploité peut appartenir à plusieurs troupeaux constitués de femelles issues de vaches importées, d'hybrides

ou de troupeaux purement indigènes. Possédant plus de 80% des cheptels laitiers du pays, le système garantit 60% de la production laitière. L'Algérie n'a pratiquement pas d'industrie bovine spécialisée, la production mixte (lait-viande) dominant le système de production. Cette diversité de la production bovine favorise la diversité des revenus et donc la durabilité des systèmes de production [12].

### **7. Les contraintes d'élevage bovin en Algérie**

L'élevage bovin en Algérie il est influencé par de multitudes contraintes qui dépendent principalement de l'environnement, matériel animal et la politique d'état depuis l'indépendance, parmi eux :

- Des contraintes naturelles : zones accidentées et climat très contrastes, très chaud et sec en été, froid extrême en hiver avec des pluies violentes, plantes à faible valeur nutritionnelle
- Des contraintes sociologiques et humaines.
- Des contraintes économiques.

### **8. Les paramètres d'ambiance pour le bien être bovine**

Pour assure le bien-être de l'animal, il est nécessaire de maîtriser plusieurs paramètres tel que la ventilation, l'hygrométrie, la température, la lumière, la poussière, le confort acoustique.

- **La ventilation :**

Dans les bâtiments, il y a des déchets animaux tous les jours et l'air contient de l'ammoniac et des composés soufrés. Ces gaz extrêmement agressifs irritent les muqueuses, les poumons et fragilisent l'organisme de l'animal, offrant un terrain fertile à l'émergence de maladies. Par conséquent, une ventilation est nécessaire afin d'évacuer l'humidité et l'air vicié, et de limiter la poussière. Il peut être statique (naturel) ou dynamique (maniable).

- **La température :**

La température idéale pour les génisses et les vaches se situe entre 8°C et 15°C selon la race. Cependant demande la vigilance est demandé particulièrement pendant les périodes de forte chaleur : Il faut ombrer et une circulation d'air accrue et un accès adéquat à l'eau pour tous les animaux sont essentiels, même par grand froid [18].

- **Humidité :**

La présence d'animaux dans les bâtiments, notamment de ruminants, tend à rendre l'atmosphère plus humide. La cause est l'haleine, la sueur, les matières fécales et l'urine. L'humidité peut également provenir des abreuvoirs, des eaux de lavage, des infiltrations de pluie ou tout simplement de l'air extérieur, un environnement qui expose les animaux à des risques d'infections pulmonaires ou de mammites. Au contraire, un air trop sec favorisera l'apparition de poussières, assèchera les voies respiratoires et les muqueuses, et sera alors sujet aux infections. Les niveaux d'humidité dans les bâtiments peuvent être contrôlés grâce à une ventilation efficace [18].

### 8.1. Bâtiment d'élevage bovin

Les bâtiments d'élevage sont la pierre angulaire de la modernisation de la production et le site doit être adapté à la main-d'œuvre pour que les tâches puissent être effectuées sans effort. Le bâtiment doit également fournir les conditions environnementales nécessaires.



Fig.2.10 : Exemple de bâtiment d'élevage bovin (image Google).

### 8.2. Dimensionnement d'un bâtiment d'élevage bovin

Génisses :

- 2.5 à 8.5 m<sup>2</sup>/animal selon l'âge Veaux.

Adultes : vaches laitières ou allaitantes :

- 10 à 15 m<sup>2</sup>/animal adulte sans annexes

Bovins à l'engraissement :

- 1.5 à 6.5 m<sup>2</sup>/animal selon le poids [19].

### 8.3 La constitution de base d'un bâtiment d'élevage bovin

#### ♦Une table d'alimentation :

La table d'alimentation doit être conçue de manière à faciliter l'accès aux aliments.



Fig.2.11 : Une table d'alimentation

#### ♦Un abreuvoir

Pour conserver une eau propre, l'eau d'abreuvoir doit être vidée et nettoyée régulièrement, car la vache est très sensible au goût de l'eau.



Fig.2.12 : Un abreuvoir

♦**Boîte d'intervention :**

Il s'agit d'une pièce, généralement située dans un ancien bâtiment éloigné de la ferme, où les animaux achetés sont entreposés en attendant leurs analyses. Doit être éclairé et équipé de points d'alimentation et d'abreuvement.



Fig.2.13 : Boîte d'intervention

♦**Aire d'alimentation :**

Pour éviter les bousculades et les agressions dans la période l'alimentation, un nombre suffisant de places à table est nécessaire. Mais il faut également privilégier une aire d'une largeur suffisante permettant à la fois l'accès à l'auge et le passage d'animaux simultanément sans créer de gêne.



Fig.2.14 : Aire d'alimentation

♦Aire de paille :

L'aire paillée pour bovins est un type d'habitation très courant en raison de sa simplicité et de son faible coût d'investissement. Cependant, la disponibilité de la paille sur la ferme doit être prise en compte. Il nécessite beaucoup de paille pour être stocké dans de bonnes conditions.



Fig.2.15 : Aire paillée

♦Ventilation naturelle des bâtiments d'élevage :

Une bonne ventilation est une condition nécessaire pour le bien-être animal sain et la vie. Afin d'évacuer les gaz, la poussière et la vapeur d'eau (environ 25 litres par jour) doivent être mises à jour toutes les trois minutes pour mettre à jour le volume d'air du bâtiment, car les bovins sont très sensibles à la qualité de l'environnement.



Fig.2.16 : Ventilation naturelle des bâtiments d'élevage

♦**Eclairage :**

Un bon éclairage est essentiel pour les bâtiments agricoles des animaux et des éleveurs. Il favorise le travail en améliorant la sécurité des parties prenantes, de l'efficacité et de l'environnement. La bonne luminosité aide également le bon équilibre physiologique des animaux. Dans la conception du bâtiment, la réflexion sera liée à l'optimisation de l'éclairage naturel. Le développement de l'éclairage artificiel est nécessairement rajouté.



Fig.2.17 : Éclairage en bâtiments d'élevage

♦**Canal à lisier :**

Un système de transfert du lisier en bout de bâtiment vers un ouvrage de stockage (fosse ou pré-fosse) qui ne nécessite ni pompe (hacheuse) ni intervention de main d'œuvre.



Fig.2.18 : Canal à lisier en bout de bâtiment



## 9. Élevage de précision

### 9.1 Définition

L'élevage de précision est une série de technologies qui résument un ensemble d'outils numériques innovants : capteurs (mouvement, température), détecteurs (caméras, microphones), technologie de gestion et machines automatiques et algorithmes réels qui peuvent détecter ou prédire les incidents dans le processus de production. Processus. Pour la conduite précise et continue des animaux et des systèmes de production [20].

L'élevage de précision est basé sur une grande quantité de données, généralement personnalisées, et est générée par des outils de surveillance. Le but principal est de conserver les performances techniques et économiques de la ferme, mais elle améliore également souvent le bien-être animal, s'adapte à la nourriture et réduit l'environnement impact

### 9.2. Principe généraux de l'élevage de précision

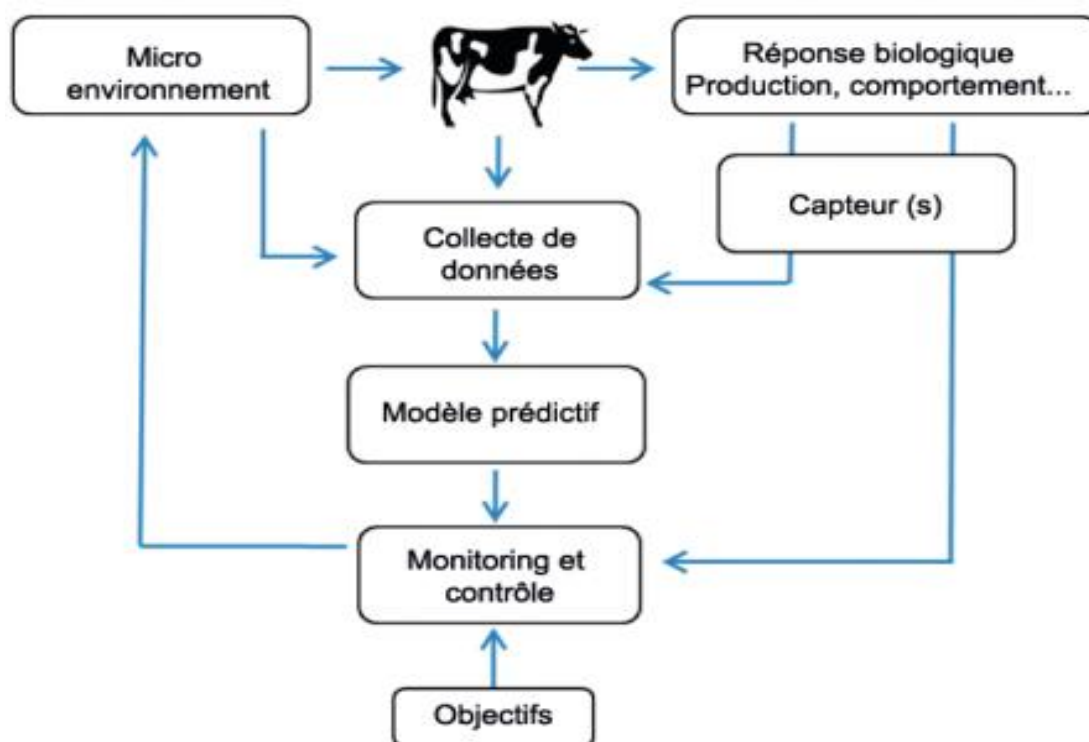


Fig. 2.19 : Principes généraux de l'élevage de précision [21].

Plusieurs conditions doivent être remplies pour permettre la surveillance du bétail et la conduite continue. Premièrement, le capteur doit être mesuré à l'échelle de temps appropriée et analyse

les variables animales en continu. Par exemple, ces variables peuvent être du poids vivant, un apport alimentaire, un régime alimentaire (apport, mastication, réflexion, fréquence mordante), social (cyclisme, combat...) ou paramètres physiologiques (température et valeur de pH corporel, composition ou pH corporel, ou les caractéristiques physiques et chimiques du lait.). Dans la deuxième étape, un modèle prédictif doit être développé, qui vise à comprendre les réactions des animaux aux conditions environnementales (aliments, climat, tuyaux de reproduction) autant que possible. Il s'agit d'une comparaison entre les attentes et les attentes du capteur [21].

### 9.2.1. Application de l'élevage de précision en élevage bovin

- ◆ Gain en temps (problèmes de santé).
- ◆ Changement de salle de traite.
- ◆ Manque de main-d'œuvre : pour les éleveurs, du point de vue de l'économie, de la Pratique et des relations, les robots semblent être le meilleur choix, lorsqu'ils manquent main-d'œuvre.
- ◆ Raisons affectives : les enfants devenir avoir un métier moins pénible [21].

### 9.2.2. Concept de l'élevage de précision

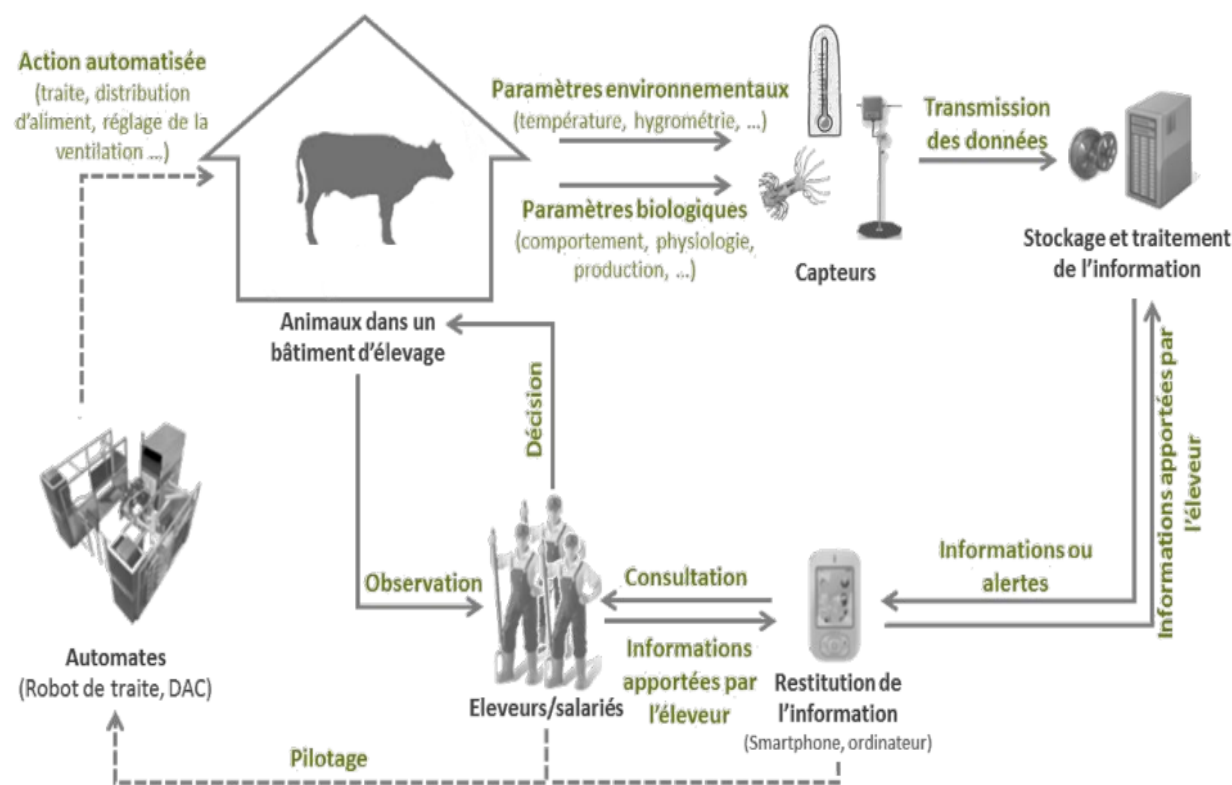


Fig. 2.20 : Concept d'élevage de précision [21].

Des données complémentaires à celles des capteurs (économiques par exemple) peuvent également être intégrées directement dans un algorithme de monitoring et un modèle d'aide à la décision et ainsi permettre de produire une information sur l'état du troupeau et de fournir un conseil à l'éleveur.

## **10. Conclusion**

Dans ce deuxième chapitre, nous avons parlé en générale sur la situation de l'élevage bovin en Algérie, quelque race de bovin local ainsi que les contraintes que rencontre l'animal dans son environnement.

En dernier lieu on donne une idée générale sur l'élevage de précision qui est la solution à apporter pour pouvoir palier aux contraintes que l'animal rencontre dans son environnement.

# CHAPITRE III

## Conception matérielle et logicielle

## **1. Introduction**

D'après ce que nous avons vu constater lors de nos différentes visites d'élevages de bovins et des différents inconvénients que nous avons constatés chez ces derniers qui peuvent réduire considérablement leur rendement de production. Il faut dire qu'il est nécessaire de développer un système de contrôle et le rendre automatique, tout en intégrant l'historique, les causes voire les actions correctives de l'absence du l'éleveur, ainsi que l'installation de capteurs, pourraient être un plus pour renforcer la sécurité de l'exploitation et améliorer les conditions météorologiques.

Dans ce chapitre, nous présentons les différents modules et composantes qui nous permettent de contrôler et de gérer les paramètres climatiques.

## **2. La Partie matérielle**

### **2.1. Présentation d'Arduino**

#### **2.1.1. Définition**

Arduino est une technologie qui associe un environnement de développement à des circuits électroniques à base de microcontrôleur AVR, distribués sous une licence matérielle gratuite (les schémas électriques sont disponibles gratuitement), Arduino était à l'origine destiné principalement aux interactions de programmation multimédia pour la performance ou l'animation artistique, mais ce n'est pas unique. Les cartes électroniques peuvent être programmées pour analyser et générer des signaux électriques pour effectuer une grande variété de tâches, telles que la domotique (contrôle des appareils électroménagers, de l'éclairage, du chauffage), le contrôle des robots, etc. L'interface de programmation est inspirée de l'environnement de traitement. Ce dernier, à son tour inspiré de l'environnement de câblage Arduino, peut être utilisé pour construire des objets interactifs autonomes (prototypage rapide), ou pour connecter un ordinateur pour communiquer avec un logiciel.

#### **2.1.2. Présentation de ArduinoNano**

Le modèle Nano de la société ARDUINO est une carte électronique basée sur un ATmega328 cadencé à 16 MHz. Sa mémoire de 32 Ko et son grand nombre d'E/S rendent ce circuit compatible DIL30 idéal pour les systèmes embarqués ou les applications robotiques nécessitant du multitâche [22].

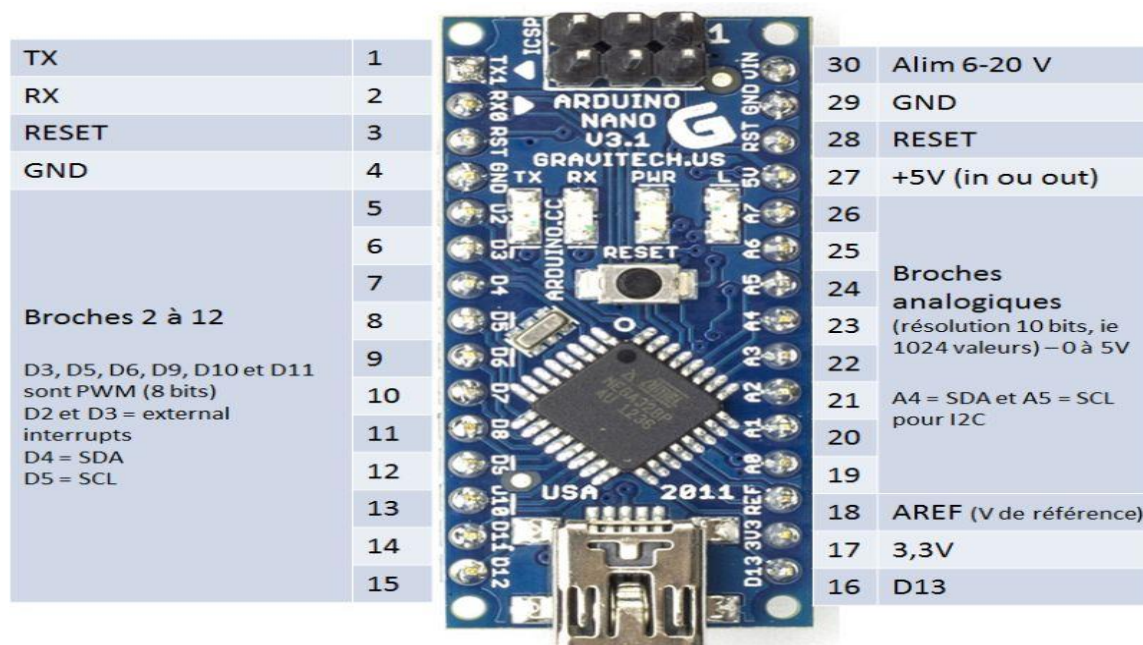


Fig. 3.1 : La description d'une carte ArduinoNano.

