MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

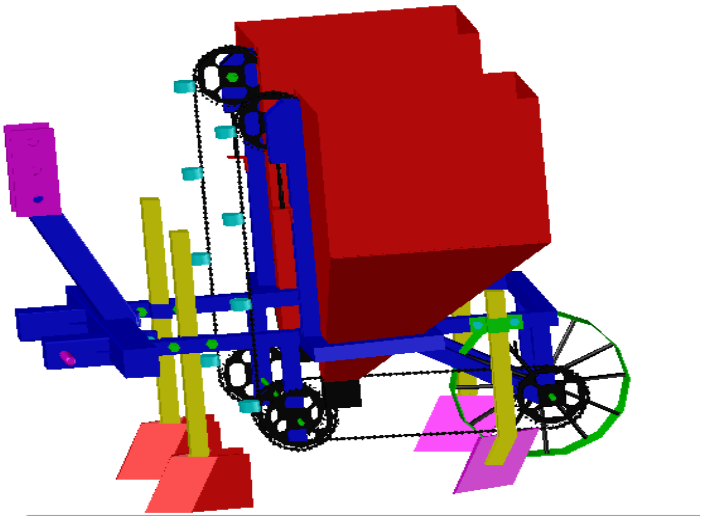
INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR D'ANTSIRABE VAKINANKARATRA

Mention : Génie Rural

Parcours : Mécanisation Agricole

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR EN MECANISATION AGRICOLE DE GRADE MASTER II

ETUDES ET CONCEPTION D'UNE PLANTEUSE DE POMME DE TERRE



Présenté par : FANDRESENA Mahasolo Bruanos Zao, le 21 décembre 2021

Devant les membres de jury composés de :

Président : Docteur RAMINOARISOA Eliane Lalao

Encadreur : Professeur RAJAONARISON Eddie Franck

Co-encadreur : Monsieur RAKOTOARISOA Haga Johary

Examinateur : Docteur RAMIELSON Luis Rufin

Co-examinateur : RAKOTO ZANDRINY Romy Félicitin

PROMOTION RAITRA 2020-2021

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

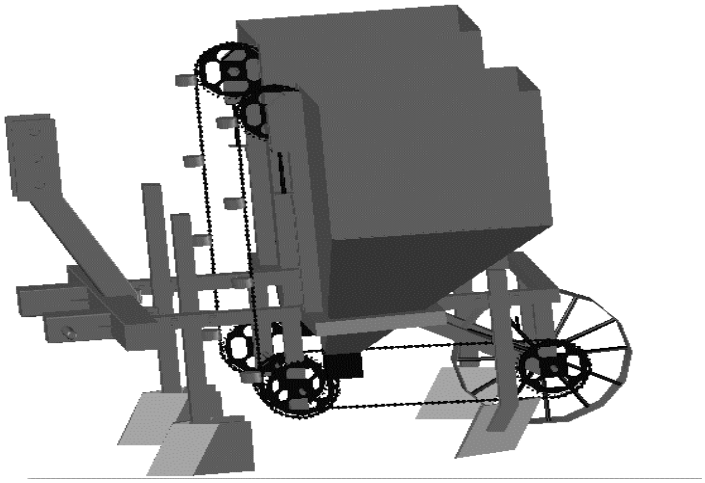
INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR D'ANTSIRABE VAKINANKARATRA

Mention : **Génie Rural**

Parcours : **Mécanisation Agricole**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR EN MECANISATION AGRICOLE DE GRADE MASTER II

ETUDES ET CONCEPTION D'UNE PLANTEUSE DE POMME DE TERRE



Présenté par : FANDRESENA Mahasolo Bruanos Zao, le 21 décembre 2021

Devant les membres de jury composés de :

Président : Docteur RAMINOARISOA Eliane Lalao

Encadreur : Professeur RAJAONARISON Eddie Franck

Co-encadreur : Monsieur RAKOTOARISOA Haga Johary

Examinateur : Docteur RAMIELSON Luis Rufin

Co-examinateur : RAKOTO ZANDRINY Romy Félicitin

PROMOTION RAITRA 2020-2021

DEDICACE

« Mon plan pour ton avenir est plein d'espérance. » Jérémie 29 : 17

Je dédie spécialement ce présent mémoire :

A mes parents, en témoignage de ma plus profonde reconnaissance pour leurs véritables amours, leurs sacrifices, leurs aides, et leurs encouragements incessants.

« Je n'oublierai jamais ce que vous avez fait pour moi »

REMERCIEMENTS

Nous remercions DIEU tout puissant car il nous a aidés dans nos moments très difficiles et nous à éclairés la voie de la réussite de notre étude.

Aussi nous tenons à exprimer notre profond remerciement à :

- **Docteur RAMINOARISOA Eliane Lalao**, Chef Mention Génie Rural de l'Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra (IES-AV) ; qui a bien voulu de présider d'accorder cette séance de mémoire, qu'elle veuille bien accepter ici l'expression de ma profonde gratitude ;
- **Professeur, RAJAONARISON Eddie Franck**, Directeur de l'Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra (IES-AV) ; notre encadreur qui a bien voulu accepter d'être notre encadreur durant la réalisation de ce mémoire ;
- **Monsieur RAKOTOARISOA Haga Johary**, Enseignent chercheur, Chef Parcours de la Mécanisation Agricole de l'Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra (IES-AV) ; notre Rapporteur, vous avez sacrifié une grande partie de votre temps précieux pour nous diriger et nous prodiguer des conseils.
- **Docteur RAMIELSON Luis Rufin,** Enseignent chercheur à l'IES-AV qui**,** pour sa compréhension, prend en charge l'examination et non seulement celle-ci mais les critiques constructives et les apports techniques qu'il peut apporter, nous vous prions d'accepter le témoignage de notre respectueuse gratitude ;
- **Monsieur RAKOTOZANDRINY Romy Félicitin**, Enseignent chercheur à l'IES-AV, qui a fait l'honneur d'octroyer cette examination, qu'il veuille trouver ici ma profonde reconnaissance ;
- **Docteur, RAMILIARIJAONA Saholy Nomenjanahary,** Directeur de la Protection des Végétaux, pour son soutien morale, financier, ainsi que matériel.
- Nous tenons à remercier tous les membres du jury pour d'accepté de présider et d'examiner ce travail ;
- J'adresse aussi mes remerciements aux Enseignants de l'Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra (IES-AV) qui nous ont prodigués leurs connaissances durant les années d'études ;
- Tous les responsables des services ou organismes qui nous ont fournis des données et des compléments d'informations nécessaires à ce sujet ;

- Toute la famille pour les soutiens moraux, appui matériel et aides financières qu'elle nous octroyés ;
- Tous mes collègues de promotion pour leur aide, leur générosité et leur encouragement dans la réalisation de ce travail ;

Enfin, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et notre sincère reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à l'accomplissement de ce travail.

« Que Dieu vous bénisse !»

TABLE DES MATIERES

DEDICACE i

REMERCIEMENTS ii

LISTE DES TABLEAUX xii

LISTE DES PHOTOS xiii

LISTE DES FIGURES xiv

LISTE DES ABREVIATIONS xv

LISTE DES UNITES xvi

LISTE DES SIGLES xvii

RESUME xviii

ABSTRACT xix

INTRODUCTION GENERALE 1

I : REVUES BIBLIOGRAPHIQUES 3

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA MECANISATION AGRICOLE 3

I.1 Quelques définitions 3

I.1.1 Mécanisation agricole 3

I.1.2 Machines agricoles 3

I.1.3 Matériels et équipements 3

I.1.4 Degrés de la mécanisation agricole 3

I.1.5 Finalité de la mécanisation 6

I.1.6 Conclusion partielle 6

CHAPITRE II : GENERALITES SUR LA POMME DE TERRE 7

II.1 Généralités 7

II.2 La place de la pomme de terre dans la vie économique 7

II.2.1 L'alimentation humaine 7

II.2.2 L'alimentation animale 7
II.2.3 Apport nutritif de la pomme de terre 8
II.3 Les variétés 9
II.4 Conditions culturales 10
II.4.1 Besoin en sol 10
II.4.2 Besoin en eau 10
II.4.3 Lumière et température 10
II.4.4 Zones favorables 10
II.5 Physiologie de la pomme de terre 10
II.5.1 Phase de dormance ou repos végétatifs 11
II.5.2 Germination 11
II.5.3 Croissance 11
II.5.4 Tubérisation 11
II.6 Techniques culturales 12
II.7 Processus de production de la pomme de terre 13
II.7.1 Rotation culturale 13
II.7.2 Choix de terrain 13
II.7.3 Préparation du sol 13
II.7.4 Fertilisation [06] 14
II.7.5 Plantation 15
a. Caractéristique de la plantation 15
b. Densité de plantation 15
c. Profondeur de plantation 16
II.7.6 Recouvrement 16
II.7.7 Travaux d'entretien 17

II.7.8 Récoltes 17
II.8 Conclusion partielle 18
CHAPITRE III : GENERALITES SUR LA PLANTEUSE 19
III.1 Historique et origine de la planteuse 19
III.2 Définition de la planteuse 19
III.3 Rôle de la planteuse 19
III.3.1 Ouverture des sillons 19
III.3.2 Distribution des tubercules 20
III.3.3 Mise en place des tubercules 20
III.3.4 Recouvrement des tubercules 20
III.4 Différents méthode de plantation 20
III.5 Justification du choix 21
III.5.1 Perte de temps 21
III.5.2 Inconvénient du rendement 21
III.5.3 Lenteur de la plantation 22
III.5.4 Coût des matériels sophistiquées 22
III.6 Conclusion partielle 22
Dans ce chapitre III, si l'on conclut les généralités, on a constaté que la planteuse contribue beaucoup aux besoins essentiels des paysans pour qu'ils puissent assurer leur survie. 22
CHAPITRE IV : CADRE DE L'ETUDE 23
IV.1.1 Cadre de l'étude 23
IV.1.2 Objectifs 23
IV.1.3 Zone d'études 23
IV.1.4 Présentation générale 23
IV.1.5 Localisation 24

IV.1.6 Milieu humain 25
IV.1.7 Relief 25
IV.1.8 Géologie 25
IV.1.9 Climat 26
- Pluviométrie 26
- Température 26
IV.1.10 Activités économiques 27
IV.1.11 Conclusion partielle 27
II : METHODOLOGIE DE RECHERCHE 28
CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES 28
I.1 Matériels utilisés 28
I.1.1 Matériels de rédaction 28
I.1.2 Matériels de conception 28
- Tôle plane 28
- Tube en fer 28
- Boulons de fixation 29
- Pignons et chaine de transmission 29
I.2 Méthodes de rédaction 29
I.2.1 Méthodes de collecte de données 29
I.2.2 Recherche bibliographique 29
I.2.3 Descente sur terrain 30
I.2.4 Enquêtes 30
CHAPITRE II : CONCEPTION 31
II.1 Analyse fonctionnelle de la machine 31
II.1.1 Fonction principale 31

II.1.2 Fonction contrainte 31
II.1.3 Fonction complémentaire et l'ergonomie 32
II.2 Différents composants de la planteuse 32
II.2.1 Pièces mobiles 32
III.2.1.1 Les cuves de récupération des tubercules 32
III.2.1.2 Installation du rayonneur 33
III.2.1.3 Chaines et pignons de transmission 33
- Rapport de la transmission 33
- Calcul de l'entre axe entre les pignons 34
- Calcul de la longueur de la chaine 34
III.2.1.4 Roue d'entrainement 38
a- Choix du diamètre de la roue d'entrainement 38
II.2.2 Pièces fixes 39
II.2.2.1 Bâti 39
II.2.2.2 Deux trémies 40
II.2.2.3 Deux tubes de descente 41
II.2.2.4 Soc d'ouverture de sillon 42
II.2.2.5 Recouvrement 43
II.3 Etude cinématique 44
II.3.1 Chaine cinématique et étude de mouvement 44
II.3.2 Fonctionnement cinématique 44
II.4 Etude de système de distribution 46
II.4.1 Choix des matériaux de distribution 46
II.4.2 Choix de la vitesse d'avancement de l'utilisateur 46
II.5 Conclusion partielle 46

CHAIPTRE III : HYPOTHESE DE CALCUL 47
III.1 Dimensionnements 47
III-1.1 Détermination de la contrainte dans le bâti 47
III-1.2 Dimensionnement de l'axe 52
III-1.3 Résultats partiels 58
III-1.4 Conclusion partielle 58
III.2 Dessins techniques 58
III.3 Méthode de fabrication 58
III.3.1 Méthode de mesurage 59
III.3.2 Méthode de traçage 59
III.3.3 Méthode de débitage 59
III.3.4 Méthode de perçage 60
III.3.5 Méthode de tournage 60
III.3.6 Méthode de forgeage 61
III.3.7 Méthode de soudage 62
III.3.8 Méthode d'ajustage et mise au point 62
III.3.9 Méthode de mise en revêtement 63
III.4 Etude économique 63
III.4.1 Coût des matériels de fabrication 64
III.4.2 Autres coûts 65
III.4.3 Coût total d'investissement 65
III.5 Mode de fonctionnement 65
III.6 Résultats partiels 66
III.7 Conclusion partielle 66
III : RESULTATS OBTENUS 67

CHAPITRE I : RESULTATS DE RECHERCHE ET INTERPTRETATIONS 67
I.1. Résultats de la recherche 67
I.1-1. Résultats sur le plan de fabrication 67
I.1.1.1 L'essai mécanique 67
I.1.1.2 Essai à blanc 68
I.1-1. Essai sur terrain pour avoir les résultats sur le plan agronomique 71
I.2. Résultats technologique plus précisément rendement accrus de la machine 72
Rendement théorique 72
Rendement théorique journalière 72
Résultats sur le rendement de travail 73
Calcul de la consommation horaire (Q) : 74
- Résultats sur la consommation en carburant du tracteur 74
I.3. Conclusion partielle 75
CHAPITRE III : ANALYSE FFOM « FORCE, FAIBLESSE, OPPORTUNITES, MENACE » SUR LE MATERIEL 76
III.1 Analyse de force de la machine 76
III.2 Analyse de faiblesse de la machine 76
III.3 Analyse sur l'opportunités de cette planteuse 76
III.4 Analyse sur le menace 76
CHAPITRE III : SUGGESTIONS ET PERSPECTIVES SUR L'UTILISATION DE LA MACHINE 77
III.1.1 Réalisation de cette machine 77
III.1.2 Rentabilité 77
III.1.3 Maintenance 77
III.1 Suggestions et perspectives d'avenir 78
III.2.1 Stabilité de la machine et précaution d'utilisation de la machine 78

III.2.2 Surveillance durant le fonctionnement 79
III.2.1 Perspective pour la recherche 79
CONCLUSION GENERALE 80
BIBLIOGRAPHIE
ANNEXE I : DESSINS TECHNIQUES I
ANNEXE II : ENNEMIS DE LA POMME DE TERRE VI
ANNEXE III : PRESENTATION DE CFFAMMA VIII
RESUME

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° 01 : Quelques différentes variétés de pomme de terre.....9
Tableau N° 02 : Calendrier culturale sur la culture de pomme de terre.....13
Tableau N° 03 : Différentes communes constituant les sous-préfectures du Vakinankaratra 24
Tableau N° 04 : Le coût des matériels utilisés.....64
Tableau N° 05 : Autres couts 65
Tableau N° 06 : Coût total d'investissement.....65
Tableau N°07 : Le résultat de l'essai mécanique 67
Tableau N°08 : Le résultat du troisième essai à blanc de la machine 71
Tableau N° 09: Rendement de travail 73

LISTE DES PHOTOS

Photo N° 01: Premier degré de la mécanisation agricole. 4
Photo N° 02: Deuxième degré de la mécanisation agricole. (Traction animale). 4
Photo N° 03: Première étape du troisième degré (Mini-motorisé) 5
Photo N° 04 : Deuxième étape du troisième degré. (Moyen motorisé). 5
Photo N° 05 : Troisième étape du troisième degré. (Grosse motorisation) 5
Photo N° 06 : La préparation du sol. 14
Photo N° 07 : La fertilisation. 15
Photo N° 08: Mode de plantation de pomme de terre. 16
Photo N° 09 : Le recouvrement. 17
Photo N° 10 : L'entretien des cultures. 17
Photo N° 11 : La récolte. 18
Photo N° 12: Présentation des pignons menant et mené 35
Photo N° 13 : Les organes de distribution de la planteuse. 38
Photo N° 14: La roue d'entrainement de la planteuse. 39
Photo N° 15: Le bâti de notre planteuse. 39
Photo N° 16 : Les deux trémies de la planteuse 41
Photo N° 17 : Les deux tubes de descente de la planteuse. 42
Photo N° 18 : Les socs d'ouverture de la planteuse. 43
Photo N°19 : Le système de recouvrement de la planteuse. 43
Photo N° 20 : Les outils de mesure utilisés. 59
Photo N° 21 : Les outils de découpage utilisés. 60
Photo N° 22 : Les perceuses utilisés. 60
Photo N° 23 : Le tour mécanique utilisés. 61
Photo N° 24 : Les outils de forgeage utilisés. 61
Photo N° 25 : Le poste soudure utilisés. 62
Photo N° 26 : Les matériels d'ajustage. 62
Photo N° 27 : Les matériels de peinture. 63
Photo N° 28 : La première essai à blanc. 68
Photo N° 29: Deuxième essai à blanc. 69
Photo N° 30: Troisième essai à blanc ou essai technique. 70
Photo N°31 : Mesurage de la largeur de travail et la profondeur de plantation. 71

LISTE DES FIGURES

Figure N°1 : Cycle de vie de la pomme de terre. (SOLTNER, 2005). 12
Figure N° 02 : La distance entre les cuve de récupération.....32
Figure N° 03 : La composition des forces de l'ensemble outils-tracteur.....45
Figure N° 04 : Diagramme 1.....49
Figure N° 05 : Diagramme 2.....50
Figure N° 06 : Diagramme 3.....50
Figure N° 07 : Diagramme 4.....53
Figure N° 08 : Diagramme 5.....54
Figure N° 09 : Diagramme 6.....55
Figure N° 10 : Diagramme 7.....56
Figure N° 11: Diagramme 8.....57

LISTE DES ABREVIATIONS

A.N **:** Application Numérique

IES-AV **:** Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra

MAE **:** Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage

Nb **:** Nombre

TPN **:** Tôle Plane Noir

LISTE DES UNITES

Ar : Ariary

cm^2 : centimètre carrée

e : épaisseur

fft : forfaitaire

g : gramme

h : heure

h : hauteur

ha : hectare

j : jour

kg : kilogramme

km : kilomètre

km/h : kilomètre par heure

l : litre

l : largeur

L : longueur

m^2 : mètre carre

m^3 : mètre cube

m : mètre

min : minute

mm : millimètre

n : newton

r : rayon

rad : radian

s : seconde

S : surface

t : tonne

tr/min : tour par minute

v **:** volume

LISTE DES SIGLES

° : degré

°C : degré Celsius

% : pourcent

N° : numéro

RESUME

Cette étude concerne la conception d'une planteuse de pomme de terre, l'objectif de ce mémoire consiste d'une part de mettre en place des tubercules dans le sillon avec une profondeur constante et le respect des interlignes, d'autre part a l'augmentation du rendement de travail et de la productivité. Ce mémoire évoque les questions fondamentales posées dans l'introduction. Le mémoire énonce les grandes lignes de la méthode de recherche : méthode de fabrication, méthode de calcul. Ce mémoire après des expériences probantes au moyen des diverses méthodes et analyses argumentées par des chiffres convainquant débouche sur des résultats concluants. Plusieurs expériences empiriques scientifique et système de modélisation de conception peuvent être exécutés pour restituer un prototype comme celle de la nôtre. Après des expériences scientifiques, on a constaté le besoin d'amélioration à faire. Il s'agit de combiner cette machine avec un système d'épandage suivi de l'innovation en intelligence artificiel pour le contrôle d'épandage et la plantation de mise à terre pomme de terre.

Mots clés : Tracteur, Planteuse, Pomme de terre, Engrais.

ABSTRACT

This study concerns the design of a potato planter, the objective of this thesis consists on the one hand of placing tubers in the furrow with a constant depth and respecting the line spacing, on the other hand increased work performance and productivity. This dissertation evokes the fundamental questions posed in the introduction. The thesis outlines the research method: manufacturing method, calculation method. This dissertation after convincing experiments using various methods and analyzes argued by convincing figures leads to conclusive results. Several scientific empirical experiments and design modeling system can be run to render a prototype like ours. After scientific experiments, the need for improvement was found. It is a question of combining this machine with a spreading system followed by innovation in artificial intelligence for the control of spreading and the planting of potato earthing.

Keywords : tractor, potato, planter, fertilizer,

INTRODUCTION GENERALE

La mécanisation est l'un des facteurs les plus importants dans le monde de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche. Elle augmente la capacité de travail de l'homme et réduit la fatigue. Elle accroit la production agricole tout en compensant le coût et voire les réduire. Elle permet une plus grande rapidité dans l'exécution des travaux et offre une opportunité de gain de temps et d'où donc l'obtention de très grandes surfaces cultivables qui permet à parvenir à l'autosuffisance alimentaire dans l'avenir.

A Madagascar, la pomme de terre occupe une place stratégique dans la politique de sécurité alimentaire en tenant la quatrième place derrière le riz, le manioc, et la patate douce et sa culture est devenue habituelle en terme de pratique agricole.

Dans la culture de pomme de terre, on identifie les producteurs en trois classes qui diffèrent en termes de facteurs de production et d'itinéraires techniques utilisées : les grands producteurs, les moyens producteurs et les petits producteurs. Nous visons dans cet ouvrage les petits producteurs qui n'utilisent que des petits matériels agricoles pour faire tous les travaux culturaux.

Néanmoins, ce qu'on constate à Madagascar, c'est que petits producteurs ont subi beaucoup de problèmes depuis la première république dans leur souci de fabriquer des petits matériels agricoles qui ne donnent que peu de rendement de travail et de production.

D'où est- ce que ça viennent les causes racines de problème de ce matériel **?** Cela est due à la course à la technologie de pointe de matériel au niveau mondial également aux travaux pénibles liés aux difficultés d'opérations de la plantation.

