



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ANTSIRABE VAKINANKARATRA



CENTRE DE FORMATION ET D'APPLICATION DE
MACHINISME AGRICOLE

Mention : Génie rural

Parcours : Mécanisation Agricole



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
EN VUE D'OBTENTION DU DIPLÔME
D'INGENIEUR EN MECANISATION AGRICOLE
GRADE MASTER II

CONCEPTION D'UN DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE (cas des poules pondeuses)

Présenté par :

RAHERIVONY Ndresy Elison

Membre de Jury :

Président : RAKOTOSON David Andriamanalimanana

Rapporteur : RAKOTOSAONA Riasoambolanoro

Encadreur : RAKOTOSOA Armand

Examineurs : RAMIELISON Luis Rufin

RAKOTOSAONA Rijalalaina



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ANTSIRABE VAKINANKARATRA



CENTRE DE FORMATION ET D'APPLICATION DE
MACHINISME AGRICOLE

Mention : Génie rural

Parcours : Mécanisation Agricole



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
EN VUE D'OBTENTION DU DIPLÔME
D'INGENIEUR EN MECANISATION AGRICOLE
GRADE MASTER II



**CONCEPTION D'UN DOSEUR
AUTOMATIQUE DE PROVENDE
(cas des poules pondeuses)**

Présenté par :

RAHERIVONY Ndresy Elison

DEDICACE

Je ne pourrais jamais oublier d'honorer le dévouement et le sacrifice fourni à mon égard par ma mère, ainsi que par toute ma famille et mes amies, durant toutes ces années d'étude.

Grand merci à toi maman qui m'a toujours épaulée, qui ne m'as jamais abandonnée et qui resteras toujours pour moi l'être le plus cher au monde à qui je dédie particulièrement ce mémoire pour avoir tant donné de toi-même, sans rien ménager. Que le Dieu tout puissant soit aussi remercié et te bénisse maman, qu'Il te protège là ou tu vas à chaque instant de ta vie. Encore longue vie maman ! Que la joie te comble de te bonheur !

Que cet ouvrage soit le témoignage de tous tes sacrifices aujourd'hui récompensés !!!!

A ma Mère

REMERCIEMENTS

Ce travail n'a pu être achevé sans la bénédiction Divine à chaque instant et qui nous a donné la santé, la force et le courage. Rendons grâce à DIEU.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes physiques ou morales qui, de près ou de loin, ont contribué à l'accomplissement de notre travail.

Nos remerciements et notre haute considération s'adressant particulièrement à :

➤ **Monsieur Eddy Franck RAJAONARISON**, Maître de conférences, Directeur de l'IES-AV de qui m'a autorisé à s'inscrire et à soutenir ce mémoire.

➤ *« Qu'il veuille bien accepter mes meilleures considérations »*

➤ **Monsieur Andriamanalimanana David RAKOTOSON**, Directeur du CFAMA pour ses enseignements de qualité et ses précieuses directives, et spécialement pour l'honneur qu'il nous a fait en présidant le jury de notre soutenance malgré ses hautes et nobles fonctions.

➤ *« Qu'il accueille mes vifs remerciements »*

➤ **Monsieur Haga Johary RAKOTOARISOA**, Chef de parcours Mécanisation Agricole au sein de l'IES-AV pour sa sympathie et il n'a pas hésité à nous consacrer une partie de son temps pour apporter des conseils fructueux au sein de ce travail. Les directives et les conseils que vous ne cessez de nous donner nous ont été bénéfiques.

« Qu'il sache combien je les suis reconnaissant »

➤ **Madame RAKOTOSAONA Rianasoambolanoro**, pour son dévouement, ses conseils en tant qu'encadreur de ce mémoire.

« Qu'elle accueille mes vifs et sincère remerciements »

➤ **Monsieur RAKOTOSOA Armand**, pour ses énormes aides et conseils inestimables et sa volonté de sacrifier beaucoup de temps pour la mise au point de ce mémoire et de siéger parmi les membres de jury malgré ses multiples et précieuses responsabilités.

« Je leur doit une vive reconnaissance »

➤ **Monsieur RAMIELISON Luis Rufin et RAKOTOSAONA Rijalalaina**, pour sa grande volonté d'avoir accepté l'invitation de siéger parmi les membres de jury en tant qu'examineur.

« Qu'ils trouvent ici le fruit de leurs efforts »

Nous adressons également nos vifs remerciements à :

Le CFAMA et l'IES-AV regroupant les enseignants qui ont acceptés de transmettre leurs expériences avec les formations que nous avons suivies durant cinq années d'études.

Toute la famille pour les soutiens moraux, appui matériels et aides financières qu'elle m'a octroyé.

Toutes les personnes collègues et amis pour leur grande amitié dans la préparation.

Et à toutes les personnes qui ont contribuées de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

« Recevez tous nos profonds remerciements, que Dieu vous bénisse »

SOMMAIRE

DEDICACE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

ACRONYME

NOMENCLATURE DES TABLEAUX ET FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I: PARTICULARITES SUR L'ALIMENTATION DE LA POULE PONDEUSE

I.1- Anatomie de l'appareil digestif du poulet

I.2- Digestion chez les volailles

I.3- Besoins en alimentaire de la poule pondeuse

I.4- Matière première généralement utilisées et leurs apports

I.5- Notion de provende pour poule pondeuse

CHAPITRE II: GENERALITE SUR L'AUTOMATISME INDUSTRIEL ET LA CARTE ARDUINO

II.1- Généralité sur le S.A.P

II.2- Généralité sur la carte arduino

II.3- Avantage de la carte arduino uno

II.4- La constitution de la carte arduino uno

DEUXIEME PARTIE : REALISATION ET ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III:PRESENTATION DE L'ETUDE

III.1- Contexte actuelle

III.2- Cadre générale de l'étude

CHAPITRE IV: CONCEPTION

IV.1- Matériels et outils de fabrication

IV.2- Dimension et dimensionnement

IV.3- Dessins techniques

IV.4- Procède de fabrication

IV.5- Mode de fonctionnement

IV.6- Entretien de la machine

CHAPITRE V: ESSAIS ET TEST DE LA MACHINE

V.1- Matériels et méthodes

V.2- Mise en marche de la machine et précaution

V.3- Essais de la machine

V.4- Caractéristique technique de la machine

CHAPITRE VI: COUT DE FABRICATION

VI.1- Coût des matériels de fabrication mécanique

VI.2- Coût des matériels électromécaniques

VI.3- Autres coûts

VI.4- Cout total d'investissement

CONCLUSION

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

TABLE DES MATIERES

RESUME :

SUMMARY :

ACRONYME

U.F	: Unité Fourragère
Kg	: Kilogramme
MAT	: Matière Azoté
G	: Gramme
CMV	: Complexe Minéraux Vitaminé
P.O	: Partie Opérative
P.C	: Partie Commande
P.R	: Partie Relationnelle
GEMMA	: Guide Etude Marche Arrêt
USB	: Universal Serial Bus
I/O	: Input/output
Kbps	: Kilobytes
PWM	: Pulse
IDE	: Environnement de Développement
CMS	: Content Management System
RAM	:Random Access Memory
EEPROM	: Electrically-Asasable Programmable Read Only Memory
SPI	: Interface Serie Périphérique
ICSP	: In Circuit Serial Programming
LED	: Diode Electroluminescente
UART	: Universal Asynchronous Reciver
µm	: micromètres
°C	: degré Celsius
N	: Newton
TTL	: Transistor Transistor Logique
mA	: milliampère
V	: volte
m²	:Mètre carre
m³	: Mètre cube
GNG	: Gemeirsame Normdatei
mm	: millimètre
KW	: Kilowatt

NOMENCLATURE DES TABLEAUX ET FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° 1.	Localisation et effet de quelque enzyme participant à la digestion chez les volailles	5
Tableau N° 2.	Apport recommandés en énergie essentielle dans 1 kg de ration alimentaire.....	6
Tableau N° 3.	Apport recommandés en protéines dans 1 kg de ration alimentaire	7
Tableau N° 4.	Apport recommandés e minéraux essentiels dans 1 kg de ration alimentaire	7
Tableau N° 5.	Récapitulations des besoins alimentaire de la pondeuse	8
Tableau N° 6.	Valeurs énergétiques apporter les matières premières.....	9
Tableau N° 7.	Valeurs protéique apportés par ses matières premières	11
Tableau N° 8.	Valeur en calcium et phosphore apportés par ses matières premières.....	12
Tableau N° 9.	Tableau des besoins et norme nutritionnelles des poules pondeuses.....	14
Tableau N° 10.	Exemple de formule de provende pour les pondeuses avec les besoins alimentaires	15
Tableau N° 11.	Exemple de formule de provende pour les poulettes de démarrage	15
Tableau N° 12.	Exemple de formule de provende pour les poulettes d'élevage.....	16
Tableau N° 13.	Exemple de formule de provende pour les poulettes pondeuses.....	16
Tableau N° 14.	Tableau des résultats d'essais avec le son de riz.....	89
Tableau N° 15.	Résultats d'essais avec le tourteau d'arachide.....	90
Tableau N° 16.	Résultats d'essais avec poudre de maïs	91
Tableau N° 17.	Tableau des résultats avec la farine de manioc.....	92
Tableau N° 18.	Résultats d'essais avec le Son N°1.....	93
Tableau N° 19.	Résultats d'essais avec le coquillage	94
Tableau N° 20.	Tableau de cout des matériels de fabrication mécanique	98
Tableau N° 21.	Cout de main d'œuvre et matière d'œuvre.....	99
Tableau N° 22.	Coût total d'investissement.....	99

LISTE DES FIGURES

Figure N° 1.	Anatomie topographique de l'appareil digestif de volaille	2
Figure N° 2.	Processus de fabrication provende	13
Figure N° 3.	cycle d'un système automatisé	17
Figure N° 4.	La carte Arduino UNO	22
Figure N° 5.	Microcontrôleur ATmega328 avec composant CMS à gauche et composant classique à droite .	24
Figure N° 6.	Constitution de la carte Arduino UNO	27
Figure N° 7.	Interface IDE Arduino	28
Figure N° 8.	Paramétrage de la carte	28
Figure N° 9.	Les étapes de téléchargement du code	31
Figure N° 10.	Schéma de distribution du mélange.....	34
Figure N° 11.	Poulie.....	37
Figure N° 12.	Courroie.....	38
Figure N° 13.	Arduino UNO R3	41
Figure N° 14.	Différents type déroulement du moteur pas à pas	44
Figure N° 15.	Moteur pas à pas	45
Figure N° 16.	Driver motor L298N	46
Figure N° 17.	Les éléments constitutifs du driver L298N	47
Figure N° 18.	Module Bluetooth	48
Figure N° 19.	Boite d'alimentation.....	48
Figure N° 20.	Câble USB et un lot de fil	49
Figure N° 21.	Breadboard.....	49

Figure N° 22.	Étude d'une déformation	55
Figure N° 23.	Trémie du doseur	71
Figure N° 24.	Loge de la vis sans fin	72
Figure N° 25.	Roulement avec palier arrière	73
Figure N° 26.	Formation de la vis sans fin	74
Figure N° 27.	Couvercle de la loge de la vis sans fin.....	75
Figure N° 28.	Support moteur	76
Figure N° 29.	Partie fixe ou partie inferieur de la machine.....	77
Figure N° 30.	Assemblage la partie mobile	78
Figure N° 31.	Schémas synoptiques du fonctionnement du système	79
Figure N° 32.	Grafcet du système.....	79
Figure N° 33.	Code fonctionnelle de l'application Android.....	81
Figure N° 34.	Interface de l'application Android	82
Figure N° 35.	Montage de l'Arduino avec le module Bluetooth	83
Figure N° 36.	Montage de l'Arduino avec le driver et le moteur pas à pas.....	84
Figure N° 37.	Balance de précision.....	87
Figure N° 38.	Courbes des résultats d'essais avec le son de riz	90
Figure N° 39.	Résultats d'essais avec le tourteau d'arachide.....	91
Figure N° 40.	Résultats d'essais avec poudre de maïs	91
Figure N° 41.	Résultats d'essais avec farine de manioc	92
Figure N° 42.	Courbe d'essais avec le Son N°1	94
Figure N° 43.	Résultats d'essais avec le coquillage	94

INTRODUCTION

A Madagascar, la production animale représente 25% de la valeur de la production agricole, dans ce chiffre l'aviculture tient seulement 5% de la production agricole. En parlant de l'aviculture, on remarque une évolution bien marquée sur l'élevage de type familial mais aussi sur l'élevage industriel et semi-industriel grâce à l'introduction de l'élevage intensif ou élevage moderne.

Cette technique favorise les éleveurs Malagasy à se familiariser dans la matière de production animale. Dès lors, cette nouvelle conduite d'élevage nécessite une importante connaissance sur la pratique d'élevage moderne. En effet, l'élevage intensif se différencie de l'élevage traditionnel en partie, par l'utilisation des aliments qui suit une norme et qualité requise. Ces différenciations sont bien marquées sur l'élevage de poule pondeuse. Ces stades de fabrication de provende pour les volailles sont plus ou moins difficiles suivant les matériels utilisés pour sa préparation.

Aujourd'hui, plusieurs solutions ont été proposées et utilisées pour les trois processus comme le broyage, le tamisage et le mélangeage des éléments. Mais par contre, le travail de dosage reste toujours un travail acharné pour les éleveurs car elle nécessite une connaissance approfondie sur la formulation des provendes et un important nombre d'ouvriers.

En outre, l'évolution de technologie notamment sur l'informatique embarquée permet de remédier à ce problème de dosage grâce à l'automatisme industriel. C'est pour cela que notre projet consiste à concevoir une machine capable de DOSER AUTOMATIQUEMENT LA PROVENDE DES POULES PONDEUSES.

Cette machine consiste principalement à doser automatiquement les éléments constitutifs de la provende des poules pondeuses à l'aide d'une vis d'Archimède ou vis sans fin par l'intermédiaire d'un smartphone. Ce présent ouvrage se subdivise en deux grandes parties :

La première partie est consacrée à la synthèse bibliographique qui est basée sur la présentation de la caractéristique de la provende pour l'élevage des poules pondeuses et la généralité sur le système automatique et la carte Arduino.

La deuxième partie évoque la réalisation et l'étude expérimentale de notre doseur en parcourant, par la présentation de la cadre de l'étude, puis sur conception et ensuite sur l'essai et test de notre machine.

**PREMIÈRE PARTIE:
SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**

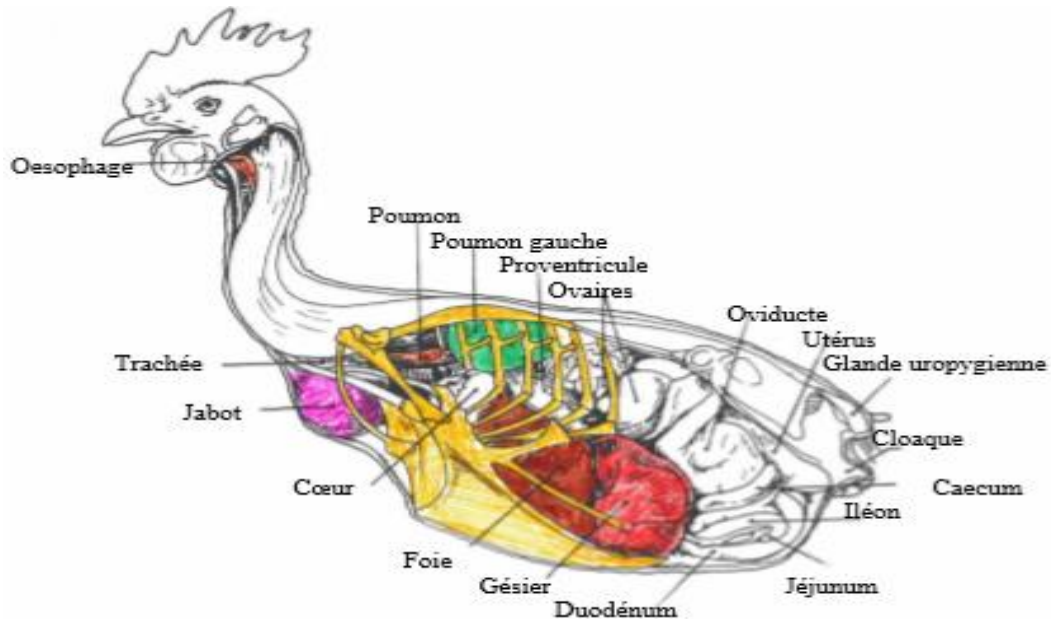
PREMIERE PARTIE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I: PARTICULARITES SUR L'ALIMENTATION DE LA POULE PONDEUSE

I.1- Anatomie de l'appareil digestif du poulet^[10,15]

Les oiseaux sont des monogastriques et appartiennent au grand groupe des homéothermes. L'appareil digestif des poules pondeuses comporte les organes suivants : la cavité buccale, l'œsophage, l'estomac, les intestins et les glandes annexes.

Figure N° 1. Anatomie topographique de l'appareil digestif de volaille



I.1.1- Cavité buccale

- Le bec est formé de 2 valves, la supérieure recouvre partiellement l'inférieure moulée dans le squelette ;
- La langue épouse la forme du bec, elle est pointue et peu musclée ;
- Les glandes salivaires sont peu développées.

I.1.2- Œsophage

C'est un tube long à paroi mince très extensible. Il présente 2 parties dans son trajet :

- Une partie cervicale : située au-dessus de la trachée et qui est dilatée sur sa surface crâniale : c'est le jabot ;
- Une partie thoracique qui est reliée à l'estomac.
- L'œsophage est dépourvu de glandes.

I.1.3- Estomac

Il est pluri-lobulaire et présente 2 compartiments à savoir un estomac glandulaire et un estomac musculaire.

L'estomac glandulaire encore appelé proventricule ou ventricule succenturié est un petit réservoir allongé et tubulaire qui prolonge l'œsophage. Il n'y a pas de démarcation nette entre ces deux compartiments, c'est un simple renflement fusiforme où les aliments ne séjournent pas. Du fait de la rapidité du transit et de sa faible capacité, l'action diastasique des ferments qu'il sécrète se réalise dans le gésier et le duodénum ou dans l'œsophage grâce à des mouvements péristaltiques de renvoi. Par contre, il est séparé du gésier par une constriction bien visible appelée isthme.

L'estomac musculaire appelé gésier : suit le proventricule. Il a la forme d'une lentille biconvexe. Il représente l'estomac mécanique et est particulièrement puissant. Sa paroi est particulièrement épaisse. Il est composé de 2 muscles principaux (un crânial et un latéro-ventral) et de 2 muscles intermédiaires. La cavité interne du gésier contient toujours de petits cailloux siliceux.

I.1.4- Intestin

Sa longueur totale est de 165 à 230 cm soit 5 à 6 fois la longueur de corps, il comporte :

- Le duodénum : il forme une grande boucle en U. Souvent placé dans une couche de graisse abondante, il loge le pancréas ;
- Le jéjunum : court et en forme de U, il est aussi appelé anse supraduodénale ;
- L'iléon : il est court et rectiligne ;
- Les cœca : ils sont longs de 12 à 25 cm, avec des parois minces, transparentes et une extrémité aveugle arrondie ;
- Le colon : il est court et correspond à la portion du tube digestif comprise entre le débouché des cœca et le cloaque ;
- Le cloaque : c'est l'ouverture commune des voies digestive, urinaire et génitale.

I.1.5- Glande annexe du tube digestif

I.1.5.1- Foie

Relativement plus développé que chez les mammifères, il est formé de 2 lobes, le lobe droit et le lobe gauche. La bile se trouve drainée :

- Pour le lobe gauche, par le canal hépato-entérique ;
- Pour le lobe droit, par le canal hépatocystique, qui rejoint la vésicule biliaire.

I.1.5.2- I.5.2. Pancréas

On y reconnaît, en général trois lobes : les lobes pancréatiques dorsal et ventral et un lobe splénique. Le pancréas se prolonge jusqu'au sommet de l'anse duodénale chez la poule.

I.1.5.3- I.5.3. Rate

Elle est sphérique ou subsphérique. Elle est de couleur rouge vineux, toujours située à droite du ventricule succenturié, dans l'angle formé par celui-ci, le gésier et le duodénum.

I.2- Digestion chez les volailles

Dans la digestion, le bec des oiseaux ne joue qu'un rôle de préhension des aliments. Les aliments sont déglutis avec le concours de la salive qui est très riche en mucus. Après un bref passage dans l'œsophage, les aliments ingérés arrivent dans le jabot. Celui-ci assure le rôle de stockage, de ramollissement des aliments sous l'action du liquide salivaire, des sécrétions œsophagiennes et ingluviales. Il assure aussi le rôle de régulation de remplissage de l'estomac. La sécrétion du jabot est riche en mucus et contient très peu d'enzymes.

Après un bref séjour dans le proventricule où ils subissent l'action des sucs gastriques, les aliments arrivent dans le gésier et sont broyés, concassés avant de passer dans l'intestin grêle. L'action mécanique du gésier est une trituration qui permet de fragmenter les grains de céréales. Le gésier cumule donc le rôle de mastication absente chez les oiseaux et de mélange du suc gastrique avec les ingesta. L'intestin grêle transforme les aliments en nutriments sous l'action du suc intestinal. La dégradation est achevée dans les cæca grâce à la microflore intestinale.

Dans le processus de digestion, l'action des enzymes débute dans le jabot et s'achève dans l'intestin grêle. Plusieurs enzymes interviennent et agissent sur divers substrats pour donner des produits intermédiaires ou finaux, simples et assimilables. Le tableau I

résume la localisation et l'effet des différentes enzymes participant à la digestion des aliments chez les volailles.

Tableau N° 1. Localisation et effet de quelque enzyme participant à la digestion chez les volailles

Organe	Localisation	Enzymes	Substrats	Produits intermédiaires ou finaux
Jabot	Salive	Amylase	Amidon	Maltose
Proventricule	Suc gastrique	Pepsine	Protéines	Polypeptides
Gésier		Pepsine des glandes gastriques	Protéines	Polypeptide
Pancréas	Suc pancréatique	Trypsine	Protéines Polypeptides	Acides aminés
		Chymotrypsine	Protéines	Acides aminés
		Carboxypeptidase	Polypeptides	
			Peptides	Acides aminés
			Protéines	Maltose
		Amylase	Amidon	A-dextrine Di-monoglycérade
		Lipase	Triglycérides	
Intestin grêle	Suc intestinal	Maltase	Maltose	Glucoses
		Saccharase	Saccharose	Monosaccharide
		a-dextrinase	a-dextrine	Glucose
		Aminopeptidase	Peptide	Acides aminés
		Dipeptidase	Dipeptide	Acides aminé

Source : Conduite d'élevage avicole

I.3- Besoins en alimentaire de la poule pondeuse^[2]

L'alimentation de base de la volaille doit couvrir les besoins d'entretien, de production et apporter en proportions convenables les différents minéraux, acides aminés et vitamines indispensable

I.3.1- Besoin en eau

Le corps de la poule est constitué de 70 % d'eau. La présence d'eau propre et fraîche est d'importance primordiale pour l'absorption d'éléments nutritifs et l'élimination des matières toxiques.

Le manque d'eau provoque une réduction de la consommation et de graves retards de croissance. Une restriction de 10 % d'eau risque d'entraîner une baisse de la croissance et de l'efficacité alimentaire des poulets pondeuse. Une trop grande quantité de protéines et une déficience en certains acides aminés entraînent une augmentation des besoins en eau. Cela est probablement dû à l'augmentation des besoins en eau liée à l'excrétion des dérivés azotés du métabolisme des protéines.

I.3.2- Besoin en énergies

L'énergie sert pour assurer la vie de l'animale, c'est-à-dire assurer les besoins d'entretien qui est nécessaire au fonctionnement normal de l'organisme et au maintien de la température du corps des poulettes, mais elle assure également l'énergie utile au besoin de production en œufs.

Les besoins en énergies forment la ration de base, car elle couvre la majeure partie de la ration alimentaire des poules pondeuse.

Pour mesurer le besoin en énergie des volailles on utilise le U F (Unité Fourragère).

Tableau N° 2. Apport recommandés en énergie essentielle dans 1 kg de ration alimentaire

CATEGORIE	BESOIN ENERGETIQUE DANS 1 kg DE RATION ALIMENTAIRE
Démarrage	1,1 U F – 1,5 U F
Élevage	0,92 U F – 1,2 U F
Pondeuse	0,96 U F – 1,3 U F

Source : *Conduite d'élevage Avicole*

I.3.3- Besoin en protéine

Les protéines sont les principaux constituants des productions avicoles, car elles apportent une croissance normale des poules et/ou pour la production de d'œuf. Donc les présences de protéine dans les aliments donnés à la poule sont indispensables pour le développement rapide des poussins et pour la formation des jaunes d'œuf pour les pondeuses.

Les protéines sont constituées d'acides aminés essentiels, c'est-à-dire, ne pouvant être synthétisés par la volaille et qui doivent dès lors se trouver dans l'alimentation et les non-essentiels, parce qu'ils peuvent être synthétisés à partir d'autres acides aminés ou à

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

partir d'hydrates de carbone. La ration des volailles doit donc contenir un certain pourcentage de chaque acide aminé essentiel ainsi qu'un apport suffisant en composés azotés, à partir desquels les acides aminés non essentiels peuvent être éventuellement synthétisés.

La carence en protéine entraîne un retard de croissance et des chutes de ponte des poules pondeuses.

Pour mesurer les besoins en protide et quantité des protides fournis par les aliments, on utilise le MAT (Matière Azoté Totale).

Par exemple une poule pondeuse a besoin de 18 g de MAT chaque jour et 1 kg de poudre de maïs apporte 85 g de MAT.

Tableau N° 3. Apport recommandés en protéines dans 1 kg de ration alimentaire

CATEGORIE	MASSE DE MAT DANS 1 Kg DE RATION ALIMENTAIRE	MAT
Démarrage	200 – 220g	20 – 22%
Elevage	160 – 180g	16 – 18%
Pondeuse	150 – 160g	15 – 16%

Source : Ny fiompiana akoho manatody lava

I.3.4- Besoin en minéraux

Les deux minéraux indispensables sont le calcium et le phosphore. Ils participent à la formation du squelette (os et cartilages), de certain soutien (tendons et ligaments) et dans l'équilibre osmotique. Ils jouent un rôle prépondérant dans la formation de la coquille de l'œuf. Ces minéraux constitués principalement par le calcium, le phosphore, le sodium et le chlore sont faiblement représentés dans les aliments d'origine végétale.

Donc, un apport journalier de 3,5 à 4 g de calcium et d'environ 0,50 g de phosphore est nécessaire en fonction de l'âge et du niveau de production des volailles.

Un manque de calcium ou un déséquilibre du rapport calcium/phosphore provoque une fragilité de la coquille.

Tableau N° 4. Apport recommandés e minéraux essentiels dans 1 kg de ration alimentaire

Catégorie	Calcium	Phosphore	Sel
Démarrage	10g	6g	3 – 5g
Élevage	10g	6g	3 – 5g
Pondeuse	30g	8g	3 – 5g

Source : Formule aliment poulette pondeuse

I.3.5- Besoin en vitamine

Les vitamines jouent un rôle dans les systèmes enzymatiques et dans la résistance naturelle des volailles.

Ces substances interviennent en quantité infimes dans l'aliment mais jouent un rôle important. L'effet des carences en vitamines provoque des troubles graves. Mais, des recommandations précises existent pour chaque espèce de volailles en fonction de leur stade physiologique.

Ce sont le Fer (Fe), du Cuivre (Cu), du Zinc(Zn), ...

I.3.6- Récapitulation des besoins alimentaires de la pondeuse

Tableau N° 5. Récapitulations des besoins alimentaire de la pondeuse

Catégorie	Énergie U F/kg de ration	Protéine (%)	Calcium (%)	Phosphore (%)
1 ^{er} jour – 2 mois	1,1 – 1,5	20 - 22	1	0,5 – 0,6
2 mois - pondeuse	0,92 – 1,20	16 - 18	1	0,5 – 0,6
Pondeuse	0,96 – 1,30	15 - 16	3	0,8

Source : Formule aliment poulette pondeuse

I.4- Matière première généralement utilisées et leurs apports^[2,14]

Il existe plusieurs matières premières pour la production de provende de la poule pondeuse. Par contre le choix des substituants devra suivre une démarche suivant le besoin de l'animale dans chaque produit alimentaire.

On peut classer ses aliments par :

- Les aliments source d'énergie ;
- Les aliments qui apportent des protéines ;
- Les aliments riches en minéraux ;
- Les aliments source de vitamines.