### 2.1.3. Les caractéristiques techniques de la carte ArduinoNano

<b>Microcontrôleur</b>	ATmega328p
<b>Architecture</b>	AVR
<b>Tension de fonctionnement</b>	5 V
<b>Mémoire Flash</b>	32 ko dont 2 ko utilisés par le chargeur de démarrage
<b>SRAM</b>	2 KO
<b>Vitesse de l'horloge</b>	16 MHz
<b>Broches e/s analogiques</b>	8
<b>EEPROM</b>	1 KO
<b>Courant continu par broches d'entrée/sortie</b>	40 mA (broche d'entrée/sortie)
<b>Tension d'entrée</b>	7-12 V
<b>Broches e/s numériques</b>	22
<b>Sortie PWM</b>	6
<b>Consommation électrique</b>	19 mA
<b>Taille du PCB</b>	18x45mm

Tableau 3.1 : Caractéristiques techniques d'ArduinoNano

### 2.1.4. Schémas simplifié d'ArduinoNano

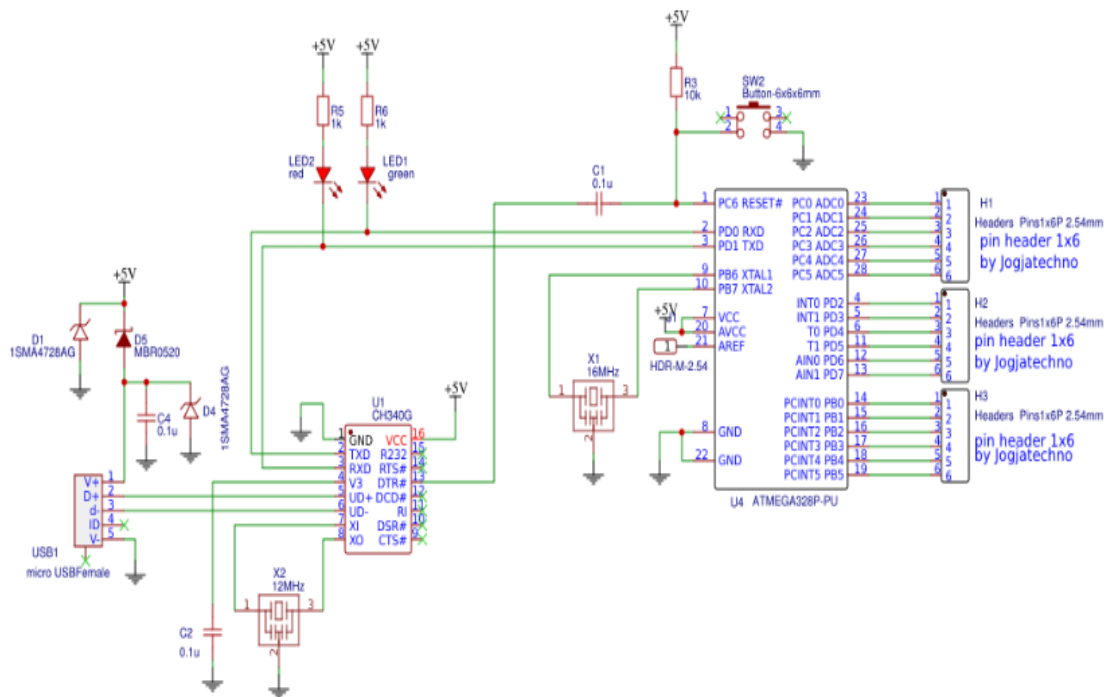


Fig. 3.2 : schémas simplifié de la carte ArduinoNano

## 2.2. Microcontrôleur ATMEL ATmega328P

### 2.2.1. Définition

L'ATmega328P est un microcontrôleur mono puce créé par Atmel dans la famille megaAVR (plus tard Micro chip Technology a acquis Atmel en 2016). Il est en possession d'un cœur de processeur RISC 8 bits à architecture Harvard modifiée [6].

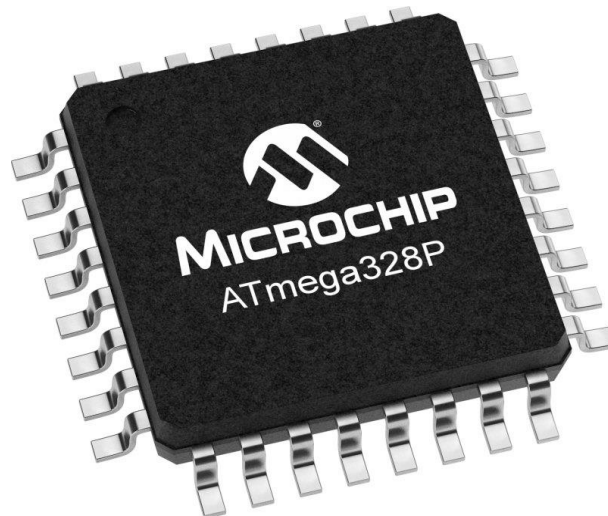


Fig. 3.3 : Microcontrôleur ATmega328P.

### 2.2.2. Caractéristiques :

<b>Microcontrôleur</b>	AVR 8 bits hautes performances et basse consommation
<b>Tension de fonctionnement</b>	7 v à 12 v
<b>Mémoire flash</b>	32 Ko
<b>SRAM</b>	2 Ko
<b>EEPROM</b>	1 Ko
<b>Fréquence de fonctionnement maximale</b>	20 MHz
<b>Nombre de pin numérique</b>	14
<b>Nombre de pin analogique</b>	8
<b>Interruption externe</b>	2
<b>Plage de température automobile</b>	-40 °C à +125 °C

Tableau 3.2 : Caractéristiques Microcontrôleur ATmega328P [26].

## 2.3. D-Duino ESP8266

### 2.3.1. Définition

Le D-Duino est une combinaison d'ESP8266 et d'OLED, un circuit intégré avec un microcontrôleur qui permet la connectivité WiFi. Les modules contenant ce circuit sont largement utilisés pour contrôler les appareils sur Internet [23].



Fig. 3.4 : D-Duino ESP8266



### 2.3.2. Caractéristiques

<b>Type de puce</b>	ESP8266
<b>Puissance d'entrée</b>	5V ~ 12V
<b>Fréquence d'horloge</b>	80/160 Mhz
<b>Type de connexion USB</b>	micro-USB
<b>Nombre de pin numérique</b>	12
<b>Nombre de pin analogique</b>	1
<b>type d'afficheur intégré</b>	OLED 0,96"

Tableau 3.3 : Caractéristiques D-Duino ESP8266

## 2.4. Le capteur MQ-135

### 2.4.1. Définition

Le MQ135 permettant de détecter plusieurs types de gaz l'ammoniaque(NH<sub>3</sub>), le benzène(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), le sulfure, la fumée et la pollution atmosphérique. Ce capteur a une sensibilité élevée et temps de réponse rapide ce qui nous a pousser à l'utiliser dans notre projet [16].



Fig. 3.5 : Capteur de qualité de l'air MQ-135

## 2.4.2. Caractéristiques techniques du MQ-135 :

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

Tableau 3.4 : Caractéristiques techniques du MQ-135

## 2.5. LoRa sx1278 ra-02

## 2.5.1 Définition

LoRa est un module de communication sans fil basé sur un émetteur-récepteur, utilisant la technologie à spectre étalé LoRa (Long Range Radio), la distance de communication peut atteindre 10000 m. Le module a une bonne capacité anti-interférence et une fonction d'économie d'énergie. La technologie LoRa permet de couvrir des milliers de personnes dans les zones urbaines et les quartiers [24].

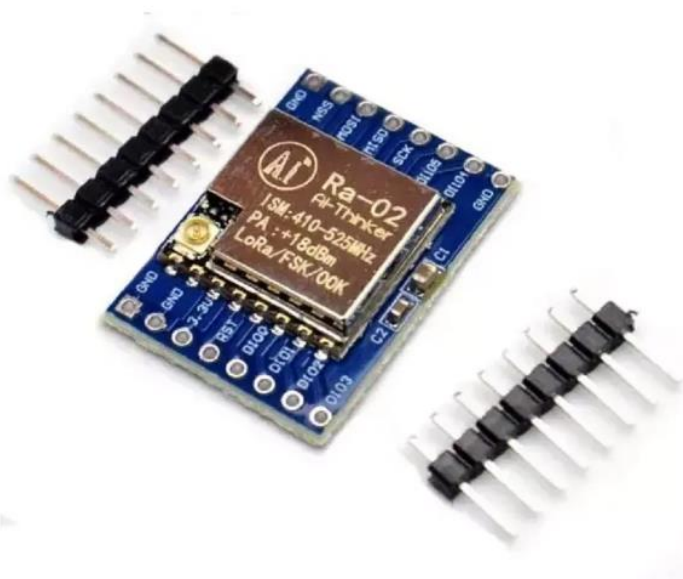


Fig. 3.6 : LoRa sx1278 ra-02

### 2.5.2. Caractéristiques

<b>Fréquence de fonctionnement</b>	433MHz (410-525MHz)
<b>Sensibilité en réception</b>	-148dBm
<b>Puissance maximale en sortie</b>	20dBm-100mW
<b>Tension de fonctionnement</b>	1.8-3.7V (3.3V par défaut)
<b>Consommation</b>	réception 10.8mA max/émission 120mA/Sleep mode 0.2µA
<b>Type de puce</b>	SX1278
<b>Types de modulation</b>	FSK, OOK.

Tableau 3.5 : Caractéristiques du LoRa sx1278 ra-02

## 2.6. Capteur d'humidité et température DHT11

### 2.6.1. Définition

Pour garder l'habitat frais, nous avons intégré un sous-système d'acquisition de température avec un capteur de température DHT11 dans le système domotique.

Cette température acquise sera automatiquement renvoyée à l'utilisateur sur l'application du smartphone ou de l'ordinateur. Ce capteur d'humidité et de température est largement utilisé dans le contrôle de la climatisation, il se compose d'un capteur de température à base de NTC et d'un capteur d'humidité résistif, et le microcontrôleur est chargé de les mesurer, de les convertir et de les transmettre. Il s'interface à l'aide d'un protocole de type 1Wire sur une seule ligne de données, fournit une bibliothèque Arduino et peut transmettre des capteurs jusqu'à 20 m [16].

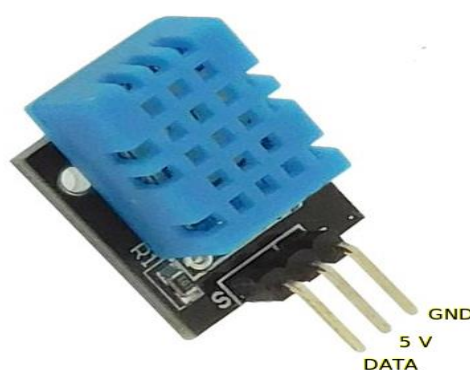


Fig. 3.7 : Capteur de température et d'humidité DHT11

### 2.6.2 .Caractéristiques techniques du DHT11 :

<b>Alimentation</b>	5 V
<b>Consommation</b>	0.5 mA en nominal / 2.5 mA maximum
<b>Etendue de la mesure de température</b>	0°C ~ 50°C
<b>Précision</b>	+/- 2°C et +/- 5%RH
<b>Période de mesure</b>	1Hz (1 mesure par seconde)
<b>Dimensions</b>	12x15.5x5.5 mm
<b>Stabilité à long terme</b>	+/- 1% par an
<b>Etendue de la mesure de l'humidité</b>	20 ~ 90%RH

Tableau 3.6 : Caractéristiques techniques du DHT11

### 2.7. Ventilateur extracteur

Les ventilateurs permettent d'évacuer l'humidité et d'éventuelles mauvaises odeurs, en garantissant le renouvellement de l'air ambiant ce système sera utile dans notre projet pour permettre d'évacuer les odeurs quand il est jugé nécessaire.



Fig. 3.8 : Ventilateur extracteur

## 2.8. LDR

LDR (Light Dépendent Résistor) est un composant dont la résistivité dépend la lumière de l'environnement. En d'autres termes, c'est une résistance change en fonction de la lumière qu'elle reçoit. On peut donc utiliser une photorésistance Ajustez l'intensité lumineuse dans un bâtiment en fonction des différents cycles de production [16].

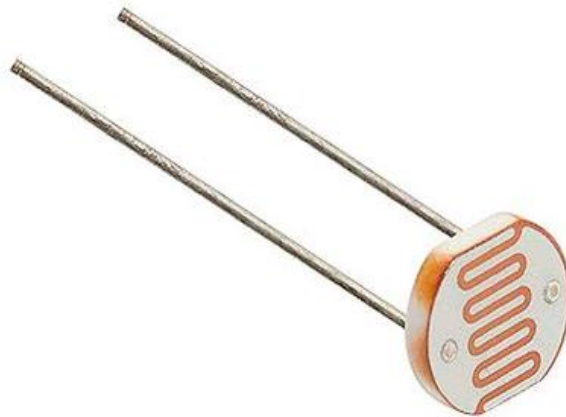


Fig. 3.9 : LDR

## 2.9. Buzzer sonore

Un Buzzer ou vibreur est une sorte de haut-parleur qui permet de transformer un signal électrique en onde sonore.



Fig. 3.10: Buzzer sonore





Fig. 3.13 : Transistor (2N2222)

### 2.12. Les diodes LED

Les diodes électroluminescentes, également appelées LED ou LED, sont des composants électroniques qui émettent une lumière rouge, jaune, verte ou bleue lorsque l'électricité les traverse. Mais il existe aussi des LED qui émettent de la lumière infrarouge.



Fig. 3.14 : Les diodes LED

### 2.13. L'afficheur LCD

L'écran LCD fournit un affichage visuel des données du capteur.

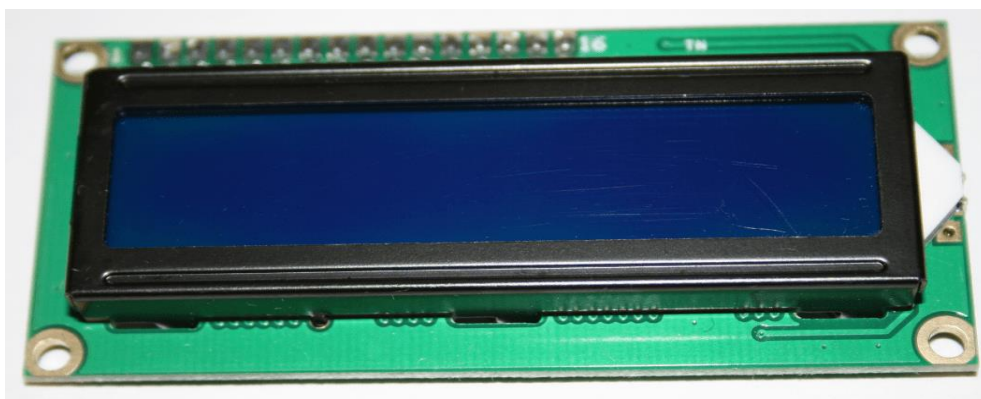


Fig. 3.15 :L'écran LCD

### 2.14. Une plaque d'essai

Une plaque d'essai est une planche composée de trous qui sont électriquement connectés les uns aux autres à l'intérieur. Sur cette carte, des composants électroniques et des fils peuvent être insérés pour l'assemblage et le prototypage de circuits électroniques.



Fig. 3.16 : Une plaque d'essai

### 2.15. Autres composants

Il y a beaucoup d'autres composants dont nous n'avons pas parlé en détail comme : Lampes d'éclairage, Fils électriques, Condensateurs, Adaptateur Batterie, Résistances...

### 2.16. Etude socioéconomique

Pour estimer le coût de fabrication de notre système de contrôle d'ambiance climatique, nous avons fait une étude socioéconomique afin d'estimer le prix de fabrication :



<b>Composant</b>	<b>Prix unitaire (DA)</b>	<b>Quantité</b>	<b>Total (DA)</b>
<b>ArduinoNano</b>	1000	2	2000
<b>D-Duino ESP8266</b>	2000	1	2000
<b>MQ-135</b>	500	1	500
<b>LoRa sx1278 ra-02</b>	2000	2	4000
<b>DHT11</b>	500	1	500
<b>Ventilateur</b>	500	1	500
<b>LDR</b>	50	1	50
<b>Buzzer sonore</b>	70	2	140
<b>LM35</b>	150	1	150
<b>Transistor (2N2222)</b>	100	1	100
<b>Les diodes</b>	10	1	10
<b>plaque d'essai</b>	1000	2	2000
<b>Fils électriques</b>	20	50	1000
<b>Lampes d'éclairage</b>	50	2	100
<b>Résistance</b>	5	2	10
<b>Adaptateur Batterie</b>	60	2	120
<b>Batterie</b>	100	2	200
		<b>Total</b>	<b>13380 DA</b>

Tableau 3.7 : le prix total estimé du système conçu.

### 3. La Partie logicielle

#### 3.1. La Plateforme de programmation d'Arduino

Arduino IDE Contient une interface très simple, fournissant une interface minimale et propre pour développer des programmes sur la carte de développement Arduino. Il dispose d'un éditeur de code avec coloration syntaxique et d'une barre d'outils rapide. Ce sont les deux éléments les plus importants de l'interface et ceux que nous utilisons le plus souvent. Il dispose également d'une barre de menus plus classique pour accéder aux fonctionnalités avancées de l'IDE et d'une console pour afficher les résultats de la compilation du code source, de l'utilisation des cartes, etc.



Fig. 3.17 : logo de la plateforme Arduino

Le langage Arduino s'est inspiré de nombreux langages. Nous avons trouvé en particulier Similitudes avec C, C++, Java et Processing. Le langage impose des structures spécifiques typiques de l'informatique embarquée [28].

