



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO  
INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ANTSIRABE VAKINANKARATRA



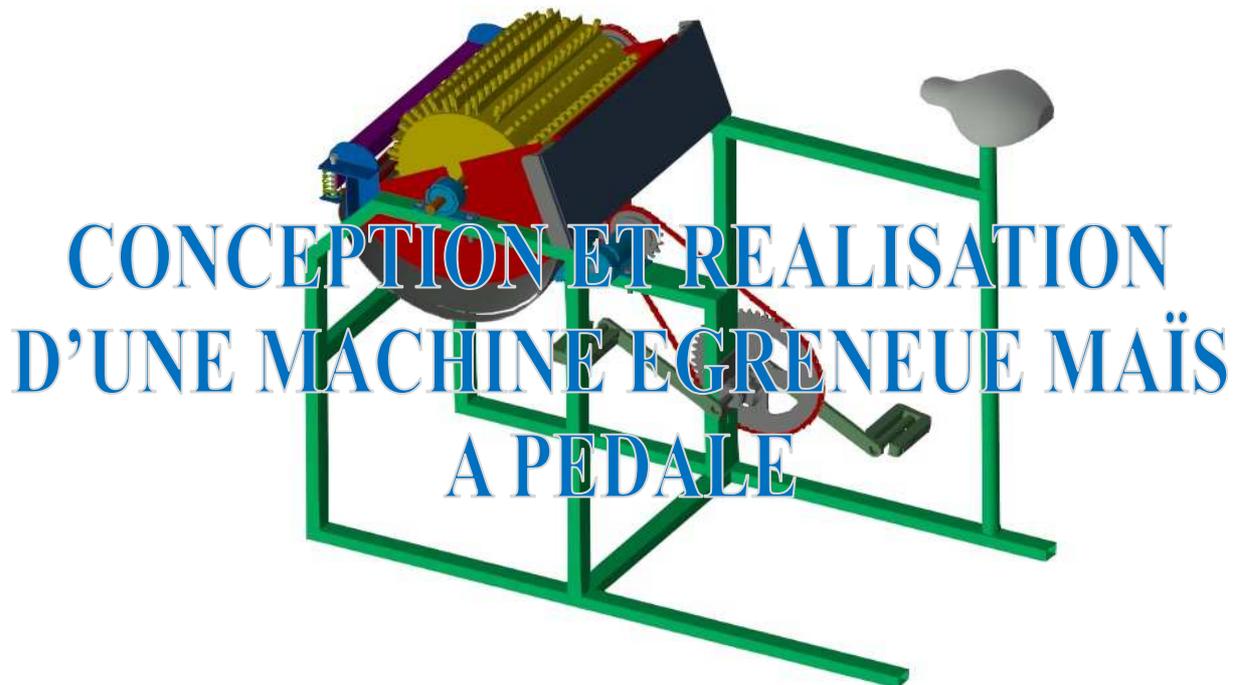
CENTRE DE FORMATION ET D'APPLICATION DE  
MACHINISME AGRICOLE

Mention : Génie rural

Parcours : Mécanisation Agricole



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



Présenté par:

**RATELOLAHY Tinamanana Jerry**

Encadreur:

**Monsieur RAKOTOSOA ANDRIANAINARIVELO Armand**

**Promotion : 2018**



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO  
INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ANTSIRABE VAKINANKARATRA



CENTRE DE FORMATION ET D'APPLICATION DE  
MACHINISME AGRICOLE

Mention : Génie rural

Parcours : Mécanisation Agricole



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

# CONCEPTION ET REALISATION D'UNE MACHINE EGRENEUE MAÏS A PEDALE

Présenté par:

**RATELOLAHY Tinamanana Jerry**

Président de jury:

**Docteur RAKOTOSAONA Rijalalaina**

Encadreur:

**Docteur RAKOTOSAONA Rianasoambolanoro**

**Promotion : 2018**

## REMERCIEMENTS

Grace à Dieu et au recours de nombreuses personnes, par nos efforts personnels, nous avons pu réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier ici toutes les personnes qui nous ont apporté leur aide, leur conseil et leur expérience pendant la réalisation de notre étude et de cet ouvrage, plus précisément :

➤ Le président de l'Université d'Antananarivo : Le Professeur **RAMANOELINA PANJA Armand** qui a accepté de recevoir notre mention et parcours dans son établissement.

➤ Le Vice Président de l'Université d'Antananarivo : Le Professeur **RANDRIANJA Roger** qui accepte toujours de négocier avec nous et de nous donner des solutions pour améliorer la qualité de notre formation.

➤ Le Directeur de l'IESAV : Docteur **EDDY FRANCK** le premier responsable de nos études.

➤ Le Directeur de CFAMA : Monsieur **RAKOTOSON Andriamanalimanana David** qui n'a jamais cessé de trouver des moyens et méthodes pour améliorer notre étude ;

➤ Le Chef de parcours de Mécanisation Agricole : Monsieur **RAKOTOARISOA HAGA Johary** qui était le plus proche de nous et programmé le bon déroulement de nos études ;

➤ Les encadreurs pédagogiques : Le Docteur **RAKOTOSAONA Rianasoambolanoro** et Le Professeur **RAKOTOSAONA Rijalalaina**, qui malgré ses nombreuses fonctions, n'a pas hésité à me donner des conseils et critiques bien fondées. Ils sont accordée ses temps pour lire ce travail ;

➤ L'encadreur technique Monsieur **RAKOTOSOA ANDRIANIAINARIVELO Armand** ; Nos remerciements s'adressent également à tous les professeurs qui nous a données leurs expériences et connaissances durant notre étude.

➤ Nos profondes reconnaissances reviennent aussi à ma famille pour leur soutien moral, financier et matériel qui est les sources de l'exécution de cette thèse.

Enfin, nos vifs et sincères remerciements sont dédiés spécialement à nos amis, nos frères et sœurs pour leur encouragement et surtout leur aide.

# SOMMAIRE

## REMERCIEMENTS

## SOMMAIRE

## AVANT PROPOS

## RÉSUMÉ

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

## INTRODUCTION

### PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS SUR LE MAÏS

*I.1- Définition :*

*I.2- Description botaniques*

*I.3- Le cycle végétatif*

*I.4- Exigences écologique*

*I.5- Utilisations de maïs*

*I.6- Maladies et ennemis*

CHAPITRE II: TECHNIQUES CULTURALES

*II.1- Les conditions culturelles :*

*II.2- Mode de culture :*

*II.3- Les variétés :*

### DEUXIÈME PARTIE : CONCEPTION, RÉALISATION ET ESSAI

CHAPITRE III: LES GÉNÉRALITÉS DE L'ÉGRENEUSE MAÏS

*III.1- Définition*

*III.2- Objectifs :*

*III.3- Avantage :*

*III.4- Condition de battage :*

*III.5- Le principe fonctionnement de la machine :*

*III.6- Description et fonctionnement*

*III.7- Les éléments constituants de l'égreneuse :*

CHAPITRE IV: CONTEXTE

*IV.1- Définition des problèmes :*

*IV.2- Proposition de solutions :*

*IV.3- Étude de praticabilité et choix de la solution finale :*

CHAPITRE V: CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DE LA MACHINE ÉGRENEUSE

*V.1- Analyse des forces :*

*V.2- Étude de la chaîne cinématique entre le moteur et la sortie 1:*

V.3- *La vitesse de rotation de la roue libre n5 :*

V.4- *Choix des matériaux :*

V.5- *Dessin technique :*

V.6- *Étude cinématique :*

V.7- *Étude dynamique :*

CHAPITRE VI: PHASE DE PRATIQUE ET RÉALISATION

VI.1- *Type des opérations et matériels utilisés :*

CHAPITRE VII: TEST DE L'ÉGRAINEUSE

VII.1- *Test de fonctionnement (praticable) et essai vide :*

VII.2- *Test de matériel utilisé :*

VII.3- *Phase d'expérimentation :*

VII.4- *Test de matériel utilisé pour la machine :*

CHAPITRE VIII: ÉTUDES DE FIABILITÉ DE L'ÉGRENEUSE À MAÏS

VIII.1- *Au niveau de fabrication :*

VIII.2- *Au niveau de l'utilisation :*

VIII.3- *Au niveau prix :*

VIII.4- *Caractéristiques de notre égreneuse*

VIII.5- *Étude de rendement*

CHAPITRE IX: ETUDE ÉCONOMIQUE

IX.1- *Étude de coût*

IX.2- *Analyse de marché et vulgarisation de la machine égreneuse :*

**CONCLUSION**

**BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE**

**ANNEXES**

**TABLE DES MATIÈRES**

## **AVANT PROPOS**

La filière maïs revêt pour la population Malagasy une importance incontestable tant dans la vie quotidienne et indissociable du contexte socioculturel que sur le plan économique. En effet, elle tient la deuxième place en terme de culture la plus pratiquée après le Riz, l'alimentation de base des Malagasy. Néanmoins, il est plus commercialisé que le paddy puisque quarante-trois pourcent de la production passent par le marché (contre un pourcentage inférieur pour le riz), tandis que quatre pourcent sont utilisés pour l'alimentation du bétail. C'est dire combien elle est une filière importante. En outre, des dégâts importants dus aux foreurs de tiges sur les maïs ont été encore constatés dans les grandes zones maïsicoles de l'Île comme la région d'Antsirabe, le Moyen Ouest et Tuléar (aux environs du fleuve Onilahy).

Cet ouvrage vise essentiellement à rassembler les éléments de connaissances pratiques, acquis dans l'atelier de fabrication et aussi sur le résultat obtenu durant les recherches. Les connaissances théoriques que nous avons acquises en classe, nous ont permis de montrer l'importance de notre thème et afin de réaliser cette synthèse.

Enfin, cette prestation est conçue de façon à ce que tous les chapitres sont logiquement rattachés entre-deux. Elle s'adresse surtout aux paysans producteurs pour résoudre les difficultés qui pourraient bien être apparaître lors de la culture de maïs notamment le désherbage ou l'égreneuse. Cette étude est aussi destinée aux constructeur artisans de ces matériels agricoles.

## RÉSUMÉ

Le maïs est la deuxième plante vivrière cultivée à Madagascar, c'est aussi l'une des aliments de bases des Malagasy. Vue la modernisation dans le monde urbain ou dans le monde rural, pourquoi laisserons-nous en compte la production du maïs ? Mon travail a pour thème « **COMPCEPTION ET FABRICATION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE** » qui a pour but de détacher des rafles les grains secs sans que les rafles se cassent ; qui est doté d'un fonctionnement simple d'un rendement avantageux. Cette égreneuse est facile à installer car c'est plutôt les paysans qui sont les premiers cible, celle-ci est due au manque de connaissance et à la pauvreté.

L'existence de ce nouveau matériel, m'a ouvert de plus grand horizon tel que l'idée de la recherche d'amélioration ou de fabrication d'autres matériels agricoles répondant aux besoins ultimes des paysans. L'avenir pourrait s'ouvrir sur l'utilisation des matériels plus modernes, plus efficaces et même l'implantation d'un atelier agricole avec les conséquences bénéfiques pour les paysans et la nation.

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

## LISTE DES FIGURES

Figure N° 1.	Champ de plantation de maïs .....	2
Figure N° 2.	système racine du maïs.....	3
Figure N° 3.	Feuille de maïs .....	3
Figure N° 4.	Inflorescence mâle du maïs .....	4
Figure N° 5.	Inflorescence feuille de maïs .....	5
Figure N° 6.	Coupe longitudinale d'un grain de maïs .....	5
Figure N° 7.	Réalisation du semis .....	11
Figure N° 8.	Ensemble d'égreneuse maïs .....	17
Figure N° 9.	batteur .....	18
Figure N° 10.	Contre batteur .....	19
Figure N° 11.	bâti .....	19
Figure N° 12.	Organe de transmission .....	21
Figure N° 13.	Mouvement d'égrenage à la main.....	33
Figure N° 14.	Présentation de force sur égrenage à la main direct.....	34
Figure N° 15.	Pour le traçage : le pointe à tracer ; compas ; .....	35
Figure N° 16.	Pour le mesurage : pied à coulisse, réglettes ; équerre ; mètre. ....	35
Figure N° 17.	Pour le découpage ou sciage : porte à lame avec scie à métaux ; cisaille ; .....	36
Figure N° 18.	Pour le meulage : Atelier RAMAMY possède deux types de meules. ....	36
Figure N° 19.	Pour le perçage : l'atelier de fabrication a 2 types de perceuse.....	36
Figure N° 20.	Pour le tournage : L'atelier utilise 1 tour mécanique pour les pièces besoin d'usinage. ....	37
Figure N° 21.	Pour le soudage : .....	37
Figure N° 22.	Pour l'ajustage : meuleuse ; limes. ....	37
Figure N° 23.	Pour le compteur de tour moteur : nous avons utilisés cet appareil durant les essais. ....	38
Figure N° 24.	Pour la peinture : un compresseur avec tuyaux et pistolet. ....	38
Figure N° 25.	égrenage à main .....	59
Figure N° 26.	battre avec bois rond .....	59

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau N° 1. Voici le dosage des engrais minéraux apporté sur le dispositif.....	11
Tableau N° 2. La chronologie de travail .....	49
Tableau N° 3. Les résultats du test sont présentés dans le tableau suivant : .....	53
Tableau N° 4. Test par un adulte .....	53
Tableau N° 5. Les résultats du test sont présentés dans le tableau suivant : .....	54
Tableau N° 6. Test par une femme .....	54
Tableau N° 7. Les résultats du test sont présentés dans le tableau suivant : .....	54
Tableau N° 8. Test par un enfant .....	55
Tableau N° 9. Les résultats du test sont présentés dans le tableau suivant : .....	55
Tableau N° 10. Tableau de coût de fabrication (mois de mars 2018).....	61
Tableau N° 11. Tableau de coût des pièces standards (mois de mars 2018) .....	62
Tableau N° 12. Le tableau ci-après démontre l'étude économie total du projet :.....	62

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

- % : Pour Cent
- AN : Application Numérique
- CV : Cheval (ou Chevaux)
- DDL : Degré de liberté
- F : Farad
- ICIPE : International Centre of Insects Physiology and Ecology
- LER : Land Equivalent Ratio
- M : Moyenne
- m : Mètre
- M : Millimètre
- N : Newton
- Nb : Nombre
- S : Seconde
- SCE : Somme des Carrés des écarts
- SD : Standard Deviation
- SE : Standard Error
- SER : Surfaces équivalentes relatives
- TPN : Tôle Plan Noir
- Tr : Tour
- TSP : Triplesyerphosphate
- UPDR : Unité Provinciale du Développement Rural

## INTRODUCTION

Afrique et dans les pays sous-développés, la technique de transformation industrielle de céréales reste embryonnaire et crée ainsi un grand problème tant au niveau d'appropriation qu'au niveau consommateur, malgré l'augmentation de la production.

Au niveau mondial, le maïs est la céréale la plus cultivée avant le riz et le blé. Il est produit à 817 millions de tonne en moyenne par an, soixante-dix pourcents de cette production viennent des pays en développement. Pour Madagascar, le maïs occupe la troisième place en cultures vivrière après le riz et le manioc.

Originnaire d'Amérique central, le maïs est une plante annuelle qui présente un développement végétatif important. On peut donc penser qu'elle prendra un véritable essor dans les années à venir et c'est à ce titre que je lui ai réservé une place particulière. L'épi du maïs se détache assez facilement de la tige qui lui porte pendant la récolte. Par contre, il est plus difficile de séparer les grains des rafles donc il a fallu réaliser un matériel spécifique notamment pour les travaux de l'égrenage. Cependant dans un pays en voie de développement, c'est très difficile d'avoir une machine d'égreneuse de maïs toute neuve car le pouvoir d'achat est très faible. C'est pour cela qu'ils s'avèrent nécessaire et primordial de fournir de l'aide aux paysans sur liés de l'économie Malagasy. Elle prétendait fabriquer une machine qui adapte à notre nation et d'en donner la satisfaction aux clients intéressés dans le but est de concevoir une machine simple avec un coût très abordables pour contribuer à l'indigence de la nation.

Le thème du mémoire qui a été convenu s'intitule : « **CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE** », un matériel peu fréquent dans les usines agricoles. Nous avons choisi d'actionner l'égreneuse par pédale.

**PREMIÈRE PARTIE :**  
**ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

## PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

### CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS SUR LE MAÏS

#### I.1-DÉFINITION :

Le maïs, céréale d'assez grande taille, est très largement cultivé pour son grain, utilisé dans l'alimentation humaine et animale, et comme fourrage en plante entière (tiges-feuilles épis).

Il est, avec le blé et le riz, l'une des principales cultures céréalières du monde. Le maïs est une graminée annuelle à haute tige et à grandes feuilles. C'est une espèce monoïque généralement protandre c'est-à-dire une espèce qui a des fleurs mâles et femelles portées par une même plante. Les fleurs mâles s'appellent la panicule et la femelle l'épi. Cette disposition des fleurs génère un taux d'allogamie très élevé, jusqu'à 95%, qui a des conséquences importantes en sélection et pour la multiplication de semences.

*Figure N° 1. Champ de plantation de maïs*



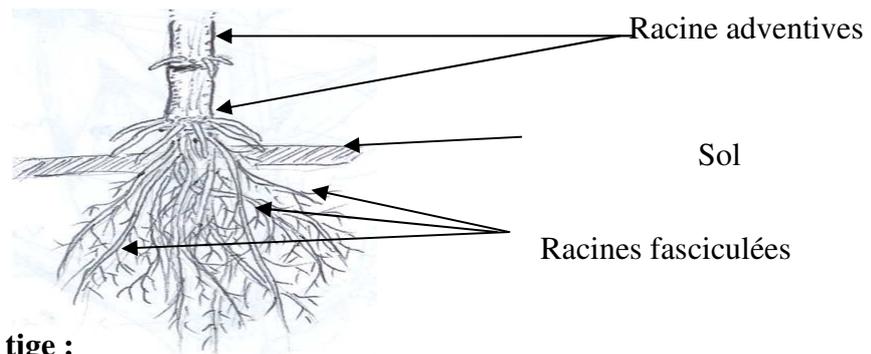
## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

### I.2-DESCRIPTION BOTANIQUES

#### I.2.1- Les racines :

Elles sont du type fasciculé. Elles sont superficielles car elles ne dépassent pas 50 cm de profondeur. Des racines adventives aériennes se forment sur les nœuds de la base des tiges.

**Figure N° 2. système racine du maïs**



#### I.2.2- La tige :

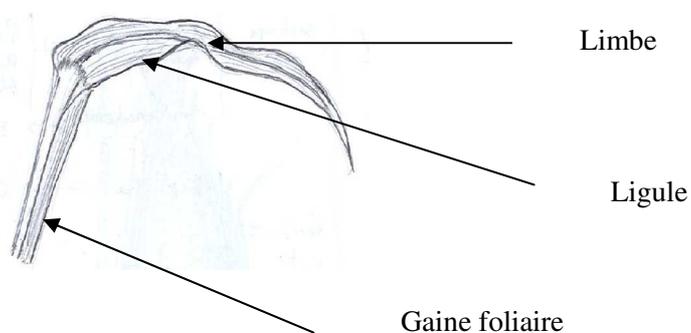
Le maïs est une plante à tige érigée pleine à la différence des tiges creuses de la plupart des autres graminées. Il n'étale pas en général, et ne présente qu'une tige unique ronde, plus ou moins cannelée, constituée de nœuds et d'entre-nœuds. Les entre-nœuds de la base sont plus courts. La tige est remplie d'une moelle sucrée. Elle mesure de 1,5 à 3,5m de haut et 5 à 6 cm de diamètre.