Remarque :

A noter que certain aliment peut marquer la présence de tous ses éléments, mais à faible dose pour certain, et bien marqué dans d'autre éléments.

I.4.1- Sources d'énergies**I.4.1.1- Mais**

Le maïs est la céréale de choix pour l'alimentation des volailles. Il possède la valeur énergétique la plus élevée des céréales du fait de sa richesse en amidon, en matière grasse et pigments xanthophylles.

Ces pigments xanthophylles sont particulièrement disponibles et efficace pour la coloration du jaune d'œuf.

On peut utiliser le maïs jusqu'à 75% de ration alimentaire des volailles.

I.4.1.2- Manioc

En combinant avec le maïs, le manioc prolifère aussi de l'énergie pour le besoin des volailles même si l'on trouve des protéines et des minéraux à faible quantité.

En moyenne un aliment complet d'une volaille devrait contenir 20% de manioc.

I.4.1.3- Son de riz

Il existe 2 différents types de son de riz utilisé dans la composition d'aliment de poule pondeuse :

➤ Le son de riz n°2 : issue des machines à décortiqueuse, il est composé par les grosses miettes de pellicule de riz. Et on n'utilise que 15% de son n°2 dans la provende pour les poules déjà en ponte car il est difficile à digérer.

➤ Le son de riz n°1 : C'est le sous-produit du polissage du riz provient des rizeries, ce type de son apporte de l'énergie et on peut le mélanger avec du maïs jusqu'à 30% du mélange.

I.4.1.4- Valeurs énergétiques apporté par chaque matière première

Tableau N° 6. Valeurs énergétiques apporter les matières premières

Matières premières	Énergie	MAT
Maïs	1,27 UF	85 g
Manioc	1,15 UF	20 g
Son n°1	1 UF	120 g
Son n°2	0,7 UF	50 g

Source : Formule aliment poulette pondeuse

I.4.2- Sources protéine

I.4.2.1- Tourteaux d'arachide

Les tourteaux sont les résidus solides obtenus après extraction de l'huile des graines ou des fruits oléagineux. Ce sont des sous-produits.

Le tourteau d'arachide issue de la technologie artisanale a une valeur énergétique nettement supérieure avec une forte hétérogénéité et avec son équilibre en acide aminé. C'est pour cela qu'on l'utilise comme principale source de protéines en raison des bonnes valeurs azotées et énergétique (45% de teneur en protéines brutes).

I.4.2.2- Tourteau de coton

Une fois débarrassée de sa fibre, la graine de coton est pressée ce qui donne le tourteau. Il faut veiller à un bon nettoyage de la graine avant pression pour bien éliminer les fibres (« linter ») non digestibles par les volailles.

Les teneurs en protéines et acides aminés du tourteau de coton restent corrects ce qui fait une matière première intéressante. Mais, il forme la 5% du mélange.

I.4.2.3- Poudre de viande

Ce type de matière première provient de l'usine d'abatage des bœufs. Il est fort probable que la quantité de protide, de calcium et de phosphore varie selon la partie du bœuf qu'on extrait pour sa fabrication. Il peut être poudre de viande pure ou de poudre d'os mélangé avec de poudre de viande pure.

I.4.2.4- Farine de poisson (poudre de poisson)

Contrairement aux farines de viande, les farines de poissons possèdent un excellent équilibre en acide aminés indispensable.

La quantité et qualité des protéines de la farine de poissons sont supérieures à celle des principales matières premières utilisées en alimentation animale.

Elles représentent des sources de lysine et des méthionines pour les monogastriques. Elle est incorporée à faible quantité dans les provendes pour corriger les déficits en acides aminés indispensables.

I.4.2.5- Farine de sang

On l'obtient en déshydratant le sang recueilli aux abattoirs. C'est une source très concentrée de protéines dont la digestibilité est diminuée par la présence de fibrinogène. Toutefois, sa teneur en acides aminés permet de couvrir les besoins des volailles.

Agissant avec la poudre de viande, la poudre de sang est l'un de l'aliment le plus riche en protéine même si on ne trouve que 3% du mélange dans la provende des poules pondeuse.

I.4.2.6- IV.2.5. Valeurs protéique apportés par ses matières premières

Tableau N° 7. Valeurs protéique apportés par ses matières premières

Matières premières	Énergie	MAT
Tourteau d'arachide	1,1 UF	460 g
Tourteau de coton	0,8 UF	390 g
Poudre de viande + poudres d'os	0,75 UF	483 g
Poudre de sang	1,14 UF	700 g
Farine de poisson	1,02 UF	340 g
Poudres d'os simple	0,45 UF	300 g

Source : Formule aliment poulette pondeuse

I.4.3- Source minéraux

I.4.3.1- Poudres d'os calciné

Ce sont de l'os broyé, il a une forte teneur en calcium et en phosphore. Il existe deux catégories de poudre d'os :

➤ Poudre d'os simple : c'est-à-dire, on expose directement l'os au broyage afin d'avoir une poudre d'os bien fariné. Ce type de poudre est le plus probant, car avec ses procéder le calcium et le phosphore ne sont pas détruit et on a aussi une présence de protide et de l'énergie bien marquée.

➤ Poudre d'os brûlé : on met directement au broyage les miettes l'os brûlé. Due à la brûlure, ce type de poudre n'apporte que du calcium et du phosphore car le protide et l'énergie se dissipe à la brûlure.

I.4.3.2- Poudre de Coquillage

On met au broyage, les coquillages pour obtenir une farine de coquillage qu'est riche en calcium pure.

I.4.3.3- Sel

Ce sel est autre que le sel iodé de cuisine (fin ou sel gros). A part le calcium, le sel apporte aussi le goût à l'aliment des volailles.

Un manque de sel entraîne un cannibalisme grave pouvant provoquer des mortalités importantes.

I.4.3.4- Valeurs minéraux apportés par ses matières premières**Tableau N° 8. Valeur en calcium et phosphore apportés par ses matières premières**

Matières premières	Calcium	Phosphore
Maïs	0,3 g	2,5 g
Manioc	2 g	1g
Son n°1	1,4 g	17 g
Son n°2	1,5 g	5,5 g
Tourteau d'arachide	1,4 g	7 g
Tourteau de coton	2 g	13 g
Poudre de viande + poudres d'os	124 g	61 g
Poudre de sang	3 g	3,5 g
Farine de poisson	13 g	10 g
Poudres d'os simple	215g	95 g
Poudre d'os brûlé	350 g	160 g
Coquillage	400 g	

Source : Ny fiompiana akoho manatody lava

I.4.4- Source de vitamine**I.4.4.1- CMV (Complexe Minéraux Vitaminés)**

Ce sont de produit de laboratoire, il a pour fonction d'améliorer l'appareil digestif des poudeuses pour mieux digérer les aliments. Ceux-ci ont pour but d'augmenter la production.

Exemple de CMV :

- Super M1 pour les poussins ;
- Super M2 pour les poulettes ;
- Super M3 pour les poudeuses.

I.5- Notion de provende pour poule poudeuse^[2,14]**I.5.1- Processus de fabrication de provende**

Avant de devenir une provende toute faite, la matière première suit différents processus de transformation. Ces étapes sont résumées par la figure suivante :

Le broyage est une opération consistant à diviser un solide, pour augmenter sa surface spécifique (surface développée de la poudre par unité de masse) et donc sa réactivité.

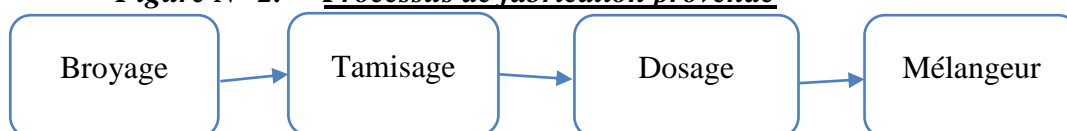
Le tamisage est le passage d'un produit solide ou d'une suspension au tamis pour réaliser la séparation et éventuellement l'analyse granulométrique de certains éléments. C'est-à-dire qu'on enlève le diamètre des grains non utilisé.

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

Le dosage est l'action qui consiste à déterminer la quantité de matière, la fraction, ou la concentration d'une substance précise (l'analyte) présente dans une autre ou dans un mélange (la matrice). Le dosage est aussi un processus de pesage ou distribution de matière suivant une valeur attribuée.

Un mélange est une association de deux ou plusieurs substances solides, liquides ou gazeuses qui n'interagissent pas chimiquement. Le résultat de l'opération est une préparation aussi appelée mélange. Les substances mélangées sont étroitement juxtaposées dans un même espace, chacune gardant ses propriétés physiques et chimiques. Les éléments mélangés peuvent être séparés de nouveau par l'action d'un procédé physique. Un mélange est différent d'un corps pur qui ne comporte qu'une seule substance.

Figure N° 2. Processus de fabrication provende



I.5.2- Formulation de provende pour les pondeuses

La formulation de la provende consiste à combiner les différentes matières premières dont on dispose afin d'obtenir un mélange assurant la satisfaction des besoins des animaux tout en garantissant le prix le plus faible par kilogramme d'aliment composé.

Ils existent différents éléments qu'on doit unir obligatoirement pour former ce qu'on appelle provende :

Il faut utiliser deux (2) aliments porteurs de l'énergie, par exemple :

- Le maïs et le manioc ;
- Le maïs et son de riz.

Et trois (3) aliments riches en protéine, par exemple :

➤ L'un doit provenir de source végétale comme le tourteau d'arachide ou le tourteau de coton.

➤ Les deux (2) autres doivent être de source animale par exemple : la farine de poisson et la farine de sang, farine de poisson et la poudre de viande, ...

Les aliments porteurs des minéraux comme :

➤ Poudre d'os brûlés : utilisée, s'il y a un manque de calcium et de phosphore.

- Le coquillage : utilisé en cas de manque en calcium.

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

➤ Le sel : il est obligatoire, et chaque composant doit contenir 0,3 - 0,5% de sel.

D'autre aliment portant des vitamines et minéraux comme le super M avec un taux de 0,15% dans chaque composante de provende.

Remarque : on a vu qu'il doit y avoir au moins huit (8) éléments dans une provende pour poule pondeuse.

I.5.3- Besoin et norme nutritionnel des poules pondeuses

On a vu que les quantités d'aliment pour chaque catégorie ne sont pas les mêmes. Donc, il doit y avoir aussi trois (3) catégories de provende utilisée pour les poules pondeuses durant les trois (3) cycles d'élevage :

➤ Aliments pour poulette de démarrage : ce sont des provendes pour les poussins du 1er jour jusqu'au 2ème mois (ou 3ème mois) ;

➤ Aliment pour poulette d'élevage : provende pour les poulettes du 2ème mois (ou 3ème mois) jusqu'à la période de ponte.

➤ Et l'aliment des pondeuses ou reproductrices : ce sont des provendes destinées à la pondeuse proprement dite.

Tableau N° 9. Tableau des besoins et norme nutritionnelles des poules pondeuses

Catégorie	Provende	Énergie	Protide	Calcium	Phosphore
Démarrage	1 kg	1,1 – 1,5 UF	200 – 220g	10 g	5 – 6 g
Élevage	1 kg	0,92 – 1,2 UF	160 – 180g	10 g	5 – 6 g
Pondeuse	1 kg	0,96 – 1,3 UF	150 – 160g	30 g	8 g

Source : Ny fiompiana akoho manatody lava

A partir de ce tableau, on peut en tirer que si nous disposons 100kg de provende pour le démarrage, ce mélange doit contenir au moins :

- Énergie : 110 – 150 UF ;
- Protide : 20.000 – 22.000 g MAT ;
- Calcium : 1000 g ;
- Phosphore : 5000 – 6000 g.

I.5.4- Exemple de formule de provende

I.5.4.1- V.4.1. Formule de provende pour les pondeuses avec les besoins alimentaire des volailles

Le tableau suivant nous illustre un exemple de formule de provende pour les pondeuses avec les éléments apportés par kilo d'intrant utilisé dans la formule

Tableau N° 10. Exemple de formule de provende pour les pondeuses avec les besoins alimentaires

Aliments	Poids (Kg)	Energie (UF)	MAT (g)	Calcium (g)	Phosphore (g)
Maïs	55	69,8	4 675	16,5	137,5
Manioc	16,5	18,9	330	33	16,5
Tourteaux d'arachide	14	15,4	6 440	19,6	98
Farine de poisson	4	2,8	2 240	312	168
Farine de sang	3	3,4	2 100	9	10,5
Poudre d'os brûlé	2,3	-	-	805	368
Coquillage	4,5	-	-	1 800	-
Sel	0,5	-	-	-	-
Potassium PO ₂	0,2	-	-	-	-
Totale	100,0	110,3	15 785	2 995,1	789,5
Utile	100	96 - 130	15 000 - 16000	3 000	800

Source : Ny fiompiana akoho manatody lava

I.5.4.2- Formule de provende pour les poulettes de démarrage, l'élevage et la pondeuse

Ce tableau, montre les trois formules de provende qu'on peut utiliser pour la fabrication de provende, en effet ses trois types de formule apporte les mêmes apports mais les matières premières utiliser sont différentes.

Tableau N° 11. Exemple de formule de provende pour les poulettes de démarrage

Aliments	1	2	3
Maïs	45	56	45
Manioc	14	5	-
Son de riz n°1	10	17	25
Tourteau d'arachide	15	9	18
Poisson sèche	8	6	3,5
Poudre de lait	4	-	1
Poudre de viande	-	2	-
Farine de sang	3	3	4,5
Coquillage	0,8	-	1
Poudre d'os brûlé	-	1,5	1,5
Sel	0,5	0,5	0,5
CMV			

Source : Ny fiompiana akoho manatody lava

Tableau N° 12. Exemple de formule de provende pour les poulettes d'élevage

Aliments	1	2	3
Maïs	30	41,5	50
Manioc	30	-	14
Son de riz n°1	16,5	35	20
Tourteau d'arachide	16	15	8
Poisson sèche	3	1,5	5
Poudre de lait	-	1	-
Poudre de viande	3	-	-
Farine de sang	-	3,5	-
Poudre d'os brule	-	-	0,5
Coquillage	1	2	2
Sel	0,5	0,5	0,5
CMV			

Source : Ny fiompiana akoho manatody lava

Tableau N° 13. Exemple de formule de provende pour les poulettes pondeuses

Aliments	1	2	3
Maïs	30	50	50
Manioc	20	-	22
Son de riz n°1	-	20	-
Son de riz n°2	22	8	-
Tourteau d'arachide	15	7,5	8
Tourteau de coton	-	-	5
Poisson sèche	3	6	4
Poudre de viande	5	-	-
Farine de sang	-	2	4
Poudre d'os brule	0,4	-	2,3
Coquillage	4,8	6,2	4,5
Sel	0,3	0,5	0,5
CMV			

Source : Ny fiompiana akoho manatody lava

Chapitre II: GENERALITE SUR L'AUTOMATISME INDUSTRIEL ET LA CARTE ARDUINO

II.1- Généralité sur le S.A.P^[8,16]

II.1.1- Introduction

Un système de production est dit automatisé lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences et/ou en étapes. Les systèmes automatisés, utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique.

II.1.2- Notion d'automatisme et système automatique

L'Automatisme (mécanique) : Un automatisme est un sous-ensemble de machines destinées à remplacer l'être humain dans des tâches, en général simples et répétitives, mais réclamant précision et rigueur. Simples ou complexes, les systèmes automatisés sont partout dans notre environnement quotidien.

L'automatique se divise en deux parties :

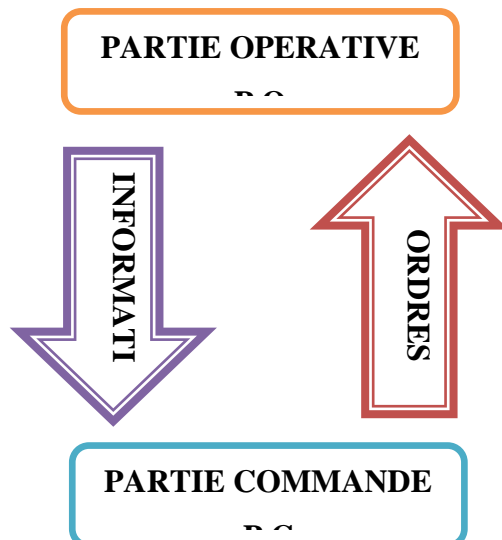
- Automatique séquentielle (le grafcet...);
- Automatique continue (systèmes asservis).

Un ROBOT est donc un "Système Automatisé" c'est à dire un système qui exécute toujours le même travail pour lequel il a été programmé.

Un Système Automatisé est toujours composé de :

- La partie opérative (PO) ;
- La Partie commande (P C) ;
- La partie relation (P.R).

Figure N° 3. cycle d'un système automatisé



II.1.3- Description des différentes parties du système

II.1.3.1- La partie opérative

C'est la partie d'un système automatisé qui effectue le travail. Autrement dit, c'est la machine. C'est la partie qui reçoit les ordres de la partie commande et qui les exécute. C'est-à-dire :

- Des pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs) qui reçoivent des ordres de la partie commande ;
- Des actionneurs (vérins, moteurs, vannes) qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres. Ils transforment l'énergie pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique en énergie mécanique ;
- Des capteurs qui informent la partie commandant de l'exécution du travail. Par exemple, on va trouver des capteurs mécaniques, pneumatiques, électriques ou magnétiques montés sur les vérins. Le rôle des capteurs (ou d'détecteurs) est donc de contrôler, mesurer, surveiller et informer la PC sur l'évolution du système.

II.1.3.2- La Partie commande (P.C)

Regroupe les composants ou calculateurs destinés au traitement des signaux émis par la P.O: c'est la partie qui commande la partie opérative, celle qui sait ce qu'il faut faire (le cerveau), celle qui coordonne la succession des actions sur la P.O. L'outil de description de la partie commande s'appelle le GRAPhe Fonctionnel de Commande ´ Etape / Transition (GRAFCET).

II.1.3.3- La partie relation (P.R)

Sa complexité dépend de l'importance du système. Elle regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé, c'est à dire marche/arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, etc...L'outil de description s'appelle le Guide d'Etudes des Modes de Marches et d'Arrêts (GEMMA).

Les outils graphiques, qui sont le GRAFCET et le GEMMA, sont utilisés par les automaticiens et les techniciens de maintenance.

II.1.4- Différentes type de commande^[18,21]

II.1.4.1- Le système automatisé combinatoire

Ce système n'utilise aucun mécanisme de mémorisation car une combinaison d'entrées ne correspond qu'une seule combinaison de sorties. La logique associée est la logique combinatoire. Les outils utilisés pour les concevoir sont l'algèbre de Boole, les tables de vérité, les tableaux de Karnaugh.

Les systèmes automatisés utilisant la technique "combinatoire" sont aujourd'hui très peu utilisés. Ils peuvent encore se concevoir sur des mécanismes simples ou le nombre d'actions à exécuter est limité.

II.1.4.2- Le système automatisé séquentiel

Ce système est le plus répandu dans le domaine industriel. Le déroulement du cycle s'effectue étape par étape avec une situation d'entrée pouvant correspondre à plusieurs situations de sorties. A une situation des entrées peuvent correspondre plusieurs situations de sortie. La sélection d'une étape ou d'une autre dépend de la situation antérieure du dispositif.

II.1.4.3- La logique programmée

L'élément principal s'appelle l'Automate Programmable Industriel (API). La détection est électrique et le pilotage des actionneurs se fait par l'intermédiaire de relais ou de distributeur. Le pilotage des actionneurs se fait par l'intermédiaire de relais ou de distributeurs. Il existe sur le marché de nombreuses marques d'automates : Télémécanique, Siemens, ...

II.1.4.4- La logique câblée

L'élément principal de la logique câblée est appelé séquenceur et l'association de modules constitue un ensemble appelé séquenceur. La détection est pneumatique, le pilotage des distributeurs se fait par une action de l'air comprimé sur un piston qui fait déplacer le tiroir du distributeur à droite ou à gauche. L'ensemble, appelé tout pneumatique, est homogène et fiable.

II.1.4.5- Les systèmes asservis

Pour ces systèmes, on désire que la sortie suive avec précision les variations de l'entrée, et ceci avec un temps de réponse réduit. C'est par exemple le cas avec une direction assistée d'automobile ou la commande des gouvernes d'un avion. Applications : les robots industriels.

II.1.4.6- Domaine d'application de l'automatisme

On utilise les automates dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyeur, emballage ...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire...) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus. Il est de plus en plus utilisé dans le domaine de bâtiment pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes.

II.1.5- Notion de grafcet

II.1.5.1- Définition

Le grafcet (Graphe fonctionnel de commande Etape-Transition) est un outil graphique de description de comportement de la partie commande. Il est composé d'étape, de transition et de liaison. Il est très utilisé pour programmer l'automate programmable industriel.

II.1.5.2- ILes différents niveaux de GRAFCET

Afin de définir correctement le cahier de charge des équipements, le diagramme fonctionnel est utilisé à deux niveaux :

a- Grafcet de niveau 1

Le grafcet de niveau 1 donne une interprétation de la solution retenue pour un problème posé, en précisant la coordination des tâches opératives. Il permet de comprendre globalement le système.

b- Le Grafcet de niveau 2

Le grafcet de niveau 2 donne une interprétation en tenant compte des choix technologiques relatifs à la partie commande de l'automatisme.

II.2- Généralité sur la carte arduino^[1,6,9,12,20]

II.2.1- Le module arduino

ARDUINO est un circuit imprimé en matériel libre (les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre dont certains composants de la carte, comme le microcontrôleur par exemple, ne sont pas en licence libre) sur lequel se trouve un microcontrôleur qui 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...), le pilotage d'un robot ...etc. C'est une plateforme basée sur une interface entrée/sortie simple.

A l'origine, ARDUINO avait été conçu pour aider les étudiants dans leurs expérimentations.

En 2005, il a été proposé à la vente par Massimo Banzi et David Cuartielles. En quelques années, il est devenu très populaire auprès des concepteurs, des étudiants et des artistes, par sa facilité d'emploi et sa robustesse.

II.2.2- Les gammes de la carte arduino

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

- Le NG d'Arduino, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un ATmega8.
- L'extrémité d'Arduino, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un Microcontrôleur ATmega8.
- L'Arduino Mini, une version miniature de l'Arduino en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Nano, une petite carte programme à l'aide porte USB cette version utilisant un microcontrôleur ATmega168 (ATmega328 pour une plus nouvelle version).
- Le LilyPad Arduino, une conception de minimaliste pour l'application wearable en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- Le NG d'Arduino plus, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un ATmega168.
- L'Arduino Bluetooth, avec une interface de Bluetooth pour programmer en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Diecimila, avec une interface d'USB et utilise un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Duemilanove ("2009"), en utilisant un microcontrôleur l'ATmega168 (ATmega328 pour une plus nouvelle version) et actionné par l'intermédiaire de la puissance d'USB/DC.
- L'Arduino Mega, en utilisant un microcontrôleur ATmega1280 pour I/O additionnel et mémoire.
- L'Arduino UNO, utilisations microcontrôleur ATmega328.
- L'Arduino Mega2560, utilisations un microcontrôleur ATmega2560, et possède toute la mémoire à 256 KBS. Elle incorpore également le nouvel ATmega8U2 (ATmega16U2 dans le jeu de puces d'USB de révision 3).
- L'Arduino Leonardo, avec un morceau ATmega32U4 qui élimine le besoin de raccordement d'USB et peut être employé comme clavier.
- L'Arduino Esplora : ressemblant à un contrôleur visuel de jeu, avec un manche et des son desintégées pour le bruit, la lumière, la température, et l'accélération.

Parmi ces types, nous avons choisi une carte Arduino UNO (carte Basique). L'intérêt principal de cette carte est de faciliter la mise en œuvre d'une telle commande qui sera détaillée par la suite.

L'Arduino fournit un environnement de développement s'appuyant sur des outils open source comme interface de programmation. L'injection du programme déjà converti par l'environnement sous forme d'un code « HEX » dans la mémoire du microcontrôleur se fait d'une façon très simple par la liaison USB. En outre, des bibliothèques de fonctions "clé en main" sont également fournies pour l'exploitation d'entrées-sorties. Cette carte est basée sur un microcontrôleur ATmega 328 et des composants complémentaires. La carte Arduino contient une mémoire morte de 1 kilo. Elle est dotée de 14 entrées/sorties digitales (dont 6 peuvent être utilisées en tant que sortie PWM), 6 entrées analogiques et un cristal à 16 MHz, une connexion USB et Possède un bouton de remise à zéro et une prise jack d'alimentation.

La carte est illustrée dans la figure si dessous.

Figure N° 4. La carte Arduino UNO



II.3- Avantage de la carte arduino uno

Il y a de nombreuses cartes électroniques qui possèdent des plateformes basées sur des microcontrôleurs disponibles pour l'électronique programmée. Tous ces outils prennent en charge les détails compliqués de la programmation et les intègrent dans une présentation facile à utiliser. De la même façon, le système Arduino simplifie la façon de travailler avec les microcontrôleurs tout en offrant à personnes intéressées plusieurs avantages cités comme suit :

➤ Le prix (réduits) : les cartes Arduino sont relativement peu coûteuses comparativement aux autres plates-formes. La moins chère des versions du

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENCE

module Arduino peut être assemblée à la main, (les cartes Arduino préassemblées coûtent moins de 50.000 ariary).

➤ Multi plateforme : le logiciel Arduino, écrit en JAVA, tourne sous les systèmes d'exploitation Windows, Macintosh et Linux. La plupart des systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows.

➤ Un environnement de programmation clair et simple : l'environnement de programmation Arduino (le logiciel Arduino IDE) est facile à utiliser pour les débutants, tout en étant assez flexible pour que les utilisateurs avancés puissent en tirer profit également.

➤ Logiciel Open Source et extensible : le logiciel Arduino et le langage Arduino sont publiés sous licence open source, disponible pour être complété par des programmeurs expérimentés. Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application JAVA multi plateformes (fonctionnant sur tout système d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le programme au travers de la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module).

➤ Matériel Open source et extensible : les cartes Arduino sont basées sur les Microcontrôleurs Atmel ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA 328, les schémas des modules sont publiés sous une licence créative Commons, et les concepteurs des circuits expérimentés peuvent réaliser leur propre version des cartes Arduino, en les complétant et en les améliorant. Même les utilisateurs relativement inexpérimentés peuvent fabriquer la version sur plaque d'essai de la carte Arduino, dont le but est de comprendre comment elle fonctionne pour économiser le coût.

II.4- La constitution de la carte arduino uno

Un module Arduino est généralement construit autour d'un microcontrôleur ATMEL AVR, et de composants complémentaires qui facilitent la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits. Chaque module possède au moins un régulateur linéaire 5V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles). Le microcontrôleur est préprogrammé avec un boot loader de façon à ce qu'un programmeur dédié ne soit pas nécessaire.

II.4.1- Partie matérielle

Généralement tout module électronique qui possède une interface de programmation est basé toujours dans sa construction sur un circuit programmable ou plus.

II.4.1.1- Le Microcontrôleur ATmega328

Un microcontrôleur ATmega328 est un circuit intégré qui rassemble sur une puce plusieurs éléments complexes dans un espace réduit au temps des pionniers de l'électronique. Aujourd'hui, en soudant un grand nombre de composants encombrants ; tels que les transistors ; les résistances et les condensateurs tout peut être logé dans un petit boîtier en plastique noir muni d'un certain nombre de broches dont la programmation peut être réalisée en langage C. La figure suivante montre un microcontrôleur ATmega 328, qu'on trouve sur la carte Arduino.

Figure N° 5. Microcontrôleur ATmega328 avec composant CMS à gauche et composant classique à droite



Source : Livre de Microcontrôleur

Le microcontrôleur ATmega328 est constitué par un ensemble d'éléments qui ont chacun une fonction bien déterminée. Il est en fait constitué des mêmes éléments que sur la carte mère d'un ordinateur. Globalement, l'architecture interne de ce circuit programmable se compose essentiellement sur:

➤ **La mémoire Flash** : C'est celle qui contiendra le programme à exécuter. Cette mémoire est effaçable et réinscriptible mémoire programme de 32Ko (dont boot loader de 0.5 ko).

➤ **RAM** : c'est la mémoire dite "vive", elle va contenir les variables du programme. Elle est dite "volatile" car elle s'efface si on coupe l'alimentation du microcontrôleur. Sa capacité est 2 ko.

➤ **EEPROM** : C'est le disque dur du microcontrôleur. On y enregistre des infos qui ont besoin de survivre dans le temps, même si la carte doit être arrêtée. Cette mémoire ne s'efface pas lorsque l'on éteint le microcontrôleur ou lorsqu'on le reprogramme.