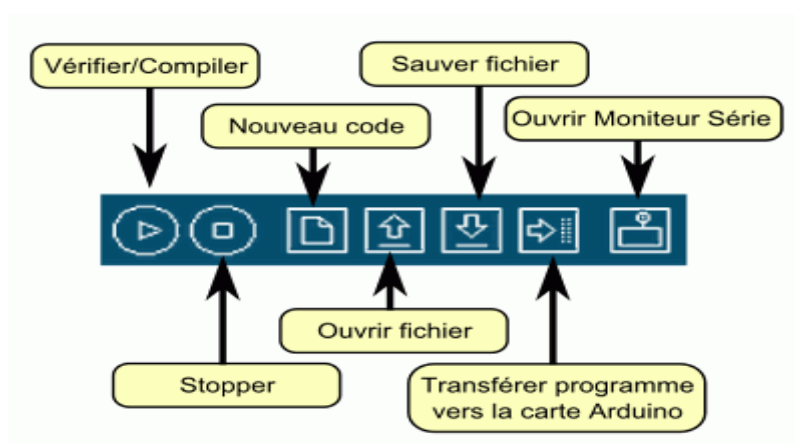


Fig. 3.18: Barre de boutons pour Arduino

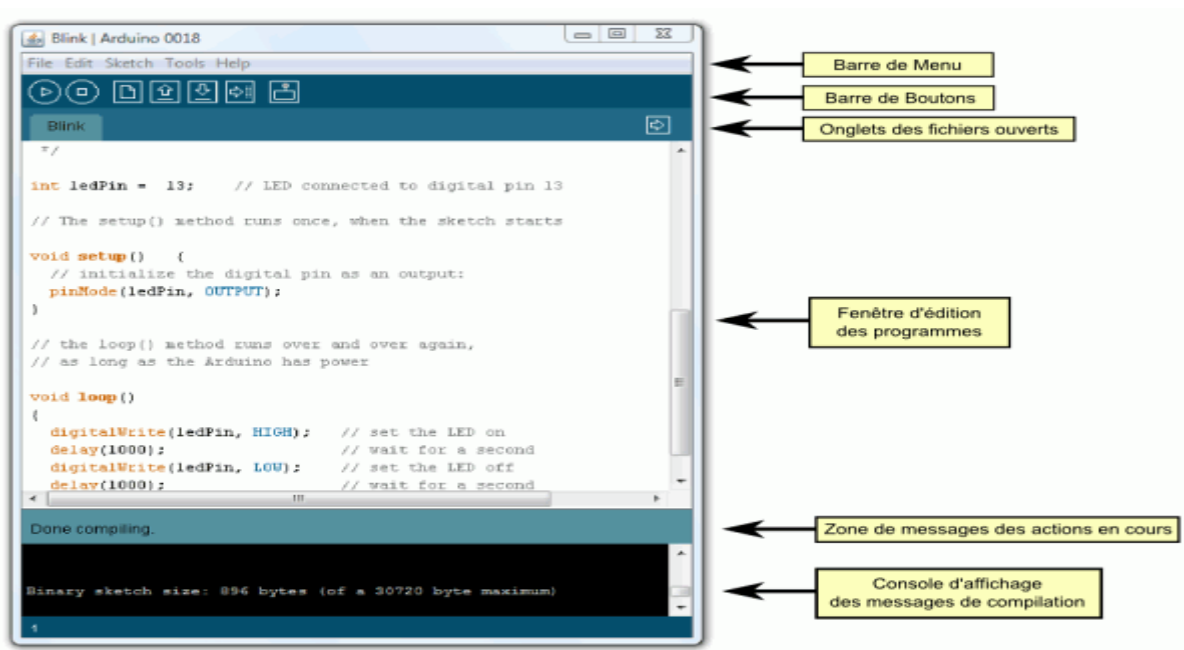


Fig. 3.19 : L'Interface plateforme de programmation ARDUINO

### 3.2. Structure d'un programme en Arduino

Un programme utilisateur Arduino est essentiellement une séquence ligne par ligne d'instructions textuelles. La carte lit les instructions et les exécute dans l'ordre défini par les lignes de code. La structure pour écrire un programme dans Arduino est la suivante.

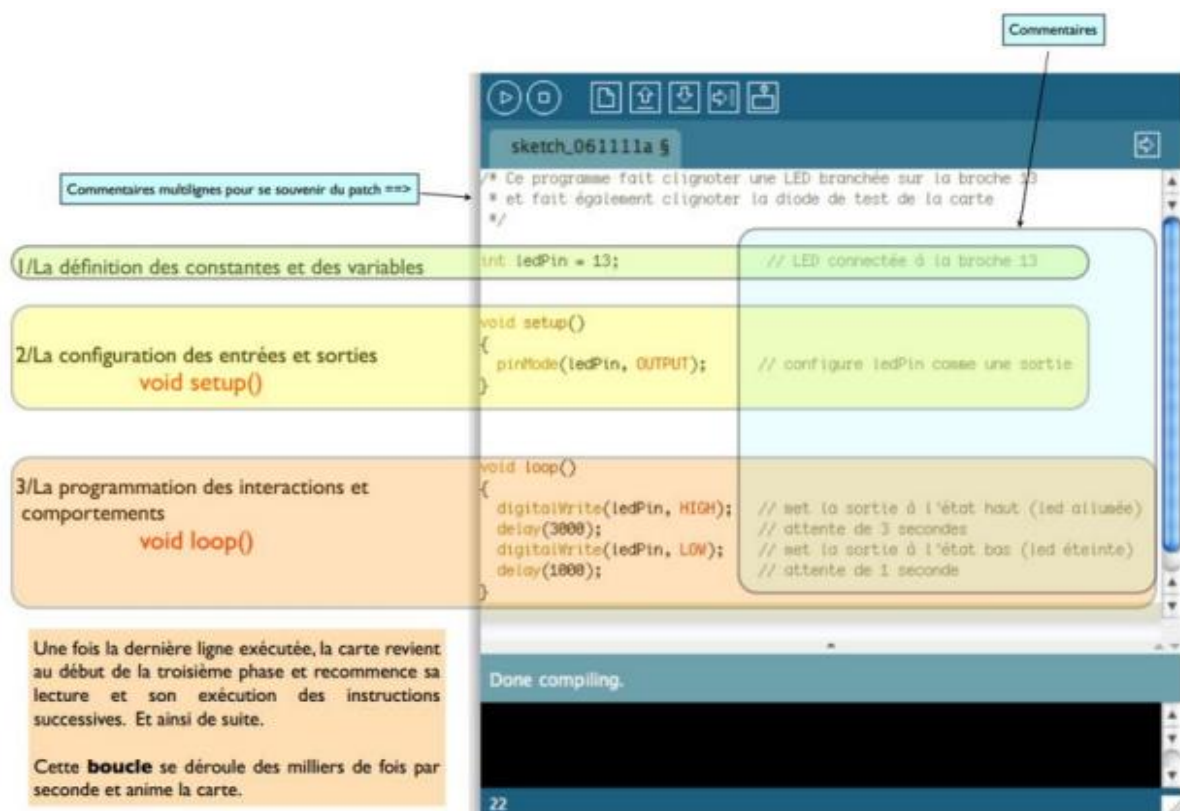


Fig. 3.20 : Structure d'un programme en Arduino

### 3.3. Fritzing

Est un logiciel d'automatisation de la conception électronique adapté aux besoins des fabricants et des amateurs. Il fournit une seule vue de la «maquette» et une bibliothèque de pièces avec de nombreux composants avancés couramment utilisés, en particulier pour les utilisateurs d'Arduino et de Raspberry Pi. Fritzing peut facilement convertir des configurations de PCB prêtes pour la production. Largement utilisé dans l'éducation et le développement de projets électroniques [28].

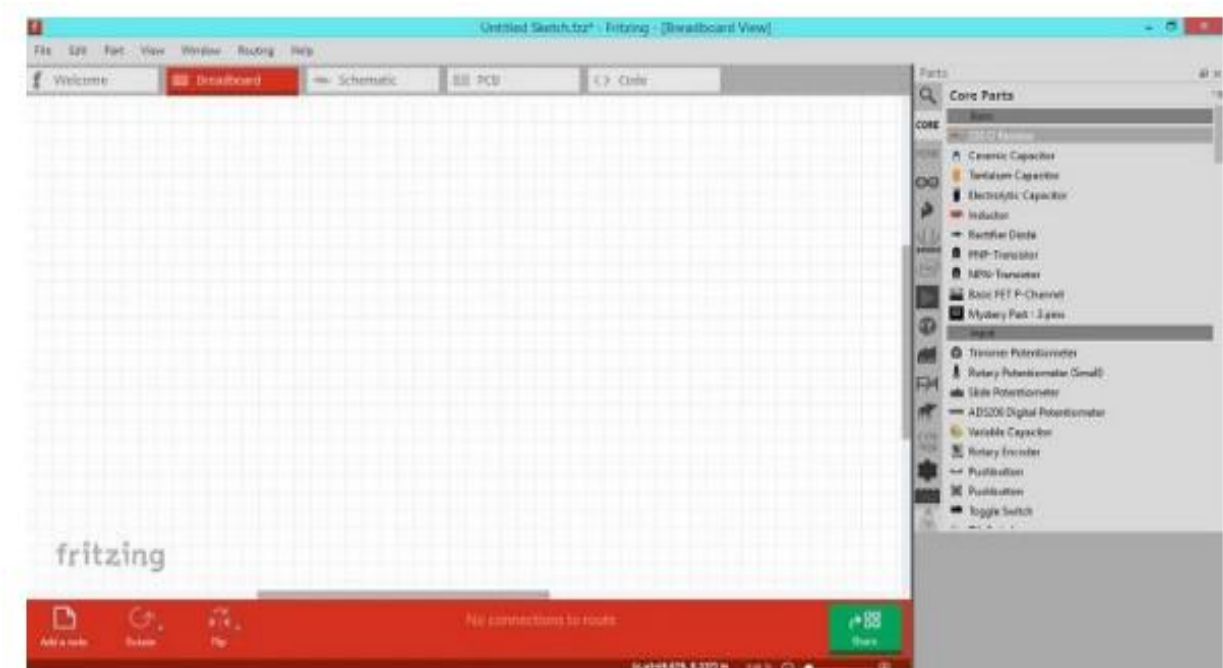


Fig. 3.21 : Fenêtre d'accueil du logiciel Fritzing

### 3.4. Framework de développement Flutter:

Flutter est un framework open source développé par Google qui facilite la création d'applications multiplateformes. Il permet aux développeurs de concevoir des applications mobiles, web et de bureau en utilisant un langage de programmation appelé Dart.

Une des caractéristiques principales de Flutter est la possibilité de développer des interfaces utilisateur attrayantes et réactives grâce à sa riche collection de widgets personnalisables.

L'un des avantages majeurs de Flutter est sa performance élevée. Il utilise un moteur de rendu graphique intégré appelé Skia, qui permet d'obtenir des animations fluides et des transitions rapides. Cela se traduit par une expérience utilisateur réactive et agréable. Une autre caractéristique puissante de Flutter est la possibilité de partager du code entre différentes plateformes. En utilisant un code source unique, les développeurs peuvent cibler simultanément plusieurs plateformes telles qu'iOS, Android, le Web et même les applications de bureau. Cela permet de réduire considérablement le temps et les efforts de développement, tout en maintenant une cohérence dans l'apparence et le comportement de l'application sur différentes plateformes.

En résumé, Flutter est un framework moderne et puissant pour le développement d'applications multiplateformes. Il permet aux développeurs de créer des interfaces utilisateur attrayantes, réactives et performantes, tout en simplifiant le partage de code entre différentes plateformes. Avec sa facilité d'utilisation, sa flexibilité et sa communauté dynamique

### **4. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté la partie matérielle et la partie logicielle, dans la première partie nous avons essayé de présenter en détail chaque composant qui sera utilisé dans notre projet. Dans la deuxième partie nous avons introduit le logiciel Arduino (IDE) et le logiciel Fritzing, afin de comprendre ce que nous allons faire dans le chapitre suivant.

# CHAPITRE IV

## Conception et implémentation du prototype

## 1. Introduction

Notre projet consiste à la réalisation pratique d'un système de contrôle des conditions climatiques, afin d'avoir une gestion intelligente des bâtiments utilisés pour l'élevage bovin basée sur l'internet des objets. La conception du système débute d'abord par le test des capteurs séparément afin de voir leur état de fonctionnement et tenir en compte leurs résultats. Ensuite le montage global des différents composants du circuit en utilisant les outils de programmation tels que l'application Arduino IDE ainsi que les programmes nécessaires pour chaque étape de la réalisation, Puis nous avons introduit un moyen de communication qui permet d'envoyer des données à la direction dans le but de gérer les événements survenue.

## 2. Montage et test du Capteur MQ-135 :

C'est un capteur de qualité de l'air, nous voulons l'utiliser afin de mesurer la concentration d'ammoniac dans l'air, qui affecte négativement la santé des vaches dans le bâtiment d'élevage, afin de réaliser ce circuit, nous avons besoin d'une carte Arduino, le capteur et une plaque d'essai,

Les composants mentionnés précédemment sont reliés entre eux comme suit:

<b>MQ-135</b>	<b>Arduino</b>
VCC	5V
A0	A0
GND	GND

Tableau 4.1 :raccordement du capteur MQ-135 avec Arduino

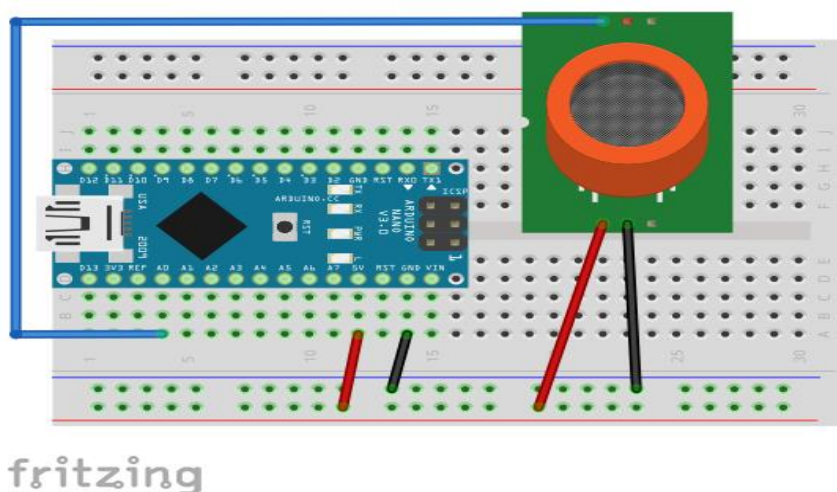


Fig. 4.1 : montage du capteur MQ-135 avec Arduino

Après le montage, nous avons besoin de programmer la carte Arduino et de calibrer le capteur avec gaz polluant, nous avons utilisé un briquet à gaz pour projeter du gaz (butane) sur le capteur M-135, en raison du manque du gaz d'ammoniac «nous suivons des seuils :

PPM  $\leq$  80  $\implies$  air pur

80 < PPM  $\leq$  170  $\implies$  air malsain

PPM > 170  $\implies$  air polluant

Après la programmation, nous remarquons sur Arduino IDE qu'il vérifie les conditions et affiche les résultantes suites aux changements de la valeur détecté du gaz.

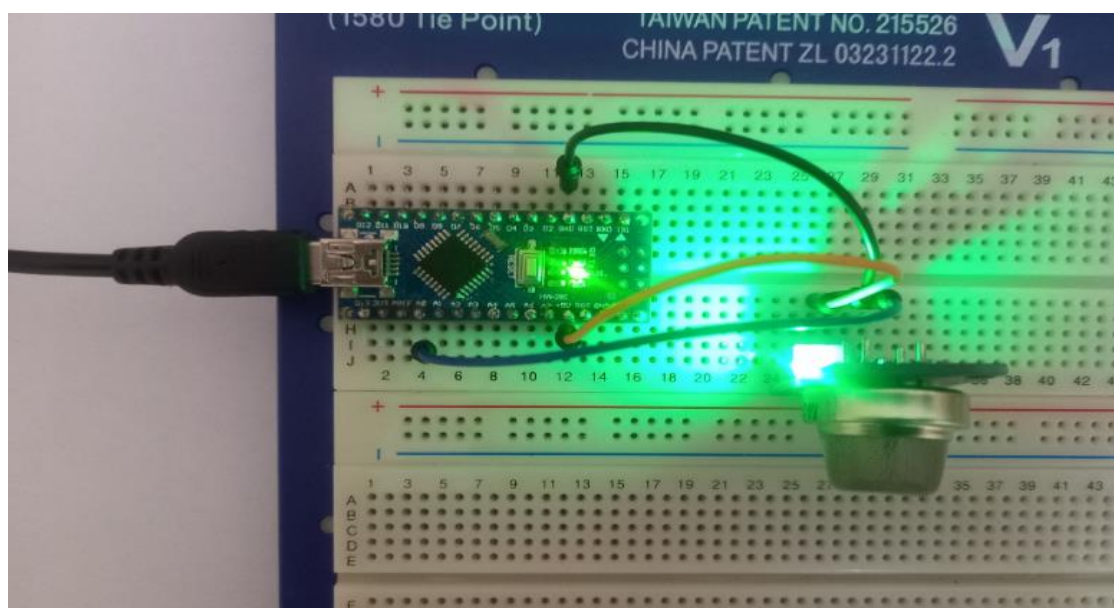


Fig. 4.2 : montage réel du capteur MQ-135 avec Arduino



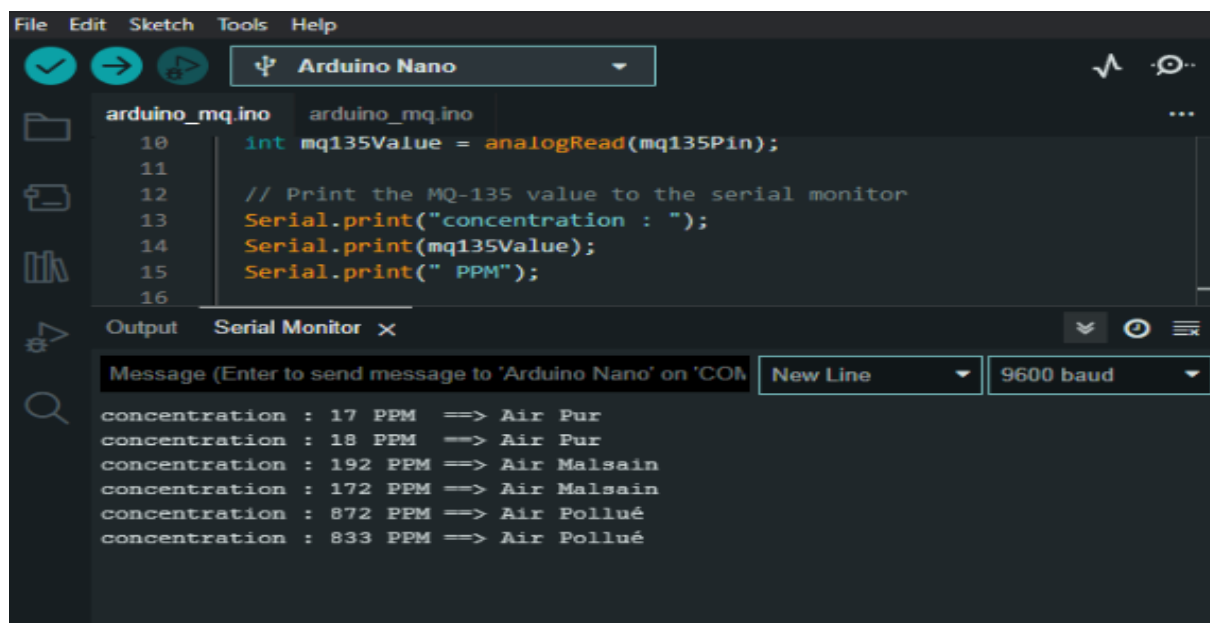


Fig. 4.3 : résultat du test du MQ-135

### 3. Montage et test du Capteur DHT11

Ce capteur mesure la température et l'humidité de l'air afin de les contrôler au besoin,

Pour ce test, nous avons besoin d'une carte Arduino, d'une carte de test et de capteurs,

La méthode d'installation est la suivante :

DHT11	Arduino
Vcc	5V
D0	D2
GND	GND

Tableau 4.2 : raccordement du capteur DHT11 avec Arduino

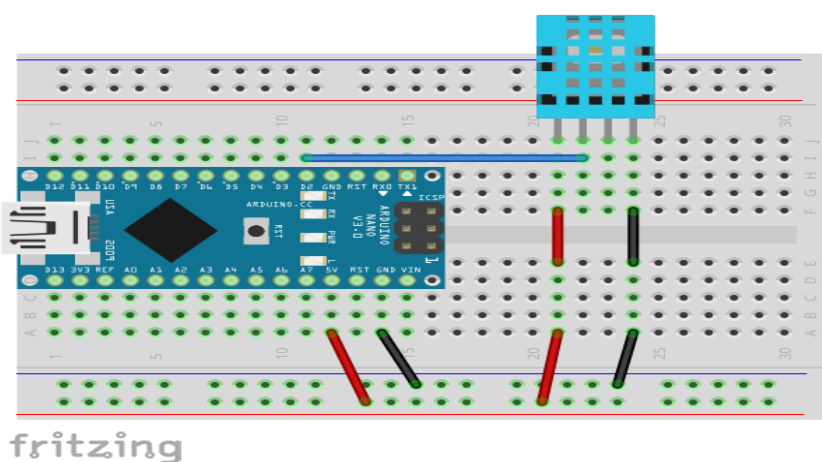


Fig. 4.4 : montage du capteur MQ-135 avec Arduino

Après la réalisation du montage précédent, nous devons programmer la carte Arduino pour qu'elle mesure l'humidité de l'air à l'aide du capteur (dans ce test, nous avons utilisé le capteur pour mesurer uniquement l'humidité, et la température est mesurée à l'aide du capteur LM-35 car il a une plage de détection plus large que la DHT et l'incertitude est faible [0,1 °C par rapport à 0,5 °C]).

