

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**



UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU

**FACULTE GENIE ELECTRIQUE
ET INFORMATIQUE**



DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDE

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master électronique

Option : Electronique industrielle

THEME : Conception et réalisation d'un système
de protection et de supervision d'un bâtiment avicole
en utilisant une transmission GSM et NRF radio

Présenté par :

M^r YEFSAH Rabah

M^{me} ZIANE Louisa

Encadré par : M^{me} HEMDANLN

Promotion 2017-2018

Remerciements

*Tout d'abord, nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères à notre promotrice **M^{me} HEMADNI.N** pour son suivi tout au long de l'élaboration de ce projet, ainsi que pour ses conseils, ses remarques et ses orientations qui ont été d'une pertinence et d'une clairvoyance remarquable.*

Nous exprimons aussi, notre reconnaissance la plus profonde à tous les enseignants du département génie-électrique et informatique qui ont contribué à notre formation, ainsi que toutes les personnes qui de près ou de loin nous ont apporté leur aide et leur soutien dans la réalisation de ce projet. Nous tenons à faire part de notre gratitude aux membres du jury qui nous font l'honneur de présider, d'évaluer et d'examiner ce modeste travail.

*Nous tenons à remercier particulièrement **Mr ABAINIA** pour son aide précieuse.*

Dédicaces

*C'est avec une profonde gratitude et en toute sincérité que je dédie ce
modeste travail de fin d'études*

*A ma très chère famille, qui m'a apporté son soutien indéfectible et
inconditionnel tout au long de mon parcours étudiant. Pour leur
précieux et judicieux conseils, leur patience et compréhension, Je
vous serai à tout jamais redevable.*

*A tous mes ami(e)s et camarades. Pour leurs encouragements et leurs
soutiens qui m'ont été d'une aide précieuse.*

*A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de
ce travail.*

Louisa

Dédicaces

*C'est avec une profonde gratitude et en toute sincérité que je dédie ce
modeste travail de fin d'études*

A ma très chère famille, qui m'a apporté son soutien indéfectible et inconditionnel tout au long de mon parcours étudiant. Pour leur précieux et judicieux conseils, leur patience et compréhension, Je vous serai à tout jamais redevable.

A tous mes ami(e)s et camarades. Pour leurs encouragements et leurs soutiens qui m'ont été d'une aide précieuse.

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Rabah

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Les conditions de vie de la volaille de chair	
I. Introduction	2
II. Evolution de l'aviculture Algérienne	2
III. L'évolution de la consommation	3
IV. Technique d'élevage du poulet de chair	3
1. L'élevage en batterie :	3
2. L'élevage fermier au sol.....	4
3. L'élevage sur litière.....	4
V. Aménagement des bâtiments d'élevage	5
1. Intérêt du bâtiment d'élevage avicole	5
2. Choix de l'emplacement	5
3. Matériaux de constructions	6
A. Mur	6
B. Toiture	6
C. Sol	6
D. Fenêtres	6
4. Conditions d'ambiance	6
A. La litière	6
B. Hygrométrie	6
C. L'éclairage	6
D. La Ventilation.....	7
E. La Densité du poulailler	7
F. La Température	8
G. Le Vide sanitaire et désinfection	9

Sommaire

VI. Equipements et matériels utilisé pour l'alimentation et l'abreuvement	9
1. La Chaîne tubulaire aérienne	9
1. La tubulaire au sol:	9
2. La Chaîne linéaire au sol	10
3. Les mangeoires de démarrage (1er âge)	10
4. Matériel d'abreuvement	10
A. Les abreuvoirs linéaires	10
B. Les abreuvoirs siphoides (ronds)	11
C. Matériel de chauffage	12
D. Ventilation	13
Chapitre II : Conception du systeme	
I. Introduction:	15
II. Conception de notre système :	15
1. Station capteurs :	15
2. Station de commande :	15
III. Description des différents blocs :	16
1. Bloc d'alimentation :	16
A. Transformateur :	16
B. Redresseur :	16
C. Filtrage :	16
D. Régulation :	16
2. Bloc de transmission :	17
3. Bloc microcontrôleur :	18
A. Arduino MEGA 2506 :	18
B. Arduino NANO :	19
4. Bloc signalisation :	20

Sommaire

A.	Signalisation délocalisé :	20
B.	Signalisation localisée :	21
5.	Bloc capteurs :	21
A.	Capteur d'humidité et de température de l'air :	21
B.	Capteur de GAZ nocifs :	22
C.	Capteur d'humidité sol :	23
D.	Capteur de luminosité (Photorésistance) :	24
E.	Détecteur d'intrusion infra-rouge (PIR) :	25
IV.	Conclusion :	25

Chapitre III : Réalisation pratique

I.	Introduction	27
II.	Structure générale du système	27
III.	Réalisation hardware	27
1.	Montage de la partie capteur	28
2.	Montage de la partie commande	28
3.	Montages avec les différents capteurs et modules	29
A.	Module de transmission radio	29
B.	Capteur de mouvement.....	30
C.	Capteur de gaz multiple	31
D.	Capteur de température/humidité	31
E.	Capteur d'humidité de sol	32
F.	Système à double LDR	32
G.	Shield GSM	33
H.	Typon et plan d'implantation	35

Sommaire

IV. Réalisation Software	36
1. IDE Arduino	36
2. Construction des programmes	37
A. Partie capteur	37
B. Partie commande	38
V. Mise en marche	40
1. Station capteur	40
2. Station commande	40
3. Phase de teste	41
VI. Conclusion	41
Conclusion générale :	42

Chapitre I : Les conditions de vie de la volaille de chair

Figure I.1:Élevage en batterie.	3
Figure I.2: Elevage sur litière.	4
Figure I.3: Abreuvoir lineaire.	10
Figure I.4 :Abreuvoir siphoides.	11

Chapitre II : Conception du système

Figure II.1:Schéma bloc représentant le fonctionnement de la partie capteur.	15
Figure II.2:Schéma bloc représentant le fonctionnement de la partie commande.	15
Figure II.3:Schema électrique d'une alimentation.....	16
Figure II.4:Module NRF24101.	17
Figure II.5:arduino MEGA.	18
Figure II.6:arduino nano.	19
Figure II.7:Shield GSM M10.	20
Figure II.8: DHT22.	21
Figure II.9: Capteur de gaz MQ-135.	22
Figure II.10:Diagramme de l'evolution des resistances par rapport aux taux des different gaz.	22
FigureII.11: Capteur d'humidité sol.	23
Figure II.12: Photorésistance (LDR).	24
Figure II.13: Resistance en fonction de l'intensité lumineuse.	24
Figure II.14:Capteur pyroélectrique (PIR).	25

Chapitre III : Réalisation pratique

Figure III.1: interface du logiciel Fritzing.	26
Figure III.2:Montage de la station capteur.	27
Figure III.3:Montage de la station commande.	27
Figure III.4:Branchement du NRF24101.	28
Figure III.5:Branchement du PIR.	29
Figure III.6:Branchement du MQ-135.	30
Figure III.7:Branchement du DHT22.	30
Figure III.8:Branchementdu capteur d'humidité sol.	31
Figure III.9:Branchement du système double LDR.	31
Figure III.10:Branchement du shield GSM.	32
Figure III.11:Schema électrique général de la station commande.....	//
Figure III.12:Schema électrique général de la station capteur.	//
Figure III.13:typon et plan d'implantation partie capteur.	34
Figure III.14:typon et schéma d'implantation station commande.	34
Figure III.15:Interface de l'IDE Arduino.	35
Figure III.16:Organigramme du programme capteur.	36
Figure III.17:Organigramme du programme commande.	37
Figure III.18:Montage de test de la station capteur	38
Figure III.19:Montage test de la station commande	38
Figure III.20:Compilation station capteur.	39
Figure III.21:Compilation station commande.	39
Figure III.22:Test de fonctionnement.	40

INTRODUCTION GENERALE

En Algérie comme dans la plupart des pays en voie de développement, le grand souci depuis l'indépendance est d'essayer de couvrir les besoins alimentaires de la population surtout en matière de protéine d'origine animale.

L'aviculture est parmi les productions animales qui a connu l'essor le plus spectaculaire en Algérie depuis les années 1980 grâce notamment à l'intervention de l'état qui juge la viande de volaille plus économique en raison de la rapidité de production et des coûts plus abordables ce qui nous a conduit à avoir des prix plutôt raisonnables en comparaison à la viande rouge tout en ayant un meilleur apport en protéines.

Toutefois, l'aviculture algérienne reste confrontée à une multitude de facteurs limitant, à l'image des bâtiments vétustes, mais aussi aux conditions climatiques des régions qui obligent les éleveurs à arrêter la production durant la période estivale, en rajoutant à tout ça une mauvaise maîtrise des normes d'environnement tel que la température, l'humidité, ...etc, qui sont très importantes pour la vie quotidienne des volailles. Ces derniers retentissent fortement sur les performances de croissance et donc sur la production avicole.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, grâce au développement de l'électronique et de l'informatique, les productions avicoles sont maintenant complètement automatisées. Les systèmes électroniques et informatiques sont spécialisés dans des tâches bien précises, permettant de traiter l'information et de superviser et d'automatiser un bâtiment.

La domotique dans ce cas, reste une solution innovante qui permet de contrôler, de protéger et aussi de répondre aux différents problèmes de surveillance et de protection.

Notre travail consistera à adapter toutes ces innovations au secteur avicole, afin de créer une production avicole automatisée. Cette automatisation permettra en premier lieu d'améliorer les conditions de vie des volailles de chair afin de minimiser le nombre de pertes mais aussi en leur assurant les paramètres nécessaires pour un développement plus rapide (croissance/engraissement).

Dans cette optique il est nécessaire de concevoir un système qui prendra en charge tous ces paramètres au sein d'une exploitation de grande envergure. Pour cela nous présenterons la partie technique tout en exposant les différents composants constituant notre système, en veillant à minimiser les coûts de réalisation de maintenance et d'entretien. En outre ce système permettra de réduire le coût lié à la main d'œuvre.

Par la suite, nous allons mettre en œuvre ce système à l'aide de différentes ressources software et hardware, ainsi nous allons développer une application sous Arduino dont l'objectif sera de contrôler plusieurs pré-actionneurs regroupés dans une maquette (circuit imprimé).

1

Chapitre I : Les conditions de vie de la volaille de chair

I. Introduction

La volaille constitue une source de protéines animales appréciable et économique, notamment pour les pays en voie de développement, elle s'est développée pour devenir la première production animale tant par le volume des viandes produites que par le tonnage des aliments composés. Parallèlement, la consommation des produits avicoles a régulièrement augmenté sans être nulle part entravée ni par des interdits religieux, ni par des traditions culinaires. D'autre part, la préoccupation accrue de ce type de production est dû au fait et que la biologie du poulet est rapide 8 semaines, et que les viandes du poulet de chair coûtent moins cher que les autres.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail dans ce chapitre 1, il se proposera de mettre en relief la pratique de l'aviculture ainsi que les techniques d'élevage et la présentation de la zone d'étude en partie bibliographique.

II. Evolution de l'aviculture Algérienne

L'Algérie figure parmi les premières places dans la production avicole des pays de la région du grand Maghreb réunissant l'Algérie, le Maroc, la Tunisie, la Mauritanie et la Lybie. En termes de nombre de têtes avec 20 à 35% du cheptel de la région selon les espèces, comme l'atteste les statistiques de la FAO (2004).

Selon ces statistiques, l'Algérie, avec 574 000 tonnes par an, l'élevage du poulet de chair est le plus intensif. Totalement "artificialisée" depuis les années 80, il est pratiqué de manière industrielle dans toutes les régions du pays. Ce système est celui qui a introduit le plus de changements aussi bien chez la population rurale (surtout la femme, responsable traditionnelle de l'élevage avicole) que chez l'éleveur moderne et le consommateur durant les vingt dernières années (INRAA, 2003). L'adoption, par l'État, de l'industrialisation de l'aviculture s'intègre dans la politique visant à améliorer la qualité de la main d'œuvre, à créer des emplois et promouvoir la production de protéines moins chères (viandes blanches et œufs). L'aviculture industrielle a aussi l'avantage d'assurer une rotation très rapide du capital. La production annuelle nationale du secteur avicole enregistre un volume considérable ; elle est évaluée à plus de 253 000 tonnes de viande blanche et presque 4,5 milliards d'œufs de consommation, assurant ainsi plus de 50 % de la ration alimentaire en produits d'origine animale en 2011 (MADR, 2012).

III. L'évolution de la consommation

Au début des années 1970, les planificateurs Algériens, devant le déficit important en protéines animales dans la ration alimentaire, ont décidé de miser sur l'aviculture intensive pour le combler, compte tenu du fait que celle-ci échappe aux contraintes climatiques et du fait de la rotation rapide de son cycle de production. Le développement de la filière avicole en Algérie a permis une augmentation sensible de la consommation de viande de poulet de chair. Cette dernière, est passée de 0,82 kg/hab/an en 1972 à 9,18 kg/hab/an en 1986 (Fernadji, 1990) puis à 9,70 kg/hab/an (FAO, 2005). Comparativement à d'autres pays, l'Algérie reste, en matière de consommation, loin derrière les USA, le Brésil, et l'UE qui ont enregistré en 2003 respectivement 51,8 kg/hab/an, 34,20 kg/hab/an et 22,9 kg/hab/an (Ofival, 2004).

Selon les estimations qui sont données par la Direction du Développement de la Production Avicole au ministère de l'Agriculture, l'Algérien consomme en moyenne 12 kg de viande blanche par an (poulet, dinde...) (Abachi 2015).

IV. Technique d'élevage du poulet de chair

1. L'élevage en batterie

L'élevage en batterie est un mode d'élevage intensif fondé sur l'entretien et l'exploitation d'animaux dans des batteries. Les batteries sont des dispositions linéaires de cages métalliques, sur un étage ou bien superposées sur deux ou trois étages. C'est le cas de l'élevage de poules pondeuses et de volailles en général. Chaque cage peut recevoir un nombre variable d'animaux suivant les normes techniques appliquées.

Néanmoins, ces systèmes nécessitent de grands investissements, de plus, que la qualité médiocre de chair poulets ayant moins de protéines et de vitamine B12 et la Croissances plus lentes en font une technique moins adaptée à l'élevage de poulet de chair.



Figure I.1: Elevage en batterie.

2. L'élevage fermier au sol

Il existe également un élevage au sol, qui représente 7% des élevages. C'est un mode de production sans cage où les poules sont élevées dans des bâtiments dans lesquels la densité maximale autorisée est de 9 poules/m².

C'est un mode de production sans cage, mais qui ne permet pas aux poules l'accès à un parcours extérieur. Elles restent enfermées à l'intérieur de hangars aménagés où elles bénéficient d'un éclairage naturel ainsi que de litière, de perchoirs et de nids.

3. L'élevage sur litière

C'est un type d'élevage à caractère industriel qui nécessite un bâtiment bien conditionné avec eau courante, électricité et sol sain en ciment pour faciliter le nettoyage et la désinfection. Il se fait dans un environnement clos et en lumière uniquement artificielle. La qualité de la viande des sujets présentée à la vente est satisfaisante. Il est facile de reconvertir le bâtiment à une autre production, par contre le risque de parasitisme (coccidiose) est sensible, les consommations sont supérieures à l'élevage en batteries et les croissances un peu moins rapides. La surface du bâtiment doit être plus importante (de l'ordre de 1000 m²) (Surdeau et Henaff, 1979)



Figure I.2: Elevage sur litière.

V. Aménagement des bâtiments d'élevage

1. Intérêt du bâtiment d'élevage avicole

La conception et la réalisation d'un élevage de poulets de chair doit être réfléchies, car sa réussite est subordonnée à un bon habitat, une bonne alimentation, un abreuvement correct et une bonne protection sanitaire avec l'approche bio-ingénierie ;

Le Bâtiment est le local où les animaux s'abritent contre toute source de dérangement, c'est le local où l'animal trouve toutes les conditions de confort. Pour cette raison, il doit prendre à la considération tous les facteurs internes et externes du bâtiment.

L'adaptation au cas Algérien doit être prise en compte, quel que soit la zone géographique du pays. Parmi les principales caractéristiques de ce type de bâtiment aménagé, il y a lieu de noter :

- maîtrise des températures (condition de réussite d'un démarrage d'élevage) - performance Zootechnique
- isolation thermique performante en cas de passage de périodes de forte chaleur
- système de renouvellement d'air efficace, ce qui permet d'augmenter les capacités pour plus de rentabilité
- ventilation et dimensionnement adaptés
- maîtrise sanitaire des élevages

2. Choix de l'emplacement

Endroit calme et entouré de plantes vertes pour équilibrer les effets de la chaleur. Sur un terrain bien nivelé.