II.4.1.2- Les sources de l'alimentation de la carte

On peut distinguer deux genres de sources d'alimentation (Entrée Sortie) et cela comme suit :

➤ **VIN**. La tension d'entrée positive lorsque la carte Arduino est utilisée avec une source de tension externe (à distinguer du 5V de la connexion USB ou autre source 5V régulée). On peut alimenter la carte à l'aide de cette broche, ou, si l'alimentation est fournie par le jack d'alimentation, accéder à la tension d'alimentation sur cette broche.

➤ **5V**. La tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte (pour info : les circuits électroniques numériques nécessitent une tension d'alimentation parfaitement stable dite "tension régulée" obtenue à l'aide d'un composant appelé un régulateur et qui est intégré à la carte Arduino). Le 5V régulé fourni par cette broche peut donc provenir soit de la tension d'alimentation VIN via le régulateur de la carte, ou bien de la connexion USB (qui fournit du 5V régulé) ou de toute autre source d'alimentation régulée.

➤ **3V3**. Une alimentation de 3.3V fournie par le circuit intégré FTDI (circuit intégré faisant l'adaptation du signal entre le port USB de votre ordinateur et le port série de l'ATmega) de la carte est disponible : ceci est intéressant pour certains circuits externes nécessitant cette tension au lieu du 5V. L'intensité maximale disponible sur cette broche est de 50mA.

II.4.1.3- Les entrées & sorties

Cette carte possède 14 broches numériques (numérotée de 0 à 13) peut être utilisée soit comme une entrée numérique, soit comme une sortie numérique, en utilisant les instructions `pinMode ()`, `digitalWrite ()` et `digitalRead ()` du langage Arduino. Ces broches fonctionnent en 5V. Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40mA d'intensité et dispose d'une résistance interne de "rappel au plus" (pull-up) (déconnectée par défaut) de 20-50KOhms. Cette résistance interne s'active sur une broche en entrée à l'aide de l'instruction `digitalWrite (broche, HIGH)`.

En plus, certaines broches ont des fonctions spécialisées :

➤ **Interruptions Externes**: Broches 2 et 3. Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur une valeur basse, sur un front montant ou descendant, ou sur un changement de valeur. -Impulsion PWM (largeur d'impulsion

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENCE

modulée): broches 3, 5, 6, 9, 10, et 11. Fournissent une impulsion PWM 8-bits à l'aide de l'instruction analog Write().

➤ **SPI** (Interface Série Périphérique) : Broches 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13(SCK). Ces broches supportent la communication SPI (Interface Série Périphérique) disponible avec la librairie pour communication SPI. Les broches SPI sont également connectées sur le connecteur ICSP qui est mécaniquement compatible avec les cartes Mega.

➤ **I2C** : Broches 4 (SDA) et 5 (SCL). Supportent les communications de protocole I2C(ou interface TWI (Two Wire Interface - Interface "2 fils"), disponible en utilisant la librairie Wire/I2C (ou TWI - Two-Wire interface - interface "2 fils").

➤ **LED** : Broche 13. Il y a une LED incluse dans la carte connectée à la broche 13. Lorsque la broche est au niveau HAUT, la LED est allumée, lorsque la broche est au niveau BAS, la LED est éteinte.

La carte UNO dispose 6 entrées analogiques (numérotées de 0 à 5), chacune pouvant fournir une mesure d'une résolution de 10 bits (càd sur 1024 niveaux soit de 0 à 1023) à l'aide de la très utile fonction analogRead () du langage Arduino. Par défaut, ces broches mesurent entre le 0V (valeur 0) et le 5V (valeur 1023), mais il est possible de modifier la référence supérieure de la plage de mesure en utilisant la broche AREF et l'instruction analog Reference () du langage Arduino.

La carte Arduino UNO intègre un fusible qui protège le port USB de l'ordinateur contre les surcharges en intensité (le port USB est généralement limité à 500mA en intensité).

Bien que la plupart des ordinateurs aient leur propre protection interne, le fusible de la carte fournit une couche supplémentaire de protection. Si plus de 500mA sont appliqués au port USB, le fusible de la carte coupera automatiquement la connexion jusqu'à ce que le court-circuit ou la surcharge soit stoppé.

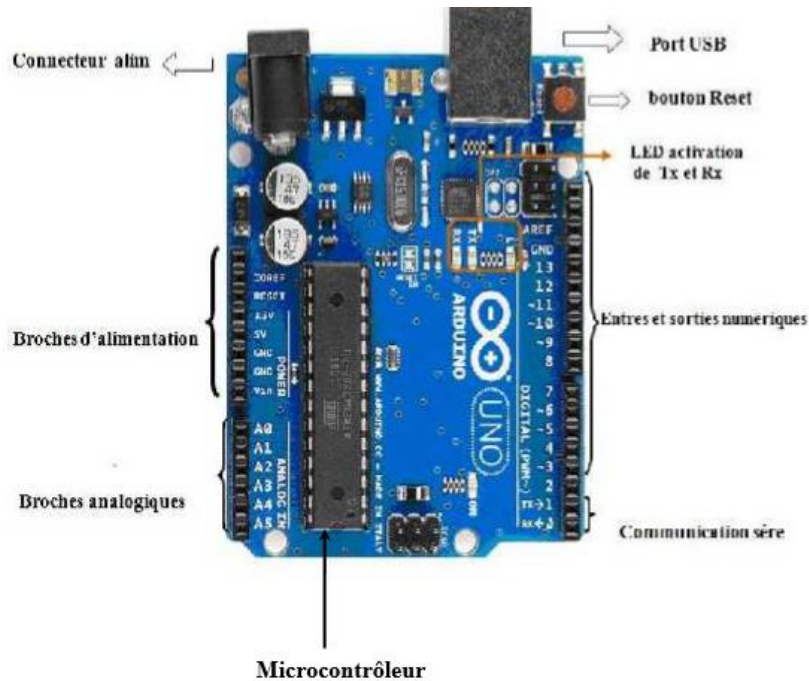
II.4.1.4- Les ports de communications

La carte Arduino UNO a de nombreuses possibilités de communications avec l'extérieur. L'Atmega328 possède une communication série UART TTL (5V), grâce aux broches numériques 0 (RX) et 1 (TX).

On utilise (RX) pour recevoir et (TX) transmettre (les données séries de niveau TTL). Ces broches sont connectées aux broches correspondantes du circuit intégré ATmega328 programmé en convertisseur USB – vers – série de la carte, composant qui assure l'interface entre les niveaux TTL et le port USB de l'ordinateur.

Comme un port de communication virtuel pour le logiciel sur l'ordinateur, La connexion série de l'Arduino est très pratique pour communiquer avec un PC, mais son inconvénient est le câble USB, pour éviter cela, il existe différentes méthodes pour utiliser ce dernier sans fil :

Figure N° 6. Constitution de la carte Arduino UNO



Source : Auteur

II.4.2- Partie programme

Une telle carte d'acquisition qui se base sur sa construction sur un microcontrôleur doit être dotée d'une interface de programmation comme est le cas de notre carte. L'environnement de programmation open-source pour Arduino peut être téléchargé gratuitement (pour Mac OS X, Windows, et Linux).

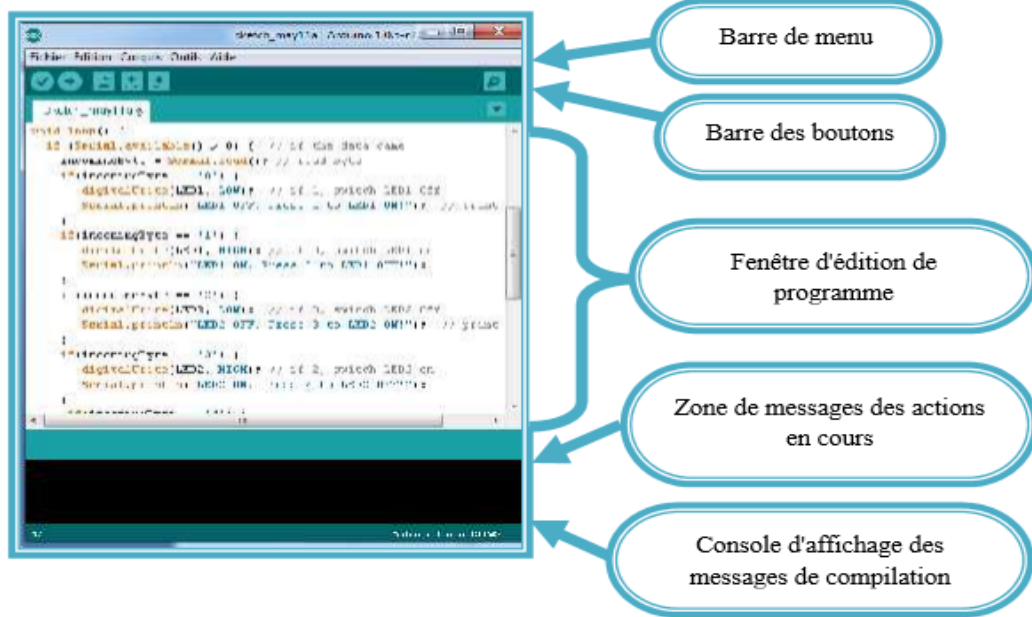
II.4.2.1- L'environnement de la programmation

Le logiciel de programmation de la carte Arduino sert d'éditeur de code (langage proche du C). Une fois, le programme tapé ou modifié au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte à travers de la liaison USB. Le câble USB alimente à la fois en énergie la carte et transporte aussi l'information ce programme appelé IDE Arduino.

II.4.2.2- Structure générale du programme (IDE Arduino)

Comme n'importe quel langage de programmation, une interface souple et simple est exécutable sur n'importe quel système d'exploitation Arduino basé sur la programmation en C.

Figure N° 7. Interface IDE Arduino

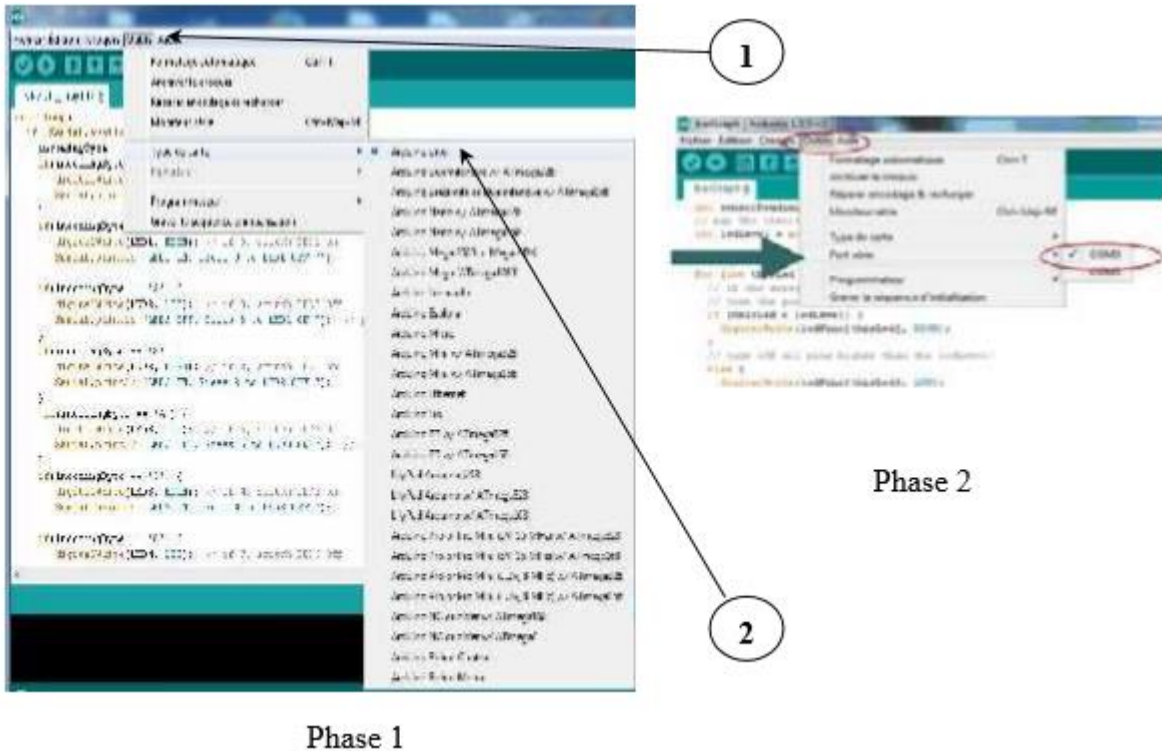


Source : Auteur

II.4.2.3- Injection du programme

Avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (Arduino UNO) et le numéro de port USB (COM 3) comme à titre d'exemple cette figure suivante.

Figure N° 8. Paramétrage de la carte



Source : Auteur

II.4.2.4- Description du programme

Un programme Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle (ligne par ligne). La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres dans l'ordre défini par les lignes de codes.

a- Commentaires

Les commentaires sont, en programmation informatique, des portions du code source ignorées par le compilateur ou l'interpréteur, car ils ne sont pas censés influencer l'exécution du programme.

```
1 /* programme de command DC moteur avec Smartphone via Bluetooth-----
2 *et fait également clignoter la diode de test de la carte-----
3*-----
```

b- Définition des variables

Pour notre montage, on va utiliser une sortie numérique de la carte qui est par exemple la 3^{ème} sortie numérique ; cette variable doit être définie et nommée ici moteur pin 3 ; la syntaxe est pour désigner un nombre entier est **int**.

```
4 int moteur 1 = 3 ; // mettre le moteur au pin 3-----
```

Configuration des entres et des sorties void setup ()

Les broches numériques de l'Arduino peuvent aussi bien être configurées en entrées numériques ou en sorties numériques ; ici on va configurer moteur pin en sortie ; pin mode (nom, état) est une des quatre fonctions relatives aux entrées – sorties numériques.

```
5 void setup () {-----
6 // mettre le moteur 1 comme sortie : -----
7 pinMode (motor 1, OUTPUT) ; // lorsque le pin 3 est activé le moteur tourne-----
8}-----
```

Programmation des interactions void loop :

Dans cette boucle, on définit les opérations à effectuer dans l'ordre **digital write** (nom, état) est une autre des quatre fonctions relatives aux entrées – sorties numériques.

- **delay** (temps en mili-seconde) est la commande d'attente entre deux instructions ;
- Chaque ligne d'instruction est terminée par un point-virgule ;
- Ne pas oublier les accolades qu'encadrent la boucle.

```
9 void loop () {-----  
10 digital write (moteur1, HIGH) ; -----  
11 delay (3000) -----  
12 digital Write (moteur 1, LOW) ; -----  
13 delay (1000) -----  
14}-----
```

II.4.2.5- Les étapes de téléchargement du programme

Une simple manipulation enchaînée doit être suivie afin d'injecter un code vers la carte

Arduino via le port USB.

1. On conçoit ou on ouvre un programme existant avec le logiciel IDE Arduino.
2. On vérifie ce programme avec le logiciel Arduino (compilation).
3. Si des erreurs sont signalées, on modifie le programme.
4. On charge le programme sur la carte.
5. On câble le montage électronique.
6. L'exécution du programme est automatique après quelques secondes.
7. On alimente la carte soit par le port USB, soit par une source d'alimentation autonome (pile 9 volts par exemple).
8. On vérifie que notre montage fonctionne.

Figure N° 9. Les étapes de téléchargement du code



Source : Auteur

DEUXIÈME PARTIE :
RÉALISATION ET ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

DEUXIEME PARTIE : REALISATION ET ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre III: PRESENTATION DE L'ETUDE

III.1- Contexte actuelle

III.1.1- Contexte actuelle en termes de provende

Actuellement en terme, les éleveurs des volailles tels que les poules pondeuses ont deux choix en terme l'alimentation, soit ils acheté directement des provendes toute faites chez les revendeurs soit ils fabriquent leur propre provende. Mais, ses deux cas présentent des et avantage et des inconvénients vis-à-vis des pratiquant des éleveurs.

III.1.1.1- Avantages et inconvénients provende préfabriquée

a- Avantages des provende préfabriquées

- On n'a pas besoin de connaître les processus de fabrication de provende ;
- Les provendes sont déjà dosées suivant les besoins des éleveurs ;
- N'engagent pas beaucoup d'ouvrier dans le ferme.

b- Inconvénients des provendes préfabriquées

- Parfois, dans les provendes toute faites par des industries ou d'autre entité, les normes et qualités suivant les besoins des volailles ne sont pas satisfaites. Ceux-ci provoquent des problèmes sur l'élevage comme la diminution de production en œuf pour les poules pondeuses ;
- Les provendes sont vendues à des cout élevés ceux-ci provoquent une activité déficitaire de la ferme d'élevage.

c- Avantages et inconvénients sur la fabrication provende

Avantage sur la fabrication de la provende

- On choisit nous même les matières premières suivant les besoins des volailles mais aussi suivant les saisons des matières premières existant ;
- Les matières premières sont à moindre cout ;
- Les éleveurs ont des connaissances approfondies sur la conduite d'élevage ;
- Les normes et qualités de l'aliment donné aux volailles sont exigé ;
- Un cout de production basse, c'est-à-dire que lorsqu'on fabrique nous-même la provende leur cout diminue. Et l'activité est toujours avantageuse.

d- Inconvénient sur la fabrication des provendes

- Les processus de fabrication sont long ;
- Nécessite l'utilisation de plusieurs mains d'œuvre dans la ferme ;
- Les éleveurs doivent engager des techniciens ou bien doit suivre des formations sur l'élevage des poules pondeuses ;
- Les processus de fabrication des provendes sont longs car on doit passer par les broyages, les tamisages, dosages et enfin le mélangeur de tous les intrants ;
- Les formules de provende ne sont pas respectées.

III.1.2- Principe de dosage des intrants

Actuellement pour Madagascar, le principe de dosage reste archaïque même pour les grandes entreprises de production de provende. Ce principe est que l'on dose les provendes par pesage de chaque intrant, ce pesage invoque plusieurs problèmes sur la qualité de travaille et celui de la provende qui sont :

- Nécessite plusieurs mains d'œuvre ;
- La dure de pesage est longue ;
- Manque de précisions sur le pesage ;
- Les formules de provende ne sont pas respectées par les ouvriers.

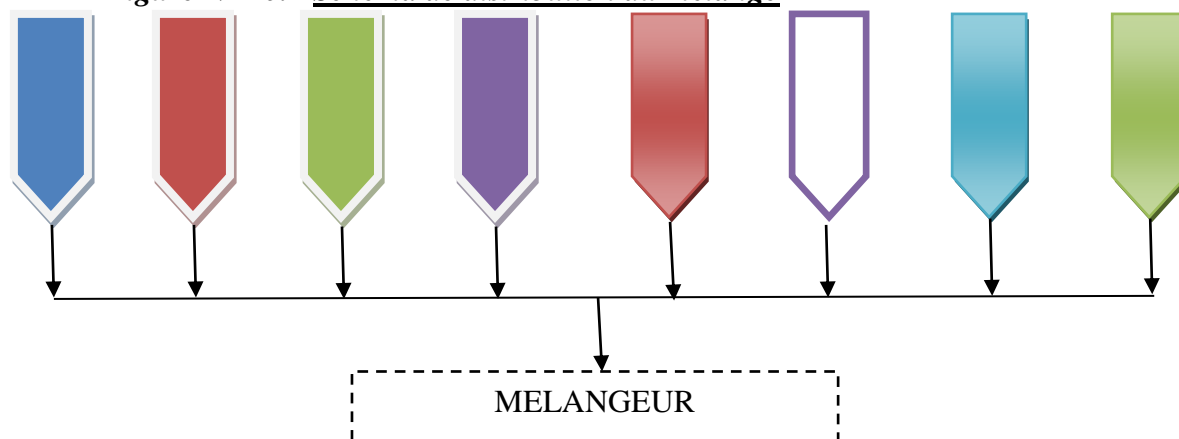
III.2- Cadre générale de l'étude

III.2.1- Nature de l'étude

Notre étude consiste à concevoir une machine simple capable de doser automatiquement les intrants de provende des poules pondeuses.

Le principe de notre machine est de doser chaque intrant utilisé pour la fabrication de provende à l'aide d'une vis sans fin ou vis d'Archimède, d'un moteur pas à pas et un Arduino UNO avec application Android. C'est-à-dire qu'on doit confectionner un lot pour chaque intrant (un doseur pour chaque intrant de provende) et chaque lot possède les mêmes caractéristiques mécaniques mais pas les mêmes programmes de dosage, par contre tous les systèmes sont commandés par une même commande de lancement de via un smartphone.

Figure N° 10. Schéma de distribution du mélange



Source : Auteur

III.2.2- Problématique

Le dosage des intrants reste un problème pour les éleveurs. Ceux-ci l'induisent à ne pas se faufiler vers la fabrication des provendes mais de se borner vers l'achat des provendes toute faite au marché. En plus la formulation des provendes pour la poule pondeuse reste des connaissances abstraites pour certain adepte.

C'est pour cela qu'il est utile de construire une machine simple qui peut aider les éleveurs malgaches à se manifester d'entrer dans la production des aliments satisfaisant leurs propres besoins quotidiens.

Les problèmes centraux de l'étude sont : **Est-ce que notre hypothèse sur la construction d'un doseur automatique de provende à partir d'une vis d'Archimède est-il faisable. Notre machine est-elle à la porter des grands publics ?**

III.2.3- Objectifs de l'étude

III.2.3.1- Objectif général

En première vue, cette étude contribue à aider les éleveurs à produire ou à fabriquer eux même l'alimentation de leur animaux (poule pondeuse). Elle diminue ensuite l'effort utiliser lors du pesage des intrants mais elle est aussi utile aux éleveurs paysans qui ne dispose aucune connaissance sur l'élevage des poules pondeuse notamment l'alimentation qui est la base de l'élevage.

Ensuite, cette étude no permettra par la suite de crée une petite entreprise de fabrication de provende (provenderie) qui ne se base pas seulement sur ceux des poules pondeuses mais se caractérise sur l'alimentation des animaux en générale.

III.2.3.2- Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de notre étude consistent à :

- Concevoir une machine assez simple, facile à utiliser, à la portée de tous les éleveurs(familiale, industrielle ou semi-industrielle) et capable de doser avec précision les provendes des poules pondeuses ;
- Faciliter les travaux effectués lors des processus de fabrication ;
- Donne aux éleveurs des exemples de formule de provende adapte à Madagascar ;
- Diminuer l'effort humain et le nombre d'ouvrier dans le ferme de production animale.

III.2.4- Hypothèses à tester

Il est évident que chaque intrant de provende est dicté par plusieurs facteur comme la taille granulométrique, l'humidité et qualité de chaque intrant (pas de présence de sable et/ou caillou). En pratique, ces facteurs influencent beaucoup le poids des matières premières pour la fabrication de la provende. Cette étude nous permettra de déterminer, en présence des matériels nécessaire au dosage de provende et une balance, les différents soumis aux mêmes conditions de pesage, comment se comportent les intrants de différente caractéristique et comment s'effectue le dosage, et qui sont les meilleurs en matière première pour la fabrication de provende.

Ainsi, des hypothèses de recherche ont été émises :

- **H1** :les intrants porter par chaque pas de la vis sans fin sont-elles homogènes ;
- **H2** : peut -on gérer la valeur insérer dans l'application Android avec celui du moteur pas à pas pour donner un nombre de tour exacte du moteur ;
- **H3** : peut-on avoir une dose précise en utilisant une vis d'Archimède et un moteur pas à pas.

Chapitre IV: CONCEPTION

IV.1- Matériels et outils de fabrication

IV.1.1- Matériels et outils de fabrication mécanique

Pendant la réalisation de notre doseur automatique des intrants de provende de poule pondeuse nous avons recours à l'utilisés quelques matériels de fabrication mécanique et des machines et outils.

IV.1.1.1- Matériels de fabrication mécanique

Pour la construction mécanique nous avons comme matériels :

a- Une tôle plane

La tôle est une fine feuille de métal obtenue par laminage. On distingue les tôles fines (< 3 mm) ou fortes (> 3 mm) suivant leur épaisseur.

La tôle a de très nombreuses applications comme fabrication de certaine pièce industrielle. Dans notre cas, on a utilisé la tôle de 0,8 mm et de 1 mm d'épaisseur pour la formation de la trémie des intrants de la provende et pour la fabrication les coques et les pales de la vis sans fin.

b- Roulements à bille^[22]

En mécanique, un roulement est un dispositif destiné à guider un assemblage en rotation, c'est-à-dire à permettre à une pièce de tourner par rapport à une autre selon un axe de rotation défini. Le roulement est donc un palier. Par rapport aux palier lisses, le roulement permet d'avoir une très faible résistance au pivotement tout en supportant des efforts importants.

Les deux roulements que nous avons utilisés sert à guider la rotation de l'arbre de la vis sans fin, ainsi que de réduire la force de rotation exercer par le moteur.

c- Un tube carré

Il sert de cadre pour toute la construction, il maintient en place toute la structure de la machine à concevoir. Ainsi, il est un matériel de fabrication primordiale pour tous les concepteurs des machines.

d- Des boulons de fixations

Un boulon est un organe d'assemblage constitué d'une vis à filetage uniforme et extrémité plate (ou tige filetée), et d'un écrou (et éventuellement d'une rondelle). Dans le langage commun, le mot « boulon » est souvent employé à tort pour désigner un écrou seul ou une vis seule.

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

On l'emploie pour la fixation des paliers du roulement et le couvercle sur le bâti, mais aussi de fixer la trémie.

Les boulons sont l'un des pièces qui facilite le démontage et le montage de tous les matériels.

e- Poulie

Une poulie est une machine simple, c'est-à-dire un dispositif de mécanique élémentaire. Elle est constituée d'une pièce en forme de roue servant à la transmission du mouvement. La poulie est utilisée avec une courroie, une corde, une chaîne ou un câble et la forme de la jante étant adaptée aux cas d'utilisation.

Figure N° 11. Poulie



Source: Auteur

f- Courroie

La courroie est une pièce utilisée pour la transmission du mouvement. Elle est construite dans un matériau souple. Par rapport à d'autres systèmes, elle présente l'avantage d'une grande souplesse de conception :

- Le concepteur a une grande liberté pour placer les organes moteur et récepteur ;
- d'être économique, silencieuse et d'amortir les vibrations, chocs et à-coups de transmission.

En revanche, elle présente une durée de vie limitée et doit être changée, et la puissance transmissible est limitée, ce qui est parfois un avantage.

Figure N° 12. Courroie



Source : Auteur

IV.1.1.2- Outils de fabrications mécanique

Afin de mener à bien la fabrication du doseur, des outils de fabrications mécaniques ont été mis à notre disposition ce sont :

a- Matériels de mesure

Pour la fabrication mécanique le mesurage des pièces est très important toute la précision de fabrication repose sur celui-ci. On a utilisé :

- Une règle métallique ;
- Une équerre métallique

b- Une meule

Une meule en tant qu'outil est un disque constitué de grains d'émeri, montée sur une machine-outil appelée meuleuse ou disque qui sert à usiner de la matière par abrasion.

Et nous avons utilisée deux sortes de meule qui sont :

c- Scie mécanique

La scie est un outil à une lame dentée en acier trempé spécialement prévu pour scier le métal. Cet outil possède une denture très fine et très acérée. Contrairement aux scies à bois, la lame est habituellement accrochée aux deux extrémités pour être bien tendue, et afin de faciliter le découpage. La lame est interchangeable car elle s'use plus vite que celle du bois. La scie a été utilisée pour couper le fer rectangle afin d'avoir une mesure précise.

d- Cisaille

Une cisaille est un outil de la famille du ciseau, utilisé pour le découpage de matériaux autres que le papier.

On a utilisé la cisaille simple à taille droite car elle deux lames étroites désaxées permettant des coupes d'affleurement et de forme en tous sens et à l'intérieur des tôles. Cette cisaille nous a permis de couper ou de tracer une tôle durant la réalisation de la partie mécanique du doseur.

e- Soudure à l'arc

Le soudage à l'arc est un procédé d'assemblage permanent. Il a pour objet d'assurer la continuité de la matière à assembler.

La soudure à l'arc permet un soudage à haute température des métaux de même nature ou non, avec un métal d'apport, par fusion. La très haute température est fournie par l'arc électrique (au moins 3.000°C). L'arc résulte du passage d'un courant électrique entre les pièces à souder et une électrode. L'électrode est un fil métallique enrobé. Une extrémité de l'électrode est dénudée, ce qui permet d'établir le contact électrique.