Il résulte de cette situation que la construction des petits matériels est exposé à des difficultés sérieuses qui ont déclenché l'augmentation du coût des matériels, la réduction du rendement de travail et de production, perte de temps sur les travaux, la négligence de l'ergonomie sur les matériels, la diminution du pouvoir d'achat.

Par ailleurs, l'analyse général de l'impact des difficultés des matériels qui leur a sévi, se résume sur la réduction de rendement travail et de production, le revenu annuel rendu abaissé, la qualité de production devenu mauvaise, la diminution de l'exportation accrue.

Face à cette situation malgré le blocage qui persiste, certains concepteurs de matériels anticipent des solutions innovantes pour débloquer cette condition comme celle de la planteuse de pomme de terre.

Nonobstant ? les barrières qui se présentent sur la planteuse de pomme de terre depuis, que jusqu'ici on n'a pas pu trouver suffisamment de réponse dans notre pays, nous n'avons pas ménagé nos efforts et c'est pourquoi nous nous intéressons de concevoir « ***une planteuse de pomme de terre*** ».

De façon spécifique, nous articulons notre réflexion autour de deux questions de recherche :

- Comment est-ce qu'on peut accroître le rendement de travail et de production au sens littéral digne de son nom ''planteuse de pomme de terre '' ?
- Comment est-ce qu'on valorise l'ergonomie de la planteuse de pomme de terre afin que les paysans ne subissent pas trop de fatigue quand ils travaillent sur cette dernière ?

Les hypothèses avancées correspondants à chaque question de recherche sont :

- Le respect des interlignes, l'inter-pied, la mise en place des tubercules dans les sillons et la vitesse d'avancement de la machine sont de mise et primordiaux.
- L'installation de marche-pied derrière la planteuse de pomme de terre pour la surveillance du fonctionnement de cette dernière.

L'objectif général de ce mémoire consiste à mettre en place une vision d'augmentation de rendement de travail, de production de pomme de terre et de développement de la filière de cette dernière par sa qualité. Non seulement la mise en place de ce programme, mais l'objectif est de relever le défi sur l'accroissement de l'exportation afin d'amasser beaucoup de devises et sur le développement de valeur ajoutée pour créer des emplois pour les jeunes à leur avenir.

Les objectifs spécifiques proposés en rapport avec chaque question de recherche sont :

- En tant que planteuse de pomme de terre, les trois opérations doivent s'effectuer en un seul passage comme le traçage des sillons, la mise en place des tubercules et le recouvrement
- Grâce aux forces de contrôle d'effort de tracteur, on n'a pas besoin d'aide de tractoriste pour soulever la machine et même pour le déplacement.

Pour atteindre ces objectifs, le présent ouvrage est divisé en trois grandes parties distinctes à travers lesquelles seront développées la revue bibliographique, la méthodologie de recherche, et les résultats et interprétations.

I : REVUES BIBLIOGRAPHIQUES

I : REVUES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA MECANISATION AGRICOLE

Dans ce chapitre I, nous parlons des généralités sur la mécanisation agricole et quelques définitions sur le machinisme agricole.

I.1 Quelques définitions

I.1.1 Mécanisation agricole

La mécanisation agricole est une méthode de culture utilisant des machines pour les travaux agricoles, comme des outillages, des matériels et des équipements motorisés ou non ; fixés ou en mouvement ; en vue d'accroître le rendement du travail de l'homme et diminuer la fatigue. [12]

Elle a pour but d'augmenter le produit agricole, de multiplier la capacité d'œuvre, et réduire le coût de production.

La pratique de la mécanisation agricole permet d'avoir une rapidité de travail agricole. Elle est suivie avec un calendrier cultural et pour éviter les mauvaises conditions climatiques.

I.1.2 Machines agricoles

La machine agricole désigne différentes machines utilisées en agriculture (Moissonneuse-batteuse) ainsi que dans les doctrines politiques, économiques et industrielles visant à développer l'utilisation de cette machines en remplaçant la main d'œuvre. [12]

I.1.3 Matériels et équipements

- ***Matériels*** : C'est l'ensemble des objets de toute nature qui servent à une exploitation agricole.
- ***Equipements*** : Ce sont les matériels nécessaires pour la mise en œuvre des machines ou autre motorisation agricole.

I.1.4 Degrés de la mécanisation agricole

La mécanisation peut se diviser en trois degrés bien définie :

- ***Premier degré*** : L'utilisation des outils manuels

Elle se caractérise par l'utilisation des matériels englobant à la fois l'outil d'utilisation courant dans l'exploitation en demandant l'énergie humaine. [13]

Exemple : la bêche, la fourche, la brouette…

Photo N° 01*:* Premier degré de la mécanisation agricole.

Source : *Cliché de l'Auteur, (Juin 2021)*

- ***Deuxième degré*** : L'utilisation des matériels attelés par des animaux ou bien matériels à traction animale. **[13]**

Exemple : charrue, planteuse de pomme de terre à traction animale ….

Photo N° 02: Deuxième degré de la mécanisation agricole. (Traction animale).

Source : *Cliché de l'Auteur. (Octobre 2019)*

- ***Troisième degré*** : C'est l'utilisation des matériels motorisés. Il se divise en trois étapes bien définies. :
  - **Première étape** : C'est l'utilisation des petits matériels motorisés [13]

Exemple : motoculteur, motofaucheuse, repiqueuse, …

Photo N° 03: Première étape du troisième degré (Mini-motorisé).

Source : *Cliché de l'Auteur. Travaux pratique L3 (Mai 2018)*

- **Deuxième étape** : C'est l'utilisation des moyens matériels motorisés [13]

  Exemple : le tracteur

Photo N° 04 : Deuxième étape du troisième degré. (Moyen motorisé).

Source : *Cliché de l'Auteur. Travaux pratique L3 (Mai 2018)*

- **Troisième étape** : C'est l'utilisation des matériels à grande puissance ou grosse machine motorisée et automatisation. **[13]**

  Exemple : la moissonneuse batteuse, pelle hydraulique, bulldozer, …

Photo N° 05 : Troisième étape du troisième degré. (Grosse motorisation).

Source : *Cliché de l'Auteur. Travaux pratique L3 (Mai 2018)*

I.1.5 Finalité de la mécanisation

La mécanisation cherche, par l'introduction d'outils ou de machines conçues par l'homme, à atteindre les buts ci-après : [12]

- ✓ Augmenter la capacité de travail de l'homme et réduire la fatigue,
- ✓ Accroitre le rendement de travail
- ✓ Augmenter la production.

I.1.6 Conclusion partielle

Nous pouvons tirer à partir de cette conclusion partielle que la mécanisation agricole tient une place importante dans l'agriculture. En effet, tous ces matériels de la mécanisation (tracteur) et d'équipements agricoles contribue beaucoup à la mise en augmentation de rendement de travail et de la production agricole, afin de parvenir à l'autosuffisance alimentaire.

CHAPITRE II : GENERALITES SUR LA POMME DE TERRE

Actuellement, le présent chapitre nous montre les généralités et les caractéristiques de la pomme de terre

II.1 Généralités

La pomme de terre ou ‘’SOLANUM TUBEROSUM’’ est une famille de ‘’solanacées’’ comme la tomate, les aubergines. C’est un légume à racine ou bien tubercule.

Originaires des Andes, la pomme de terre a été introduite à Madagascar ou elle fait la renommée du Vakinankaratra. Plus de 90% de la production nationale proviennent des Hauts Plateaux. La pomme de terre est considérée comme un légume au même titre que la carotte dans l’habitude alimentaire des populations Malagasy. Elle est consommée bouillie, fritte ou grillée sous la cendre. Les écarts de triage sont donnés aux animaux. [10]

II.2 La place de la pomme de terre dans la vie économique

La pomme de terre est une culture avantageuse pour les paysans. Non seulement, elle contribue à l’amélioration du niveau de vie mais constitue également un complément alimentaire de l’homme et du cheptel.

II.2.1 L’alimentation humaine

La pomme de terre peut être utilisée à la fois comme alimentation humaine et animale. Il se trouve en deuxième position après le riz en tant qu’aliment de base des ménages Malagasy. Pour les zones productrices comme Vakinankaratra, la pomme de terre constitue un aliment de substitution du riz notamment en période de soudure. En effet, elle peut servir d’aliment de base pendant la période de soudure des paysans ou d’aliment d’appoint en milieu urbain. Le tubercule peut être mangé cuit sous diverses culinaires, telles que les chips, frites, pomme de terre appertisée et stérilisée, ou en poudre et flacons destinés à la confection de purées à la fabrication de sauces, conservés… **[02]**

II.2.2 L’alimentation animale

Actuellement l’élevage prend une place importante dans la région du Vakinankaratra surtout l’élevage des vaches laitières et des porcins. L’élevage est lié à la filière pomme de terre parce que les tubercules également sous firme d’ensilage ou peuvent être conservés par une fermentation acide dans des silos. Ainsi la pomme de terre constitue un aliment complémentaire du cheptel.

Les pomme de terre crues sont excellente source d'énergie pour les ruminants (bovins et ovins), mais elles ont une faible valeur alimentaire pour les porcs à cause de la présence de facteurs antinutritionnels et de la mauvaise digestibilité de la fécule. Les pommes de terre cuites constituent une bonne source d'énergie pour les porcs, mais il est généralement plus économique de servir directement les pommes de terre crue aux animaux. [03]

II.2.3 Apport nutritif de la pomme de terre

La pomme de terre est un aliments énergétique, plastique, sain, nourrissant et très digeste. C'est un légume source de sucres lents sous forme d'amidon très digestible, possédant un index glycémique (IG) modéré (IG = 81), comparé en protides, très pauvre en lipide et sa valeur calorique demeure faible par rapport aux autres aliments amylacés. Les protides du tubercule sont bien pourvus d'acides aminés indispensables et d'acides aminés fibres dont les protéines ont une valeur biologique comparable à celle de l'œuf.

La pomme de terre est particulièrement riche en vitamine C, bien pourvue en vitamines du groupe B et E, elle contribue efficacement à la couverture des besoins en magnésium (Mg), potassium (K) et en fer (Fe). Elle contient aussi une quantité notable et fibres et c'est un aliment basique adapté à tous les âges : enfants, adolescents, adultes, femmes enceintes. [07]

Remarque : Dans les tubercules, on note la présence de solanine en très faible quantité, mais dans la pomme de terre germée ou verdie, la teneur peut atteindre 0,02 %. La consommation de ces tubercules plus riches en solanine entraine des intoxications gastroentérites ou des vomissements. La teneur en vitamines C est très élevée (45mg/100g) dans des tubercules frais.

II.3 Les variétés

Il existe plusieurs variétés de pomme de terre sélectionnées pour des utilisations plus ou moins précises et spécifiques. A Madagascar, il existe des variétés locales mais il est recommandé de n'utiliser que les variétés améliorées comme suivante [10] :

Tableau N° 01 : Quelques différentes variétés de pomme de terre

Variétés	Cycle(j)	Rendement	Caractères			Résistance		Stockage	Utilisation
			Couleur chair	Couleur peau	Profondeur D'œil	Flétrissement	Mildiou		
Diamondra	110-120	15-20	Jaune	Jaune	Peu profond	Bonne	Bonne	Bon	Cuite
Maharevo	115-125	15-20	Jaune	Rose	Peu profond	Moyenne	Moyenne	Bon	Cuite, frite
Spunta	100-110	15-40	Jaune	Jaune	Superficielle	Moyenne	Moyenne	Très bon	Cuite, frite
Pota	110-125	15-20	Blanche	Blanche	Peu profond	Moyenne	Moyenne	Moyen	Cuite
Meva	90-105	15-30	Blanche	Blanche	Superficielle	Moyenne	Moyenne	Bon	Cuite, frite
Mailaka	85-95	15-30	Blanche	Blanche	Superficielle	Moyenne	Moyenne	Bon	Cuite

Source : HENK Baarveld R

Le tableau ci-dessus nous montre les différentes variétés de pomme de terre et leurs caractéristiques.

II.4 Conditions culturales

II.4.1 Besoin en sol

C'est une plante exigeante qui demande des terres profondes, saines, riches et bien drainées, toujours fraiches. Elle pousse bien en terres sableuse, franches ou humifères. Elle préfère les terres à pH acide de 6 à 6,5. [13]

II.4.2 Besoin en eau

Les exigences hydriques de la pomme de terre sont élevées et il faut prévoir des irrigations. La pomme de terre a besoin d'une alimentation en eau suffisante et régulière de 5 000 à 8 000 m^3 par hectare sur tout un cycle mais les besoins ne sont pas uniformes [06] :

- 20 % : pour assurer la croissance des tiges et des feuilles (1^{ere} mois) ;
- 70 % : pour assurer la germination et la croissance de tubercule ;
- 10 % : en phase de maturation.

II.4.3 Lumière et température

Lumière : La pomme de terre est une plante de lumière. La formation de fécule est directement influencée par la luminosité. Donc éviter les ombrages.

Température : Bien que la pomme de terre soit originellement une plante tempérée, grâce à la sélection variétale moderne, on la retrouve pratiquement sous toutes les latitudes. Elle résiste bien au froid et à la sècheresse. L'optimum de croissance se situe à 15-25°C.

II.4.4 Zones favorables

La pomme de terre est surtout cultivée sur les Hauts Plateaux, dans les régions du VAKINANKARATRA, du Betsileo et d'Imerina [10].

II.5 Physiologie de la pomme de terre

La pomme de terre a un cycle végétatif de quatre phases :

- La phase de dormance ou repos végétatifs
- La germination
- La phase de croissance
- La tubérisation

II.5.1 Phase de dormance ou repos végétatifs

Le tubercule n'est pas seulement un organe de réserve, c'est aussi un organe qui sert à la multiplication végétative, cette dernière se déroule en cinq étapes : la dormance, la germination, la croissance ; la tubérisation et la maturation.

II.5.2 Germination

A la fin du repos végétatif, le germe entre en croissance s'il Il n'y a pas de dormance induite par les conditions du milieu. On dénomme stade d'incubation, le stade de tubérisation des germes, et période d'incubation, le temps s'écoulant entre le départ de la germination et la formation des nouvelles ébauches du tubercule par les germes.

II.5.3 Croissance

Elle débute au cours de la conservation, les tubercules émettent des germes, capables de former de nouveaux tubercules. Après la plantation, la germination est le reflet de cette évolution totale, passe à travers trois phases :

- **Phase de croissance lente** : il ne pousse en générale qu'un seul germe au sommet du tubercule. Ce germe inhibe la germination d'autre germe, c'est ce qu'on appelle la dominance apicale.
- **Phase de croissance active** : la vitesse de croissance pendant cette phase, est maximale, presque tous les yeux sont sollicités. Les germes poussent et pouvant atteindre 3cm de haut.
- **Phase de croissance ralentie** : marquée par la fin de la croissance des germes, la vitesse de croissance diminue puis s'annule quand la phase d'incubation est atteinte.

II.5.4 Tubérisation

Le feuillage élabore une substance de la tubérisation. La croissance de la plante se ralentit au profit du gonflement des tubercules. On doit récolter la pomme de terre 10 jours après le défanage **[09]**.

Cette opération renforce la peau et permet un stockage plus durable de la pomme de terre.

- **Maturation des tubercules**

Elle se caractérise par la sénescence de la plante, par la chute des feuilles ainsi que l'affaiblissement du système racinaire et les tubercules atteignent leur maximum de développement.

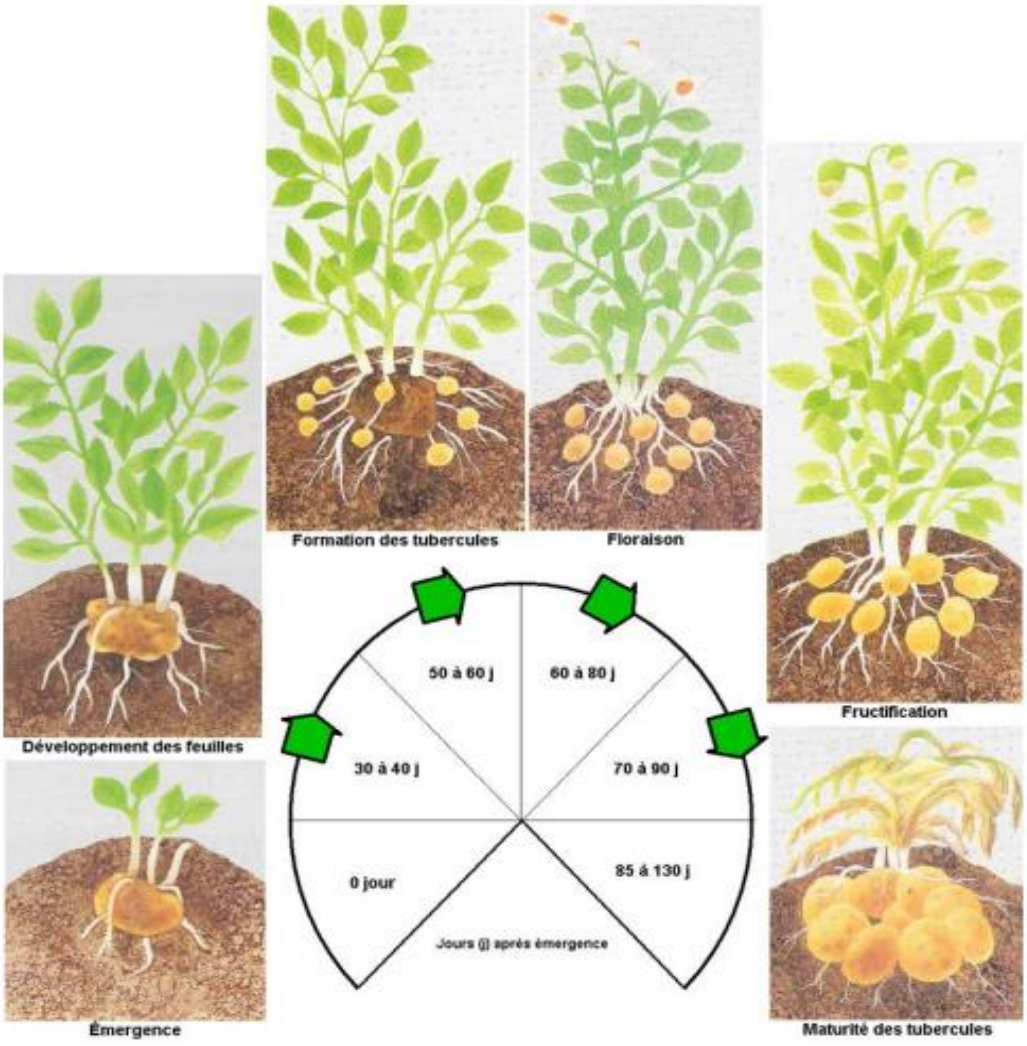


Figure N°1 : Cycle de vie de la pomme de terre. (SOLTNER, 2005).

II.6 Techniques culturales

La culture de pomme de terre peut se faire 3 fois pendant l'année [10] :

- Culture de saison
- Culture intersaison
- Culture de contre-saison

Tableau N° 02 : Calendrier culturale sur la culture de pomme de terre.

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Culture de saison										→	→	
Culture intersaison	→	→										
Culture de contre saison							→	→				

Ce présent tableau nous exprime le calendrier cultural de pomme de terre avec les saisons dans une année. Expose

II.7 Processus de production de la pomme de terre

II.7.1 Rotation culturale

- Après les légumineuses, cultures maraichères ;
- Ne pas cultiver des cultures de la même famille.

Buts :

- La pomme de terre peut profiter des résidus de fumure des cultures précédentes ;
- Les cultures d'une même famille sont atteintes par les même maladies et insectes ;
- Pour éviter la prolifération des maladies et insectes.

II.7.2 Choix de terrain

- La pomme de terre n'a pas d'exigence particulière et s'adapte à tous les sols, mais préfère les sols profonds, légers et fertiles ;
- S'il s'agit d'une culture de contre saison sur rizière, elle préfère les sols pas trop argileux ;
- Planter en courbe de niveau sur des sols en pente **[09].**

Buts :

- Pour faciliter le buttage ;
- Pour éviter l'érosion.

II.7.3 Préparation du sol

Labour : C'est le découpage horizontal et vertical d'une bande de terre suivi de retournement de celle-ci.

Un labour profond de 30 à 40 cm est nécessaire et un émottage fin est souhaitable afin de permettre un bon développement racinaire et un buttage facile. Il doit se faire un mois avant les travaux de semis [05].

Buts :

- En favorisent le développement des cultures
- En aérant le sol pour le rendre plus perméable à l'air et à l'eau
- En rendant le sol meuble pour une pénétration des racines
- En enfouissant la matière organique : fumier, mauvaises herbes, résidus de culture

Photo N° 06 : La préparation du sol.

Source : *Cliché de l'Auteur, (Juin 2021)*

II.7.4 Fertilisation [06]

- Fumier organique : 5-10T/ ha pour sols volcaniques, 10-20T/ha pour les autres sols ;
- Dolomie : 250kg/ ha ;
- Fumure minérale : NPK 11-22-16 : 300 à 400 kg/ha ;
- Urée : 100 kg/ha à apporter en 2 fois lors des buttages.

But :

- Pour restituer au sol les éléments minéraux exportés par la culture précédente ;
- La fumure organique améliore la structure du sol ;
- Apport d'éléments minéraux immédiatement assimilés par la plante ;
- Favorise le développement des tiges, des feuilles et des stolons.

Photo N° 07 : La fertilisation.

Source : *Cliché de l'Auteur, (Juin 2021)*

II.7.5 Plantation

Les tubercules seront disposés en rangs, espacés de 60 à 70 cm et placés tous les 25 à 30 cm sur le rang, à 10 cm de profondeur, utilisant des tubercules germés de 28-35 mm, un hectare de culture nécessite environ 2000 à 2400 kg de semence **[09].** Le buttage est respectivement réalisé en une étape lors de la plantation ou en deux étapes espacées de 10 à 15 jours **[06].**

a. Caractéristique de la plantation

- Distance entre les tubercules : 25 – 30 cm
- Distance entre les lignes : 60 – 70 cm
- Profondeur de plantation : Environ 7 - 10 cm par rapport au sommet de la butte
- Hauteur de billon : 20 cm

b. Densité de plantation

La densité d'une culture de pomme de terre n'est autre que le nombre de tiges/m^2. Pour une bonne occupation du sol, 15 – 20 tige/m2 parait optimal. Un plant de calibre 35 – 55 mm pré germé produit approximativement 5 à 6 tiges principales. Généralement, on place 4plants/m2. Avec une distance de 70 cm entre lignes et 30 cm entre plants, on a besoin de 2000 à 2500 kg de semences par hectare.