Après programmation, on remarque sur IDE Arduino, qu'il affiche les résultats selon la variation des niveaux d'humidité.

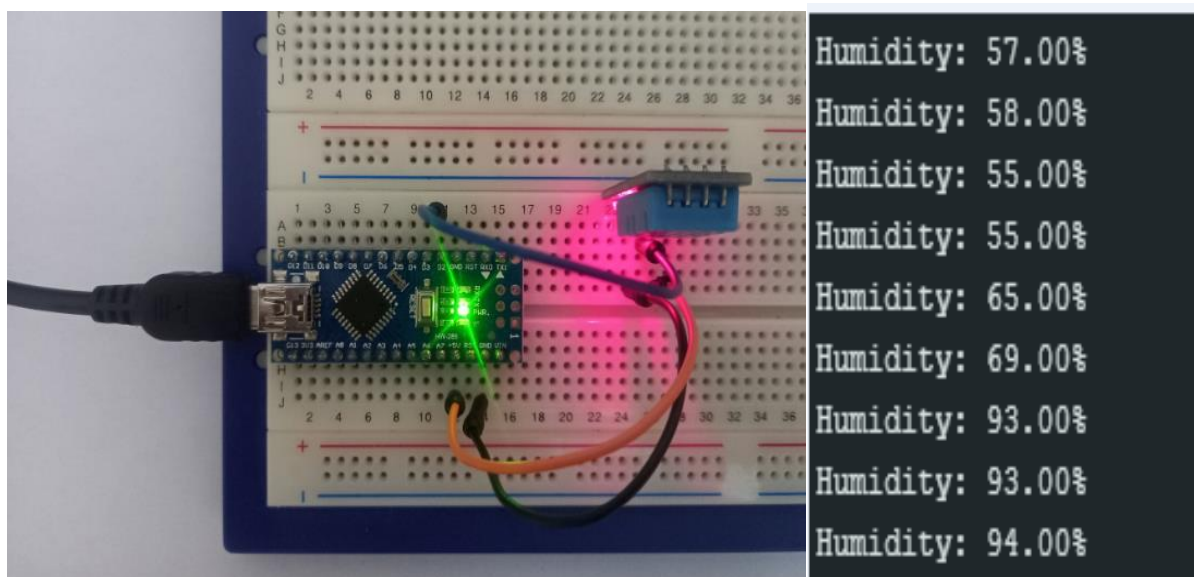


Fig. 4.5 : montage réel et test du capteur DHT11 avec Arduino

#### 4. Montage et test du Capteur LM 35

Ce capteur a la forme d'un transistor, il est destiné à détecter une température comprise entre- 50 °C et + 150 °C, la bonne température pour les vaches est considérée comme une motivation de bien-être qui, à son tour, contribue à la production.

Pour ce test, nous avons besoin d'une carte Arduino, d'une plaque d'essai, de capteurs, et le relais se fait comme suit :

LM35	Arduino
Pin à gauche	5V
Pin au milieu	A0
Pin à droite	GND

Tableau 4.3 : raccordement du capteur LM 35avec Arduino

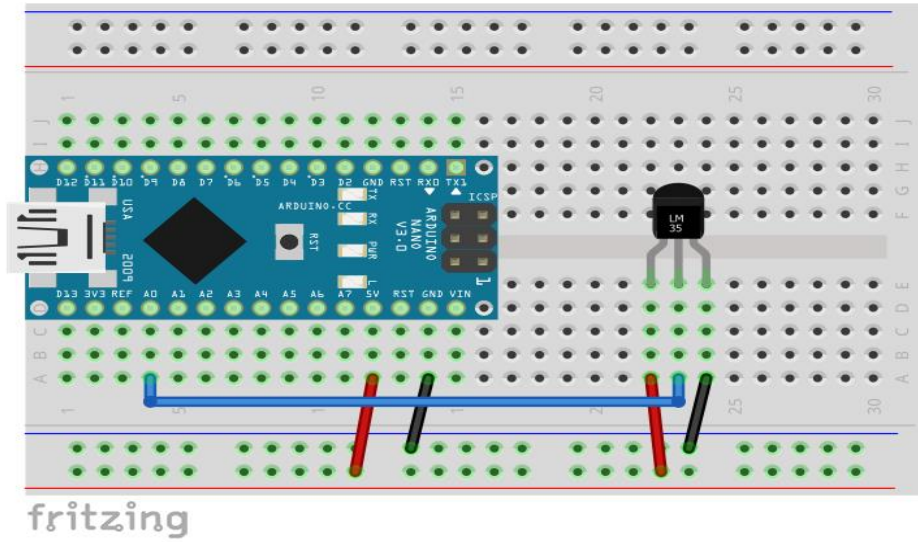


Fig. 4.6 : montage du capteur LM35 avec Arduino

En ce qui concerne les conditions de températures, nous avons mentionné que :

Température < 20 ==> climat froid

Température > 20 ==>climat chaud.

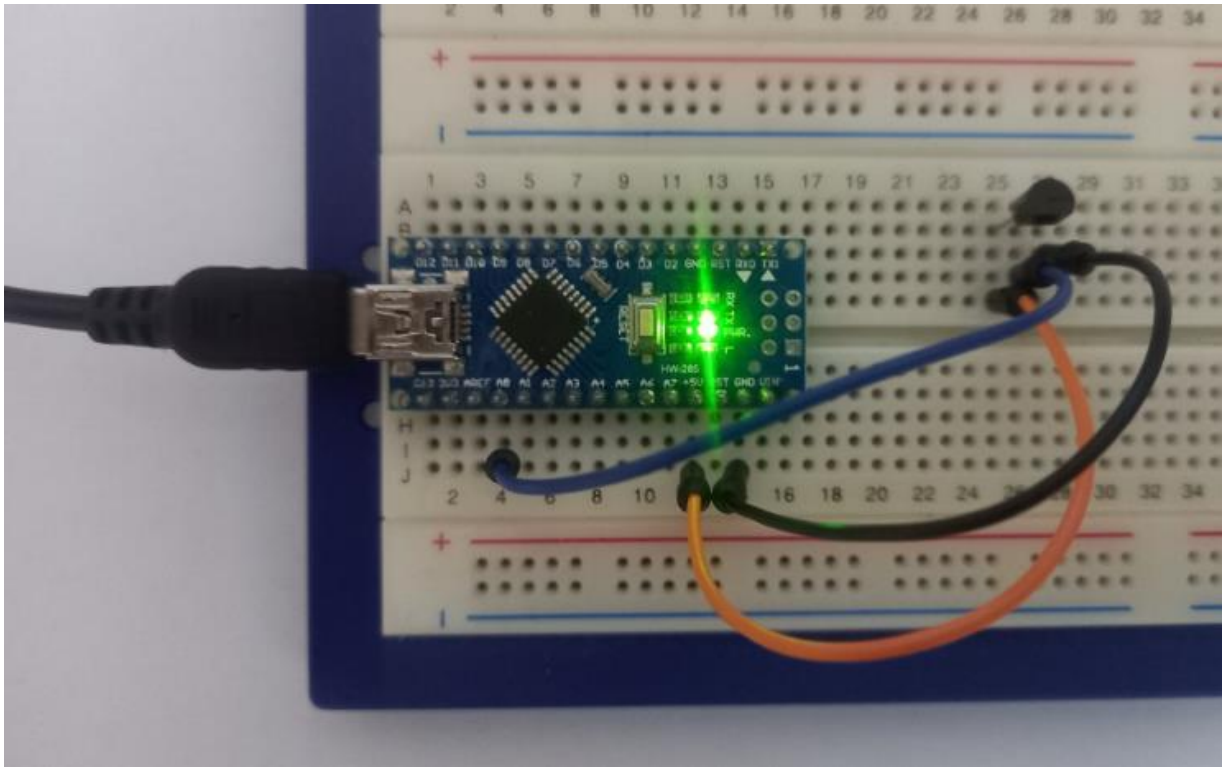


Fig. 4.7 : montage réel du capteur LM 35 avec Arduino

```

Temperature = 12.69 Degree Celsius
Temperature = 13.66 Degree Celsius
Temperature = 13.66 Degree Celsius
Temperature = 14.64 Degree Celsius
Temperature = 14.15 Degree Celsius
Temperature = 15.13 Degree Celsius
Temperature = 13.66 Degree Celsius
Temperature = 14.64 Degree Celsius
Temperature = 14.15 Degree Celsius
Temperature = 14.15 Degree Celsius
Temperature = 22.94 Degree Celsius
Temperature = 23.91 Degree Celsius
Temperature = 26.84 Degree Celsius
Temperature = 27.82 Degree Celsius
    
```

Fig. 4.8 : résultat du test du LM 35

### 5. Montage et test du Capteur LDR

C'est un capteur de lumière à impédance variable qui varie en fonction du flux lumineux, pour le relais, le capteur a 2 broches (non polarisées), ses broches sont migrées vers Arduino comme suit :

LDR	Arduino
pin 1	5V
Pin 2	A0
	GND (résistance)

Tableau 4.4 : raccordement du capteur LDR avec Arduino

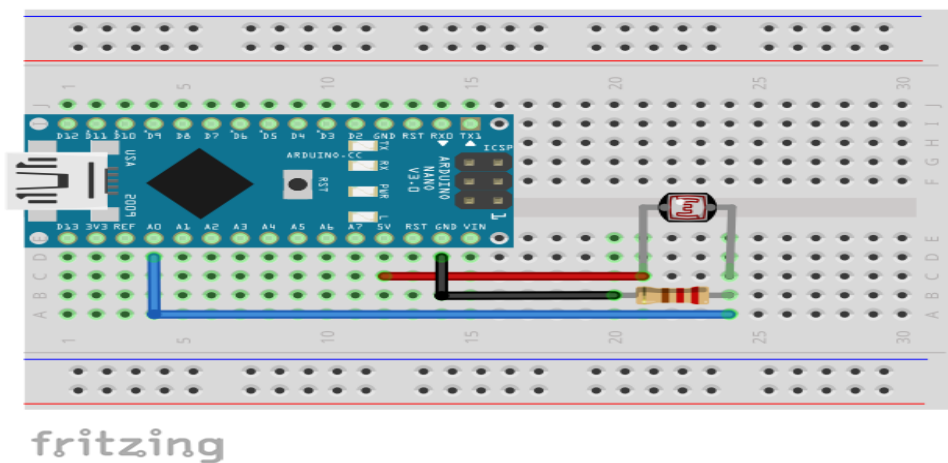


Fig. 4.9 : montage du capteur LDR avec Arduino

Pour tester ce capteur, nous avons programmé avec Arduino pour capturer la quantité de lumière chaque minute (1mn), les images suivantes extraites de l'IDE Arduino montrent le fonctionnement et les résultats obtenus.

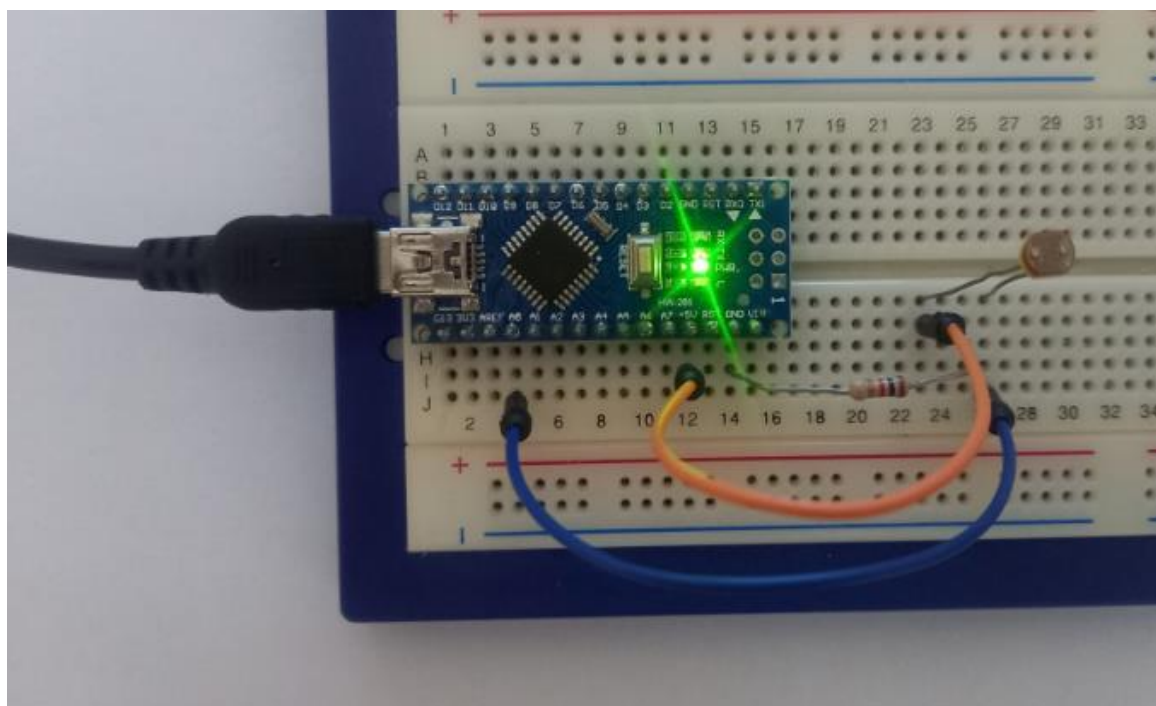


Fig. 4.10 : montage réel du capteur LDR avec Arduino

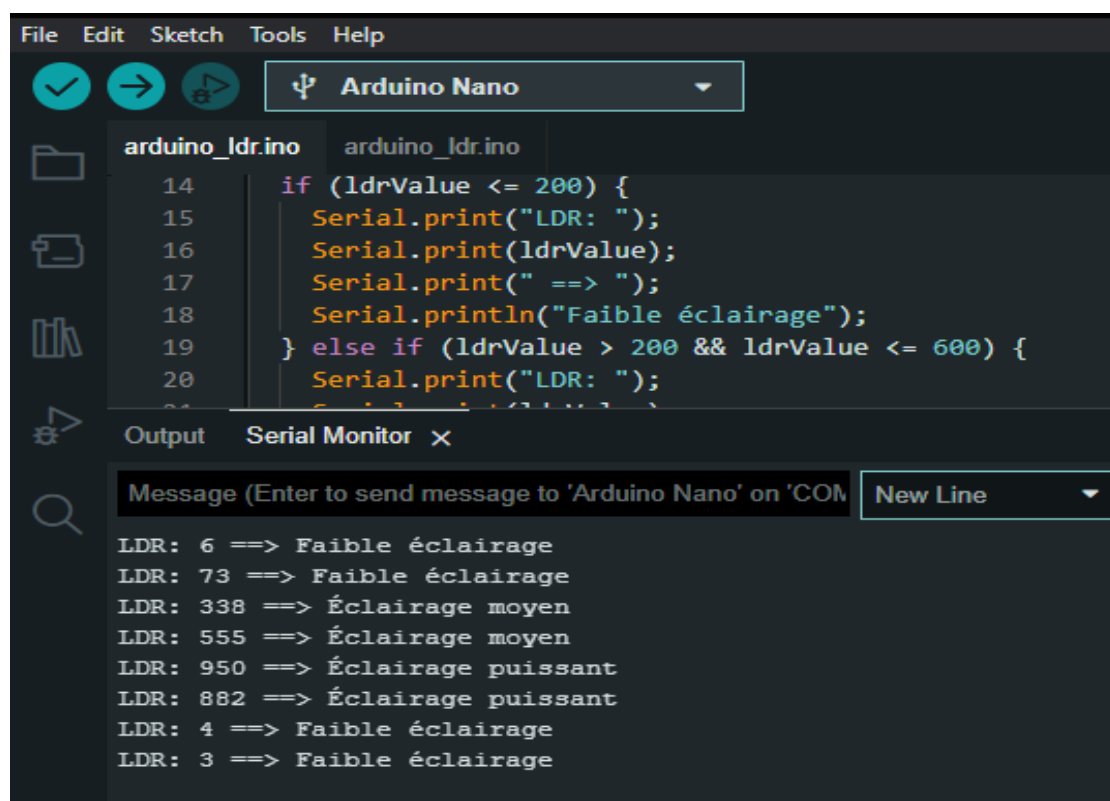


Fig. 4.11 : résultat du test du LDR

## 6. Montage et teste du LoRa SX-1278

LoRa c'est un transceiver (émetteur-récepteur de grande portée jusqu'à 10000 m), dans ce test on veut envoyer les données du capteur LM35 vers LoRa au récepteur d-duino, l'émetteur est constitué d'une carte Arduino, un capteur LM35, plaque d'essai et une carte LoRa, on a relié Arduino avec LM35 comme le tableau précédent (test du LM35avec Arduino) [tableau 12 ]