Certaine pièce mécanique qui n'est pas mobile ou démontable a été assembler et fixer par la baie de la soudure à l'arc.

f- Perceuse

Une **perceuse ou foreuse** est un outil qui sert à **percer des trous** dans différents matériaux grâce à l'outil appelé foret. Nous avons utilisé deux types de perceuse qui sont :

➤ **Un perforateur** : c'est un outil qui allie les qualités d'une perceuse à percussion. Le perforateur est un outil polyvalent qui possède un sélecteur de fonction : perçage simple, perçage avec percussion, percussion seule (permet les travaux de burinage). Ce type d'appareil utilise des porte-forets et des mèches.

➤ Grace à sa faible force de perçage, ceux-ci ont été utilisé pour percer des trous sur le tôle de construction.

➤ **Une perceuse électrique** : C'est une machine-outil composée d'un corps de perceuse traditionnelle et d'une embase magnétique (un électroaimant) qui permet de fixer cette dernière sur les pièces que l'on doit percer. Elle s'utilise principalement en charpente métallique. Cette perceuse peut travailler avec des forets traditionnels équipée d'un adaptateur et d'un mandrin. Mais elle est prévue d'origine pour fonctionner avec des fraises.

Grace sa force de perforation qui est équivalente à celle de la perceuse à colonne, on l'a utilisée pour percer des trous sur les tubes de construction et sur le palier du roulement.

g- Marteau

Un marteau est un outilpercuteur, servant par exemple à aplatir un morceau de fer ou à enfoncer un clou.

Le marteau est fait d'une tête et d'un manche. La tête est constituée d'une masse métallique et agit par inertie, augmentée par la longueur du manche et par celle du bras du

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENCE

manipulateur. Un bon marteau est conçu pour que la prise en main corresponde au centre de percussion.

Un marteau a été utile pour la mise en forme des tôles pour la fabrication de la trémie et de la loge de la vis d'Archimède.

h- Burin

Le terme « burin » désigne différents outils utilisés dans des domaines variés tels que la gravure, l'usinage et la traçage des tôles dans la mécanique.

Il a aussi employé pour la découpe ou l'enlèvement de matière. Le burinage est pratiqué pour des opérations de montage, démontage, réparation, usinage, retouche.

Le burin a été employé pour la coupure de la tôle de grande épaisseur et pour faire un trou sur la centre de la tôle utilisé pour la construction de la tôle de la vis sans fin.

i- Étau

Un **étau** est un dispositif mécanique qui permet la « mise en position » et le « maintien en position » (serrage) d'une pièce.

En général, l'étau est composé d'une partie fixe (généralement liée au plan de travail : établi, table de machine-outil...), d'une partie mobile, et d'un système de serrage. Durant la fabrication, on a utilisé l'étau à agrafe pour maintenir les pièces à couper qui est composé par la manette de serrage ; la tête de la vis de serrage ; sous-ensemble dit « mâchoire fixe » (comportant le mors fixe), guidage complet en translation (un seul degré de liberté) sur le sous-ensemble dit « mâchoire mobile » comportant le mors mobile et sous-ensemble de fixation au plan de travail (ici par « agrafe », avec vis de pression : liaison complète temporaire).

j- Pince universelle

La pince universelle est un outil à main qui sert à des fonctions différentes.

Elle s'utilise :

➤ Comme pince plate : sert à serrer deux objets pour le tirage, le maintien et le travail du conducteur ;

➤ Comme pince coupante : sert à couper quelque chose pour sectionner des fils, des petits clous... ;

➤ Comme pince de serrage : sert à serrer ensemble des objets temporairement pour le maintien de fils, de câbles, de tubes, de pièces à souder ; elle est déconseillée pour serrer un écrou car elle peut l'endommager (en fonction du métal de l'écrou s'il est plus tendre ; par exemple un écrou de radiateur) ;

- Comme tenaille : pour enlever des clous, des attaches...

Les branches de la pince peuvent être gainées avec une couche en plastique ou avec des gaines en plastique moulées par injection.

IV.1.2- Matériel électronique

IV.1.2.1- Arduino UNO R3

Nous avons utilisé la carte Arduino UNO R3 car notre projet ne demande pas beaucoup de sortie analogique et numérique. La carte UNO est aussi facile à manipuler et à moindre cout.

Caractéristiques de la carte Arduino UNO R3

- La carte Arduino UNO est composée par :
- Un microcontrôleur : ATmega328 ;
- Une tension d'alimentation interne de 5V ;
- 13 entrées et /ou sorties numériques numérotées de 0 à 13 (digital pins) ;
- Une tension d'alimentation (recommandée) de 7 à 12V, limites = 6 à 20 V ;
- Des entrée et sorties numériques : 14 dont 6 sorties PWM ;
- Entrées analogiques égale à 6 ;
- Courant max par broches E/S égale à 40 mA ;
- Courant max sur sortie 3,3V avec une intensité de 50mA ;
- Mémoire Flash 32 KB dont 0.5 KB utilisée par le bootloader ;
- Mémoire SRAM de 2 KB ;
- Mémoire EEPROM de 1 KB ;
- Fréquence horloge de 16 MHz ;

Figure N° 13. Arduino UNO R3



Source :Livre d'Arduino

IV.1.2.2- Moteur pas à pas ^[17]

a- Présentation du moteur pas à pas

Le moteur pas à pas est un moteur qui tourne en fonction des impulsions électriques reçues dans ses bobinages. L'angle de rotation minimal entre deux modifications des impulsions électriques s'appelle un pas. On caractérise un moteur par le nombre de pas par tour (c'est à dire pour 360°). Les valeurs courantes sont 48, 100 ou 200 pas par tour.

Le passage d'un courant, successivement dans chaque bobinage, fait tourner l'aimant. Les impulsions électriques sont du type tout ou rien c'est à dire passage de courant ou pas de passage de courant. Les tensions d'utilisation des moteurs sont de 3,3V à 48V continues. La consommation est de 0,2 A à 1,5 A.

b- Les types de moteurs

➤ Le moteur bipolaire

Les bobinages d'un moteur bipolaire sont alimentés une fois dans un sens, une fois dans l'autre sens. Ils créent une fois un pôle nord, une fois un pôle sud d'où le nom de bipolaire.

Puissance disponible plus élevée pour à caractéristiques mécaniques identiques.

➤ Le moteur unipolaire

Les bobinages d'un moteur unipolaire sont alimentés toujours dans le même sens par une tension unique d'où le nom d'unipolaire.

Les moins chers et plus facile à mettre en œuvre. C'était surtout vrai avant l'arrivée de circuits intégrés spécialisés.

c- Les phases

Les phases correspondent aux différentes sources d'énergies alimentant les bobinages

Généralement un moteur bipolaire est un moteur 2 phases, un moteur unipolaire est un moteur 4 phases.

On parle de fonctionnement biphasé quand 2 bobinages sont alimentés en même temps.

d- Avantages

➤ Rotation constante pour chaque commande (précision meilleure que 5% d'un pas) ;

➤ Existence de couple à l'arrêt ;

- Contrôle de la position, de la vitesse et synchronisation de plusieurs moteurs (pas de besoin de contre-réaction) ;

- Moteur sans balais ;

Le moteur pas à pas et son circuit de commande permettent la rotation d'un axe avec beaucoup de précision en vitesse et en amplitude. La précision en vitesse est utilisée pour suivre la rotation apparente des étoiles (un tour en 23H56mn) et la précision en amplitude est utilisée pour passer d'une étoile à l'autre.

e- Inconvénients

- Plus difficile à faire fonctionner qu'un moteur à courant continu ;
- Vitesse et couple relativement faible ;
- Couple décroissant rapidement lorsque la vitesse augmente ;
- Résonance mécanique.

f- Les différents types de moteur pas à pas

Il existe trois (3) catégories de moteurs pas à pas :

- A réluctance variable

Un aimant permanent est solidaire de l'axe du moteur (rotor). Des bobines excitatrices sont placées sur la paroi du moteur (stator) et sont alimentées chronologiquement. Le rotor s'oriente suivant le champ magnétique créé par les bobines.

On ne sent pas les pas. A caractéristique électrique identique, un tel moteur est moins puissant, mais plus rapide que les moteurs à aimant permanent. Sans doute les plus anciens.

- A aimants permanents

Il s'agit d'un moteur qui comporte un rotor à encoches se positionnant dans la direction de la plus faible réluctance. Ce rotor, en fer doux, comporte moins de dents qu'il n'y a de pôles au stator.

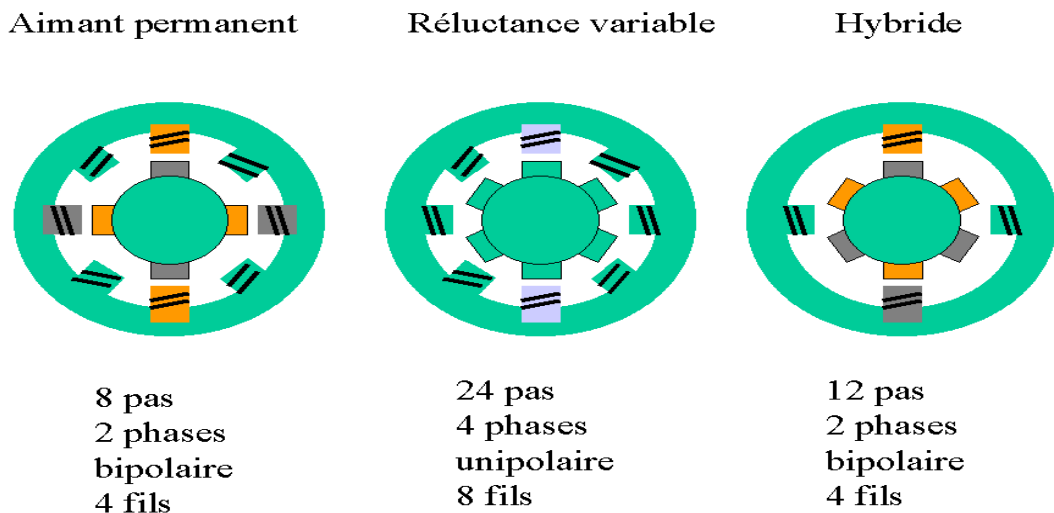
Le fonctionnement du moteur est assuré par un pilotage du type unipolaire et l'avance du rotor est obtenue en excitant tour à tour une paire de pôles du stator.

On sent les pas. Ce sont des moteurs à faible coût de revient, et de résolution moyenne (jusqu' à 100 pas/tour).

- Les hybrides

Ces moteurs combinent les 2 technologies précédentes, et sont plus chers. Leur intérêt réside dans un meilleur couple, une vitesse plus élevée, et une résolution de 100 à 400 pas/tour. –Les moteurs les plus courants sont ceux à aimants permanents et les hybrides.

Figure N° 14. Différents type déroulement du moteur pas à pas



Source 1: Internet

g- Les caractéristiques des moteurs pas à pas

➤ **Electrique**

Définies par le voltage le courant et la résistance de chaque bobine. Le paramètre important est le courant et à ne jamais dépasser. Pour l'amateur, la valeur de la self du moteur n'est pas indiquée.

➤ **Mécanique**

Pas par tour (valeurs classiques : 12, 24, 48, 100, 200) et parfois la taille, c'est le diamètre en 1/10 de pouce. Dans le monde amateur les paramètres suivants sont rarement indiqués : le couple ; la vitesse de rotation maximum et la fréquence de résonance, rarement indiquée.

h- Branchement du moteur pas à pas

➤ Repérer les bobines à l'ohmmètre. Pour les moteurs à 5 ou 6 fils, le point commun est celui qui présente la même résistance par rapport aux autres fils.

➤ Chercher une logique dans la couleur des fils, par exemple chaque bobine ayant un fil de couleur chaude, et un de couleur froide. Cette logique à de bonnes chances de correspondre à la polarité de la bobine.

i- Présentation du moteur pas à pas utilisé

Nous avons utilisé un moteur pas à pas unipolaire de référence 23LM – C352 08 Astrosyn /Minebia Nema type 23.

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

Les moteurs de la famille 23 LM sont des moteurs pas à pas hybrides biphasés 200 pas par tour de taille 23, compatibles micro pas avec rotor monté sur roulements à billes de précision.

Particulièrement puissants malgré leur taille réduite, ils s'intègrent parfaitement aux applications nécessitant des performances mécaniques élevées dans un encombrement réduit.

Sur simple demande, ces moteurs peuvent être équipés de réducteurs planétaires et de codeurs incrémentaux.

➤ Spécifications techniques

Type du moteur : moteur pas à pas à reluctance variable.

Type de commande : il peut être Unipolaire quand on utilise ses 6 fils mais bipolaire série quand on n'utilise que 4 fils.

Angle de pas : 1,8° par pas.

Couple de maintien : 0,647 Nm

Courant nominal : 1,3 A/ phase ou PH

Resistance : 4,2 Ω

Inductance : 1,9 mH

Couple de détente : 54 Nm

Inertie rotor : 0,11 kg.cm²

Masse : 500 g

Pas ou rotation : peut attendre jusqu'à 200 pas par tours.

Précision des pas : plus ou moins 5 %

Température ambiante : -20 °C jusqu'à +50 °C

Température moteur : +80 °C max.

Jeu radial : -20 μ m sous 4,4 N

Jeu axial : 80 μ m sous 4,4 N

Particularité : il possède un arbre arrière et un sortie fils comme connecteur.

Figure N° 15. Moteur pas à pas



Source : Auteur

IV.1.2.3- Driver motor^[3,7,7,11]

a- Présentation du driver

Pour notre projet, nous avons utilisé comment driver du moteur pas à pas le L298N.

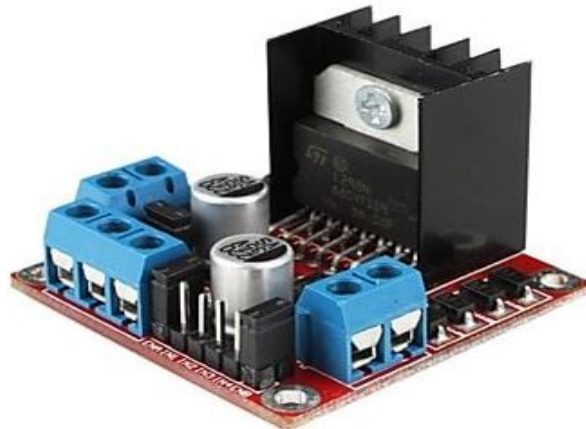
Le **module L298N** est un Double Pont-H destiné au **contrôle de moteur** (H-Bridge Motor Driver). Il est basé sur le composant L298N qui est un double Pont-H conçu spécifiquement pour ce cas d'utilisation.

C'est un module extrêmement utile pour le **contrôler de robots et ensembles mécanisés**. Il peut contrôler deux moteur courant continu ou un moteur pas-à-pas 4 fils 2 phases. Il est conçu pour supporter des tensions plus élevées, des courants importants tout en proposant une commande logique TTL (basse tension, courant faibles, idéal donc pour un microcontrôleur).

Il peut piloter des charges inductives comme des relais, solénoïdes, moteurs continus et moteurs pas-à-pas. Les deux types de moteurs peuvent être contrôlés aussi bien en vitesse (PWM) qu'en direction. Toutes les sorties en puissance sont déjà protégées par des diodes anti-retours.

Il s'agit d'un module prêt à l'emploi.

Figure N° 16. Driver motor L298N



Source : L298n Datasheets

b- Description du L298N

Composant de contrôle en puissance : L298N

Alimentation de la charge : de +6V à +35V

Courant Max (en pointe) : 2A

Tension de commande logique Vss : de +5 à +7V (alimentation interne de +5V)

Courant de commande logique : de 0 à 36mA

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

Tensions pour contrôle du sens : Low $-0.3V \sim 1.5V$, high : $2.3V \sim V_{ss}$

Tensions pour contrôle « Enable » : Low $-0.3V \sim 1.5V$, high : $2.3V \sim V_{ss}$

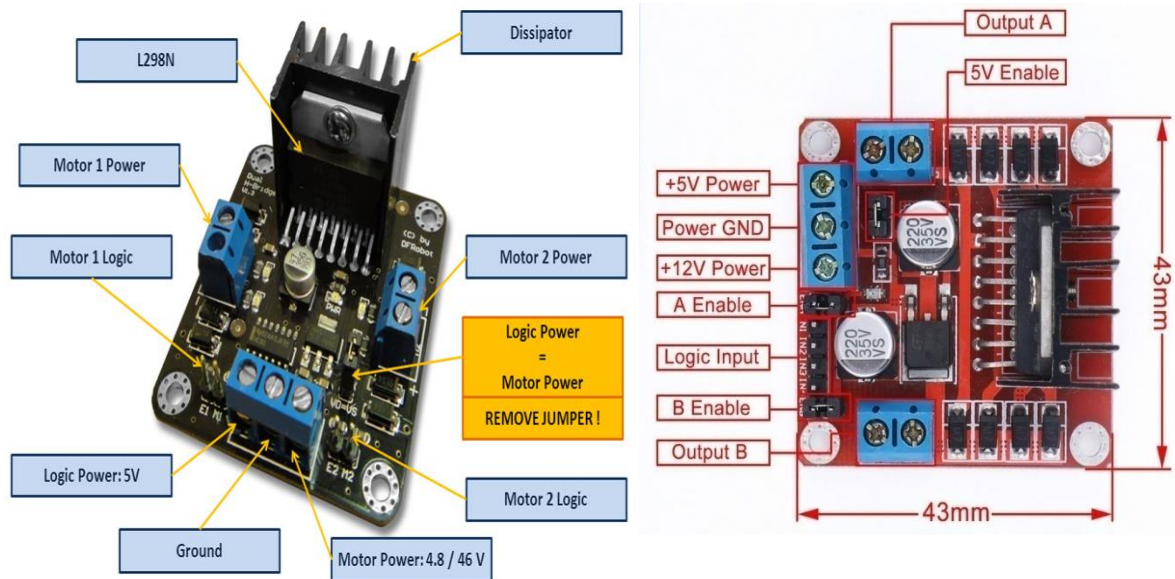
Puissance Max : 25W (Température 75 °C)

Température de fonctionnement : de $-25^{\circ}C$ à $+130^{\circ}C$

Dimensions : 60mm x 54mm

Poids : ~48g

Figure N° 17. Les éléments constitutifs du driver L298N



Source : L298n Datasheets

Pour la figure à gauche :

L298N : le microcontrôleur du module ;

Disipator : refroidisseur ;

Motor 1 power et motor 2 power : alimentation 1 et alimentation 2 du moteur ;

Motor 1 logique et Motor 2 logique : moteur 1 et moteur 2 logique ;

Logic power 5 V : alimentation logique 5V ;

Ground : masse ;

Motor power 4,8 / 46V : alimentation 4,8 à 46 V du moteur ;

Logic power ou motor power : alimentation logique de la carte.

Pour le figure à droite :

Output A : Sortie A ;

Output B : Sortie B ;

+ 5V power : Alimentation +5V ;

Power GND : masse ;

A enable : emplacement A ;

- B enable : emplacement B ;
- + 12V power : Alimentation + 12V ;
- 5V enable : emplacement 5V.

IV.1.2.4- Module Bluetooth

Afin de connecter l'Arduino avec une application Android dans notre smartphone, on utilise le module Bluetooth HC-05. Le module Bluetooth se présente comme suit :

- Le RX et le TX pour la communication avec de la carte Arduino vers le smartphone ;
- Le GND est relié à la masse GND de la carte Arduino c'est-à-dire 0V ;
- Le V_{CC} est relié à l'alimentation 3,3V ou 5V de la carte Arduino.

Figure N° 18. Module Bluetooth



Source : Module Bluetooth avec Arduino

IV.1.2.5- Boite d'alimentation ordinateur

Le boîtier d'alimentation d'un ordinateur a été utilisé pour l'alimentation du moteur pas à pas. Vu que notre moteur pas à pas a besoin d'une alimentation + 12 V.

Pour le manipuler, il faut d'abord court-circuiter la broche "Power on (vert)" ou "PS_ON#" avec une masse (noir). Pour cela on peut brancher directement un fil conducteur entre cette broche et une des deux broches voisines qui est une masse (0 V).

Ensuite, il faut inspecter les datasheets de la boîte d'alimentation pour trouver la couleur du fil qui fournit un courant de + 12V nécessaire pour l'alimentation du moteur.

Figure N° 19. Boite d'alimentation



Source : Boite d'alimentation ordinateur

IV.1.2.6- Câble USB A male/ B male et un lot de fils

Ce câble USB permet de relier la carte Arduino avec l'ordinateur, cette liaison a pour but d'envoyer le programme écrit à partir de l'IDE vers la carte Arduino. La câble peut aussi en même temps alimenter la carte par la tension 5V de l'ordinateur.

Un lot de fils a été utilisé pour mettre en liaison les circuits électriques et/ou électroniques de notre Arduino et ses environs comme le Breadboard, le module Bluetooth, le module L298N, le moteur pas à pas et la boîte d'alimentation de l'ordinateur.

Figure N° 20. Câble USB et un lot de fil



Source : Livre d'Arduino

IV.1.2.7- Breadboard

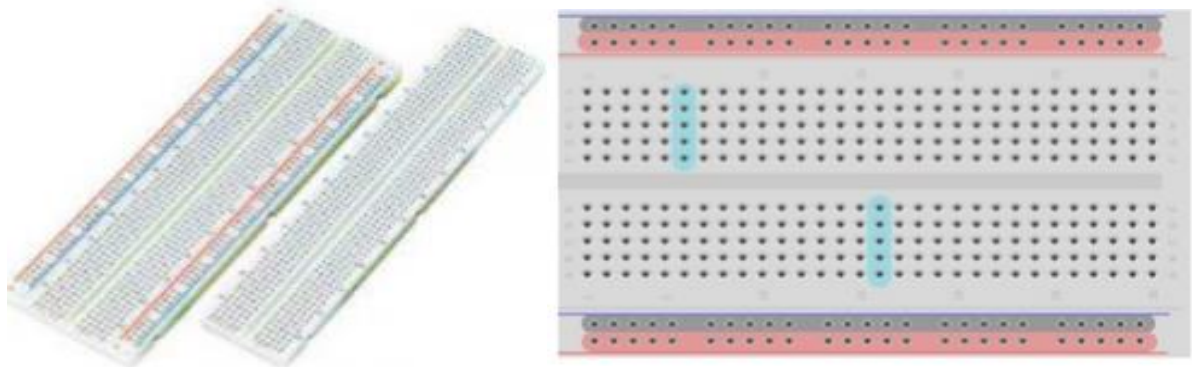
a- Présentation du Breadboard

Le Breadboard est un outil très pratique lorsque l'on fait ses débuts en électronique ou lorsque l'on veut tester rapidement et/ou facilement un montage. Cet accessoire s'appelle littéralement : planche à pain et techniquement : plaque d'essai sans soudure. Pour faire simple, c'est une plaque pleine de trous.

b- Principe du Breadboard

Certes la plaque est pleine de trous. En effet, la plupart d'entre eux sont reliés. Voici un petit schéma de représentation rapide de la plaque d'essais.

Figure N° 21. Breadboard



Source : Livre d'Arduino

Comme nous pouvons constater sur l'image, il est coloré en zones. Les zones rouges et noires correspondent à l'alimentation. Souvent, on retrouve deux lignes comme celles-ci permettant de relier vos composants aux alimentations nécessaires. Par convention, le noir représente la masse et le rouge est l'alimentation (+5V, +12V, -5V ...). Habituellement tous les trous d'une même ligne sont reliés sur cette zone. Ainsi, on a une ligne d'alimentation parcourant tout le long de la carte.

Ensuite, on peut voir des zones en bleu. Ces zones sont reliées entre elles par colonne. Ainsi, tous les trous sur une même colonne sont reliés entre eux. En revanche, chaque colonne est distincte. En faisant chevaucher des composants sur plusieurs colonnes nous pouvons les connecter entre eux.

Dernier point, nous pouvons remarquer un espace coupant la carte en deux de manière symétrique. Cette espace coupe aussi la liaison des colonnes. Ainsi, sur le dessin ci-dessus on peut voir que chaque colonne possède 5 trous reliés entre eux. Cet espace au milieu est normalisé et doit faire la largeur des circuits intégrés standards. En posant un circuit intégré à cheval au milieu, chaque patte de ce dernier se retrouve donc sur une colonne, isolée de la précédente et de la suivante.

IV.2- Dimension et dimensionnement

IV.2.1- Dimension trémie

La trémie est formée par deux parties de forme différente : la partie inférieure est en forme d'une conne et l'autre partie supérieure est en forme d'un cylindre.

Caractéristiques de la partie supérieure :

- Diamètre d : 190 mm ;
- Rayon r : 95 mm ;
- Hauteur h : 190 mm.

Caractéristiques de la partie inférieure :

- Diamètre D : 190 mm ;
- Rayon R : 95 mm ;
- Hauteur H : 80 mm.
- Calcule volume de la trémie

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

$$\text{On a : } V_{\text{tremie}} = V_{\text{cylindre}} + V_{\text{conique}}$$

Cherchons le volume de la partie cylindrique

$$\text{On a : } V_{\text{cylindrique}} = \pi x R^2 x H$$

$$\begin{aligned} \text{AN : } V_{\text{cylindrique}} &= 3,14 x 0,095^2 x 0,19 \\ &= 5,38. 10^{-3} \text{m}^3 \end{aligned}$$

$$V_{\text{cylindrique}} = 5,38. 10^{-3} \text{m}^3$$

Cherchons le volume de la partie conique

Le volume de notre cône se calcule comme suit :

$$\text{On a : } V = V_1 - V_2$$

Avec V_1 : volume du grand cône

V_2 : volume du petit cône

Calcule V_1

$$\text{On a : } V_1 = \frac{\pi x r^2 x h}{3}$$

$$\begin{aligned} \text{AN : } V &= \frac{3,14 x 0,095^2 x 0,16}{3} \\ &= 1,51 x 10^{-3} \text{m}^3 \\ V &= 1,51. 10^{-3} \text{m}^3 \end{aligned}$$

Calcule V_2

$$V_2 = \frac{\pi x r^2 x h}{3}$$

$$\begin{aligned} \text{AN : } V &= \frac{3,14 x 0,1^2 x 0,08}{3} \\ &= 0,83 x 10^{-3} \text{m}^3 \\ V &= 0,83. 10^{-3} \text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Donc } V &= 1,51 x 10^{-3} - 0,83 x 10^{-3} \\ &= 0,68. 10^{-3} \text{m}^3 \\ V &= 0,68. 10^{-3} \text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alors } V_{\text{tremie}} &= 5,38 x 10^{-3} + 0,68 x 10^{-3} \\ &= 6,06. 10^{-3} \text{m}^3 \\ V_{\text{tremie}} &= 6,06. 10^{-3} \text{m}^3 \end{aligned}$$

IV.2.2- Dimensionnement de la courroie

Calculer pour la détermination de la largeur et la longueur de la courroie

On pose :

a entraxe (mm)

b largeur de courroie (mm)

dK... diamètre extérieur de la poulie

do= Z.t primitif (mm)

F_T : force tangentielle (N)

F_{TZ} : force tangentielle transmissible (N) par une dent en prise par 10 mm

de largeur courroie

L : longueur de la courroie (mm)

P : puissance (kW) t pas (mm)

Z : nombre de dents de la poulie

Z_e : nombre de dents en prise sur la petite poulie.

Cherchons puissance du moteur

On a $P = U \times I$

AN : $P = 12 \text{ V} \times 2,6 \text{ A}$

Donc $P = 31 \text{ W}$

Cherchons ensuite le rapport de transmission r

On a $r = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{d_2}{d_1}$

Avec Z₁ : nombre de dents de la poulie menée

Z₂ : nombre de dents de la poulie menant

d₁ : diamètre primitif de la poulie menant

d₂ : diamètre primitif de la poulie menée

AN : $r = \frac{2}{8}$

$$r = \frac{1}{4}$$

Calculons le nombre de dents en prise

$$Z_e = \frac{Z_1}{2} - \frac{t \times Z_1}{2 \times \pi^2 \times a} \cdot (Z_2 - Z_1)$$

$$Z_e = \frac{24}{2} - \frac{5.24}{2 \cdot \pi^2 \cdot 150} \cdot (52 - 24)$$

$$Z_e = 11,89$$

Donc maximum pour le calcul est 12

Calcul de largeur

$$F_T = \frac{1,91 \cdot 10^7 \cdot P}{n \cdot d_T}$$

$$F_T = \frac{1,91 \cdot 10^7 \cdot 6}{5600 \cdot 43,35}$$

$$F_T = 472 \text{ N}$$

$$b = \frac{10 F_T}{Z_e F_T}$$

$$b = \frac{10 \cdot 472}{12 \cdot 15} = 26,22$$

Largeur standard est de 32

Calcul de longueur

$$d_1 \frac{24,5}{\pi} = 38,1$$

$$d_1 \frac{52,5}{\pi} = 82,7$$

$$L = \frac{\pi}{2} (38,1 + 82,7) + 2 \cdot 150 + \frac{(38,1 + 82,7)^2}{4 \cdot 150} = 514,07$$

La longueur standard est de 455

Pour conclure la courroie choisie est **32 AT/455 SYN**

IV.2.3- Dimensionnement du vis sans fin

L'arbre de la vis est soumis par une torsion et un Flexion. Alors pour trouver la dimension de l'arbre, il faut calculer les contraintes soumis à l'arbre.