#### I.2.3- Les feuilles :

Les feuilles alternes sont longues et étroites. Elles s'attachent sur la tige au niveau des nœuds. Elles sont formées d'une gaine et d'un limbe plat. Entre le limbe et la gaine se situe une petite ligule.

La figure suivante représente la feuille du maïs :

**Figure N° 3. Feuille de maïs**



## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

### I.2.4- La panicule :

C'est une inflorescence terminale après la dernière feuille. Elle est constituée par un axe central avec des ramifications latérales. Chaque ramification se compose d'un épi formé d'épillets. Chaque épillet comporte deux fleurs de trois étamines qui libèrent leur pollen avec un intervalle de trois à quatre jours. Pour une seule panicule la libération totale du pollen dure plusieurs jours (8 à 10 jours). L'émission du pollen se fait toute la journée, débutant très peu de temps après la levée du soleil, passant par un maximum au milieu de la matinée.

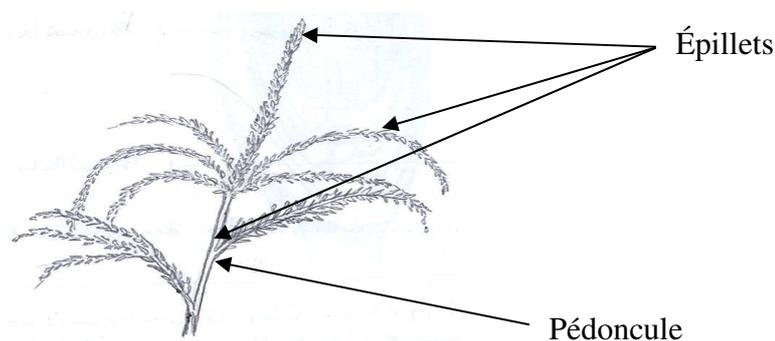
### I.2.5- Inflorescences :

Les inflorescences mâles et les inflorescences femelles séparées coexistent sur un même pied. L'inflorescence mâle, composé de glumes et glumelles entourant 3 étamines, est une panicule terminale formée d'épillets contenant chacun 2 fleurs mâles.

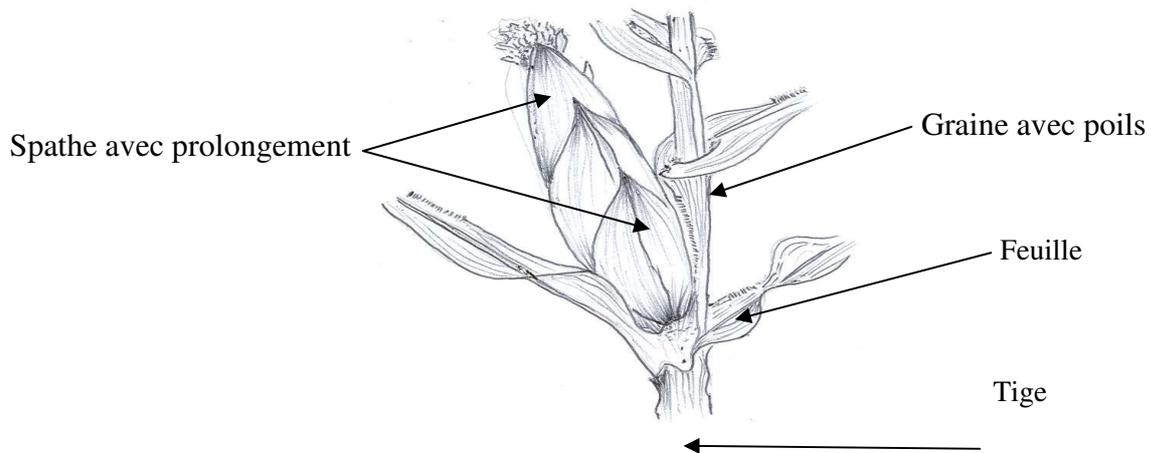
Les inflorescences femelles, au nombre de 1 à 4/pied, possèdent chacune 1 ovaire surmonté d'un style très long. Elles sont situées à l'aisselle des feuilles du milieu de la tige.

Ce sont des épis enveloppés dans des feuilles rudimentaires appelées "Spathes". Chaque épi est constitué par un "rafle" sur lequel sont insérés en rangées verticales des centaines d'épillets à 2 fleurs femelles dont une seule est fertile. Au moment de la fécondation, les styles des fleurs sortent à l'extrémité des épis sous forme de soies vertes ou rosées. Les fleurs mâles fleurissent avant les fleurs femelles. La fécondation est donc de type croisé. Les inflorescences mâles et femelles sont représentées dans les figures suivantes :

**Figure N° 4. Inflorescence mâle du maïs**



**Figure N° 5. Inflorescence feuille de maïs**

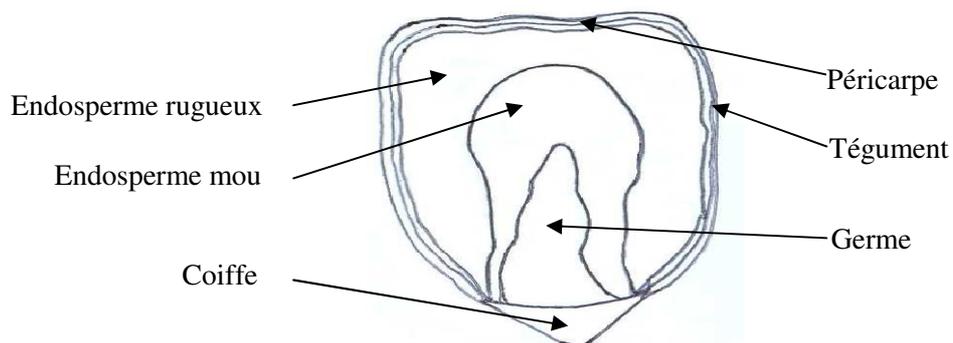


**I.2.6- Les fruits :**

C'est un caryopse. Chaque grain est disposé en rangées verticales de 8 à 20 selon les variétés le long de la rafle de l'épi. Les grains sont très variables selon les variétés quant à leur forme (globulaire, ovoïde, prismatique, etc....), à leur couleur (blanc, jaune roux, doré, violet, noir) à leur taille, à leur espèce (lisse ou ride). Les bons grains pour le choix des semences sont au milieu de l'épi. Chaque grain est composé d'une enveloppe, d'un albumen, d'un cotylédon et d'un embryon. Un épi compte 500 à 1000 grains. Un épi pèse 150g en moyenne.

La coupe longitudinale du grain de maïs est représentée par la figure n° ci-après :

**Figure N° 6. Coupe longitudinale d'un grain de maïs**



## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

### I.3-LE CYCLE VÉGÉTATIF

Le cycle germinatif du maïs dure 90 à 180 jours suivant la variété et les lieux de culture. Durant ce cycle, le maïs passe par les cinq phases suivantes :

#### I.3.1- Phase de germination :

Pendant cette phase, le grain gonfle sous l'influence de l'humidité, puis apparaissent la radicule et la tigelle respectivement 2 à 3 jours et 3 à 4 jours après le semis. La levée se fait en général de 8 à 10 jours après le semis.

#### I.3.2- Phase de croissance :

Elle s'étale de la levée jusqu'à l'apparition des inflorescences mâles. La croissance du maïs est lente (10 à 15 cm de hauteur environ au bout de 4 à 5 semaines après le semis, 50 à 60 cm de hauteur à 60 jours après le semis). Ce stade dure plus ou moins longtemps suivant les variétés, la température (ambiante) et l'état d'humidité du sol.

#### I.3.3- Phase de floraison :

Dès que la croissance est terminée, l'inflorescence mâle apparaît (soit 70 à 95 jours après le semis). Quelques jours après, les inflorescences femelles apparaissent et sont prêtes pour la fécondation (soit 5 à 8 jours après l'apparition des inflorescences mâles).

#### I.3.4- Phase de fécondation :

Elle a lieu 5 à 10 jours après l'apparition des inflorescences mâles. Les détails de la fécondation sont présentés dans l'annexe 2 : Physiologie et reproduction du maïs.

#### I.3.5- Phase de maturation :

Les grains formés passent 3 stades successifs : stade laiteux, stade pâteux et stade sec.

### I.4-EXIGENCES ÉCOLOGIQUE

#### I.4.1- Besoin en chaleur :

La germination a besoin d'une température de 10°C au minimum pour pouvoir s'effectuer correctement. Au cours de sa végétation, le maïs a besoin d'une température optimum de 19°C.

#### I.4.2- Besoin en eau :

Étant une plante exigeante en eau, surtout en phase de germination, croissance floraison, fécondation et grossissement des grains, on estime qu'il faut une moyenne mensuelle de 100mm d'eau durant toute la période de sa végétation pour le maïs. Mais la

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

période la plus critique pour l'eau s'étend sur les 15 jours qui précèdent et les 15 jours qui suivent l'apparition des inflorescences mâles.

### **I.4.3- Besoin en lumière :**

Le maïs demande une forte insolation. C'est la raison pour laquelle un espacement minimal de 50 cm a été préconisé par les agents de l'agriculture aux paysans.

### **I.4.4- Altitude favorables à la culture de maïs :**

Le maïs pousse aussi bien en bordure de la mer que sur les Hauts-Plateaux lorsque les conditions écologiques précédentes sont satisfaisantes. Néanmoins, il ne peut pas dépasser 1800m d'altitude.

### **I.4.5- Sols favorables à la culture de maïs :**

Le maïs étant une plante exigeante, les meilleurs sols sont :

➤ Profonds, meubles, frais, assez légers, fertiles, humifères pour éviter les risques de tassement et d'engagement permanent en eau asphyxiant les racines.

➤ Surtout sols alluvionnaires de « *baiboho* » ou issus d'un volcanisme récent qui contiennent des éléments minéraux et de la matière organique.

➤ -Sols pas trop acides, pH avoisinant 5 et de pente < 12% pour éviter les risques d'érosion.

### **I.4.6- Besoin nutritifs :**

Le maïs a besoin des six éléments essentiels suivants dans lesquels il puise ses principaux nutriments: l'Azote (N), l'Acide Phosphorique (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), la Potasse (K<sub>2</sub>O), la Chaux, (CaO), la Magnésie (MgO). Ils sont surtout indispensables avant la floraison pour permettre la formation normale de l'épi.

### **I.5-UTILISATIONS DE MAÏS**

Le maïs est l'une des graminées la plus cultivée dans le monde après le monde du riz et le blé. Ses graines servent à l'alimentation humaine et animale et constituent une matière première dans l'industrie agroalimentaire.

#### **I.5.1- Alimentation humaine :**

Le maïs peut être consommé :

##### **I.5.1.1- Vert :**

Cuit, grillé, en salade, en soupe, pilonné, on ajoute du sucre ou de la banane, on l'enveloppe avec les spathes et on le cuit à la vapeur.

Cuit avec l'épi, ensuite égrené et séché au soleil, pilonné.

##### **I.5.1.2- Sec :**

Pilonné, il constitue un aliment d'appoint ou même de base en période de soudure dans les campagnes, moulu en farine, on peut en faire des gâteaux, cakes, ainsi de suite.

#### **I.5.2- Alimentation animale**

À l'état de grain, il sert au gavage de canard destiné à la production de foie gras. C'est une matière première très demandée en provenance, la plante est broyée au stade de grain pâteux et utilisée comme fourrage frais ou ensilée.

#### **I.5.3- Industrie agro-alimentaire :**

➤ Dans l'industrie agro-alimentaire, le maïs est utilisé pour la fabrication de farines alimentaires, destiné pour les bébés et pour faire des biscuits. L'amidon, extrait industriellement de la graine, sert à préparer de bouillies, des biscuits, des apprêts pour tissus, ainsi de suite.

➤ Le germe de maïs donne de l'huile qui sert pour l'alimentation humaine, pour la fabrication de vernis et savons. On peut aussi fabriquer des produits pharmaceutiques, des produits artisanaux et du pétrole vert. La barbe du maïs séchée, infusée a des propriétés diurétiques.

#### **I.5.4- Valeur nutritive :**

Le maïs est une espèce très riche en amidon. Il contient une forte quantité d'eau, quelques matières grasses, de la matière azotée, de la cellulose et des matières minérales :

- Eau : 13%,
- Amidon : 70%,

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

- Matière azotée : 9%,
- Matière grasse : 4%,
- Cellulose : 2,5%,
- Matière minérales : 1,5%.

### I.6- MALADIES ET ENNEMIS

#### I.6.1- Maladies :

Les maladies les plus fréquentes chez le maïs sont: *Le charbon* dû à un champignon qui s'attaque aux épis et tiges provoquant la formation de boursouflures grisâtres remplies de poussières noires ; *la rouille* due à un champignon qui s'attaque aux feuilles ; *la mosaïque* due à un virus qui s'attaque aux feuilles.

#### I.6.2- Ennemis :

Les principaux ennemis du maïs sont: *Hétéronychus sp* qui est un coléoptère qui ronge le collet des jeunes plants ; *les chenilles* qui rongent les feuilles, les inflorescences et les jeunes épis ; *les cigales* qui se logent entre les feuilles et les tiges et piquent les feuilles provoquant un ralentissement du développement des pieds de maïs attaqués; *les borers* qui minent les tiges et gênent la circulation de la sève provoquant une malformation des graines ; *les pucerons* qui piquent les feuilles, sucent la sève et affaiblissent la plante ; *les charançons* qui rongent l'intérieur des grains stockés; les corbeaux qui mangent les grains sur les épis mêmes; *les pigeons* qui détruisent les semis en mangeant les grains semés ; *les rats* qui consomment les grains sur pied; *les sangliers et bœufs* qui consomment les pieds de maïs à l'état vert.

## CHAPITRE II: TECHNIQUES CULTURALES

### II.1- LES CONDITIONS CULTURALES :

Pour effectuer la culture de maïs, il faut connaître et respecter les recommandations sur sa culture :

#### II.1.1- Choix du terrain :

Le maïs est une plante exigeante, très sensible aux variations de la fertilité du sol. Il nécessite des apports d'engrais notamment l'azote. C'est pourquoi, cette espèce a été souvent utilisée pour mettre en évidence les carences minérales du sol.

Il affectionne particulièrement les sols profonds, meubles, frais assez légers, riches en matière organiques et doués de bonne propriété physique.

#### II.1.2- La température :

Le maïs ne peut germer qu'à une température supérieure à 10°C. La fécondation est perturbée dès que l'on dépasse 35°C. La température raccourcit le cycle cultural : un abaissement de la température (altitude, latitude, époque de semis) entraîne un allongement du cultural.

### II.2- MODE DE CULTURE :

#### II.2.1- Préparation du sol :

##### II.2.1.1- Apport de dolomie :

Avant le labour, 2 semaines avant le semis, pour la correction du pH, un apport de dolomie par épandage manuel de 3 t/ha-1 soit 14,7 kg/parcelle a été fait. Les deux parcelles témoins ayant une dimension respective de 16m<sup>2</sup> ont reçu une dose de 4,8 kg.

##### II.2.1.2- Labour et pulvérisation du sol

Un labour profond (30cm) avec l' « *angady* » (*bêche spécial pour retourner la terre du champ de maïs*) a été effectué 5 jours avant le semis, par la même occasion, les mottes ont été pulvérisées. La dolomie épandue en surface a été incorporée dans l'horizon labouré.

#### II.2.2- Fertilisation minérale :

Trois types d'intrants minéraux ont été utilisés pour la fertilisation, notamment :

- l'Urée pour l'apport d'Azote (N) à 46%,
- le Triple Super Phosphate ou TSP pour l'apport de Phosphore (P) à 46%

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

➤ le Sulfate de Potassium pour l'apport de Potassium (K) à 50%.

Chaque parcelle a été incorporée de Phosphore (P) et de Potassium (K), celles de devant doivent recevoir le traitement d'Azote (N) ont reçu l'Urée. Les parcelles témoins n'ont reçu aucun fertilisant.

L'épandage d'Urée apportant l'Azote (N) s'est fait en deux apports de 1/3 et 2/3 respectivement : le premier apport pendant le semis avec un apport en poquet et le deuxième apport 10SAS, avant la floraison avec un apport en ligne.

**Tableau N° 1. Voici le dosage des engrais minéraux apporté sur le dispositif**

Engrais utilisés	Dose par hectare (Kg/ha)	Quantité apporté par :		
		Parcelle(g)	Poquet (g)	Ligne (g)
Urée	120	426	1,93	-
	1 <sup>er</sup> apport : 40	853		-
	2 <sup>ème</sup> apport : 80	62,65		
TSP	20	488	2,2	-
K2o	60	708	3,2	-

### II.2.3- Semis :

Le semis ci-dessous a été réalisé le 18 décembre 2017 suivant un écartement de 50cmx40cm. Comme chaque parcelle a une dimension de 7mx7m, cela inclut 13 lignes et 17 poquets par ligne soit 221 poquets par parcelle. Les parcelles témoins de 4mx4m donnent 7 lignes et 9 poquets par ligne soit 63 poquets. Deux grains de maïs ont été semés dans chaque poquet après que les engrais épandus ont été recouverts de terre. Sur la totalité des parcelles d'expérimentation, 5 kg de semence ont été utilisés soit 41,6 kg. Ha<sup>-1</sup>. La densité de plantation est de 50 000 pieds. Ha<sup>-1</sup>.

**Figure N° 7. Réalisation du semis**



### **II.2.4- Resemis :**

Le resemis a été effectué 4SAS. Les poquets vides ont été comblés par les semences pré germées. Pour ce faire, des trous ont été refaits à l'emplacement des poquets vides et deux

(2) graines pré-germées étaient placées dans les trous sans plants. Etant donné que c'est le traitement azote qui présentait le taux de levée le plus faible, c'est sur ces traitements que le resemis a été le plus pratiqué.

### **II.2.5- Entretien :**

#### **II.2.5.1- Traitement insecticide :**

Tout d'abord, il ya eu le traitement insecticide terricole de contact qui s'est effectué avec du pyriban 10G (chlorpyrifos) 5SAS, avec une dose de 10kg/ha, soit 3g par pied due à la présence de mille pattes (*tachipodoiulus sp*) qui s'attaquaient aux semences en phase de germination, des verres blancs (*heteronychus spp.*), des termites (*reticulitermes sp*).

Ensuite, le traitement insecticide foliaire à 14SAS à la suite de l'apparition sur quelques pieds de chenilles *Helicoverpa zea* qui s'attaquaient aux épis. Sur chaque parcelle, pour cette

#### **II.2.5.2- Matériels et méthodes**

13opération, 10ml de produit insecticide gazidim (diméthoate organophosphoré) qui a été dilué dans 2l d'eau et ont été épandus. La zone de l'épi a été plus particulièrement traitée.

