



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

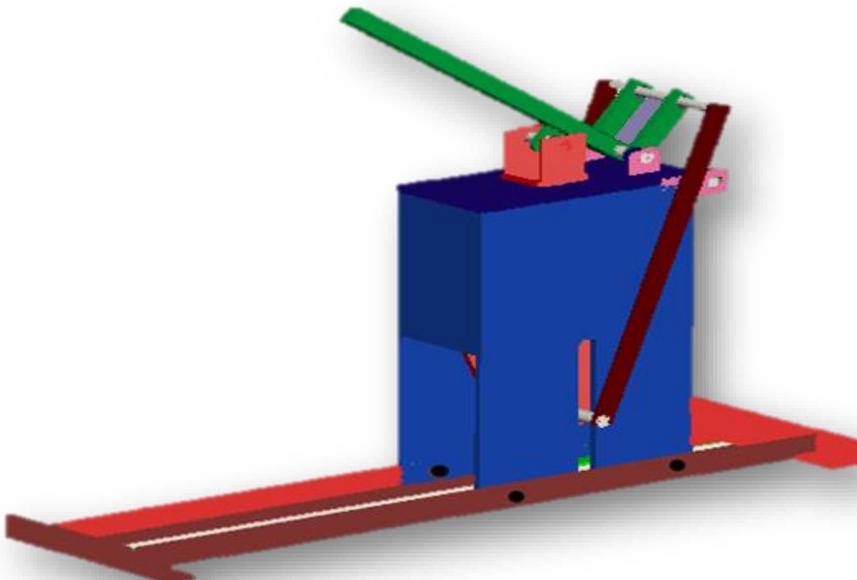


INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR D'ANTSIRABE

*Mention* : Génie Rural

*Parcours* : Mécanisation Agricole

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



CONCEPTION ET REALISATION D'UNE PRESSE  
BRIQUE MANUELLE A DOUBLE PISTON

**Présenté par :** NANDRASANIAVO Ranaivoson Henintsoa ; *soutenu le 12 mai 2023*

*Devant les membres de jury composés de :*

**Président :** Professeur RAJAONARISON Eddie Franck

**Encadreur :** Docteur RAMINOARISOA Eliane Lalao

**Co-encadreur :** Monsieur RAKOTOARISOA Haga Johary

**Examineurs :** Monsieur RAVAOAVY Jean Charles

*Promotion ; VATSI 2022*





**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

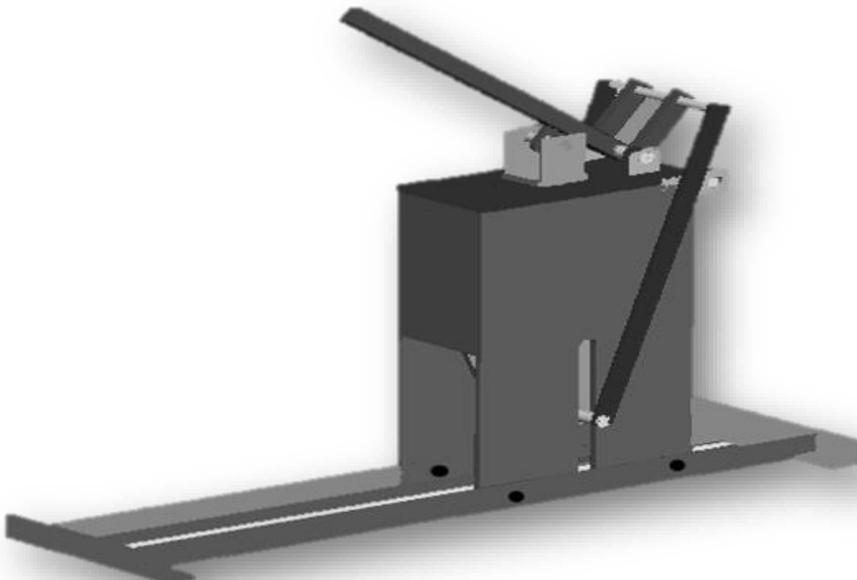


INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR D'ANTSIRABE

*Mention* : Génie Rural

*Parcours* : Mécanisation Agricole

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



**CONCEPTION ET REALISATION D'UNE PRESSE  
BRIQUE MANUELLE A DOUBLE PISTON**

**Présenté par :** NANDRASANIAVO Ranaivoson Henintsoa ; *soutenu le 12 mai 2023*

*Devant les membres de jury composés de :*

**Président :** Professeur RAJAONARISON Eddie Franck

**Encadreur :** Docteur RAMINOARISOA Eliane Lalao

**Co-encadreur :** Monsieur RAKOTOARISOA Haga Johary

**Examineurs :** Monsieur RAVAOAVY Jean Charles

*Promotion ; VATSI 2022*

## DEDICACE

Je dédie ce mémoire

- ❖ A mes chers Parents, qui n'ont pas économisé ses efforts durant ces longues années ; qu'ils trouvent ici le fruit de leurs sacrifices.
- ❖ Mes sœurs et mes frères, par leurs patiences et leurs amours, et m'ont toujours soutenu dans mes moments de découragement, je vous souhaite courage et persévérance dans tous vos prochains avenir.
- ❖ Toute ma famille
- ❖ Mes amis et tous mes camarades de promotion.
- ❖ A tous, mon affection sincère.

## REMERCIEMENTS

Je remercie le Seigneur DIEU pour sa grâce. L'intervention de son Esprit bien veillant m'a procuré la santé, la force, le courage et l'intelligence nécessaire pour arriver à bien mener ce mémoire de fin d'étude. Par la suite, cet ouvrage n'a pas été réalisé par mon unique ressource et connaissance. C'est pour cela que je tiens aussi à exprimer mes vifs remerciements pour les personnes sous-mentionnées :