On a un arbre de 400 mm de section cylindrique constante, doit transmettre une puissance de $P = 24 \text{ KW}$ d'un moteur pas à pas à un manchon d'accouplement avec une fréquence de rotation de $n = 200 \text{ tr/min}$. Et on a aussi $R_e = 300 \text{ N/mm}^2$.

➤ Diamètre de l'arbre

On applique la formule de la contrainte Maxi.

$$\text{On a: } T_{\text{Maxi}} = \frac{M t_{\text{Maxi}}}{\frac{I_0}{R}} \leq R p g$$

Avec T_{Maxi} : torsion Maxi ;

$M t_{\text{Maxi}}$: moment de torsion Maxi ;

Et $M t_{\text{Maxi}} = \frac{P}{\omega}$; $P = 48 \text{ w}$

Avec $\omega = \frac{\pi}{30}$; $n = 200 \text{ tr/min}$;

$$\omega = \frac{\pi \times 200}{30} = 20,9 \text{ rad/s}$$

$$M t_{\text{Maxi}} = \frac{48}{20,9} = 2,29 \text{ N.m} = 2290 \text{ N.mm}$$

$$M t_{\text{Maxi}} = 2290 \text{ N.mm}$$

L'arbre a une section cylindrique pleine donc la module de torsion est : $\frac{I_0}{R}$

$$\text{Alors} \quad \left(\frac{I_0}{R}\right) = \frac{\pi D^3}{16}$$

Ce qui donne e fonction de Rpg :

$$\frac{2290}{\frac{\pi D^3}{16}} \leq \text{Rpg}$$

$$\text{Sachant que : Rpg} = \frac{\text{Rg}}{S}$$

$$\text{Or} \quad \text{Rg} = \frac{\text{Re}}{2}$$

$$\text{Reg} = \frac{\text{Re}}{2} = \frac{300}{2} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$S = 5$$

$$\text{Rpg} \frac{150}{5} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$= \frac{2290}{\frac{\pi D^3}{16}} = 1$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2290 \times 16}{\pi \times 30}}$$

$$d = 7,29 \text{ mm}$$

En pratique, on prendra au minimum un diamètre de 7,5mm.

➤ Déformation angulaire de torsion α°_{AB}

On applique la formule :

$$\theta = \frac{Mt}{G.I_0} \quad (1)$$

$$\text{Mais par définition} \quad \theta_{AB} = \frac{\alpha_{AB}}{L} \quad (2)$$

$$\text{On pose} \quad (1) = (2)$$

$$\frac{Mt}{G.I_0} = \frac{\alpha_{AB}}{L} D, \text{ où } \alpha_{AB} = \frac{LMt}{G.I_0}$$

On a déjà vue que $Mt = 2290 \text{ N. mm}$

$$L = 400 \text{ mm} ; G = 80000$$

$$I_0 = \frac{\pi D^4}{32} = \frac{\pi \cdot 23^4}{32} = 27473,325 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_{AB} = \frac{400 \cdot 2290}{80000 \cdot 2743,325} = 0,00417 \text{ rad}$$

$$\text{Or} \quad \pi \text{ rad} = 180^\circ$$

$$\alpha^\circ_{AB} = \frac{0,00417 \cdot 180}{\pi} = 0,23 \text{ degrés}$$

$$\theta_{AB} = \frac{0,00417}{400} = 1,0425 \times 10^{-5} \text{ rad/mm}$$

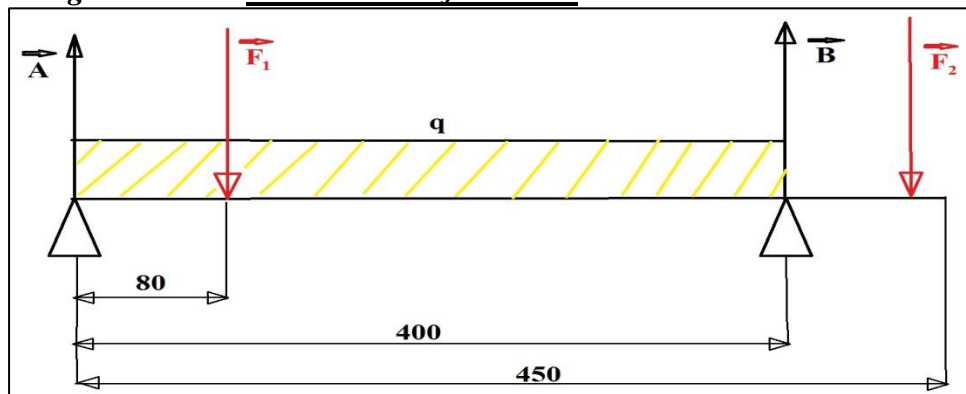
$$\theta_{AB}^{\circ} = \frac{1,0425 \times 10^{-5} \cdot 180}{\pi} = 5,97 \times 10^{-4} \text{ degrés/mm}$$

Donc l'angle de déformations angulaire $\theta_{AB}^{\circ} = 0,00005 \text{ degrés/mm}$

➤ Arbre soumis à la flexion

Étude de déformation de l'arbre

Figure N° 22. Étude d'une déformation



Source: Auteur

Cherchons F_1

On sait que la trémie peut contenir 3 kg de matière première

Et on sait aussi que $1 \text{ N} = 9,8 \text{ kg}$

Donc $F_1 = 0,3 \text{ N}$

Et d'après la caractéristique du moteur $F_2 = 4,4 \text{ N}$ et $q = 0,05 \text{ N}$

Réactions aux appuis

On a $A_y = 0$

Alors $A_y - F_1 - 0,4 q + B_y - F_2 = 0$

$$A : - 0,08 F_1 - 0,4 q \times 0,4 + 0,4 B_y - 0,45 F_2 = 0$$

$$0,08 \times 0,3 - 0,4 \times 0,4 \times 0,05 + 0,4 B_y - 0,45 \times 4,4 = 0$$

$$0,4 B_y = 0,024 + 0,008 + 1,98$$

$$0,4 B_y = 2,012$$

$$B_y \frac{2,7125}{0,4} = 5,03 \text{ N}$$

$$B_y = 5,03 \text{ N}$$

Donc

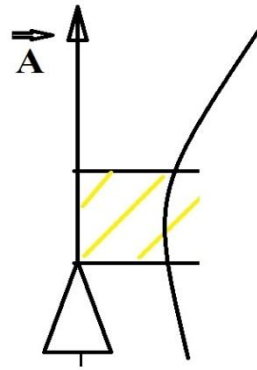
$$A_y = F_1 + 0,4q + F_2 - B_y$$

$$A_y = 0,3 + 0,4 \times 0,05 + 1,6 - 5,03$$

$$A_y = 4,71 \text{ N}$$

$$\underline{\underline{0 \leq x \leq 0,8}}$$

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE



On a : $T = Ay - 0,4q = 6,46 - 0,4 \times 0,05$

$T = 6,44 \text{ N}$

$M_f = Ay \cdot X - 0,4q$

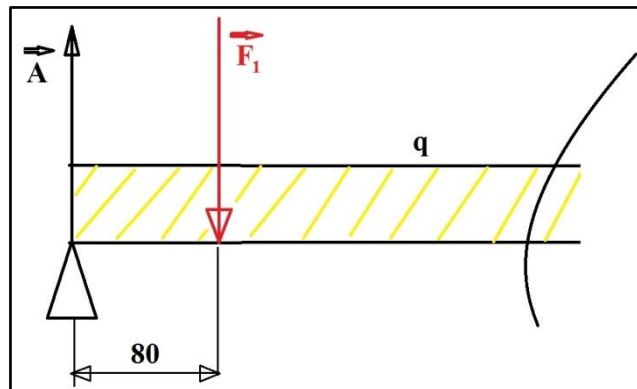
Alors $x = 0$ donc $M_f = 0$

$X = 0,08$ donc $M_f = 0,08 \cdot Ay - q \cdot 0,08$

$M_f = 0,08 \cdot 6,46 - 0,05 \cdot 0,08$

$M_f = 0,5128 \text{ N}$

$0,08 \leq x \leq 0,4$



On a : $Ay - F_1 - T - q(x - 0,08) = 0$

Si $x = 0,08$ alors $T = Ay - F_1$

$T = 6,46 - 0,3$

$T = 6,44 \text{ N}$

Si $x = 0,4$ alors $T = Ay - F_1 - q(0,4 - 0,08)$

$T = 6,46 - 0,3 - 0,05 \cdot 0,32$

$T = 6,14 \text{ N}$

Si $X = 0,08$ donc $M_f = 0,08 \cdot Ay - q \cdot 0,08 - F_1 \cdot 0,08$

$M_f = 0,08 \cdot 6,46 - 0,05 \cdot (0,08) - 0,3 \cdot 0,08$

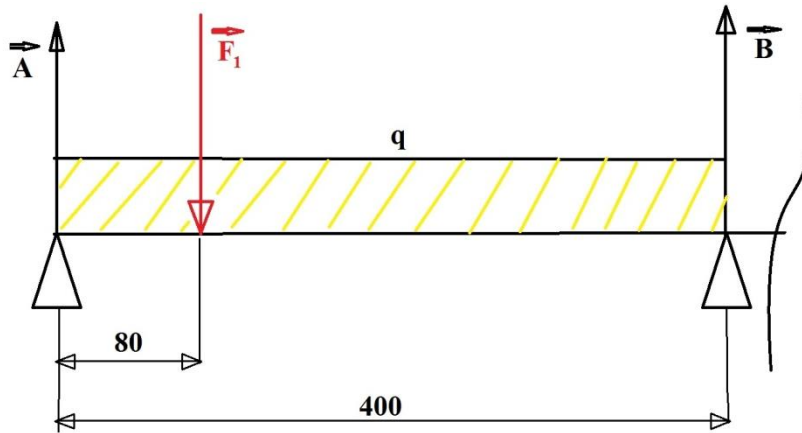
$M_f = 0,5128$

Si $X = 0,4$ donc $M_f = 0,08 \cdot Ay - q \cdot (0,4 - 0,08) - F_1 \cdot 0,08$

$$M_f = 0,08 \cdot 6,46 - 0,05 \cdot (0,4 - 0,08) - 0,3 \cdot 0,08$$

$$M_f = 0,476N$$

$$0,4 \leq x \leq 0,45$$



$$\text{On a : } A_y - F_1 - T - q(0,4 - 0,4) - F_2 = 0$$

$$\text{Si } x = 0,08 \text{ alors } T = A_y - F_1 - F_2$$

$$T = 6,46 - 0,3 - 4,4$$

$$T = 6,14 N$$

$$\text{Si } x = 0,4 \text{ alors } T = A_y - F_1 - q(0,4) - F_2$$

$$T = 6,46 - 0,3 - 0,05 \cdot 0,4 - 4,4$$

$$T = 1,75 N$$

$$\text{Si } X = 0,4 \text{ donc } M_f = 0,4 \cdot A_y - q \cdot 0,4 - F_1 \cdot 0,08 - F_2 \cdot 0,45$$

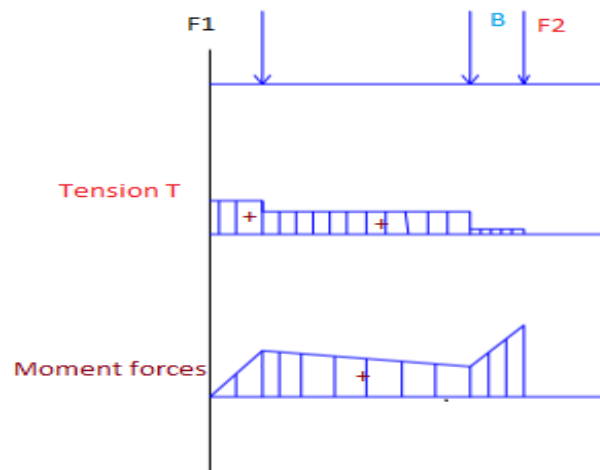
$$M_f = 0,4 \cdot 6,46 - 0,05 \cdot (0,4) - 0,3 \cdot 0,08 - 0,45 \cdot 4,4$$

$$M_f = 0,476N$$

$$\text{Si } X = 0,45 \text{ donc } M_f = 0,45 \cdot A_y - q \cdot (0,4) - F_1 \cdot 0,08$$

$$M_f = 0,45 \cdot 6,46 - 0,05 \cdot (0,4) - 0,3 \cdot 0,08$$

$$M_f = 0,883N$$



Pour conclure, suivant les calculs que nous avons établis. Pour la construction de la vis sans fin nous avons pris un arbre de 8 mm de diamètre.

IV.2.4- Dimensionnement roulement

Nous avons utilisé deux roulements de 60822 haute précision avec :

- Diamètre intérieur d est égale à 8 mm ;
- Diamètre extérieur de 22 mm ;
- Diamètre bille est de 2mm ;

IV.2.5- Dimensionnement pale vis sans fin

Comme nous voulons avoir une vis sans fin de 9 mm de diamètre, et que nous avons déjà constaté que le diamètre de l'arbre est de 8 mm de diamètre. Les dimensions des pales de la vis sont comme suit :

- Le diamètre de la pale est de 82 mm ;
- L'épaisseur de la tôle est de 1 mm ;
- Le diamètre de l'emplacement de l'arbre est de 8 mm de rayon.

IV.2.6- Dimension loge de la vis sans fin

La loge de la vis sans fin a la forme d'un demi-cercle. La dimension de celui-ci est la suivante :

- La longueur de cette loge est de 370 mm ;
- Elle a un demi-cercle de 55 mm ;
- Une hauteur égale à 10 mm avec le demi-cercle.

IV.2.7- Dimension cadre

Suivant la dimension de la loge de la vis qu'est supportée par le cadre. La dimension de la cadre est comme suit :

- La longueur est de 400 mm ;
- Largeur de la cadre 110 mm ;
- Le pied de la cadre mesure 300 mm de longueur

IV.2.8- Dimension trémie d'évacuation provende

La trémie d'évacuation des intrants de provende est de forme rectangulaire et dimensionnée de la manière suivante :

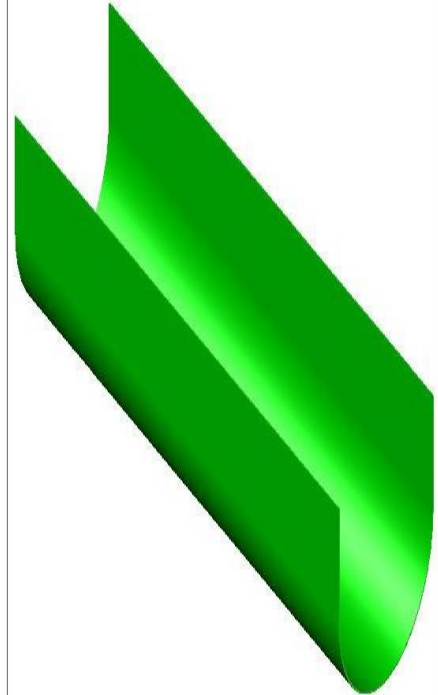
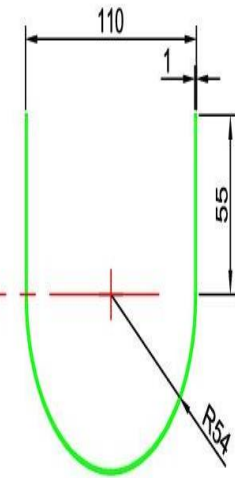
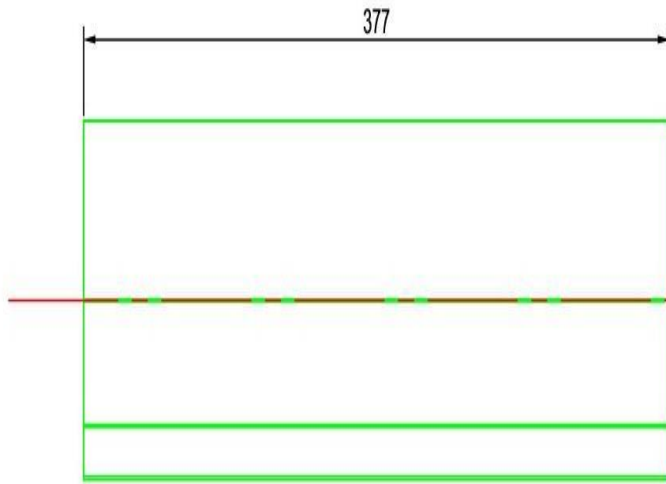
- La longueur du trou est de 70 mm ;
- Et 30 mm de largeur.

IV.3- Dessins techniques

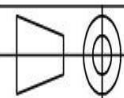
DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

<p>Echelle: 1/3</p> <p>IES-AV</p>	<p>CADRE</p> <p>RAHERIVONY Ndresy Elison</p>	<p>Planche: 05</p> <p>06/06/18</p> <p>MASTER 2</p>

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE



Echelle:1/3



IES-AV

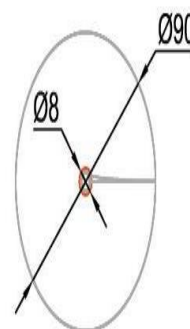
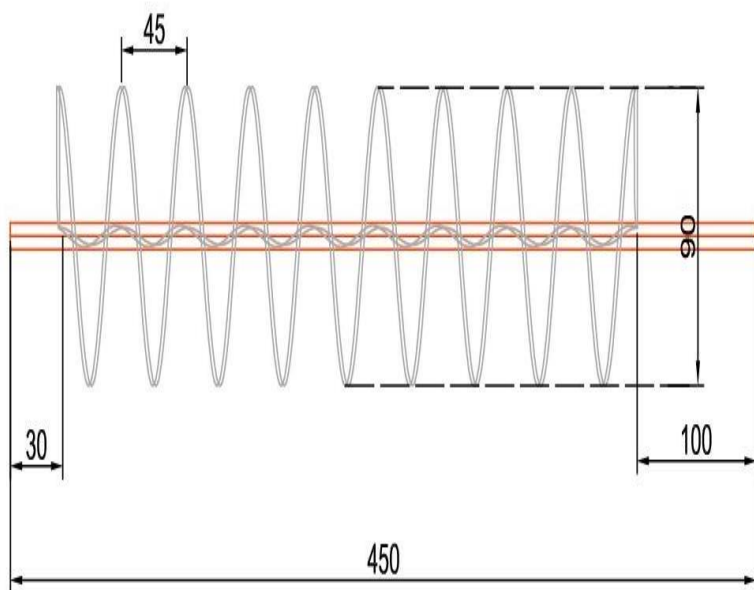
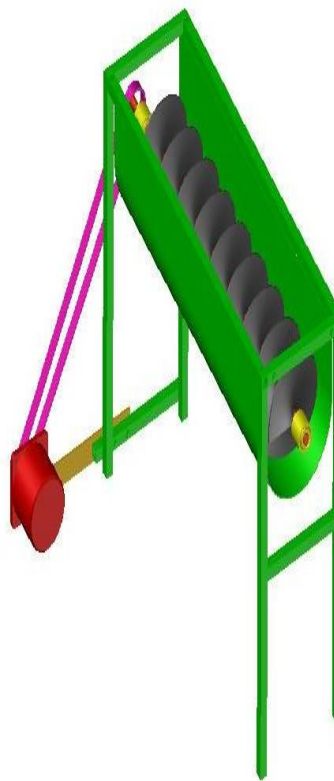
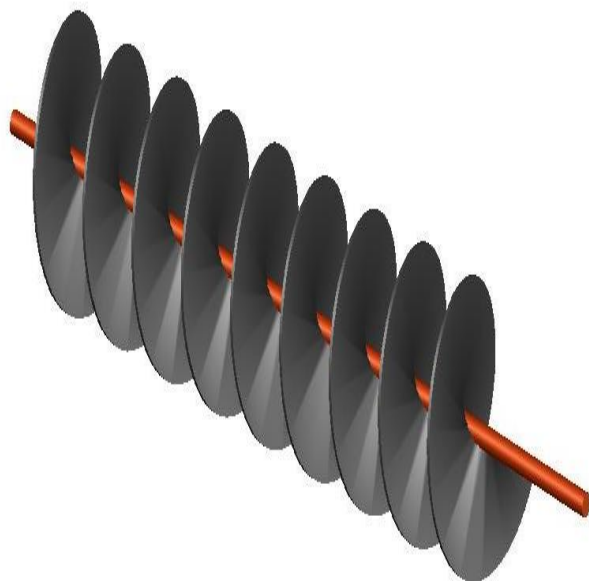
**LOGE DU VIS
SANS FIN**

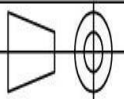
RAHERIVONY Ndresy Elison

Planche: 04

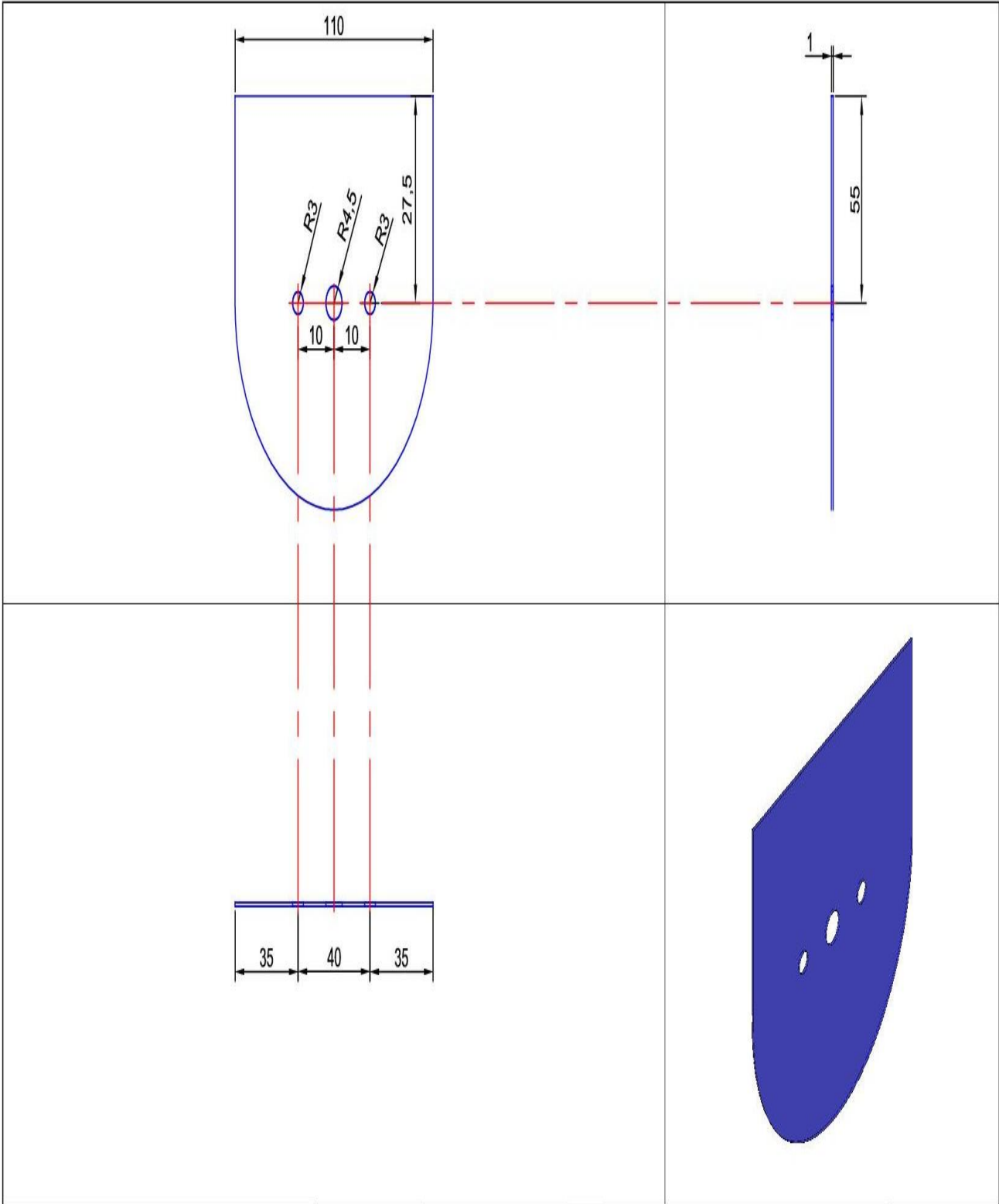
06/06/18

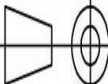
MASTER 2



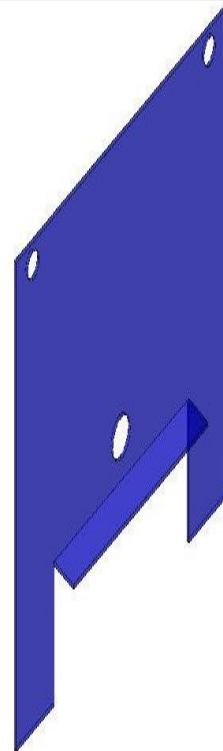
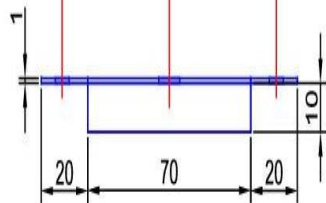
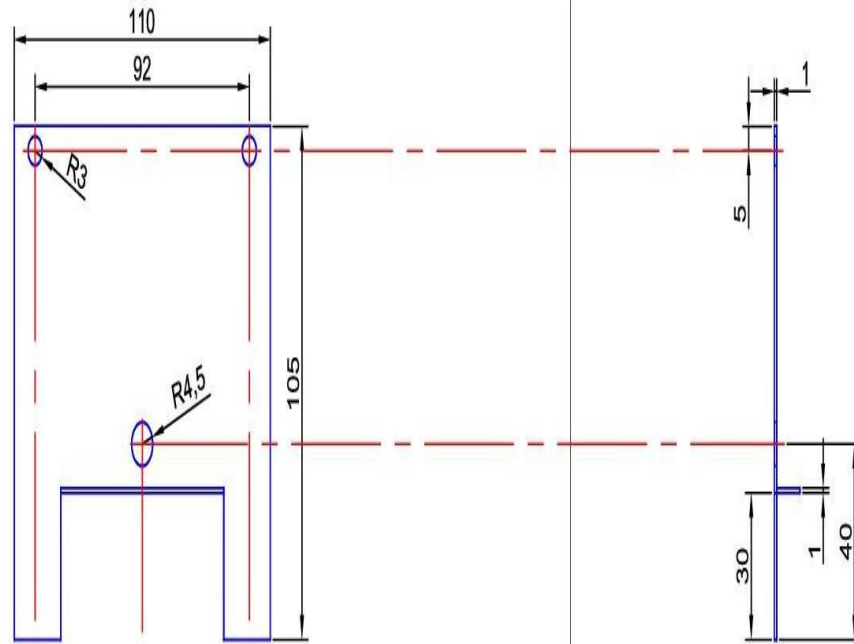
Echelle:1/3	VIS SANS FIN	Planche: 12
		06/06/18
IES-AV	RAHERIVONY Ndrisy Elison	MASTER 2

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENCE

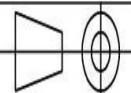


Echelle:1/2	FERMETURE ARRIERE	Planche: 10
		06/06/18
IES-AV	RAHERIVONY Ndresy Elison	MASTER 2

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE



Echelle: 1/2



IES-AV

**FERMETURE
AVANT**

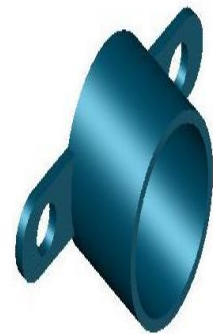
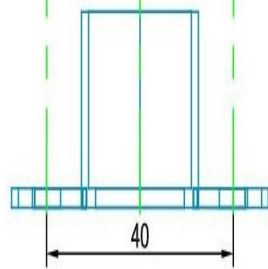
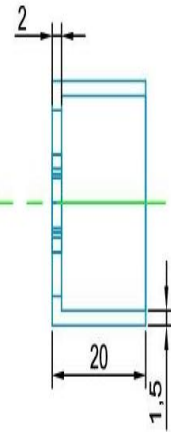
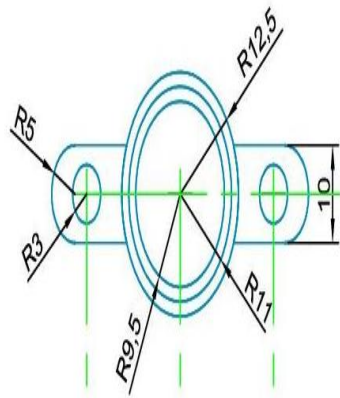
RAHERIVONY Ndresy Elison