##### ➤ Désherbage et nettoyage des canaux :

Le désherbage s'est fait manuellement et par fauchage à l'*angady* 6SAS après identification des adventices. Les adventices ont été pesés, séchées puis restituées sur la parcelle. Par la même occasion, un grand assainissement des canaux de drainage a également été effectué.

##### ➤ Arrosage :

C'est la dernière opération effectuée avant la récolte au 12SAS au stade de remplissage des grains par les épis. L'arrosage a été effectué deux fois par semaine et cessé deux semaines avant la récolte. Chaque pied a été arrosé pour diminuer le risque de fanaison ou le manque d'eau pouvant avoir une répercussion sur le rendement. Une quantité d'eau de 8 seaux de 11litres a été utilisée, soit 88litres par parcelle. Cela a donné l'équivalent de 5.

### **II.2.6- Récolte :**

La récolte a été réalisée le 05 mai 2014, c'est-à-dire 21SAS. Une ligne sur les bordures de la parcelle a été enlevée. Ensuite on a procédé à la mise en place de 4( quatre) carrés de rendement dans chaque parcelle. Chaque carré correspond à une dimension de 1m×1,20m soit 1,2m<sup>2</sup> contenant 6 (six) plants de maïs. 624plants (6plants×4carrés de rendement × 26parcelles) ont été récoltés au total. Les plants des carrés de rendement ont été coupés à la base de la tige et inclus toute la biomasse aérienne.

### **II.3- LES VARIÉTÉS :**

Les variétés de maïs sont classées suivant la durée de leurs cycles végétaux d'une part, les caractères de leurs grains, d'autre part (couleur, forme, texture).

Grace aux facultés de croisement (entraînées par le caractère allogame du maïs et effet d'hétérosis), les sélectionneurs ont obtenu des hybrides hautement productifs.

Le maïs comprend sept sous espèces :

- INDURATA : maïs corné ou « flint corn » en Anglais, les grains sont entièrement cornés et durs ;
- AMYLACEA : « soft corn » les grains sont très peu cornés et très amylacés. Ils se rident en séchant ;
- INDENTATA : « dent de cheval » ou maïs dentés ou dent corn, les grains sont déprimés au sommet. Il est à la base de très nombreux hybrides.
- INVERTA : « pop corn », grains pointus, cornés à la périphérie et amylacés au centre. Ils servent à préparer le pop corn sucré ou salé ;
- TUNICOTA : « pop corn », on le reconnaît à ses grains entourés des balles formés par les glumes et les glumelles ;
- SACCORATO : « sweet corn », ou maïs sucré, avec grains à saveur sucrée, se rident complètement en séchant ;
- CEROTINA : maïs Japonais, les grains murs conservant le contenu pâteux.
- A Madagascar, le maïs est classé en trois types :
  - Maïs « dent de cheval », à grain blanc farineux ;
  - Maïs « sud Afrique » à grain jaune tendre ;
  - Maïs « plata », à grain rouge, très riche en carotène et très dur.

Le nombre de variétés de maïs reste toutefois non déterminé du fait de l'amélioration génétique qui ne cesse d'évoluer.

**DEUXIÈME PARTIE :  
CONCEPTION, RÉALISATION  
ET ESSAI**

## DEUXIÈME PARTIE : CONCEPTION, RÉALISATION ET ESSAI

### CHAPITRE III: LES GÉNÉRALITÉS DE L'ÉGRENEUSE MAÏS

#### III.1- DÉFINITION

L'égreneuse de maïs sert à détacher les grains de maïs à des rafles. C'est une petite machine actionnée par une personne qui agit sur une pédale avec les pieds et qui se pose sur une surface plane.

#### III.2- OBJECTIFS :

La machine devra permettre de résoudre un certain nombre de problèmes actuels. Nous fixons alors les objectifs poursuivis dans ce projet:

- Avoir la possibilité d'effectuer l'égreneuse et la mouture du mil en utilisant une seule machine,
- Proposer une machine qui répond aux réalités socio-économiques du pays,
- Favoriser la consommation des céréales locales en général et du mil en particulier en réduisant leur temps de transformation au niveau familial,
  - Simple à fabriquer localement,
  - Facile à déplacer et à manœuvrer,
  - Moins fatiguant que l'égreneuse manuelle,
  - Moins chère que l'égreneuse à moteur électrique,
  - Avoir le maximum de rendement.

#### III.3- AVANTAGE :

L'avantage se présente ainsi :

- La machine peut être destinée au milieu rural (où l'on constate une rareté de pièces de rechange) d'où la nécessité d'une simplicité d'entretien,
- Le prix de la machine doit être compatible aux revenus des populations surtout rurales,
- La machine ne doit pas demander un niveau technique assez élevé pour son fonctionnement,
  - Le produit final doit répondre aux attentes des consommateurs,
  - Le coût d'acquisition de la machine doit être à la portée des groupements féminins,

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

➤ L'apparence de la machine doit permettre de l'insérer aux autres machines agro-alimentaires existantes.

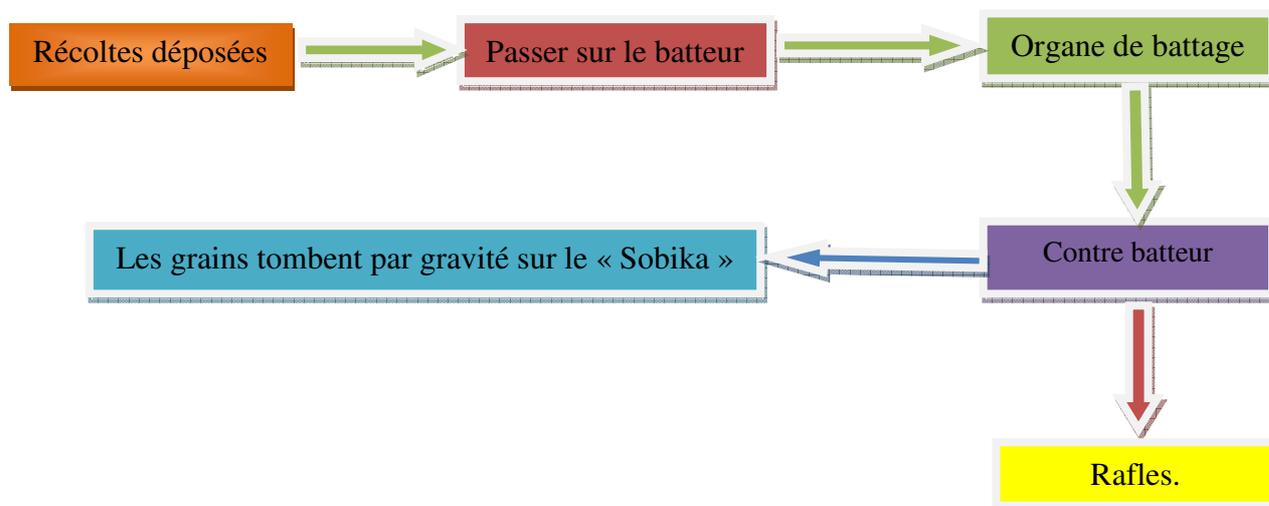
- Un matériel personnel et collectif,
- Ne nécessitant pas l'utilisation de courant électrique,
- Facile à déplacer,
- Moins chère

### III.4- CONDITION DE BATTAGE :

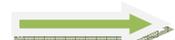
Pour que les grains de maïs se détachent des rafles, il faut un mouvement de choc et de frottement, ce qui implique l'obligation de la présence d'une vitesse de transmission et d'un couple ou d'une force.

### III.5- LE PRINCIPE FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE :

La récolte déposée doit passer sur le batteur de la machine, ensuite en pédalant la machine, elle va passer à l'intérieur des organes de battage pour être égrenée par le batteur et le contre-batteur. Enfin, les grains tombent par gravité tandis à travers le contre batteur et que les rafles vont être expédiées vers l'extérieur.



#### Légende :

-  Direction des récoltes entières.
-  Direction des rafles.
-  Direction des grains égrenés.

### III.6- DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT

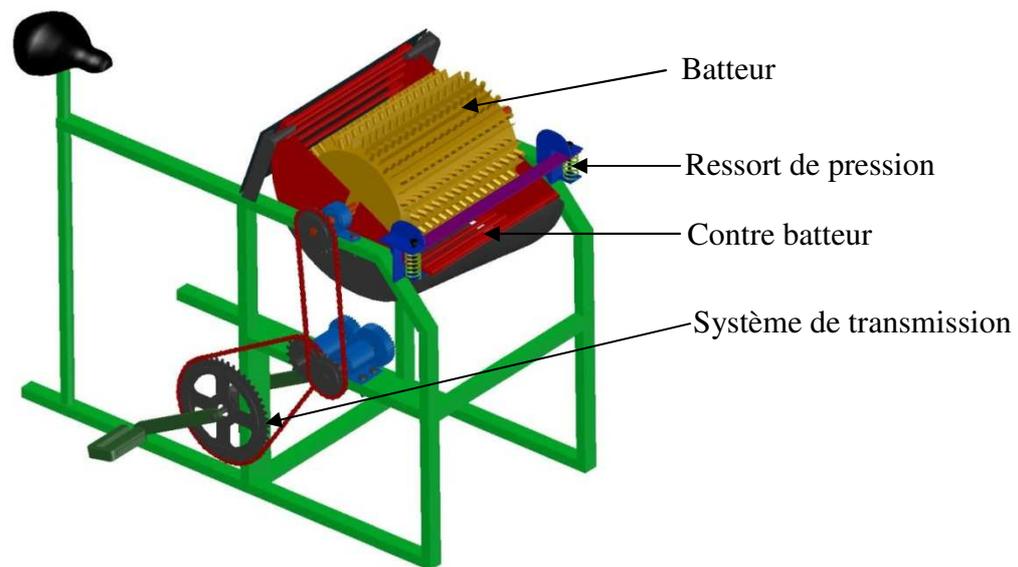
En premier lieu, nous allons voir la description de machine. Cette section nous permet de voir le profil extérieur du matériel. Ensuite, le principe de fonctionnement du matériel lors de son utilisation. Enfin, les organes constituants du matériel tels que les organes de battage et les autres organes.

Comme forme du matériel, j'ai choisi la forme rectangulaire avec quatre pieds liés les uns aux autres par des fers rectangles de 30 et posés d'une façon trapézoïdale pour avoir une stabilité efficace. La vitesse de transmission que j'ai choisi de prendre est le système de transmission d'un bicycle, c'est-à-dire, de liaison par chaîne. D'une part, d'une roue libre qui a le même axe que le batteur à axe horizontale, et d'autre part, d'un développement libre à pédale pour dégager une énergie non épuisante. L'organe de battage le plus performant pour moi, c'est l'égrenage à batteur rotative qui est composé d'un tambour à doigts presque hélicoïdales avec un contre-batteur fixe et denté en dessous du batteur à un écart automatiquement amovible en cas des différentes formes des maïs. Une table d'alimentation ou une trémie pour facilité du versage des maïs bien secs dans l'organe de battage. Elle nécessite néanmoins une légère poussée et une petite correction avec la main en cas de sens contraire de l'entrée des maïs, donc la forme la plus approprié est triangulaire. Les grains de maïs égrenés tombent dans une cuvette ou sac par l'intermédiaire d'un versoir rattaché au châssis, tandis que les rafles sont évacuées vers les périphéries par une sortie sur le bâti aussi. Le châssis ou bâti sert à supporter et à encastrier les différents organes principaux de l'égreneuse.

L'égreneuse à maïs pèse environs en total 60kg avec une hauteur de 0,94 mètre et une largeur de 0,33 mètre et de longueur 0,80mètre.

La récolte déposée sur la table d'alimentation va passer à l'intérieur des organes de battage pour être égrenée par le batteur et le contre-batteur. Ensuite, les grains tombent par gravité tandis que les rafles vont être expédiées vers l'extérieur.

Figure N° 8. Ensemble d'égreneuse maïs



### III.7- LES ÉLÉMENTS CONSTITUANTS DE L'ÉGRENEUSE :

L'égreneuse à pédale est donc constituée par :

- Une table d'alimentation : pour la réception des grains à égrener ;
- Un châssis : élément de base de l'égreneuse. Il supporte tous les organes dans l'égreneuse et toutes les charges nécessaires ;
- Une transmission qui communique le mouvement de la pédale au batteur ;
- Un versoir : rassembleur des grains égrenés ;
- Deux organes de battage : pour le travail d'égreneuse ;
- Une pédale qui assure la mise en marche de l'égreneuse : c'est un matériel à poste fixe, de petit modèle, léger.

#### III.7.1- Organes de battage :

Leur rôle est de séparer par friction la majeure partie des grains des rafles. Les opérations fondamentales effectuées par une égreneuse se décomposent comme suit :

- Une opération principale est l'égrenage. Cette opération s'effectue au moyen, d'une part, d'un batteur et d'autre part, d'un contre-batteur.
- Deux opérations complémentaires, l'une avant l'égrenage : verser les maïs récoltés sur la table d'alimentation, et l'autre après l'égrenage : récupération du grain et jetage des rafles.

Le batteur et le contre batteur sont des éléments essentiels des organes de battage puisque leur action permet de séparer au moins 80 % des grains des rafles. Le travail

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

est toujours obtenu par deux (2) actions simultanées de choc et de frottement par la vitesse de rotation du batteur. Le batteur est entraîné par deux (2) pignons de dents et de diamètre différent. Le pignon menant et le pignon mené, qui sont reliés par une chaîne à moto.

### III.7.2- Batteur :

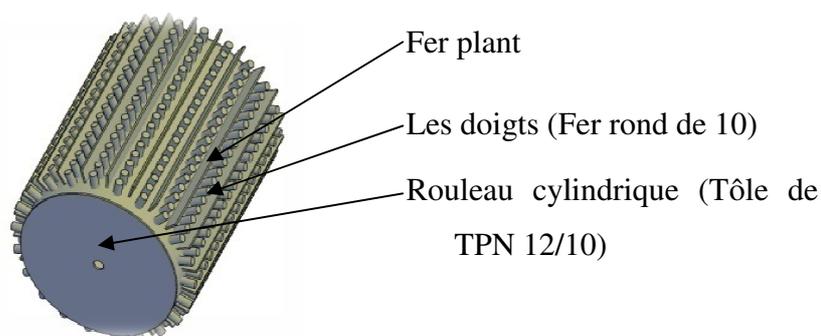
Il sert à mener et en même temps à égrener le maïs récoltés vers le contre-batteur et puis vers la sortie des rafles.

#### Forme :

Rouleau cylindrique bouché de chaque côté : construite à partir d'une tôle plane noire ou TPN de 20/10 d'épaisseur, de 80 mm de diamètre, avec des dents à doigts posés hélicoïdalement sur le rouleau : composés de fer rond de 10 mm d'épaisseur, l'hauteur de chaque doigts est 10 mm avec un espacement de 10 mm aussi, la forme de la tête est conique, le nombre des doigts sur le batteur est de 100. Le rouleau est fixé sur l'arbre : de diamètre 14 mm et de longueur 600mm.

Le batteur déjà axé est fixé sur le bâti : une tôle plane TPN de 12/10 de mm d'épaisseur, à l'aide des deux paliers à roulements à baille des deux côtés. Le batteur est muni d'un pignon mené : libre d'une bicyclette de diamètre ..... mm, qui a même axe que le batteur et qui reçoit la rotation à partir du pignon menant qui le transmet : développement d'un moto de diamètre ....mm, actionné par la chaîne à pédale. (Photo : Batteur)

**Figure N° 9. batteur**



### III.7.3- Contre batteur :

Il a le rôle de la vraie égraineuse, ce qui veut dire que c'est lui qui égrene les maïs récoltés proprement dit.

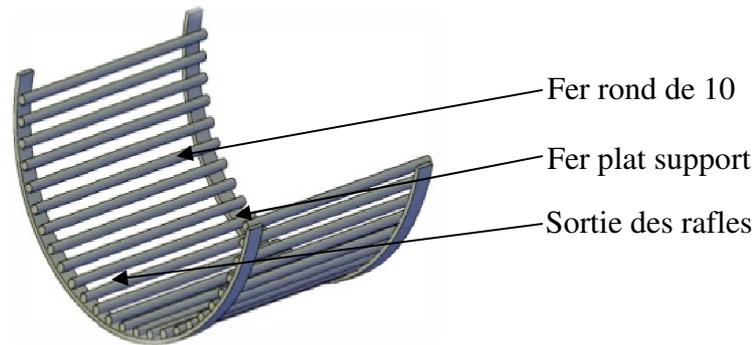
#### Forme :

C'est l'ensemble de deux coupants de fer rond de 10 et fer plat de 25x5 support suivant la forme du batteur (ce qui veut dire que la hauteur du contre-batteur à l'entrée des maïs et celui à la sortie des rafles ne sont pas égaux) : Le premier fer rond est de 60 mm

### CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

d'hauteur par rapport à l'axe, tandis que le second est de 30mm. Les deux fers ronds sont reliés par dix (10) battes, de fer rond de 10, de 350 mm de longueurs. Les deux extrémités des battes son fixées par soudure. L'une des deux cotés du contre-batteur est axée au bâti à un arbre de 8 mm de diamètre pour un mouvement de translation en cas de nécessité et l'autre coté, par un système de ressort de compression pour qu'elle soit amovible pour les maïs particuliers.

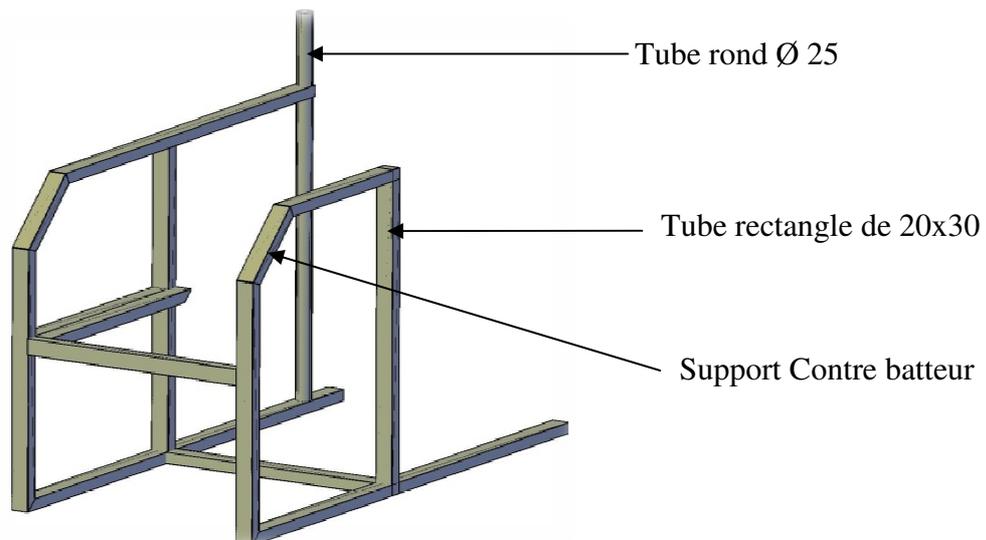
**Figure N° 10. Contre batteur**



#### III.7.4- Bâti :

Il sert à envelopper le système contre toutes attaques venant de l'extérieur. C'est aussi le support du contre-batteur et support de batteur.