Electrifié afin de faciliter tous travaux d'entretien à l'intérieur du poulailler. Bien alimenté en eau pour boire et pour le nettoyage du poulailler.

Assurer que l'orientation du poulailler se croise toujours avec la direction du vent pendant la saison chaude.

Tableau I.1: Normes qui conditionnent le choix de l'emplacement.

Terrain	Plat, imperméable, sans nuisance (sonore par exemple), abords propres et si possible végétation. Si possible arbres d'ombrage à proximité (ne nuisant pas à l'aération) loin d'un autre élevage (si possible 500m)
Concession	Isoler l'intrusion (voleurs, prédateurs, animaux en divagation) par une clôture efficace facilement accessible à l'éleveur, aux fournisseurs, approvisionnement en eau de qualité. Si possible raccordement électrique (éclairage nocturne ventilation...etc.)
Distance entre bâtiment	Sujet du même Age : deux à 3 fois la largeur du bâtiment Sujet d'âge différent : 100m minimum

CHAPITRE 1 : LES CONDITIONS DE VIE DE LA VOLAILLE DE CHAIR

Orientation	Perpendicularité aux vents dominant pour bénéficier de l'aération maximale. De préférence orientation est-ouest pour minimiser l'incidence du soleil
--------------------	---

Source : CIRAD-GRET décembre 22, France

3. Matériaux de construction

A. Murs

- De préférence en brique,
- A l'intérieur : rendre plus lisse avec une couche de bâtard et peindre avec de la chaux.

B. Toiture

- La hauteur dépend du climat, à 3 m pour les zones chaudes et à 2,4 m pour les zones des hautes Terres.
- En tuile, ou en chaume, ou en paille.
- Inclinaison : 30 - 40%.

C. Sol

- Damé ou en terre battue, ou en bois carré, ou en bambou.
- Couvert de copeaux de bois sec pour réduire la chaleur réfléchi.

D. Fenêtres

- Pour assurer la bonne aération de l'élevage.
- Grillagées afin d'éviter les prédateurs.
- Dispositions : à 0,5 m du sol en zones chaudes et 0,8 - 1 m du sol en zones froide.

4. Conditions d'ambiance

A. La litière

La litière joue le rôle d'isolant pour le maintien de la température ambiante. De plus, elle isole thermiquement les animaux au sol, en minimisant les pertes par conduction. Lorsque les volailles se déplacent ou se reposent sur une litière humide, une déperdition importante de chaleur se produit au niveau des pattes et des bréchets, proportionnellement à l'écart de température entre les oiseaux et le sol et à l'humidité de ce dernier. En période chaude, si l'on a une bonne maîtrise de l'hygrométrie, il est préférable de réduire la hauteur de la litière qui est susceptible d'aider les animaux pour leur thermorégulation (Alloui, 2006). Selon Didier (1996), l'humidité de la litière doit être comprise entre 20 et 25%. Une humidité supérieure à 25% la rend humide, collante et propice à la prolifération des parasites (coccidies). Par contre en dessous de 20% la litière risque de dégager trop de poussière.

B. Hygrométrie

L'humidité à l'intérieur du poulailler a une grande incidence sur les possibilités de refroidissement corporel des animaux. En effet, quand ceux-ci ont chaud, ils commencent par augmenter leur ingestion d'eau, puis ils écartent leurs ailes et recherchent la fraîcheur du sol (Traore, 1995). Le

CHAPITRE 1 : LES CONDITIONS DE VIE DE LA VOLAILLE DE CHAIR

taux d'humidité normatif à l'intérieur des bâtiments est compris entre 55 et 70 % selon (Didier1996).

C. L'éclairage

Le poulailler doit être éclairé la nuit pour permettre aux poulets de s'alimenter jour et nuit afin qu'ils grandissent et s'engraissent rapidement.

Ainsi, les 10 premiers jours, l'éclairage se fait 24h/24 à une intensité correspondant à celle de 2 ampoules de 40w pour 500 sujets. Par la suite 1 ampoule de 40 w suffit avec une suspension de la lumière pendant 2 heures chaque jour (de 19h à 21h) (Sow, 2012).

D. La Ventilation

L'air doit circuler dans le bâtiment, à vitesse raisonnable, et au-dessus de la zone dévie des animaux. Les poulets sont sensibles aux courants d'air pour 4 raisons : - Apporter l'oxygène nécessaire à la vie des animaux ; - Evacuer les gaz provenant de la fermentation de la litière ; - Eliminer les poussières ; - Réguler l'ambiance du bâtiment au niveau de la température et de l'humidité (Amadou, 1995).

E. La Densité du poulailler

La densité d'élevage varie selon les phases physiologiques des poulets selon MAEP et FAO (2009), elle est comprise entre :

- Phase de démarrage (Poussin de 1 à 15 jours) : 20 à 30 poulets /m².
- Phase de croissance (15 à 30 jours) : 15 à 20 poulets/m².
- Phase de finition (30 à 45 jours) : 10 poulets/m².

Tableau I.2:Densité des poulets par poids vif. Poids vif (kg) Densité (sujets/m²).

Poids Vif (Kg)	Densité (sujet/m ²)	Charge (Kg/m ²)
1.0	26.3	26.3
1.2	23.3	27.9
1.4	21	29.4
1,6	19,2	30.8
1,8	17,8	32
2,0	16,6	33.1
2,2	15,6	34.2
2,4	14,7	35.2

CHAPITRE 1 : LES CONDITIONS DE VIE DE LA VOLAILLE DE CHAIR

2,7	13,5	36.5
3,0	12,6	37.8

Par (Hubbard, 2015).

F. La Température

Les besoins en température des animaux diminuent avec l'âge, il faudra concevoir un bâtiment pouvant être chauffé efficacement au démarrage d'une bande et étant suffisamment aéré pour que les animaux en phase d'élevage ne souffrent pas de la chaleur.

C'est le facteur qui a la plus grande incidence sur les conditions de vie des animaux, ainsi que sur leurs performances. Une température convenable dépendra de la puissance calorifique développée par le matériel du chauffage, les erreurs du chauffage constituent l'une des principales causes de la mortalité chez les poussins. Les jeunes sujets sont les plus sensibles aux températures inadéquates.

La Température optimale des poussins est comprise entre les 28°C d'ambiance, et les 32°C à 36°C sous radiants. L'installation des gardes est vivement conseillée pour éviter toute mauvaise répartition des poussins dans les poulaillers. La zone de neutralité thermique du poussin est comprise entre 31°C et 33°C (le poussin ne fait aucun effort pour dégager ou fabriquer de la chaleur) (Alloui, 2006).

Tableau I.3: Normes des températures avec source de chauffage localisée en fonction de l'âge de l'oiseau.

Jour	Besoins en chaleur (C°)	Chaleur à l'intérieur du poulailler (C°)
1-3	38°	>28°
4-7	35°	28°
8-14	32°	28°
15-21	29°	28°
22-28	29°	22°-28°
29-35	29°	20°-23°
36-42	29°	18°-23°
43-49	29°	17°-21°

Source : Alloui, 2006.

G. Le Vide sanitaire et désinfection

Le vide sanitaire est indispensable après chaque bande, il consiste à laver la totalité du bâtiment. Le Bâtiment et les équipements doivent être lavés et désinfecter selon un protocole précis comprenant les opérations suivantes (Alloui, 2006):

- Retirer l'aliment restant dans les mangeoires. □ Retirer le matériel et la litière.
- Laver le matériel.
- Balayer brosser, racler et gratter le sol, le mur et le plafond.
- Nettoyer la totalité du bâtiment sans rien oublier.
- Chauler ou blanchir les murs à l'aide de la chaux vive.
- Désinfecter par thermo-nébulisation ou par fumigation.
- Mettre à l'intérieur du bâtiment tout le matériel préalablement lavé. □ Bien fermer toutes les fenêtres et autres ouvertures.
- Laisser le bâtiment bien fermé pendant 24 à 48 heures.
- Mettre en place un raticide et un insecticide.
- Installer un pédiluve contenant une solution d'eau plus un désinfectant à l'entrée du bâtiment.
- Laisser le bâtiment bien aéré et au repos pendant 10 à 15 jours.

VI. Equipements et matériels utilisé pour l'alimentation et l'abreuvement

On peut 6 distinguer principalement des mangeoires et des chaînes. On peut utiliser :

1. La Chaîne tubulaire aérienne

Elle a de nombreux avantages distribution régulière et rapide sans perte d'aliment, facilité de manutention au moment du nettoyage. Mais il existe de nombreux inconvénients comme à commencer par le prix relativement élevé. La réparation de la chaîne est difficile et le nettoyage de l'ensemble est peu aisé.

1. La tubulaire au sol:

Il n'est plus besoin de descente, l'aliment tombant directement dans les mangeoires linéaires fixées à terre ou suspendues avec des câbles. Cette vis permettant est actionnée par un moteur. Il existe parfois une commande par horloge.

La prise de ce système est inférieure, la distribution des aliments est rapide et relativement régulière, facilite le nettoyage.

2. La Chaîne linéaire au sol

Est une autre solution, elle se fixe par des pieds de raccord. Le système le plus courant est une chaîne plate racleuse qui transporte l'aliment entre les maillons. Elle laisse très peu d'aliments dans la mangeoire qui est une forme d'U. La prise de cette chaîne est plus abordable, les mangeoires sont bien étudiées et réglées en hauteur de fonctionnement (Surdeau et Henaff, 1979).

3. Les mangeoires de démarrage (1er âge)

Il est nécessaire de les prévoir pour le premier âge (jusqu'à 15 jours) elles sont parfois fabriquées par les éleveurs.

Il en existe plusieurs modèles dans le commerce :

- Un modèle linéaire en tôle pliée de 1m de longueur avec ou sans grille.
- Un modèle rond en plastique moulé. L'intérieur est parsemé de petites cavités jouant un rôle antidérapant (Surdeau et Henaff, 1979).
- D'après Bellaoui (1990) les deux types de matériel sont obligatoires :
- Des mangeoires poussins pour le démarrage autour de l'éleveuse ces mangeoires sont linéaires en forme de gouttière étudiée pour éviter le gaspillage. - Des mangeoires trémies circulaires pour les animaux plus âgés.

4. Matériel d'abreuvement

Il y a deux types de matériel :

A. Les abreuvoirs linéaires

Longs de 2m à 2.5m sont de moins utilisés par les éleveurs parce qu'il se pose des difficultés d'installation et des problèmes sanitaires (Surdeau et Henaff, 1979).



Figure I.3: Abreuvoir linéaire.

B. Les abreuvoirs siphoniques (ronds)

Plus appréciés, sont des cloches en plastiques suspendues possédant un rebord inférieur à simple, ou à double gorge ; la régulation du débit est prévue (Surdeau et Henaff, 1979).

Les siphoniques peuvent avoir différentes natures, soit en plastique soit en tôle galvanisée ou encore en aluminium.

Dans l'élevage industriel, les abreuvoirs siphoniques ont laissé leur place aux abreuvoirs automatiques reliés au service d'eau (Laouer, 1987)



Figure I.4 : Abreuvoir siphoniques.

Tableau 4: Nature et normes d'équipements pour le poulet de chair.

Nature d'équipement	Type	Capacité	Norme
Abreuvoir	Siphonique	2-3 litres	1/100 sujets
Pipette	/	1/12 poussins 1/8 sujets adultes	
Linéaire	1-2 m (double face)	2.5 cm/sujet*	
Mangeoire	Trémie	25-30 kg	1/30 sujets 1/60-70 sujets**
Linéaire	1-2 m (double face)	4 cm/ sujet	
Chaîne	/	15 m/1000 sujets* 25m/1000 sujets**	
Éleveuse	Radiant	2200-2600 kcal	1/600 sujets
Lumière	Incandescence	/	5 watts/1 à 1.5 m ²
Néon	/	1 watt/ m ²	

* zone chaude ** zone tempérée **Source : Hubbard, 2015**

C. Matériel de chauffage

D'après Bellaoui (1990), l'éleveuse est une mère artificielle pour le poussin qui a besoin de chaleur de la naissance à l'emplumage ; le chauffage local est une des solutions permettant de maîtriser la température.

a) Chauffage par éleveuse □

Éleveuse à fuel

Exige beaucoup de surveillance et d'entretien, par contre elle nécessite désinstallations fixes et coûteuses, elle présente le même avantage de chauffer l'ambiance en hiver de contrôler plus facilement et évite les accidents de chauffage en été (Laouer, 1987).

L'air chauffé au voisinage du brûleur crée, grâce au pavillon, un courant de convection localisé, limitant les déperditions au volume total du bâtiment (Surdeau et Henaff, 1979).

- **Éleveuse à gaz**

Est intéressante, très employée actuellement à de nombreux avantages, installations simples, plus économique en main d'œuvre, on peut chauffer par rayonnement infrarouge à l'aide du radiant (Surdeau et Henaff, 1979).

Le stockage facile des bouteilles de gaz, par contre et pour objectif disons que ce chauffage est plus onéreux que le chauffage au charbon et que le réglage est délicat à obtenir correctement (Laouer, 1987).

- **Éleveuse électrique**

Elle est sans combustible et possède une grande souplesse d'utilisation ainsi qu'une adaptation facile et d'un entretien facile.

Plusieurs types d'éleveuses électriques sont possibles.

- **Éleveuse directe**

Le matériel de chauffage utilisant l'énergie électrique directement à la demande. Quel que soit leur l'utilisation.

- **Éleveuse par accumulation**

L'énergie électrique est uniquement utilisée en heures creuses (22 heures du soir à 6 heures du matin) ; la chaleur accumulée pendant la nuit étant restituée durant la journée.

- **Éleveuse mixte**

Associant le chauffage par accumulation avec un appoint électrique directement utilisable (Surdeau et Henaff, 1979).

a) Le chauffage par radiation

Les poussins sont réchauffés directement par infrarouge, ces appareils permettent difficilement un contrôle d'ambiance et ils ne peuvent convenir à des grands locaux.

Dans tous ces systèmes, les accidents dus à l'entassement sont causés par un chauffage insuffisant ; des accidents respiratoires. Il importe de contrôler à l'aide d'un thermomètre placé à la hauteur des poussins au bord de la cloche (Laouer, 1987).

b) Le chauffage central

Ces types d'éleveuses utilisent un chauffage dit par convection, les poussins étant réchauffés par l'intermédiaire de l'air. Il est utilisé surtout dans les exploitations avicoles importantes mais il y'a un inconvénient qu'il nécessite des installations très coûteuses, par contre l'alimentation en combustible est peu onéreuse compte tenu du nombre de poulets élevés et de la main d'œuvre réduite au minimum en raison de la présence d'une seule chaudière (Laouer, 1987).

D. Ventilation

La ventilation joue un rôle important dans le maintien de la qualité de la litière (maintien d'une litière sèche) et la bonne santé respiratoire de volailles ; Elle permet aussi le maintien d'une température constante.

La ventilation apporte de l'oxygène et évacue les gaz toxiques, elle luttera aussi contre l'humidité de pair avec l'isolation du bâtiment. La vitesse de l'air souhaitable au niveau du sol dépend de la température ambiante entre 16°C et 24°C elle ne doit pas dépasser 0.15 m/s. Il est très important, particulièrement durant les deux premières semaines de vie du poussin d'éviter les courants d'air surtout en hiver une vitesse d'air trop élevée peut ralentir la croissance et même entraîner la mort. Après quatre à cinq semaines les poulets sont plus résistants mais il est nécessaire de ne pas dépasser 0.30 m/s à 15°C (Surdeau et Henaff, 1979).

- On distingue deux systèmes principaux de ventilation :

a) Ventilation statique ou naturelle

Le système le plus simple, la ventilation est assurée par des mouvements naturels de l'air à l'intérieur du poulailler. La ventilation verticale est réalisée par des fenêtres et la ventilation horizontale est obtenue à l'aide de trappes placées sur les façades (Bellaoui, 1990).

b) Ventilation dynamique

La ventilation dynamique est beaucoup plus efficace que la naturelle et plus recommandable pour les climats froids (Fernandez et RuizMatas, 2003).

Cette ventilation nécessite l'emploi des ventilateurs humidificateurs (plus de dépenses) mais efficace dans toute saison (Bellaoui, 1990).

Le renouvellement de l'air peut être parfaitement contrôlé par régulation du débit de la pression et de la vitesse de l'air. Cet air est d'ailleurs extrait ou pulsé par des ventilations à débits théoriques connus.