Planche: 09

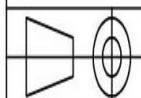
06/06/18

MASTER 2

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE



Echelle:1/3



IES-AV

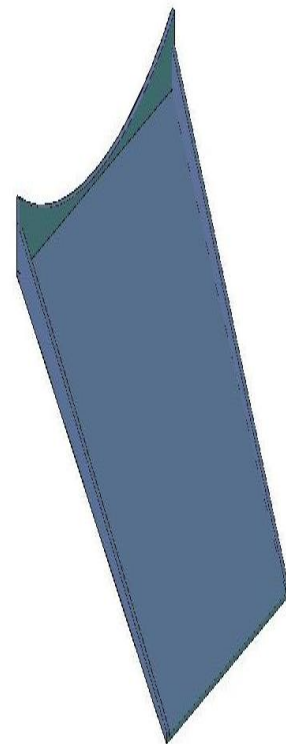
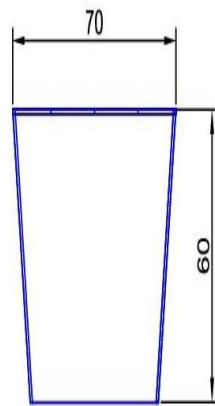
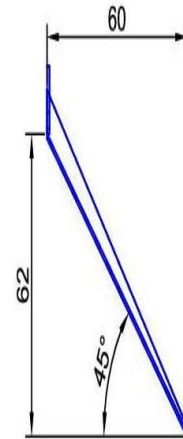
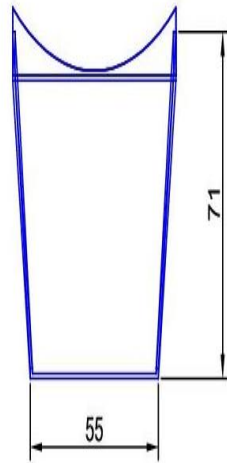
PALIER

Planche: 08

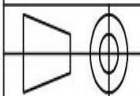
06/06/18

RAHERIVONY Ndresy Elison

MASTER 2



Echelle: 1/2



IES-AV

**TREMIE
D'EVACUATION**

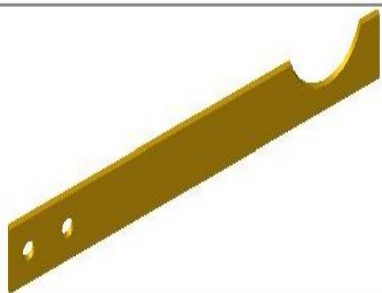
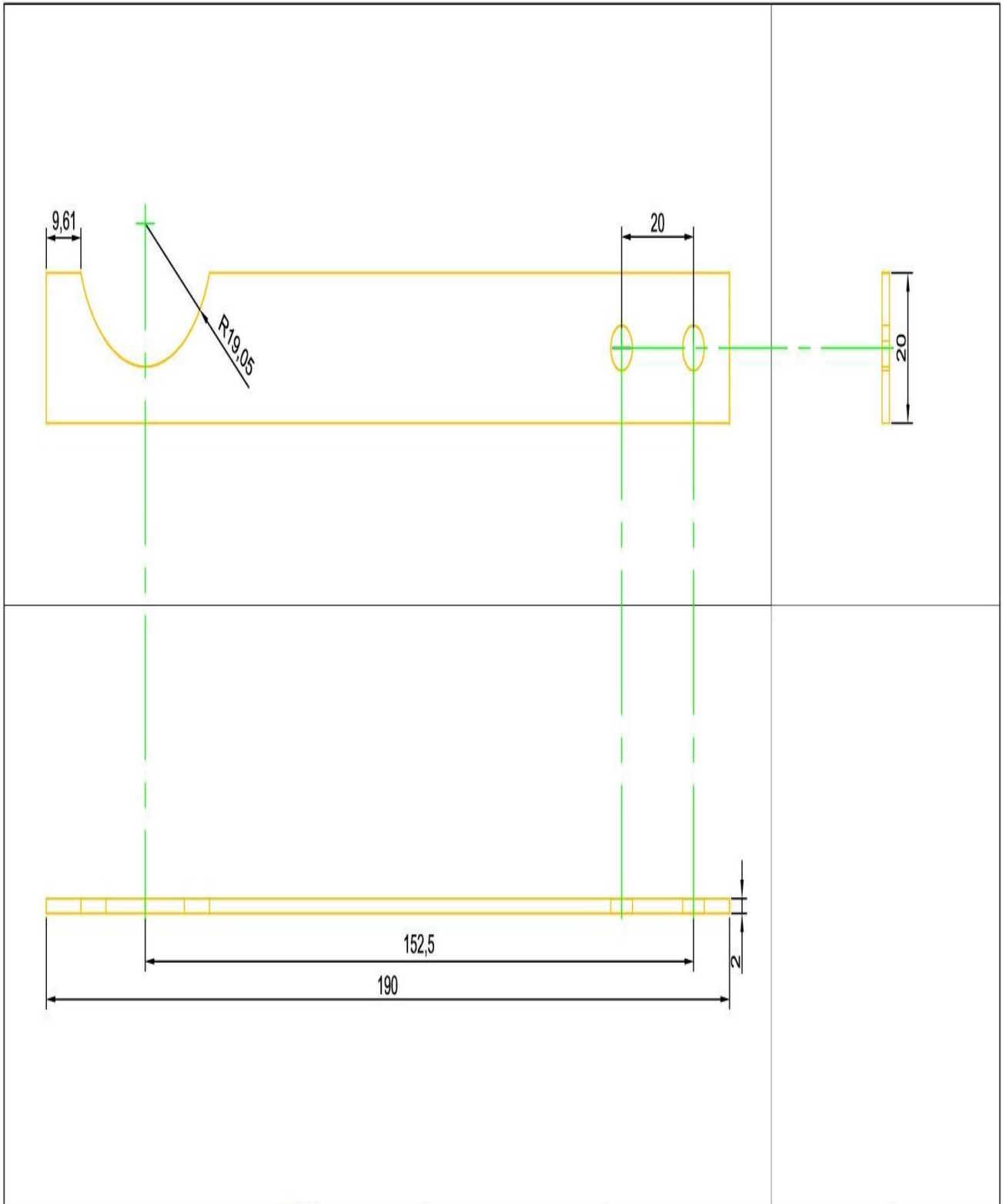
RAHERIVONY Ndresy Elison

Planche: 11

06/06/18

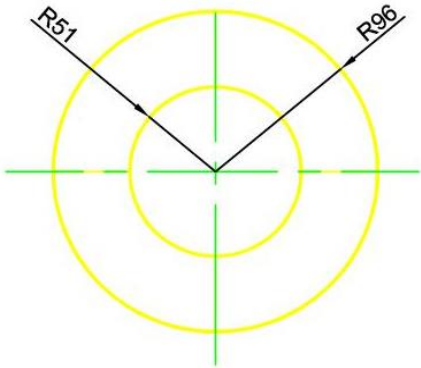
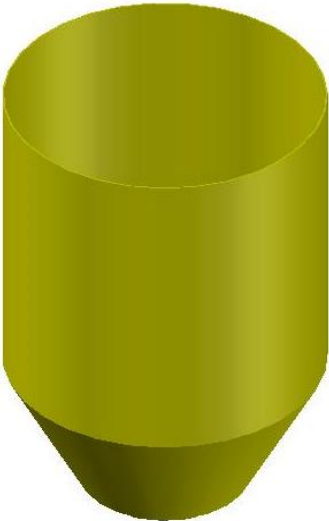
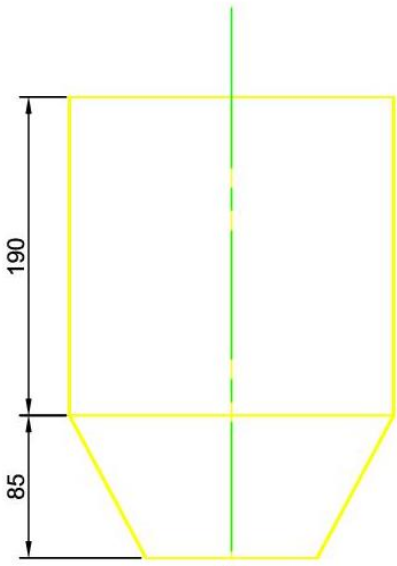
MASTER 2

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE



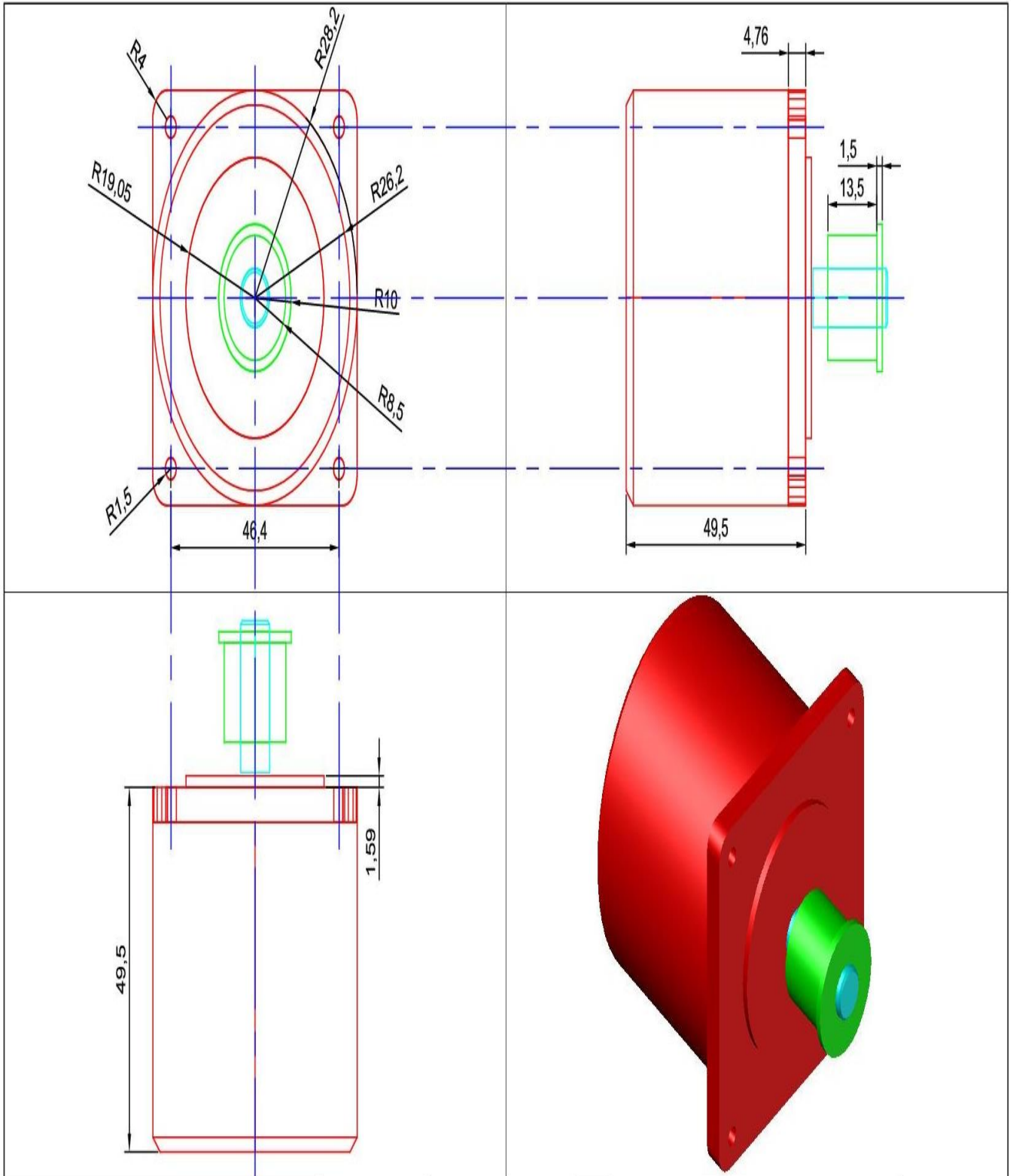
Echelle: 1/3	SUPPORT MOTEUR	Planche: 06
		06/06/18
IES-AV	RAHERIVONY Ndresy Elison	MASTER 2

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

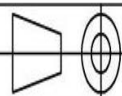


Echelle: 1/4	TREMIÉ	Planche: 02
		06/06/18
IES-AV	RAHERIVONY Ndresy Elison	MASTER 2

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE



Echelle: 1/3



IES-AV

MOTEUR

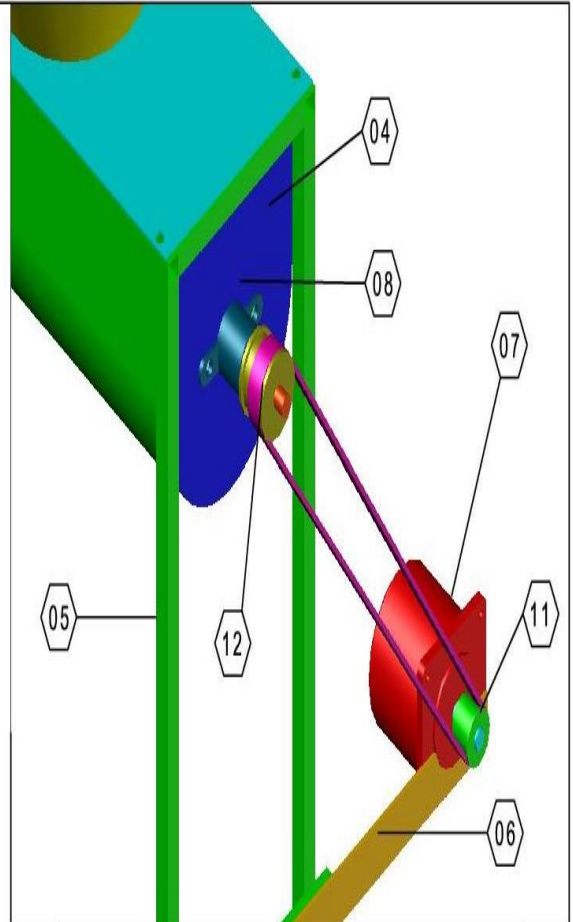
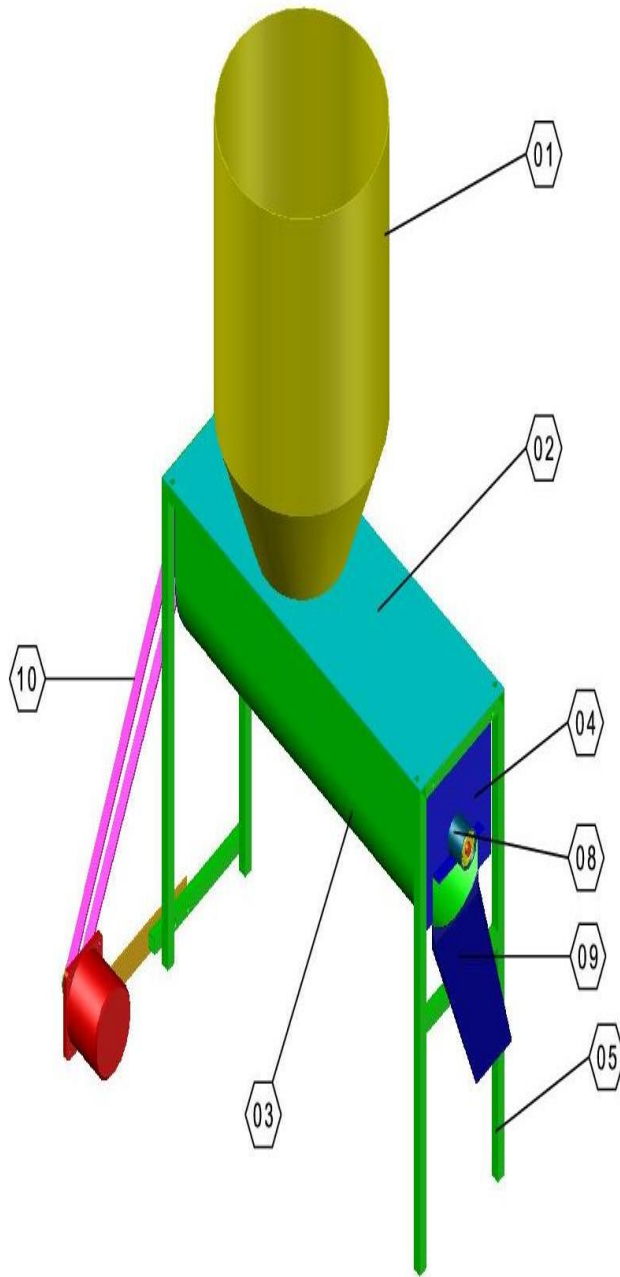
RAHERIVONY Ndresy Elison

Planche: 07

06/06/18

MASTER 2

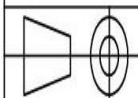
DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE



12	Poulie Réceptrice	Plastique	01
11	Poulie Motrice	Plastique	01
10	Courroie	-	01
09	Tremie d'évacuation	Feuille TPG 10/10mm	01
08	Paliers	Fer rond de 20mm	02
07	Moteur	Acier	01
06	Support moteur	Fer plat 20*2mm	01
05	Supports ou cadre	Tube carré 10mm	01
04	Fermétures Avant/Arrière	Feuille TPG 10/10mm	02
03	Loge du vis sans fin	Feuille TPG 10/10mm	01
02	Couvercle	Feuille TPG 10/10mm	01
01	Tremie	Feuille TPG 10/10mm	01
No°	Description	Matériels	Nbr



Echelle:



IES-AV

VUE PRINCIPAL

RAHERIVONY Ndresy Elison

Planche: 01

06/06/18

MASTER 2

IV.4- Procède de fabrication^[19]

IV.4.1- Fabrication mécanique

IV.4.1.1- Formation de la trémie

Pour la fabrication de la trémie, on a eu à notre disposition une tôle de 1mm d'épaisseur. La trémie que nous avons conçue pour abréger les matières premières pour la fabrication de provende a une forme cylindrique à la partie supérieure et une forme conique à la partie inférieure.

L'étape de fabrication de la partie supérieure se déroule comme suit :

- On a commencé par mesurer la tôle de 400 mm de longueur et de 200 mm de largeur à l'aide d'une règle ;
- Ensuite on coupe celui-ci par un ciseau à métal ;
- Puis déformer la tôle ainsi obtenue par un marteau pour avoir la forme arrondie ;
- Plier l'un des bouts de la largeur, de 10 mm vers l'intérieur et l'autre bout, de 10 mm vers l'extérieur ;
- Assembler ses deux bouts à l'aide d'un marteau ;
- Afin de bien fixer la tôle pour préserver sa forme cylindrique, on mit trois (3) points de la soudure à l'arc ;
- La fabrication de la partie inférieure :
 - On commence par tracer deux cercles sur la tôle par un compas métallique l'un de 100 mm de rayon, et l'autre de 40 mm de rayon ;
 - Couper à l'aide d'un ciseau à métal le cercle de 200 mm de diamètre, puis couper à l'aide d'un burin le cercle de 80 mm de diamètre ;
 - Pour l'assemblage, on a mis au point le même principe que celle de la partie supérieure.

Figure N° 23. Trémie du doseur



Source : Auteur

IV.4.1.2- Formation de la loge de la vis sans fin

On a construit la loge de la vis d'Archimède à l'aide d'une tôle plate de 8 mm d'épaisseur.

- On mesure à l'aide d'une règle et équerre une tôle de 365 mm de longueur et de 170 mm de largeur ;
- Puis coupe ce bout à l'aide d'une cisaille à métal,
- Grâce à un marteau, on plie cette partie jusqu'à l'obtention d'une forme de demi-lune de 50 mm de rayon ;
- Il faut bien vérifier la proportionnalité du compartiment pour ne pas nuire à la dimension de la vis qui va être mis dans la loge ;
- Il faut aussi crée un couvercle pour servir de fermeture à l'arrière de la loge. Alors, on commence par mesurer une tôle avec un compas et une règle. Avec le compas on mesure un demi-cercle de 52 mm de diamètre. Et avec unerègle, on mesure un rectangle de 52 mm de longueur et 12 mm de largeur. Enfin, on coupe le tous à l'aide d'une cisaille et de la coller sur le loge de la vis sans fin. Pour coller celui-ci, on le bout du couvercle avec une (2 mm vers l'intérieur) et le place sur le loge. Pour la maintenir, on utilise la soudure à l'arc avec quelque pointe pour ne pas trouser la tôle.
- Pour la fermeture à l'avant, on mesure seulement une tôle en forme de rectangle de 150 mm de longueur et de 110 mm de largeur. Puis couper avec une cisaille. Ensuite pour servir de vidange des intrants de provende, on coupe un part du couvercle d'environ 20 mm et on le plie vers l'extérieur.

Figure N° 24. Loge de la vis sans fin



Source : Auteur

IV.4.1.3- Formation du palier à roulement

La formation du palier à roulement a été faite à partir d'un tube rond et d'un fer plat. L'étape se déroule comme suit :

- Vue que le diamètre extérieur du roulement est de 250 mm, on a pris un tube rond avec une diamètre intérieur égale à celui du diamètre extérieur du roulement ;
- Pour le premier roulement, on mesure avec un règle une longueur de 100 mm sur le tube rond ;
- Et on maintient le tube rond sur l'étau pour faciliter la coupe ;
- Puis on coupe le bout qu'on a mesuré précédemment ;
- On répète la même opération pour le deuxième roulement ;

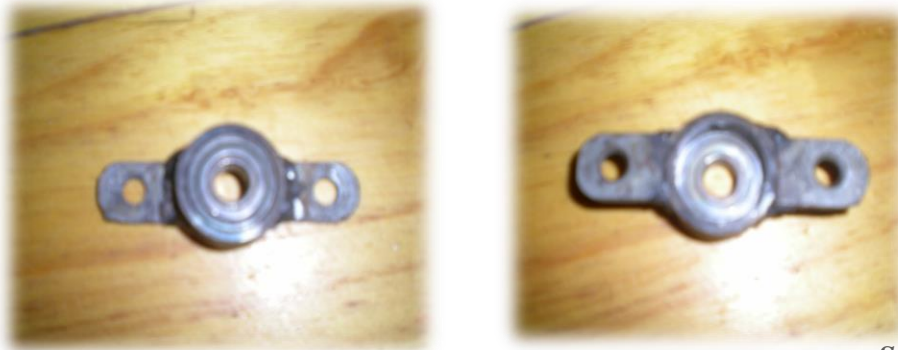
Pour le premier roulement, on a besoin de faire un rivet pour maintenir le roulement sur la fermeture arrière de la loge de la vis sans fin pour le faire :

- On prend un fer plat et mesure à l'aide d'une règle, une longueur de 150 mm pour maintenir le palier à roulement du côté gauche et une longueur de 150 mm pour la maintenir du côté droite ;
- Et après avoir mesuré la partie voulue, on la place sur l'étau et de la coupe avec un scie à métaux ;
- On prend les deux bouts et de le chanfreiner une à une grâce à une meule (maintenir le bout à l'aide d'un pince universels pour éviter un accident) ;
- Les deux rivets doivent être percé pour y pénétrer les boulons de fixation ;
- Pour le perçage, on choisit un foret de 6 mm de diamètre pour les boulons de 6 mm de diamètre, puis on la met sur la perceuse et on fixe sur le perceuse grâce à la clé mandrin pour éviter de l'accident la grâce à une perceuse ;

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

- On branche la perceuse et on fait les trous sur le rivet ;
- On utilise la soudure à l'arc pour souder les deux rivets sur le palier du roulement ;
- Pour le soudage, on fixe le palier sur l'étau et on fixe le rivet à souder avec une pince universelle, ensuite on pointe la soudure, puis on place l'autre rivet parallèlement à celui du premier et de la souder aussi.

Figure N° 25. Roulement avec palier arrière



Source : Auteur

IV.4.1.4- Formation de la vis sans fin

La confection de la vis sans fin se présente comme suit :

- On prend l'arbre de 8 mm de diamètre ;
- Puis on mesure un bout de 365 mm de l'arbre pour maintenir les pales de la vis ;
- On a sélectionné la tôle de 0,8 mm d'épaisseur pour construire la pale de la vis d'Archimède ;
- Pour les pales, nous avons tracé à l'aide d'un compas métallique 10 cercles de 90 mm de diamètre ;
- Ensuite, tracer ses 10 cercles avec un cisaille métallique ;
- Après avoir tracé une à une, on trace ensuite un autre cercle de 8 mm de diamètre sur toutes les rondelles de tôle avec le même matériel ;
- Pour le deuxième cercle on a utilisé le burin pour la trouser chaque rondelle à cause de sa dimension réduite ;
- Par la suite, on coupe les 10 rondelles de tôle vers la centre du première cercle ;
- On précède ensuite vers l'assemblage des 10 rondelles. L'assemblage fait grâce à une pince universelle et une soudure à l'arc ;

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

- Au début, on prend deux rondes de tôle. Ensuite, on fixe le bout couper de l'un vers le bout couper de l'autre à l'aide du pince universels ;
- Après avoir bien aligné les deux bouts des deux rondelles, on le pointe trois fois avec la soudure à l'arc (il faut faire attention du soudage car le tôle peut être troué si on n'est pas habile à la soudure à l'arc) ;
- Et on pratique la même action pour les huit (8) autres rondelles ;
- L'étape terminer, rallonger les rondelles pour avoir une sorte de ressort jusqu'à l'obtention d'une longueur de 40 mm entre les pales de la vis sans fin ;
- On place ensuite l'arbre tous le long du centre de la tôle en forme de ressort ;
- On mesure une longueur de 20 mm sur l'arbre pour fixer l'autre extrémité de la vis sans fin sur l'arbre ;
- Pour terminer la fabrication de la vis d'Archimède, on procède à la fixation de l'arbre et la vis à l'aide de la soudure à l'arc ;
- Enfin, on constate qu'une rayure de coupe sur le vis, alors ceux-ci ont été effacé grâce à une meule qui façonne la surface.

Figure N° 26. Formation de la vis sans fin



Source : Auteur

IV.4.1.5- Formation de la cadre

Une tube carre a été utilisé pour fabrication du cadre qui support tout le compartiment de la partie mécanique du doseur. La procéder de construction mécanique se déroule comme suit :

- On mesure à l'aide d'un règle quatre (4) partie de la tube carre avec un longueur de 290 mm chacun pour le pied ;
- On mesure deux (2) autre partie de 400 mm de longueur pour fixer les pieds et pour être le support longitudinal de la cadre ;

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

- Pour terminer, on mesure ensuite quatre (4) autres parties de 115 mm de longueur pour supporter la latérale du cadre ;
- On passe maintenant au procédé de coupe de la tube carre suivant la mesure décrit ci-dessus ;
- On fixe le tube carre sur l'étau. Après, on coupe le tube avec le scie à métaux suivant la longueur voulue (scier doucement afin d'avoir un alignement correct et pour éviter la destruction et/ou la coupure de la lame se scie) ;
- Chanfreiner les bords supérieurs des quatre et celle des deux supports longitudinaux de la barre de tube carre pour faciliter l'assemblage du cadre ;
- L'assemblage se fait par l'intermédiaire d'une équerre afin bien vérifie la perpendicularité de chaque élément et par une soudure à l'arc qui maintient en permanent le cadre, c'est-à-dire que le cadre n'est pas démontable.

IV.4.1.6- Formation du couvercle

Le couvercle a été fait à partir d'une tôle de 1 mm de d'épaisseur, car celui-ci va supporter le poids de la trémie placé au-dessus du couvercle. La fabrication se manifeste comment suit :

- On commence par extraire du tôle une surface de 400 mm de longueur et de 115 mm de largeur ;
- Puis couper ce périmètre à l'aide de la cisaille métallique ;
- Ensuite, on plie du côté de la largeur avec un bout de 3 mm vers l'extérieur ;
- Afin de mettre la trémie sur le couvercle, on trace un cercle de 98 mm de diamètre avec un compas métallique. Percer le cercle à l'aide d'un burin.