Photo N° 08: Mode de plantation de pomme de terre.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Juin 2021)*

But :

- Pour uniformiser la croissance des plantes ;
- Pour faciliter le drainage, l'irrigation et le développement des tubercules ;
- Pour faciliter le buttage ;
- Pour faciliter les entretiens culturaux.

c. Profondeur de plantation

Pour obtenir une culture homogène, les tubercules doivent être plantés à une profondeur uniforme. La profondeur de plantation dépend du type de sol, des conditions climatiques et de l'âge physiologique des plants. La plantation superficielle est préférée dans un sol lourd et humide, ou les tubercules mères risquent de s'épuiser avant que les germes puissent atteindre la surface du sol. Inversement, pour les sols a texture légère ou les risques de dessèchement sont à craindre, une plantation profonde est conseillée à 10 cm environ. [09]

II.7.6 Recouvrement

Le recouvrement est une opération très importante pour la culture de pomme de terre car il assure la croissance de la plante.

Photo N° 09 : Le recouvrement.

Source : *Cliché de l'Auteur (Juin 2021)*

II.7.7 Travaux d'entretien

Les travaux d'entretien de culture s'effectuent toujours après le semis, en cours de végétation pour favoriser la croissance de plante [08]. Dans le cas de la pomme de terre, les travaux d'entretien peuvent être classifiés comme suit : l'arrosage, le buttage, le sarclage, le traitement contre les maladies et les ravageurs et le défanage.

But :

- Limiter les pertes d'eau et la transmission des maladies
- Renforcer la terre autour du pied de la plante
- Assurer l'initiation et le développement des racines et des stolons
- Eviter les tubercules contre les maladies et les ravageurs.

Photo N° 10 : L'entretien des cultures.

Source : *Cliché de l'Auteur, (Aout 2021)*

II.7.8 Récoltes

Elle se fait après le défanage. Elle consiste à détruire le billon pour récupérer les tubercules. Il faut récolter d'abord les plants sains. Si un tubercule malade est observé, toutes les récoltes issues

de la plante sont éliminées du lot et se ramasse à la fin, ces tubercules sont éliminés pour les semences [06].

- Il faut récolter plante par plante.
- Eviter d'utiliser les outils tranchants risquant de blesser les tubercules.
- Eviter de récolter dans les pluies car cela favorise les pourritures.

Photo N° 11 : La récolte.

Source : *Cliché de l'Auteur, (Septembre 2021)*

II.8 Conclusion partielle

Si l'on retrace ce qu'on a abordé dans ce deuxième chapitre, les généralités de la pomme de terre se conclut pratiquement sur l'agronomie en pomme de terre, l'ensemble des connaissances scientifiques relative à l'agriculture.

CHAPITRE III : GENERALITES SUR LA PLANTEUSE

Ce présent chapitre III traite uniquement les généralités sur les planteuses de la pomme de terre que ce soit planteuse manuelle ou motorisée.

III.1 Historique et origine de la planteuse

La première planteuse est apparue en Mésopotamie puis en Chine. Avant l'apparition de ce matériel, les travaux de plantation de pomme de terre étaient effectués manuellement. A cette époque, la planteuse est devenue avancée et sophistiquée, mais la technologie de base reste la même. Cette invention a révolutionné les travaux de plantation des tubercules et a permis d'augmenter considérablement la productivité en filière de pomme de terre.

III.2 Définition de la planteuse

La planteuse de pomme de terre est une machine destiné pour la plantation en ligne des tubercules de pomme de terre à une profondeur réglable et avec certaine densité à la norme de semis précis par des organes de distributeur. Les planteuses peuvent être différentes selon les marques mais généralement elles ont la même composition.

III.3 Rôle de la planteuse

Une plantation correcte, condition indispensable à la réussite d'une expérience en plein champ, peut être réalisée au moyen de la planteuse pour la mise en place un à un des tubercules et en ligne. Les planteuses accomplissent quatre fonctions principales pendant la plantation :

- ✓ L'ouverture des sillons ;
- ✓ La distribution des tubercules ;
- ✓ La mise en place des tubercules :
- ✓ Le recouvrement des tubercules.

III.3.1 Ouverture des sillons

Le taux de germination est meilleur chez la majeure partie des tubercules lorsqu'elles sont enfouies à une profondeur adéquate. La planteuse a besoin d'un mécanisme qui permet d'ouvrir le sol.

III.3.2 Distribution des tubercules

A la fin d'un rendement optimal, la planteuse doit être en mesure de contrôler le débit de distribution qui est équivaut :

- Au nombre des tubercules par hectare ;
- Au nombre de kilogramme des tubercules par hectare.

III.3.3 Mise en place des tubercules

Pour une germination et un rendement optimal, les planteuses doivent garantir :

- ✓ Une profondeur de plantation convenable ;
- ✓ Un bon écartement et précis entre les semences des tubercules.

III.3.4 Recouvrement des tubercules

La planteuse recouvre les tubercules à l'aide du système de recouvrement. Sur certaine planteuse, cette opération est effectuée à l'aide du disque ou rouleau.

III.4 Différents méthode de plantation

D'après la recherche que nous avons faite, il n'y en a que trois méthodes pratiquées pour la plantation de la pomme de terre :

- **La première méthode,** consiste à faire la plantation manuellement à l'aide d'une bêche pour tracer les sillons.

***Mode de fonctionnement* :**

Après les étapes de préparation du sol, on trace des sillons pour servir de lit pour la semence de tubercule, ensuite, on passe par le procédé de la mise en place un à un des tubercules qui se fait par la main en respectant la distance entre les plantes. Enfin, on recouvre à l'aide d'une bêche.

Cette méthode est toujours pratiquée de nos jours mais elle entraîne beaucoup de dépense et demande beaucoup de temps.

- **La deuxième méthode**, elle consiste à faire la plantation à l'aide d'une planteuse à traction animal, cette méthode réduit les pertes pour les petites surfaces et efficace.

***Mode de fonctionnement* :**

L'installation du harnais et de l'attelage :

L'installation du harnais c'est l'installation du Jouguet à l'animal, tandis que l'attelage c'est d'assurer la liaison de l'animal avec la planteuse.

Le travail avec l'animal c'est de conduire l'animal jusqu'au champ et faire le travail désiré. Cette planteuse de pomme de terre est actionnée par la force d'un animal.

Mis en mouvement par les roues d'entrainement, l'axe principal qui tient le premier pignon tourne le deuxième axe sur le distributeur qui porte le deuxième pignon à l'aide d'une chaîne de transmission.

Le tapis roulant du distributeur reçoit les tubercules venant de la vanne de sortie de la trémie, les amène vers la tube de descente et les met sur le sillon tracé par le soc, avant d'être recouverts par le buttoir qui joue le rôle de système de recouvrement et mettre la culture en billon.

Dans le virage, il faut mettre la vanne d'arrêt au fond de la trémie pour stopper la descente des tubercules.

- **La troisième méthode** consiste à faire la plantation avec des matériels semi sophistiqué attelé par des motoculteur ou tracteur ou autre…

Pour cette dernière méthode, toute les principes sont les mêmes car le but est de tracer le sillon, mise en place des tubercules et le recouvrement.

III.5 Justification du choix

D'après l'étude que nous avons faite suivie des enquêtes auprès des paysans, nous avons su que ces deux méthodes ci-après présentent les inconvénients à savoir :

III.5.1 Perte de temps

Cette perte est très considérable sur la première méthode : pendant la plantation, la distance des interlignes n'est pas bien respectée car la plantation se fait à la main alors que la précision de ces derniers joue un très grand rôle aux développements des plantes culturales.

III.5.2 Inconvénient du rendement

Sur la deuxième méthode, la plantation répond aux exigences techniques pour la plantation de pomme de terre mais pour les exploitations à grande échelles, la lenteur du travail pose un problème.

III.5.3 Lenteur de la plantation

Les deux premières méthodes sont lentes car il faut en moyenne trois groupes d'ouvrier sur la première méthode, par contre, un seul ouvrier pour faire la plantation avec la planteuse à traction animal, cela demande beaucoup de temps.

III.5.4 Coût des matériels sophistiquées

Les matériels sophistiqués sont très efficaces en mode de plantation mais ils coutent très cher. Alors pour réduire les pertes, pour gagner le maximum de temps, pour éviter la fatigue, nous avons décidé de concevoir et de réaliser un matériel de plantation de pomme de terre a deux rangées tractés par un mini-tracteur.

III.6 Conclusion partielle

Dans ce chapitre III, si l'on conclut les généralités, on a constaté que la planteuse contribue beaucoup aux besoins essentiels des paysans pour qu'ils puissent assurer leur survie.

CHAPITRE IV : CADRE DE L'ETUDE

Ce chapitre discute de la zone d'étude plus précisément de la région Vakinankaratra en vue de la mise en application de la méthodologie.

IV.1.1 Cadre de l'étude

Madagascar est un pays à vocation agricole car la majorité de la population sont des paysans. Chaque région a ses propres spécificités en production agricole. C'est pour cela que cette étude a été menée dans la région la plus productive de la pomme de terre afin de valoriser la production en chaque saison. [05]

IV.1.2 Objectifs

Cette étude a été bien menée afin de concevoir une planteuse de pomme de terre très rentable pour la mise en place des tubercules. C'est dans le but de réduire les pertes très importantes comme le temps. Cela motive les paysans à produire plus et d'augmenter la surface d'exploitation. Il y a aussi la phase d'essai pour la vérification pour que la réalisation de cette machine soit rentable. [01]

IV.1.3 Zone d'études

Après avoir analysé la région la plus productive de la pomme de terre, la région du Vakinankaratra est l'une des plus intéressantes suites à ses productions variées. Suite à ses caractéristiques spécifiques, tant agro-pédologique que climatologique**.** [01]

IV.1.4 Présentation générale

La Région du Vakinankaratra est constituée de cinq Sous-préfectures, à savoir : Antsirabe-I, Antsirabe-II, Betafo, Antanifotsy et Faratsiho. [03]

Le tableau suivant montre les différentes communes constituant les sous-préfectures du Vakinankaratra.

Tableau N° 03 : Différentes communes constituant les sous-préfectures du Vakinankaratra

Sous préfectures	Communes
ANTANIFOTSY	Antanifotsy ; Ambatolahy ; Ambatomitady ; Ambohimandroso ; Antsahalava ; Ampitatafika ; Ambatotsipihina ; Ambohitompoina.
FARATSIHO	Faratsiho; Antsapanimahazo ; Ramainandro ; Vinaninony-Atsimo ; Vinaninony-Avaratra ; Ambohiborona ; Miandrarivo ; Ambano ; Antanimandry ; Mangarano ; Alakamisy.
ANTSIRABE I	Antsirabe centre-ville
ANTSIRABE II	Andranomanelatra ; Ambohimiravo ; Alakamisy-Ambohidranandriana ; Ambohitsimanova ; Manandona ; Vinanikarena ; Sahanivotry ; Alakamisy-Ibity ; Ambohibary ; Mandrosohasina ; Antsoantany ; Antanambao ; Soanindrariny ; Ambatomena Tsarahonenana ;
BETAFO	Betafo ; Antsoro ; Tritriva ; Alakamisy-anativato ; Mandritsara ; Ambatomikolahy ; Mahaiza ; Alarobia-bemaha ; Ambohimanambola ;; Soavina ; Ambohimasina ; Ankazomiriotra ; Inanantona ; Fidirana ; Vasiana ; Anjomandramartinina.

***Source* :** *Préfecture d'Antsirabe, Mai 2004*

Le tableau ci-dessus nous annonce les communes qui constitue la région du Vakinankaratra.

IV.1.5 Localisation

Les Hautes-Terres du Vakinankaratra sont situées à la fois au cœur d'un bassin de production rizicole et au cœur du « triangle laitier », première zone de production du pays. Vakinankaratra, sa capitale Antsirabe, s'est orientée dans le passé vers la production de cultures vivrières, mais est devenue une région fortement agricole et agro-industrielle du fait de l'implantation d'industries agroalimentaires telles que la brasserie STAR en 1949 ou l'ancienne laiterie TIKO. La région est reliée à la capitale Antananarivo par une route nationale, la RN7. **[10]**

IV.1.6 Milieu humain

La région du Vakinankaratra est le point de rencontre des ethnies Merina d'Antananarivo, Betsileo de Fianarantsoa et Bara du Sud-Ouest. Les habitants nommés « Vakinankaratra » sont dus au croisement de ces ethnies. **[03]**

IV.1.7 Relief

La Région du Vakinankaratra s'étend sur une superficie de 17.496 Km². Elle fait partie des hautes terres. Son relief se distingue par une altitude un peu élevée et elle est dominée par des sols volcaniques comprenant plusieurs bassins aménagés : Ambohibary et Faratsiho. **[03]**

Cette région s'identifie aussi à trois ensembles naturels :

- Le Centre est caractérisé par le massif volcanique de l'Ankaratra où se trouve la plus haute altitude de la Province d'Antananarivo qui culmine à 2 644 mètres, le Tsiafajavona ;
- Au Sud, l'Ankaratra provoque dans la partie occidentale une série d'effondrements favorisant la formation de dépressions à fond alluvial et présentant de nombreux cratères et lacs. La zone méridionale, dominée par la chaîne de l'Ibity est constituée d'une succession de petites cuvettes au sol sableux, jonché de blocs de quartzite de toute taille ;
- Le Moyen Ouest du Vakinankaratra est constitué par la pénéplaine de Mandoto-Ramaritina et où l'altitude s'abaisse jusqu'à 1 000 m.

IV.1.8 Géologie

La géologie de la Région du Vakinankaratra, est généralement constituée de volcanisme néogène à quaternaire de l'Ankaratra et de série de schisto-quartzo-calcaire du Sud. **[03]**

Dont les formations suivantes :

- Les massifs quartziques qui sont les roches sédimentaires (sables) ayant subi une Métamorphisation.
- Les massifs granitiques, généralement dispersés sur la bordure occidentale du massif volcanique de l'Ankaratra dans l'Ouest et dans le Sud, le relief sur socle à sol ferralitique squelettique.
- Les cuvettes : Les cuvettes lacustres sont dues à des activités volcaniques : des coulées de lave ayant obturé des vallées et engendrant ainsi des lacs. Certaines cuvettes étaient autrefois reliées entre elles.

IV.1.9 Climat

L'année comporte trois saisons bien distinctes :

- Une saison pluvieuse et moyennement chaude, de Novembre à Mars ;
- Une saison fraîche et relativement sèche de Mai à Septembre ;
- Une saison fraîche et relativement froide d'Avril en Octobre.

Le climat est caractérisé par des températures et des pluviométries présentées qui suivent, et dont les données ont été tirées de la Direction de la Météorologie et de l'Hydrologie d'Antananarivo -Ampandrianomby.

- ***Pluviométrie***

Dans la région de Vakinankaratra, les mesures étant effectuées pendant des périodes différentes pour la plupart des stations, les données disponibles ne sont pas les mêmes. La moyenne des pluies annuelles serait ainsi, à titre indicatif, de 1505 mm en 109 jours. La quantité des précipitations est alors probablement importante avec un maximum de 1 952 mm dans 122 jours à Faratsiho, et un minimum de 1 335 mm en 116 j à Antanifotsy. Aucun mois n'est sec, sauf le Moyen Ouest de Vakinankaratra. **[03]**

- ***Température***

La région de Vakinankaratra fait partie du régime climatique tropical d'altitude, supérieure à 900 mètres. Elle est caractérisée par une température moyenne annuelle inférieure ou égale à 20°C. Dans les parties élevées de l'Est et du Centre, les températures moyennes se situent autour de 13 °C, la sous-préfecture d'Antanifotsy ayant une moyenne de 13°C avec de maxima de 25°C et de minima de 1°C. Par contre, dans le Moyen Ouest, la sous- préfecture de Betafo enregistre une moyenne annuelle de température de 21°C avec de maxima de 30°C et de minima de 10°C. **[03]**

Les températures ne présentent pas trop de risque pour les diverses spéculations agricoles, sauf dans les hautes altitudes où quelques dégâts de gel sont enregistrés une année sur cinq. La carte thermique de la région indique les variations de température moyennes annuelles.

- ***Type du sol***

Le topo séquence la plus fréquente dans la région inclut :

Les bas-fonds, cuvettes fertiles, réservées aux rizières pendant la saison humide, suivi en saison sèche par de l'orge, du blé, des cultures maraîchères ou des cultures fourragères tempérées. Un système d'irrigation plus ou moins maîtrisé permettant un apport en eau ;

- Les « BAIBOHO », plaines et versants colluvion, fertiles par l'apport d'éléments en provenance des « TANETY ». Leur capacité de rétention en eau et de restitution hydrique offre la possibilité d'y implanter des cultures en saison sèche.
- Les « TANETY » collines peu fertiles, fortement dénaturées et peu humifères où peuvent être cultivés toute l'année des fourrages tropicaux semi-pérennes (PENNISETUM PURPUREUM ou 'KIZOZI'), ou en saison de pluies des associations de culture (maïs-haricot, manioc, taro, taro sauvage, pomme de terre, patate douce, soja, arachide, etc…) parfois suivi par du maïs ou de l'avoine. **[03]**

IV.1.10 Activités économiques

Les 85% de la population de la région du Vakinankaratra vivent en milieu rural, l'agriculture et l'élevage constituent leurs activités économiques principales. La culture de céréales occupe une place importante dans la région, on y trouve aussi des cultures de tubercules comme celles des pommes de terre, patates douces, manioc, ….

L'élevage bovin est très important dans la région, non seulement au point de vue de la traction animale mais surtout dans la production laitière. On y pratique aussi l'élevage des volailles. La majorité des paysans associe l'agriculture et l'élevage. **[03]**

IV.1.11 Conclusion partielle

Si l'on tire la conclusion sur ce chapitre IV, la rédaction de cet ouvrage n'a pas eu lieu sans le cadre de l'étude, en effet ce dernier permet à la réalisation de la méthodologie en l'occurrence le laboratoire qui contribue à l'aboutissement de la recherche.

Ayant terminé la première partie du sujet nous allons maintenant passer à la deuxième partie.

II : METHODOLOGIE DE RECHERCHE

II : METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Dans ce chapitre, nous abordons la question de la méthodologie de recherche afin de réaliser cette ouvrage et la réalisation de la planteuse de pomme de terre.

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES

Voici les matériels et les méthodes que nous adoptons en vue de la préparation de cette recherche.

I.1 Matériels utilisés

I.1.1 Matériels de rédaction

L'ordinateur est le principal matériel de rédaction de ce travail comme la création du dessin technique sur le logiciel AUTOCAD. Il y a aussi des cahiers avec les stylos pour prendre les notes.

I.1.2 Matériels de conception

Pour la réalisation de la planteuse de pomme de terre, nous avons comme matériels :

- **Tôle plane**

La tôle est une fine feuille de métal obtenue par laminage. On distingue les tôles fines (<3mm) ou forte (>3mm) suivant leurs épaisseurs. **[11]**

La tôle a de très nombreuses applications comme fabrication de certaines pièces industrielles. Dans notre cas, on a utilisé la tôle de 0,12mm d'épaisseur pour la formation de la trémie des intrants de la semence de pomme de terre et 0,6mm pour la tube descente.

- **Tube en fer**

Il sert de cadre pour toute la construction, il maintient en place toute la structure de la machine à concevoir **[11]**. Ainsi il est un matériel de fabrication primordiale pour tous les concepteurs des machines. Pour notre machine de planteuse, nous avons utilisé le tube carre de 40x40 pour le bâti, le cadre, le support des traceurs et les recouvrements, 80mm x 80mm pour la barre de traction.

- **Fer plat**

Il est utilisé pour former quelques pièces sur notre planteuse, en utilisant le fer plat (40x3) pour la roue d'entrainement, fer plat de 15mm pour le 3eme point d'attelage ainsi que 3 mm pour le soc et le système de recouvrement.

- **Boulons de fixation**

Un boulon est un organe d'assemblage constitué d'une vis a filetage uniforme et extrémité plate et un écrou. On l'emploie pour la fixation des paliers du roulement, le support du soc et le système de recouvrement ainsi le tendeur de la chaîne et de la trémie. Les boulons sont parmi les pièces qui facilitent le démontage et le montage de tous les matériels.

- **Pignons et chaine de transmission**

Un pignon est une pièce simple, c'est-à-dire un dispositif de mécanique élémentaire qui sert à la transmission du mouvement. Le pignon est utilisé avec une chaîne de transmission. Pour le cas de notre planteuse, il existe de 6 pignons et de trois chaines de transmission.

I.2 Méthodes de rédaction

Nous avons orienté nos recherches la mise en place de quelques méthodes qui nous permettent d'aboutir aux résultats souhaités : méthodes de collecte de données, méthode de fabrication comme méthode de mesurage, méthode de traçage, méthode de découpage …méthode des dimensionnements.

Pour en arriver là, il nous a donc paru impérative de procéder à une recherche approfondie sur les composants de cet équipement.

I.2.1 Méthodes de collecte de données

Pour bien mener cette étude, l'enquête auprès des personnes ressources est indispensable. Elle s'est déroulée au CEFFEL ANDRANOBE et quelques agriculteurs dans notre milieu d'étude. Nous nous sommes entretenus avec le chef de département exploitation et certains ouvriers.

I.2.2 Recherche bibliographique

Nous avons fait des recherches des documents concernant la culture de pomme de terre, la généralité de la planteuse, et la mécanisation agricole dans quelque site de documentation comme :

- Bibliothèque de CFFAMMA ;
- Cite Antsirabe ;
- Les cours théoriques ;
- Site internet : C'est une recherche essentielle pour compléter à jour les informations et les connaissances pour la bonne rédaction de notre mémoire.

I.2.3 Descente sur terrain

Nous avons effectué des différentes opérations pour la fabrication de notre planteuse de pomme terre. La descente sur terrain aussi nous a permis :

- Elargir nos connaissances et de fournir des expériences ;
- Observer et de suivre les différentes manipulations des machines-outils.