VII. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié l'aviculture en Algérie pour nous permettre de réaliser nos systèmes de sécurité visant la surveillance et la protection des volailles, dans le prochain chapitre nous détaillerons le fonctionnement de ce système.

Chapitre II : Conception

I. Introduction

Tous les paramètres cités dans le premier chapitre sont très important pour la survie des volailles, nous devons donc tenir en compte de chaque grandeur : humidité, température, ventilation, gaz et pour cela, dans ce chapitre on va illustrer le principe de fonctionnement et l'étude des différents blocs de notre système à réaliser.

II. Conception de notre système

Nous avons conçu un système en deux Stations :

1. Station capteurs

Une seule ou plusieurs, selon les besoins et la superficie à superviser, elle se charge de collecter les données et de les transmettre à la station de traitement, elle est constituée de plusieurs capteurs axés autour d'un microcontrôleur.

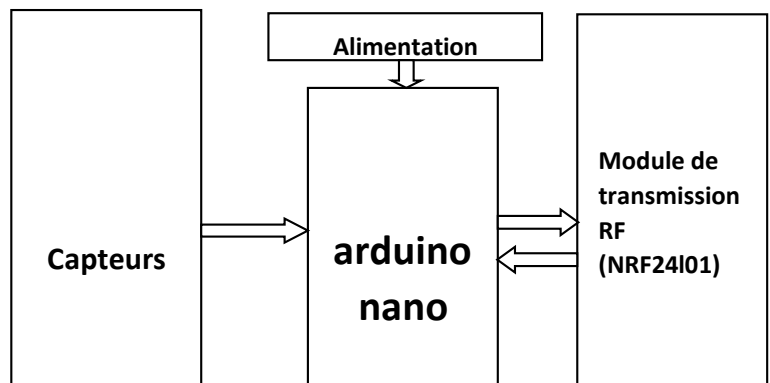


Figure II.1:Schéma bloc représentant le fonctionnement de

la partie capteur.

2. Station de commande

Constituée d'un microcontrôleur principal, elle se charge de traiter les données reçues et de déclencher, si besoin, l'un ou plusieurs des actionneurs ou avertisseurs.

la partie commande.

Dans le cas où plusieurs stations de capteurs sont nécessaires, et pour permettre une bonne gestion de ce réseau, c'est la centrale de traitement qui gère l'envoi des données en émettant des requêtes, chaque station capteur de par son numéro, reçoit l'ordre d'envoyer les données qu'elle a collecté en évitant ainsi tout conflit de synchronisation.

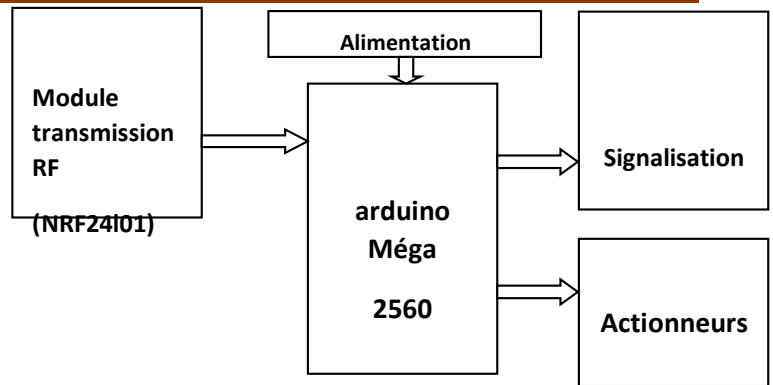


Figure II.2:Schéma bloc représentant le fonctionnement de

III. Description des différents blocs

1. Bloc d'alimentation

Tous les systèmes électroniques nécessitent une alimentation qui peut être une batterie ou bien un circuit électronique qui délivre en sortie une tension continue quelconque.

Le circuit d'alimentation montré par la figure(02), permet de délivrer une tension continue de 5v pour l'alimentation de chaque station qui compose notre système.

La carte d'alimentation est constituée de quatre étages électroniques suivants :

A. Transformateur

Composé d'un transformateur d'alimentation TR1 abaisseur 230 /9V permettant de transformer les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative (230V), en un système de tension et de courant de valeurs différentes, mais de même fréquence et de même forme.

B. Redresseur

Redressement double alternance via les quatre diodes D1 à D4 montées en ponts qui redresse le courant alternatif en courant continu, c'est-à-dire ne circulant que dans un seul sens.

C. Filtrage

Un condensateur est mis en parallèle avec le montage à alimenter, qui réalise un filtrage pour rendre la tension redressée en une tension avec de petits escaliers (presque continue), pour l'alimentation de bloc de régulation 5V.

D. Régulation

Ce bloc est destiné à obtenir une alimentation fixe à l'aide d'un régulateur pour une tension de 5V (le LM785 est utilisé dans ce cas).

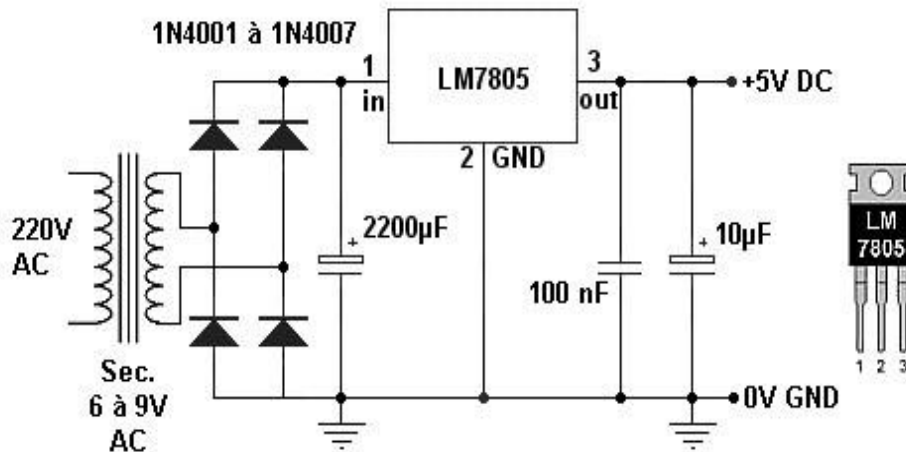



Figure II.3: Schema électrique d'une alimentation.

2. Bloc de transmission

En la



ut En utilisant le module NRF24L01, ce bloc assure la transmission des données récupérées par les capteurs vers la station de commande.

NRF24L01 est un module radio tout intégré du fabricant Nordic Semi-conducteur. C'est un émetteur-récepteur radio mono puce pour bande ISM 2,4 - 2,5 GHz, en utilisant le protocole de communication propriétaire de Nordic nommée "ShockBurst". Ce protocole de communication permet au NRF24L01 d'être considéré comme un modem complet, avec adressage, gestion des erreurs de

Figure II.4: Module transmission et retransmission automatique en cas de non-réponse du NRF24L01. destinataire.

Il se compose d'un synthétiseur de fréquence entièrement intégré, d'un amplificateur de puissance, d'un oscillateur à quartz, d'un démodulateur, d'un modulateur et d'un moteur de protocole Enhanced ShockBurst. La puissance de sortie, les canaux de fréquence et la configuration du protocole sont facilement programmables via une interface SPI. La consommation de courant est très faible, seulement 9,0 mA à une puissance de sortie de -6 dBm et 12,3 mA en mode RX. Les modes de mise hors tension et de veille intégrés rendent l'économie d'énergie facilement réalisable.

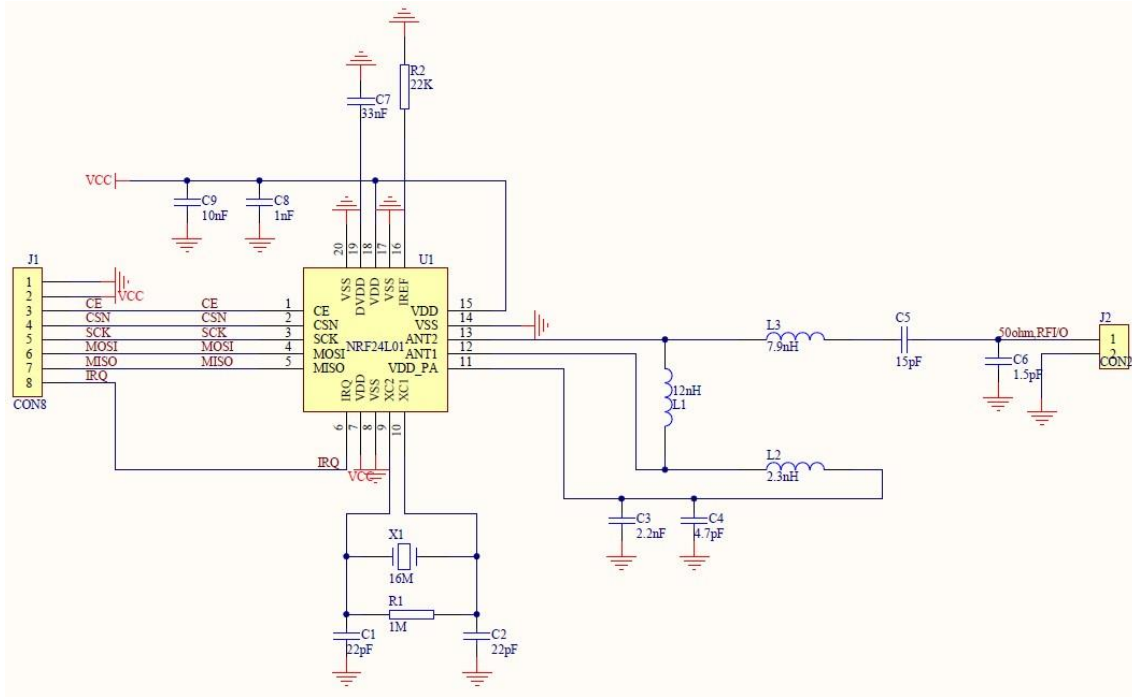


Schéma II.1: schéma électrique du module NRF24L01.

3. Bloc microcontrôleur

Pour cette partie, l'utilisation de carte de développement nous semble appropriée, notre choix c'est donc porté sur les cartes arduinos, notamment les arduinos mega 2560 et nano.

A. Arduino MEGA 2506

Le microcontrôleur peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage...) et c'est exactement ce dont nous avons besoin pour notre systèmes.

L'Arduino Mega 2560 est une carte microcontrôleur basée sur l'ATmega2560.

CHAPITRE 2 : CONCEPTION

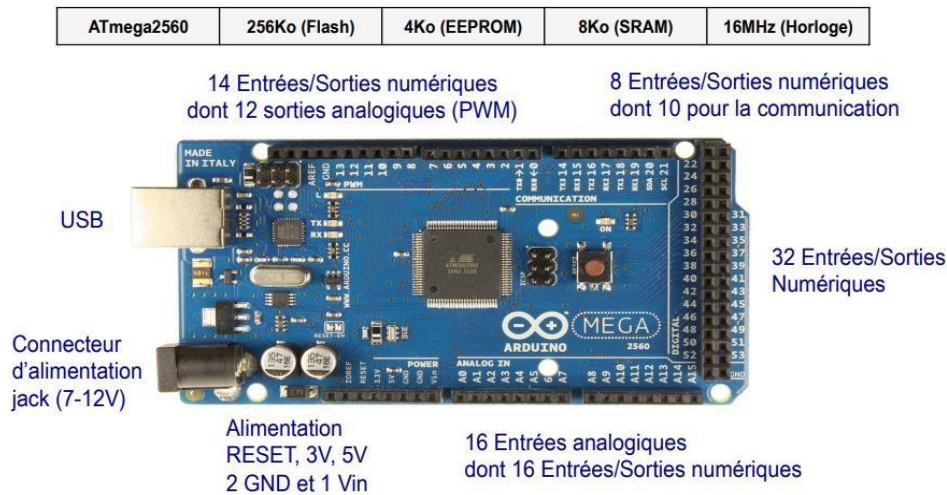


Figure II.5:Arduino MEGA.

a) Spécifications techniques □

Microcontrôleur ATmega2560

- Tension de fonctionnement 5V
- Tension d'entrée (recommandée) 7-12V
- Tension d'entrée (limites) 6-20V
- E / S numériques 54 (dont 14 fournissent une sortie PWM)
- Pointes d'entrée analogiques 16
- Courant CC par borne E / S 40 mA6
- Courant CC pour 3,3 V Pin 50 mA6
- Mémoire Flash 256 Ko dont 8 Ko utilisés par bootloader
- SRAM 8 Ko
- EEPROM 4 Ko
- Vitesse d'horloge 16 MHz □ 3 ports séries.
- Cadencement: 16 MHz
- Bus I2C et SP6I
- Gestion des interruptions
- Fiche USB B6
- Dimensions: 1607 x 53 x 15 mm

B. Arduino NANO

La carte Arduino Nano est basée sur un ATmega328 cadencé à 16 MHz. Sa mémoire de 32 kB et son grand nombre d'E/S font de ce circuit compatible DIL30 un élément idéal pour les systèmes embarqués ou pour des applications robotiques nécessitant du multitâches. La Nano 3.0 peut se programmer avec le logiciel Arduino. Le contrôleur ATmega328 contient un bootloader qui permet de modifier le programme sans passer par un programmeur.

b) Caractéristiques principales

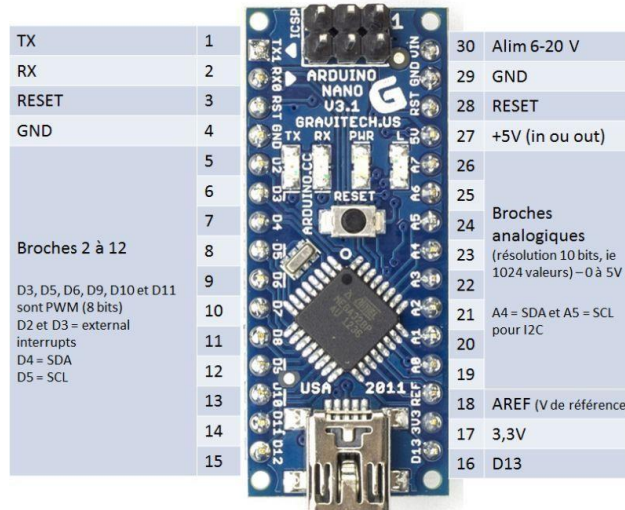


Figure II.6:Arduino nano.

- Alimentation via port USB ou 5 Vcc régulée sur broche 27 ou 6 à 20 V non régulée sur broche 30
- Microprocesseur: ATmega328
- Mémoire flash: 32 kB
- Mémoire SRAM: 2 kB
- mémoire EEPROM: 1 kB
- 14 broches d'E/S dont 6 PWM
- 8 entrées analogiques 10 bits
- intensité par E/S: 40 mA
- cadencement: 16 MHz
- bus série, I2C et SPI
- gestion des interruptions
- fiche USB: mini-USB B
- boîtier DIL30
- dimensions: 45 x 18 x 18 mm

4. Bloc signalisation

Ce bloc sert à avertir les techniciens en cas de problème, pour cela nous utilisons différents types de signalisation :

A. Signalisation délocalisé

Ça permet de prévenir les techniciens et/ou les responsables d'un quelconque problème survenu malgré leur absence sur le site, nous avons utilisé pour cela un Shield GSM-GPRS compatible Arduino qui est le **M10**.



Figure II.7:Shield GSM M10.

L'ArduinoGSM Shield 2 permet à une carte Arduino de se connecter à Internet, émettre / recevoir des appels vocaux et d'envoyer / recevoir des messages SMS. Le bouclier utilise un modem radio M10 de Quectel. Il est possible de communiquer avec la carte en utilisant les commandes AT. La bibliothèque GSM a un grand nombre de méthodes de communication avec le bouclier. Le blindage utilise les broches numériques 2 et 3 pour la communication série du logiciel avec le M10. La broche 2 est connectée à la broche TX du M10 et la broche 3 à sa broche RX.

Le M10 est un modem GSM / GPRS quadri-bande fonctionnant sur les fréquences GSM850MHz, GSM900MHz, DCS1800MHz et PCS1900MHz. Il supporte les protocoles TCP / UDP et HTTP via une connexion GPRS. La liaison descendante des données GPRS et la vitesse maximale de transfert de la liaison montante sont de 85,6 kbps. Pour interfacer avec le réseau cellulaire, la carte nécessite une carte SIM fournie par un opérateur de réseau.

On remarque que la carte dispose d'une connectique Arduino Rev3 (pin out 1.0) comme sur une UNO mais le format est plus celui d'une carte MEGA.