Figure N° 27. Couvercle de la loge de la vis sans fin



Source : Auteur

IV.4.1.7- Formation du support du moteur

On a simplifié la fabrication du support moteur car le moteur pas à pas que nous avons choisis et à faible dimension.

- On a simplement pris un fer plat de 200 mm de longueur ;
- On a tracé un demi-cercle de l'autre bout du fer plate et de meuler cette partie ;
- Et on a mis le moteur sur le support pour marquer l'emplacement des boulons de fixation et de pointer celui-ci avec une pointe tôle ;
- Enfin, on a percé avec une perceuse qui a déjà pourvue d'un foret de 4 mm de diamètre.
- On a Percé quatre trous de diamètre 6 pour l'assemblage avec la cadre

Figure N° 28. Support moteur



Source : Auteur

IV.4.2- Assemblage

Le processus d'assemblage se divise en deux parties qui sont l'assemblage de la partie fixe qui et la cadre avec le loge de la vis sans fin ;la trémie avec le couvercle, puis l'assemblage de la partie démontable et/ou mobile qui sont la vis sans fin ; le couvercle et le support moteur.

IV.4.2.1- Assemblage de la partie fixe

On commence par l'assemblage de la cadre avec le loge de la vis sans fin. L'assemblage se déroulée comme suit :

- Mettre la loge de la vis sans fin entre la forme rectangulaire de la cadre. Il faut bien ajuster la loge pour qu'elle soit bien placer entre les deux bores longitudinaux et les deux bores latéraux ;
- Assurer qu'elle est parallèle à celui de la cadre ;
- Pour finir cet assemblage, on maintien le tous avec de la soudure.
- Ensuite, on passe par l'assemblage du couvercle et de la trémie. On commence par :
- Mettre la trémie entre le trou qu'on a percer sur le couvercle ;

- Puis, on colle les deux bouts de la tôle qu'on mit en réserve pour l'assemblage ;
- Pour terminer, on le fixe par le procéder d'assemblage par soudage.

Figure N° 29. Partie fixe ou partie inferieur de la machine



Source : Auteur

IV.4.2.2- Assemblage de la partie mobile et/ou démontable

L'assemblage de la partie démontable se fait à partir des boulons de fixation. L'étape d'assemblage commence par l'assemblage du roulement pour la fermeture à partie arrière de la loge ensuite l'assemblage de la vis sans fin avec l'assemblage de la fermeture à la partie avant de la loge, puis l'assemblage du couvercle avec trémie et enfin d'assemblage de poulie avec courroie et le moteur pas à pas.

On a déjà vue dans la procéder de fabrication qu'on a déjà percé le trou pour l'emplacement du roulement de la partie arrière de la loge de la vis sans fin, donc il suffit juste de mettre le roulement et de le boulonner puis de serrer celui-ci avec une clé.

Pour l'assemblage de la vis sans fin, on insère seulement la tige de la vis sans fin sur le roulement de la partie arrière et la partie avant de la loge.

Puis, on place la fermeture avant de la loge de la vis sans fin qui est déjà muni d'un roulement et on fixe celui-ci avec deux boulons de fixation. Pour emplacement de la vis sur le cadre, on place cette fermeture bien parallèle avec le haut de la cadre puis marquer l'emplacement du trou du boulon sur les deux parties. On procède ensuite sur le perçage de la troue et la fixation de ce morceau avec les boulons. Ensuite, on vérifie que les deux roulements tournent avec l'axe de la vis d'Archimède, et qu'il n'y ait un frottement avec la loge de la vis sans fin.

L'assemblage du couvercle avec trémie sur la loge se fait grâce à quatre boulons de fixation. Tous d'abord, on perce avec une perceuse les quatre trous sur le couvercle et les quatre trous sur le cadre. Ces trous doivent être parallèle l'un de l'autre et

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

placer sur la longueur de la cadre et du couvercle. Les trous doivent être placés de 30 mm de l'angle droit du périmètre. Et, on insère ensuite les boulons de fixation.

Pour terminer, on passe ensuite sur l'assemblage de la poulie dentée qui est place à l'arrière de la vis sans fin. On a déjà choisi une poulie dentée de même diamètre intérieur que l'arbre de la vis. Mais afin de fixer celui-ci, on a utilisé un écrou, donc pour fixer cet écrou sur l'arbre, on a tourné un pas de boulon de 6 mm sur l'arbre de la vis sans fin (30 mm de longueur).

L'assemblage du moteur pas à pas se fait comme suit, on prend le support moteur, puis on fixe le moteur à l'aide de deux vis à écrou sur le trou qu'on a déjà percé au part avant et pour finir, on le fixe aussi à l'aide de deux boulons sur le cadre du doseur. Ensuite, on met la courroie du moteur vers la poulie.

Figure N° 30. Assemblage la partie mobile



Source : Auteur

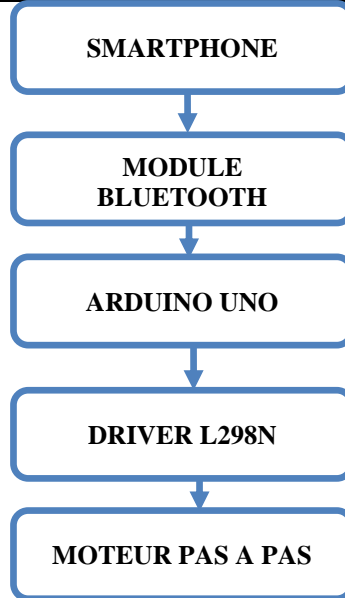
IV.4.3- Mise en œuvre du système automatique

IV.4.3.1- Principe de fonctionnement du système

L'étape de mise en œuvre du système automatique se subdivise en deux étapes successives qui sont :

- Le smartphone ou tablette envoyé le poids de la provende (par exemple le manioc) voulue sous forme d'une valeur numérique vers l'Arduino ;
- Par l'intermédiaire du module Bluetooth l'Arduino reçoive cette valeur et la transforme en tour du moteur pas à pas grâce à la driver L298N.

Figure N° 31. Schémas synoptiques du fonctionnement du système



IV.4.3.2- Grafcet du système

Nous avons vue qu'un système automatique est forme par trois parties qui sont la partie opérative, la partie commande et pour terminer la partie relationnelle. On déduit alors par une seule grafcet cette différente partie du système.

Figure N° 32. Grafcet du système

IV.4.3.3- Programme fonctionnelle

a- Programme fonctionnelle de l'Arduino

Pour faciliter la tâche, lecture et de transcription du code de l'Arduino, nous avons colorer le code avec une couleur identique à celui dans l'IDE de l'Arduino.

Dans ce bout de code, nous avons utilisé deux types de librairie l'un le `#include <SoftwareSerial.h>` pour le module Bluetooth et l'autre `#include <Stepper.h>` pour le moteur pas à pas. Ensuite nous avons défini le pin du module Bluetooth à l'aide du commande `#define`. Ensuite, on le nombre de pas par tour à l'aide de la commande `const int stepsPerRevolution`.

Le code `Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8, 9, 10, 11)` décrit que le moteur tourne de 200 pas par tour et que le driver motor est sur les pore 8, 9, 10 et 11 de l'Arduino. Le `pinMode` décrit la sortie et l'entrée de la module Bluetooth.

Pour notre code la vitesse rotation est régler à 60 tour par minute grâce à la code `myStepper.setSpeed`. Puis, on initialise la communication avec le module module Bluetooth.

Ensuite la lecture du code envoyé par l'application Android vers le module Bluetooth se fait par le message = Serial.read() ensuite le message sera converti en rotation du moteur pas à pas.

b- Programme fonctionnelle de l'application Android^[4,5,13]

Dans l'app Inventor 2 le code n'est transcrit ou code comme des lettres ou des chiffres comme la plupart des codes de programmation courants. Pour l'app Inventor le code est créé sous forme de bloc (puzzle). Il a pour but de faciliter le codage d'une application Android.

Dans l'application Android nous avons transcrit en bloc un exemple de formule de provende fonctionnelle pour la poule pondeuse qu'on a déjà vue dans la partie synthèse bibliographique.

Figure N° 33. Code fonctionnelle de l'application Android

➤ Première bout de code

➤ Deuxième bout de code

➤ Troisième bout de code

Le premier bout de code représente le block qu'on a interposé pour la mise en relation de l'application avec celui du Bluetooth vers l'Arduino.

La seconde est le code qu'envoie l'information, c'est-à-dire le nombre de tour que le moteur pas à pas doit effectuer d'après le calculé dans l'application Android vers l'Arduino par l'intermédiaire du module Bluetooth.

Et pour terminer le troisième code illustre le calculé qu'on a courser pour imbriquer l'exemple d formule de provende pour en créer ensuite une application Android.

IV.4.3.4- IV.3.4. Interface de l'application et utilisation Android

L'interface de notre application a été simplifiée pour que celle-ci soit facile à manipuler. Dans l'application, on n'en a que 5 boutons pour la mise en marche de notre machine. La photo de l'interface est représentée ci-dessous.

Figure N° 34. Interface de l'application Android

IV.4.3.5- Montage du système

Montage du Bluetooth avec l'Arduino

Le montage de la carte Arduino avec le module Bluetooth nécessite l'utilisation de la Breadboard. Étant donné que l'Arduino est toujours alimenté par l'ordinateur ou la boîte d'alimentation de l'ordinateur et que le module Bluetooth possède 4 pores le montage se fait comme suivante :

- On relie en premier le GND du Bluetooth et le GND de la carte Arduino sur la verticale du Breadboard qui est sensé à être l'emplacement des GND du circuit ;
- Ensuite, le V_{cc} du Bluetooth avec l'un de la Barre verticale du Breadboard pour être ensuite on relie celui-ci au port 3,3 V de la carte Arduino ;
- Le T_x du Bluetooth est relié au Breadboard ensuite vers la R_x de la carte Arduino ;
- Et le R_x du Bluetooth est relié au Breadboard ensuite vers la T_x de la carte Arduino.

Figure N° 35. Montage de l'Arduino avec le module Bluetooth

a- Montage de l'Arduino avec le driver L298N et le moteur pas à pas

Le **montage** de la carte Arduino avec le driver L298N et le moteur pas à pas est bien plus **complexe**, car il exige beaucoup de manipulation de la part de l'utilisateur même si le driver L298N a été déjà mis disposition avec toute ses composantes nécessaires au fonctionnement du moteur pas à pas. L'étape de montage se fait comme suit :

- On branche d'abord le driver L298N avec le moteur pas à pas. Il existe quatre sorties prévues pour un seul moteur pas à pas sur le driver, on branche le fil extérieur à droite du moteur pas à pas avec le OUT1 du driver et le milieu à gauche du moteur avec le OUT2 ensuite le fil extérieur à gauche du moteur pas à pas avec le OUT4 du driver et le milieu à gauche du moteur avec le OUT3 du driver L298N.

➤ Ensuite, on relie le driver L298N avec la carte Arduino. La liaison se fait le port série numérique N°8, N°9, N°10, N°11 de la carte avec le port IN1, IN2, IN3, IN4 du driver L298N. on Commence par brancher le IN1 avec le port série N°8, le IN2 avec le port N°9, le IN3 avec le port série N°10 et enfin le IN4 avec le port série N°11 de l'Arduino.

Figure N° 36. Montage de l'Arduino avec le driver et le moteur pas à pas

IV.5- Mode de fonctionnement

Les étapes à suivre lors de la mise en marche de la machine sont :

- Installer l'application dans un smartphone avec application Android ;
- Vérification de tous les branchements électrique et électronique de l'appareil ;
- Verser dans la trémie la spéculiation à doser ;
- Une fois prêt, ouvrir l'application dans le smartphone ;
- Appuyé sur le bouton connecté ;
- Après avoir connecté, il faut entre ensuit le poids de la provende voulue ;
- En suit appuyer sur « vérifier » pour pouvoir vérifier si la provende qu'on a mis dans la trémie est à peu près suffisante puis sur « Actualiser » pour faire tourner la vis de 7 tours ;
- Et pour terminer on commence le doser en appuyant sur « Dosser ».

IV.6- Entretien de la machine

Pour maintenir en bon fonctionnement de la machine, il y a quelque entretien à suivre avant la mise en marche, ce sont :

- Vérification des boulons de fixation de la trémie ainsi que ceux du palier du roulement arrière et du boulon de fixation du support moteur avec le moteur ;
- Vérification du tendeur du courroie ;
- Vérifications des branchements électriques et électroniques de la machine.

Chapitre V: ESSAIS ET TEST DE LA MACHINE

Cette partie consiste à caractériser la performance et le mode d'emploi de l'appareil suivant des divers essais et test, nous avons fait ce test à partir des matières premières utilisé pour la fabrication de la provende des poules pondeuse

V.1- Matériels et méthodes

V.1.1- Matériels végétaux

Pour cette étude, on a eu à disposition tous les matériels végétaux généralement utilise pour la fabrication de provende de la poule pondeuse. Pour plus de détails, voici une liste qui illustre tous les matériels végétaux utilisés dans notre étude :

- Mais ;
- Manioc ;
- Son de riz qui est caractérisé par le son n°1 et le son n°2 ;
- Tourteau d'arachide ;
- Tourteau de coton.

V.1.2- Matériels animaux

Dans la formulation de provende, les base des aliments de source protéiques et minéraux des pondeuses sont issue de l'animale. Donc pour notre étude nous avons utilisé plusieurs matériels de source animale. Ce sont :

- Poudre de viande ;
- Farine de poisson ;
- Farine de sang ;
- Poudre d'os calciné
- Poudre de coquillage.

V.1.3- Autre matériels

V.1.3.1- Balance

Une balance est un instrument de mesure qui sert à évaluer des masses par comparaison avec des « poids », dans le langage courant, ou « masses marquées » dont les masses sont connues.

Dans notre cas, on l'utilise pour le test de l'efficacité de la vis suivant le poids de chaque matière première versé à chaque tour de la vis. C'est un instrument de vérification de la précision du dosage par rapport à poids exact.

Figure N° 37. Balance de précision



V.2- Mise en marche de la machine et précaution

Pour un meilleur fonctionnement de l'appareil, nous avons adopté les précautions suivantes avant son utilisation.

- Vérifier que les branchements électriques soit fonctionnel :
 - Branchement des pins de l'Arduino, pour qu'il ne soit pas confondu ;
 - Branchement des fils sur le moteur pas à pas ;
- Assurer que les boulons de fixation soit bien serré ;
- Vérification du tendeur de la courroie ;
- Vérification de la trémie, il doit être remplie avant la mise en marche de

la machine.

V.3- Essais de la machine

V.3.1- Essais à vide de la machine

V.3.1.1- Objectif de l'essai

L'objectif de l'essai est de vérifier le fonctionnement de tous les paramètres de la machine. Depuis le moteur pas à pas, la carte Arduino, et le driver motor ainsi que le tour de la vis sans fin.

V.3.1.2- Déroulements de l'expérience

Pour ce premier test, nous avons commencé par :

- Tester l'état de mise en marche de la machine
- Vérifier le fonctionnement de la connexion Bluetooth ;

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

- Ensuite, nous avons commencé par entre de la valeur sur le poids de la provende voulue ;
- Vérifier l'exactitude de calcul de formule de provende ;
- Vérifier le tour de la vis sans fin en enlèvent le couvercle avec la trémie ;
- Et nous avons mis en marche la machine pendant 1heure de temps pour vérifier la performance de la machine.

V.3.1.3- Résultats et interprétations de l'essais

En activons les connexions Bluetooth, le Led sur le module Bluetooth clignote déférent à celui de sa position sans connexion avec l'application Android cela signifie que l'application androïde est connecte à l'Arduino, donc on pourrait envoyer notre masse à l'Arduino afin qui exécute le moteur pas à pas qui par la suit entraine la vis sans fin.

Après avoir entre le poids de provende que l'on veut doser, on a comparé la formule de provende donné dans la synthèse bibliographique avec celui inscrit dans l'application. Les deux formules sont identiques ce qui prouve que le calcul de formule de provende avec notre application est possible.

Quand le bouton « Doser » est appuyé le moteur commence à tourner et entraine avec lui le vis sans fins avec un nombre de tour de 100 Tour par minute.

On remarque que, le driver moteur chauffe après 30 minutes de fonctionnement de la machine car on n'a pas utilisé un ventilateur pour diminuer la température du moteur pas à pas et celui du driver motor. Pour y remédier à ce chauffage du driver nous avons, déplacer l'Arduino et le driver à côté du ventilateur de la boîte d'alimentation.

V.3.2- Essais de dosage par pas du vis sans fin

V.3.2.1- Objectif de l'essais

L'essai consiste à vérifier l'homogénéité de la masse des intrants du provende sortie de la machine à chaque pas de la vis ou à chaque rotation de la vis sans fin.

Cet essai a aussi pour but de relever des données de calcul de masse à chaque tour de vis que nous utilisons par la suite pour ajuster le code ou programme inscrit dans l'IDE de l'Arduino ainsi que sur l'app inventer 2.

V.3.2.2- Déroulements de l'expériences

Des expériences ont été effectuée pour chaque matière première qui se déroule comme suit :

- Lors de l'opération, on n'a pas encore utilisé l'application Android mais on a juste tourné la vis sans fin avec une programme Arduino régler avec une vitesse de

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENCE

rotation de 60 tours par minute et on fait tourner le moteur de 1 tour puis, celui-ci s'arrête de 1 minute afin de faciliter le prélèvement pour ainsi la peser par la suite ;

- On choisissait une spéculation (son de riz N°1) et de le mettre dans la trémie ;
- Puis comparer à l'aide d'une balance de précision le poids à chaque tour de vis avec sept tours de la vis pour chaque intrant ;
- Vérifier l'état de chaque intrant après dosage (granulométrie, présence de caillou) ;

V.3.2.3- Résultats et interprétations de l'essai

Après avoir effectué le dosage par chaque tour de la vis sans fin, nous avons obtenu les résultats suivants à chaque spéculation. Les résultats sont illustrés dans les tableaux et figure suivants.

a- Essai N°1 : Sur le son de riz N°1

Tableau N° 14. Tableau des résultats d'essais avec le son de riz

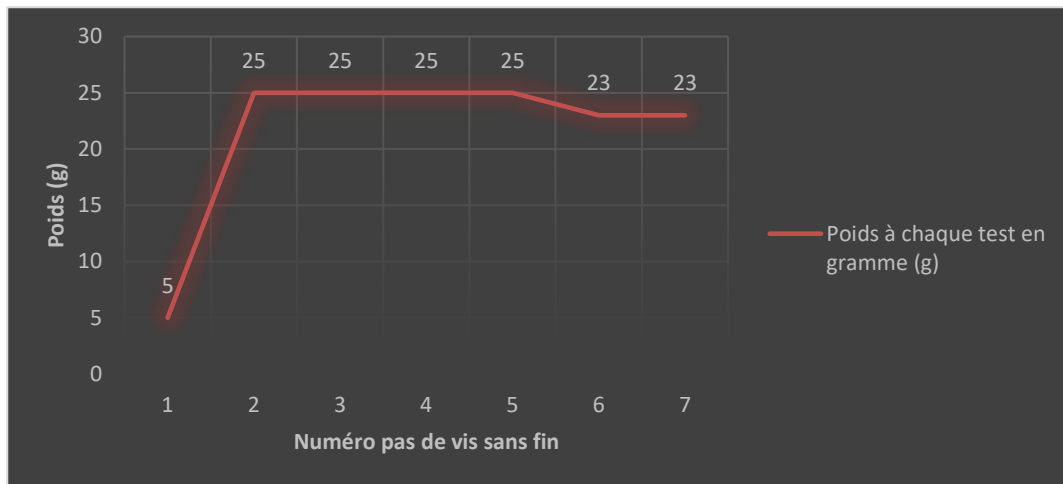
Numéro du Test	1	2	3	4	5	6	7
Poids à chaque test en gramme (g)	5	25	25	25	25	23	23

Source : Auteur

D'après le test, nous avons constaté que dans le premier pas du vis le poids du son de riz N° 1 est de 5 g, ceux-ci impliquent que le trou qui relie la vis sans fin et la trémie est en avance de quelque millimètre du pas de la vis.

Après la première tour de la vis, le poids du son de riz reste 25 g pour les quatre tours suivants. On remarque alors un poids constant ou stabilité de la valeur. C'est-à-dire que lorsque la trémie est bien remplie chaque vis porte 25g de son de riz.

Ensuite vers la sixième et septième pas, le poids diminue brusquement. La trémie commence à se vider et chaque tour de la vis diminue ainsi de 23g par tour.

Figure N° 38. Courbes des résultats d'essais avec le son de riz**b- Essais N°2 : Tourteau d'arachide****Tableau N° 15. Résultats d'essais avec le tourteau d'arachide**

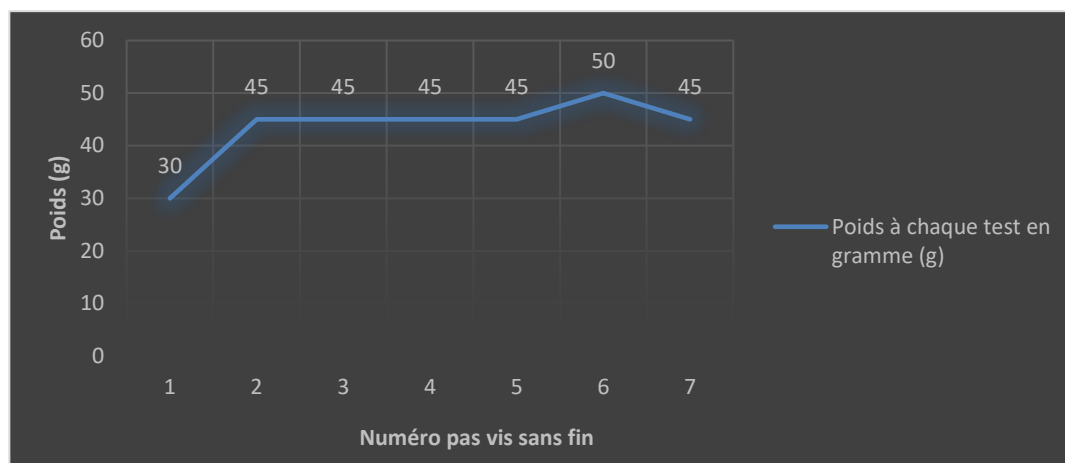
Numéro du Test	1	2	3	4	5	6	7
Poids à chaque test en gramme (g)	30	45	45	45	45	50	45

Source : Auteur

Pour le tourteau d'arachide, on remarque la même représentation que celui du son de riz N°1 au 1er tour du vis avec un poids de 30g de tourteau d'arachide et avec un poids de 45g sur la 2^{eme} jusqu' au 5^{eme} tours de la vis sans fin. On en déduit alors les mêmes interprétations que celui du son de riz N°1.

En revanche, pour la 6^{em} rotation de la vis sans fin, le poids porte pas le vis est de 50 g. ce changement est due au fait qu'un caillou a été détecté et trainé par la vis avec le tourteau d'arachide qui par la suite engendre cette augmentation du poids de la porte de la vis d'Archimède.

Dans la 7^{em} test de la tour, le poids du tourteau d'arachide dans cette porte est revenu au poids de 45 g affirmé comme constante pour cette spéculation seulement.

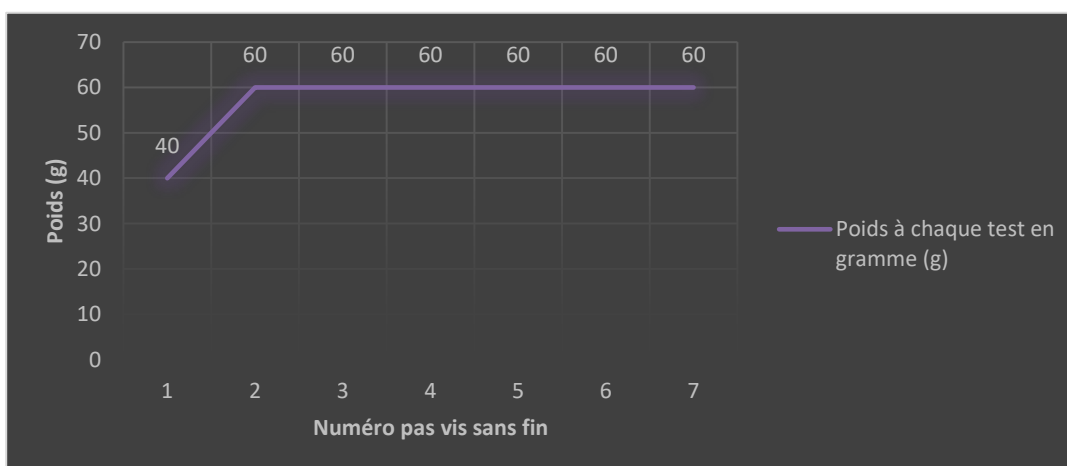
Figure N° 39. Résultats d'essais avec le tourteau d'arachide**c- Essais N°3 : Poudre de maïs****Tableau N° 16. Résultats d'essais avec poudre de maïs**

Numéro du Test	1	2	3	4	5	6	7
Poids à chaque test en gramme (g)	35	40	40	40	40	40	50

Source : Auteur

Jusqu'ici, à chaque 1^{er} tour de la vis le poids de la chaque intrant est toujours faible (de 40 g pour le maïs) par rapport à la constante de 60 g pour le poudre de maïs. Donc la même résultat et interprétation et encore valide pour celui-ci à ma première porte de la vis.

Par contre, un nouveau résultat que n'est pas comme les deux autre précédentes se démarque au niveau du 6^{eme} et 7^{eme} porte car lors de ce test nous avons rempli la trémie et qu'à la fin du test il en reste encore 500 g de poudre de maïs dans la trémie. Donc, chaque six dernières portes de la vis sans fin sont alors plein et cela implique ce résultat que le poids pour ses portes sont tous constante de 60 g.

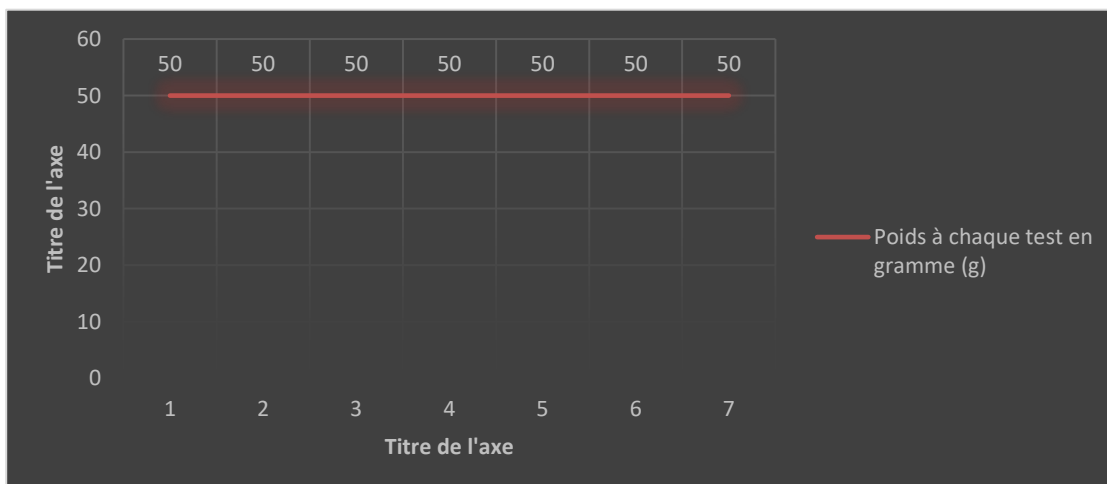
Figure N° 40. Résultats d'essais avec poudre de maïs

d- Essais N°4 : Farine de manioc**Tableau N° 17. Tableau des résultats avec la farine de manioc**

Numéro du Test	1	2	3	4	5	6	7
Poids à chaque test en gramme (g)	50	50	50	50	50	50	50

Source : Auteur

Pour avoir ce résultat, nous avons établie quelque changement au niveau du tous d'évacuation de la poudre de manioc vers la vis d'Archimède. On a utilisé une plaque en tôle pour mettre en parallèle la pale de la vis sans fin et le trou de la trémie. Ce résultat est aussi obtenu après avoir rectifié les failles du résultat précédent. On remarque alors que le poids est homogène de 50 g pour chaque porte et cela ne change pas jusqu'à la fin du processus du test.

Figure N° 41. Résultats d'essais avec farine de manioc**Remarque :**

Après ce test, nous avons ensuite ajuster la valeur entrer dans le paramètre du code de l'app inventeur 2 suivant le poids des intrants par tour de la vis sans fin.