I.2.4 Enquêtes

Le but de notre enquête est d'avoir plus des renseignements sur l'opération de la culture de pomme de terre et aussi de connaitre leur problème sur la plantation. Ils utilisent les mains et les outils manuels pour la mise en place des tubercules de la pomme de terre.

CHAPITRE II : CONCEPTION

C'est l'opération primordiale qui consiste à dessiner et à dimensionner toutes les pièces qui constituent la machine, ici on parle de la planteuse de pomme de terre. En générale la conception a besoin d'un bureau d'étude mais dans notre cas nous l'avons faite nous-même.

Le principe de base consiste de mettre un à un la semence de tubercules de pomme de terre dans le sillon tracé par le soc. Pour cela le fonctionnement de la machine doit être précis pour respecter les interlignes de chaque plante.

Pour notre machine, il effectue en même temps deux rangées ou planteuse de deux lignes.

II.1 Analyse fonctionnelle de la machine

Ce chapitre I nous relate l'analyse fonctionnelle de la machine en vue de l'établissement de sa faisabilité.

L'analyse fonctionnelle est très nécessaire avant d'entrer dans la conception d'un matériel ou d'une machine, donc, pour pouvoir fabriquer la planteuse de pomme de terre, il faut faire une l'analyse fonctionnelle, qui se base sur trois types de fonction :

- Fonction principale,
- Fonction contrainte,
- Fonction complémentaire.

II.1.1 Fonction principale

Comme son nom l'indique, c'est la fonction qui satisfait le besoin. Elle assure la prestation des services rendu, c'est la raison pour laquelle le produit a été créé. Pour le cas de la planteuse de pomme de terre, le matériel est destiné pour la plantation, il assure le traçage de sillon, la mise en place des tubercules et le recouvrement. Il est fait pour remplacer la personne qui effectue cette opération.

II.1.2 Fonction contrainte

Une contrainte, c'est une limitation à la liberté du choix du concepteur, réalisateur du produit. Les contraintes participent à définir les besoins en recensant les conditions qui doivent être impérativement vérifiées par le produit, mais qui ne sont pas sa raison d'être.

En ce qui concerne la fabrication de la planteuse de pomme de terre, il doit donc :

- S’adapter au type de sol qu’on peut cultiver de pomme de terre ;
- Respect de l’environnement ;
- Assure la concurrentialité ;
- Respecter la norme et la sécurité.

II.1.3 Fonction complémentaire et l’ergonomie

Étant donné que les femmes aussi sont des pratiquantes de travaux agricoles à Madagascar, la conception de la planteuse de pomme de terre doit tenir en compte cette hypothèse. Car notre planteuse est une machine portée, donc il n’exige pas de force pour l’utilisation de cette matériel.

II.2 Différents composants de la planteuse

Cette machine se compose essentiellement deux organes essentiel :

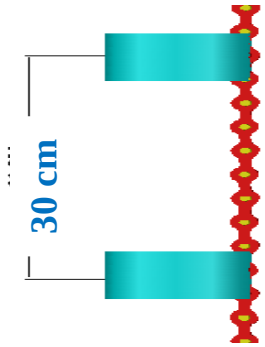
- ✓ Les pièces mobiles ;
- ✓ Les pièces fixes.

II.2.1 Pièces mobiles

III.2.1.1 Les cuves de récupération des tubercules

Les cuves jouent un rôle très important car ce sont les pièces travaillantes qui vont subir la plantation. Le nombre des cuves sont de 8 de chaque côté de distribution, Ses deux dents vont prendre les tubercules de pomme de terre dans la trémie et le transporte jusqu’à l’arriver au sillon tracer par le soc, il construit par des tubes ronds de 12 cm de diamètre avec un système de liaison encastré avec la chaine de distributeur. La distance entre 2 cuves successives est de 30 cm

Figure N° 02 : La distance entre les cuve de récupération



Source : *Auteur.*

III.2.1.2 Installation du rayonneur

Pour assurer l'uniformité du mouvement de la planteuse et pour garder les mêmes distances d'interlignes d'aboutement, on utilise les rayonneurs.

Les rayonneurs ou les traceurs sont des repères du tractoriste de ne pas changer les interlignes. Il fait un sillon dans le sol du coté non planté. Le tractoriste lors du passage suivant, met ou garde la roue avant droite (lorsqu'il voudra faire un virage à droite) et de la même manière la roue avant gauche (lorsqu'il voudra faire un virage à gauche) du tracteur dans le sillon fait par le rayonneur.

Avant d'installer les rayonneurs, on définit sa sortie qui est égale à la distance à partir du marqueur au bord du soc traceur extrême.

Formule de rayonneur gauche et rayonneur droite :

$$R_G = \frac{A+a}{2} + T \quad ; \quad R_D = \frac{A-a}{2} + T$$

R_D : rayonneur droite

RG : rayonneur gauche

A : largeur de travail

a : voie de tracteur

III.2.1.3 Chaines et pignons de transmission

Le chaine transmet le mouvement via du pignon de la roue d'entrainement qui est fixé sur l'axe ainsi que les autres pignons est fixé sur l'axe secondaire. Il porte la cuve de récupération des tubercules. Le réglage de la tension de la chaine est assuré par un système de tendeur.

- **Rapport de la transmission**

Premièrement, nous avons choisi selon la norme française, une chaine a rouleau à pas 12,5 mm dont les avantages de l'utilisation de la chaine de transmission sont :

- Le faible risque de rupture car elle est résistible à l'articulation,
- La facilité de transmission de puissance de la roue d'entrainement vers le système de distributeur

Deuxièmement, nous prendrons Z menant est égale à 38 dents et Z mené est égale à 42 dents. Le pas du pignon sont 12,5 mm

Le rapport de transmission est calculé par la formule suivant :

$$it = \frac{Z_1}{Z_2}$$

it : rapport de transmission

Z_1= pignon mené

Z_2= pignon menant

AN : $it = \frac{42}{38} = 0{,}90$

it = <u>0.90</u>

- **Calcul de l'entre axe entre les pignons**

L'entraxe idéal entre les pignons doit être entre 30 à 50 fois le pas de la chaine. Si l'entraxe est trop court, cela provoquera l'usure rapide de la chaine **[11]** (choix des matériels de transmission).

Pour notre étude, nous choisirons un entraxe égal à 50 fois le pas de la chaine.

Soit E = 50p avec p : pas = 16,8 mm **[11]**

E = 50 x 16,8

E = <u>840 mm</u>

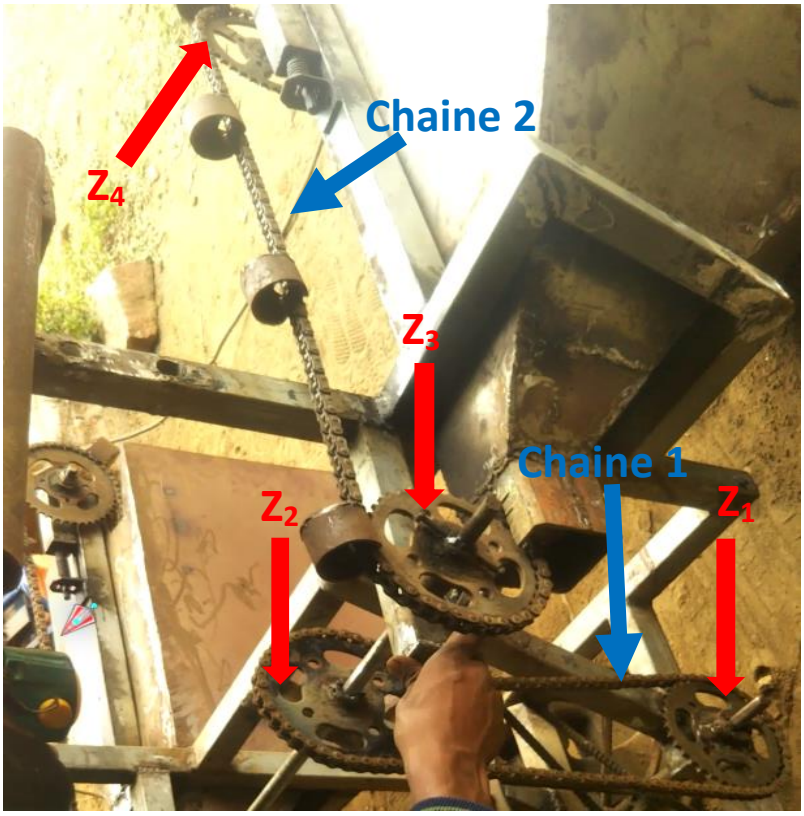
- **Calcul de la longueur de la chaine**
- **Calcule de la longueur de la chaine 1**

La longueur de la chaine dépend de son pas p et du nombre entier n des maillons qui la compose.

L'expression théorique de la longueur L en mm de la chaine est :

- $L1 = 2E\cos\beta + \frac{p}{2}\left[\frac{\pi+2\beta}{sin\frac{\pi}{Z_1}} + \frac{\pi-2\beta}{sin\frac{\pi}{Z_2}}\right]$ **[11]**

Photo N° 12: Présentation des pignons menant et mené



Source : *Cliché de l'Auteur. (Novembre 2021)*

Avec :

L1 : longueur de la chaine (mm), (du roue d'entrainement jusqu'à l'axe du pignon principale)

E1 : entraxe (700 mm)

β : angle de limite de tangence (rad)

p : pas de la chaine (mm)

Z_1 : nombre des dents du pignon menant ;

Z_2 : nombre des dents du pignon mené

Or, les diamètres primitifs des pignons Z1 et Z2 peuvent être calculés par :

$$dp1 = \frac{P}{sin\propto} \quad [11]$$

A.N : $\propto$ *: angle au centre* $\left(\frac{180}{Z_1}\right)$

$$dp_1 = \frac{16{,}8}{sin 4{,}2} = 229{,}38 \text{ mm}$$

$dp_1 =$ **<u>230</u>** mm

$$dp2 = \frac{P}{sin \propto} \quad [11]$$

A.N : $\propto$ *: angle au centre* $\left(\frac{180}{Z_2}\right)$

$$dp2 = \frac{16{,}8}{sin 4{,}7} = 203{,}44 \text{ mm}$$

$dp2 =$ **<u>204</u>** mm

- **L'angle de la limite tangentielle de dents de pignon à la chaine :**

$$\boldsymbol{\beta} = \textbf{arc sin } \frac{(dp_1 - dp_2)}{2E}$$

$$\boldsymbol{\beta} = \text{arc sin } \frac{230 - 204}{2 \text{ x } 700}$$

$\boldsymbol{\beta}$ = 0,01 rad

<u>A.N</u>: E = 700; Z_1= 42 ; Z_2=38 ; β = 0,01 ; p = 16,8

$$L = 2 \times 700 \times \cos(0{,}01) + \frac{16{,}8}{2}\left[\frac{\pi + 2\times 0{,}01}{sin\frac{\pi}{42}} + \frac{\pi - 2\times 0{,}01}{sin\frac{\pi}{38}}\right]$$

L = 2072,83mm

On prend L = **<u>2, 07</u> m**

- **Calcule de la longueur de la chaine 2 et 3**

➢ $L2 = 2E\cos\beta + \frac{p}{2}\left[\frac{\pi+2\beta}{\sin\frac{\pi}{Z_1}} + \frac{\pi-2\beta}{\sin\frac{\pi}{Z_2}}\right]$ [11]

Avec :

L2 : longueur de la chaine L2(mm), (porte distributeur gauche et droite)

E2 : entraxe (840 mm)

$\boldsymbol{\beta}$: angle de limite de tangence (rad)

p : pas de la chaine (mm)

Z_3 : nombre des dents du pignon menant ;

Z_4 : nombre des dents du pignon mené

Or, les diamètres primitifs des pignons Z1 et Z2 peuvent être calculés par :

$$\boldsymbol{dp1 = \frac{P}{\sin\propto}}$$

A.N : $\propto$ *: angle au centre* $\left(\frac{180}{Z_1}\right)$

$$dp_1 = \frac{16{,}8}{\sin 4{,}2} = \underline{\mathbf{229{,}38}}\ \text{mm}$$

$dp_1 = \underline{\mathbf{230}}$ mm

$$dp2 = \frac{P}{\sin\propto}$$

A.N : $\propto$ *: angle au centre* $\left(\frac{180}{Z_2}\right)$

$$dp2 = \frac{16{,}8}{\sin 4{,}7} = \underline{\mathbf{203{,}44}}\ \text{mm}$$

$dp_2 = \underline{\mathbf{204}}$ mm

- **L'angle de la limite tangentielle des dents de pignon à la chaine :**

$$\boldsymbol{\beta} = \text{arc sin}\frac{(dp_1 - dp_2)}{2E}$$

$$\boldsymbol{\beta} = \text{arc sin}\frac{230 - 204}{2 \text{ x } 840} \quad = 0{,}01 \text{ rad}$$

A.N: E = 840; $Z_3 = 42$; $Z_4 = 38$; $\boldsymbol{\beta} = 0{,}01$; p = 16,8

$$L = 2 \times 840 \times \cos(0{,}01) + \frac{16{,}8}{2}\left[\frac{\pi + 2\times 0{,}01}{sin\frac{\pi}{42}} + \frac{\pi - 2\times 0{,}01}{sin\frac{\pi}{38}}\right]$$

L2 = 2352,74mm

On prend L2 = 2,35 m

Photo N° 13 : Les organes de distribution de la planteuse.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Novembre 2021)*

III.2.1.4 Roue d'entrainement

Une roue d'entrainement est un élément créateur du mouvement qui entraine le système de distribution, elle s'appelle roue motrice de la planteuse. Elle est fabriquée en fer plat cintré 40cm de diamètre, dont le coté intérieur possède douze rayons en fer rond de diamètre 12mm et fixés sur un moyeu rond dans la partie centrale. La roue d'entrainement présente aussi des dents pour faciliter l'adhérence de la roue au sol.

a- Choix du diamètre de la roue d'entrainement

Pour le calcul du rayon de la roue d'entrainement ; nous allons tenir compte de l'écartement maximum entre les tubercules au cours de plantation. Cet écartement pour la plantation de

pomme de terre est de 40 cm. Pour parcourir en 2πrad (1 tour de la roue) une distance égale a deux fois l'écartement maximum de la plantation.

Le rayon de la roue motrice est de 2πradRr = 2 x 40.

Avec : Rr = rayon de la roue d'entrainement,

π = 3,14

Donc : Rr = $\frac{2 \times 40}{2\pi}$ Rr = **12,73** cm.

Photo N° 14: La roue d'entrainement de la planteuse.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Novembre 2021)*

II.2.2 Pièces fixes

II.2.2.1 Bâti

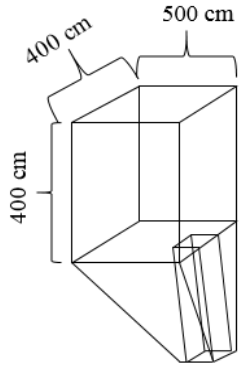
Assure le maintien de toutes les pièces de la machine, c'est une pièce rigide, très renfoncé et stable. Il est réalisé à partir de tube carré et son assemblage par soudage.

Photo N° 15: Le bâti de notre planteuse.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Novembre 2021)*

II.2.2.2 Deux trémies

La trémie est fabriquée en tôle plane noire d'une épaisseur 12/10 mm soudée en soudure oxyacéthylénique. Elle a une forme conique serré à sa partie inferieur et agrandie à sa base supérieure. Les deux boites de distribution sont composées d'une caisse séparée de gauche et à droite et peut contenir 40 kg des semences de tubercules de chaque au total 80 kg. A l'intérieur de la caisse, cette dernière est munie d'un couvercle pour éviter la sortie des tubercules vers le bas. Dans la partie avant de la trémie se présente le système de distribution. Enfin, il a pour rôle de stocker les semences.



- **Calcul du volume pour une trémie :**

V = L x l x h

V = 500 x 400 x 400

= 80.000.000 mm^3 = **<u>0,080</u>** m^3

Volume total des 2 trémies :

V total = $V_{tremie1}$ x 2 = 0,080 m^3 x 2 = **<u>0,16</u>** m^3

- **Capacité d'une trémie**

φ = 500 kg/m^3 = densité de pomme de terre

Capacité = φ x V = 500 x 0,08 = **<u>40</u>** kg/ trémie.

- **La densité de pomme terre**

1kg = 24 pièces de pomme de terre

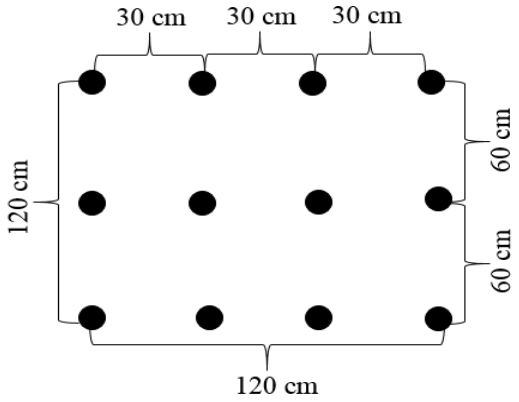
d = 24 x 40 = 960 pièces de chaque trémie d'où **<u>1920</u>** pièces de pomme de terre pour les 2 trémies

- **La surface utile pour le plein de deux trémies**

L'interligne est de 60 cm

L'inter plante est de 30 cm

Donc dans une surface de 1,20 m x 1,20 m contient 12 pièces de pomme de terre



S = 1,44 m^2 → 12 pièces

1920 pièces → 230,4 m^2

Surface effectué pour les deux trémies est égal **<u>230,4</u> m^2**

Photo N° 16 : Les deux trémies de la planteuse

Source : *Cliché de l'Auteur. (Novembre 2021)*

II.2.2.3 Deux tubes de descente

C'est un élément dans le lequel passent les tubercules portés par la cuillère de récupération des graines actionnant par la chaine de transmission pour descendre dans le sillon. Ils sont fabriqués en tôle plane noire avec une épaisseur de 10/10 mm, fixé en avant de système de distribution.

- **Calcul de la longueur du tube de descente**

On prend : - Entraxe (e) : 84 cm

- Jeu (j) : 3 cm

- Diamètre de la cuve (d_c) : 12 cm
- Diamètre du pignon (dp) : 23 cm

L = e + j + l + d

= 84 + 3 + 12 + 23 = **<u>122</u> cm**

Photo N° 17 : Les deux tubes de descente de la planteuse.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Novembre 2021)*

II.2.2.4 Soc d'ouverture de sillon

Il joue le rôle d'une pièce travaillante de la planteuse car il assure l'ouverture de sillon avant la mise en place des tubercules de pomme de terre. Il est fabriqué en forme triangulaire. Il est soudé sur son support qui est fixé sur le bâti placé avant la tube de descente. Le soc d'ouverture est réglable suivant les profondeurs de plantation qui varient de 10 à 15 cm.

- **Dimensionnement du soc de la planteuse**

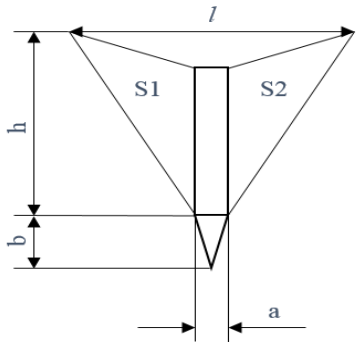
Pour avoir l'objectifs qui est le respect de la largeur de travail et la profondeur de plantation, il est indispensable de dimensionner le soc de la planteuse :

l = largeur de travail

h = profondeur (12 cm)

a = 5 cm

b = 3 cm



La surface S1 et S2

$$S1 = \frac{l \times h}{2} = \frac{7{,}5 \times 12}{2} = \underline{\mathbf{45}}\ \mathbf{cm^2}$$

Photo N° 18 : Les socs d'ouverture de la planteuse.

Source : *Cliché de l'Auteur (Novembre 2021)*

II.2.2.5 Recouvrement

Le système de recouvrement assure la couverture de terre en haut des tubercules déjà bien placées avec une hauteur billon de 15 cm. Il est fabriqué en tôle plane noire qui soudée avec son support placé en arrière de la trémie.