Remarque

Il est recommandé d'alimenter la carte avec une alimentation externe pouvant fournir entre 700 mA et 1000 mA.

B. Signalisation localisée :

Ça permet de prévenir les techniciens et/ou les responsables présents sur le site d'un quelconque problème survenu, pour cela une simple LED fera office d'outil de signalisation

5. Bloc capteurs

Dans ce bloc nous trouverons les capteurs pour lire les données nécessaires pour garantir le respect des consignes.

A. Capteur d'humidité et de température de l'air

Comme on l'a vu dans le 1^{er} chapitre, l'environnement des volailles doit être soumis à des températures strictes qui évoluent selon leur âge, de ce fait, la surveillance de la température ainsi que des paramètres qui l'influe est primordiale, nous avons donc choisi un capteur qui associe la température et l'humidité, le DHT22.

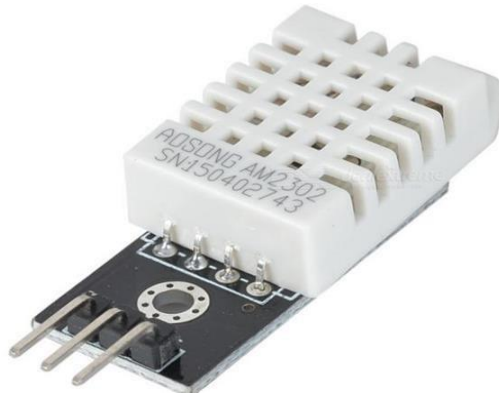


Figure II.8: DHT22.

Le DHT22 (ou RHT03) communique avec un microcontrôleur via un port série. Indiquant des valeurs numériques, Le capteur est calibré et ne nécessite pas de composants supplémentaires pour pouvoir être utilisé.

- Alimentation: 3,3 à 6 Vcc
- Consommation maxi: 1,5 mA
- Consommation au repos: 50 μ A
- Plage de mesure:
 - température: -40 à +80 °C
 - humidité: 0 à 100 % RH
 - Précision:
 - température: $\pm 0,5$ °C
 - humidité: ± 2 % RH

B. Capteur de GAZ nocifs

Les capteurs MQ sont des capteurs physicochimiques permettant de détecter une grande variété des gaz, polluants et fumées dans l'atmosphère. Ils sont utilisés dans les équipements de contrôle de la qualité de l'air pour les bâtiments / bureaux.

Nous avons choisi Le capteur MQ135 qui est parfait pour notre système de surveillance, il est adapté à la détection de NH₃, NO_x, alcool, benzène, fumée, CO₂, ainsi que les fumées. Il est conçu pour un usage intérieur à température ambiante.

CHAPITRE 2 : CONCEPTION

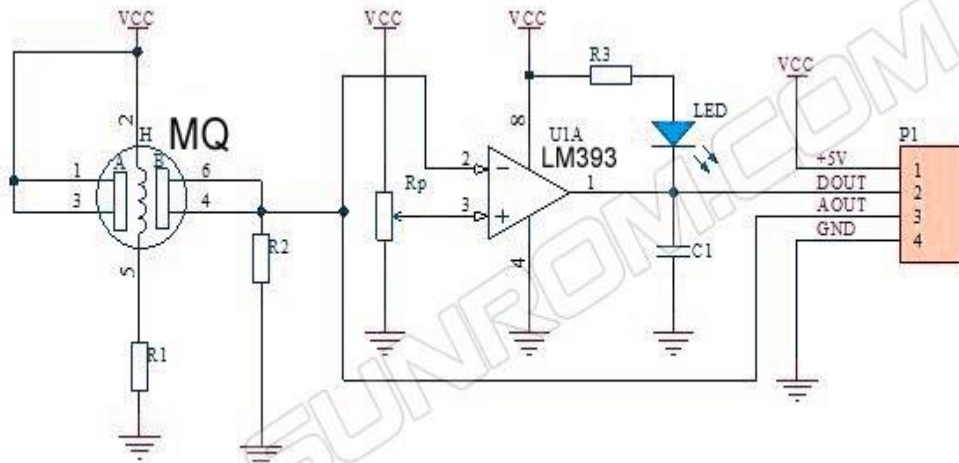


Schéma II.2:Schema électrique du module MQ-135.

- Puissance: 2,5 V ~ 5,0 V
- Dimension: 40.0mm * 21.0mm
- Taille des trous de montage: 2.0mm
- VCC: 2,5 V ~ 5,0 V
- de sensibilité de le MQ-135 pour plusieurs gaz. :
 - Température : 20 %
 - Humidité: 65%

- Concentration d'O2 21%

135.



Figure II.9: Capteur de gaz MQ-

La valeur de résistance de MQ-135 est différente à divers genres et à divers gaz de concentration. Ainsi, en utilisant ces composants, l'ajustement de la sensibilité est très nécessaire. On recommande d'étalonner le détecteur pour 100ppm NH3 ou 50ppm Concentration d'alcool dans l'air et valeur d'usage de Résistance de charge (RL) environ 20 KΩ (10KΩ)

Remarque :

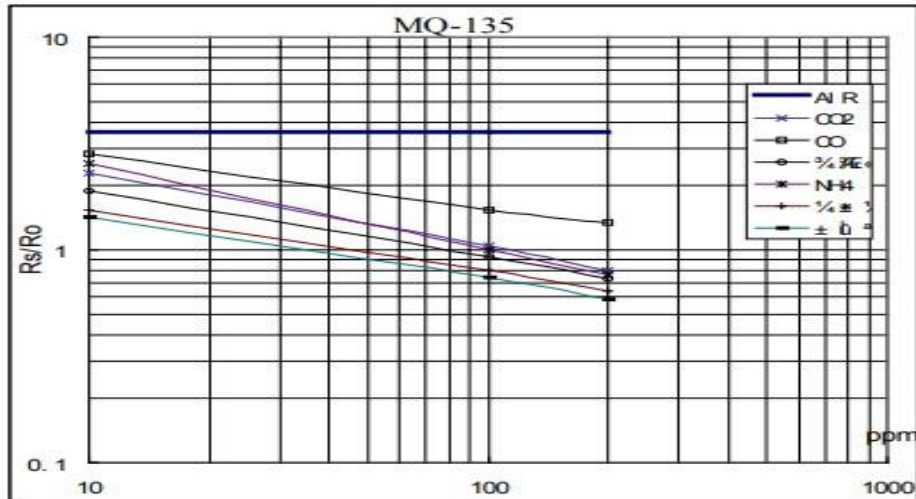


Figure II.10: Diagramme de l'évolution des résistances par rapport aux taux des différents gaz.

□ R_0 : résistance du capteur à 100ppm de NH_3 dans l'air pur. □
 R_s : résistance du capteur à divers concentrations de gaz.

C. Capteur d'humidité sol :

Ceci est un simple capteur d'humidité en milieu solide, il est composé de deux modules, le premier est le capteur en lui-même et le deuxième est un circuit de calibration et de conversion de la donnée en numérique, il dispose cependant d'une sortie analogique pour plus de précision.

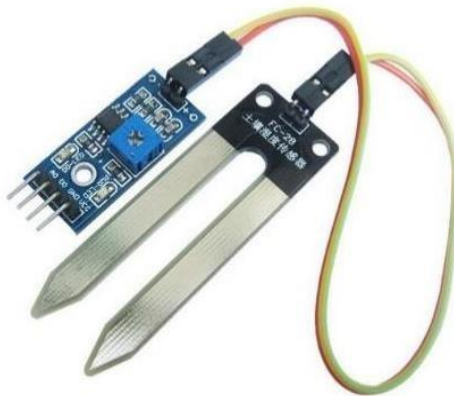


Figure II.11: Capteur d'humidité sol.

- Tension de fonctionnement 3.3V-5V
- Taille de carte PCB : 3cm * 1.6cm

CHAPITRE 2 : CONCEPTION

- Puce de comparaison LM393, stable
- Description de l'interface (4 fils) :
 - VCC: .3 V-5V
 - GND: GND
 - DO: interface de sortie numérique (0 et 1)
 - AO: Interface de sortie analogique

D. Capteur de luminosité (Photorésistance)

Une photorésistance (PhotoCells ou CdS en anglais) est un composant électronique dont la résistance dépend du flux lumineux auquel il est exposé. Elle se nomme aussi LDR (LightDependentResistor) ou cellules photoconductrices, qui permettent de détecter la lumière.

On utilise principalement la photorésistance pour mesurer l'intensité lumineuse, qui s'exprime en lux (éclairage lumineux).

Ces capteurs répondent à des lumières de longueur d'onde variant entre 400nm (violet) et 600nm (orange), avec un pic à environ 520nm (vert). On peut donc les utiliser pour capter la lumière visible (Dont la longueur d'onde λ se situe entre 400 et 600 nm).

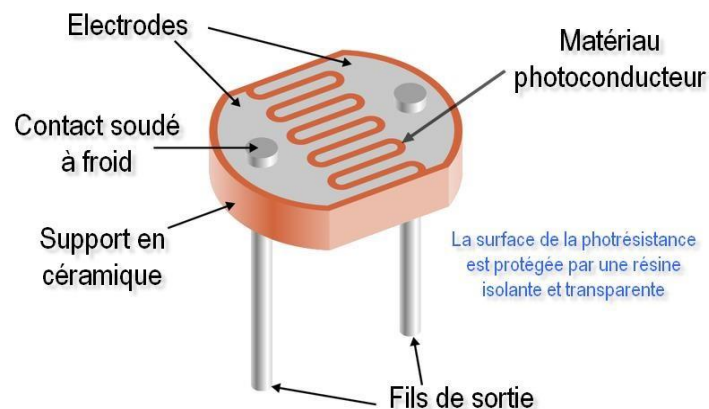


Figure II.12: Photorésistance (LDR).

Après modélisation, nous avons la formule numérique suivante liant flux et résistance :

$\Omega = 2,82 \cdot 10^4 \times lux^{-0.711}$ On déduit aisément à partir de ce graphique que plus l'intensité lumineuse est grande, plus la résistance du capteur est faible et que la variation de résistance pour une variation de flux faible (entre 0 et 100 lux) est grande. Pour se donner une idée de cette variation locale de résistance R en fonction du flux on a évalué la pente p avec la formule (qui n'est rien d'autre que la dérivée de la fonction R) : $P = dR/d\Phi$.

Avec Φ représentant le flux et $[p] = \Omega \cdot lux^{-1}$.

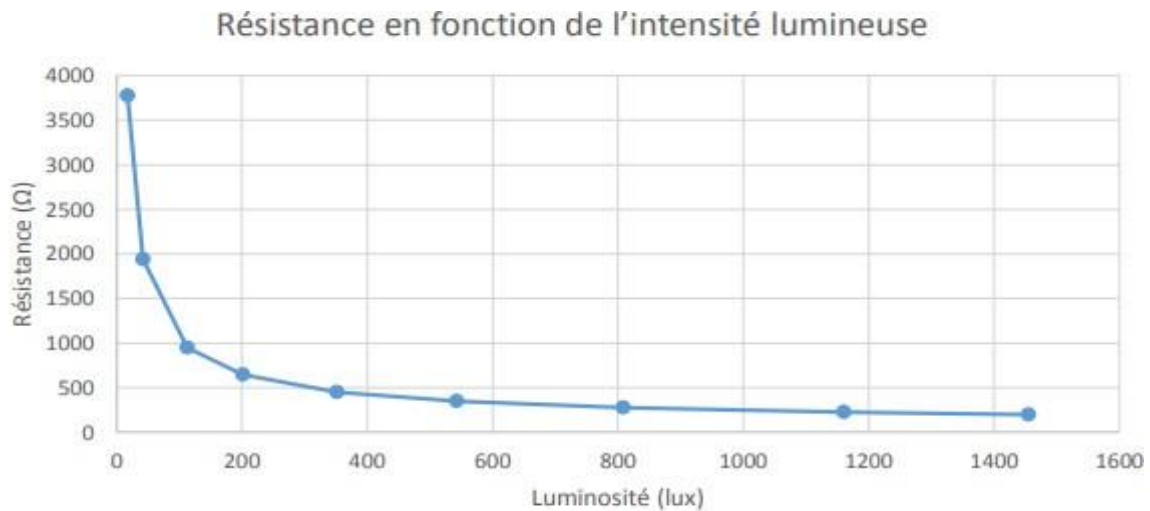


Figure II.13: Résistance en fonction de l'intensité lumineuse.

E. Détecteur d'intrusion infra-rouge (PIR)

Un capteur infrarouge permet de détecter un mouvement dans son champ de vision en se basant sur l'infrarouge. On parle aussi de capteur Pyroélectrique ou PIR.

Le capteur PIR est un **capteur Numérique** : Si un mouvement est détecté, le signal en sortie du capteur est mis au niveau **HAUT (1)**

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



Figure II.14: Capteur pyroélectrique (PIR).

Le PIR est capable de détecter une variation des ondes infrarouges, ce qui génère un **courant électrique**. Le capteur PIR est donc en fait divisé en deux parties différentes reliées ensemble afin de détecter une variation lorsqu'une des moitiés capte plus qu'une autre. On a ainsi un relevé d'une différence, et non plus d'une valeur simple. Lors d'un mouvement, la valeur des deux moitiés va varier, et on va donc capter cette variation positive.

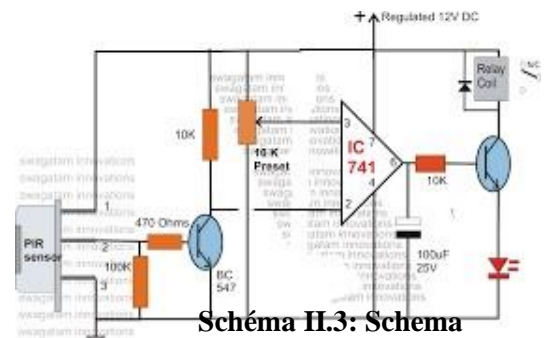


Schéma II.3: Schema électrique d'un capteur PIR.

CHAPITRE 2 : CONCEPTION

IV. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents blocs de notre système de surveillance et protection des volailles, en détaillant chaque bloc ainsi que son fonctionnement, ainsi que les différents composants que comporte chaque bloc, pour enfin passer à la réalisation dans le prochain chapitre.

Chapitre III : Réalisation pratique

I. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons mettre en pratique la conception de notre système, pour cela nous allons utiliser les plateformes adéquates, et de mettre en marche le système réalisé.

II. Structure générale du système

Notre système est composé de deux parties: la partie commande et la partie capteur, qui sont reliées de manière non filaire (par radiofréquences) grâce au module de communication NRF24L01, ainsi que des cartes Arduinos et des capteurs et pré-actionneurs.

Une fois le système mis en marche, chacune des cartes Arduino Nano présentes dans les stations capteur, collecte les données (température et humidité, gaz, luminosité, humidité de sol, intrusion) qui seront stockées sous forme de tableau de bytes. Dès la réception d'une requête venant de la station de commande, la station capteur renvoi le tableau de données pour qu'il puisse y être traité.

Une fois le tableau reçu par la station de commande, le traitement peut commencer, l'Arduino Méga compare les données reçues aux consignes préétablies et se charge de corriger les éventuels écarts avec un asservissement en TOR (Tout Ou Rien).

III. Réalisation hardware

Nous avons choisis pour cela la plateforme Fritzing au vu de la disponibilité des composants utilisés car sur ce point, Proteus ISIS, bien que supérieur à Fritzing et proposant de simuler les montages, ne disposait pas des bibliothèques nécessaires au fonctionnement du système tel que le NRF24L01.

Toutefois, la plateforme Proteus sera retenue pour le routage des typons et le développement des circuits imprimés grâce notamment au module ARES vu le panel d'outils proposés par celui-ci.

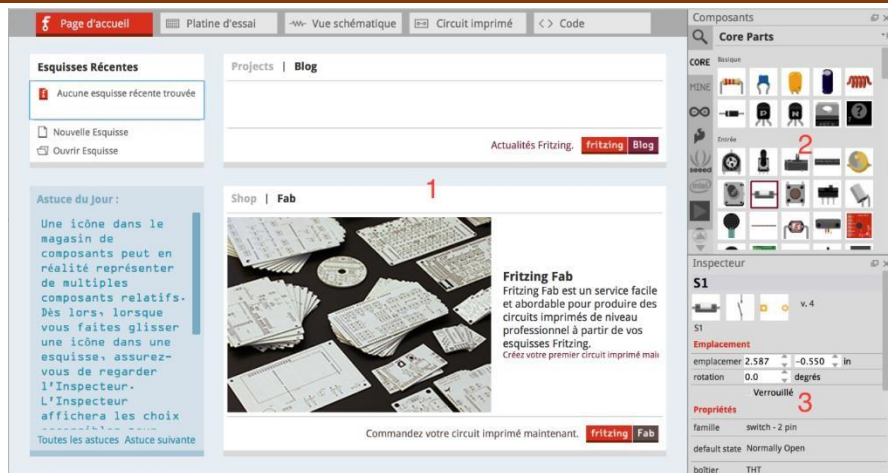


Figure III.1: interface du logiciel Fritzing.