Et LoRa avec Arduino comme suite :

LoRa SX-1278	Arduino
3.3V	3.3V
GND	GND
EN/NSS	D10
G0/DIO0	D2
SCK	D13
MISO	D12
MOSI	D11
RST	D9

Tableau 4.5 : raccordement du LoRa SX-1278 avec Arduino

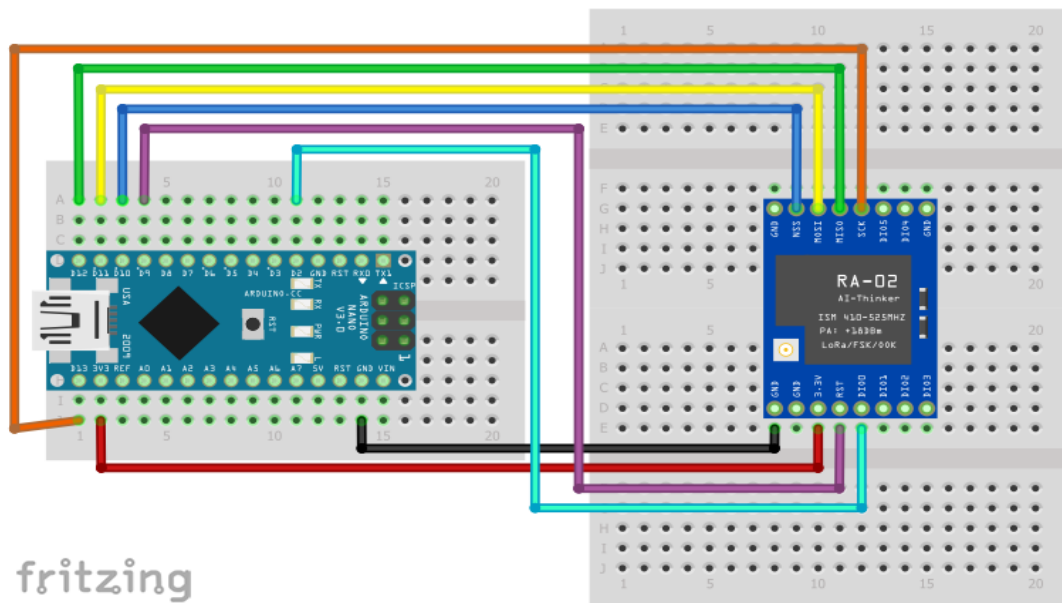


Fig. 4.12 : montage du LoRa SX-1278 avec Arduino

Le récepteur est constitué d'une carte d-duino, une carte LoRa et une plaque d'essai, le raccordement est comme suite :

LoRa SX-1278	d-duino
3.3V	3.3V
GND	GND
NSS	D8
MOSI	D7
MISO	D6
SCK	D5
RST	D0

Tableau 4.6 : raccordement du LoRa SX-1278 avec carte d-duino

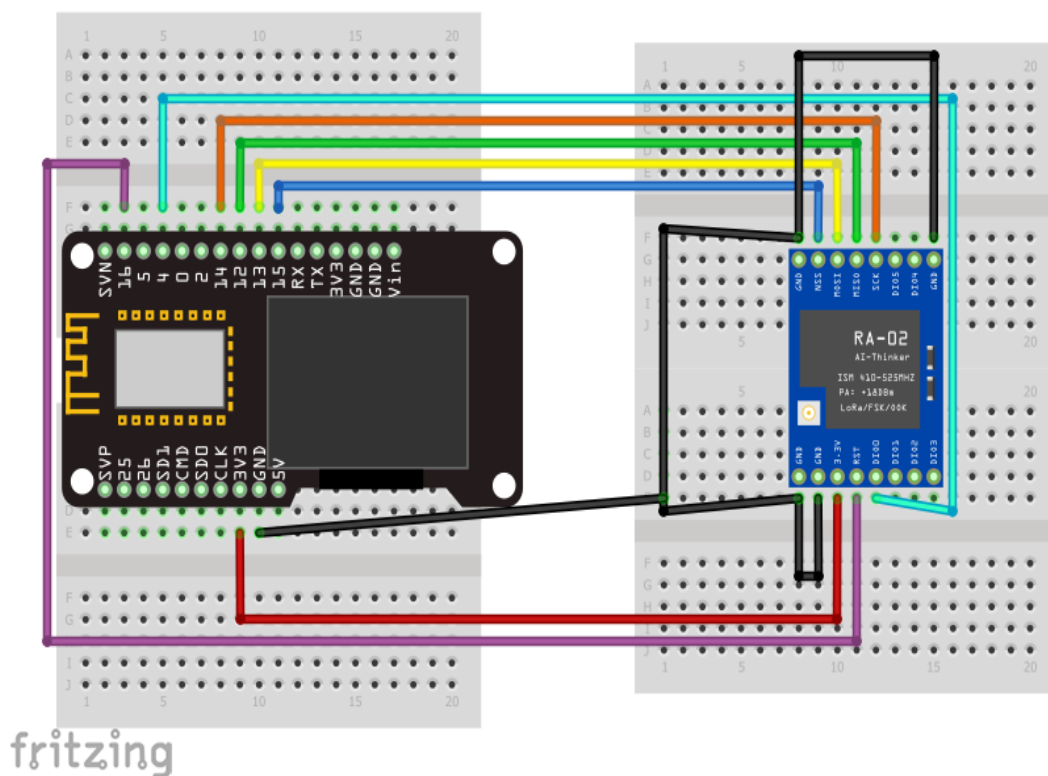


Fig. 4.13 : montage du LoRa SX-1278 avec carte d-duino

Pour le test, on a programmé l'émetteur pour qu'il transmet la valeur de la température capté par LM35 chaque 1 min, alors que le récepteur lis les données et les affichent, l'interface Arduino Serial montre le processus,

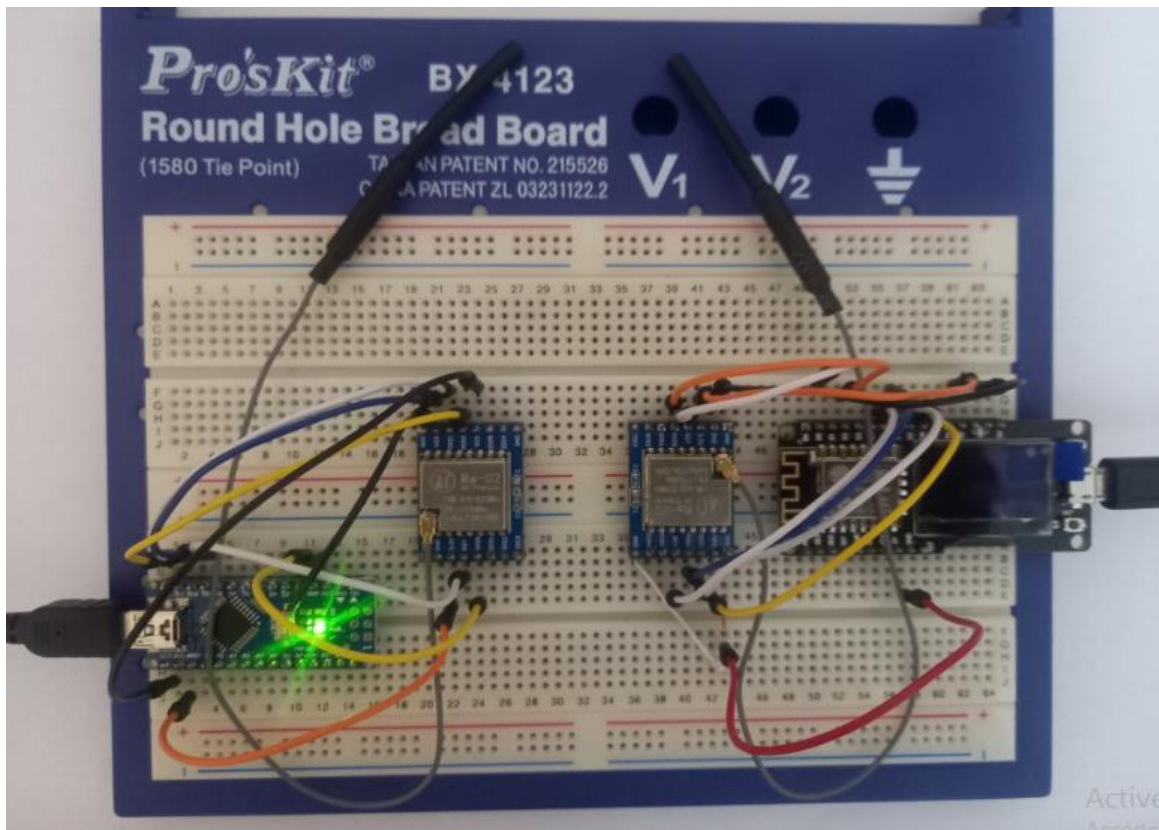


Fig. 4.14 : montage réel du LoRa SX-1278 avec carte d-duino

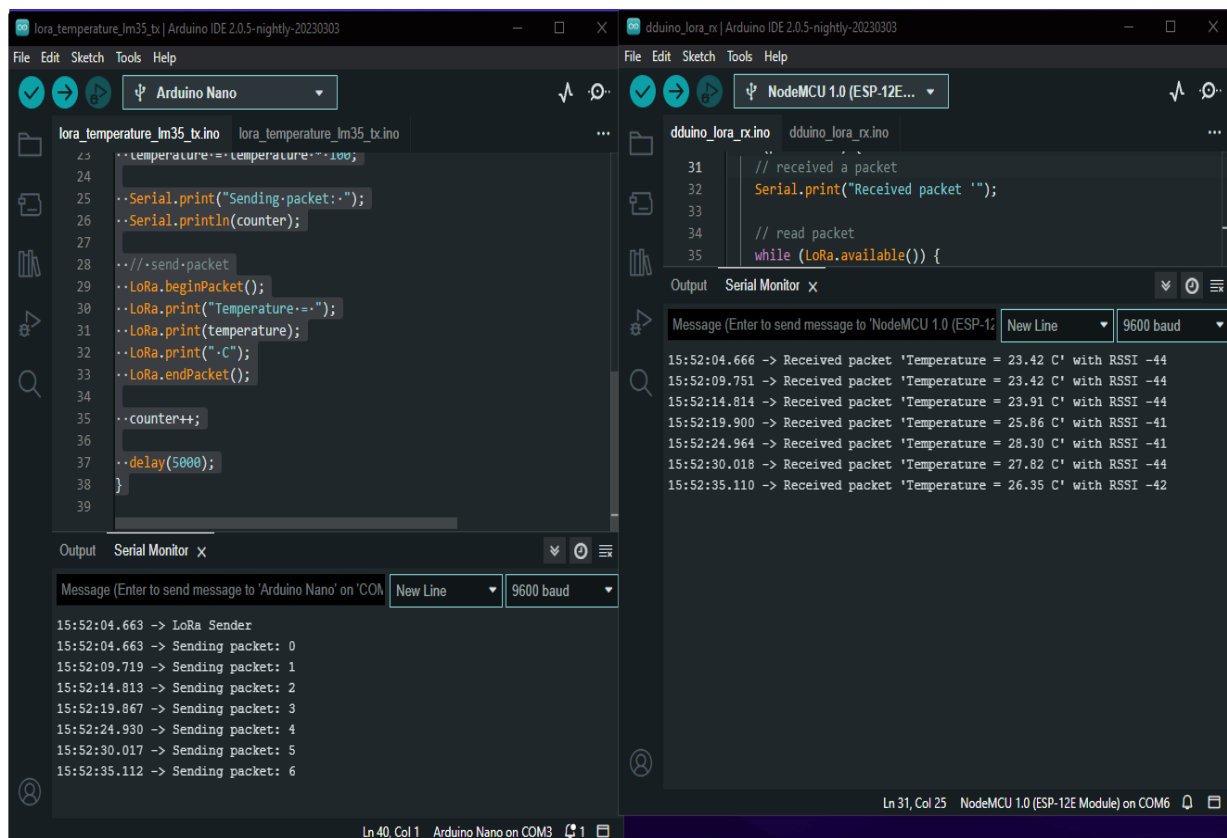


Fig. 4.15 : résultat du test du LDR



## 7. Les démarches de conception de notre bâtiment d'élevage

Notre projet consiste à réaliser un système de surveillance des bâtiments d'élevage bovins, alors nous avons divisé notre travail en 3 phases principales :

- Acquisitions, traitement et transmission des données.
- Réception et visualisation de ces données (à distance, mais dans la même zone).
- Visualisation de ces données partout dans le monde (à l'aide d'une application).

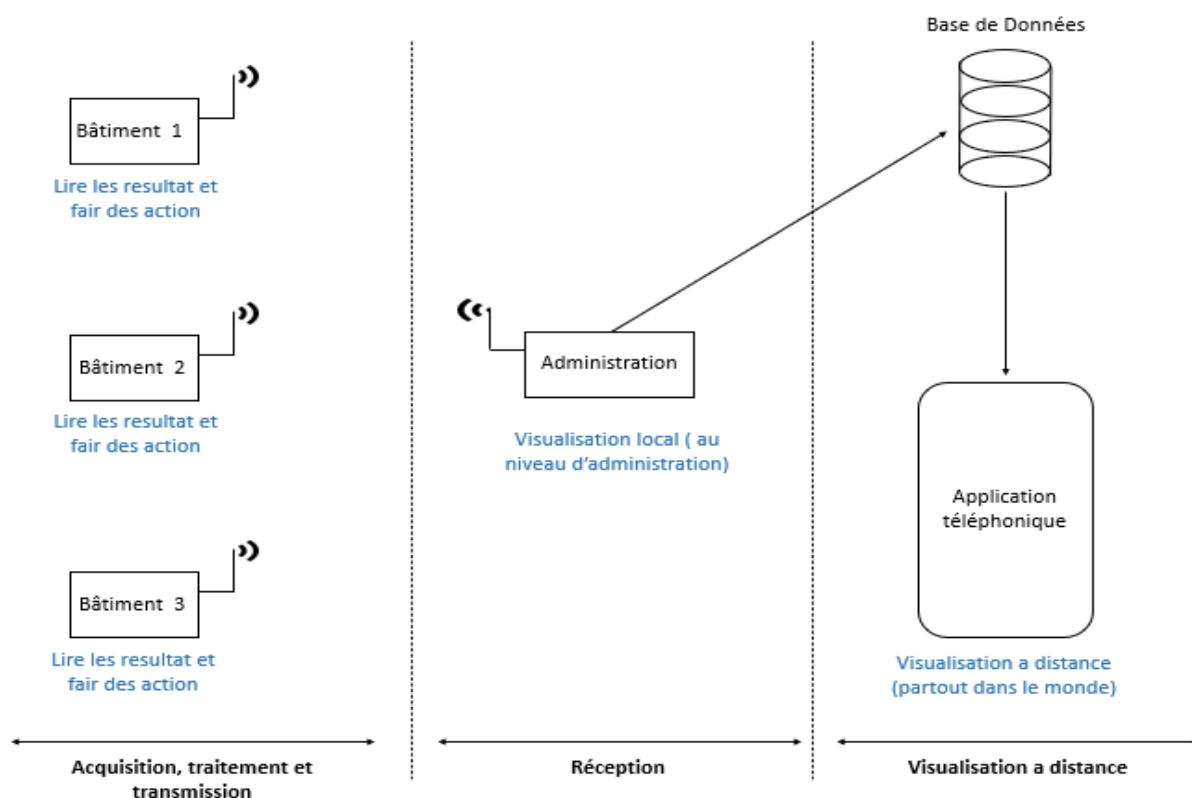


Fig.4.16 : Schéma proposé pour la surveillance et la visualisation des Bâtiments d'élevage bovin.

- Dans la première phase, nous avons constitué un système qui collecte les paramètres climatiques tels que température, humidité et gaz d'ammoniac à l'intérieur des bâtiments, par la suite il traite ces données pour faire des actions en cas d'états anormaux et de passer ses données à une deuxième carte puis va les transmettre.
- Dans la deuxième phase, nous avons constitué un système qui est capable de recevoir ces données et les visualiser sur un écran (OLED).
- Dans la troisième phase, nous avons programmé une application sur téléphone pour visualiser ces données climatiques à distance.

## 8. Acquisition, traitement et transmission des données

Pour comprendre le fonctionnement de la première phase, on a le logigramme suivant :

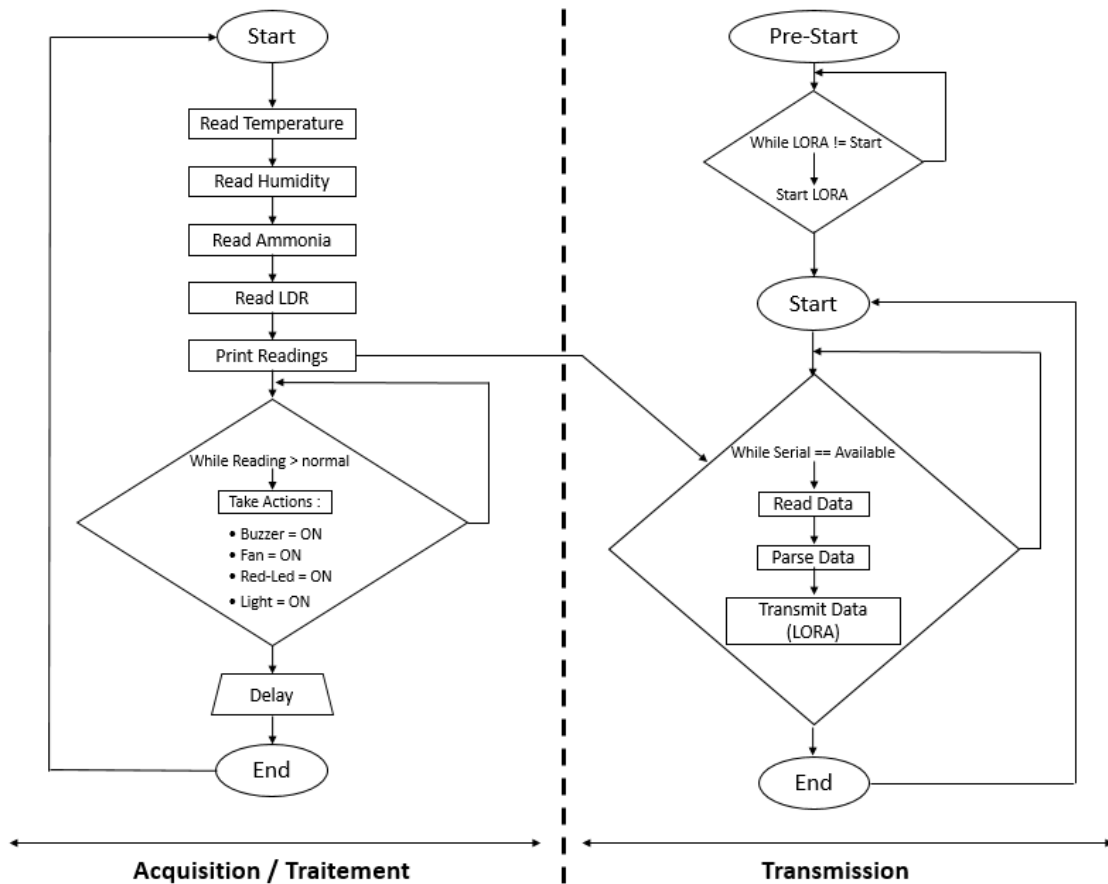


Fig.4.17 : Logigramme du fonctionnement de la partie d'acquisition, traitement et transmission

Comme le montre le logigramme, la partie d'acquisition et traitement commence par la lecture des paramètres climatiques (température, l'humidité, l'ammoniac, et de l'intensité lumineuse) et les affichent (sur Arduino IDE).