Photo N°19 : Le système de recouvrement de la planteuse.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Novembre 2021)*

II.3 Etude cinématique

II.3.1 Chaine cinématique et étude de mouvement

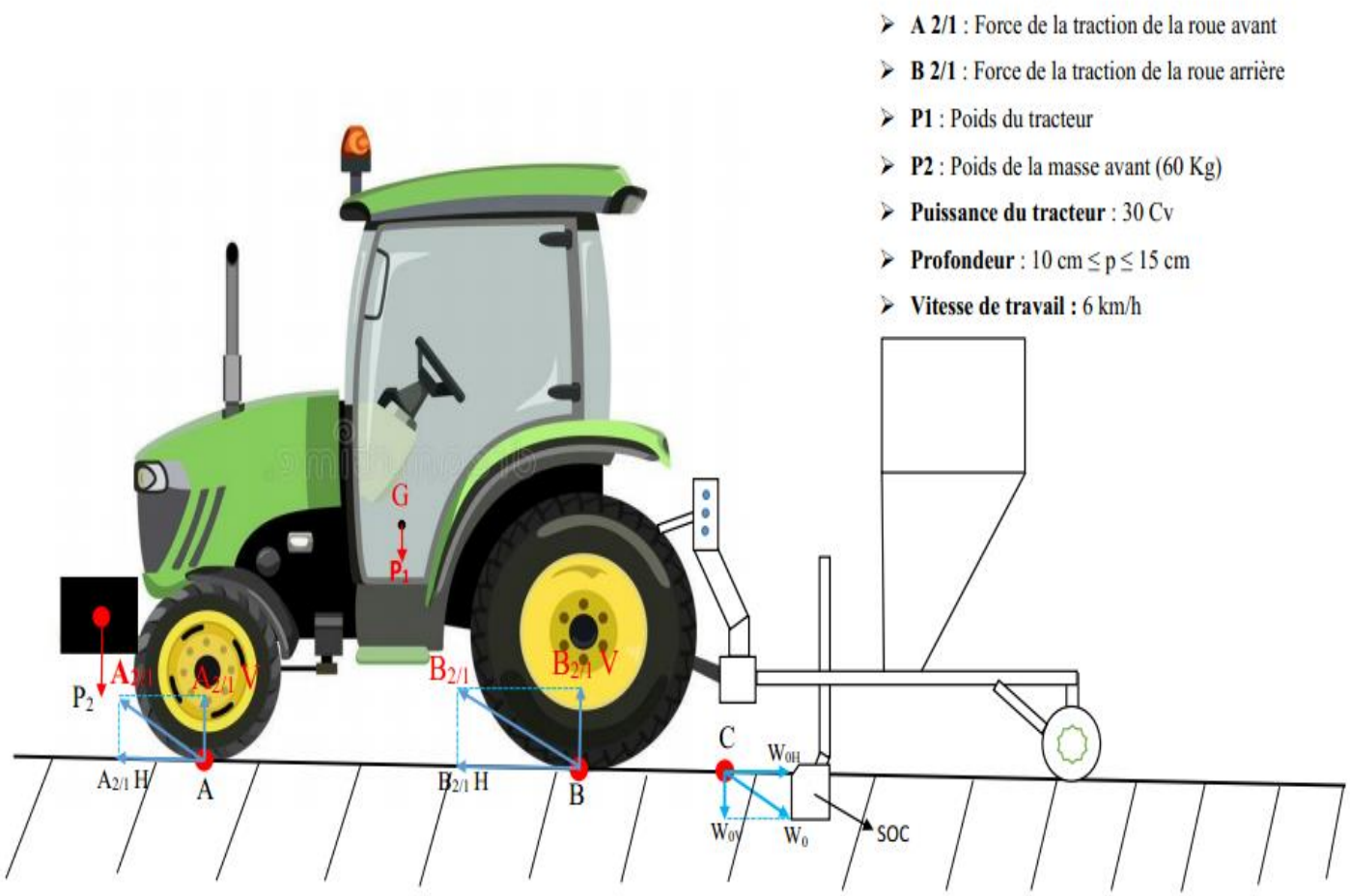
Après la force de traction du tracteur, nous avons constaté qu'il y a quelques types de mouvement fait par notre planteuse de pomme de terre :

- La roue d'entrainement fait un mouvement de rotation et translation à cause de son frottement au sol
- Le système de distribution fait un mouvement de rotation par l'intermédiaire de la chaine et les pignons.

II.3.2 Fonctionnement cinématique

Si le conducteur actionne la planteuse à l'aide d'abaissement de la machine puis la roue d'entrainement se frotte au sol et que le tracteur marche à une vitesse constante, la roue tourne et en même temps en translation et elle transmet le mouvement vers les pignons à l'aide de la chaine de transmission. Ce dernier tourne à faible frottement contre la trémie. Les cuves de récupérations des tubercules qui est porté par la chaine tourne en même temps assure son fonctionnement qui est la récupération. En arrivant au sommet, le tubercule tombe en chute libre au-dessus de la cuve avant en traversant le tube de descente jusqu'au fond de la rotation en bas et enfin arrive dans le sillon tracé par le soc d'ouverture et le système de recouvrement assure leur recouvrement en donnant une forme de buttage.

Figure N° 03 : La composition des forces de l'ensemble outils-tracteur



Source : *Auteur*

II.4 Etude de système de distribution

II.4.1 Choix des matériaux de distribution

Dans le cas de notre planteuse, nous avons choisi le système de distribution comme chaine de transmission et pignon car d'après l'étude et recherche que nous avons faite, l'utilisation de de ces matériaux a beaucoup de résultats comme exemple : il n'y a pas de glissement, la plantation est précise, son utilisation est durable par rapport aux autres système de transmission comme le courroie…

II.4.2 Choix de la vitesse d'avancement de l'utilisateur

La vitesse d'avancement du tracteur est un paramètre très important pour avoir une meilleure qualité de plantation, une grande vitesse provoque une variation de profondeur et une régularité sur l'espace des interlignes. Elle provoque aussi un risque de blessure du tubercule et de déchainage de la chaine de distribution. Par contre la faible vitesse provoque une perte de temps. Donc, la plantation exige une vitesse constante et normale ayant pour but d'avoir une régularité de profondeur et d'avoir une densité précise ou normal. La vitesse d'avancement de la planteuse lors de la plantation en général varie de 5 à 6 km/h.

II.5 Conclusion partielle

Il ressort de ce chapitre I que l'analyse fonctionnelle se base sur la fonction principale, fonction contrainte, fonction complémentaire et l'ergonomie.

CHAIPTRE III : HYPOTHESE DE CALCUL

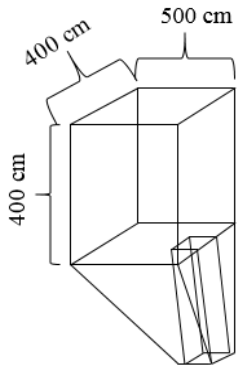
III.1 Dimensionnements

III-1.1 Détermination de la contrainte dans le bâti

Avant de déterminer la contrainte soumis au bâti, il est obligatoirement de calculer le poids des métaux utilisés qui sont supporté le bâti :

Poids de la trémie :

Plaque 1 :



$$S1 = (400 \times 400) + \left(\frac{400+500}{2}\right)\left(\frac{400+80}{2}\right)$$

$$= \underline{268\,000}\ mm^2$$

Plaque 2 :

$$S2 = (500 \times 400) + \left(\frac{512+660}{2}\right)\left(\frac{500+80}{2}\right)$$

$$= \underline{369\,940}\ mm^2$$

Plaque 3 :

$$S3 = (400 \times 400) + \left(\frac{660+580}{2}\right)\left(\frac{400+80}{2}\right)$$

$$= \underline{308\,800}\ mm^2$$

Plaque 4 :

$$S4 = (500 \times 400) + \left(\frac{580+400}{2}\right)\left(\frac{500+80}{2}\right)$$

$$= \underline{342\,100}\ mm^2$$

Surface totale :

$$S_t = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

$$= \underline{1\,288\,840}\ mm^2$$

Poids :

Tôle de 2000 × 1000 $^{12}/_{10}$ = *19, 20 kg*

$P = \frac{19.20 \times s}{2\,000\,000}$ = *12, 37 kg*

= *12 ,37 × 2 = 24, 74 kg*

P = ***24, 74 kg***

- $P_{trémie} = m.g$ =*24, 74 × 9.8*

  =***242, 452 N***

- $P_{tubercules} = M_{tubercules} \times g$

  = *40 ×9 ,8* = ***392 N***

Poids des accessoires :

- *Pignons : 6 × 0,250 =* ***1.5 Kg***
- *Chaines : Nombre 2* x *1,4 kg =* ***2 ,8 Kg***

  Nombre 1 x *0,8 kg =* ***0 ,8 Kg***

- *Cuillères : nombre 14 x 0,07 kg =* ***0 ,9 Kg***

  $Pt_{accessoires}$ *= 1,5 + 2,8 + 0,8 + 0,9 = 6 Kg*

$P_{accessoires} = M_{accessoires} \times g$

= *6 × 9,8* = ***58,8 N***

$PT = P_{trémie} + P_{tubercules} + P_{accessoires}$

= *242, 452+ 392 + 58,8*

PT = ***693, 252 N***

Contrainte dans le bâti :

- ✓ Le bâti est soumis à la flexion

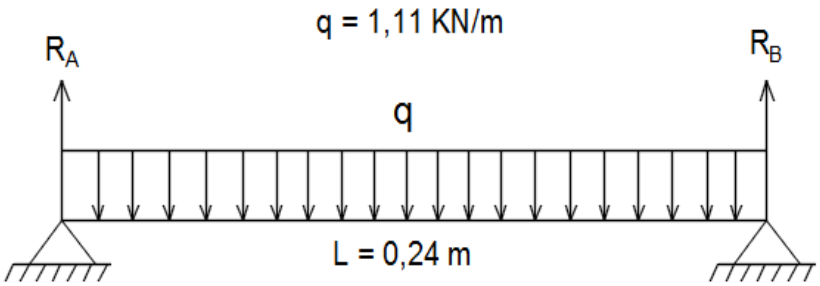
On suppose que la charge est uniformément repartie avec

$$q = \frac{P}{L} = \frac{693{,}252 \times 10{-}3}{0{,}624\ m}$$

q = ***1,11*** ***KN/m***

- **Calcul épaisseur du bâti**

Figure N° 04 : Diagramme 1



q =1,11 KN/m

⇒ **Réaction d'appuis :**

$$R_A + R_B = \frac{qL}{2} = \frac{1{,}11 \times 0\ ,24}{2}$$

= ***0 ,13 KN***

Effort tranchant :

$$T(x) = q\left(\frac{L}{2} - x\right)$$

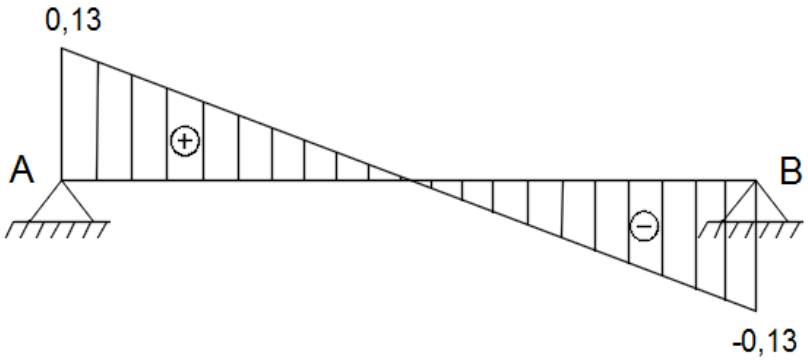
$x = 0 \Rightarrow \quad T(0) = q\frac{L}{2} = 0\ ,13\ KN$

$x = \frac{L}{2} \Rightarrow \quad T\left(\frac{L}{2}\right) = 0$

$x = L \Rightarrow \quad T(L) = -\ q\frac{L}{2} = -\ 0{,}13\ KN$

- **Diagramme Effort Tranchant :**

Figure N° 05 : Diagramme 2



⇒ **Moment fléchissant :**

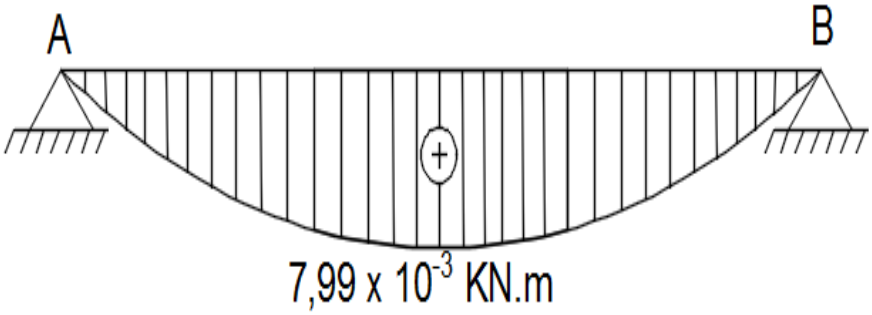
$M(x) = q = \frac{x}{2}(L - x)$

$M_{max} = M\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{qL^2}{8}$

$= \underline{\boldsymbol{7{,}99 \times 10^{-3}\ KN.m}}$

➢ **Diagramme moment fléchissant :**

Figure N° 06 : Diagramme 3



Dimensionnement :

Condition de résistance en flexion

Matériaux utilisé : *Acier S 235* $\Rightarrow \delta_r = 235\ MPa = 2350\ Kgf/cm^2$ [07]

$$\delta_{adm} = \frac{\delta r}{s}$$ *s : Coefficient de sécurité, s= 1,5*

$$\delta_{adm} = \frac{\delta r}{s} = \frac{2350}{1,5} = 1566,66\ Kgf/cm^2$$

$$\delta_{flexion} = \frac{M}{W_{z_1 el}} \leq \delta_{adm}$$

$$W_{z_1 el} \geq \frac{M}{\delta_{adm}}$$

$$\Rightarrow W_{z_1 el} \geq \frac{7,99 \times 10^{-3} \times 10^2 \times 10^2}{1566,66}$$

$$W_{z_1 el} \geq \underline{\boldsymbol{0,051\ cm^3}}$$

Nous avons utilisé pour la réalisation un tube carré (40mm×40mm) avec une caractéristique :

W_z *(tube 40mm×40mm) = 5,219* $cm^3 \geq 0,051\ cm^3$ [07]

Vérification de la flèche :

Avec :

- L : Longueur
- q : charge
- E : module d'élasticité
- I : moment d'inertie de flexion

$$f \leq f_{adm} = \frac{L}{200}$$

$$f = \frac{5\ qL^4}{384\ EI} \leq \frac{L}{200}$$

$$I \geq \frac{5\ qL^4}{384\ E\ \frac{L}{200}}$$

$$I \geq \frac{5\ qL^3 \times 200}{384\ EL}$$

$$I \geq \frac{5q\ L^3 \times 200}{384E}$$

$$I \geq \frac{5 \times 1{,}11 \times\ 0{,}24^3 \times 200 \times 10^8}{384 \times 2 \times 10^5 \times 10^2}$$

$I \geq$ ***0 ,18 cm^4***

Or pour un tube carré de 40 × 40, →*I (tube carré de 40 × 40) = 10,44 cm^4 ≥ 0 ,18 cm^4* **[07]**

III-1.2 Dimensionnement de l'axe

Détermination des longueurs :

⇒ *Cadre : L1= (927 × 2) + (624 × 2)*

= *3 102 mm*

⇒ Support trémie : *L2= (270 + 220 + 223) × 2*

= *1 426 mm*

⇒ Support tendeur : *L3= 622 × 2*

= *1 244 mm*

⇒ Support axe : *L4= 270 × 2*

= *540 mm*

⇒ Support roue d'entrainement : *L5= (415 + 250) ×2*

= *1 330 mm*

⇒ **Support soc et recouvrement** : *L6 = 800 × 4 =* ***3 200 mm***

$L_{total} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6$*= 10 842 mm = 10,842m*

P (tube 40 × 40) = 3,66 Kg /m **[07]**

Poids du bâti :

$P_1 = 3{,}66\ kg \times 10{,}842\ m$

$P_2 = 39,\ 68\ Kg$

$P_3 = 39,\ 68\ Kg \times 9{,}8$

$P_1 + P_2 + P_3 =$

Poids du bâti = ***388,88 N***

Poids total de l'ouvrage :

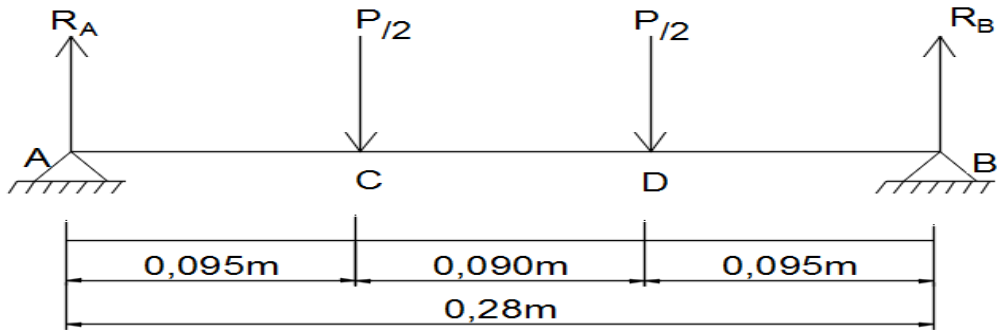
P total = P trémie + P tubercules + P accessoires + P bâti

$= 388{,}88 + 693,\ 252$

$P_{total} =$ ***1082,13 N***

Modélisation :

Figure N° 07 : Diagramme 4



Réaction d'appui :

$$R_A = R_B = \frac{P}{2} = 541{,}06\ N \Rightarrow 0,\ 541\ KN$$

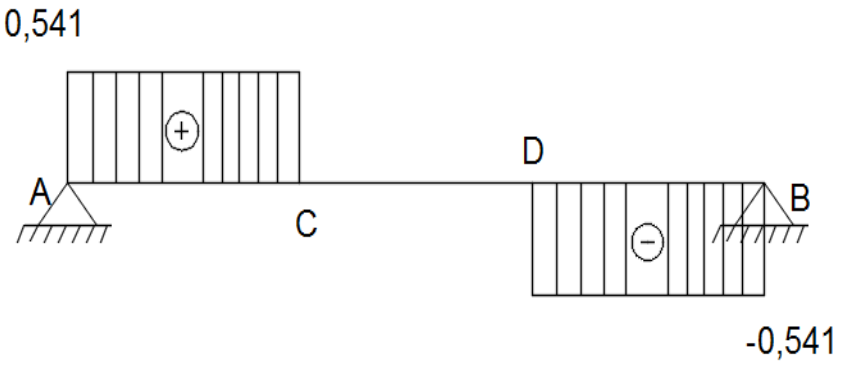
- **Effort tranchant :**

  - $A\ à\ C : T = \frac{P}{2} = 0{,}541\ KN$

- *C à D : T = 0*
- *D à B : T = - $\frac{P}{2}$ = – 0,541 KN*

➢ **Diagramme effort tranchant :**

Figure N° 08 : Diagramme 5



➢ **Moment fléchissant :**

- *A à C : M = P. x* $\Rightarrow \begin{cases} x = 0 \\ x = 0{,}095 \end{cases}$

M = 0 KN

M = 1082,13 × 0,095 = 102,8 Nm

= <u>0,10</u> KN.m

- *C à D : M = P. 0,090 = 0,080 KN.m*
- *D à B : M = P (L – x)*

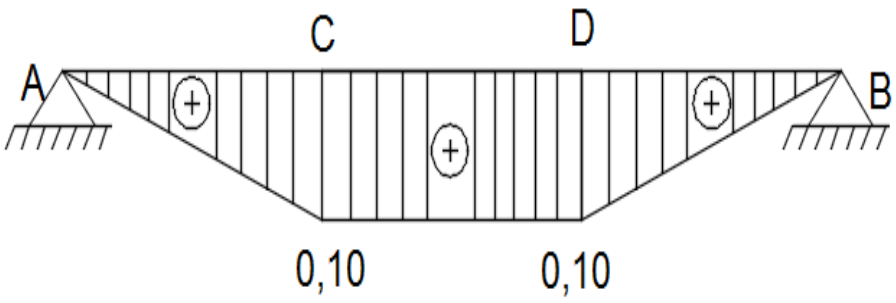
$\Rightarrow \begin{cases} x = 0{,}185 \\ x = L \Rightarrow M = 0\ KN \end{cases}$

M= 1082,13 × (0, 28 – 0, 185) = 102,8 Nm

= <u>0, 10</u> KN.m

Diagramme moment fléchissant :

Figure N° 09 : Diagramme 6



Dimensionnement :

Condition de résistance :

$$\delta_{flexion} \leq \delta_{adm}$$

$\delta_{adm} = 1600\ kgf/cm^2$

$$\delta_{flexion} = \frac{Z}{Wz} \leq \delta_{adm}$$

$$\Rightarrow Wz_1 \geq \frac{M}{\delta adm}$$

$$Wz_{1.el} \geq \frac{0{,}10 \times 10^2 \times 10^2}{1600}$$

$Wz_{1.el} \geq 0{,}625\ cm^3$

Pour une section circulaire, nous avons :

$$W_z = \frac{\pi D^3}{32} \qquad \Rightarrow \frac{\pi D^3}{32} \geq 0{,}625$$

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{0{,}625 \times 32}{\pi}} \qquad D \geq \underline{\mathbf{1{,}85}}\ \mathbf{cm}$$

Conclusion : Nous avons utilisé pour la réalisation un tube rond plein de diamètre 20mm ; ce qui est largement supérieur.

- **Dimensionnement du support**

⇒ Résistance du sol (sol moyen)

K = 0,5 kgf/cm^2 → résistance spécifique

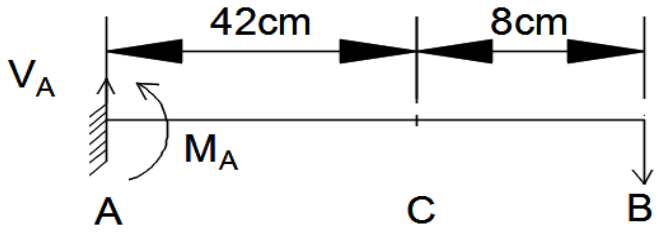
a = 10 cm → profondeur de travail

b = 8 cm → largeur de travail

R = k. a. b = 0,5 x 10 x 8 = 40 kgf

⇒ 40 x 9,8 = 392 N = 0, 392 KN

Figure N° 10 : Diagramme 7



⇒ **Condition d'équilibre**

$R - V_A = 0 \rightarrow V_A = R = 0{,}392$ KN

- Moment en A :

$M_A - R \times 0{,}5m = 0 \rightarrow M_A = R \times 0{,}5 = 0{,}196$ KN.m

- Moment en C :

$M_A + M_C - R.0{,}08$

$\rightarrow M_C = M_A - R \times 0{,}08$

Mc = 0,196 – 0,392 x 0,08 = 0,165 KN.m

⇒ **Effort tranchant :**

$T(x) = V_A = R = 0{,}392$ KN

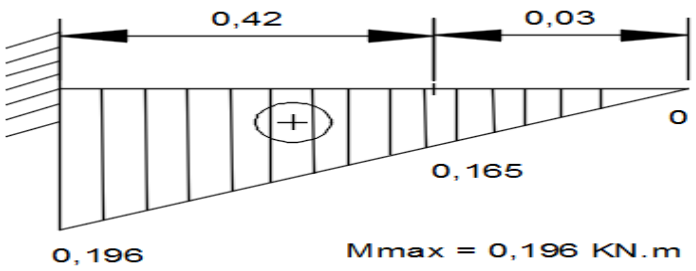
⇒ **Moment fléchissant :**

M_A = 0,196 KN.m = M max

M_C = 0,165 KN.m

M_B = 0

Figure N° 11: *Diagramme 8*



⇒ **Dimensionnement**

Matériaux utilisé : Acier S 235

⇒ δ_r = 235 MPa = 2350 kgf/cm^2

$$\delta_{adm} = \frac{\delta r}{s} = \frac{2350}{1,5} = 1566,66 \text{ kgf/cm}^2$$

⇒ **Condition de résistance en flexion :**

$$\text{Flexion} = \frac{M \max}{Wz_1 \text{ el}} \leq \delta_{adm}$$

⇒ $$Wz_1 \text{el} \geq \frac{0,196 \text{ x } 10^2 \text{ x } 10^2}{1566,66}$$

Wz_1el ≥ **<u>1,25</u> cm^3**

Nous avons utilisé pour la réalisation un tube carré de 40 x 40

W_z (tube 40mm×40mm) = 5,219 cm^3 ≥ 1,25 cm^3 **[07]**

III-1.3 Résultats partiels

Il résulte de cette recherche certains dimensions des résistances des matériaux de dimensionnements que grâce à cela, on a pu établir les 5 dessins technique et voire jusqu'à réaliser le prototype de planteuse de pomme de terre.