V.3.3- Essais de dosage par le poids de la provende voulus**V.3.3.1- Objectifs de l'essai**

Durant cet essai, nous avons procéder à la mise en marche complet de la machine, c'est-à-dire que nous avons utilisé l'application Android ainsi que tous les matériels nécessaires pour le bon fonctionnement de l'appareil. Ainsi le but de ce dernier essai et de vérifier si le dosage automatique des intrants avec la machine est précis.

V.3.3.2- Déroulement de l'essai

Lors de cette expérience, nous avons suivi les principes de fonction du doseur. Donc l'essai s'est déroulé comme la suivante :

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

- Au début de cette essais, nous avons rempli la trémie par du son N°1 pour le premier essai et du coquillage lors du second essai.
- Par la suite, nous avons procéder à la mise en marche de la machine à commencer le connecté à l'Arduino UNO avec l'application Android de notre smartphone en appuyant sur le bouton connecte.
- Ensuite, on insère une valeur du poids de la provende en kg que la machine va exécuter ;
- Et cocher sur élévation ;
- Nous avons appuyé sur vérifier pour vérifier si le poids de notre provende que nous mis dans la trémie est suffisante pour ce poids demandé. Puis, sur le bouton « actualiser » pour pouvoir mettre la machine en rotation de 7 tours de la vis sans fin pour le 1er essai mais, nous n'appuyons plus sur ce bouton pour le dosage suivant. Pour continuer, presse sur le bouton « doser » afin de lancer le dosage de notre matériel d'œuvre ;
- Après l'essai, on a relevé puis peser les intrants ainsi doser et d'interpréter les résultats obtenus lors de ses deux essais.

V.3.3.3- Résultats et interprétations de l'essai

Quand on a appuyé sur le boutons connecte, le Bluetooth s'est connecté avec l'Arduino car le Led sur le Bluetooth clignote de façon différent à celui de l'indication de sa connexion avec l'Arduino UNO.

Lorsqu'on a intégré une valeur de 10 kg de provende sur le poids de provende voulu puis cocher sur élévation, il est inscrit sur l'interface qu'on devrait avoir 2 kg (2000g) de son N°1 du test et 0,2 kg (200g) pour le coquillage, cela prouve que notre logiciel fonctionne encore et ne présente aucun bug.

Et après avoir, appuyé sur le bouton « actualiser » la machine est tourner de 7 tous de la vis sans fin. Par la suit, on a appuyé sur doser, le moteur s'est mis à tourner la vis sans fin afin de commencer le dosage.

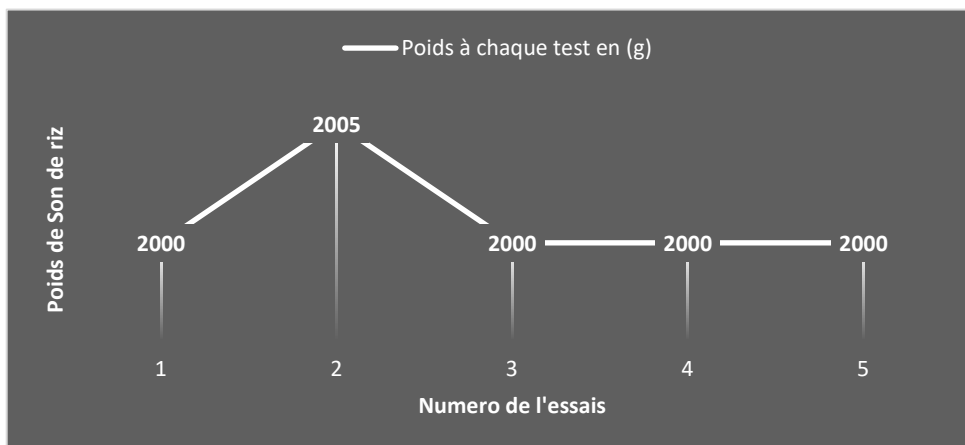
a- Résultats et interprétations de l'essais pour le son de riz

Après le dosage des résultats sur le dosage ont été recueillies et nous les avons établis dans le tableau et la courbe suivant :

Tableau N° 18. Résultats d'essais avec le Son N°1

Numéro de l'essai	1	2	3	4	5
Poids de son de riz N°1 à chaque essais (g)	2000	2010	2000	2000	2000

Source : Auteur

Figure N° 42. Courbe d'essais avec le Son N°1

Le tableau et la courbe précédente, nous montre qu'après le test de son de riz N°1, on a obtenu 2000 g pendant le 1^{er} essai. Par contre, durant le second essai, le poids à largement augmenter 5 g par rapport au poids récemment obtenu. Mais, depuis la 3^{eme} essais jusqu'au 5^{em} essai le poids de l'intrant à commencer à donner le poids exact demandé.

Donc, d'après ce test on peut dire que la dose est constante. Le dosage avec le machine est alors précis pour le son de riz et que la marge d'erreur de précision est 5 g.

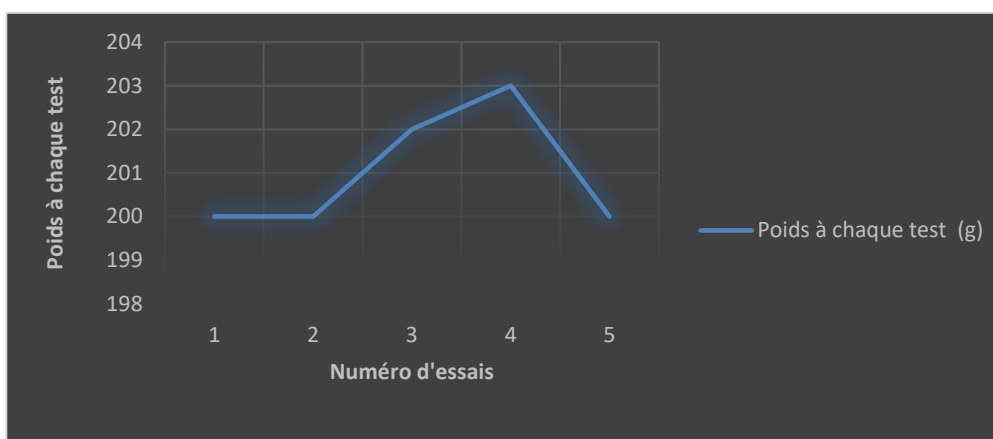
b- Résultats et interprétations de l'essai pour le son de riz

Après l'essai, nous avons recueilli les résultats suivant le tableau et le courbe ci-après :

Tableau N° 19. Résultats d'essais avec le coquillage

Numéro du Test	1	2	3	4	5
Poids à chaque test (g)	200	200	202	203	200

Source : Auteur

Figure N° 43. Résultats d'essais avec le coquillage

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

Ces résultats montrent que durant les deux premières et la cinquième test le poids du coquillage qu'on a pesé est constant de 200g et conformément au poids indiqué sur l'application Android.

Par contre du troisième essai et le quatrième essai le poids s'est différencié de 2 g et 3 g par rapport aux trois autres tests. Lorsqu'on a relevé le coquillage après l'essai, la taille granulométrique du coquillage n'est pas constante, certaine particule son de grand diamètre et certain reste quasiment les mêmes tailles pour la plupart.

V.3.4- Limite d'étude

D'après les maintes essais, plusieurs facteur peut induire à la déformation du résultat de dosage. Ce facteur est base sur :

- La qualité de la matière première utilisée (présence de caillot) ;
- La taille granulométrique des intrants ;
- Le taux d'humidité de certaine matière première pour la fabrication de provende.

V.4- Caractéristique technique de la machine

V.4.1- Rendement

Le rendement de la machine est variable suivant la spéculation dosée et suivant le pourcentage utilisé pour la formulation de la provende. Parfois, certain met plus de temps à doser par rapport à l'autre. Ici, notre calcule est base sur le rendement dans 2 kg d'intrant.

V.4.1.1- Pour le son de riz

Calcule rendement pour le son de riz N°1

- On va chercher d'abord le rapport de transmission

$$r = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Avec : Z_1 : nombre de dent du pignon mené

Z_2 : nombre de dent du pignon menant

D_1 : diamètre du pignon mené

D_2 : diamètre du pignon menant

AN : $r = \frac{45}{17,5}$

$$r = 2,57$$

Ceux-ci impliquent que 2,57 tours du moteurs pas à pas égal à 1 tour de la vis sans fin.

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENDE

- Cherchons le nombre de tour de la vis sans fin

On sait que le moteur pas à pas fait 200 tour par minute et que chaque porte de la vis sans fin est de 25 g pour le son de riz.

Donc si nous voulons avoir 2000g (2kg) de son de riz N°1

$$2 \text{ kg} = 2000 \text{ g} \text{ alors } \textit{Tour du vis} = \frac{2000}{25} = 80$$

Le vis sans fin devrait faire 80 tour pour faire 2 kg de sons de riz

- Cherchons le rendement

$$\eta = \frac{(r \times 80\text{tr})}{100}$$

100 est le nombre de tour par minute du moteur pas à pas.

$$\eta = \frac{2,57 \times 80}{100}$$

$$\eta = 2,056 \text{ mn}$$

Ce qui fait que le rendement de la machine pour 2 kg son de riz est de 2,056 minute

V.4.1.2- .Pour le coquillage

- Cherchons le nombre de tour de la vis sans fin

On sait que le moteur pas à pas fait 100 tour par minute et que chaque porte de la vis sans fin est de 120 g pour le son de riz.

Donc si nous voulons avoir 200g (0,2kg) de coquillage

$$0,2 \text{ kg} = 200 \text{ g} \text{ alors } \textit{Tour du vis} = \frac{2000}{120} = 16,66$$

Le vis sans fin devrait faire 1,66 tour pour faire 0,2 kg de sons de riz

- Cherchons le rendement

$$\eta = \frac{(r \times 16,66\text{tr})}{100}$$

100 est le nombre de tour par minute du moteur pas à pas.

$$\eta = \frac{2,57 \times 16,66}{100}$$

$$\eta = 0,43 \text{ mn}$$

Ce qui fait que le rendement de la machine pour 2 kg de coquillage est de 0,43 minute

V.4.2- Caractéristique moteur pas à pas

Nous avons utilisé le moteur pas à pas qui possède les caractéristiques spécifiques suivantes :

- **Angle de pas** : 1,8° par pas.
- **Couple de maintien** : 0,647 Nm
- **Courant nominal** : 1,3 A/ phase ou PH
- **Resistance** : 4,2 Ω
- **Inductance** : 1,9 mH
- **Couple de détente** : 54 Nm
- **Masse** : 500 g
- **Pas ou rotation** : peut attendre jusqu'à 200 pas par tours.
- **Précision des pas** : plus ou moins 5 %
- **Température ambiante** : -20 °C jusqu'à +50 °C
- **Température moteur** : +80 ° C max.
- **Vitesse de rotation du moteur pas à pas** : 100 tour par Minute
- **Pas par tour** :200 pas par tour

Chapitre VI: COUT DE FABRICATION

VI.1- Coût des matériels de fabrication mécanique

Tableau N° 20. Tableau de cout des matériels de fabrication mécanique

DESIGNATION	UNITE	QUANTITTE	P.U (Ariary)	MONTANT (Ariary)
Tôle plane TPG 10/10	Feuille	2	25000	50000
Arbre pleine □ 8	m	0,5	12000	6000
Roulement à bille 6022	Nombre	2	3000	6000
Fer plate 20x2mm	Barre	01-mai	15000	2000
Tube carre 10 mm	Barre	1	12000	12000
Boulons □ 6	Nombre	10	500	5000
Poulie	Nombre	1	5000	5000
Fer rond 20 mm	Barre	01-oct	25000	2000
			Total	88000

Source : Auteur

VI.2- Coût des matériels électromécaniques

DESIGNATION	Montant (Ariary)
Arduino	50000
Driver L298N	15000
Fils de connections	12000
Boite alimentation	35000
Moteur pas à pas	80000
Module Bluetooth	25000
Total	217000

Source : Auteur

VI.3- Autres coûts

Tableau N° 21. Coût de main d'œuvre et matière d'œuvre

DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	P.U (Ariary)	MONTANT (Ariary)
Son de riz N°1	Kg	1	600	600
Tourteau d'arachide	Kg	1	1500	1500
Son de riz N°2	Kg	1	500	500
Mais	Kg	1	1200	1200
Coquillage	Kg	1	2000	2000
Poudre de manioc	Kg	1	600	600
Poudre d'os	Kg	1	2800	2800
Main d'œuvre				50000
Total				59200

Source : Auteur

VI.4- Coût total d'investissement

Tableau N° 22. Coût total d'investissement

DESIGNATION	MONTAN (Ariary)
Fabrication mécanique	88000
Matériels électromécanique	217000
Autres cout	59200
TOTAL	364200

Source : Auteur

CONCLUSION

L'élaboration de ce travail dans le cadre du projet de fin d'étude, nous a permis d'approfondir notre connaissance théorique en mécanique et électronique ainsi que d'acquérir une bonne expérience au niveau de la réalisation pratique.

Dans cette manipulation, on a essayé de contrôler le tour d'une vis sans fin à l'aide d'un moteur pas à pas. Notre projet de fin d'étude consiste à détailler et à réaliser mais aussi expérimenter un doseur automatique de provende des poules pondeuse par le biais d'une vis sans fin. Ce projet m'a donné une meilleure idée sur la complémentarité entre le volet théorique et le volet pratique.

Dans la première partie, nous avons d'abord entamé la première étape qui est basée sur la présentation de la provende pour les poules pondeuse et dans la deuxième étape, nous avons approfondi notre connaissance et notion sur l'automatisme industrielle ainsi que sur l'utilisation de la carte Arduino. Cette partie nous a donné l'occasion d'avoir une meilleure perspective sur le détail à suivre pour la réalisation de la machine et la mise en œuvre du système automatique.

Dans la deuxième partie, qui est consacré à l'étude expérimentale de la machine. Plusieurs étapes ont été envisagées comme la conception de la partie mécanique de la machine ainsi que la réalisation de tous les circuits de commande automatique du doseur. Une fois réaliser une étape d'essais de la machine a été effectuer pour avoir un angle de vue sur son état pratique.

Finalement, notre travail nous a permis la réalisation des différentes mises en œuvre du doseur automatique de provende. Nous affirmons que nous avons terminé la tâche demandée : la conception et la réalisation d'un doseur automatique de provende pour les poules pondeuse car après des mainte essais, nous avons obtenue des résultats probants et nous avons pu prouver qu'avec un moteur pas à pas et une vis sans fin, on peut obtenir un dosage précis et homogène des intrants de provende. En plus, nous avons aussi pu concevoir une application Android qui permettra aux utilisateurs futurs une manipulation facile de l'appareil.

Nous avons rencontré plusieurs problèmes durant la conception de la commande et la réalisation pratique (protocole de communication, couple des moteurs et leurs vitesses...), mais grâce à ce que nous avons appris durant nos études académiques et l'assistance de nos encadrant, nous avons pu confronter ces difficultés.

DOSEUR AUTOMATIQUE DE PROVENCE

En fait, ce projet a été une source de découverte de plusieurs domaines d'études telles que l'élevage des poules pondeuse et l'informatique pour la programmation embarquée, sans oublier le savoir-faire dans le domaine mécanique et électronique qui consiste à réaliser pratiquement la machine et les circuits électroniques.

ANNEXES

SYSTEME ANDROID

Introduction

Androïde est un système d'exploitation développé initialement pour les Smart phones. Il utilise un noyau Linux qui est un système d'exploitation libre pour PC et intègre tous les utilitaires et les périphériques nécessaires à un smart phone. Il est optimisé pour les outils Gmail. Aussi, l'androïde est libre et gratuit et a été ainsi rapidement adopté par des fabricants. La société Androïde a été rachetée en 2007 par Google. Mais aujourd'hui, l'Androïde est utilisé dans de nombreux appareils mobiles (smart phones). Les applications sont exécutées par un processeur de type ARM à travers un interpréteur JAVA. En plus de cela, l'androïde concurrence l'opérateur système d'Apple qu'il tend à dépasser en nombre d'utilisateurs. Androïde évolue pour mieux gérer l'hétérogénéité des appareils qu'il utilise.

L'outil App Inventor

App Inventor est un outil de développement des applications en ligne pour les smart phones sous androïde et permet à chacun de créer son application personnelle pour le système d'exploitation Androïde qui est développée par Google.

La plateforme de développement est offerte à tous les utilisateurs possédant un compte Gmail. Elle rappelle certains langages de programmation simplifiés basés sur une interface graphique similaire à Scratch. Les informations des applications sont stockées sur des serveurs distants. Elles sont actuellement entretenues par le Massachusetts Institute of Technologie (MIT).

L'environnement de App Inventor contient trois fenêtres qui sont proposées pendant le développement :

- Une pour la création de l'interface homme machine : permet de créer l'allure de l'application (App Inventor Designer) ;
- Une pour la programmation par elle-même : elle permet, par l'assemblage des blocs de créer le comportement de l'application (App Inventor Block Editor) ;
- Une pour l'émulateur : qui permet de remplacer un terminal réel pour vérifier le bon fonctionnement du programme.

La connexion d'un terminal réel sous Androïde permettra ensuite d'y télécharger le programme pour un test réel. Ce terminal pourra aussi bien être un téléphone qu'une tablette ; le comportement du programme sera identique.

Structure d'une application App Inventor

Une application développée sous App Inventor est constituée de deux parties distinctes mais étroitement liées.

- L'interface graphique :

Pour créer l'application sous App Inventor l'interface graphique contient nos propriétés (taille, couleurs, position, textes Ets).

- Editeur de block (Fenêtre Scratch) :

Une fois les composants de l'écran de téléphone mis en place et désigné, nous passons à la deuxième phase de développement d'une application via App Inventor : l'interface Scratch, pour cela, il faut cliquer sur « Open the Blocks Editor » en haut à droite de la page.

L'interface Scratch permet d'imbriquer des éléments graphiques entre eux pour effectuer la partie programmation de l'application à développer. De cette partie, on peut assembler les différents blocs de l'application et indiquer comment les composants doivent se comporter et qui s'affichent dans l'émulateur virtuel (par exemple ; ce qui se produit quand un utilisateur clique un bouton) déterminant le fonctionnement même de l'application, en réaction à des événements (Internes ou externes) ou à des réponses.

Pour ouvrir ce Block, on a cliqué en haut à gauche sur « Open the Blocks Editor ». App Inventor, lancé le Blocks Editor depuis le serveur du MIT et proposé l'exécution du fichier App Inventor For Androïde Code blocks, « d'un format *. Jnlp ». Après téléchargement, JAVA ouvre la fenêtre du Block Editor sur votre PC (cela peut être assez long).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ASTALASEVEN , ESKIMON ET OLYTE [s.l.]: Licence Creative Commons BY-NC-SA 2.0, 2012. .
- [2] RASOLOARIMANANA, D.D. Ny Fiompiana akoho manatody lava. In *Ny fiompiana Akoho manatody lava* . Edition Ambozontany. vyd.2011. s. 234. .
- [3] [s.l.]: Created by lady ada, 2015. .
- [4] app inventor - Recherche Google. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <https://www.google.fr/search?source=hp&ei=04wWW7-VO8yPgAb0h6nQDw&q=app+inventor&oq=apps+inventor&gs_l=psy-ab.1.0.0i10k112j0i22i30k1j0i22i10i30k112j0i22i30k114j0i22i10i30k1.12975.15411.0.17479.13.10.0.0.0.438.1762.2-1j3j1.5.0....0...1c.1.64.psy-ab..8.5.1759...0j0i131k1.0.vWsFkdCEBrQ>.
- [5] App Inventor — Wikipédia. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <https://fr.wikipedia.org/wiki/App_Inventor>.
- [6] Apprendre à programmer l'Arduino en langage C. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <<https://francesco-balducci.developpez.com/tutoriels/programmer-arduino-en-c/>>.
- [7] Arduino DC Motor Control Tutorial - L298N | PWM | H-Bridge - HowToMechatronics. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <<https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-dc-motor-control-tutorial-l298n-pwm-h-bridge/>>.
- [8] Automates Programmables Industriels - Définition d'un Automate Programmable. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <http://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2_7.html>.
- [9] [s.l.]: B. Cottenceau B311 ISTIA bertrand.cottenceau@univ-angers.fr.
- [10] Comment élever le poussin les 21 premiers jours - Ô cameroun ! In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <<http://neoindependance.canalblog.com/archives/2014/01/10/28917950.html>>.
- [11] Composition - Micromoteurs mdp motor. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <<http://www.mdp.fr/documentation/lexique/pas-a-pas/composition.html>>.
- [12] Créez votre premier programme sur Arduino - Programmez vos premiers montages avec Arduino - OpenClassrooms. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete:

<<https://openclassrooms.com/courses/programmez-vos-premiers-montages-avec-arduino/creez-votre-premier-programme-sur-arduino>>.

[13] Espace pédagogique : technologies et sciences des ingénieurs - AppInventor en local, sur votre réseau. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <<http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/technologies-et-sciences-des-ingenieurs/documentation/didacticiels-tutoriels/appinventor-en-local-sur-votre-reseau-1025746.kjsp?RH=1160751856953>>.

[14] Formule de provende pondeuse en toute categorie - Aide Afrique. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <<http://aide-afrique.com/formule-provende-pondeuse-en-toute-categorie.html>>.

[15] 2016. .

[16] LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <<http://alain.canduro.free.fr/API.htm>>.

[17] [Online]. 2018. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Moteur_pas_%C3%A0_pas&oldid=144992231>.

[18] PLC, automate programmable, PCL automate. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <<http://www.schneider-electric.fr/fr/work/products/editorial/guides/plc.jsp>>.

[19] [Online]. 2017. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Proc%C3%A9d%C3%A9_de_fabrication&oldid=143543436>.

[20] Programmez vos premiers montages avec Arduino. In *OpenClassrooms* [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <<https://openclassrooms.com/courses/programmez-vos-premiers-montages-avec-arduino>>.

[21] Qu'est ce qu'un automate programmable. In [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <<https://www.automation-sense.com/pages/c-est-quoi-un-automate.html>>.

[22] [Online]. 2018. [cit. 2018-06-05]. Dostupné na internete: <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Roulement_m%C3%A9canique&oldid=148544837>.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

ACRONYME

NOMENCLATURE DES TABLEAUX ET FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	2
CHAPITRE I: PARTICULARITES SUR L'ALIMENTATION DE LA POULE PONDEUSE	2
I.1- <i>Anatomie de l'appareil digestif du poulet</i>	2
I.1.1- Cavité buccale	2
I.1.2- Œsophage	2
I.1.3- Estomac	3
I.1.4- Intestin	3
I.1.5- Glande annexe du tube digestif	4
I.2- <i>Digestion chez les volailles</i>	4
I.3- <i>Besoins en alimentaire de la poule pondeuse</i>	5
I.3.1- Besoin en eau	6
I.3.2- Besoin en énergies	6
I.3.3- Besoin en protéine	6
I.3.4- Besoin en minéraux	7
I.3.5- Besoin en vitamine	8
I.3.6- Récapitulation des besoins alimentaires de la pondeuse	8
I.4- <i>Matière première généralement utilisées et leurs apports</i>	8
I.4.1- Sources d'énergies	9
I.4.2- Sources protéine	10
I.4.3- Source minéraux	11
I.4.4- Source de vitamine	12
I.5- <i>Notion de provende pour poule pondeuse</i>	12
I.5.1- Processus de fabrication de provende	12
I.5.2- Formulation de provende pour les pondeuses	13
I.5.3- Besoin et norme nutritionnel des poules pondeuses	14
I.5.4- Exemple de formule de provende	14
CHAPITRE II: GENERALITE SUR L'AUTOMATISME INDUSTRIEL ET LA CARTE ARDUINO	17
II.1- <i>Généralité sur le S.A.P</i>	17
II.1.1- Introduction	17
II.1.2- Notion d'automatisme et système automatique	17
II.1.3- Description des différentes parties du système	18
II.1.4- Différentes type de commande	18
II.1.5- Notion de grafcet	20
II.2- <i>Généralité sur la carte arduino</i>	20
II.2.1- Le module arduino	20
II.2.2- Les gammes de la carte arduino	21
II.3- <i>Avantage de la carte arduino uno</i>	22
II.4- <i>La constitution de la carte arduino uno</i>	23
II.4.1- Partie matérielle	24
II.4.2- Partie programme	27

DEUXIEME PARTIE : REALISATION ET ETUDE EXPERIMENTALE	32
CHAPITRE III:PRESENTATION DE L'ETUDE.....	32
III.1- <i>Contexte actuelle</i>	32
III.1.1- Contexte actuelle en termes de provende	32
III.1.2- Principe de dosage des intrants	33
III.2- <i>Cadre générale de l'étude</i>	33
III.2.1- Nature de l'étude	33
III.2.2- Problématique.....	34
III.2.3- Objectifs de l'étude	34
III.2.4- Hypothèses à tester	35
CHAPITRE IV: CONCEPTION	36
IV.1- <i>Matériels et outils de fabrication</i>	36
IV.1.1- Matériels et outils de fabrication mécanique.....	36
IV.1.2- Matériel électronique.....	41
IV.2- <i>Dimension et dimensionnement</i>	50
IV.2.1- Dimension trémie	50
IV.2.2- Dimensionnement de la courroie.....	52
IV.2.3- Dimensionnement du vis sans fin.....	53
IV.2.4- Dimensionnement roulement	58
IV.2.5- Dimensionnement pale vis sans fin	58
IV.2.6- Dimension loge de la vis sans fin	58
IV.2.7- Dimension cadre.....	58
IV.2.8- Dimension tremie d'évacuation provende.....	58
IV.3- <i>Dessins techniques</i>	58
IV.4- <i>Procède de fabrication</i>	70
IV.4.1- Fabrication mécanique	70
IV.4.2- Assemblage	76
IV.4.3- Mise en œuvre du système automatique	78
IV.5- <i>Mode de fonctionnement</i>	84
IV.6- <i>Entretien de la machine</i>	85
CHAPITRE V: ESSAIS ET TEST DE LA MACHINE	86
V.1- <i>Matériels et méthodes</i>	86
V.1.1- Matériels végétaux	86
V.1.2- Matériels animaux	86
V.1.3- Autre matériels	86
V.2- <i>Mise en marche de la machine et précaution</i>	87
V.3- <i>Essais de la machine</i>	87
V.3.1- Essais à vide de la machine	87
V.3.2- Essais de dosage par pas du vis sans fin.....	88
V.3.3- Essais de dosage par le poids de la provende voulus	92
V.3.4- Limite d'étude	95
V.4- <i>Caractéristique technique de la machine</i>	95
V.4.1- Rendement.....	95
V.4.2- Caractéristique moteur pas à pas	97
CHAPITRE VI: COUT DE FABRICATION	98
VI.1- <i>Coût des matériels de fabrication mécanique</i>	98
VI.2- <i>Coût des matériels électromécaniques</i>	98
VI.3- <i>Autres coûts</i>	99
VI.4- <i>Cout total d'investissement</i>	99
CONCLUSION.....	100

ANNEXES
BIBLIOGRAPHIE
TABLE DES MATIERES
RESUME :
SUMMARY :

Auteur : RAHERIVONY Ndresy Elison

Titre : Conception et réalisation d'un doseur automatique de provende cas des poules pondeuse

Nombre de page :

Nombre de tableaux :

Nombre de figures :

Nombre des photos :



RESUME :

Ce projet consiste à concevoir et réaliser un doseur automatique de provende pour les poules pondeuse. Cette machine vise à doser les intrants avec précision afin de réduire l'effort humain lors du travail de pesage. Afin de faciliter la manipulation de l'appareil, cette machine est pilotée automatiquement par un smartphone.

D'après les résultats de nos essais, projet est avantageux car il permet de réduire l'effort humain lors de la fabrication de provende. En plus, cette machine offre un point de vue de la formule de provende adaptée aux normes de production. Et, elle est destinée à l'éleveur de poule pondeuse de type familiale, industrielle et semi-industrielle.

Mots clés : Doseur, Automatique, provende, poule pondeuse, Arduino.

SUMMARY :

This project consists of designing and producing an automatic feed doser for laying hens. This machine aims to accurately dose inputs to reduce human effort during the weighing process. In order to facilitate the handling of the device, this machine is controlled automatically by a smartphone.

According to the results of our tests, project is advantageous because it reduces the human effort during the manufacture of feed. In addition, this machine offers a point of view of the feed formula adapted to production standards. And, it is intended for the breeder of laying hen of family type, industrial and semi-industrial.

Keywords : Doser, Automatic, feed, laying hen, Arduino.

Adresse de l'Auteur : Lot : 0908 D 276 Bevokatra Antsirabe I

E-mail : mandresyelisonraherivony@gmail.com