**Figure N° 11. bâti**



## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

### **Forme :**

A une forme de rectangulaire qui est obtenue d'un assemblage de tôles planes noires de TPN 12/10 d'épaisseur et porté sur quatre(4) fers rectangle de 30x20. Le bâti est divisé en 3 parties : la 1<sup>ère</sup> partie a pour rôle de couvrir le batteur et contre-batteur, il est lié sur 2<sup>ème</sup> partie : une portion de demi rectangle : de longueur 500 mm, 300 mm de largeur et 800 mm d'hauteur, qui emballe la partie inférieure de l'égreneuse. Son rôle est d'amener les rafles vers le trou de sortie : c'est-à-dire, les entraînés vers la périphérie, par la force centrifuge créée par rotation de batteur. Il est muni d'un guide permettant d'éviter l'enroulement des rafles à l'intérieur du corps de l'égreneuse. Il sert alors à évacuer toute forme de bourrage à l'intérieur des organes de battage. Cette 2<sup>ème</sup> partie est aussi pour les cas des accidents quelconques et de l'entretien du matériel, celle-ci est relié par deux (2) paumelles à gauche et à droite par deux boulons filetés de 10. La dernière partie du bâti est de longueur 500 mm, de largeur 300 mm et l'hauteur 100 mm. Elle sert à centrer les grains égrenés pour faciliter l'assemblage des grains égrenés : c'est le versoir.

Le bâti comporte aussi deux fers corniers de 30x30 pour la fixation des 2 paliers de l'arbre (L=250mmx2).

L'arbre du batteur de diamètre 14 mm entre dans les deux cotés du bâti par l'intermédiaire les deux disques troués de diamètre 14 mm. (Photo : du Bâti égreneuse)

### **III.7.5- l'organe de transmissions :**

En général la transmission peut être réalisée :

➤ Soit par pignon et chaînes à maillons ou à rouleaux qui ont l'avantage d'être peu sensibles aux poussières de l'égreneuse ;

➤ Soit par poulies et courroies, le plus souvent trapézoïdale, dont le prix de revient est un peu élevé, mais qui ont l'avantage d'être souples ;

Soit par bielles, manivelles ou vilebrequin.

Tous les arbres entraînés à vitesse rapide sont montés sur des paliers à billes ou à rouleaux. Si le grain est cassé, il faut d'abord réduire la vitesse de l'égreneuse. La vitesse de transmission est accessible :

➤ Soit à manivelle ;

➤ Soit à pédale ;

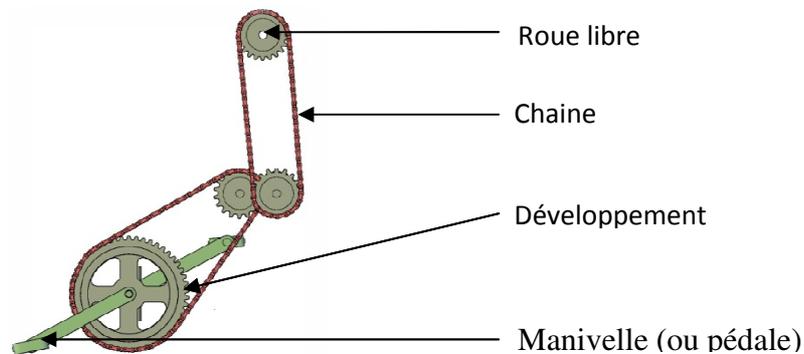
➤ Soit à moteur électrique.

Nous avons choisi alors, de faire le projet à pédale qui sera actionné par trois pignons dentés, l'un, le pignon menant et mené : fixé sur l'axe principal à 40 et 30 dents ;

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

tourne avec la pédale par un assemblage par boulon. La chaîne est un dispositif reliant les trois pignons qui transmet le mouvement de rotation au batteur.

**Figure N° 12. Organe de transmission**



## CHAPITRE IV: CONTEXTE

### IV.1- DÉFINITION DES PROBLÈMES :

- La conception d'une machine égreneuse :
- La fixation des organes principaux,
- La stabilité de l'ensemble du matériel,
- Le blocage de l'épi dans l'organe de battage,
- La cassure des grains dans l'organe de battage,
- La taille très variée des maïs récoltés,
- Les rafles sortant vers la périphérie ont encore des graines dessus : mauvais égrenage,
- Le travailleur se fatigue rapidement,
- La cherté des matériaux et des pièces utilisées,
- L'insuffisance et vieillissement de matériels et de machines de fabrication,
- La difficulté d'adaptation aux normes,
- De moindre coût tant sur les matières premières que sur la valeur marchande ou prix de vente à la portée de la bourse paysanne
- De sa facilité dans la fabrication

**IV.2- PROPOSITION DE SOLUTIONS :**

Pour réduire la fatigue de l'utilisateur, le mécanisme de mouvement cyclo-pédale de cette machine pourrait être remplacé par un levier à pédale. Dans ce cas, on installe de contre poids pour avoir un mouvement rotatif continu, ainsi que pour faciliter l'action du pédalier. Pour stabiliser la machine en travail, on doit mettre un point de fixation sur la machine.

**IV.3- ÉTUDE DE PRATICABILITÉ ET CHOIX DE LA SOLUTION FINALE :**

Dans cette partie de notre étude, nous allons, à travers l'étude de la praticabilité, analyser toutes les solutions qui ont été trouvées et de voir si elles sont appropriées aux critères que l'on s'était fixé au préalable. Il va falloir pour chaque solution de répondre aux différentes questions comme :

- Les objectifs seront-ils atteints ?
- Les solutions proposées ne se heurteront-elles pas à des problèmes de fabrication ou d'autres ?

En effet, nous essayons donc de prendre les solutions une par une et de voir si elles pourraient satisfaire les prescriptions de départ.

**IV.3.1- 1<sup>ère</sup> Solution :**

Cette égreneuse est facile à confectionner. Les pièces travaillantes comme les batteurs de diamètre 240 mm. Ceci explique, l'inefficacité de séparer par friction la majeure partie de grain des rafles. Mais elles ont, quand même des avantages car elles peuvent être utilisées sans électricité.

Cette égreneuse est moins rapide dans le travail car elle ne peut égrener qu'un seul intervalle entre les pieds de maïs.

Les coûts de ces différents matériels de fabrication ne sont pas chers. Nous avons pris, par ailleurs, des matières premières de dimensions inférieures dans la fabrication de l'égreneuse. Ce qui explique son prix de vente à la portée de la bourse des ménages ruraux.

**IV.3.2- 2<sup>ème</sup> Solution:**

La confection des griffes en fentes et des doigts exigent de précision sur le traçage et le découpage pour avoir des dimensions de même gabarit. Ce sont des petits éléments accessoires techniques pour la fabrication des pièces travaillantes. L'utilisateur ne doit pas se servir de ses mains parce que il ou elle risque d'être blessé en faisant ce travail.

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

L'égreneuse est rapide parce qu'elle égrène une rafle de maïs en quelques secondes. Elle n'est pas aussi à la portée de la bourse des ménages ruraux à cause des prix élevés des matières premières utilisées dans sa fabrication.

Cette égreneuse comporte la combinaison du batteur, de contre-batteur, et la transmission.

### IV.3.3- 3<sup>ème</sup> Solution :

Pour la fabrication de tous les différents de cette égreneuse n'exige pas de précisions techniques importantes parce que les pièces les plus travaillantes ne sont que des fers. Cette égreneuse peut fonctionner en même temps sur le travail d'égrenage que le travail de pédalage. L'égreneuse a un système de réglage approprié facile selon le besoin de travail. La confection d'égrenage nécessite l'utilisation d'un gabarit standard pour qu'elles soient faites de même dimension sans défaut. Cela permet également de faire un travail rapide dans la confection de ces pièces travaillantes de formes identiques.

En effet, à partir de cette étude de praticabilité, nous avons pu apercevoir les avantages et les inconvénients de chacune des solutions pour pouvoir en tirer une solution finale.

Vue le petit écart de différence entre l'égreneuse proposée dans la 1<sup>ère</sup> solution et l'égreneuse dans la 2<sup>ème</sup> solution et la 3<sup>ème</sup> solution nécessitant une grande connaissance technique dans sa fabrication et ses coûts de matières premières trop exorbitants que nous avons pu choisir la 3<sup>ème</sup> solution à cause de sa rapidité dans le travail d'égrenage pour éviter la perte de temps et la fatigue.

Par ailleurs, le prix de vente de l'égreneuse convient aux pouvoirs d'achat des paysans. Donc, il en ressort que c'est 3<sup>ème</sup> la solution s'avère convenable. C'est sur elle que notre choix va se porter.

## CHAPITRE V: CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DE LA MACHINE ÉGRENEUSE

### V.1- ANALYSE DES FORCES :

Ce qui se passe dans le mécanisme de transmission de la bicyclette et admettons que les frottements au niveau du pédalier, de la chaîne.

Soit  $P$  le nombre de dents du développement porté par le pédalier et  $p$  le nombre de dents la roue libre (le braquet  $Br$  est le rapport  $P/p$ ) et la distance entre 2 dents divisées par  $2\pi$ .

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

### V.1.1- Calcul de moment de force appliquée :

En pédalant, l'opérateur produit une force  $F$  tangente au cercle de révolution de la pédale. Elle provoque un mouvement de rotation du pédalier autour de son axe. Le moment de la force qui fait tourner le pédalier est égal à la longueur des manivelles  $M \times F$ .

$F = 40 \text{ daN} \longrightarrow 400 \text{ N}$  (principes ergonomiques pour pousser du pied sur la pédale)

En effet, on calcule le moment de la force comme suit :

$$\mathbf{M_F = M \times F}$$

AN :  $0,7 \times 400 = 68 \text{ Nm}$

### V.1.2- Moment de $F_{\text{chaîne 1}}$ :

Il fait tourner le pédalier est égal à la longueur des manivelles  $M \times F$ . Soit  $P$  le nombre de dents du développement porté par le pédalier et  $P$  le nombre de dents la roue libre et la distance entre 2 dents divisées par  $2\pi$ .

Donc :

$$\mathbf{F_{\text{chaîne1}} \times Z_1 \times \beta = F \times M}$$

Soit  $F_{\text{chaîne}}$  la force appliquée par le développement sur la chaîne, tangente au développement.

D'où  $\mathbf{F_{\text{chaîne1}} = (F \times M) / Z_1 \times \beta}$ .

Or  $\beta =$  pas de la chaîne égal  $12,7 \text{ mm}$ .

AN :  $F_{\text{chaîne1}} = \frac{40 \times 0,17}{38 \times 0,012} = \frac{6,8}{0,45} = 15,11 \text{ N}$

$$\mathbf{F_{\text{chaîne1}} = 15,11 \text{ N}}$$

- La force  $F_{\text{chaîne1}}$  est transmise à la roue libre par la chaîne.
- Le rayon du roue libre ou pignon de  $p$  dents est de  $p$ .

### V.1.3- Le moment de la couple égrenage :

Moment de la  $F_{\text{couple égrenage}}$  est une force transmise à la roue libre par la chaîne

$P_1$  : Diamètre d'égrenage Menant (8 cm)

$P_2$  : Diamètre d'égrenage Mené (6 cm)

$F_{\text{chaîne2}}$  : Le moment de la force chaîne 2 (15,11N)

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

$$\mathbf{F_{chaîne1} \times P_1 = F_{couple \text{ égrenage}} \times P_2}$$

D'où :  $F_{couple \text{ égrenage}} = F_{chaîne1} \times \frac{P_1}{P_2}$

AN :  $F_{couple \text{ égrenage}} = 15,11 \times \frac{8}{6} = 20,09 \text{ N}$

### V.1.4- Moment du $F_{chaîne2}$ :

$F_{couple \text{ égrenage}}$  : Moment de la  $F_{couple \text{ égrenage}}$  (20,09N)

$F_{chaîne2}$  : Moment de la  $F_{chaîne2}$

$\beta$  = pas de la chaîne égal 12,7mm

$N_1$  = Nombre des dents roue libre en bas (7cm)

$N_2$  = Nombre des dents roue libre en haut (8,5cm)

$$\mathbf{F_{couple \text{ égrenage}} \times \beta \times N_1 = F_{chaîne2} \times \beta \times N_2}$$

D'où :  $F_{chaîne2} = F \times N_1 - \frac{N_2}{\beta}$

AN :  $F_{chaîne2} = 20,09 \times 7 - \frac{8,5}{12,7} = 92,81 \text{ N}$

$$\mathbf{F_{chaîne2} = 92,81 \text{ N}}$$

### V.1.5- Moment de la $F_{batteur}$ :

$F_{batteur}$  : Moment de la  $F_{batteur}$

$D_{batteur}$  : Diamètre du batteur (0,24m)

$F_{chaîne2}$  : Moment de la  $F_{chaîne2}$  (92,81N)

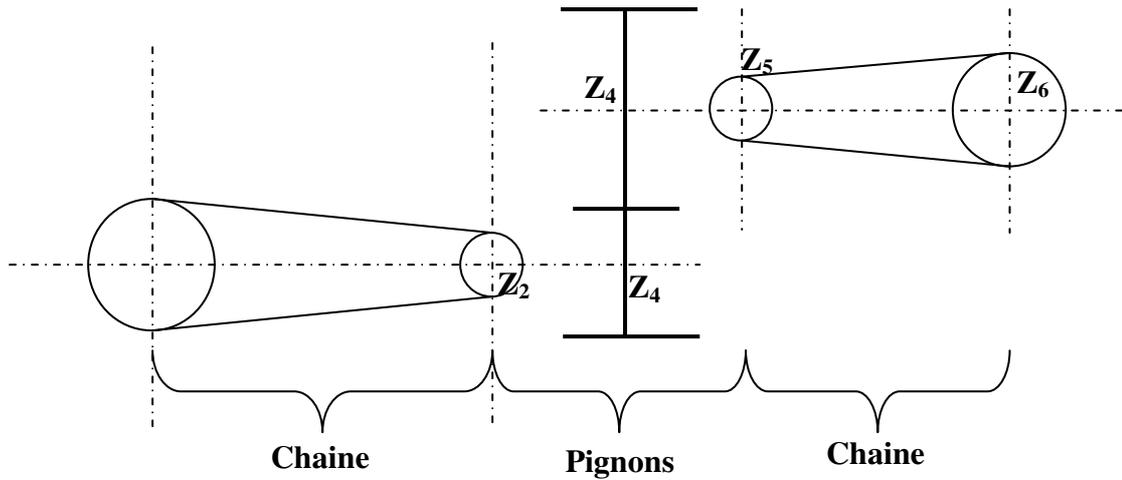
$$\mathbf{F_{batteur} = F_{chaîne2} \times D_{batteur}}$$

AN :  $F_{batteur} = 92,81 \times 0,24 = 22,27\text{N}$

$$\mathbf{F_{batteur} = 22,27\text{N}}$$

V.2- ÉTUDE DE LA CHAÎNE CINÉMATIQUE ENTRE LE MOTEUR ET LA SORTIE 1:

Traçons le chemin que parcourt le mouvement :



La chaîne cinématique est constituée de 3 engrenages. Pour chaque engrenage il faudra identifier :

- L'élément MENANT ou moteur (qui provoque le mouvement de rotation).
- L'élément MENE (qui reçoit son mouvement de rotation de l'élément moteur)

Pour l'exemple ci-dessus:

- Chaîne « 1-2 » 1 est MENANT et « 2 » est MENE.
- Engrenage « 3-4 » 3 est MENANT et « 4 » est MENE.
- Chaîne « 5-6 » 4 est MENANT et « 6 » est MENE.

**Relation permettant de calculer un rapport de transmission.**

Le rapport de transmission d'un train d'engrenage est donné par la relation suivante :

$$i = \frac{w_{\text{sortie}}}{w_{\text{entrée}}} = \frac{N_{\text{entrée}}}{N} = (-1)$$

$$K = \frac{\text{Produit des nombres de dents des roues Menantes}}{\text{Produit des nombres de dents des roues Menées}}$$

La valeur de « K » permet de déterminer le signe du rapport de transmission « i ».

- Comme le train comporte « 3 engrenages extérieurs » alors « K = 3 ».
- Comme les éléments MENANTS sont les pièces 1, 3, 5
- Comme les éléments MENES sont les pièces 2, 4, 6

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

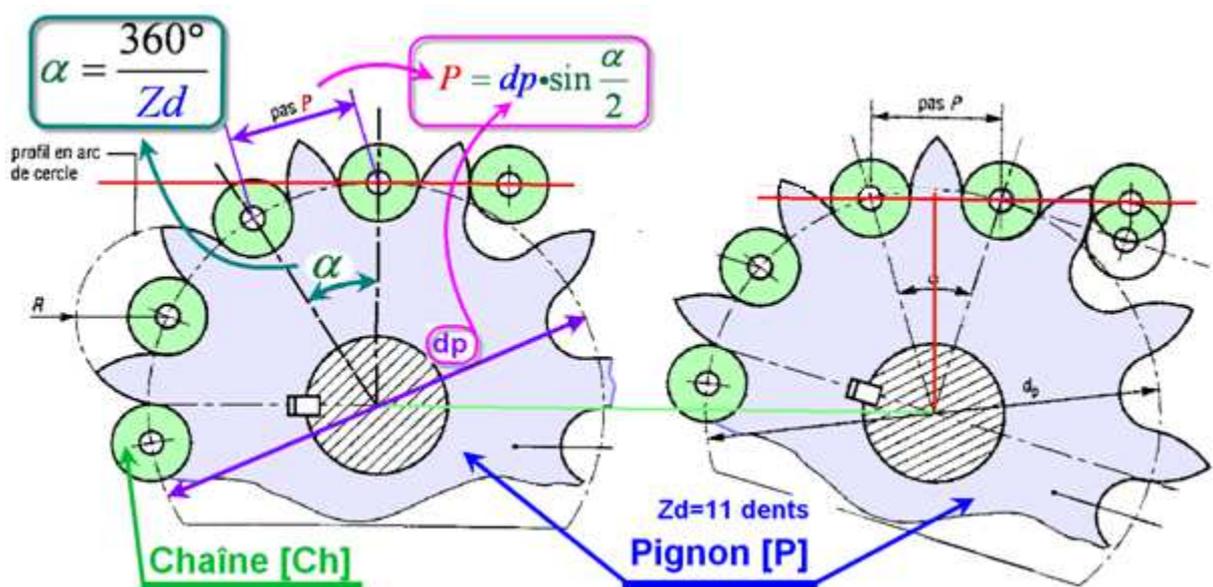
### V.2.1- Le rapport de transmission est le suivant :

En effet : la présence du pignon « 4 » implique que «  $K = 3$  »  $\rightarrow$  -1 sens de rotation inversé.  $\rightarrow$

Alors que : l'absence du pignon « 4 » implique que «  $K = 2$  »  $\rightarrow$  1 même sens de rotation.