III-1.4 Conclusion partielle

Dans ce chapitre III, si l'on tire la conclusion, on a pris une décision au-delà des résultats des calculs de résistance afin d'éviter la flexion et la cassure des matériaux.

III.2 Dessins techniques

La fabrication de tout objet technique sur les matériels agricoles nécessite de dessin d'ensemble et des dessins détaillés :

- Le dessin d'ensemble est la présentation complète ou partielle permettant de situer chacune des pièces qui le composent.
- Le dessin détaillé représente une pièce ou une partie de l'objet projetée sur un plan avec tous ses détails comme les dimensions en cotation normalisées et les usinages. Il est utile dans la phase de fabrication.

Suite au dimensionnements, nous pouvons élaborer les dessins d'ensemble et les dessins de définitions de chaque pièce constituante de la planteuse de pomme de terre, on peut employer comme illustration des dessins 2D et 3D.

Les dessins concernant :

- Vue d'ensemble
- Cadre
- Trémie
- Le soc et le recouvrement
- Roue de déplacement

III.3 Méthode de fabrication

Pendant la réalisation de notre planteuse de pomme de terre, nous avons suivi les méthodes de fabrication en utilisant quelques matériels de fabrication mécanique et des machines et outils.

III.3.1 Méthode de mesurage

C'est la première étape qu'on doit faire avant le traçage, cette étape consiste de suivre le plan de dessin technique et nécessite une précision.

- ***Les pièces ont travaillé*** : Toutes les pièces
- ***Outils pour le mesurage*** : Réglette, équerre, mètre, …

Photo N° 20 : Les outils de mesure utilisés.

Source : *internet.(http://www.google.search.instrumentmeasure.com)*

III.3.2 Méthode de traçage

Le traçage est utile pour tracer les différentes pièces composantes de la planteuse comme le bâti, la trémie, les différents pièces travaillantes. L'étape de traçage est assez facile car il suffit de suivre le plan de coupe ou d'utilise le gabarit.

- ***Les pièces ont travaillé*** : Toutes les pièces de la planteuse
- ***Outils pour le traçage*** : Compas, pointe à tracer, ...

III.3.3 Méthode de débitage

La coupe est un procédé à faire rompre le corps du métal continu par l'intervention d'un instrument de coupe ou encore l'étape de procédé mécanique sans enlèvement de coupeau à l'aide d'une ou deux arêtes de coupe en forme de coin.

- ***Les pièces ont travaillé*** : Toutes les pièces de la planteuse
- ***Outils de découpage ou sciage*** : Meule, cisaille manuel, scie à métaux

Photo N° 21 : Les outils de découpage utilisés.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Octobre 2021)*

III.3.4 Méthode de perçage

C'est un procédé d'usinage par enlèvement des coupeaux qui permet d'obtenir des coupes d'une forme géométrique précise. Le perçage consiste à faire un trou dans une pièce à percer.

- ***Les pièces ont travaillé*** : Système d'attelage, le bâti…
- ***Outils de perçage*** : Perceuse électrique portative, perceuse a colonne

Photo N° 22 : Les perceuses utilisés.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Octobre 2021)*

III.3.5 Méthode de tournage

En tournage, le mouvement de coupe est obtenu par rotation de la pièce serrée entre le mors d'un mandrin ou dans une pince spécifique, tandis que le mouvement d'avance est obtenu par le déplacements de l'outil coupant. Le tournage permet principalement d'obtenir des formes de révolution autour de l'axe de rotation de la pièce.

- ***Les pièces ont travaillé*** : Axes, pignon, système de tendeur chaine.
- ***Outils de tournage*** : Un tour parallèle

Photo N° 23 : Le tour mécanique utilisés.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Octobre 2021)*

III.3.6 Méthode de forgeage

Ceci consiste à obtenir la forme des pièces à utiliser dans la fabrication de matériel. Les pièces ferreuses avec une dimension plus grande, doivent être chauffées à la température très élevée afin que le procédé de formage s'effectue plus facilement sans abimer la constitution moléculaire des aciers.

- ***Les pièces ont travaillé*** : La roue d'entrainement, le soc ou traceur, le système de recouvrement.
- ***Outils de forgeage*** : Une tenaille, enclume, marteau, une masse

Photo N° 24 : Les outils de forgeage utilisés.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Octobre 2021)*

III.3.7 Méthode de soudage

On appelle soudage les méthodes d'assemblages permanents et indémontables qui produisent une continuité de matière entre les pièces assemblées.

- ***Les pièces ont travaillé*** : Toutes les assemblages de la pièce.
- ***Outils de soudage*** : Poste soudure électrique, baguettes, …

Photo N° 25 : Le poste soudure utilisés.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Octobre 2021)*

III.3.8 Méthode d'ajustage et mise au point

L'ajustage regroupe les actions visant à parfaire des pièces mécaniques ou supprimer les petits défauts et à les assembler dans le but de fabriquer un organe mécaniques fonctionnel. Malgré l'apparente simplicité de ces travaux, ceux-ci constituent un métier recherché en entreprise et comportant différente spécialités. L'ajustage correctif consiste à retoucher les pièces dans le but de parfaire la géométrie et les cotes finales ainsi de l'aspect visuel ou l'état de surface.

- ***Les pièces ont travaillé*** : Toutes les pièces en mouvement.
- ***Outils d'ajustage*** : Meule, lime, burin…

Photo N° 26 : Les matériels d'ajustage.

Source *: Cliché de l'Auteur. (Octobre 2021)*

III.3.9 Méthode de mise en revêtement

Avant la mise en vente ou la vulgarisation d'un matériel agricole, il est important de peindre la machine pour des quelques raisons tels que : antirouilles ; forme attirante ; facilité de nettoyage après chaque utilisation…

- ***Pour la peinture*** *: pistolet à peindre, compresseur à air, …*

Photo N° 27 : Les matériels de peinture.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Octobre 2021)*

III.4 Etude économique

La présente partie de notre travail consiste à étudier en détail les prix et les coûts de chaque élément des matières premières qu'on avait choisi pour la confection de la planteuse de terre à traction du mini tracteur.

Pour obtenir le coût de fabrication, nous avons besoin de savoir le coût des matières utilisés, le coût d'usinage et le coût de la main d'œuvre.

III.4.1 Coût des matériels de fabrication

Tableau N° 04 : Le coût des matériels utilisés

DESIGNATIONS	MATERIAUX	UNITE	QUANTITE	P.U(Ar)	MONTANT (Ar)
TREMIE	TPN 12/10	Feuille de 2m x 1m	2 feuilles	170.000Ar	340.000 Ar
ARBRE	Fer rond lisse ∅ 14	Barre de 5,80	1,50 m	78.000Ar	20.200 Ar
BATI ET SUPPORTS	Tube carré 40x40	Barre de 5,80 m	10,80 m	52.000Ar	96.900Ar
CADRE ET BARRE DE TRACTION	Tube carré 80x80	Pièce de 1m	1 pièce et demi	42.000Ar	42.000Ar
DISTRIBUTEURS - CHAINE - PIGNON	 ------- --------	 Nombre Nombre	 3 6	 18.000 Ar 13.000 Ar	 54.000 Ar 78.000 Ar
- ROUE - RAYON	Fer plat 40x3 Fer rond ∅ 12	6 mètre 6 mètre	2.51 m 2.16 m	42.000Ar 48.000Ar	17.600 Ar 17.300 Ar
TUBE DE DESCENTE	TPN 10/10	Feuille de 2m50	25 cm x 2	145.000Ar	29.000 Ar
SOC et RECOUVREMENT	TPN 30/10	Feuille de 2m	1/4	130.000 Ar	32.500 Ar
ACCESSOIRES	-Ressort tendeur -Boulonnerie -Disque tronçonneuse -Electrode -Foret 4-6-8	Pièces M10 M12 Nombre Nombre Ensemble	3 2 pièces 8 pièces 5 pièces 180 pièces 1 pièces	3.000 Ar 2.200 Ar 2.700 Ar 4.000 Ar 200 Ar 12.000 Ar	9.000 Ar 4.400 Ar 21.600 Ar 20.000 Ar 36.000 Ar 12.000 Ar
REVETEMENT	-Peinture -Diluant	Kg Litre	1 1	18.000 Ar 6.000 Ar	24.000 Ar 6.500 Ar
				TOTAL =	**861.000 Ar**

Le tableau ci-dessous nous montrons le coût des matériels utilisés pour la realisation

III.4.2 Autres coûts

Tableau N° 05 : Autres couts

DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	MONTANT (Ar)
Main d'œuvre	forfaitaire	100.000 Ar	100.000 Ar
Electricité	forfaitaire	60.000 Ar	60.000 Ar
		TOTAL =	**160.000 Ar**

Ensuite ce tableau nous montre les autres couts comme la main d'œuvre et le cout d'électricité

III.4.3 Coût total d'investissement

Tableau N° 06 : Coût total d'investissement

DESIGNATION	MONTANT (Ariary)
Coût des matériels de fabrication	861.000 Ar
Autres coûts	160.000 Ar
TOTAL =	**1.021.000 Ariary**

Arrêté à la somme de total d'investissement sur la réalisation de cette matériel de ***: Un million-vingt-un milles Ariary.***

Enfin, ce tableau nous montre le cout total de l'investissement pour effectuer la réalisation de cette machine planteuse de pomme de terre

III.5 Mode de fonctionnement

Pour un meilleur fonctionnement de la machine, nous vous adopter les précautions suivantes avant son utilisation :

- ✓ S'assurer que toute les pièces travaillant de la machine soient bien installées ;
- ✓ Assurer que les boulons de fixation soient bien serré ;
- ✓ Vérification du tendeur de la chaine de transmission ;
- ✓ Vérification de la trémie, il doit être remplie avant la mise en marche de la machine.

L'attelage : L'attelage c'est la mise en place des trois points d'attelage c'est-à-dire la liaison entre le tracteur et la planteuse et le réglage de profondeur des sillons.

Mise en mouvement par la roue d'entrainement, l'axe principal qui porte les deux pignons tourne le deuxième axe sur le distributeur à l'aide de la chaine de transmission

La cuve de récupération de tubercule est portée par la chaine de transmission reçoit les tubercules venant de la vanne de sortie de la trémie, et amène vers la tube de descente et les met sur le sillon tracé par le soc, avant d'être recouvrit par le système de recouvrement et mettre la culture en billon.

Dans le virage : Le conducteur actionne le contrôle d'effort pour monter la planteuse afin d'éviter la descente du tubercule.

Recommandation : Il est interdit d'engager une marche en arrière pour la planteuse de pomme de terre en raison de sa construction technique.

III.6 Résultats partiels

Il ressort de notre recherche que finalement nous avons abouti par les méthodes suscitées sur certains résultats en terme de caractéristiques et de précision comme suit :

- Une pomme de terre par 30 cm introduit dans le sillon tracé par le soc
- Fréquence de roue d'entrainement : 2 pomme de terre par 1 tour de roue d'entrainement
- Poids vide : 175 kg
- Charge utile : 60 kg (semences)
- Poids total : 235 kg
- Vitesse d'avancement : 6 km/h

III.7 Conclusion partielle

Si l'on tire une conclusion sur ce chapitre II, cela se résume à quatre points distincts, lesquels points sont la précision, rapidité, simplicité et l'efficacité appuyé par les caractéristiques mentionnés ci-dessus.

Ayant terminé la deuxième partie du sujet nous allons maintenant passer à la troisième partie.

III : RESULTATS OBTENUS

III : RESULTATS OBTENUS

CHAPITRE I : RESULTATS DE RECHERCHE ET INTERPTRETATIONS

I.1. Résultats de la recherche

De ces recherches a découlé un certain nombre de résultats qui peuvent être regroupés sur trois grandes axes comme suit :

- Résultats de fabrication
- Résultats agronomiques
- Résultats technologique plus précisément rendement accrus de la machine

I.1-1. ***Résultats sur le plan de fabrication***

Moyennant les méthodes suivant, tels que : Méthode de mesurage, méthode de traçage, méthode de débitage, méthode de perçage, méthode de tournage, méthode de forgeage, méthode de soudage, méthode d'ajustage et mise au point, notre recherche aboutit aux résultats suivant qui puisse booster surtout l'augmentation de rendement de travail et de production. Mais avoir ces résultats, il est indispensable de faire les essaies de la machine. Ce dernier se caractérise en trois étapes bien distincts : l'essai mécanique, l'essai à blanc, l'essai sur terrain

I.1.1.1 L'essai mécanique

Il s'agit d'un essai de la résistance, la rigidité de la machine comme l'essai de la rotation de la roue d'entrainement, le fonctionnement des distributeurs (chaine, pignon, axe) et des contacts lors du fonctionnement de cette planteuse de pomme de terre.

Tableau N°7 : Le résultat de l'essai mécanique

	LOCALISATION	**CAUSE**
Pièces fissuré	Rien à signalé	-
Boulons	Piquet	Mal serrage
Assemblages dessoudés	Bride de fixation du recouvrement	Défaut de soudure
Disfonctionnement	Déchainage de la chaine	Désaxage du pignon

Source : Auteur

D'après ce tableau, il présente quelques localisations des pannes et leurs causes pendant l'essai mécanique

I.1.1.2 Essai à blanc

L'essai ou test de la machine a pour but de tester le fonctionnement de ces outils, c'est aussi une méthode de valoriser le rendement de son fonctionnement. Pour la conception des outils ou machine agricole, il est important de faire l'essai à blanc.

L'essai à blanc est un test à vide, ce qui veut dire qu'on actionne la machine sans produit à planter, donc sans charge pour vérification du fonctionnement des tous le mécanisme qui existe dans notre machine. Nous essayons à trois reprise de tester la planteuse de pomme de terre sur une parcelle libre.

Exemples de vérification :

- ✓ Bien observer que la chaine de transmission ne frotte pas sur la trémie ;
- ✓ Contrôler tous les fixations et assemblage ;
- ✓ Vérifier la stabilité de la machine ;
- ✓ Vérifier le tendeur de la chaine et sa rotation.

- **Première essai à blanc**

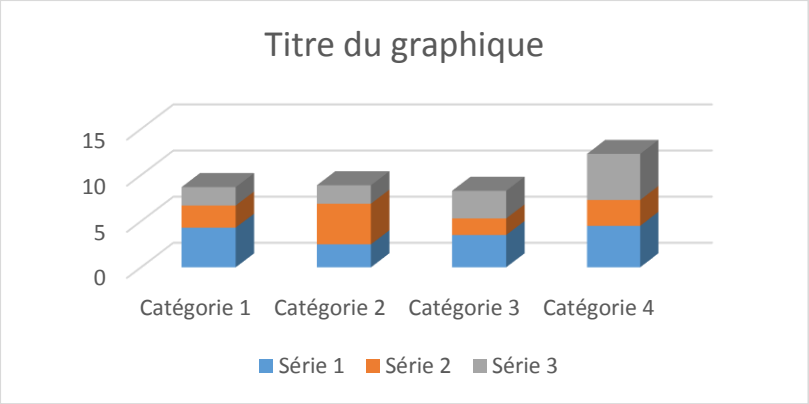
On pose notre machine sur deux tréteaux, ensuite on tourne de deux façons la roue d'entrainement car la première est à vitesse lente et la deuxième est plus rapide, alors les pignons tournent en même temps.

Photo N° 28 : La première essai à blanc.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Décembre 2021)*

- **Résultats du premier essai à blanc**

Interprétation : Le graphique ci-dessous nous montre le résultat du premier essai à blanc selon le fonctionnement de la machine.



Après avoir fini le premier essai à blanc, une rectification s'impose et nous passons au deuxième essai à blanc.

- **Deuxième essai à blanc**

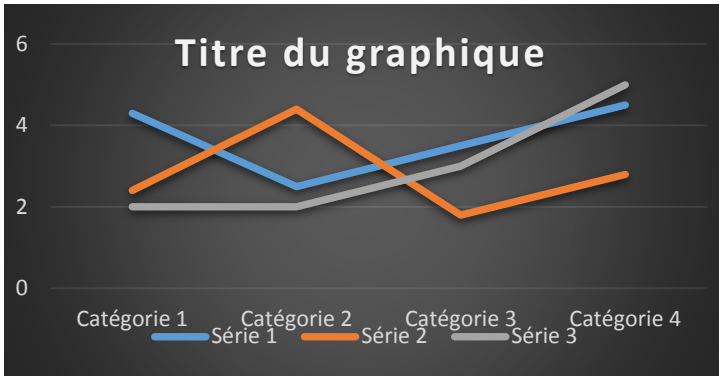
En posant toujours la planteuse sur les tréteaux, nous versons des semences de 100 pièces de tubercules de pomme de terre dans une trémie puis on tourne la roue d'entrainement pour tourner les chaines de distributeur qui porte la cuve de récupération de tubercule afin de voir la mise au fonctionnement de ces dispositifs.

Photo N° 29: Deuxième essai à blanc.

Source : *Cliché de l'Auteur. (Décembre 2021)*

- **Résultats du deuxième essai à blanc**

D’après cette deuxième essai, nous suggère qu’on doit faire d’abord le triage des semences avant de faire la plantation pour éviter les pertes.



Interprétation : D’après de graphique ci-dessus, il présente le résultat durant le deuxième essai à blanc. Nous avons constaté le taux de pourcentage de plantation car qu’il y a l’absence de tubercule dans la cuve et il y aussi de doublon car le problème c’est que nous ne faisons pas le triage de calibre avant de faire cette essai.

- **Troisième essai à blanc ou essai technique**

Cette troisième consiste à faire l’essai avec le tracteur, c’est-à-dire on fait l’attelage de ce matériel avec le tracteur puis on avance avec des vitesses variables pour voir que cette planteuse fonctionne normale, on l’appelle aussi essai technique.

Photo N° 30: Troisième essai à blanc ou essai technique.

Source : *Cliché de l’Auteur. (Décembre 2021)*

- **Résultats du troisième essai à blanc**

D’après cette dernière essai à blanc ou le troisième essai de la machine, nous avons constaté que la machine fonctionne normal et prêt pour l’essai sur terrain

Tableau N°08 : Le résultat du troisième essai à blanc de la machine

	LOCALISATION	CAUSE
Pièces fissuré	Aucun	Rien à signalé
Boulons	Rien à signalé	Rien à signalé
Assemblages dessoudés	Aucun	Rien à signalé
Disfonctionnement	Aucun	Rien à signalé

Le tableau ci-dessus présente le résultat de fonctionnement de la machine sur le troisième essai à blanc de la machine.

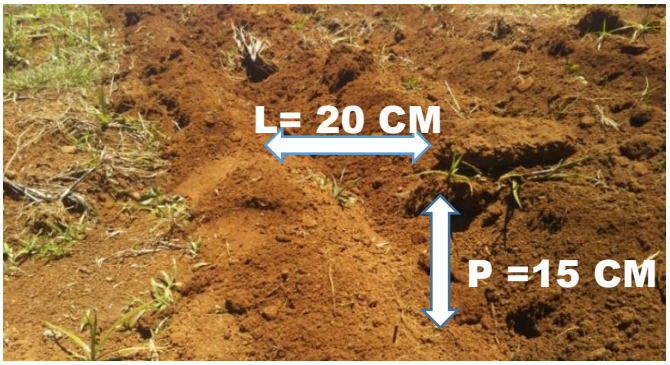
I.1-1. Essai sur terrain pour avoir les résultats sur le plan agronomique

L'essai sur terrain est l'essai le plus importante pour garantir le fonctionnement d'une planteuse de pomme de terre a deux rangées après l'essai à blanc. Lors de l'essai sur une parcelle bien préparée, c'est-à-dire que le test de planteuse a été après le labour, le pulverisage et le nettoyage d'une parcelle.

Durant ce test, nous analysons le fonctionnement des socs de profondeur de plantation, l'adhérence de la roue d'entrainement et la mise en place des tubercules dans le sol sous l'action de la rotation des deux systèmes de transmission qui porte les cuves de récupération des tubercules après le traçage des socs.

Après avoir terminé l'essai mécanique suivi de l'essai à blanc de la machine, nous avons fait des essais sur terrain ce qui concerne l'essai agronomique afin de trouver le résultat de rendement de cette planteuse.

Photo N°31 : Mesurage de la largeur de travail et la profondeur de plantation.



Source : *Cliché de l'Auteur. (Décembre 2021)*

- **Résultats de l'essai agronomique**

I.2. Résultats technologique plus précisément rendement accrus de la machine

Le rendement ou la capacité de travail d'un unité technique est l'aptitude de ce dernier à travailler, c'est généralement la surface effectuée par l'unité de temps, souvent exprimer en (ha/h) ou en (ha/j).

Apres avoir effectué les essais a blanc et l'essai sur terrain de notre planteuse de pomme de terre suivi des rectifications et modifications, nous avons entamer a la calcul du rendement.

Rendement théorique

Elle est obtenue par la formule suivant :

$$\mathbf{W_{th.h} = \frac{L \times V}{10}} \qquad \Rightarrow W_{th.h} = L \times V \times 0{,}1$$

Avec : $W_{th.h}$: Capacité de travail théorique horaire en (ha/h)

L : Largeur de travail de l'équipement (la planteuse) en mètre = 0,7 m

V : Vitesse d'avancement = 6km/h

$\Rightarrow W_{th.h} = 0{,}7 \times 6 \times 0{,}1$

$\mathbf{W_{th.h} = \underline{0{,}42}\ ha/h}$

Rendement théorique journalière

Elle est obtenue par le produit du rendement théorique horaire

Avec le temps (T) qui est la durée de travail en une journée est de 8 heures

$W_{th.j} = W_{th.t} \times T$

$= 0{,}42 \times 8$

$W_{th.j} = \underline{\mathbf{3{,}36}}\mathbf{ha/j}$

Rendement réel de travail :

Dans la réalité, le rendement de travail est différent du rendement théorique car tout au long de la réalisation du travail il y a présence de certain temps non productif comme le temps de virage, les diverses variations lors de l'unité technique comme la variation de la vitesse d'avancement.