Puis le programme vérifie les résultats de la lecture si elles sont dans la plage des valeurs normale ou non, alors si elles sont anormales, il va faire les actions suivantes la lecture, par exemple, si la température est élevée ( $> 35$  comme mentionné dans le chapitre 3 des valeurs normal), il va allumer la lumière et l'extracteur pour extraire la chaleur et en parallèle le Buzzer et la LED rouge pour alerter les éleveurs, et refaire ces actions tant que la température n'est pas normale, et la même chose pour les autres paramètres (gaz d'ammoniac et l'humidité).

Pour la partie de la transmission, en premier lieu, il va assurer la connectivité avec le module LoRa, et puis tant qu'il y a des données venant de la première carte, il va les transmettre.



**8.2. Partie de transmission :**



Module	Figure	Quantité
Arduino nano		1
LoRa SX1278 ra-02		1

Tableau 4.8 : Les composants utilisés dans la réalisation de la partie de transmission

Le montage est fait comme le montre le schéma réalisé suivant (en utilisant

Fritzing) :

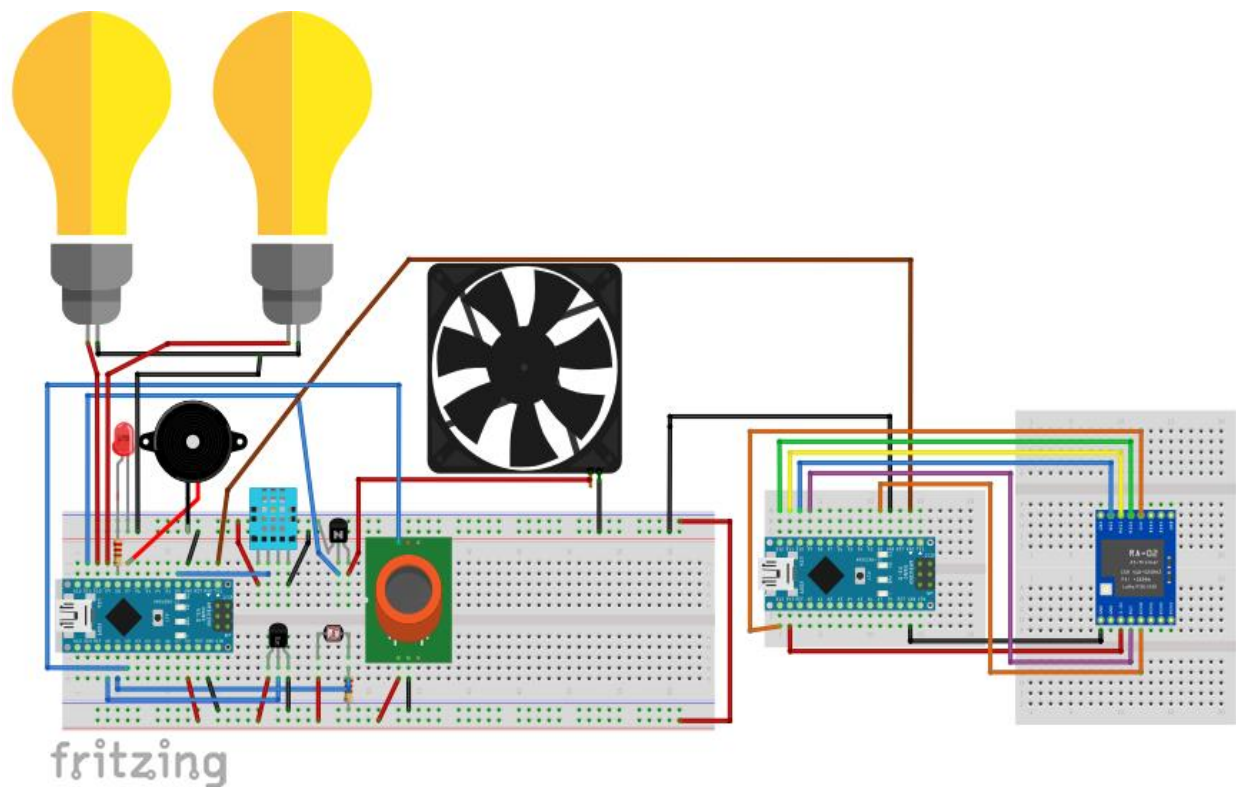


Fig.4.18 : Le montage du circuit final de la partie d'acquisition, traitement et transmission

Où :

- Le DHT11 pour la lecture de l'humidité
- Le LM35 pour la lecture de la température (on a utilisé lm35 parce qu'il a une grande plage de détection et une lecture plus précise que DHT11)

- Le MQ-135 pour la lecture de l'ammoniac
- Le LDR pour la lecture de l'intensité lumineuse.
- Le Buzzer et la LED rouge pour les alertes.
- L'extracteur pour extraire l'air chaud, l'humidité et l'ammoniac (on a utilisé un transistor de type NPN (2n2222) pour qu'il nous permet de contrôler l'extracteur).
- Les LED pour l'éclairage.
- Arduino nano pour l'acquisition et le traitement de ces données.

La partie de la transmission est composée d'une carte Arduino nano reliée avec l'Arduino qui fait l'acquisition et le traitement ainsi relié avec le module LoRa SX1278 ra-02, ce dernier est réglé à une fréquence d'émission = 443MHz, et une puissance = 20dbm.

Voici le montage final du 1<sup>ère</sup> partie :

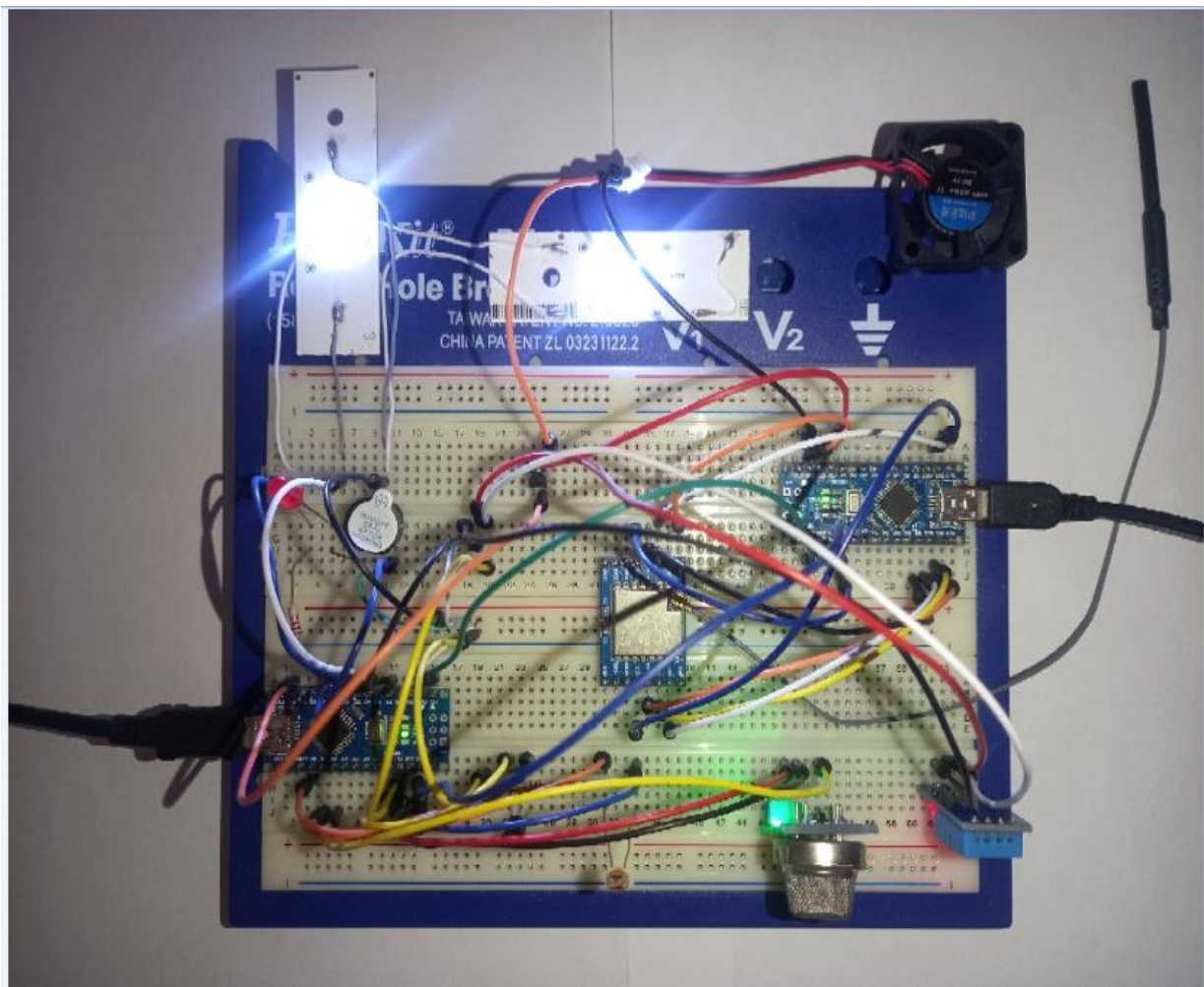


Fig.4.19 : Le montage final de la partie d'acquisition, traitement et transmission

## 9. Réception, visualisation des données

Pour comprendre le principe de la deuxième phase, on a le logigramme suivant :

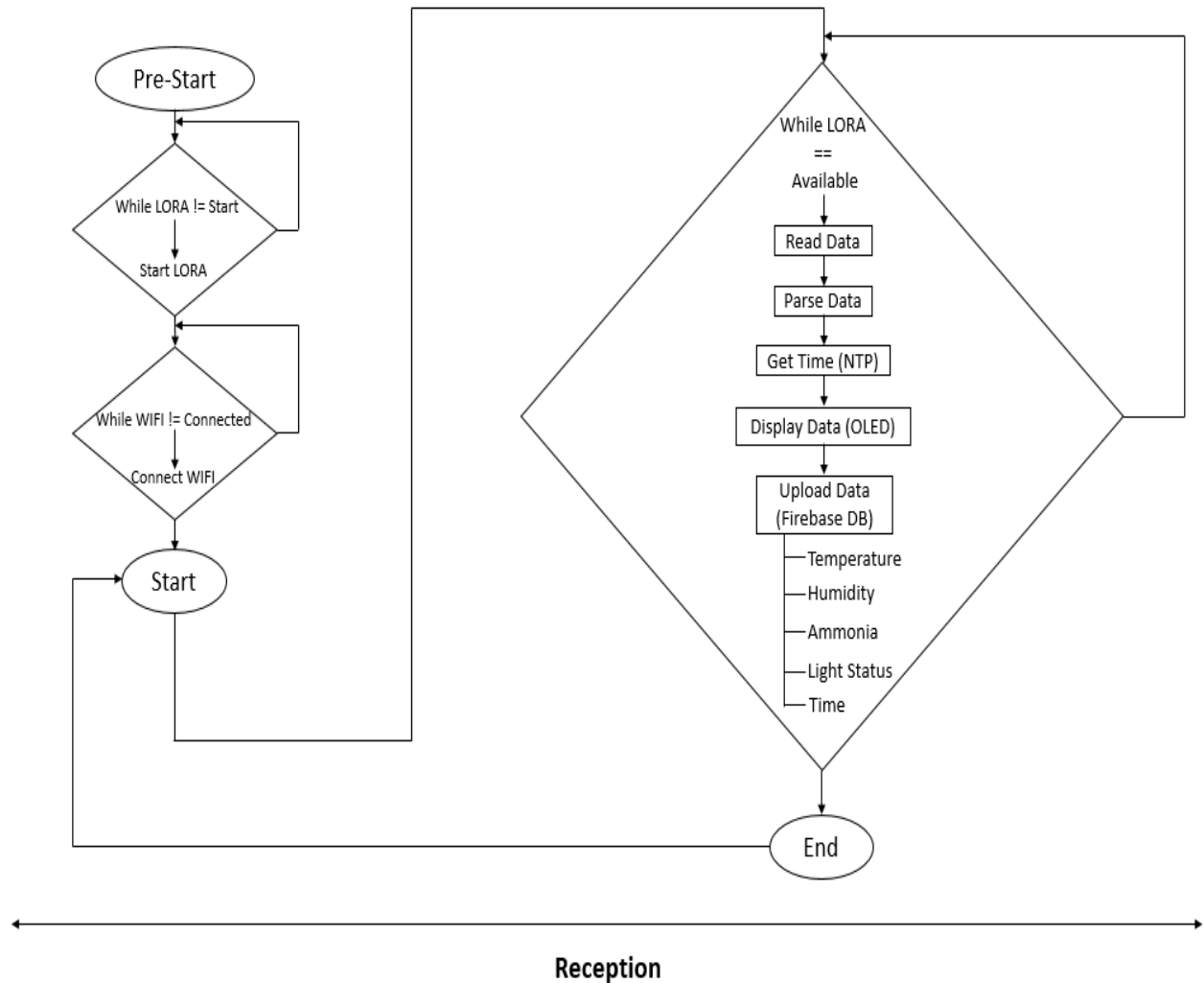


Fig.4.20 : Logigramme du fonctionnement de la partie de réception

Comme le montre le logigramme de la deuxième partie, premièrement, il assure la connectivité du module LoRa, puis il assure la connexion avec le WIFI, après tant qu'il y a un message à recevoir, il lit ce message, récupère le temps à partir de l'internet (server NTP), puis un affichage est fait sur OLED, par la suite on va les télécharger dans une base de données (Firebase) pour usage ultérieur. Sinon, il va refaire l'étape précédente.

Pour cela, on va relier les composants électroniques suivantes :



Module	Figure	Quantité
D-DUINO ESP8266		1
LoRa SX1278 ra-02		1

Tableau 4.9 : Les composants utilisés dans la réalisation de la partie de réception

La partie réception est mentionnée par le schéma fritzing suivant :

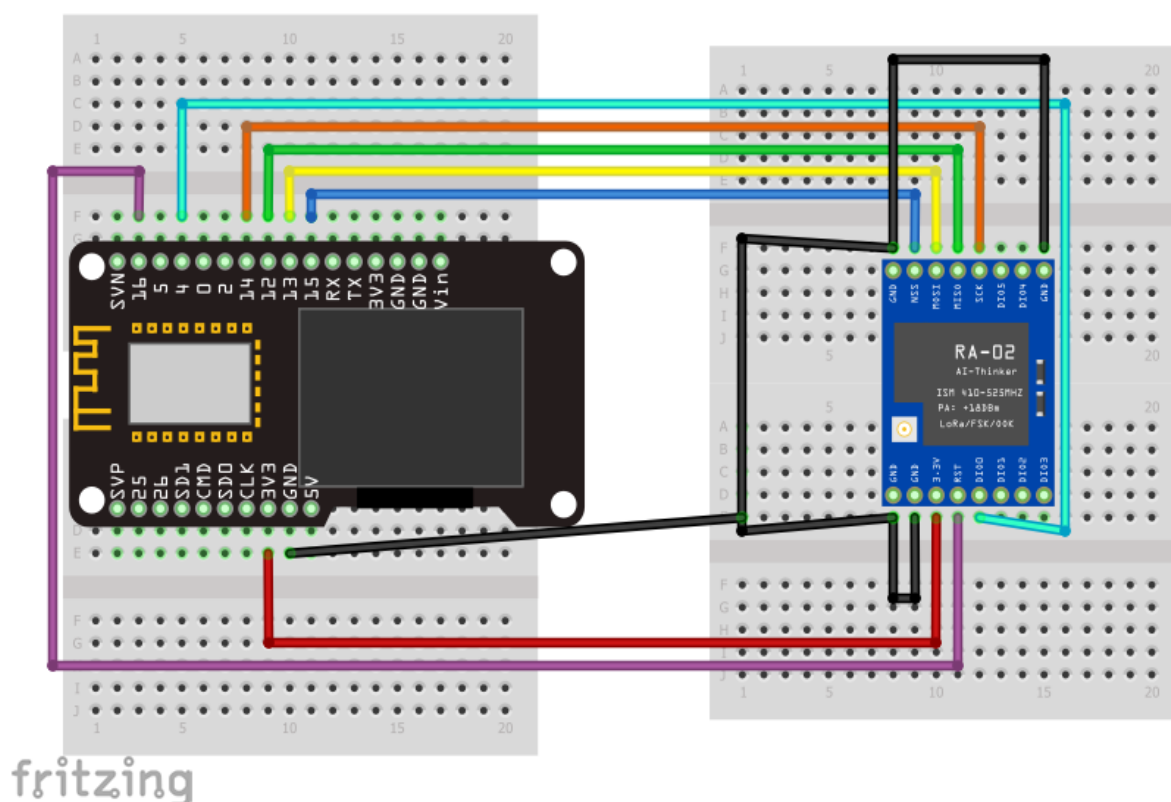


Fig.4.21 : Le montage du circuit final de la partie de réception

Le système est composé d'un module LoRa SX1278 ra-02 qui joue le rôle d'un récepteur, et une carte d-duino ESP8266 qui affiche ces données reçues et les télécharge dans la base de donnée (Firebase).