1. Montage de la partie capteur

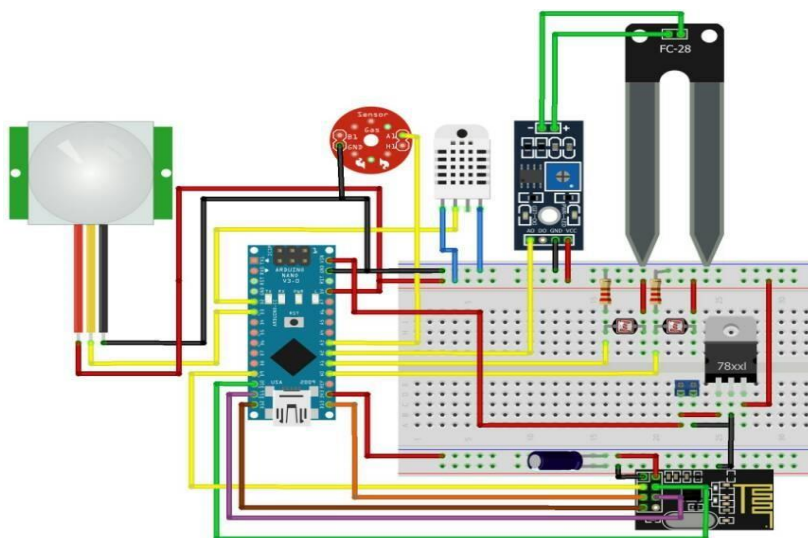


Figure III.2:Montage de la station capteur.

- **Description** : la partie capteur se compose d'une carte Arduino nano autour de laquelle sont assemblés les différents capteurs, le module de communication NRF24L01 et un régulateur de tension LM7805. Ce dernier se chargera de convertir la tension d'alimentation 12V nécessaire à l'Arduino en une tension 5V pour le fonctionnement des capteurs.

2. Montage de la partie commande

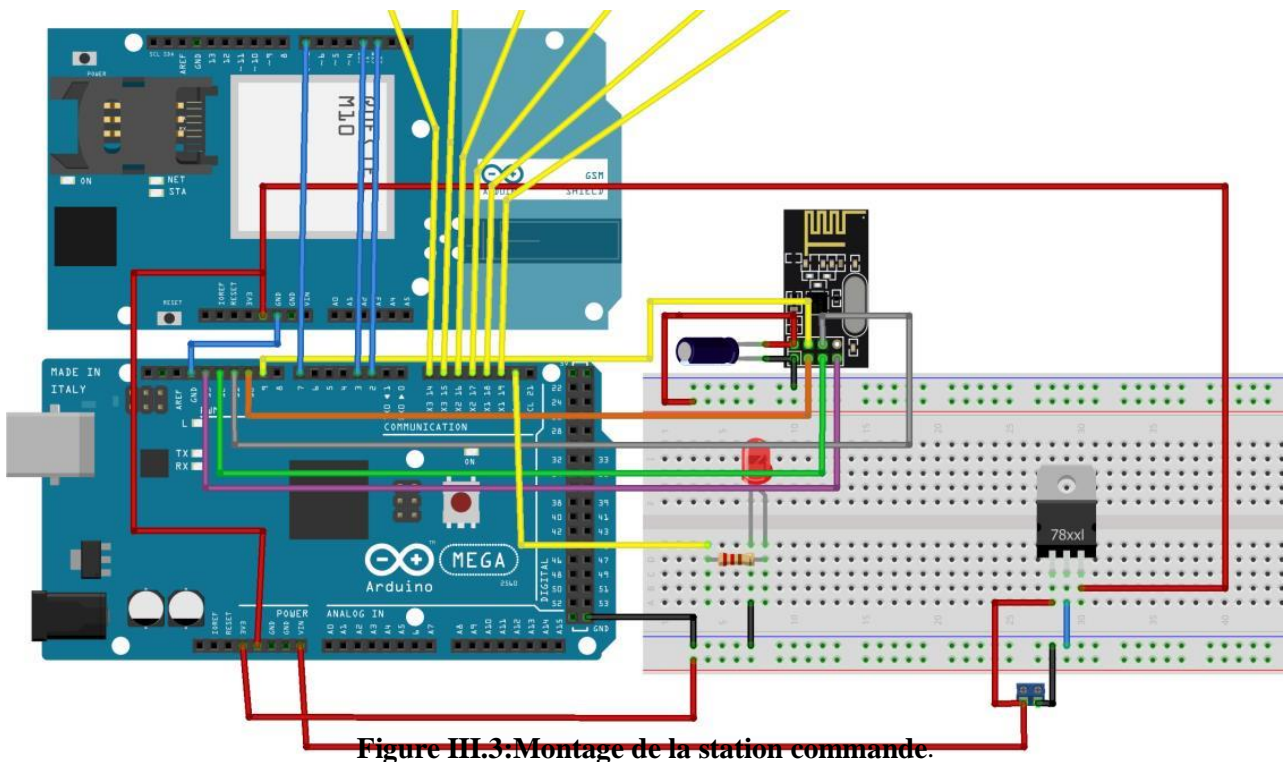


Figure III.3:Montage de la station commande.

□ **Description** : La partie commande nécessite un ensemble de composants tel que Arduino Méga 2560 qui sera le microcontrôleur principal, un module radio fréquence NRF24L01 pour la communication de nos deux parties qui permet l'échange des données. Nous ajoutons un voyant lumineux et le module GSM M10 qui alerteront en cas d'événement inhabituel.

3. Montages avec les différents capteurs et modules

A. Module de transmission radio

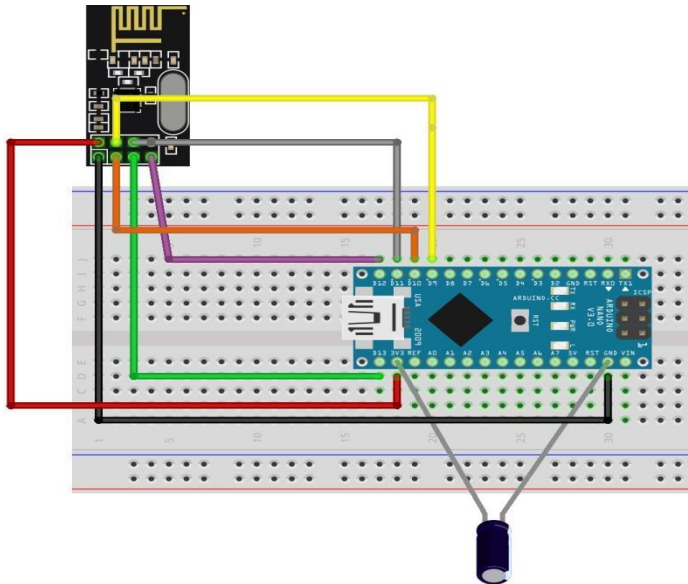


Figure III.4:Branchement du NRF24101.

□ **Description** : Le module de transmission radio joue un rôle très important dans notre système, en effet c'est ce composant qui permet la communication de manière bidirectionnelle entre les deux stations.

Chaque station dispose d'un module NRF24101 relié à l'Arduino (Méga ou Nano) de la manière suivante :

CSN, CE sont branchées dans l'ordre sur D9, D10, MOSI, MISO, SCK ces broches sont obligatoirement câblées sur D11, D12 et D13, la broche IRQ peut être branché sur D15 mais n'est pas nécessaire.

Ces modules sont conçus pour fonctionner avec une alimentation de 3.3v, il est conseillé de rajouter un condensateur de 10 μ F entre VCC et GND.

B. Capteur de mouvement

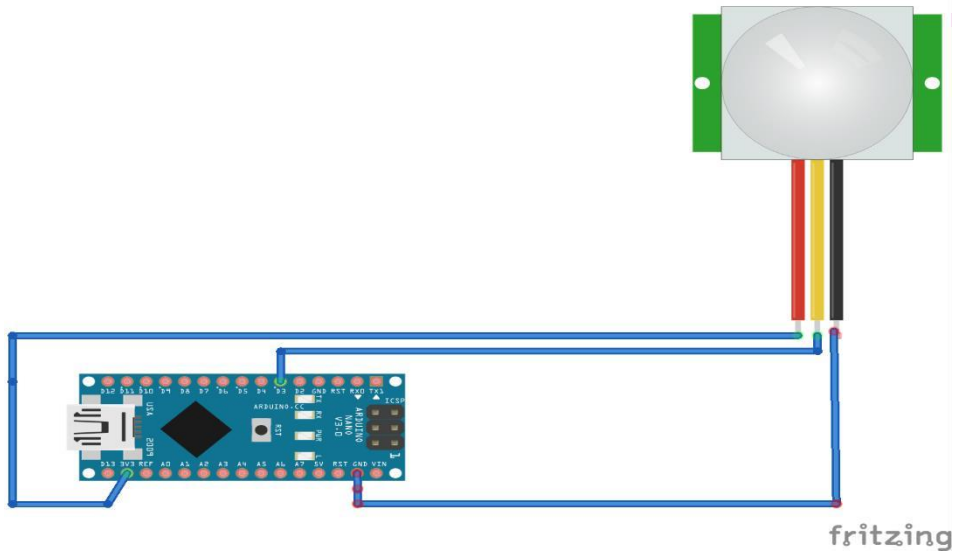


Figure III.5:Branchement du PIR.

□ **Description** : Nous utilisons le capteur pyroélectrique PIR (passive Infrared Sensor pour capteur infrarouge passif), grâce au rayement infrarouge. Il permet de surveiller et de protéger les brèches dans notre bâtiment de toute éventuelle intrusion dans le champ du capteur (attaque d’animaux).

Pour le branchement, le PIR à 3 broches : VCC, GND et une sortie numérique à branchée sur D3.

C. Capteur de gaz multiple

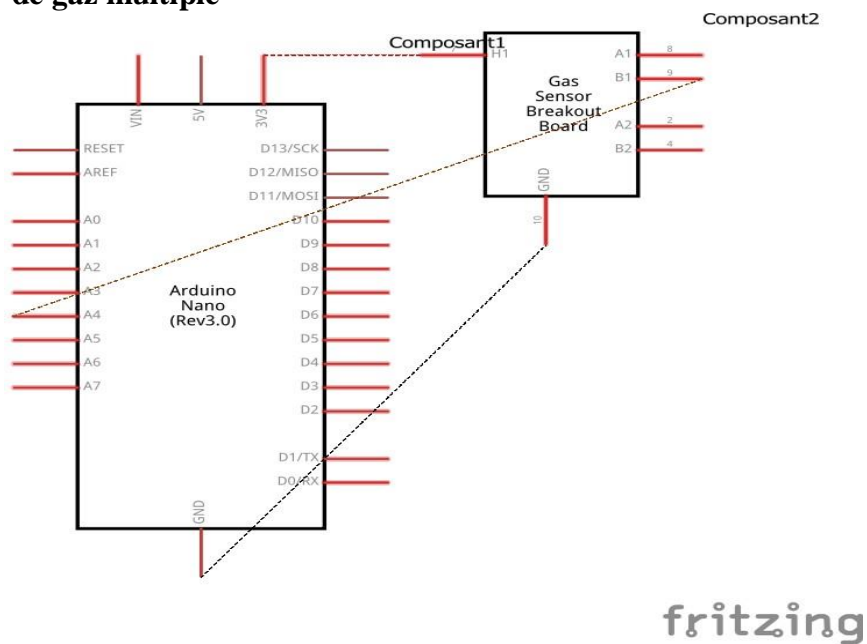


Figure III.6:Branchement du MQ-135.

- **Description** : Dans le bâtiment beaucoup de gaz sont dégagés notamment dû aux déjections et fermentations de la litière comme l'ammoniac « NH_3 » qui est nocif. Ce dernier est surveillé grâce a note capteur de gaz MQ135. Le taux limite pour ce gaz est de 15ppm.

Afin de câbler ce capteur avec notre Arduino NANO, on doit connecter les broches VCC, GND et OUT respectivement aux broches de la Nano 3.3v, GND et la broche analogique A4.

D. Capteur de température/humidité

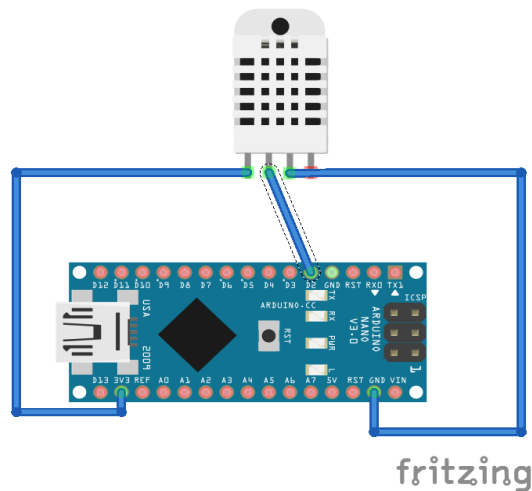


Figure III.7:Branchement du DHT22.

- **Description** : Entre la chaleur dégagée des poules et de la litière et le chauffage nous devons réguler la température à chaque différente étape de la vie d'un poussin, pour surveiller et contrôler nous utilisons le capteur de température DHT22 très connu et utilisé dans divers système, Pour câbler ce capteur a l'Arduino nano on connecte respectivement les broches VCC, GND et OUT du capteur aux broches 3,3 V, GND et D2 de la carte Arduino Nano de la station. La figure ci-dessous présente le branchement du capteur de température DHT22.

E. Capteur d'humidité de sol

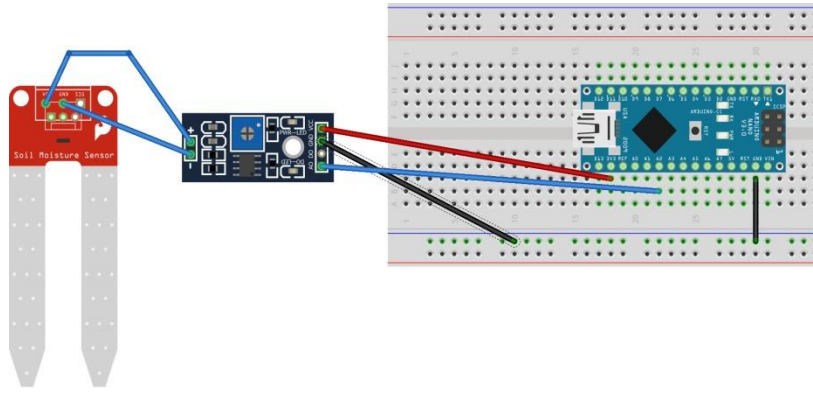


Figure III.8: Branchement du capteur d'humidité sol.

□ **Description** : la litière étant le premier paramètre à tenir en compte pour la survie des volailles celle-ci doit être contrôlée et nettoyée afin de fournir le bon équilibre pour les poules et les poussins, le taux d'humidité de sol est contrôlé grâce à un capteur d'eau et doit être entre 20 à 25 %.

Pour le branchement du capteur on doit connecter les broches VCC, GND et OUT aux broches 3.3 V, GND et la broche analogique A2 de l'Arduino nano.

F. Système à double LDR

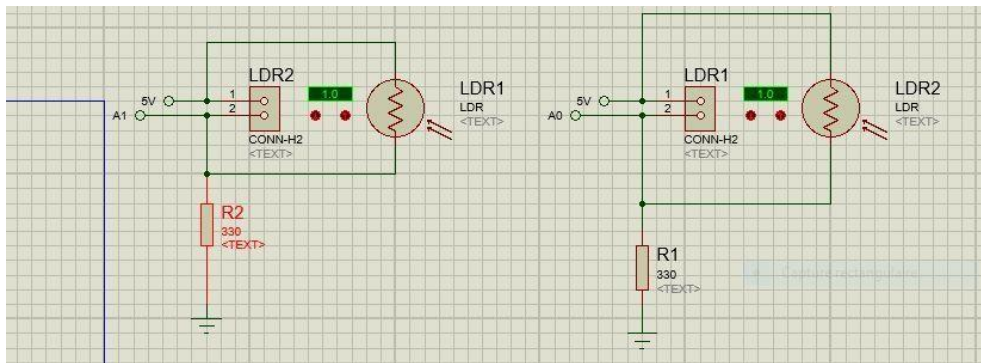


Figure III.9: Branchement du système double LDR.