**Un rapport de transmission est toujours donnée en valeur exacte sous forme de fraction «-» indique que l'arbre de sortie tourne dans le sens opposé à celui de l'arbre d'entre.**

### V.2.2- -Calcul de la vitesse de rotation du batteur :



Données :

- Pignons (plateaux) : 38 dents ; pignons arrière : 16 dents ;
- Pas de la chaines : 12,7 mm ;
- Le pédalier est entraine à 50tr /min.

**V.2.3- Exprimer et calculer le rapport de transmission  $r_1$  :**

**AN :**  $r_1 = \frac{38}{16} = 2,37$

**$r_1 = 2,37$**

**V.2.4- -Vitesse de rotation de roue libre  $n_2$  :**

**$n_2 = \text{le rapport de transmission} \times \text{Nombre de tours de pédalier}$**

**AN:**  $n_2 = 2,37 \times 50 = 118 \text{ tr/min}$

**$n_2 = 118 \text{ tr/min}$**

La vitesse de rotation de roue libre  $n_2 =$  la vitesse de rotation de roue libre  $n_3$

**V.2.5- Le rapport de transmission  $r_2$  :**

**$r_2 = \frac{\text{Nombre des dents plateaux (développement)}}{\text{Nombre de pignon arrière}}$**

**AN :**  $r_2 = \frac{30}{40} = 0,75$

**$r_2 = 0,75$**

La vitesse de rotation de roue libre  $n_2 =$  la vitesse de rotation de roue libre  $n_3$   
est 118 tr/min

**V.2.6- La vitesse de rotation de roue libre  $n_4$  :**

**$n_4 = \text{le rapport de transmission } r_2 \times \text{vitesse de rotation } n_3$**

**AN :**  $n_4 = 0,72 \times 118 = 88 \text{ tr/min}$

**$n_4 = 88 \text{ tr/min}$**

**V.2.7- Le rapport de transmission r3 :**

$$r3 = \frac{\text{Nombre des dents plateaux(developpement)}}{\text{Nombre de pignon arrière}}$$

AN  $r3 = \frac{16}{22} = 0,72$

$$r3 = 0,72$$

**V.3- LA VITESSE DE ROTATION DE LA ROUE LIBRE N5 :**

$$n5 = \text{le rapport de transmission } r3 \times \text{vitesse de rotation } n4$$

AN  $n5 = 0,72 \times 88 = 63 \text{ tr/min}$

Puissance total de l'égreneuse :

Les trains d'engrenages transmettent la puissance du moteur situé à l'entrée jusqu'au récepteur situé à la sortie.

La puissance fournie par le moteur à l'arbre d'entrée «  $P_{\text{moteur}}$  » est donnée par la relation suivante :

$$P_{\text{moteur}} = C_{\text{moteur}} \times \omega_{\text{moteur}}$$

Avec :

$P_{\text{moteur}}$  : Puissance fournie par le moteur à l'arbre d'entrée de la chaîne cinématique en **Watt**.

$C_{\text{moteur}}$  : Couple fourni par le moteur à l'arbre d'entrée de la chaîne cinématique **C en N.m**.

$\omega_{\text{moteur}}$  : Fréquence de rotation du moteur (arbre d'entrée) en **rad/s**

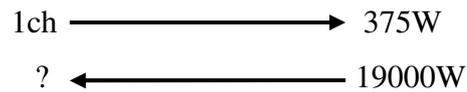
Donnée :

$$\omega = 2\pi n5 = 395,64 \text{ tr/min} \longrightarrow 41,4 \text{ rad/s}$$

$$C = F \times R = \frac{D}{2} = 400 \times \frac{0,24}{2} = 48 \text{ Nm}$$

AN:  $C = 48 \times 41,4 = 1987,2 \text{ Watt}$

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE



**AN:**  $P = \frac{1 \times 19000}{375} = 2,7 \text{ Ch}$

$P = 2,7 \text{ Ch} \approx 3\text{Ch}$
---

### V.4- CHOIX DES MATÉRIAUX :

Nous avons procédé à la méthode d'Ashby pour le choix rationnel des matériaux plus adaptés pour chaque application. Cette méthode consiste à faire une étude préliminaire qui prévoit d'identifier les propriétés à optimiser à partir de la fonction prévue aussi que de la géométrie.

Cette approche permet de sélectionner les matériaux en distinguant les univers fonction-matériaux-géométries-procédés et en leur attribuant des classes et sous classes. Ce faisant, on a mis au point une approche complète par indices de performance liée aux fonctions mécaniques attendues pour lesquelles les données intrinsèques des matériaux on géométrie.

Ces indices permettent également de mieux prendre en compte toutes les propriétés demandées à un matériau, par exemple, la rigidité spécifique (rapport entre le module élastique et la masse volumique) à la place du seul module élastique.

En effet, on étudiera chaque pièce de la machine c'est-à-dire, de justifier le choix des matériaux selon sa fonctionnalité respective.

Cependant, dans l'atelier, le contrôle de la préparation des matériaux appelle à des méthodes et des opérations plus rustiques.

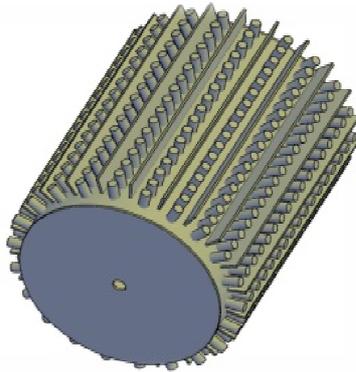
Cette partie s'ouvre alors sur une présentation plus détaillée de chaque pièce qui sera mise en œuvre dans la réalisation de la machine égreneuse maïs.

Des paramètres mécanique sont utilisés pour décrire ces phénomènes comme :

- Le coefficient de traînée ;
- La variation des vitesses ;
- Le coefficient de frottement ;
- L'écoulement des pertes de masse du matériau

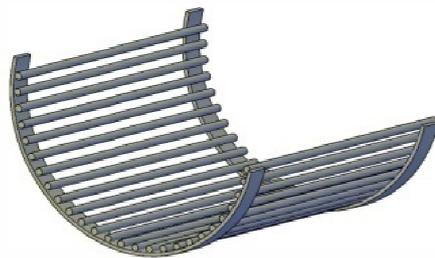
## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

### V.4.1- Batteur



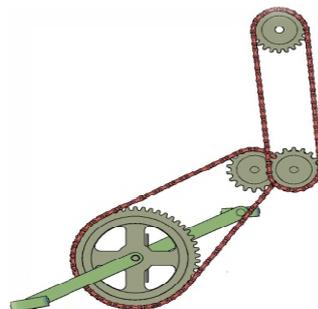
Ces pièces devraient-êtré confectionnées par des fers ronds de 12/10 et cylindre BTH 8, couvercle de fer plat 20x2 résistants. Théoriquement, ces éléments sont en contact permanent avec le contre batteur pour le travail d'égrener le maïs d'où ces matériaux sont enduits de matière anticorrosive mais pour l'optimisation, il est préférable de les imprégner de peinture antirouille.

### V.4.2- Contre-batteur :



Ce sont les éléments de l'égreneuse qui contre batteur des autres éléments composants la machine en outre toutes les maïs récoltés proprement dit. Les contre batteur sont faits de fer rond  $\varnothing$  10 et fer plat 25x5, tôle récupération de TPN 12/10. Ainsi, devaient-ils enduits de matière anticorrosive. Il fallait les imprégner de peinture antirouille.

### V.4.3- Transmission :

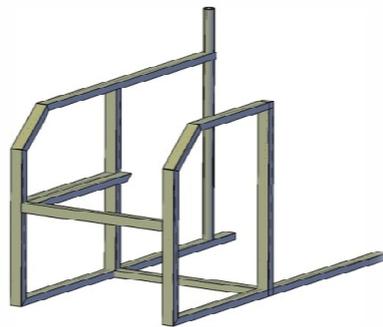


## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

Les chaînes de transmissions de 12,7 mm de pas de la chaîne et les pignons plateaux 38 dents sont les pièces les plus travaillantes. Ces éléments sont en contact de batteur lors du travail d'égreneuse. Ce qui nécessite un enduit de matière anticorrosive comme la graisse.

Les pignons menant et les pignons mené sont provoqué un mouvement de rotation du pédalier autour de son axe donc le pignon menant est 30 dents et le pignon mène est 40 dents. Comme tous les éléments de cette égreneuse est le roue libre de 22 dents et 16 dents, en contact directement le batteur, devaient être imprégner de graisse.

### V.4.4- Bâti :



Ce sont les éléments d'égreneuse qui supportent le contre batteur, le batteur et la transmission des autres éléments composants de la machine en outre toutes les forces de l'égrenage durant le travail d'égreneuse. Les cadres sont faits de fer rectangle 30x20 et le cadre tube rond  $\varnothing$  25. Ainsi, devaient-ils enduits de matière anticorrosive ? Il fallait les imprégner de peinture antirouille.

### V.5- DESSIN TECHNIQUE :

La fabrication de tout objet technique de matériel agricole nécessite des dessins de détails et des dessins d'ensemble.

Le dessin d'ensemble est la représentation complète ou partielle permettant de situer chacune des pièces qui le composent. Ce qui permet de ce faire une idée concrète du fonctionnement du mécanisme.

Le dessin de détail représente une pièce ou une partie d'objet projetée sur un plan avec tous ses détails comme les dimensions en cotations normalisées et les usinages. Il est utile dans la phase de la fabrication. On peut employer comme illustration des dessins 2D et 3D.

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

Les dessins concernent :

- Vue générale (planche N°01)
- Bâti (planche N°02)
- Contre batteur (planche N°03)
- Batteur (planche N°04)
- Pivot et ressort de pression contre batteur (planche N°05)
- Tôle de protection et tôle récupération (planche N°06)
- Palier (planche N°07)

### V.6- ÉTUDE CINÉMATIQUE :

Notre étude s'inspire et s'est basé au principe d'égrenage de grain traditionnel. À Madagascar, ce principe se fait généralement à la main et ce qui se diversifie dans deux formes (tri direct et indirect).

Le principe de mouvement d'égreneuse manuel.

- L'égrenage à main

**Figure N° 13. Mouvement d'égrenage à la main**



**Source :** Auteur

Il s'agit de la sélection de graines malvenues, de petites tailles, cassées, en les séparant dans deux endroits distincts. L'action consiste de prendre une à une les graines par les doigts.

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

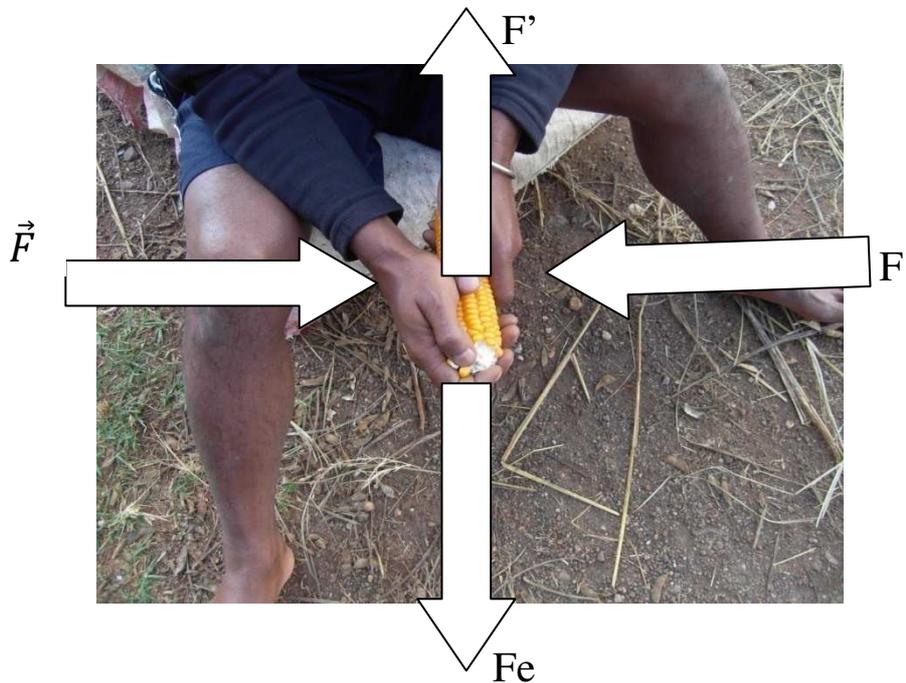
### V.7- ÉTUDE DYNAMIQUE :

Étude de force appliquée sur l'égrenage à la main :

➤ Pour faire l'étude dynamique exerçant sur la machine, nous revenons à l'étude de mouvement prédits précédents. En extrapolant, la force appliquée sur le nouvelle machine, il vaut mieux de présenter les efforts existants sur le principe d'égrenage précédemment. Cette étude est adaptée pour connaître l'action qui est fait par l'opérateur durant l'opération d'égrenage.

➤ Les grains sont soumis à la force de compression.

**Figure N° 14. Présentation de force sur égrenage à la main direct**



**F et F'** : Force de maintien d'épis

**Fe** : Force d'enlèvement.

## CHAPITRE VI: PHASE DE PRATIQUE ET RÉALISATION

### VI.1- TYPE DES OPÉRATIONS ET MATÉRIELS UTILISÉS :

Pour la réalisation de la machine, nous avons adopté l'organisation du travail suivant :

**Figure N° 15. Pour le traçage : le pointe à tracer ; compas ;**



Des matériels pour faire le traçage.

**Figure N° 16. Pour le mesurage : pied à coulisse, réglettes ; équerre ;  
mètre.**



Outils de mesure que nous avons utilisés

CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

**Figure N° 17. Pour le découpage ou sciage : porte à lame avec scie à métaux ; cisaille ;**



Scie à métaux avec lame à gauche et cisaille manuelle à gauche.

**Figure N° 18. Pour le meulage : Atelier RAMAMY possède deux types de meules.**



Meuleuse portatif de marque HONEST et meuleuse fixe

**Figure N° 19. Pour le perçage : l'atelier de fabrication a 2 types de perceuse**



1 perceuse portative

CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

**Figure N° 20. Pour le tournage : L'atelier utilise 1 tour mécanique**  
**pour les pièces besoin d'usinage.**



Un tour parallèle

**Figure N° 21. Pour le soudage :**



Un poste à souder

**Figure N° 22. Pour l'ajustage : meuleuse ; limes.**



Des outillages pour ajuster les soudures.

**Figure N° 23. Pour le compteur de tour moteur : nous avons utilisés cet appareil durant les essais.**



Il doit y avoir une photo d'un appareil tachymètre digitale

**Figure N° 24. Pour la peinture : un compresseur avec tuyaux et pistolet.**



Les matériels de peinture

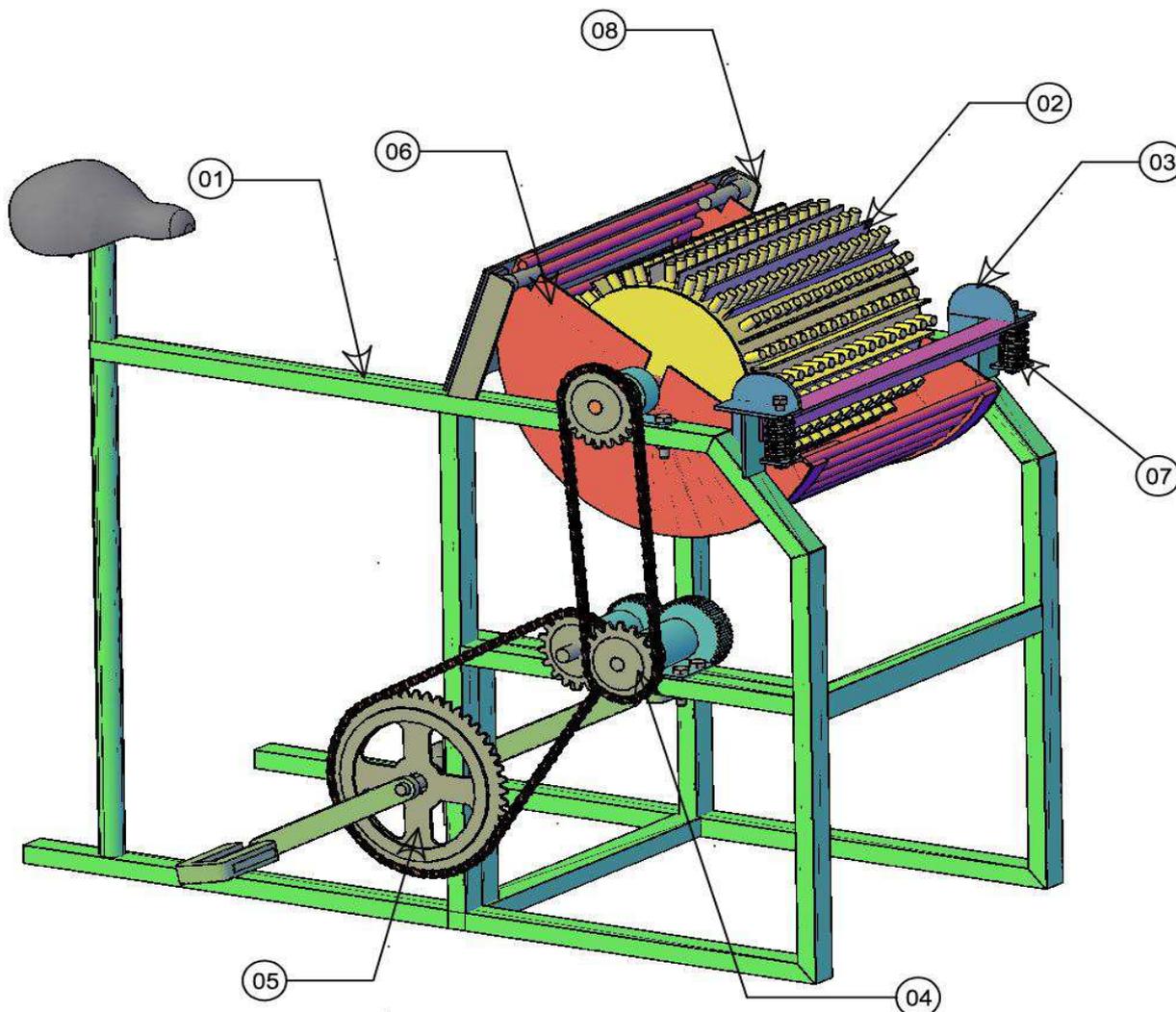
#### **VI.1.1- La conception (dimensionnement et dessin technique) :**

C'est l'opération primordiale qui consiste à dessiner et à dimensionner toutes les pièces qui constituent la machine, ici on parle d'égreneuse maïs. En générale la conception a besoin d'un bureau d'étude mais dans notre cas nous avons le faire nous même.