L'architecture de la base de données est montrée par la figure suivante :

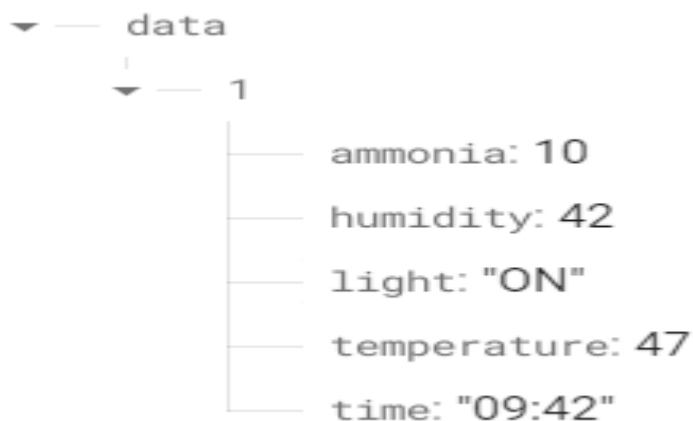


Fig.4.22 : L'architecture de la base de données

Son architecture est de forme hiérarchique, chaque fois des données reçue par LoRa, la carte d-duino ESP8266 les téléchargerait à la base de données

Nous avons rencontré un problème d'affichage, il ne fonctionne pas sauf si on enlève le pin du GPIO0 qui est connecté à D2 (pin 4 dans fritzing), parce que par défaut, l'afficheur OLED est soudé avec ce dernier.

Pour ne pas avoir ce problème au niveau de la réception, nous avons configuré la fréquence de réception à 433MHz (la même pour la transmission).

Voici le montage final de la 2<sup>ème</sup> partie :

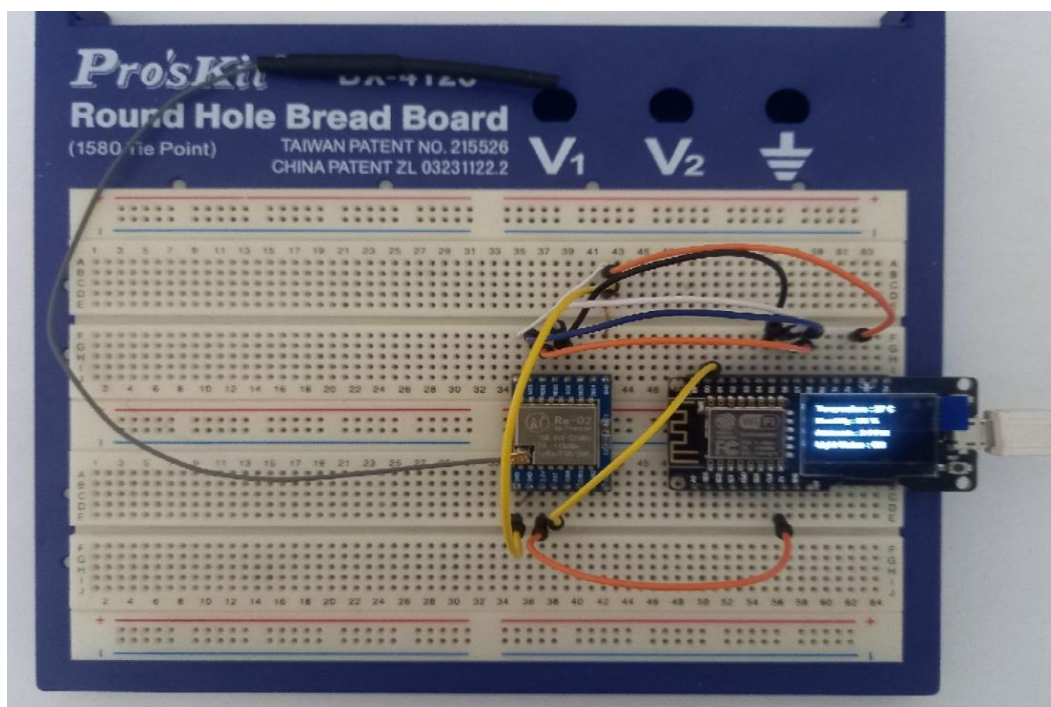


Fig.4.23 : Le montage final de la partie de réception



## 10. Visualisation à distance

Pour mieux suivre l'état du bâtiment d'élevage même à distance, nous avons développé une application téléphonique avec Flutter nommé (Cow-Watch-24), cette application peut s'exécuter en 6 plateformes différentes en utilisant le même code de base, ces plateformes sont :

- ANDROID.
- IOS.
- WINDOWS.
- LINUX.
- MAC.
- WEB.

Le logigramme suivant montre comment l'application fonctionne :

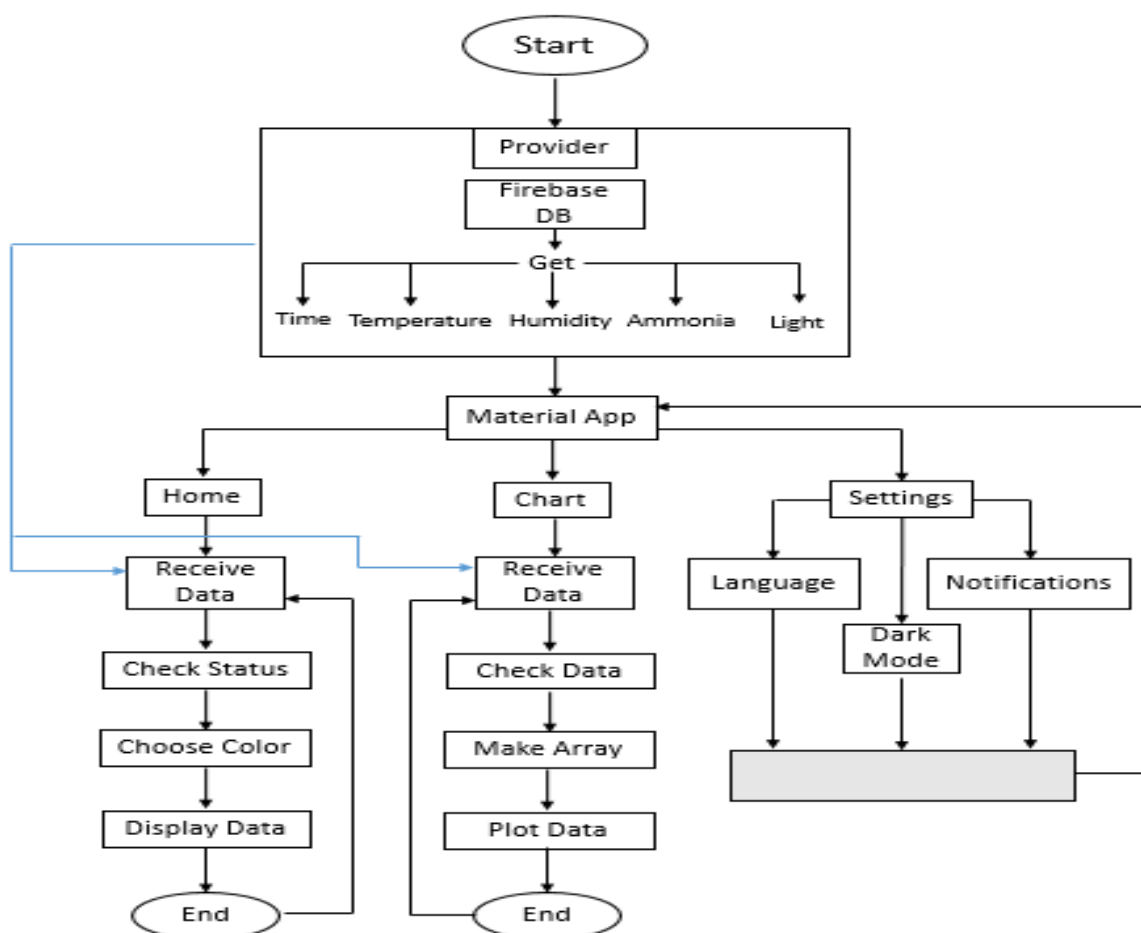


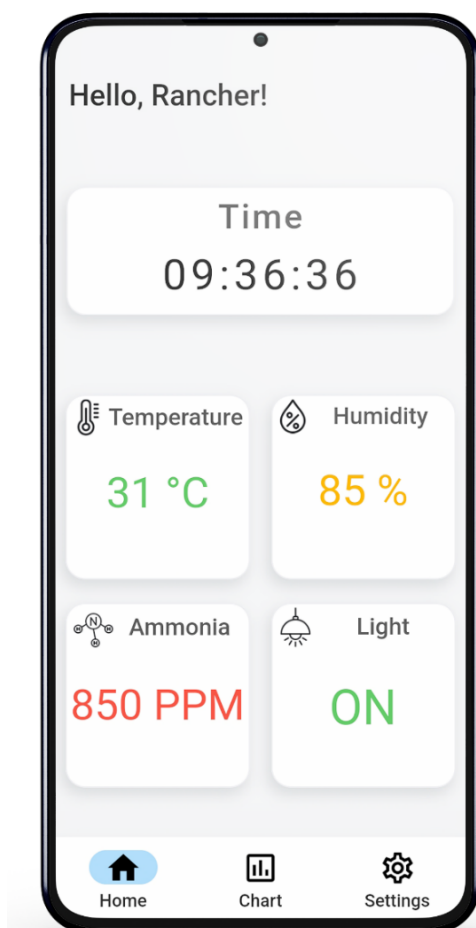
Fig.4.24 : Logigramme du fonctionnement de la partie de visualisation

D'après le logigramme mentionné, cette application est constituée de 3 interfaces : Home, Chart et Settings.

L'application commence par récupérer les données (temps, température, taux d'humidité, taux d'ammoniac et l'état d'éclairage) depuis la base de données (Firebase RTDB) en utilisant la gestion d'état « Provider », ce provider est comme le Root pour Material App,

- Pour la page d'accueil il commence par recevoir les données depuis Provider, vérifier ces données, choisir une couleur suivant les conditions et les affichent sur l'écran.
- Pour la page des graphes, il commence par recevoir les données depuis Provider, vérifier ces données, les insérer dans une matrice et enfin construire un graphe.
- Pour la page Settings, il contient des fonctions de réglage pour l'application elle-même.

### 10.1. La page d'accueil



## HOME PAGE

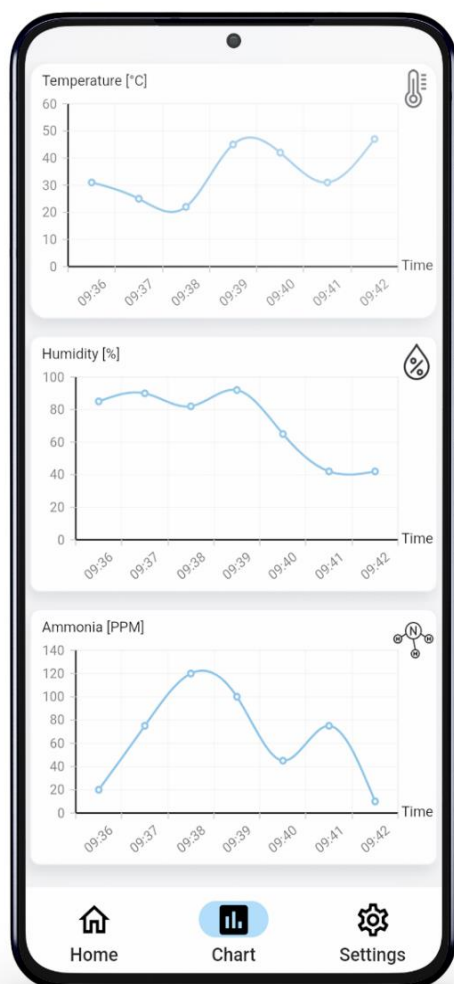
- Real time display for each parameter such as Temperature, Humidity, Ammonia and Light
- Alerts based on status colors :
  - : normal status
  - : warning status
  - : critical status
- Helps to get an accurate understanding of the current conditions

Fig.4.25 : Présentation de la page d'accueil

Cette page affiche les paramètres du bâtiment d'élevage, notamment la température, l'humidité, l'ammoniac et l'état de la lumière (allumée/éteinte), il offre une visualisation claire et concise de ces paramètres essentiels. Les valeurs de température, d'humidité, d'ammoniac et d'éclairage peuvent être actualisées en temps réel pour afficher les données les plus récentes recueillies par les capteurs DHT11, MQ-135, LM35 et LDR.

Il utilise aussi des couleurs pour représenter l'état des paramètres. Par exemple, une couleur verte pour indiquer des valeurs normales, une couleur orange pour indiquer des valeurs légèrement élevées ou réduites, et une couleur rouge pour indiquer des valeurs critiques ou dangereuses.

## 10.2. La page des graphes



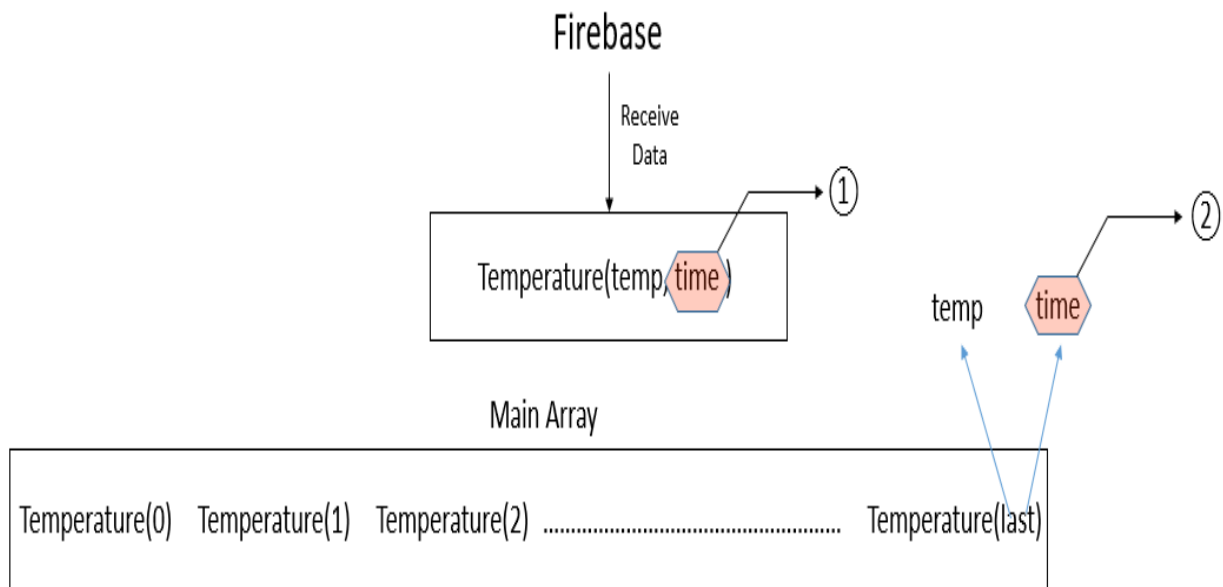
## CHART PAGE

- Real time visualization of Temperature, Humidity and Ammonia levels
- Automatic updates every 1 min to display the latest data (adjustable)
- Historical Data
- Dynamic chart rendering and animation

Fig.4.26 : Présentation de la page des graphes

La page des graphes nous permet d'explorer l'évolution des paramètres climatiques (température, humidité et ammoniac) au fil du temps. Des graphiques clairs et informatifs sont générés en fonction des données collectées.

Après chaque nouvelle donnée récupérée, une comparaison est faite avec la dernière valeur de la matrice, s'il y a une incrémentation (par 1 min), il ajoute les dernières valeurs au matrice principale comme le montre la Fig.4.27 (exemple du graphe de température) :



- if (① == ②) => return; // do nothing.
- else => MainArray.add(new.Temperature);

Fig.4.27 : principe de la fonction de comparaison

Où « temp » représente la valeur de la température, et « time » représente le temps de la lecture de cette valeur (temp).

Finalement, puisque la taille d'écran sur un smartphone est petite, on a limité les points à afficher sur le graphe à la fois à 10 points, pour cela, on a ajouté une condition comme le montre le logigramme suivant :

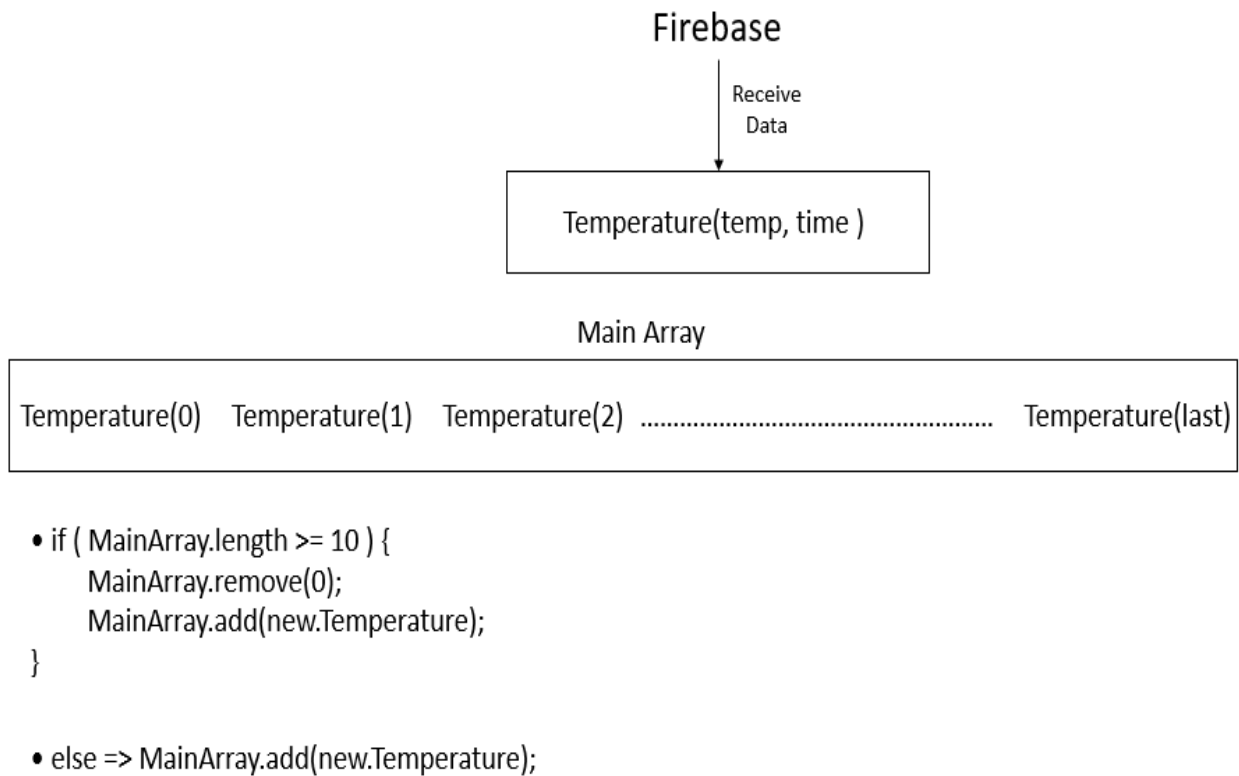
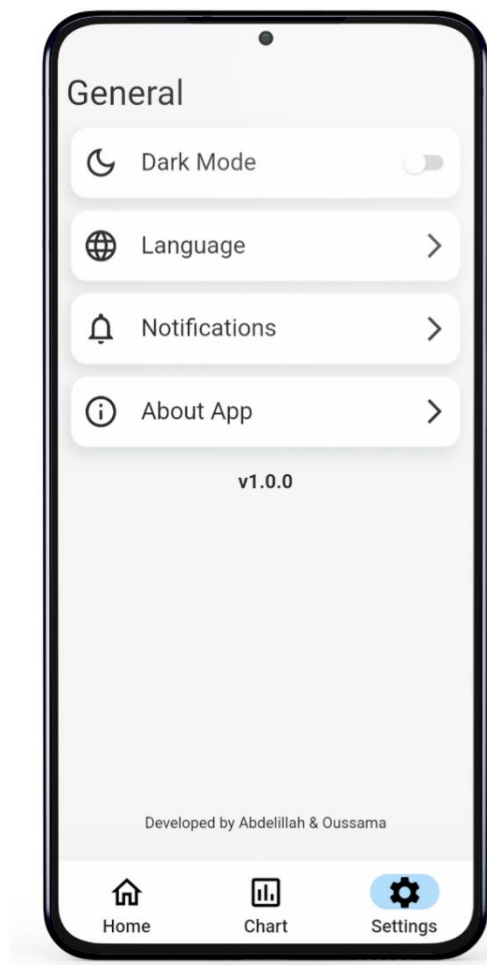


Fig.4.28 : Principe de la fonction de vérification

Cela indique que si la matrice est supérieure ou égale à 10, il va supprimer la première valeur, puis ajoute la nouvelle valeur, sinon, il va ajouter directement la nouvelle valeur.