□ **Description** : afin de contrôler la luminosité au sein du bâtiment nous décidons d'utiliser une photorésistance (LDR), cependant, pour un résultat optimal nous avons opté pour un système à deux LDR (Intérieur, Extérieur) dont l'additionnement logique est illustré dans le tableau ci-dessous :

Tableau III.1: Table de vérité du système double LDR.

I	E	S
---	---	---

0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	0

G. Shield GSM

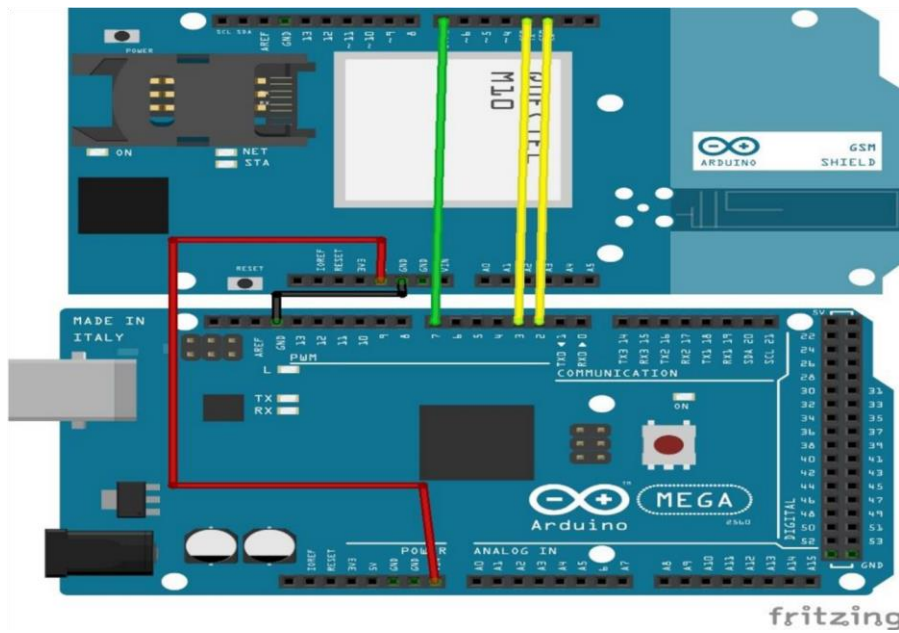


Figure III.10:Branchement du shield GSM.

- **Description :** pour tous problèmes qui nécessite l'intervention de l'homme, nous utilisons le module GSM M10 afin de l'alerter.
Capable de supporter divers modes de communication, le "M10" est doté d'une liaison série, il est spécialement conçu pour la réalisation d'applications de gestion et de contrôle à distance (M2M).
Pour les branchements on doit connecter les Broches GND et VCC aux broches GND et VCC de l'Arduino Méga puis les Broches 7, TX (pin3), RX (pin2) respectivement au broches 7, 3,2 de l'Arduino Méga.

H. Typon et plan d'implantation

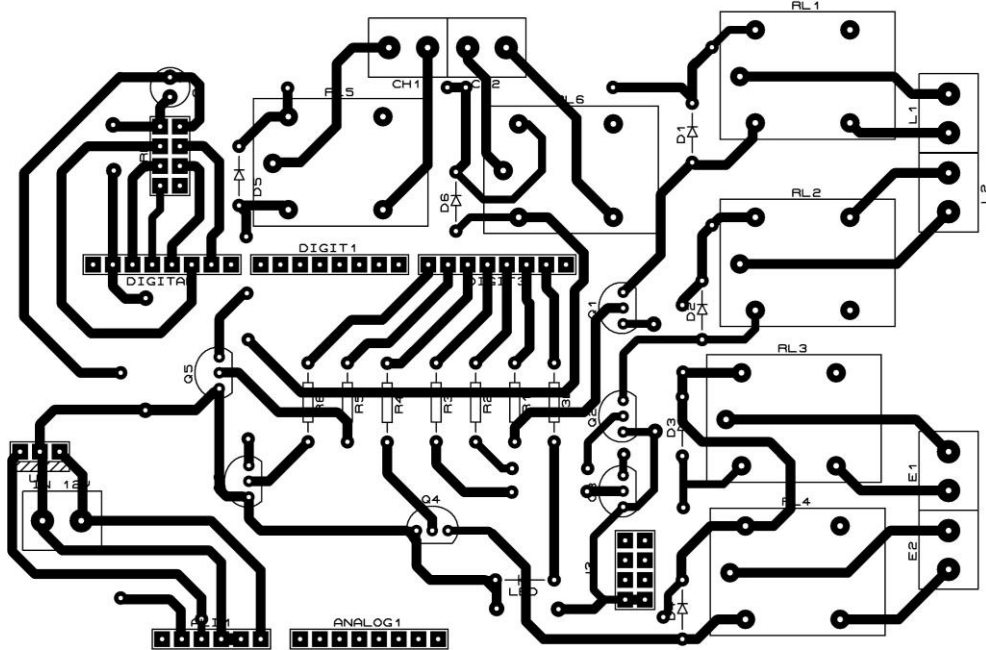


Figure III.14:typon et schéma d'implantation station commande.

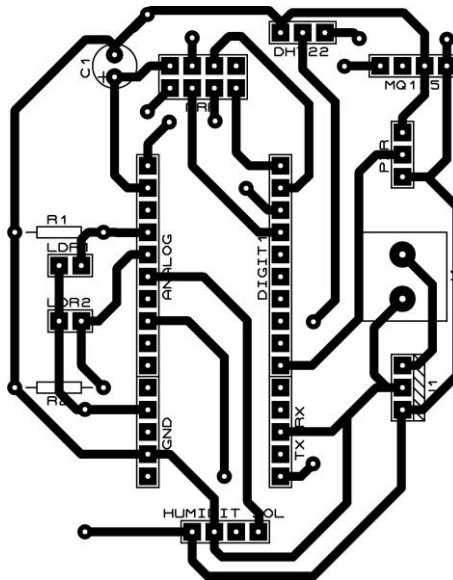


Figure III.13:typon et plan d'implantation partie capteur.

IV. Réalisation Software

1. IDE Arduino

L'IDE d'Arduino est un environnement de développement (IDE) qui permet :

- d'éditer un programme : des croquis (*sketch* en Anglais),
- de compiler ce programme dans le langage « machine » de l'Arduino,

- de téléverser le programme dans la mémoire de l'Arduino, □ de communiquer avec la carte Arduino grâce au terminal.

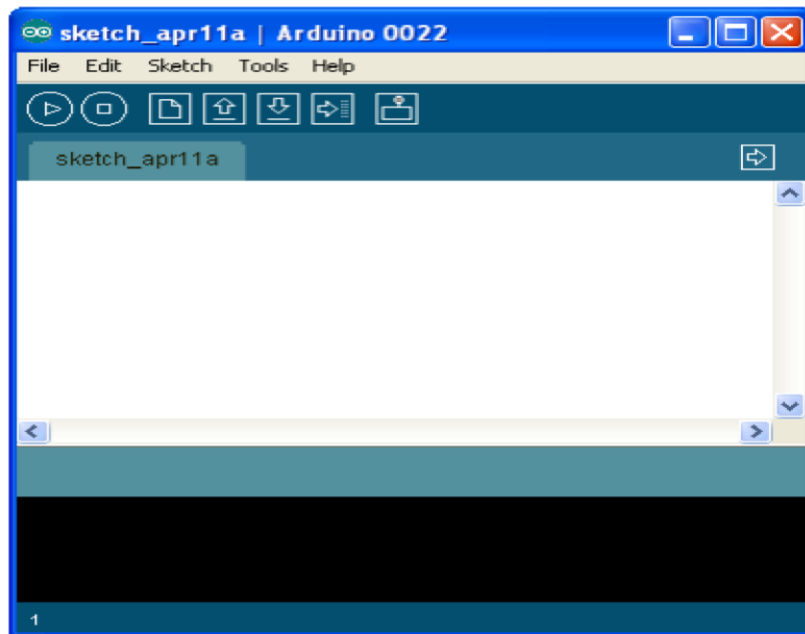


Figure III.15:Interface de l'IDE Arduino.

Description

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

Le langage de programmation est une variante du C/C++, allégée et restreinte à l'utilisation de la carte, de ses entrées/sorties et de ses bibliothèques associées à l'ouverture, l'interface visuelle du logiciel contient le menu, des boutons de commande en haut, une page blanche vierge, une bande noire en bas.

2. Construction des programmes

Notre application permet de contrôler les capteurs et pré-actionneurs de notre système.

A. Partie capteur

Ce programme est chargé sur les cartes déportées, il récupère les informations des différents capteurs puis quand il reçoit la requête correspondante il les envoie vers la carte centrale qui effectue le traitement nécessaire.

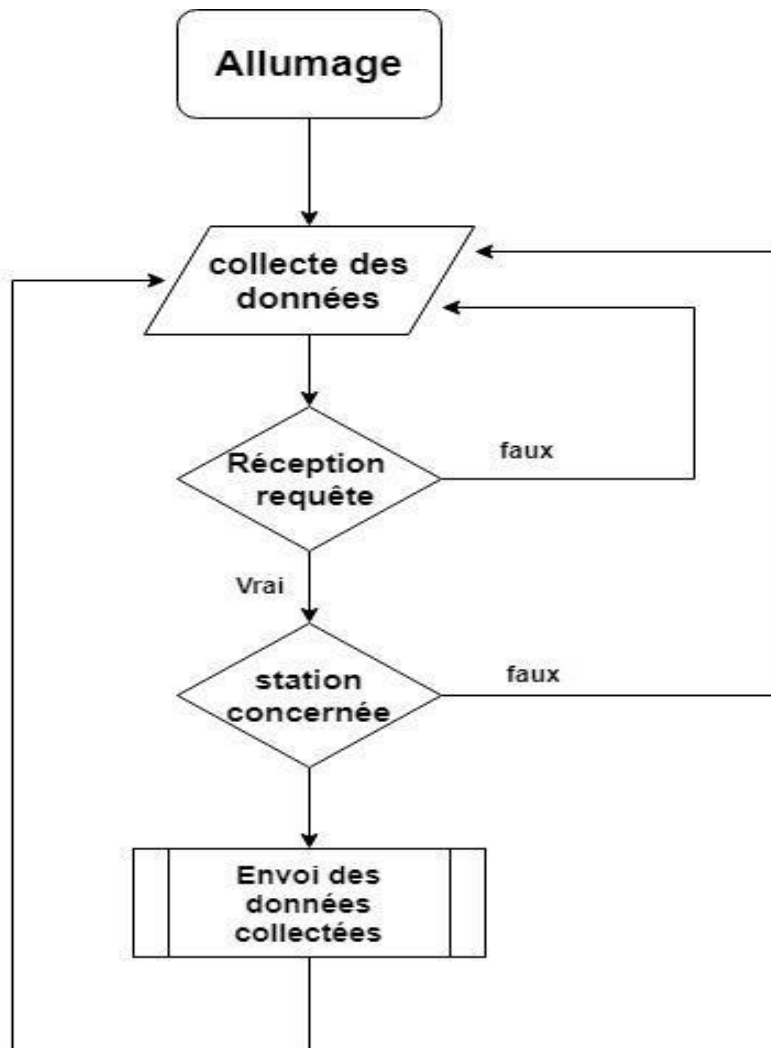


Figure III.16: Organigramme du programme capteur.

B. Partie commande

Ce programme est chargé sur la carte locale, il envoie des requêtes individuelles de lecture aux différentes cartes déportées puis récupère les données envoyées par les cartes, effectue les traitements nécessaires et envoie les commandes pour corriger l'écart et atteindre à la consigne donnée.

CHAPITRE 3 : REALISATION PRATIQUE

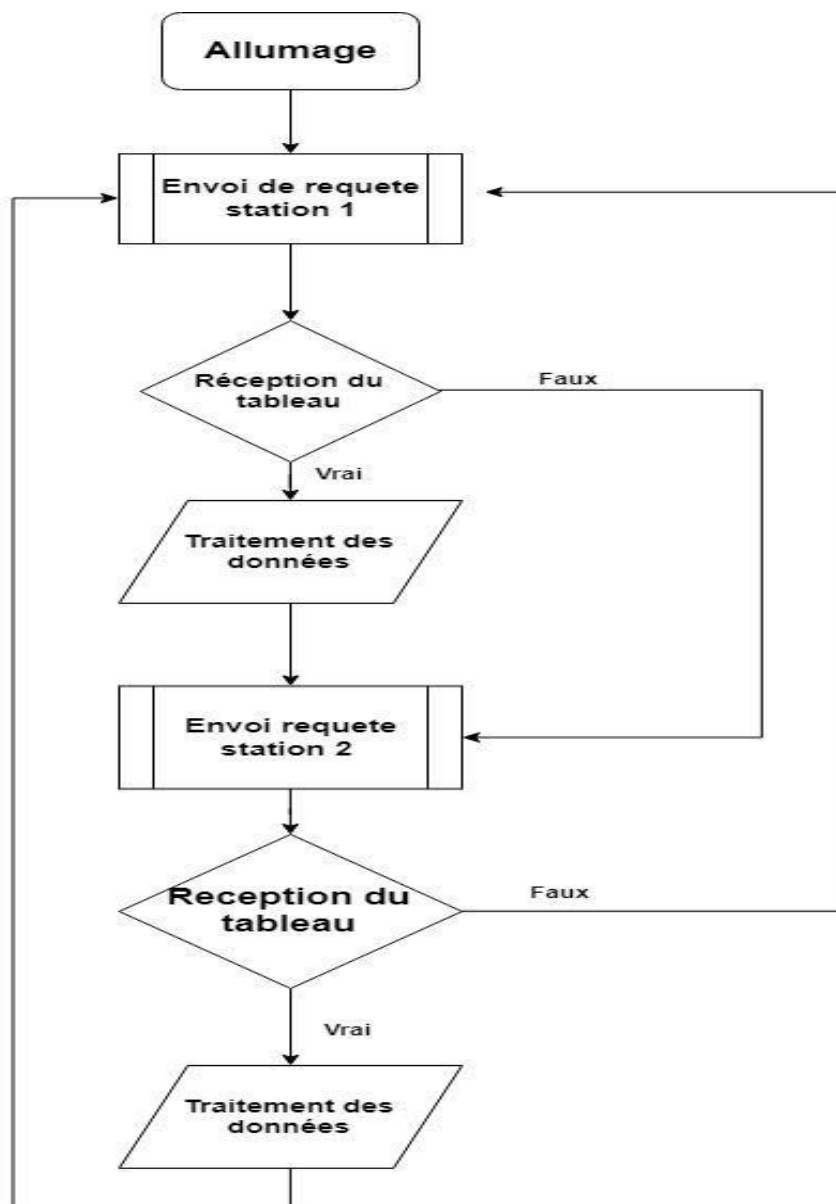


Figure 11: Organigramme du programme commande.