#### **VI.1.2- Dessin technique d'égreneuse :**

Nous avons appliqué l'AUTOCAD pour réaliser le dessin technique de notre égreneuse. Les détails se présentent comme suit

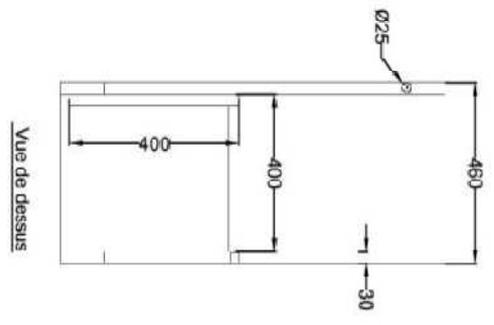
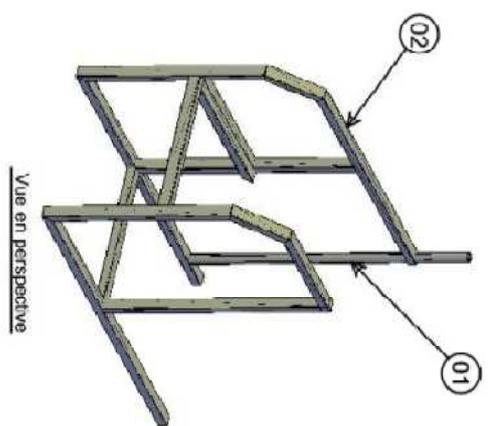
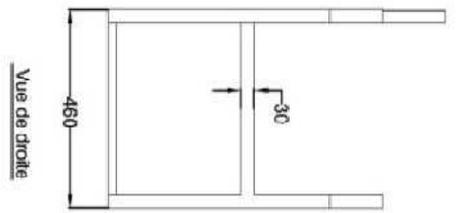
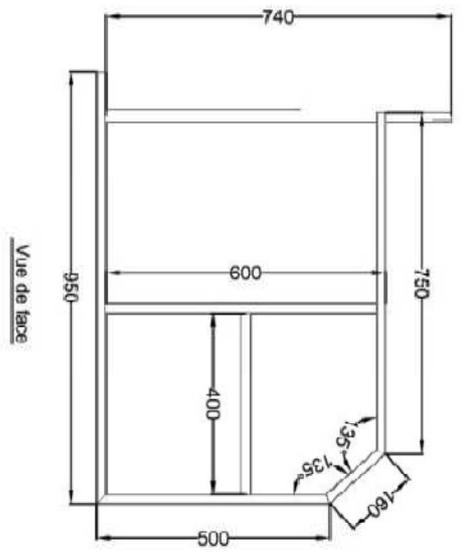
CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE



08	Support contre batteur	02	Fer cornière 30x30
07	Ressort de pression	02	Ressort
06	Tôle de protection	01	TPN 12/10
05	Developpement	01	Dev " 50"
04	Libre	03	Libre " 21"
03	Pivot contre batteur	02	Fer plat 30x30
02	Batteur	01	TPN 12/10
01	Bâti	01	Fer rect 30x20
n°	Désignation	nbr	Description

Echelle	EGRENEUSE	<b>VUE GENERALE</b>	Planche n°01
			05/04/18
A4-H	Jerry TINAMANANA	Master 2	I.E.S.AV

CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE



02	Support	Tube rect 30 x20
01	Cadre	Tube rond Ø 25
N°	Nomination	Matière

Echelle 1:1	EGRENEUSE	BATI	Planche n°02

A4-H	Jerry TINAMANANA	Master 2	I.E.S.AV
------	------------------	----------	----------

CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

Vue en perspective

Vue de droite

Vue de droite

Vue en perspective

Vue de droite

Vue de droite

Vue de dessus

Vue de droite

Vue en perspective

A4-H	Echelle 1:1	EGRENEUSE	A4-H	Jerry TINAMANANA	Master 2	I.E.S.AV
		<b>CONTRE BATTEUR</b>				Planche n°03
						05/04/18
						03
						02
						01
						N°
						Nomination
						Matière
						03
						Contre batteur
						Fer rond Ø10
						02
						Fer plat support
						Fer plat 25x5
						01
						Tôle de production
						TPN 12/10

CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

**02**

Vue en perspective

Vue de face

**03**

Vue en perspective

Vue de face

**01**

Vue en perspective

Vue de droite

**04**

Vue en perspective

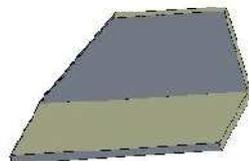
Vue de droite

<b>BATTEUR</b>		EGRENEUSE	A4-H
Echelle 1:1		Jerry TINAMANANA	Master 2
05/04/18		I.E.S.AV	
Planche n°04			

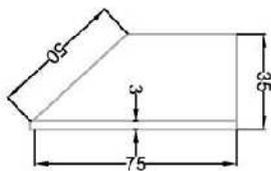
N°	Nomination	Matière
01	Couvercle	Fer plat 20x2
02	Cylindre	BTH 8
03	Fer plat entretoise	TPN 12/10
04	Dents	TPN 12/10

# CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

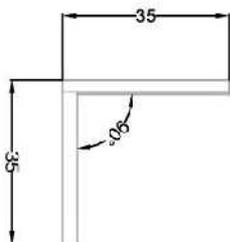
Vue en perspective



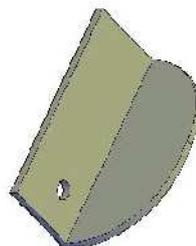
Vue de face



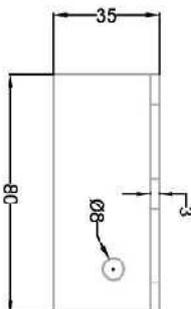
Vue de droite



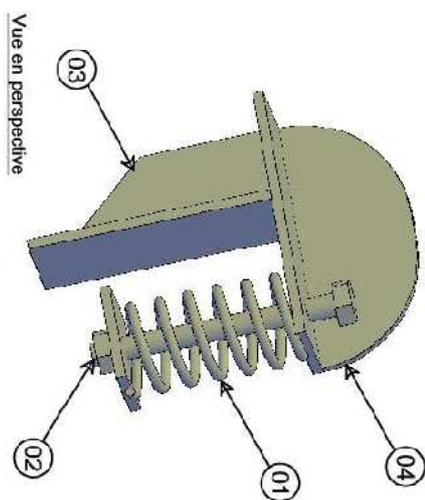
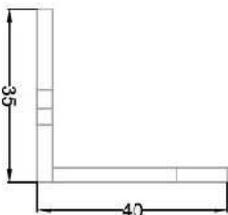
Vue en perspective



Vue de face



Vue de droite



## EGRENEUSE PIVOT CONTRE BATTEUR

Echelle 1:1



A4-H

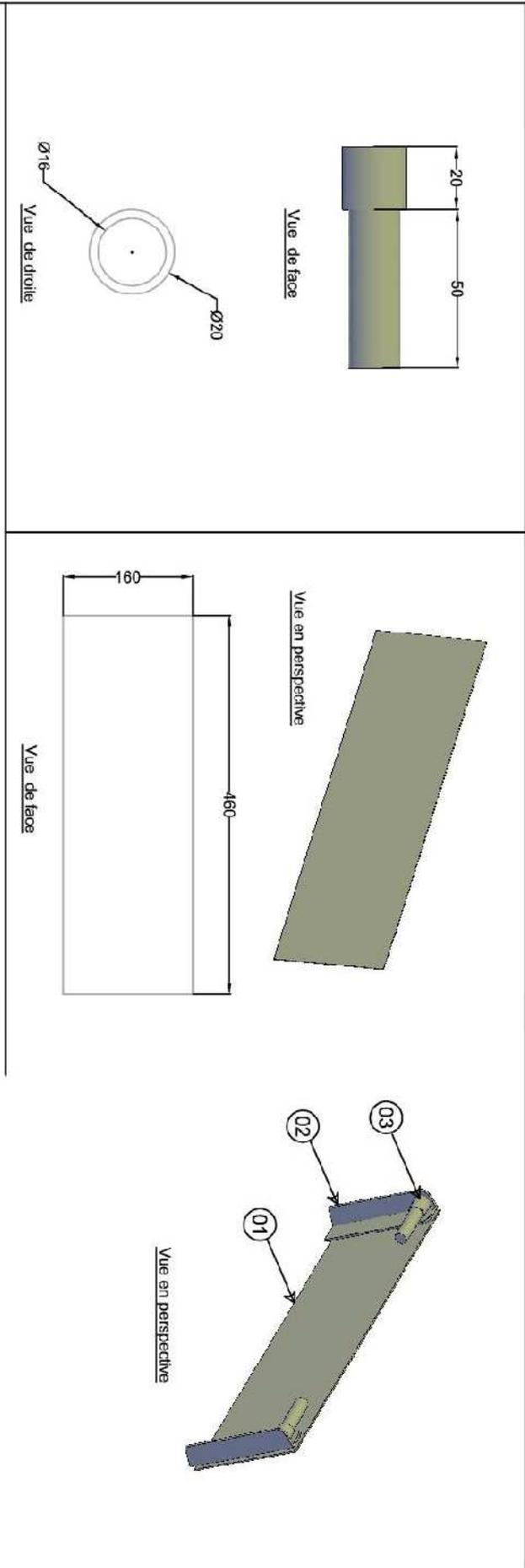
Jerry TINAMANANA

Master 2

I.E.S.AV

N°	Nomination	Matière
04		Fer cornière 30x30
03		Fer cornière 30x30
02	Boulon	BTH 8
01	Ressort	

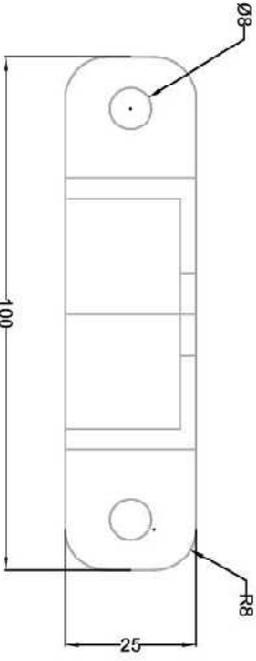
# CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE



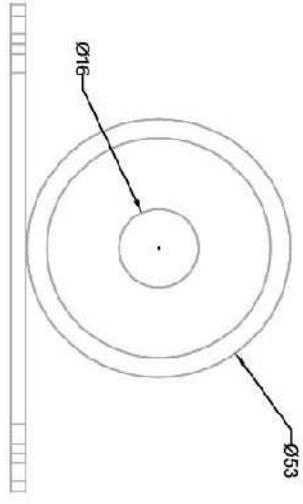
Echelle 1:1	EGRENEUSE	
A4-H	<b>TOLE DE PROTECTION</b>	
Jerry TINAMANANA	Master 2	
	N°	Matière
	01	TPN
	02	Fer cornière
	03	Bout d'Axe

CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

A4-H		Echelle 1:1 EGRENEUSE <b>PALIER</b>	Jerry TINAMANANA Master 2	Planche n°07 05/04/18 I.E.S.AV
------	---	---	------------------------------	--------------------------------------



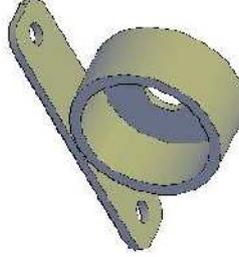
Vue de dessus



Vue de face



Vue en perspective



Vue en perspective

### VI.1.3- Fabrication :

La réalisation s'est déroulée dans l'atelier RAMAMY comme nous avons le déjà mentionné auparavant. Pour chaque étape, la précision de l'ensemble des moyens utilisés s'avère nécessaire :

- Atelier de fabrication mécanique
- Opération nécessaire
- Outillages et matériaux bruts
- Appareils de contrôle des matériaux
- La conception de gamme de fabrication offre des avantages :
- La prévision des difficultés
- La prévision des solutions et des réparations
- La réduction du temps d'exécution
- L'économie de matériel et de l'outillage
- La réduction du coût de production

Dans le cadre artisanal, la gamme est un outil indispensable pour cibler la conception sur les aspects les plus pertinents de l'objet à fabriquer. Les procédés de fabrication se déroule comme ci dessous:

- Le traçage :

Le traçage des pièces à découper est très important pour faciliter l'opération qui suivra. Ici nous avons tracés un TPN 12/10 pour la cuve selon ses dimensions précédentes.

- Le sciage, découpage, cisailage :

Le sciage est un procédé d'usinage par enlèvement des copeaux, la lame de scie étant composée par des nombreux tranchants en forme de burins disposés les uns derrière les autres.

- Par rivetage :

Ceci consiste à assembler des pièces par des rivets. Cet assemblage est fixe (liaison fixe). Le rivet est choisi suivant l'épaisseur de pièces assemblées.

- Le perçage :

Le terme perçage signifie « obtention d'un trou (borgne ou débouchant) par usinage ». Ce trou peut être effectué par un foret sur une perceuse.

Les outils de perçage comportent tous une machine tournante (le plus souvent un moteur, mais parfois une manivelle pour le perçage à main, voire anciennement une corde enroulée autour de l'axe pour les scies à arc), un dispositif de couplage (mandrin), et un outil

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

d'enlèvement de matière, le tout pouvant être libre (outil portatif) ou affixé à un bâti avec des accessoires (par exemple sur une perceuse à colonne, ou sur un tour). Le plus souvent, la pièce à percer est fixée et l'outil mobile, mais il peut arriver que l'on fixe le foret et fasse tourner la pièce, pour des perçages concentriques au tour par exemple.

Les sources de rotation peuvent être:

- un moteur (le plus fréquent)
- une manivelle (perçage à main avec une chignole)
- une corde enroulée autour de l'axe, fixée aux deux extrémités d'un arc (scie à arc) ou fixée à une extrémité sur l'axe (dans ce cas le mouvement est créé en déroulant la corde, l'inertie de l'arbre permet alors l'enroulement à nouveau de la corde).

- Un arbre simple mis en rotation entre les paumes (perçage primitif)
- Le dispositif de couplage entre l'arbre et l'extrémité peut être:
- Un mandrin (le plus fréquent), dont il existe de multiples variantes (à trois mors, à six autobloquants...)

- Une paire d'étriers (l'un sur l'arbre, l'autre sur le foret) pour les taraudages de fort couple

- Un emboîtement par interférence (expression compliquée pour dire que le foret est coincé directement sur l'arbre)

- Le tournage :

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

C'est un procédé d'usinage par enlèvement des extractions de matière qui consiste en l'obtention de pièces de forme cylindrique ou/et conique à l'aide d'outils coupants sur des machines appelées tour. La pièce à usiner est fixée dans une pince, dans un mandrin, ou entre pointes. Il est également possible de percer sur un tour, même si ce n'est pas sa fonction première. Tour conventionnel : en tournage, le mouvement de coupe est obtenu par rotation de la pièce serrée entre les mors d'un mandrin ou dans une pince spécifique, tandis que le mouvement d'avance est obtenu par le déplacement de l'outil coupant. La combinaison de ces deux mouvements permet l'enlèvement de matière sous forme de copeaux. Un tour permet de fabriquer principalement des pièces de révolution même si certaines machines peuvent réaliser des formes très complexes (tours de décolletage).

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

### ➤ Le soudage :

On appelle soudage les procédés d'assemblages permanents et non-démontables qui créent une continuité de matière entre les pièces assemblées.

### ➤ L'ajustage et mise au point :

L'ajustage regroupe les actions visant à parfaire des pièces mécaniques (supprimer les petits défauts) et à les assembler dans le but de fabriquer un organe mécanique fonctionnel. Malgré l'apparente simplicité de ces travaux, ceux-ci constituent un métier recherché en entreprise et comportant différentes spécialités.

L'ajustage correctif consiste à retoucher les pièces dans le but de parfaire la géométrie et les cotes finales.

L'ajustage de parachèvement consiste à retoucher les pièces dans le but de parfaire l'aspect visuel ou l'état de surface.

### ➤ Par boulonnage :

Ceci consiste à assembler des pièces avec des boulons suivant la référence et le dimensionnement du trou sur les pièces.

### ➤ La peinture :

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.

**Tableau N° 2. La chronologie de travail**

Opération	Désignation des pièces	Outils	Observation
Traçage et découpage	Bâti	Mètre Réglette Pointe à tracer Scie à métaux	Tube rond $\phi 25$ Tube rectangle 30x20
	Axe	Mètre Réglette Scie à métaux et meule tronçonneuse	Fer rond $\phi 20$
	Palier	Mètre Réglette Burin, scie à métaux, Foret de 6 et 12	Fer plat de 25
	Doigts (dents)	Mètre Réglette Burin, scie à métaux	Fer $\phi$ de 10
	Rouleau cylindrique	Mètre Réglette Burin, scie à métaux	TBH 8
	Couvercle	Mètre Réglette Burin, scie à métaux	Fer plat de 20x2
	Fer plat entretoise	Mètre Réglette Burin, scie à métaux	TPN 10/12
	Contre batteur	Mètre Réglette Burin, scie à métaux	Fer rond de $\phi 10$
	Fer plat support	Mètre Réglette Burin, scie à métaux	Fer plat de 25/5 Fer plat de 25x5
	Tôle de protection et tôle de récupération	Mètre Réglette Burin, scie à métaux	TPN 12/10
Pliage (formage)	Cadre principale		
	Mécanisme transmission mouvement	Axe rond, marteau, étau, enclume	Fer rond de $\phi 20$
	Palier	Axe rond, marteau, étau, enclume	Fer plat de 25
Tournage	Mécanisme de transmission	Tour mécanique	
	Axes		Fer rond $\phi 20$
Filetage	Mécanisme de transmission	Filaire	

CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

Opération	Désignation des pièces	Outillage	Observation
Assemblage par soudage	Bâti,	Poste à Soudure à l'arc électrique	Electrodes Ø 2,5
	Axe		Electrodes Ø 2,5
	Palier		Electrodes Ø 2,5
	Doigts (dents)		Electrodes Ø 2,5
	Rouleau cylindrique		Electrode Ø2, 5
	Couvercle		Electrode Ø2, 5
	Fer plat entretoise Contre batteur		Électrode Ø 2, 5
	Fer plat support		
	Tôle de protection		
Perçage	Arrêt de roue libre	Perceuse portative (foretØ8) Et meule tronçonneuse	Fer rond Ø 20
	Palier		Fer plat de 25
Assemblage par boulonnage	Arrêt de roue libre	Clé plat	Boulon à tête vis, et à tête hexagonale
	Palier		Boulon à tête vis, et à tête hexagonale
Assemblage par rivetage	Tôle de récupération	Pompe à rivet manuelle	Rivet 4x40
Ajustage	Les pièces soudés et pièces en mouvement	Meule ébarbeuse, lime rond, et plat, marteau	
Finition	Un compresseur avec tuyaux et pistolet	Diluant Peinture	Gratter, nettoyer les pièces, peindre en composant les produits

## CHAPITRE VII: TEST DE L'ÉGRAINEUSE

### VII.1- TEST DE FONCTIONNEMENT (PRATICABLE) ET ESSAI VIDE :

L'essai à blanc ou à vide veut dire ici qu'on actionne la machine sans produit à égrener, donc sans charge.

Le but de cet essai est de vérifier le fonctionnement de chaque pièce en mouvement dans notre égreneuse de maïs.

#### Exemple :

➤ Vérifier que les roulements ne présentent ni bruit ni coincement lors de l'essai

➤ contrôler tous les fixations et assemblages.

➤ Faire des essais successifs avec le dispositif de fixation du batteur.

➤ Vérifier réglage de la chaîne.

➤ Vérifier la stabilité de la machine.