### 10.3. La page des paramètres

La page des paramètres nous permet de personnaliser l'application selon nos préférences. Nous pouvons activer le mode sombre pour une expérience visuelle différente et plus confortable en adaptant les couleurs de l'interface à un fond sombre. De plus, nous pouvons choisir la langue de l'application pour une meilleure convivialité. Nous avons également la possibilité de configurer les notifications, qui nous permettent la réception des alertes ou des rappels concernant les paramètres climatiques. Cette page offre un contrôle pratique sur les fonctionnalités de l'application elle-même, nous offrant ainsi une expérience utilisateur plus personnalisée.



## SETTINGS PAGE

- Enable or Disable dark mode for a personalized visual experience
- Select your preferred language for the app interface
- Manage and customize notifications based on your preferences
- Learn about the purpose, features and functionality of the app

Fig.4.29 : Présentation de la page des paramètres

### 11. Réalisations du Prototype

On a construit un prototype d'un bâtiment d'élevage pour monter les composantes électroniques précédentes, les dimensions du prototype sont :

- Longueur : 50 cm
- Largeur : 30 cm
- Hauteur : 32 cm

Ce prototype a un toit ouvrable pour facilement installer les composantes à l'intérieur, voici quelques images de notre prototype :

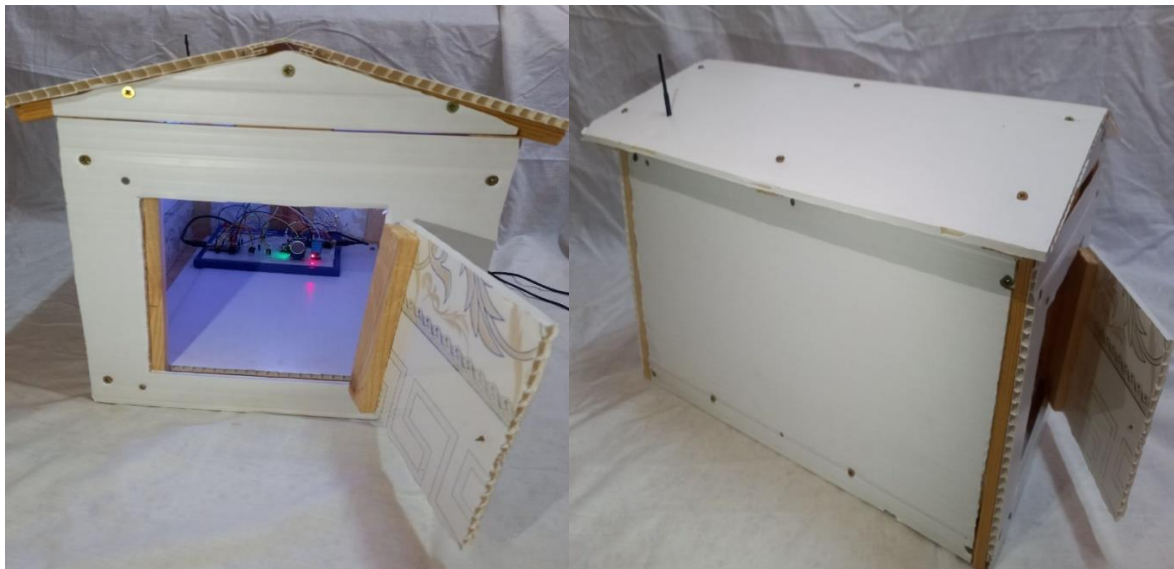


Fig.4.30 : l'extérieur du prototype du bâtiment délavage réalisé

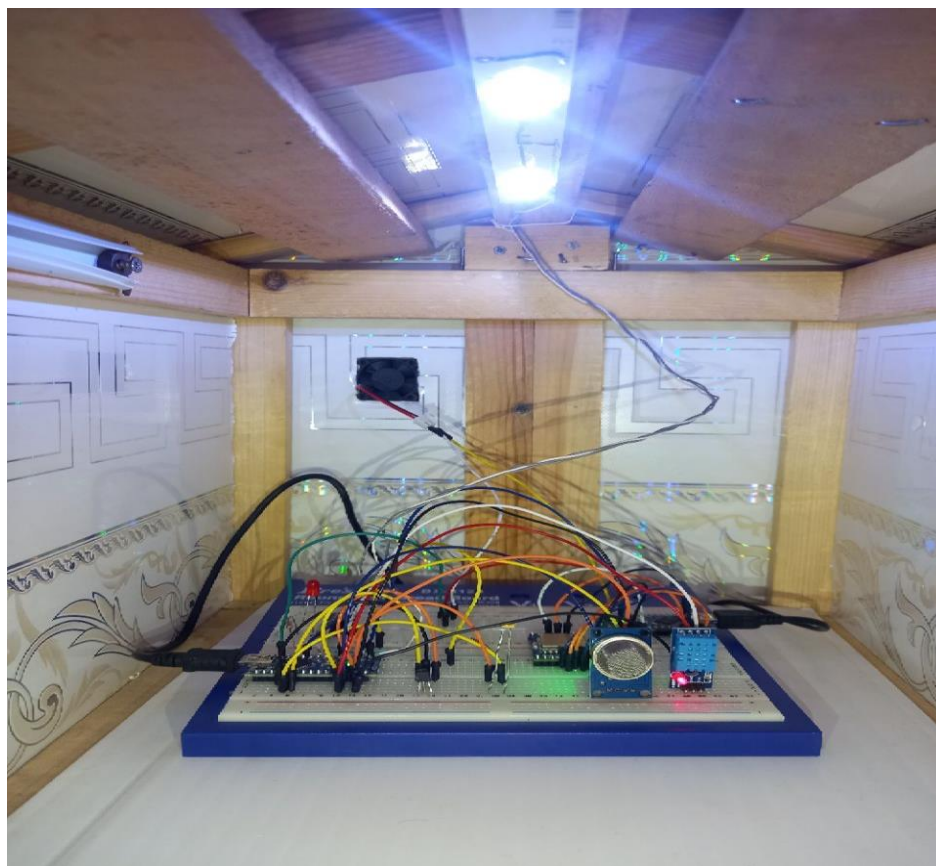


Fig.4.31 : l'intérieur du prototype du bâtiment d'élavage réalisé

Pour la phase de réception, les données sont affichées après avoir été reçues par des capteurs. Le récepteur est situé à distance des bâtiments, mais dans la même zone géographique comme il est illustré par la figure suivante:

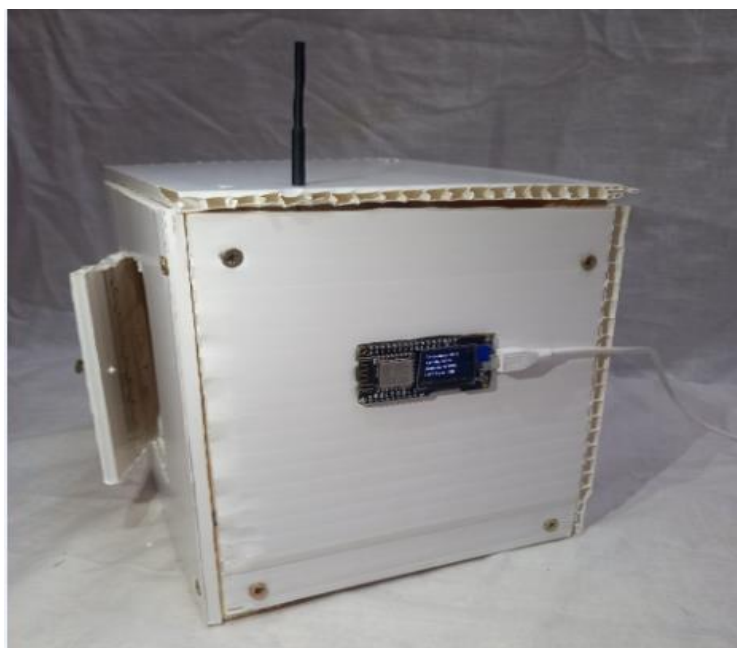


Fig.4.32 : la phase de réception réalisé

Au final, pour tester notre travail, nous avons soumis notre prototype dans des conditions réel ou il peut mesurer l'ensemble des paramètres climatiques, faire des actions suivant les conditions détectées et transmettre ses données.

Voici un exemple des résultats du test :

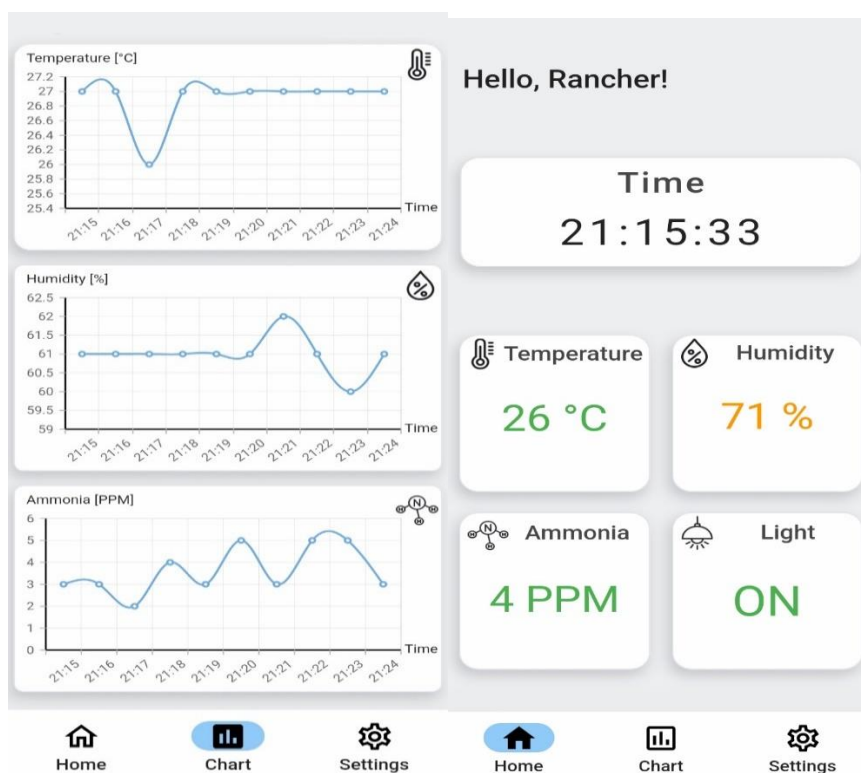


Fig.4.33 : exemple des résultats du test d'application



## **12. Perspectives**

- Ajouter de nouvelles techniques de détection dans le bâtiment.
- Contrôler le système à distance avec l'application.
- Introduire l'intelligence artificielle dans le système qui permet de faire des prédictions des paramètres climatiques.
- Construire un réseau de capteur sans fil couvrant tout le bâtiment.
- Ajouter des nouvelles fonctionnalités qui assurent l'hygiène.

## **13. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons réalisé les trois phases de notre projet (matérielle, prototype et logicielle) qui consiste à surveiller et automatiser notre bâtiment d'élevage, nous avons commencé initialement par tester chaque composant séparément, ensuite nous avons rassemblé toutes les composants, dans un seul prototype, et on a évalué ce dernier par plusieurs tests réels. Finalement, on a visualisé ces résultats dans l'afficheur OLED et dans l'application téléphonique pour suivre et voir l'évolution en temps réel.

# CONCLUSION GÉNÉRAL

L'objectif de notre projet est de favoriser le développement de l'élevage bovin en Algérie en optimisant les conditions d'élevage, en réduisant les coûts de production et en assurant la santé et le bien-être des animaux. Le contrôle à distance via un écran OLED et une application smartphone offre une gestion plus pratique et permet aux agriculteurs de rester informés et réactifs face aux besoins de leur cheptel, même à distance.

Ce projet contribue également à l'effort global visant à améliorer l'efficacité de l'industrie de l'élevage bovin en Algérie, en se concentrant sur l'adoption de technologies modernes et durables. En augmentant simultanément le rapport coût/qualité pour les éleveurs et les consommateurs, il favorise une croissance économique durable dans le secteur agricole.

En somme, ce système de contrôle des bâtiments d'élevage bovin représente une solution novatrice pour améliorer la productivité, la rentabilité et la durabilité de l'élevage bovin en Algérie, tout en répondant aux besoins des éleveurs et des consommateurs. Grâce à l'utilisation de technologies avancées et à la surveillance en temps réel, il contribue à transformer l'industrie de l'élevage bovin en une activité plus efficiente, responsable et compétitive.

# RÉFÉRENCES

# BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Recommandation UIT-T Y.2060 renommée Y.4000

- [2] [http : //annales.com/ri/2010/ri- novembre-2010/Weill.pdf](http://annales.com/ri/2010/ri-novembre-2010/Weill.pdf), consultée le 05/03/2023
- [3] Christian, Fnac, blog, [http : //www.fnac.com/Avec-les-objets-connectes-le-changement-cest-maintenant-MAJ-Mars-2017/cp20440/w-4](http://www.fnac.com/Avec-les-objets-connectes-le-changement-cest-maintenant-MAJ-Mars-2017/cp20440/w-4), consultée le 15/03/2023
- [4] Alain Coulon Secrétaire d’ADELI l’internet des objets
- [5] Dr. Ovidiu Vermesan SINTEF, Norway, Dr. Peter FriessEU, Belgium, “Internet of Things– from Research and Innovation to Market Deployment”, river publishers’ series in communications, 2014
- [6] Zahra Dafri, « Réalisation d'un système basé sur Internet des Objets pour le contrôle des serres intelligentes », Mémoire de Fin d’études Master, juillet 2019
- [7] Pierre Kassaa, « L’internet des Objets (IoT) et les réseaux haut et bas débit, est-ce un outil essentiel pour une ville intelligente et moins Polluée ? », thèse professionnelle, novembre 2019
- [8] <https://docs.aws.amazon.com/iot/latest/developerguide/connect-iot-lorawan-what-is-lorawan.html>, consulté le 16/03/2023
- [9] <https://www.idna.fr/2020/10/13/objets-connectes-reseaux/>, consulté le 18/03/2023
- [10] [https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Diversit%C3%A9\\_IOT.jpg](https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Diversit%C3%A9_IOT.jpg), consulté le 20/03/2023
- [11] M.-T. Giorgio, “Des objets connectés dans le domaine de la santé,” medecins-maitres-toile.org, 2016. [Online]. Available: <http://www.medecins-maitres-toile.org/objets-connectes-sante-digitale/>. [Accessed : 05-Feb-2019].
- [12] DjebbariGhenima ; « Impact des techniques d’élevage sur la qualité physicochimique du lait des vaches laitières de la population locale » ; Mémoire De Fin D’étude, 2018
- [13]Livestock.geo-wiki.org, Consulté le 22/03/2023
- [14] charef Eddine MOUFFOK, « densité des systèmes d’élevage bovin laitier et performances animales en région semi-aride et Sétif » ,2007
- [15] l’Office National des Statistiques à l’usage des utilisateurs de l’information agricole, N°881
- [16]Haoua Zakaria, Mohamed Othman « Vers des BâtimentsIntelligents pour d’élevage de volailles » : Mémoire De Fin D’étude, 2019.

- [17] DSA, Dr Chelih, Directions des services agricoles Ain Temouchent, 2023.
- [18](<https://www.web-agri.fr/bien-etre-animal/article/149752/les-parametres-d-ambiance-qui-favorisent-le-bien-etre-animal>, consulter le 25/03/2023
- [19] Dimensionnement des bâtiments à usage agricole, « Outils d'aide à l'examen des demandes de PC pour bâtiments à toiture photovoltaïque », ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche. Consulter le 28/03/2023
- [20] SyivieChastant-Maillard & Marie Saint-Dizier, « élevage de précision »
- [21] INRA Prod. Anim., 2014, 27 (2), 113-122, « L'élevage de précision : quelles conséquences pour le travail des éleveurs ? ».
- [22] <https://www.gotronic.fr/art-arduino-nano-12422.htm> . Consulté le 02/04/2023
- [23] <https://dwmzone.com/en/elecrow/439-d-duino-esp8266-iot-wifi-nodemcu-board-with-096oled.html> . Consulté le 06/04/2023
- [24] <https://letmeknow.fr/fr/communications/1419-module-lora-02-sx1278-433-mhz-652733124692.html>. Consulté le 10/04/2023
- [25] <https://www.astuces-pratiques.fr/electronique/le-transistor-2n2222-et-2n2222a>. Consulté le 15/04/2023
- [26] <https://www.projecthub.in/top-10-microcontroller-development-boards-2020/>. Consulté le 18/04/2023
- [28] Messili Oualid, Faid Djelloul, «Conception et réalisation d'un système de contrôle et surveillance des paramètres d'unpoulailler». : Mémoire De Fin D'étude, 2020.