V. Mise en marche

1. Station capteur

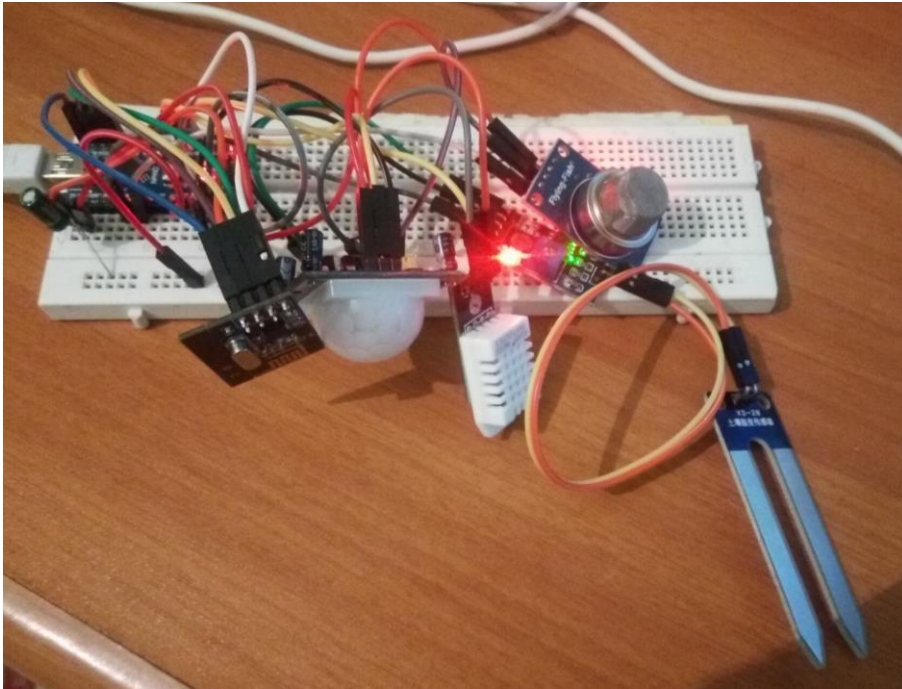


Figure III.18:Montage de test de la station capteur

2. Station commande

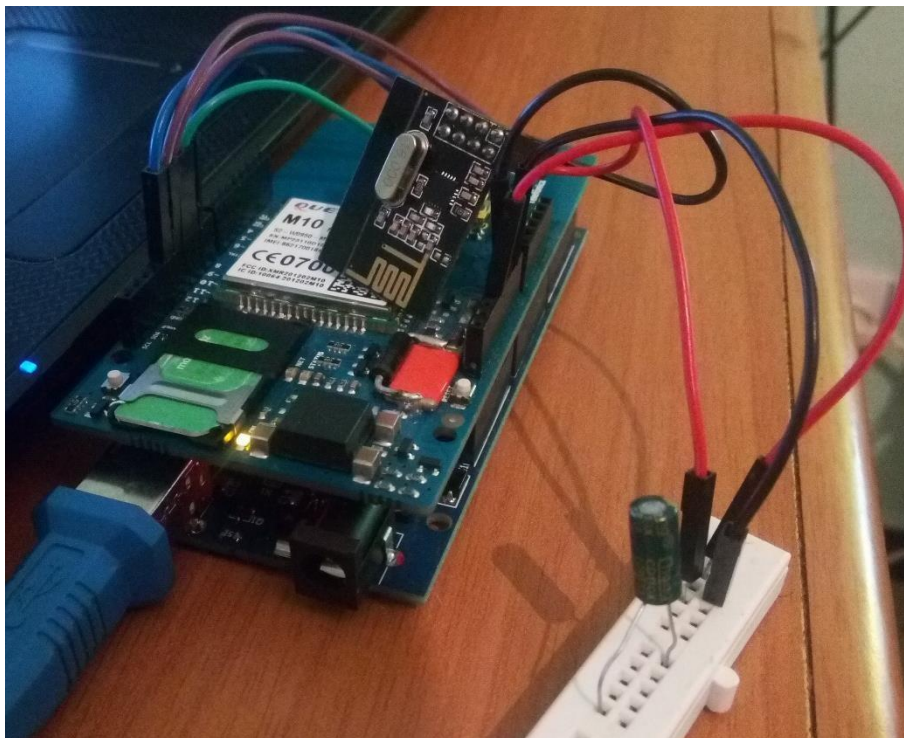


Figure III.19:Montage test de la station commande

CHAPITRE 3 : REALISATION PRATIQUE

```
116 void loop()
117 {
118
119
120   collecte_donnee();
121   envoi(donnee);
122
123   delay(1000);
124 }
125
```

Compilation terminée.

Le croquis utilise 9 374 octets (30%) de l'espace de stockage de programmes. Le maximum est de 30 720 octets.
Les variables globales utilisent 393 octets (19%) de mémoire dynamique, ce qui laisse 1 655 octets pour les variables locales.

3. Phase de test

Figure III.20:Compilation station capteur.

```
230 void loop()//-----boucle principale
231 {
232   //travail pour la station 1
233   RRT(tableau_donnee_1, 1);//----- envoi requette et reception du tableau de donnée
234
235   delay(minute);//----- delais d'attente d'une minute
236
237   traitement_station1(tableau_donnee_1);//--- traitement,comparaison et asservissement
238
239   delay(5*minute);
240   //-----travail pour la station 2
241   RRT(tableau_donnee_2, 2);
242
243   delay(minute);
244
245
246   traitement_station1(tableau_donnee_2);
247   Serial.println(tableau_donnee_1[0]);
248   delay(5*minute);
249
250 }
```

Compilation terminée.

Le croquis utilise 13 838 octets (45%) de l'espace de stockage de programmes. Le maximum est de 30 720 octets.
Les variables globales utilisent 883 octets (43%) de mémoire dynamique, ce qui laisse 1 165 octets pour les variables locales.

Figure III.21:Compilation station commande.

```
requette recue :2
ne rien faire
*****
RX status : E
RX status : E
RX status : E
requette recue : 1
temperature      : 30
humidite         : 70
etat eclairage   : eteint
humiditÃ© au sol : 0
detecteur d'intrusion : ne
taux de gaz      : 47
#####
envoi des donnees
transmission reussie
*****
```

Défilement automatique

Figure III.22:Test de fonctionnement.

VI. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté dans un premier temps le branchement de chaque élément de notre système de surveillance aux Arduino de chaque station, ainsi que son développement sous l'environnement de programmation Arduino (IDE). puis nous sommes passés à l'étape qui consiste à présenter la réalisation et la mise en marche de notre application.

Conclusion générale

A travers ce travail, nous avons essayé d'appliquer les techniques d'automatisation industrielle sur le secteur agricole en général et avicole en particulier.

Pour cela, nous nous sommes basé sur les critères suivants :

- Evolution de l'aviculture algérienne et de la consommation du poulet.
- Techniques d'élevage et condition de vie des poulets de chair.
- Modernisation du secteur avicole via l'application de méthodes d'automatisation industrielle.

Concernant l'aviculture algérienne d'après les statistiques de la FAO (2004) elle figure parmi les leaders dans la production avicole dans la région du grand Maghreb. Elle assure plus de 50% de la ration alimentaire en produits d'origine animale. Cependant la demande de la population en protéines animales dans la ration alimentaire est passée de 0,82 kg/hab/an en 1972 à 12 kg de viande blanche par an (poulet, dinde...) en 2015. D'où la nécessité de développer la filière avicole en Algérie.

Ce qui nous a amené à étudier les conditions de vie de la volaille de chair. On a donc cité les différentes techniques d'élevage du poulet de chair, la manière dont sont aménagés les bâtiments d'élevage, les conditions d'ambiance, les équipements et matériels utilisés pour l'alimentation et l'abreuvement.

Afin de moderniser le secteur avicole, nous avons pris en considération chaque grandeur : humidité, température, ventilation, gaz afin d'illustrer le principe de fonctionnement et l'étude des différents blocs de notre système conçu.

Nous avons poursuivi par la mise en pratique de nos connaissances en électronique. Pour cela nous avons utilisé les différentes plateformes mises à notre disposition. Telle que Fritzing, Proteus ARES et l'IDE Arduino.

Grâce à ces différentes plateformes on a conçu un système à microcontrôleur, pour cela, nous avons utilisé des cartes Arduinos car nous avons trouvé en elles un système complet, dont les caractéristiques nous permettent de diviser notre système en deux parties, celles-ci communiquent par radiofréquences grâce au module de communication NRF2401.

Notre système répond aux objectifs illustrés dans le cahier de charge; et offre une modularité qui permet de s'adapter à tout type de bâtiment avicole et agricole en général (serres, élevage autre qu'avicole), en effet, il suffira uniquement d'augmenter le nombre de station de capteur et/ou leur fixer des consignes différentes.

Enfin, ce que l'on peut dire est que notre système mérite d'être étoffé à travers les points suivants :

- Mise en place d'une interface graphique H/M afin de simplifier le changement de consigne.
- Elargir le champ d'action de notre système en lui procurant une certaine polyvalence, ce qui lui permettra de contrôler d'autres paramètres.
- Ajout d'un module d'enregistrement de données sous forme de tableau et/ou de graphique

BIBLIOGRAPHIE

- [1] EL BOUAMRANI Amina et HADJ MOUSSA Imane : Situation de l'aviculture type chaire ; mémoire master, 2017.
- [2] MAHMA Hassen et BERGHOUTI Farouk : La filière avicole (poulet de chair) dans la wilaya de Ouargla : autopsie de dysfonctionnement ; mémoire master, 2016.
- [3] RAHMANI Houria : situation de l'élevage du poulet de chair dans la daïra Tougourt ; Université Kadsı Merbah Ouargla, mémoire ingénieur, 2006.
- [4] Fiches Techniques De Base Destinées Aux Techniciens Agricoles Ministère De l'agriculture, de l'élevage et de la pêche (Maep) : Organisation des Nation Unies pour l'alimentation Et l'agriculture (Faq)-Projet de soutien au développement rural (Psdr).Pdf [5] Mr LOUCHAMI du CFPA MECHTRAS : Documentation sur l'aviculture.
- [6] PICSOU : Sciences physiques magazine.PDF.
- [7] Technique de conduite des élevages de reproductrices et reproducteurs.PDF.
- [8] GUIDE-ELEVAGE –AVI-DERNIERE.PDF.
- [9] Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie
- [10] Ministère d'Agriculture et du Développement Rural [11] Arduino <https://www.arduino.cc>.
- [12] <http://www.forumconstruire.com/guide/guide-domotique/principe-domotique.pdf>
- [13] <http://cedric.cnam.fr/~bouzefra/cours/Arduino.pdf>
- [14] <https://www.carnetdumaker.net/articles/communiquer-sans-fil-avec-un-modulenrf24101-la-bibliotheque-mirf-et-une-carte-arduino-genuino/> [15]
<http://www.webreview.dz/IMG/pdf/f1507.pdf>

I. Description de l'environnement de programmation Arduino

Le logiciel Arduino a pour fonctionnalités principales :

- de pouvoir écrire et compiler des programmes pour la carte Arduino,
- de se connecter et communiquer avec la carte Arduino pour y transférer les programmes.

1. Principe général d'utilisation

Le code écrit avec le logiciel Arduino est appelé un programme ou une séquence (sketch en anglais) :

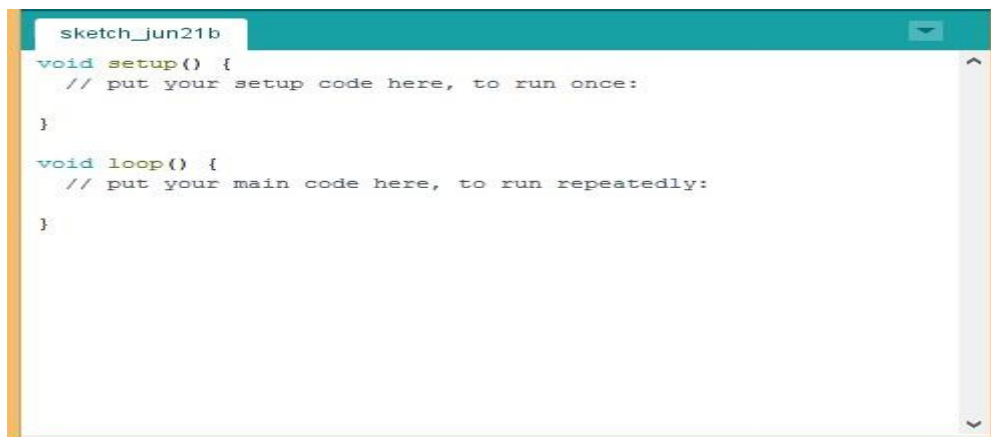
- **une barre de menus** comme pour tout logiciel une interface graphique (GUI) :



- **une barre de boutons** qui permettent un accès direct aux fonctions essentielles du logiciel et fait toute sa simplicité d'utilisation :



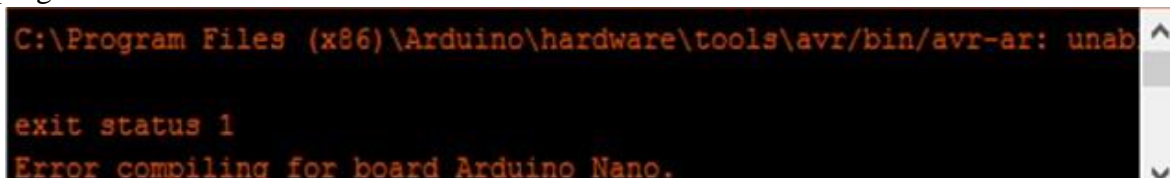
- **un éditeur** (à coloration syntaxique) pour écrire le code de programme, avec onglets de navigation :



- **une zone de messages** qui affiche et indique l'état des actions en cours :



- **une console texte** qui affiche les messages concernant le résultat de la compilation du programme :



- **un terminal série** (fenêtre séparée) qui permet d'afficher des messages textes reçus de la carte Arduino et d'envoyer des caractères vers la carte Arduino. Cette fonctionnalité permet une mise au point pour faciliter la programmation, permettant d'afficher sur l'ordinateur l'état de variables, de résultats de calculs ou de conversions analogiquenumérique : un élément essentiel pour améliorer, tester et corriger ses programmes.

Pour télécharger l'IDE, il faut se rendre sur le site www.arduino.cc à la rubrique **Download**. Il fait environ 100Mo et s'installe rapidement.



Figure (01) : environnement de travail IDE

2. La structure minimale de l'environnement de travail IDE est constituée de

- en tête : déclaration des variables, des constantes, indication de l'utilisation de bibliothèques, etc...
- une fonction setup (initialisation) : cette partie n'est lue qu'une seule fois, elle comprend les fonctions devront être réalisées au démarrage (utilisation des broches en entrées ou en sortie).
- une fonction Loop (boucle) : cette partie est lue en boucle. C'est ici que les fonctions sont réalisées.

Structure d'un programme

Il y a trois phases consécutives:

Commentaires multilignes pour se souvenir du patch ==>

1/La définition des constantes et des variables

```
int ledPin = 13; // LED connectée à la broche 13
```

2/La configuration des entrées et sorties

void setup()

```
void setup()  
{  
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // configure ledPin comme une sortie  
}
```

3/La programmation des interactions et comportements

void loop()

```
void loop()  
{  
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // met la sortie à l'état haut (led allumée)  
  delay(3000); // attente de 3 secondes  
  digitalWrite(ledPin, LOW); // met la sortie à l'état bas (led éteinte)  
  delay(1000); // attente de 1 seconde  
}
```

Une fois la dernière ligne exécutée, la carte revient au début de la troisième phase et recommence sa lecture et son exécution des instructions successives. Et ainsi de suite.

Cette **boucle** se déroule des milliers de fois par seconde et anime la carte.

Done compiling.

22

Figure (02) : structure d'un programme

3. Désignation de la carte à programmer :

Pour pouvoir utiliser la **carte Arduino Méga** sous **Windows**, il faut choisir le type de carte à programmer. Dans notre cas, le type de carte utilisé est **Arduino Méga 2560**. Dans ce cas il faut :

- **1^{ère} étape** : télécharger le logiciel **Arduino IDE** qui contient les **drivers Arduino Méga**.
- **2^{ème} étape** : raccorder votre carte Arduino à l'ordinateur à l'aide d'un câble USB.
- **3^{ème} étape** : cliquez sur **Outils** puis sur **Type de carte** et enfin on choisit **Arduino Méga 2560**.

Les entrées et sorties numérique de la carte Arduino Méga :

La carte Arduino Méga possède 54 entrées/sorties numériques (digital en anglais) D0 à D53. Dans « setup », il faut déclarer une broche comme une entrée ou comme une sortie par une des deux instructions suivantes :

- `pinMode (nomdebroche, INPUT) ; // broche en entrée`
- `pinMode (nomdebroche, OUTPUT) ; // broche en sortie`

1-En sortie :

On envoie soit 5V sur la broche, soit 0V. Cela correspond à un « 1 » niveau « haut » ou soit un « 0 » niveau « bas ».

- `digitalWrite (nomdebroche, HIGH) ; // envoie 5V sur la broche soit « 1 ».`
- `digitalWrite (nomdebroche, LOW) ; // envoie 0V sur la broche soit « 0 ».`

2-En entrée :

La carte peut lire soit un niveau haut (« 1 » ou HIGH), soit un niveau bas (« 0 » ou LOW).

- `digitalWrite (nomdebroche, HIGH) ; // lit 5V sur la broche soit « 1 ».`
- `digitalWrite (nomdebroche, LOW) ; // lit 0V sur la broche soit « 0 ».`

Les entrées et sorties analogique de la carte Arduino Méga :

Contrairement au signal numérique qui ne peut prendre que deux états différents, un signal analogique peut prendre une infinité de valeurs. Comme une tension que l'on fait varier progressivement de 0V à 5V.