### VII.2- TEST DE MATÉRIEL UTILISÉ :

Les manipulations sont très faciles, pédaler et mettre les épis sur la table d'alimentation de la machine, ainsi la réception des grains sont la finalité des opérations de l'égreneuse. Une seule personne suffit pour parvenir parfaitement à toutes ces opérations.

Il se fait pendant la marche de machine qui se déroule comme suit :

➤ Si les épis ne sont pas égrener à fond, il faut augmenter la vitesse de rotation du batteur, si après un second essai, l'égrenage des épis est insuffisant, le réglage se poursuit jusqu'à ce que les grains soient égrener correctement ;

➤ Si les grains sont cassés, il faut alors réduire la vitesse de la rotation du batteur

#### VII.2.1- Condition de l'égrenage :

➤ Le taux d'humidité de la récolte doit être entre 12,4% à 13%. De cette manière l'aptitude à l'égrenage est optimum.

➤ Si ce taux est très bas, cela entraîne une difficulté à l'égrènement ;

➤ Si au contraire le taux est trop élevé, on rencontre un phénomène d'égrenage prématuré. Ce dernièrement en mauvaise condition fait perdre le rendement de la récolte.

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

### VII.3- PHASE D'EXPÉRIMENTATION :

Contextes : Cette machine d'égrenage de maïs a existé déjà mais le rendement était plus bas et à la fois fatigant, et aussi nonchalant à l'usage .Donc, j'ai abordé une nouvelle recherche dans le but qu'il est possible d'inventer une autre machine comme ci-dessous pour promouvoir le rendement de récolte du maïs.

#### VII.3.1- Objectif :

Augmenter la capacité technique de la machine conçue.

#### VII.3.2- Méthode :

Pour pouvoir effectuer l'essai de la machine, tous ces stades humains ont essayé à l'utiliser :

- Adulte
- Enfant
- Femme
- Force
- Réglage
- Humidité

#### VII.3.3- Appareil :

Pour trouver les résultats ci-dessous, il y avait l'usage d'appareil de mesure de temps :

- Chronomètre ;
- Un Tachymètre digital ;
- Humidimètre.

### VII.4- TEST DE MATÉRIEL UTILISÉ POUR LA MACHINE :

#### VII.4.1- Première essai : *Adulte*

- Taux d'humidité : 14,5%
- Rendement (kg/h) : 174 Kg/h
- Force /nombre de tour : 60min
- Réglage machine : maximum

#### Méthodes :

- 1)- Déposée sur le batteur le maïs,
- 2)- En pédalant la machine elle va passer à l'intérieur des organes de battage pour être égrenée par le batteur et le contre-batteur.

Nous avons fait 2 essais en variant le sens de rotation de la pédale.

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

Ici nous n'avons pas encore mesuré le nombre de tour par minute mais on fixe le temps d'égrenage et son poids pour les deux essais.

### **Résultat :**

**Tableau N° 3. Les résultats du test sont présentés dans le tableau suivant :**

Sens de rotation de pédale	Temps d'égreneuse	Qualité de maïs (brisure)
Marche en avant	1min	2%

**Tableau N° 4. Test par un adulte**



**Remarque :** Durant les deux essais, nous avons remarqués que notre égreneuse a un bon fonctionnement.

### **VII.4.2- Deuxième essai : Femme**

Taux d'humidité : 14,5%

Rendement : 100kg/h

Force/ nombre de tour : 50tr/min

Réglage machine : Maximum

### **Méthode :**

- Déposée sur le batteur le maïs,
- En pédalant la machine, elle va passer à l'intérieur des organes de battage pour être égrenée par le batteur et le contre-batteur,
- Fixer le chronomètre à 1 min,
- Actionne le pédalier à 50 tr/min.
- Nous avons fait 3 essais en variant le sens de rotation de la pédalant.

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

### Résultat :

**Tableau N° 5. *Les résultats du test sont présentés dans le tableau suivant :***

Sens de rotation de pédale	Temps d'égreneuse	Qualité de maïs (brisure)
Marche en avant	1min	3%

**Tableau N° 6. *Test par une femme***



### VII.4.3- Troisième essai : Enfant

Taux d'humidité : 14,5%

Rendement : 60kg/h

Force /nombre de tour : 40tr/min

Réglage machine : Maximum

### Méthode :

Les produits utilisés et la méthode sont les mêmes qu'à l'essai précédent mais seulement le temps d'égreneuse est en dessous d' 1minute.

### Résultat :

**Tableau N° 7. *Les résultats du test sont présentés dans le tableau suivant :***

Sens de rotation de pédale	Temps d'égreneuse	Qualité de maïs (brisure)
Marche en avant	1min	5%

**N.B :** Si la machine est utilisée par un enfant, il y a beaucoup de brisure sur les maïs et en plus, il y a beaucoup de perte de temps.

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

**Tableau N° 8. Test par un enfant**



### VII.4.4- Quatrième essai : Force / nombre de tour

Taux d'humidité : 14,5%

Rendement : 27 kg/h

Réglage machine : Maximum

#### **Méthode :**

Ici on augmente le temps d'égreneuse à 1minute et nous avons le résultat ci - dessous.

#### **Résultat :**

**Tableau N° 9. Les résultats du test sont présentés dans le tableau suivant :**

Sens de rotation de pédale	Temps d'égreneuse	Qualité de maïs (brisure)
Marche en avant	1min	1%

#### **Observation :**

Si la machine est utilisée avec beaucoup de force, la brisure des maïs sont réduites.

### VII.4.5- Cinquième essai : Réglage machine

Taux d'humidité : 14,5%

Rendement : 150kg/h

#### **Méthode :**

- 1)- Déposée sur le batteur le maïs,
- 2)- En pédalant la machine elle va passer à l'intérieur des organes de battage pour être égrenée par le batteur et le contre-batteur,

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

### Résultat :

Les résultats du test sont présentés dans le tableau suivant :

Sens de rotation de pédale	Temps d'égreneuse	Qualité de maïs (brisure)
Marche en avant	1min	6%

### Observation :

Si le réglage du ressort de pression de la machine est mauvais, le taux de brisure s'augmente.

### VII.4.6- Dernier essai : Humidité

Taux d'humidité : 27,5%

Rendement : 120kg

Force/nombre de tour : 50tr/min

### Méthode :

- Déposée sur le batteur le maïs,
- En pédalant la machine, elle va passer à l'intérieur des organes de battage pour être égrenée par le batteur et le contre-batteur.
- Si les épis ne sont pas égrener à fond, il faut augmenter la vitesse de rotation du batteur.

### Résultat :

Les résultats du test sont présentés dans le tableau suivant :

Sens de rotation de pédale	Temps d'égreneuse	Qualité de maïs (brisure)
Marche en avant	1min	15%



**Observation :**

Si le maïs est frais, les grains collent sur le batteur et après, le taux de brisure s'élève.

**VII.4.7- Interprétations des résultats :**

Après les essais nous voyons que notre égreneuse fonctionne normalement. Il donne de résultat satisfaisant. En ce qui concerne la qualité d'égrenage ; nous pouvons dire que l'égreneuse est plus efficace : Le temps d'égrenage (maximum 1min) est moindre par rapport aux égreneuses manuelles.

## CHAPITRE VIII: ÉTUDES DE FIABILITÉ DE L'ÉGRENEUSE À MAÏS

### VIII.1- AU NIVEAU DE FABRICATION :

Durant la réalisation de notre machine, nous avons de difficultés par exemple le pliage de la tôle de récupération se fait manuellement parce que l'atelier n'a pas de plieuse de tôle. Malgré cela, la dimension 12/10 de tôle de notre récupération est encore pliable à la main, mais pour les dimensions supérieures c'est impossible sans plieuse.

### VIII.2- AU NIVEAU DE L'UTILISATION :

- Mettre un guidon pour poser les mains lors de l'utilisation de la machine ;
- Disposer les roues libres et les pignons dans l'ordre de multiplicateur de tours ;
- Changer les vis de réglage avec des vis un peu plus longs dans le cas des maïs à grandes dimensions ;
- Concevoir une égreneuse motorisée de ce type ;
- Confectionner une table d'alimentation fixer au cadre de l'égreneuse pour réduire le nombre d'opérateurs ;
- L'implantation d'ateliers agricoles est aussi nécessaire pour intensifier le degré de la mécanisation pour satisfaire les besoins des paysans en équipements en matériel.

### VIII.3- AU NIVEAU PRIX :

Si on parle de coût de réalisation, nous savons tous qu'à Madagascar les prix des matières premières pour la fabrication mécanique ne cessent d'augmenter. Et surtout pour ce prototype nous n'utiliserons que des matières neuves afin de savoir la performance et la résistance de cette égreneuse. Donc, pour réduire ce coût, on a utilisé des matières premières disponibles dans les quincailleries locales.

### VIII.4- CARACTÉRISTIQUES DE NOTRE ÉGRENEUSE

C'est une égreneuse possédant les coordonnées suivantes :

- Puissance de l'opérateur : 3 Watt
- Vitesse de rotation : 60 tr/min
- Diamètre des batteurs : 240 mm
- Réglage de ressort de pression : Maximum ou minimum

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

- Poids : 40 Kg
- Temps d'égreneuse : 1min
- Rendement : 175 kg/min
- Hauteur de la machine : 1200 mm

### VIII.5- ÉTUDE DE RENDEMENT

#### VIII.5.1- Rendement de travail de méthode traditionnelle (manuellement) :

D'après notre enquête à Ambohidranandrina district d'Antsirabe II, nous avons vu que le rendement journalière de l'égrenage à main nue est environ de 20kg par heure. Nous savons que l'égrenage manuel est un travail pénible, c'est pourquoi un agriculteur ne peut pas égrener plus de 100kg de maïs par jour.

Certains paysans utilisent la méthode suivante : mettre le maïs dans un sac et battre avec un bois rond pour que les grains se séparent avec les rafles. Mais le résultat n'est pas satisfaisant et beaucoup de grain sont brisée. Mais le rendement du travail atteint 200kg par jour.

*Figure N° 25. égrenage à main*



*Figure N° 26. battre avec bois rond*



#### VIII.5.2- Rendement de notre égreneuse maïs :

D'après notre essai, nous avons vu que le rendement journalier de l'égreneuse maïs est de 178kg par heure. Nous savons que l'égreneuse est une machine à bon rendement de travail par rapport l'égrenage manuel. Le résultat est satisfaisant parce que les grains ne sont pas brisés par rapport au résultat de battage avec un bois rond.

#### VIII.5.3- Rendement de travail avec égreneuse motorisé :

L'égrenage du maïs, qui peut s'avérer une opération laborieuse quand elle est faite à la main, peut être considérablement simplifié grâce à l'égreneuse à maïs électrique, qui sépare les grains très rapidement avec un taux de rendement élevé. Les épis de maïs introduits

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

dans la machine à la suite et sans interruption, vous garantissent un bon rendement (3 tonnes minimum) tout en préservant la qualité des grains.

## CHAPITRE IX: ETUDE ÉCONOMIQUE

### IX.1- ÉTUDE DE COÛT

D'après les gammes de fabrication, on a produit une machine pendant 45 heures. Donc, un ouvrier travaille pendant 7 jours et demi pour réaliser cette machine lors de réalisation, certaines pièces ont besoin d'être modifiées : cela nous conduit à calculons les différents coûts de la fabrication.

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 choisies pour la confection de la machine égreneuse.

#### IX.1.1- Coût des matériaux utilisés :

*Tableau N° 10. Tableau de coût de fabrication (mois de mars 2018)*

Désignation	Unité	Prix unitaire (AR)	Nombre	Montant
Tôle 12/10	Feuille	90 000	0,20	Ar 18.000
Tôle	Feuille	90 000	0,60	Ar 54.000
Fer ronde de 10	Barre	18 000	1	Ar 18.000
Fer plant de 20	Barre	17 000	1	Ar 17.000
Fer cornière 20x20	Barre	3 7500	0,50	Ar 18.750
Tube galva de 26x32	Barre	20 000	1	Ar 20 000
Boulons BTH12	Nb	700	2	Ar 1 400
Boulon BTH 8	Nb	1 000	16	Ar 16 000
Ressort	Nb	800	2	Ar 1 600
Electrode 2,5	Nb	150	200	Ar 30 000
Peinture :	Kg	17 000	1	Ar 17 000
Diluant (white spirit)	Litre	7 000	1	Ar 7 000
Lame de scie	Nb	5 000	1	Ar 5 000
Electricité	Forfaitaire	15 000	1	Ar 15 000
<b>TOTAL</b>				<b>240 250</b>

CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

**IX.1.2- Coût des pièces standard :**

**Tableau N° 11. Tableau de coût des pièces standards (mois de mars 2018)**

Désignation	Unité	Prix unitaire (AR)	Nombre	Montant
Développement 52 dent	Nb	15 000	1	Ar 15 000
Roue libre	Nb	3 000	3	Ar 9 000
Roulement 6302	Nb	3 000	4	Ar 12 000
Boîte central avec axe	Nb	4 000	1	Ar 4 000
Une paire de pédale	Paire	3 000	1	Ar 3 000
Chaine bicyclette	Nb	4 000	2	Ar 12 000
Pignon menant et mène	Nb	50 000	2	Ar 100 000
Lanscaille bicyclette	Nb	10 000	1	Ar 10 000
Palier avec axe central	Nb	12 000	2	Ar 24 000
<b>TOTAL</b>				<b>Ar 209 000</b>

**(Source :** Demande de prix aux différentes quincailleries)

**IX.1.3- Le coût de la main-d'œuvre :**

Pour un technicien spécialisé, il travail 25 jours par mois. Le salaire qui lui revient de droit est de 87 000Ar. Or la durée de fabrication de ce matériel durera 5 jours, donc le coût de main d'œuvre est 17 400Ar.

Coût de la main d'œuvre :  $(87000 \times 5) / 25 = 174\,000$  Ar

**IX.1.4- Le coût total de fabrication :**

C'est la somme totale des coûts des matériaux et des pièces standard nécessaires, ajoutés au coût de la main d'œuvre et aux le frais d'utilisation des équipements à la fabrication.

**Tableau N° 12. Le tableau ci-après démontre l'étude économie total du projet :**

Désignation des dépenses	Montant en (AR)
Coût des matières premières	<b>Ar 240 250</b>
Coût des pièces standards	<b>Ar 209 000</b>
Coût de la main-d'œuvre	<b>Ar 174 000</b>
<b>Coût da la fabrication TOTAL</b>	<b>Ar 623 250</b>

Après l'évaluation économique du projet, nous pouvons dire que réaliser une telle machine nécessite beaucoup d'investissement. Sur ce point, il faut en assurer le bon fonctionnement et surtout la fiabilité de la machine.

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

Bref nous avons besoin de **623 250 Ariary** pour réaliser notre égreneuse de maïs.

**IX.2- ANALYSE DE MARCHÉ ET VULGARISATION DE LA MACHINE ÉGRENEUSE :**

Dans le but de l'augmentation de la capacité de travail, le concepteur ne cesse pas de chercher des moyens pour résoudre la difficulté à la production au niveau des agriculteurs. À ce titre, la machine conçue est destinée principalement à séparer les grains de maïs, elle pourrait être améliorée en le combinant avec un autre système d'égrenage. Cette amélioration apportera plus de rendement au travail.

Cette machine tient compte du remplacement de la pièce travaillante selon les variétés ou d'autres spéculations.

La machine égreneuse peut être classée comme prototype ainsi elle pourrait être exploitée plus profondément pour donner un meilleur rendement.

Pour développer la recherche et l'amélioration cette machine, il est nécessaire de demander le concours d'un institut financière ou de faire appel à l'appui de l'Etat.

Pour protéger les acquis de cette machine face à la nouvelle technologie, la mise place de supervision économique et d'un cabinet d'étude de recherche est nécessaires, ainsi que l'amélioration de recherche.

La conception de cette machine apporte des impacts sur la vie de chaque foyer grâce à la création de l'emploi.

Pour qu'on puisse produire beaucoup de machine l'entreprise doit être formelle.

## CONCLUSION

Pour conclure, une des facteurs durable et pérenne du développement de notre pays est basé sur l'agriculture. Cependant, notre technique agricole est traditionnelle pour la plupart. Il en est de même pour la récolte et la séparation du grain selon la culture. La mécanisation débute à commencer; plus de solution sont inventés par des techniciens concepteurs pour la mécanisation des travaux agricoles, beaucoup de ces concepteurs cherchent sans cesse un moyen correspondant aux différents besoins de cultivateurs et de des agriculteurs. Cela a pour effet de faciliter les travaux aux champs bien que certains aspects techniques en rapport entre faisabilité, la durabilité, l'adoption des techniques par des paysans très traditionnels et finalement le problème du coût des matériels ne soient pas encore résolue.

La fabrication de l'EGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE est l'application de quelques théories de base qu'un technicien professionnel est censé maîtriser à la fin de sa formation. Les recherches, les documentations et les études approfondies m'ont permis d'insister sur son fiabilité et sur sa mode d'emploi assez facile et je tiens aussi à préciser que son taux de rendement est beaucoup plus rentable que celle des autres égreneuses. Tant à dire que pour le pédale, il est moins fatiguant et plus plaisant.

Le fait d'avoir travaillé avec des professionnels n'a fait ressentir qu'il y a une énorme solidarité entre tous techniciens, dedans ou en dehors des entreprises. Du coup, cela m'a donné un goût de travail.

Ainsi, j'espère que ce projet que je viens de vous faire explorer apportera son progrès dans le domaine de l'agriculture et aussi a pu donner un aperçu sur l'intérêt du machinisme agricole touchant la fabrication des petits moyens matériels ou machine pour toutes activités agricoles face au développement de notre pays.

Les différentes phases pratiques nous permettent d'affirmer l'efficacité de l'égreneuse mécanique : gain de temps, moindre fatigue, augmentation du rendement, création d'emploi. Grâce à l'utilisation d'un chronomètre, d'un tachymètre digital et d'un humidimètre, les différents tests effectués, à l'aide des adulte/femme/enfant /tests de force/de tours/d'humidité/de réglage, s'avèrent concluants. Le rendement de l'égreneuse mécanique est quintuple par rapport à celui de l'égrenage manuel; la machine est résistante et affiche une longévité d'environ 10 ans : c'est un avantage énorme pour un investissement peu important, inférieur à 1 million d'Ariary, c'est-à-dire pour un paysan, moins cher que le prix d'un bœuf de trait. La possession d'une

## CONCEPTION D'UNE ÉGRENEUSE DE MAÏS À PÉDALE

égreneuse mécanique constitue une dynamique de la culture de maïs et de l'élevage car la production de provende est assurée. Tout cela exige une importante production de maïs à titre de matières premières contre peu d'investissement financier pour l'acquisition de la machine et enfin une honnêteté envers l'Etat en déclarant l'activité.

Et je compte l'améliorer un jour ou l'autre par le changement de transmission de la vitesse, la pédale serait changée par moteur électrique pour dépenser encore beaucoup moins d'énergie et additionner un autre organe qui va servir les grains égrenés.

## BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

- ANDRIAMAMPANDRY D.D.G., 1992, Le facteur fertilisation dans le développement maïsicole de la région de l'Itasy, Mémoire de fin d'études, ESSA-Département AGRICULTURE.
- ANDRIANAIVO H. T., 2005, Evaluation des pertes de rendement dues à *Sesamia calamistis* par des tests en champs expérimentaux à moyenne échelle, ICIPE, Stemborer project Madagascar – Faculté des Sciences (Université d'Antananarivo).
- ANDRIANJAFIRAVELO M., 1993, Contribution à l'étude de la valeur nutritive de l'ensilage de maïs, Mémoire de fin d'études, ESSA-Département ELEVAGE.
- APPERT Jean, 1971, La lutte biologique contre les chenilles mineuses des Graminées à Madagascar et aux Comores, IRAM/IRAT.
- BAILLIERE J. B., 1955, Le maïs, Collection Connaître.
- BERGER J., 1962, Maize production and the manuring of maize, Centre d'étude de l'azote.
- BIT, 1990, Production de farine de maïs à petite échelle, OIT.
- CIRAD-GRET, 2002, MEMENTO DE L'AGRONOME.
- COCHEREAU P., 1989, Les travaux de recherche français en zone tropicale sur les noctuelles et pyrales du maïs (Synthèse bibliographique), IRAT-Montpellier.
- GUILLOTEAU S., 1972, Dix ans de recherches sur la sélection du maïs à la station agronomique du lac Alaotra, IRAT-IRAM.
- HUBERT P., 1978, Recueil de fiche technique d'Agriculture spéciale à l'usage des
  - Les cultures associées comme moyen de protection du maïs contre *Sesamia calamistis* lycées agricole à Madagascar – BDPA.
- IITA, 1990, Annual report of the International Institute of Tropical Agriculture.
- INRA, 1971, Maïs grains : préstockage, séchage et qualité ; Maize : drying
  - treatments and quality.
- LE CHAPELAIN F.Y., 1974, Le maïs ensilage dans l'alimentation du porc, ENV Toulouse.

- MESSIAEN C. M., 1963, Physiologie du développement chez Zea mays, INRA.
  - Ministère de l'Agriculture – UPDR, Juin 2003, Monographie de la région de Vakinankaratra.
  - Ministère de l'Agriculture, 1977, Notion de système : Essai de système de cultures de 1973 à 1976, Bull.
  - Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, 2004, Enquête annuelle sur la production agricole pendant la campagne 2002 – 2003 : RAPPORT FINAL.
  - Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1993, Le maïs dans la nutrition humaine, FAO.
  - POLAZEK A. et G. DELVARE, 4ème trimestre 2000, Les foreurs des tiges de céréales en Afrique : Importance économique, Systématique, Ennemis naturels et
  - Méthodes de lutte, CTA – CIRAD.
  - RAKOTOARISON Braun de Ruffin, 2005, Etude de la valeur nutritive de Desmodium uncinatum, Hedychium coronarium et Musa paradisiaca pour une meilleure valorisation des ressources fourragères des Hautes terres malgaches, Thèse de Doctorat, ESSA.
  - - RAMANAMPANOHARANA S. P., 1977, L'ensilage de maïs : Utilisation dans
  - - Banque Nation de développement Agricole,
  - - Les égreneuses sont système moissonneuses batteuse,
  - - « *Seul le rythme provoque le court-circuit poétique et transmue le cuivre en or, la parole en verbe.* »
  - Léopold Sédar SENGHOR, *Éthiopiennes*, Postface, 1956.
  - Terminale STI : Jardim-Nicolas Hervé « <http://perso.orange.fr/herve-jardin-nicolas>.
  - DEBONGNIE (Jean-François), Liège, Belgium, 2011 Tous droits réservés.
- Dépôt légal D/2013/0480/7 ISBN13 : 978-2-9601305-0-8

# ANNEXES

## I- CULTURE MAÏS DANS LA REGION DE VAKINANKARATRA

Vakinankaratra figure parmi les quatre régions constituant le Faritany d'Antananarivo.

Avec ses 5 Fivondronana (Antanifotsy, Antsirabe I, Antsirabe II, Betafo et Faratsiho), elle couvre une superficie de 15 841 km<sup>2</sup>.

### 1- Relief, sol et sous-sol : [UPDR, 2001]

La région du Vakinankaratra s'identifie à trois ensembles naturels :

➤ Le Centre qui est caractérisé par le massif volcanique de l'Ankaratra où se situe

➤ Tsiafajavona qui est le point culminant de la Province d'Antananarivo s'élevant à 2 644 mètres d'altitude.

➤ Le Sud, où la formation du massif de l'Ankaratra a provoqué dans la partie occidentale une série d'effondrements favorisant la formation de dépressions à fond alluvial et présentant de nombreux cratères et lacs. Ensuite, 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.

➤ L'Ouest : le Moyen Ouest du Vakinankaratra est constitué par la pénéplaine de

➤ Mandoto-Ramaritina et où l'altitude s'abaisse à 1 000 m.

Dans les zones du massif de l'Ankaratra, le sol est composé de sols ferrallitiques rouges et jaunes /rouge. La partie Sud du Massif de l'Ankaratra est dominée par des sols volcaniques et des lithosols.

Des sous-sols de formations diverses se sont alors constitués :

➤ Le massif volcanique de l'Ankaratra et de l'Itasy, en relief sur socle, ayant : 1.un sol ferrallitique brun humifère (Ambohitompoina Soavinandriana) 2.un sol brun sur basalte récent (Andranomafana, Belazao)

➤ Les massifs quartziques qui sont des roches sédimentaires (sable) 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 a un sol ferrallitique squelettique.

➤ Les hautes pénéplaines latéritiques ou hautes surfaces d'érosion non enroctées sur roches acides. Les pénéplaines résultant de l'érosion rencontrent des argiles latéritiques non concrétionnés.

## 2- **Le climat** : [UPDR, 2001]

Dans la région du Vakinankaratra, le climat est généralement de type « tropical d'altitude » dans les parties élevées de l'Est et du Centre. 3-4 mois secs dans l'année y existent, et on pourra noter un climat de type de haute montagne. Par contre, le Fivondronana de Betafo enregistre une moyenne annuelle de température de 21° avec des maxima de 30°8 et des minima de 10°2, alors que pour le Fivondronana d'Antanifotsy une moyenne de 13°7 avec des maxima de 25°8 et des minima de 1°C ont été enregistrés.

Les données disponibles étant effectuées pendant des périodes de mesures différentes pour la plupart des stations, la moyenne des pluies annuelles serait, à titre indicatif, de 1505,9mm en 109 jours. La quantité des précipitations est donc probablement importante avec un maximum de 1 952 mm en 122 jours à Faratsiho, et en minimum de 1 335,3 mm en 116 j à Antanifotsy. Aucun mois n'est sec, sauf le Moyen Ouest du Vakinankaratra.

Cet ensemble climatologique peut alors être présenté sous la forme du diagramme ombothermique de la figure n°6.

Ce diagramme montre en effet les saisons écologiquement sèches au mois d'Août, Septembre et au mois de Juin. Par ailleurs, elle définit un résultat positif sur le bilan hydrique au niveau régional pendant une bonne partie de l'année.

Ce diagramme montre en effet les saisons écologiquement sèches au mois d'Août, Septembre et au mois de Juin. Par ailleurs, elle définit un résultat positif sur le bilan hydrique au niveau régional pendant une bonne partie de l'année.

## II- **Les activités agricoles** : [UPDR, 2001]

### 2-1- Elevage :

Les filières porcines, caprines et ovines sont presque inexistantes (au maximum 10 % dans le seul Fivondronana de Faratsiho).

Le petit élevage est prédominé par la filière avicole dont l'élevage de poulet représentant entre 70 et 90 % des exploitations et celui des canards entre 10 et 30 % des exploitations. Par contre, une forte expansion de la boviniculture se constate, notamment dans la filière Vache laitière.

Enfin, une forte présence d'étangs piscicoles peut être notée couvrant environ 20 % des exploitations dans le Fivondronana de Faratsiho.

## **2-2- Cultures et spéculations :**

Globalement, l'ensemble de la région d'Antsirabe est caractérisé par la prédominance des cultures vivrières, les spéculations comme la canne à sucre ou le café restent très limitées.

Cette région peut être regroupée en deux types :

➤ Un premier type caractérisé par la présence de cultures telles que le haricot, pomme de terre et patate, ces cultures étant favorisées par un climat adéquat. Ce type de cultures concerne les fivondronana de Betafo et de Faratsiho.

➤ Un deuxième type où les cultures sèches et le riz sont représentés à part égaux, notamment pour le fivondronana d'Antanifotsy et d'Antsirabe II.

## **III- La filière maïs dans la région centrale du Vakinankaratra**

### **3-1- La production de Maïs de la région :**

La région centrale du Vakinankaratra, objet de la présente étude, produit 18 303

Tonnes de Maïs en 2003 (MAEP, 2004). Cette production concerne quelques 55 703 exploitations. Une exploitation qui se définit comme une unité technico-économique de production agricole comprenant tous les animaux qui s'y trouvent, toutes les terres utilisées entièrement ou en partie pour la production agricole et qui, soumise à une direction unique, est exploitée par une personne seule ou accompagnée (personne physique ou morale) indépendamment du titre de possession, du statut juridique, de la taille et de l'emplacement (MAEP 2003).

### **3-2 - La consommation de Maïs de la région [MAEP, 2004]**

Dans une région de 328 543 Habitants, et avec une taille moyenne de 5.22 individus par ménage, la filière maïs concerne directement un peu moins de 300 000 individus. C'est à dire 91.31% de la population totale. Cette culture tient alors la seconde place dans le classement des cultures vivrières en termes de pratique, après le Riz.

Comme mentionné précédemment, la production avoisine les 20 000 Tonnes. Cette quantité est destinée à différentes fins comme résumées dans le tableau N°1 ci-après :

En général, les maïs grains sont consommés soit comme complément d'alimentation journalier, soit comme complément du riz en période de soudure dans l'alimentation humaine.

Cependant, ils servent aussi de matières premières pour certaines industries, comme les Brasseries. Mais le secteur avicole ne reste pas écarté puisque le maïs grain

constitue un des principaux constituants des provendes destinés à ces animaux. Et bon nombre de la quantité écoulée dans les ventes y sont consommées.

Pour cette dernière filière, une baisse de l'offre en maïs grains sur le marché pendant la période de soudure contraint les éleveurs à en importer soit de Tuléar, soit de la région de l'Itasy et Tsiroanomandidy.

Il est important de noter que ces statistiques concernent seulement la production de maïs grains secs.

Mais en considérant le développement de la filière maïs liée à la filière laitières ces dernières décennies, ces chiffres s'avèrent encore insuffisants puisque bon nombre des grandes exploitations industrielles apparues très récemment produisent du maïs non pas pour les grains secs, mais pour les plantes entières qui serviront d'alimentation pour les bétails. Ce sont des fourrages obtenus à partir d'une fermentation anaérobie de plants entiers de maïs hachés d'une manière adéquate. Ce type de fourrage s'appelle : ensilage. Il existe aussi un autre circuit de vente qui voyait le jour ces derniers temps. C'est la vente de maïs verts cuits ou grillés le long de l'axe RN7. Selon les enquêtes menées au près des paysans concernés, cette source de revenus peut apporter quotidiennement au paysan plus de 30000 Ariary (150 000 Fmg), un épi peut alors revenir à 200 Ariary (1000 Fmg) en haute saison, c'est-à-dire pendant les périodes où les vacanciers affluent sur l'axe.

#### **IV- Les attaques de *Sesamia calamistis* sur maïs :**

Sur les maïs, tous les organes épigés peuvent être attaqués à l'exception de la racine.

➤ **Au niveau des tiges :** Les larves attaquent les plantules en minant la base de celle-ci, ce qui provoque le dessèchement de la feuille centrale ou « *effet de coeur mort* »: c'est un dépérissement total et rapide. La tige pourra alors être minée sur toute sa longueur et parfois seule l'écorce subsiste, étant donné que les larves se nourrissent de la partie médullaire des entrenoeuds. Ce phénomène se montre très évident en cas de surpopulation et si les attaques s'effectuent sur des plants suffisamment développés (un mètre de haut jusqu'au stade précédant l'apparition des inflorescences mâles). Par contre, les dommages se montrent peu apparents en cas d'individu vigoureux ou en bon état végétatif ou si l'infestation est modérée. Par la suite, les plants attaqués sont affaiblis aussi bien physiquement que physiologiquement à cause de la perturbation du transport d'eau et de substances nutritives.

Par conséquent, la tige ne pourra plus assurer correctement aussi bien ses fonctions de transport d'eau et de substances nutritives que sa fonction de support physique.



➤ **Au niveau de l'inflorescence mâle** : Cet organe est parfois attaqué. Les chenilles pénètrent dans l'axe de la panicule et il y aura avortement des graines si la hampe florale est coupée avant la déhiscence des anthères.

➤ **Au niveau des épis** : En se dirigeant vers l'épi, les larves perforent les spathes en creusant des galeries dans la rafle et en rongant les graines, ce qui favorisent la prolifération des Moisissures et déprécie la qualité. L'attaque du pédoncule de l'épi entraîne fréquemment sa chute et accroît la perte à la récolte.

Généralement, l'attaque de *Sesamia* se localise au niveau des bordures du champ de maïs et s'étend progressivement vers l'intérieur grâce à la capacité de migration des larves âgées.



- Dégâts causés par des larves de *S.*
- *calamistis* sur un jeune plant de maïs
- Larves mortes de *S. calamistis*

#### V- Les parasitoïdes de *Sesamia calamistis* :

A Madagascar, des essais d'introduction de parasitoïdes ont été réalisés vers les années 60 et 70. Il s'agit de :

- *Telenomus* sp. (Hymenoptères – Eulophidae) qui a été introduit pour lutter contre
- *Maliarpha separatella* (borer blanc du riz) dans la région d'Alaotra.
- Des parasites asiatiques comme :
- *Xanthopimpla stemmator* (Hymenoptères – Ichneumonidae) introduit en 1958 pour parasiter *Chilo sacchariphagus* (borer ponctué de la canne à sucre).
- *Vipio deesae* Cam. Venant de l'Inde en 1965 pour s'attaquer à *Sesamia calamistis*.
- *Stenobracon nicevillei* Bingh. (Hymenoptères – Braconidae) d'origine indienne et introduite en 1966 pour parasiter *Sesamia calamistis*.

Il existe aussi toutefois des parasites africains comme :

- - *Descampsina sesamiae* contre *Sesamia calamistis*
- - *Hyperchalcidia soudanensis* (Hymenoptères – Chalcididae) et *Dentichasmias busseolae* pour lutter contre *Chilo orichalcociliellus* et contre *Maliarpha separatella*.

En 1971, les suivis réalisés par APPERT ont montré en effet que les opérations de contrôle efficaces étaient l'action d'*Apanteles flavipes* (Hymenoptères – Braconidae) contre

*Chilo sacchariphagus*, et celle de *Pediobius furvus* (Hymenoptères – Eulophidae) contre *Sesamia calamistis*.

Des investigations menées par le projet en 2004-2005 ont montré une diversité des parasitoïdes de *S. calamistis* dont la plupart sont polyphages et parasitent de nombreux Lépidoptères.

## **I- ENTRETIEN DE L'EGRENEUSE**

Ces entretiens sont adoptés, non seulement, pour obtenir un meilleur fonctionnement de la machine lors de l'égreneuse, mais aussi pour des raisons de sécurité surtout lors de la mise en marche du matériel.

### **1-1- Entretien pendant l'égrènement :**

- Graisser les pièces en frottement comme, les mécanismes, les roulements,
- Assurer la fixation des paliers,
- Vérifier la tension de la chaîne
- Bien serrer les boulons de fixation du couvre-batteur et le bâti pour ne pas avoir un broutement de la machine lors de son travail,
- Remplacer les dents si nécessaire.

### **1-2 Entretien de la fin l'égrènement :**

- Nettoyer l'intérieur des organes de battage en enlever les décombres restants,
- Mettre bien à l'abri la machine

# TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

AVANT PROPOS

RÉSUMÉ

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABRÉVIATIONS

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>2</b>
CHAPITRE I:    GÉNÉRALITÉS SUR LE MAÏS.....	2
<i>I.1- Définition :</i> .....	2
<i>I.2- Description botaniques</i> .....	3
<i>I.3- Le cycle végétatif</i> .....	6
<i>I.4- Exigences écologique</i> .....	6
<i>I.5- Utilisations de maïs</i> .....	8
<i>I.6- Maladies et ennemis</i> .....	9
CHAPITRE II:    TECHNIQUES CULTURALES.....	10
<i>II.1- Les conditions culturelles :</i> .....	10
<i>II.2- Mode de culture :</i> .....	10
<i>II.3- Les variétés :</i> .....	13
<b>DEUXIÈME PARTIE : CONCEPTION, RÉALISATION ET ESSAI .....</b>	<b>14</b>
CHAPITRE III:    LES GÉNÉRALITÉS DE L'ÉGRENEUSE MAÏS.....	14
<i>III.1- Définition</i> .....	14
<i>III.2- Objectifs :</i> .....	14
<i>III.3- Avantage :</i> .....	14
<i>III.4- Condition de battage :</i> .....	15
<i>III.5- Le principe fonctionnement de la machine :</i> .....	15
<i>III.6- Description et fonctionnement</i> .....	16
<i>III.7- Les éléments constituants de l'égreneuse :</i> .....	17
CHAPITRE IV:    CONTEXTE.....	21
<i>IV.1- Définition des problèmes :</i> .....	21
<i>IV.2- Proposition de solutions :</i> .....	22
<i>IV.3- Étude de praticabilité et choix de la solution finale :</i> .....	22
CHAPITRE V:    CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DE LA MACHINE ÉGRENEUSE .....	23
<i>V.1- Analyse des forces :</i> .....	23
<i>V.2- Étude de la chaîne cinématique entre le moteur et la sortie 1:</i> .....	26

V.3- La vitesse de rotation de la roue libre n5 :.....	29
V.4- Choix des matériaux : .....	30
V.5- Dessin technique :.....	32
V.6- Étude cinématique :.....	33
V.7- Étude dynamique :.....	34
CHAPITRE VI: PHASE DE PRATIQUE ET RÉALISATION .....	35
VI.1- Type des opérations et matériels utilisés :.....	35
CHAPITRE VII: TEST DE L'ÉGRAINEUSE .....	51
VII.1- Test de fonctionnement (praticable) et essai vide :.....	51
VII.2- Test de matériel utilisé :.....	51
VII.3- Phase d'expérimentation :.....	52
VII.4- Test de matériel utilisé pour la machine :.....	52
CHAPITRE VIII: ÉTUDES DE FIABILITÉ DE L'ÉGRENEUSE À MAÏS .....	58
VIII.1- Au niveau de fabrication :.....	58
VIII.2- Au niveau de l'utilisation : .....	58
VIII.3- Au niveau prix :.....	58
VIII.4- Caractéristiques de notre égreneuse .....	58
VIII.5- Étude de rendement .....	59
CHAPITRE IX: ETUDE ÉCONOMIQUE .....	61
IX.1- Étude de coût.....	61
IX.2- Analyse de marché et vulgarisation de la machine égreneuse :.....	64
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE</b>	
<b>ANNEXES</b>	
<b>TABLE DES MATIÈRES</b>	