Le rendement réel se calcul par la formule suivant :

$$W_{réel.j} = W_{th.j} \times C_f$$

Avec C_f = coefficient de fiabilité de l'unité technique qui est égal à 0,6 [13]

$$\Rightarrow W_{réel.j} = 3{,}36 \times 0{,}6$$

$$W_{réel.j} = \underline{\mathbf{2{,}01}}\ \mathbf{ha/j}$$

Résultats sur le rendement de travail

D'après les essais que nous avons faits, les résultats de notre machine est montré le tableau ci-dessous :

Tableau N° 9: Rendement de travail

Désignation du rendement	Surface traiter
Réel	2,01 ha/j
Théorique	3,36 ha/j

Ce tableau nous montre la comparaison entre les deux rendements de la machine

- **Interprétation :**

Le rendement de travail peut atteindre un niveau élevé. Il n'y a aucune difficulté pour l'unité de puissance à trainer l'équipement, il peut atteindre une vitesse d'avancement maximale.

La perte d'effort de traction due à la forte résistance de l'équipement, l'entraxe et le patinage est moindre plus précisément petite.

La différence entre le rendement théorique de travail et le rendement réel est minime c'est-à-dire le coefficient de fiabilité de l'opération est optimal.

Calcul de la consommation horaire (Q) :

La consommation horaire est la consommation en carburant par unité de temps avec la formule suivant :

$$Q = P \times \frac{degré\ de\ charge}{100} \times \text{Consommation spécifique}$$

Avec :

P = Puissance du moteur qui est 30ch

Q = en (l/h)

Consommation spécifique = (l/ch./h)

Degré de charge = 35% (le degré de charge varie entre 30 à 40%) [13]

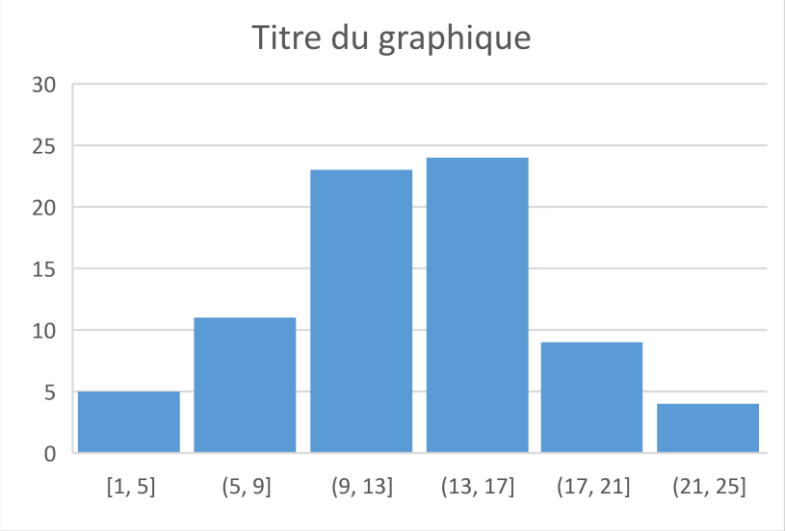
$\Rightarrow$ q = 0,3 l/kW/h et 1ch = 0,75 KW

q = 0,3 x 0,75 = 0,22 l/Ch./h

$$Q = 30 \times \frac{35}{100} \times 0,22$$

Q = **<u>2,31</u>** l/Ch./h donc pour une journée de travail pour 8h donne **<u>18,4</u>** l/Ch./j

- **Résultats sur la consommation en carburant du tracteur**



Interprétation : Le tracteur ne présente aucun problème à trainer l'équipement, le moteur n'est pas en surcharge donc on n'a pas besoin d'un régime moteur élever, cela signifie que le besoin d'augmentation du régime moteur par une forte accélération n'est pas nécessaire. Ce dernier n'a alors aucun effet sur la consommation en carburant car plus on augmente le régime, plus le moteur consomme du carburant.

I.3. Conclusion partielle

Si l'on conclut partiellement de ce chapitre, il regroupe certains résultats qui sont articulés sur trois grands axes mentionné ci-dessus

CHAPITRE III : ANALYSE FFOM « FORCE, FAIBLESSE, OPPORTUNITES, MENACE » SUR LE MATERIEL

III.1 Analyse de force de la machine

Une force, c'est une limitation à la liberté du choix du concepteur, les forces participent à définir les besoins en recensant les conditions qui doivent être impérativement vérifiées par le produit, mais qui ne sont pas sa raison d'être. Pour notre planteuse, il a la force comme

- Repartions régulière des tubercules a profondeur constante et réglable ;
- Economie de la qualité des semences des tubercules nécessaires sur un hectare ;
- La réduction des couts de la main d'œuvre ;
- Un espacement égal et réglable permettant le passage ultérieur des autres matériels ;
- Adapter au type de sol qu'on peut cultiver de pomme de terre ;
- Facilitation de l'utilisation ;
- Respecter la norme et la sécurité.

III.2 Analyse de faiblesse de la machine

Il existe des faiblesses dans l'utilisation de la planteuse de pomme de terre comme : il ne peut pas faire le travail de plantation aux champs qui n'a pas l'accès ou piste pour l'introduction de matériel et le tracteur. Il ne peut pas aussi travailler sur un terrain en pente car le tubercule ne peut pas placer dans la cuve de récupération.

III.3 Analyse sur l'opportunités de cette planteuse

Notre planteuse assure la réussite du plantation et l'augmentation de la surface d'exploitation pour avoir un meilleur rendement de production agricole. Son rendement théorique journalier est de 2,01ha/j, d'où 8 heures de travail par jour. Par contre qu'un seul homme ne fait que 3ares par jour de même heure de travail. Donc cette planteuse peut remplacer 66 homme par jour.

III.4 Analyse sur le menace

Le menace est un facteur qui présente un risque sur l'utilisation de la machine. Concernant notre planteuse une grande menace qui se pose c'est que l'utilisation de cette matériel pendant une période de pluie. C'est-à-dire il ne résiste pas aux intempéries.

CHAPITRE III : SUGGESTIONS ET PERSPECTIVES SUR L'UTILISATION DE LA MACHINE

III.1.1 Réalisation de cette machine

Le résultat de cette réalisation est de capable d'effectuer la mise en place des tubercules dans le sillon qui est bien aligné et respectant les interlignes. Cette machine est divisée en trois grande organes.

- Premièrement l'organe de distributeur composé des chaines de transmission, les pignons, les pelles de récupération des tubercules et la roue d'entrainement.
- Deuxièmement, l'organe de support qui est constitué de cadre, le bâti, le système d'attelage, et la roue d'appuis
- Enfin l'organe accessoire ce sont le système de recouvrement, les traceurs ou socs, la trémie, tube de descente, le système de tendeur de la chaine.

L'objectif de cette étude est atteint que l'hypothèse de la recherche.

III.1.2 Rentabilité

D'après l'analyse financière, cette installation est faisable et rentable. D'où, l'objectif de cette étude est atteint aussi l'hypothèse. D'après l'essai que nous avons fait, la planteuse fonctionne bien et assure la rentabilité de la plantation.

III.1.3 Maintenance

- **Entretiens technique journalier**

Avant de partir au champ :

- Vérifier les boulons de fixations ;
- Vérifier le système de transmission ;
- Vérifier le serrage des boulons de fixation, le tendeur de la chaine de transmission ;

Après le travail :

- Vider la trémie,
- Nettoyer la machine après chaque utilisation ;
- Faire séchée
- **Entretiens technique périodique**

Pour assurer la longévité de cette machine, l'entretien est très indispensable. Donc, pour l'entretien de cette planteuse de pomme de terre, il faut :

- Vérifier tous les boulons de fixations
- Vérifier tous les pièces travaillantes
- Laver entièrement le matériel
- Graisser les roulrments de chaque axe aux moments opportuns, surtout si le terrain est très boueux

- **Entretiens technique saisonnier**

Il est obligatoire de faire des entretiens technique saisonnier durant le repos :

- En cas d'arrêt prolongé de la machine, nettoyer et l'enduire de l'huile anti rouille spéciale, la recouvrir avant de la déposer sur une palette dans un lieu sec et à l'abri de la chaleur.
- Changer toutes les pièces travaillantes usées si besoin est, en attendant le programme cultural futur.

III.1 Suggestions et perspectives d'avenir

Après notre expérience sur l'essai on a vu que certaine modification devrait être réalisées afin d'améliorer la machine. Nous sommes satisfaits sur notre travail dans la mesure où nous avons atteint notre objectif de départ, qui était de faire fonctionner notre machine, Néanmoins, une étude n'est jamais vraiment finie, il est vrai que nous pourrions toujours d'approfondir nos connaissances mais les facteurs limitants de cette étude et le temps, les ressources financières.

En tant que conception, il y a une amélioration à effectuer à notre planteuse.

III.2.1 Stabilité de la machine et précaution d'utilisation de la machine

Cette machine peut être équipée d'un dispositif d'engrais, ce dispositif pour planteuse de pommes de terre est composé d'un réservoir d'engrais avec un épandeur a brosse à l'intérieur, d'un support de montage pour le bâti de la planteuse et d'un tendeur a chaine.

Le respect des règles d'hygiène et de sécurité de travail est obligatoire pour les personnes qui utilisent la machine et un tracteur.

- Avant d'utiliser la machine suspendue sur un tracteur :

- Assurer-vous qu'il n'y a pas d'objets étrangers dans la machine ;

- Assurer-vous que les traceur et le recouvrement respect la profondeur de plantation ;
- L'installation, la maintenance et le dépannage ne doivent être effectués qu'après avoir débranché l'appareil du tracteur ;
- L'unité ne doit être tourné qu'avec la machine relevée.

Pendant le travail il est interdit :

- D'agréger avec un tracteur un dispositif inutilisable
- D'aider avec la main un dispositif de pelle (placez les plants de pommes de terre sur la pelle et sortez-les de là) ; tournez la roue motrice et de résistance à l'aide des mains

III.2.2 Surveillance durant le fonctionnement

Lors de l'opération de planteuse, il doit y avoir un regard pour voir le bon fonctionnement de la machine et surtout pour aperçu la qualité se semis. L'opérateur puisse savoir qu'il y a de l'absence de tubercule reçu dans la cuve ainsi dans la trémie.

III.2.1 Perspective pour la recherche

Les travaux présentés dans ce mémoire laissent entrevoir des perspectives intéressantes pour les développements ultérieurs.

Pour une meilleure perspective d'avenir, notre recherche n'en reste pas là, nous envisageons dans les jours venir afin d'avoir une recherche meilleure d'huile stable, de qualité meilleure pour la planteuse, nous optons une nouvelle voie d'incorporer dans la planteuse.

Il s'agit de combiner avec des capteurs de vérification de fonctionnement et aussi l'installation du distributeur d'engrais minéral. La capacité et le rendement s'élèvent, notre prototype peut améliorer la production d'ail.

CONCLUSION GENERALE

Pour conclure, l'étude de la conception de planteuse de pomme terre dans une entreprise agricole est vraiment un levier de développement à Madagascar. Elle dégage des informations techniques, des connaissance scientifique intéressante et des savoir enrichissante en matière de technique de fabrication sur le plan technique et professionnelle qui puisse augmenter les rendements de travail et de la productivité. Le système de conception après maintes des expériences nécessite une nouvelle vision d'amélioration basé sur l'innovation.

Sur la base de diverses méthodes, les grandes lignes suivantes peuvent être tracé pour les pomme de terre et les engrais et la planteuse :

- L'importance de la place de la mécanisation agricole sur l'exploitation de pomme de terre en vue de l'augmentation de rendement de travail et de la production agricole ;
- Les méthodes et les matériels afin d'avoir l'efficacité de cette machine ;
- Les résultats obtenus après avoir fait des essais de la machine pour déterminer le rendement de la machine.

Rétrospectivement cet ouvrage relate l'étude de la conception de planteuse de pomme de terre qui a été mentionné dans l'introduction en ce début de cette mémoire ayant deux problème de recherche suivante :

- Comment avoir une plantation précise pour éviter les pertes en augmentant la production ?
- Comment est-ce qu'on valorise l'ergonomie de la planteuse de pomme de terre afin que les paysans ne subissent pas trop de fatigue quand ils travaillent sur cette dernière ?

Deux solutions à la problématique sont à proposer :

- De concevoir une planteuse de pomme de terre à deux ligne tracté par un mini tracteur

De ces recherches a découlé un certain nombre de résultats qui peuvent être regroupé sur 3 grands axes suivant :

- Par les méthodes de fabrication, notre recherche débouche sur des résultats suivants : diamètre de l'axe de la roue d'entrainement est de 18 mm
- Par la méthode agronomique, notre recherche aboutie à des résultats comme suit : inter ligne de 60 cm, de l'inter pied de 30 cm et de profondeur de 10 cm sous-sol, 15 cm de billon
- Par la méthode technologique, notre découverte une donnée accès à des résultats tels que : un rendement théorique de 3,36 ha/j et de 2,01 ha/j. consommation de 18 l/j avec 8h de travail

A partir de tous ces données ou des essais concluant et convainquant scientifiquement par des chiffres, nous pouvons confirmer que les hypothèses émise dans l'introduction sont bien vérifiées et notre recherche s'arrête là.

L'interprétation des résultats se présente de manière suivante :

- En premier lieu sur le plan de fabrication, la planteuse fonctionne normale.
- En deuxième lieu, sur le plan agronomique, cette planteuse respect l'exigence agronomique
- En troisième lieu, sur le plan technologique, cette machine assure l'augmentation de travail ainsi la production de la pomme de terre.

A titre de discussion, du côté milieu empirique lorsqu'on a effectué cette expérience scientifique après l'avoir interprété, il est vrai que la recherche débouche sur un résultat escompté et concluant, mais cette dernière suscite des questions conçues : Pour cela les inconvénients cette planteuse est de c'est qu'il ne peut pas faire de plantation sur un milieu en pente et aussi avec un terrain inaccessible au tracteur.

A long terme on a observé que des améliorations sont encore à faire, il s'agit de combiner la planteuse avec de distributeur d'engrais suivi de la mise en place d'un système innovant à caractère de l'intelligence artificielle qui contrôle le fonctionnement de la plantation et l'épandage d'engrais et comme ça, on a plus besoin d'aide de tractoriste en ce qui concerne la surveillance de fonctionnement.

Chers lecteur, l'ensemble des différents travaux réalisés dans ce document étant purement humain et à titre académique, les critiques, remarques et suggestion de votre part sont les bienvenues.

BIBLIOGRAPHIE

[01] *AUTEUR,* FANDRESENA Mahasolo Bruanos Zao*, 2021,*

[02] GILBERT Bakoharimanana Hanitriniaina, *2004.Contribution à la valorisation de pomme de terre, mémoire de fin d'études de la Faculté de science, 71p*

[03] MURRAY SNOWDON, Mai 1991*. Spécialiste de la nutrition animale (Ministère de l'agriculture, l'Aquaculture et des Pèches : Alimentation des animaux avec des pommes de terre.*

[04] CARROUSEL,*1990, guide pratique de la défense de culture*

[05] C.E.E.M.A.T*, 1974, manuel de motorisation des cultures, Tome II*

[06] ROUSSELLE P., ROBERT Y., CROSNIER J.C*, 1996. La pomme de terre production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. INRA, Paris.*

[07] MICHAEL C.L. *FAO 2001. La nutrition dans les pays en développement. Collection alimentation et nutrition. 268p*

[08] DARPOUX R., *1967. Les plantes sarclées Paris : Maison rustique.*

[09] SOLTNER, *1988. Les grandes productions végétales la pomme de terre. Tome II*

[10] ENQUETES*, Septembre 2021. Auprès des paysans dans la région Vakinankaratra*

[11] P. CHAUVIN*. Les différents procédé d'obtention des pièces mécanique (en ligne) ;*

http://chauvincpge.free.fr/ppm/Fab_cours.pdf

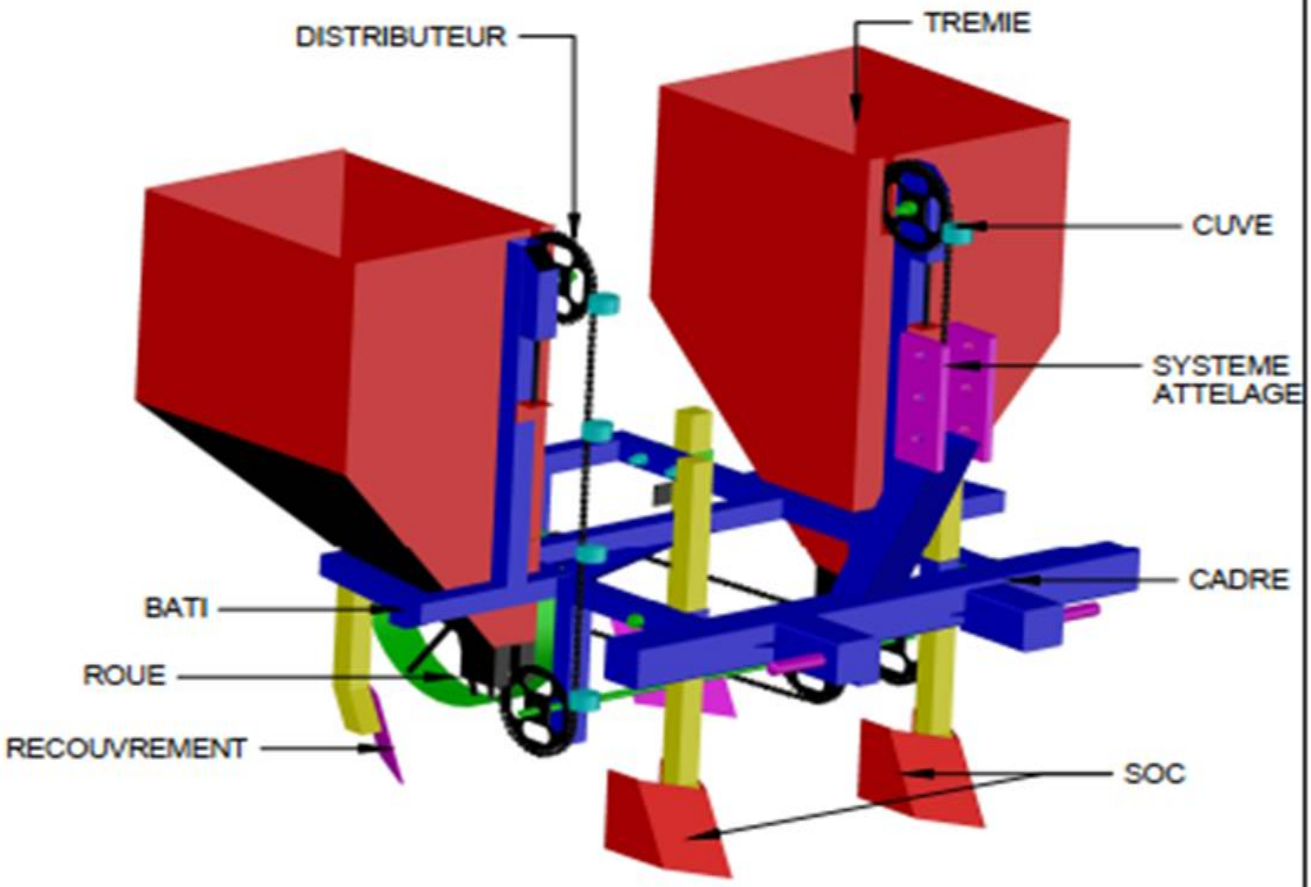
[12] LE MACHINISME AGRICOLE TROPICAL*, N° 95 Revue.*

[13] COURS THEORIE DE LA MECANISATION AGRICOLE

[14] HUBERT Paul*, Ingénieur d'Agronomie. Recueil des fiches techniques d'agriculture spéciale.*