La carte Arduino fonctionne en numérique, le microcontrôleur ne comprend que les «0» et les «1», elle dispose de 16 entrées analogiques ; Chacune pouvant fournir une mesure d'une résolution de 10 bits (c.à.d. sur 1024 niveaux soit de 0 à 1023) à l'aide de la fonction `analogRead()` du langage Arduino, ces entrées de A0 à A15 sont dotées d'un convertisseur analogique/numérique qui convertit une tension en une suite de «0» et de «1».

II. ARES PROTEUS

1. PRESENTATION GENERALE

ARES est un module de conception de circuit imprimé. Il permet :

- Le placement des composants en mode automatique, manuel ou semiautomatique
- Le routage des liaisons sur 16 couches en mode automatique manuel ou semiautomatique. Il incorpore des algorithmes de remise en cause qui améliorent le pourcentage d'achèvement.
- Une passe supplémentaire, dite de nettoyage, permet de réduire la longueur des connexions et de minimiser le nombre de traversées afin d'améliorer l'esthétique du circuit. Il intègre un générateur de plan de masse.

2. UTILISATION DU MODULE ARES

Lancement direct (ARES est utilisé comme une planche à dessin informatisée). Dans le menu Démarrer sélectionner Programme puis Proteus 6 professionnel puis ARES 6.
Lancement à partir du module de saisie de schéma ISIS.

III. FRITZING

Se voulant dans la ligne d'Arduino et de processing, Fritzing est un projet de logiciel libre, destiné aux non-professionnels de l'électronique. Il a notamment pour vocation de favoriser l'échange de circuits électroniques libres et d'accompagner l'apprentissage de la conception de circuits.

Le logiciel conçu par cette association, également nommé Fritzing, est un logiciel d'édition de circuit imprimé. Il est disponible dans 16 langues dont le français. Il est adapté au débutant ou confirmés en électronique pour faire rapidement des circuits simple, et est également un bon outil didactique pour apprendre à bidouiller en électronique par la pratique.

Le logiciel comporte trois vues principales :

- La « Platine d'essai », où l'on voit les composants tels qu'ils sont dans la réalité et où l'on construit le montage.
- La « Vue schématique », représentant le schéma fonctionnel du circuit.
- Le « Circuit imprimé », représentant la vue du circuit imprimé tel qu'il sera sorti en PDF pour être imprimé.

La bibliothèque de composants utilise des fichiers au format ouvert « Fritzing Part Format », d'extension .fzp, qu'il est possible d'augmenter. Chaque composant est défini à l'aide de 3 éléments qui doivent pouvoir s'adapter aux trois vues du logiciel:

- l'image du composant, qui peut être réalisée à partir d'une image vectorielle au format SVG (pouvant donc inclure des bitmaps au format PNG ou JPEG).
- Le symbole du composant
- La représentation du composant sur le circuit imprimé (nombre et position des pistes).

Parmi les composants proposés par défaut, on peut citer :

- Les composants électroniques standards (résistance, diodes, transistors, etc.)
- Les circuits intégrés logiques simples les plus répandus.
- Les capteurs les plus courants (commutateur, potentiomètre, accéléromètre, détecteur de lumière, etc.)
- Les composants de sortie les plus courant (LEDs, Super LEDs, quelques écrans LCD répandus, haut-parleurs, servo-moteurs, relais, etc.)
- Différents types d'alimentations
- Les connecteurs les plus courants (USB, Jack, DB9, MicroSD, etc.)
- La majorité des cartes Arduino répandues, dont la série des Arduino textiles
- Différents micro-contrôleurs (Arduino, Raspberry Pi, Adafruit, etc.)

- Quelques platines d'essai (grille matérielle servant à la conception et au test de circuits électroniques).

Ce logiciel, tout en étant simple d'usage, très visuel et accompagné de didacticiels guidant pas à pas l'utilisateur, s'avère également être un logiciel complet.

- Il permet d'exporter dans les formats d'autres logiciels de conceptions de circuits imprimés répandus ; Eagle et Gerber.
- Il permet d'exporter les typons au format PDF ou SVG afin de pouvoir les imprimer et ainsi insoler une plaque de circuit imprimé.

Une aide minimum est fournie en français et d'autres langues avec le logiciel, mais une grande partie de l'aide est en ligne directement sur le site des auteurs et uniquement en anglais.

IV. NRF24L01

1. Introduction

The nRF24L01 is a single chip 2.4GHz transceiver with an embedded baseband protocol engine (Enhanced ShockBurst™), designed for ultra low power wireless applications. The nRF24L01 is designed for operation in the world wide ISM frequency band at 2.400 - 2.4835GHz. An MCU (microcontroller) and very few external passive components are needed to design a radio system with the nRF24L01.

The nRF24L01 is configured and operated through a Serial Peripheral Interface (SPI.) Through this interface the register map is available. The register map contains all configuration registers in the nRF24L01 and is accessible in all operation modes of the chip.

The embedded baseband protocol engine (Enhanced ShockBurst™) is based on packet communication and supports various modes from manual operation to advanced autonomous protocol operation. Internal

FIFOs ensure a smooth data flow between the radio front end and the system's MCU. Enhanced Shock- Burst™ reduces system cost by handling all the high-speed link layer operations.

The radio front end uses GFSK modulation. It has user configurable parameters like frequency channel, output power and air data rate.

The air data rate supported by the nRF24L01 is configurable to 2Mbps. The high air data rate combined with two powers saving modes makes the nRF24L01 very suitable for ultra low power designs.

Internal voltage regulators ensure a high Power Supply Rejection Ratio (PSRR) and a wide power supply range.

Revision 2.0 Page 8 of 74

nRF24L01 Product Specification

2. Features

Features of the nRF24L01 include:

A. Radio

- Worldwide 2.4GHz ISM band operation
- 126 RF channels
- Common RX and TX pins
- GFSK modulation
- 1 and 2Mbps air data rate
- 1MHz non-overlapping channel spacing at 1Mbps
- 2MHz non-overlapping channel spacing at 2Mbps

B. Transmitter

- Programmable output power: 0, -6, -12 or -18dBm
- 11.3mA at 0dBm output power

C. Receiver

- Integrated channel filters
- 12.3mA at 2Mbps
- -82dBm sensitivity at 2Mbps
- -85dBm sensitivity at 1Mbps
- Programmable LNA gain

D. RF Synthesizer

- Fully integrated synthesizer
- No external loop filter, VCO varactor diode or resonator
- Accepts low cost ± 60 ppm 16MHz crystal

E. Enhanced ShockBurst™

- 1 to 32 bytes dynamic payload length
- Automatic packet handling
- Auto packet transaction handling
- 6 data pipe MultiCeiver™ for 1:6 star networks

F. Power Management

- Integrated voltage regulator
- 1.9 to 3.6V supply range
- Idle modes with fast start-up times for advanced power management
- 22uA Standby-I mode, 900nA power down mode
- Max 1.5ms start-up from power down mode
- Max 130us start-up from standby-I mode

G. Host Interface

- 4-pin hardware SPI
- Max 8Mbps
- 3 separate 32 bytes TX and RX FIFOs
- 5V tolerant inputs

H. Compact 20-pin 4x4mm QFN package

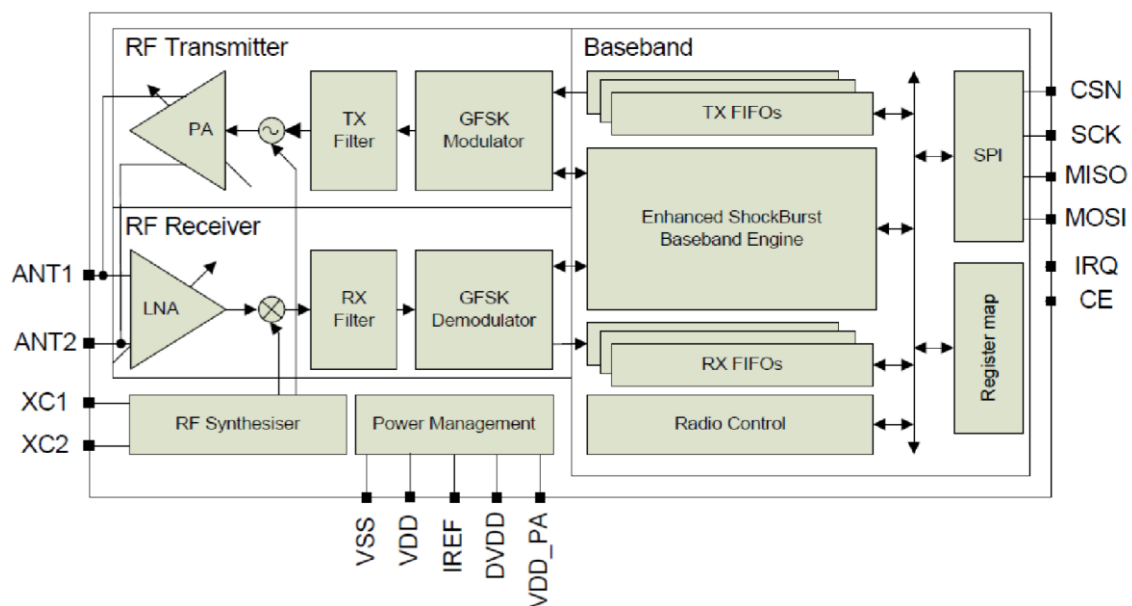


Figure 1. NRF24L01 block diagram

3. Pin Information

A. Pin assignment

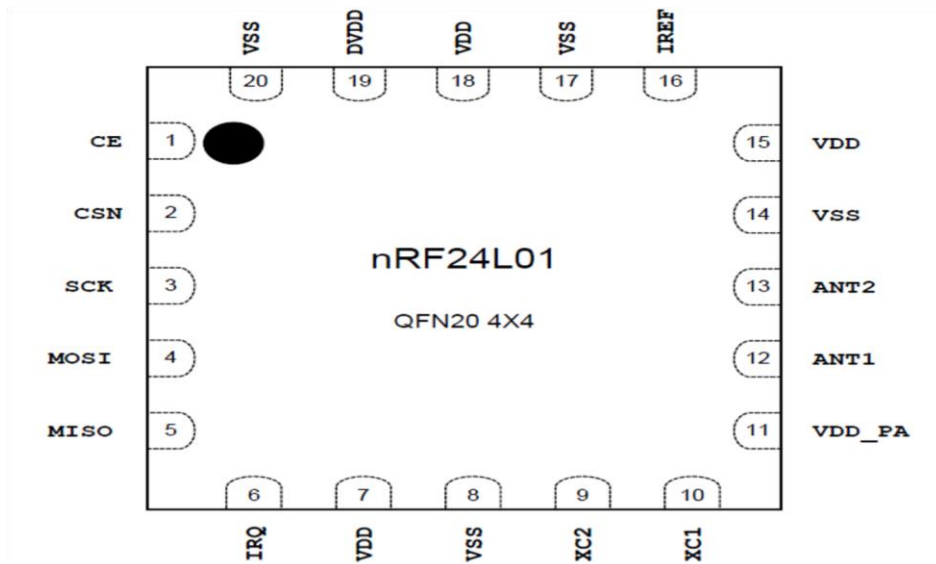


Figure 2. NRF24L01 pin assignment (top view) for the QFN20 4x4 package

B. Pin functions

Pin	Name	Pin function	Description
1	CE	Digital Input	Chip Enable Activates RX or TX mode
2	CSN	Digital Input	SPI Chip Select
3	SCK	Digital Input	SPI Clock
4	MOSI	Digital Input	SPI Slave Data Input
5	MISO	Digital Output	SPI Slave Data Output, with tri-state option
6	IRQ	Digital Output	Maskable interrupt pin. Active low
7	VDD	Power	Power Supply (+1.9V - +3.6V DC)
8	VSS	Power	Ground (0V)
9	XC2	Analog Output	Crystal Pin 2
10	XC1	Analog Input	Crystal Pin 1
11	VDD_PA	Power Output	Power Supply Output(+1.8V) for the internal nRF24L01 Power Amplifier. Must be connected to ANT1 and ANT2 as shown in Figure 30 .
12	ANT1	RF	Antenna interface 1
13	ANT2	RF	Antenna interface 2
14	VSS	Power	Ground (0V)
15	VDD	Power	Power Supply (+1.9V - +3.6V DC)
16	IREF	Analog Input	Reference current. Connect a 22kΩ resistor to ground. See: Figure 30 .
17	VSS	Power	Ground (0V)
18	VDD	Power	Power Supply (+1.9V - +3.6V DC)
19	DVDD	Power Output	Internal digital supply output for de-coupling purposes. See: Figure 30 .
20	VSS	Power	Ground (0V)

Table 1. NRF24L01 pin function

Note: Exceeding one or more of the limiting values may cause permanent damage to nRF24L01.

Operating conditions	Minimum	Maximum	Units
Supply voltages			
V _{DD}	-0.3	3.6	V
V _{SS}		0	V
Input voltage			
V _I	-0.3	5.25	V
Output voltage			
V _O	v _{SS} to v _{DD}	v _{SS} to v _{DD}	
Total Power Dissipation			
P _D (T _A =85°C)		60	mW
Temperatures			
Operating Temperature	-40	+85	°C
Storage Temperature	-40	+125	°C

Table 2. Absolute maximum ratings

Résumé

A travers ce travail, nous avons essayé d'appliquer les techniques d'automatisation industrielle sur le secteur agricole en général et avicole en particulier.

Pour cela, nous nous sommes basé sur les critères suivants :

- Evolution de l'aviculture algérienne et de la consommation du poulet.
- Techniques d'élevage et condition de vie des poulets de chair.
- Modernisation du secteur avicole via l'application de méthodes d'automatisation industrielle.

Concernant l'aviculture algérienne d'après les statistiques de la FAO (2004) elle figure parmi les leaders dans la production avicole dans la région du grand Maghreb. Elle assure plus de 50% de la ration alimentaire en produits d'origine animale. Cependant la demande de la population en protéines animales dans la ration alimentaire est passée de 0,82 kg/hab/an en 1972 à 12 kg de viande blanche par an (poulet, dinde...) en 2015. D'où la nécessité de développer la filière avicole en Algérie.

Ce qui nous a amené à étudier les conditions de vie de la volaille de chair. On a donc cité les différentes techniques d'élevage du poulet de chair, la manière dont sont aménagés les bâtiments d'élevage, les conditions d'ambiance, les équipements et matériels utilisé pour l'alimentation et l'abreuvement.

Afin de moderniser le secteur avicole, nous avons pris en considération chaque grandeur : humidité, température, ventilation, gaz afin d'illustrer le principe de fonctionnement et l'étude des différents blocs de notre système conçu.

Nous avons poursuivi par la mise en pratique de nos connaissances en électronique Pour cela nous avons utilisé les différentes plateformes mises à notre disposition. Telle que Fritzing, Proteus ARES et l'IDE Arduino.

Grace à ces différentes plateformes on a conçu un système à microcontrôleur, pour cela, nous avons utilisé des cartes Arduinos car nous avons trouvé en elles un système complet, dont les caractéristiques nous permettent de diviser notre système en deux parties, celles-ci communiquent par radiofréquences grâce au module de communication NRF24I01.

Notre système répond aux objectifs illustrés dans le cahier de charge; et offre une modularité qui permet de s'adapter à tout type de bâtiment avicole et agricole en général (serres, élevage autre qu'avicole), en effet, il suffira uniquement d'augmenter le nombre de station de capteur et/ou leur fixer des consignes différentes.

Enfin, ce que l'on peut dire est que notre système mérite d'être étoffé à travers les points suivants :

- Mise en place d'une interface graphique H/M afin de simplifier le changement de consigne.
- Elargir le champ d'action de notre système en lui procurant une certaine polyvalence, ce qui lui permettra de contrôler d'autres paramètres.
Ajout d'un module d'enregistrement de données sous forme de tableau et/ou de graphique

Liste des mots clés

Arduino : est une marque qui couvre des cartes matériellement libres sur lesquelles se trouvent un microcontrôleur.

Microcontrôleur : est un composant électrique qui rassemble tous les éléments d'un mini-ordinateur

Software : ensemble des moyens d'utilisation, programmes, procédures, documentation d'un système informatique

Hardware : éléments matériels d'un système informatique

Signal numérique : un signal au moyen duquel les informations sont déterminées par un nombre fini de valeurs discrètes.

Signal analogique : est un signal continu au cours du temps. Il est également continu en amplitude ce qui signifie qu'il peut prendre toutes les valeurs possibles.