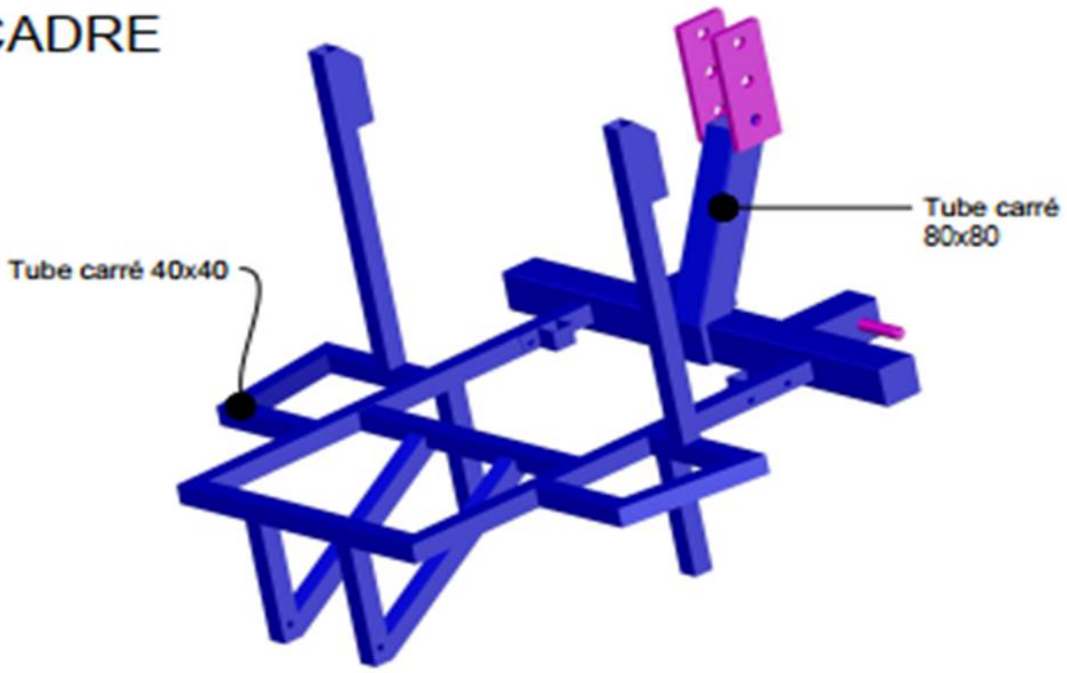
ANNEXE

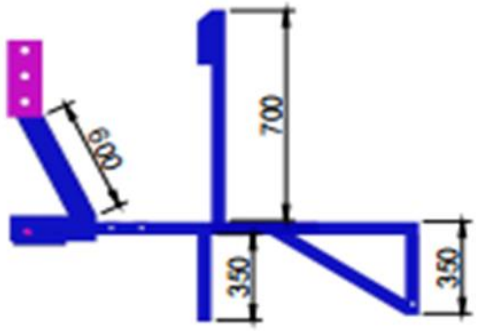
ANNEXE I : LES DESSINS TECHNIQUES



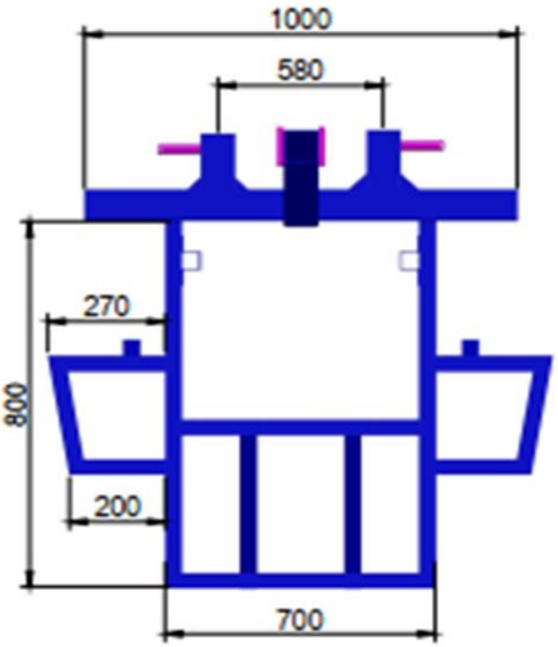
ECHELLE:1-1	VUE D' ENSEMBLE	AOUT 2021
	PLANTEUSE DE POMME DE TERRE	IES-AV
A 4	Dessiné par MAHASOLO MASTER II EN MA	Memoire de fin d'étude

CADRE





Vue de gauche

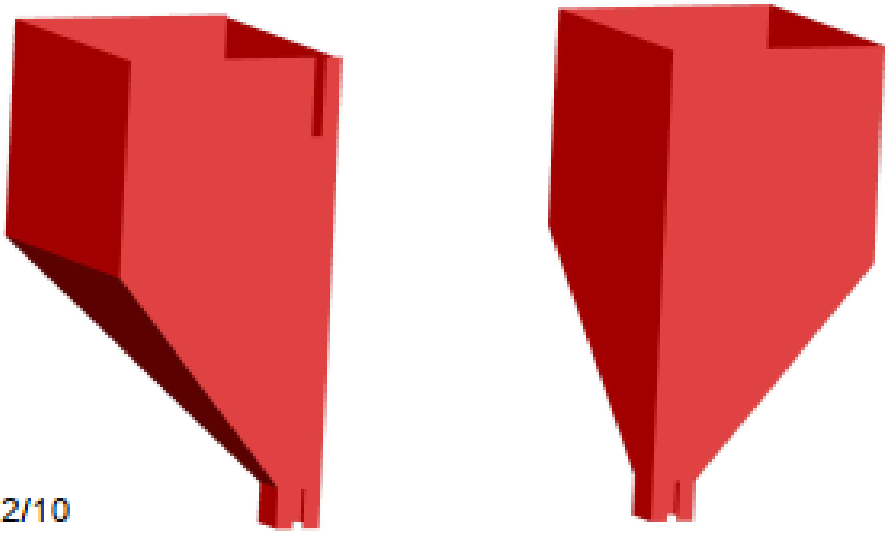


Vue dessus

ECHELLE:1-1	CADRE	AOUT 2021
	PLANTEUSE DE POMME DE TERRE	IEG-AV
A 4	Dessiné par MAHASOLO MASTER II EN MA	Memoire de fin d'étude

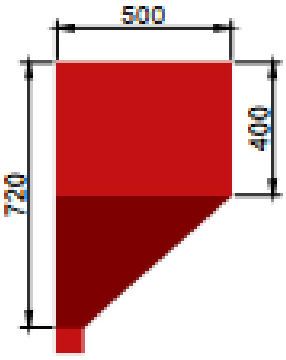
TREMIE

Vue perspective

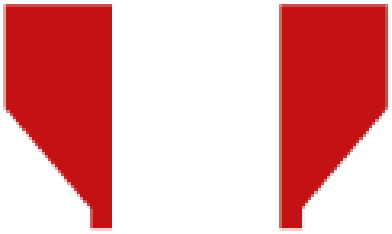


TPN 12/10

Vue de droite

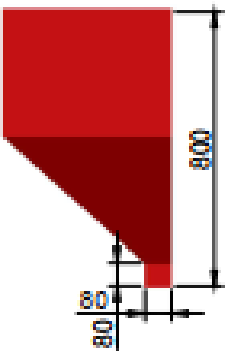


Vue de face



Vue de dessus

Vue de gauche

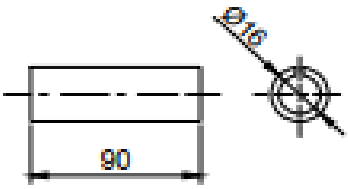


ECHELLE:1-1	TREMIE	AOUT 2021
	PLANTEUSE DE POMME DE TERRE	IES-AV
A 4	Dessiné par MAHASOLO MASTER II EN MA	Memoire de fin d'étude

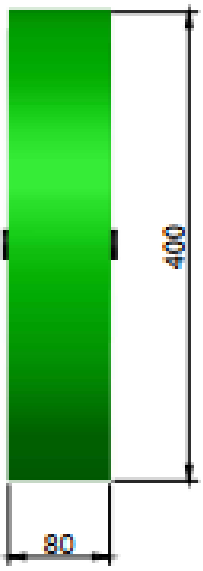
ROUE D'ENTRAINEMENT

FER PLAT (40 x 3) x 2

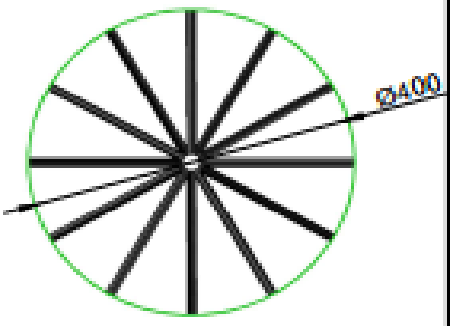
Moyeu



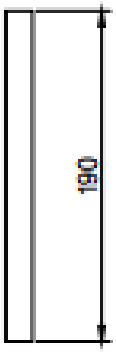
Vue de gauche



Vue de face

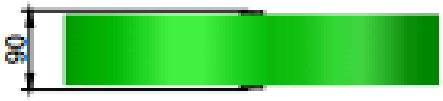


Rayon

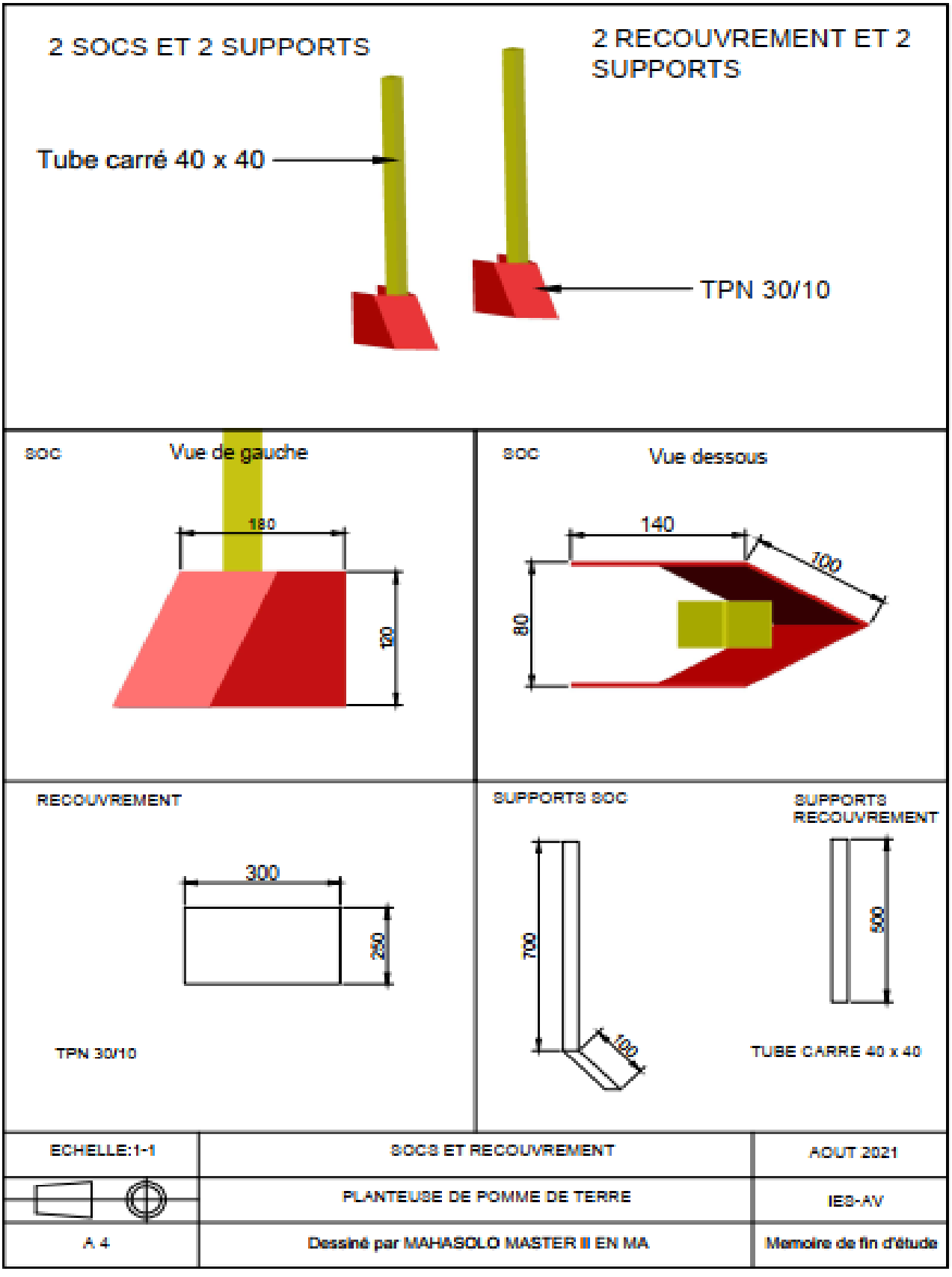


Fer rond Ø12

Vue de dessus



ECHELLE:1-1	ROUE D'ENTRAINEMENT	AOUT 2021
	PLANTEUSE DE POMME DE TERRE	IES-AV
A 4	Dessiné par MAHASOLO MASTER II EN MA	Memoire de fin d'étude


2 SOCS ET 2 SUPPORTS
2 RECOUVREMENT ET 2 SUPPORTS
Tube carré 40 x 40
TPN 30/10
SOC
Vue de gauche
180
100
SOC
Vue dessous
140
100
80
RECOUVREMENT
300
250
TPN 30/10
SUPPORTS SOC
700
100
SUPPORTS RECOUVREMENT
500
TUBE CARRE 40 x 40
ECHELLE:1-1
SOCS ET RECOUVREMENT
AOUT 2021
PLANTEUSE DE POMME DE TERRE
IES-AV
A 4
Dessiné par MAHASOLO MASTER II EN MA
Memoire de fin d'étude

ANNEXE II : LES ENNEMIS DE LA POMME DE TERRE

NOM	AGENTS PATHOGENES	SYMPTOMES	METHODES DE LUTTE
Insectes : 1- Teigne de la pomme de terre ou chenille mineuse	Photorimea operculella	-Attaque surtout les pommes de terre en stockage, existence de tunnel -Ronge les feuilles	-Buttage adéquat -Surveillance journalière des pommes de terre stockées -Traitement à base de malathion
2- Coccinelle des solanacées	Solanophila pavonia	-Les larves adultes rongent les feuilles qui sont détruites et sèchent	-Traitement insecticide
3- Puceron vert du pêcher (ramerina)	Myzus persicae	-Suce de la pomme de terre qui rabougrit -Transmet les maladies virales à de pomme de terre	-Traitement insecticide -La coccinelle cydonia lurata (jaune) est le prédateur des pucerons
Les maladies : 1-Mildiou (lagaly) maladie cryptogamique	Phytophtora infestant	-Taches noire sur les feuilles se propagent sur les tiges en cas de forte attaque on note un feutrage blanc à la face inferieure des feuilles -Le climat frais et humide favorise sa propagation	-Planter des tubercules sains et indemnes de maladie -Traiter 3 fois tous les 7jours dès apparition des symptômes -Eliminer les plantes malades -Eviter l'excès d'azote
2- Enroulement des feuilles (virus)	Potato leaf roll	-Les jeunes feuilles et bourgeons s'enroulent, jaunissent et sèchent -La pomme de terre se rabougrit -Les pucerons transmettent cette maladies	-Utiliser des semences saines -Arracher et bruler les plantes malades -Traiter les pucerons à l'insecticide

3-Hollow Heart, cœur creux maladie non parasitaire	Grossissement trop rapide des tubercules dû à des conditions climatiques défavorables	-Gros tubercules avec des creux à l'intérieur, les cavités prennent une couleur brunâtre et pourrissent de l'intérieur	-Plantation assez dense -Apport suffisant en potasse
4-Maladie de la jambe noire Maladie bactérienne	Erwinia carotovora	-Les feuilles et les tiges se dessèchent et tombent par terre -Le pied noircit, pourrit et les tubercules aussi	-Utiliser des semenceaux sains -Planter sur les sol bien drainés
5-Fusariose Maladie cryptogamique	Fusarium solen	Les tubercules stockés flétrissent et pourrissent, une poudre blanche recouvre la peau	-Récolter la pomme de terre à maturité -Stocker des tubercules sans blessure

ANNEXE III : PRESENTATION DE CFFAMMA

❖ **Dénomination**

En mois d'Aout 2018, CFAMA Centre de Formation et d'Application du Machinisme Agricole devient CFFAMMA qui signifie Centre de Fabrication, de Formation et d'Application du Machinisme et de la Mécanisation Agricole

❖ **Historique**

Dans les années 80, une vaste opération rizicole a été menée à Madagascar, opération dite « 100 000 Ha ». Pour bien mener cette politique, l'Etat Malagasy a importé 1200 tracteurs de l'Union des République Socialistes Soviétique (URSS).

Ces tracteurs, arrivés à Madagascar, ont été usés précocement, dus aux nombres insuffisants des cadres et techniciens qualifiés.

De ce fait, en 1982, le gouvernement Malagasy a pris l'initiative de créer le Centre de Formation et d'Application du Machinisme Agricole avec l'appui du gouvernement de l'URSS, par le décret N° 82-288 du 27 Mai 1982 à Madagascar et l'arrêté interministériel N° 2835/82 du 17 Juin 1982. Depuis, le CFFAMMA a dispensé des formations pour les utilisateurs directs, les entreprises agricoles, les jeunes diplômés se lançant vers la production, ou autres. La formation a été orientée vers la durée de vie des tracteurs ; leurs utilisations rationnelles (l'exploitation, la maintenance et réparation, et la conduite). Et l'enseignement sur les différentes techniques de culture d'élevage.

En 1998, le gouvernement Japonaise, par le biais de la société (Agence Japonaise de Coopération Internationale) ou JICA, a doté le centre de matériels de petite et moyenne taille, visant à la mécanisation de la filière rizicole à partir des travaux de préparation du sol jusqu'au conditionnement. Des séances de démonstration ont été entreprises au niveau des organisations paysannes, au niveau des projets et des communes. L'appuis du centre a ces acteurs de développement, s'était étendu aussi dans les domaines de location des matériels, de la fabrication sur commande des petits matériels agricoles, des études et conseils en matériels agricoles, de mécanisation. En 2005, une formation de techniciens supérieurs en machinisme agricole a été créé au centre.

❖ **Statut**

Le CFFAMMA ou Centre de Fabrication, de Formation et d'Application du Machinisme et de la Mécanisation Agricole est un Etablissement Publique à caractère Industriel et Commercial (EPIC) soumis aux règles de la comptabilité commerciale. Il est placé sous tutelle technique du Ministère de l'Agriculture et d'Elevage (MINAE), et sous tutelle financière du Ministère du Finance et du Budgets (M.F.B).

❖ **Mission**

Le CFFAMMA a pour mission principale de promouvoir et de vulgariser la mécanisation agricole dans tout Madagascar, par le biais de la formation diplômantes et/ou qualifiante, et par la présentation des matériels auprès des productions et des opérateurs agricoles et ruraux.

❖ **Les diverses activités**

☑ **Service formation**

Le CFFAMMA dispose de types de formations suivantes :

- Formation Professionnelle Qualifiante de Conducteur Dépanneur.
- Formation Professionnelle Qualifiante de Mécanicien Agricole.
- Formation diplomante :
  - Brevet des Techniciens Supérieur en Machinisme Agricole (BACC+2).
  - Licence professionnel en Machinisme Agricole (BACC+3).
  - Master II de grade Ingénieur en Mécanisation Agricole (BACC+5)

☑ **Service administratif et financier**

Pour la division du personnel et de contentieux :

- Embauche et débauche, suivi de carrière ;
- Accomplissement de toutes formalités administratives des employés ;
- Etablir divers états (salaire et autres) ;
- Classement de tous les dossiers.

Pour la division financière :

- Tenue de tous les livres (engagement, liquidations, recettes, facturation) ;
- Préparation du budget et du rapport d'activité ;
- Classement et archivage des documents.

☑ **Agence comptable**

- Tenue de livre comptable ;
- Encaissement des recettes ;
- Paiement dépenses divers ;
- Paiement des factures aux fournisseurs ;
- Inventaire.

☑ **Service exploitation**

- Effectuer des expérimentations sur les techniques agricole et spéculation ;
- Entreprendre des activités agricoles ;
- Promouvoir les productions des semences certifiées ;
- Promouvoir la mécanisation agricole afin d'améliorer la productivité.

☑ **Service atelier**

Le CFFAMMA fabrique aussi les petits matériels :

- Charrue à traction animale
- Sarcleuse
- Batteuse a pédale
- Vanneuse
- Semoir manuel
- Pompe d'irrigation
- Silo métallique

Le centre fait aussi diverses démonstrations concernant l'utilisation des matériels agricoles en vue de leur vulgarisation.

☑ **Service matériel et infrastructure**

♠ Chargé de la maintenance et location des matériels existants au centre comme :

- Des matériels agricoles, des cars, et des engins de terrassement.

♠ Chargé de la maintenance de l'infrastructure du centre ainsi que de la décentralisation des activités de prestation de service comme :

- Des dortoirs
- Salles de classe
- Salle d'informatique

- Salle de dessin
- Bibliothèque
- Amphithéâtre
- Réfectoire

❖ **Application du machinisme agricole**

Le centre dispose des fermes auprès de laquelle l'exploitation agricole est appliquée :

- ♣ A Ivory Antsirabe ayant une superficie de 5 ha
- ♣ A Indafy Antsirabe ayant une surface de 138 ha
- ♣ A Anosiboribory Ambatondrazaka ayant une surface de 55,51 ha

Il introduit des matériels au niveau des exploitations paysannes par la location des engins et matériel agricoles :

- ♣ Pelle hydraulique
- ♣ Bulldozer
- ♣ Tracteur nu ou avec équipement
- ♣ Equipement agricole
- ♣ Tractopelle
- ♣ Motoculteur

Photo Nº 1 : Bureau administratif du CFFAMMA

Source : Auteur (avril 2021

Auteur : FANDRESENA Mahasolo Bruanos **Zao**

Contact : 034 91 260 25

E-mail : zao.fandresena@gmail.com

Encadreur : Pr RAJAONARISON Eddie Franck

« ETUDES ET CONCEPTION D'UNE PLANTEUSE DE POMME DE TERRE »

Nombre des pages : 81

Nombre des figures : 31

Nombre des tableaux : 12

Nombre des photos : 11

RESUME

Cette étude concerne la conception d'une planteuse de pomme de terre, l'objectif de ce mémoire consiste d'une part de mettre en place des tubercules dans le sillon avec une profondeur constante et le respect des interlignes, d'autre part à l'augmentation du rendement de travail et de la productivité. Ce mémoire évoque les questions fondamentales posées dans l'introduction. Le mémoire énonce les grandes lignes de la méthode de recherche : méthode de fabrication, méthode de calcul. Ce mémoire après des expériences probantes au moyen des diverses méthodes et analyses argumentées par des chiffres convainquant débouche sur des résultats concluants. Plusieurs expériences empiriques scientifique et système de modélisation de conception peuvent être exécutés pour restituer un prototype comme celle de la nôtre. Après des expériences scientifiques, on a constaté le besoin d'amélioration à faire. Il s'agit de combiner cette machine avec un système d'épandage suivi de l'innovation en intelligence artificiel pour le contrôle d'épandage et la plantation de mise à terre pomme de terre.

Mots clés : tracteur, pomme de terre, planteuse, engrais,

ABSTRACT

This study concerns the design of a potato planter, the objective of this thesis consists on the one hand of placing tubers in the furrow with a constant depth and respecting the line spacing, on the other hand increased work performance and productivity. This dissertation evokes the fundamental questions posed in the introduction. The thesis outlines the research méthod : manufacturing method, calculation method. This dissertation after convincing experiments using various methods and analyzes argued by convincing figures leads to conclusive results. Several scientific empirical experiments and design modeling system can be run to render a prototype like ours. After scientific experiments, the need for improvement was found. It is a question of combining this machine with a spreading system followed by innovation in artificial intelligence for the control of spreading and the planting of potato earthing.

Keywords : tractor, potato, planter, fertilizer,