- ♣ Docteur ANTSONANTENAINARIVONY Ononamandinby, Directeur de l'Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra (IES-AV) ; pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de soutenir ce mémoire.
- ♣ Professeur RAJAONARISON Eddie Franck ; qui nous a fait l'honneur de présider ce mémoire malgré ses précieuses et lourdes responsabilités ;
- ♣ Docteur RAMINOARISOA Eliane Lalao, chef de mention Génie Rural, notre Encadreur pédagogique d'avoir consacré son temps' si précieux' à nous aider jusqu'à la fin de la réalisation de ce mémoire ;
- ♣ Monsieur RAKOTOARISOA Haga Johary, notre Co-encadreur Ingénieur formateur et chef parcours de la Mécanisation Agricole de nous avoir dirigé et donné des conseils tout au long de la réalisation de ce travail de recherche
- ♣ Madame ANDRIANJAKASOA Haritiana Lydie Elodie, qui a accepté de faire partie des membres de ce jury,
- ♣ Monsieur RAVAOAVY Jean Charles Ingénieur formateur qui a accepté de juger ce travail,
- ♣ Tous les enseignants, qui ont la précieuse volonté de nous procurer ses savoirs et ses expériences pendant les années de formation malgré leurs lourdes responsabilités.
- ♣ Enfin, toutes mes reconnaissances; mes parents ; ma famille ; mes camarades pour leur prière, leur soutien moral et surtout financier, sans oublier toutes les personnes qui, de près ou de loin, a contribué à l'élaboration de ce mémoire. Merci

## TABLE DES MATIÈRES

<b>DEDICACE</b> .....	<b>i</b>
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>ii</b>
<b>TABLE DES MATIERES</b> .....	<b>iii</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTE DES PHOTOS</b> .....	<b>xi</b>
<b>LISTE DES SCHEMA</b> .....	<b>xii</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS ET DES UNITES</b> .....	<b>xiii</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>GLOSSAIRE</b> .....	<b>xvi</b>

### INTRODUCTION 1

<b>PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	<b>2</b>
<b>CHAPITRE I : Lieu d'étude</b> .....	<b>2</b>
1-1 Présentation de la zone d'étude .....	<b>2</b>
1-1 1 LOCALISATION .....	<b>2</b>
1-1-2 RELIEF .....	<b>2</b>
1-1-3 PEDOLOGIE.....	<b>3</b>
1-1-4 CLIMAT.....	<b>4</b>
1-1-5 RESSOURCES FINANCIERES .....	<b>4</b>
1-1-5-1 Agriculture et élevage .....	<b>4</b>
1-1-5-2 AUTRES ACTIVITES GENERATRICES DE REVENU :.....	<b>6</b>
<b>CHAPITRE II : Synthèse de connaissance sur la fabrication en terre</b> .....	<b>7</b>
2-1 Types de construction :.....	<b>8</b>
2-1-1 le « Rotso-peta » : (terre battue).....	<b>8</b>

2-1-2 La brique en terre cuite : .....	9
2-1-2-1 Dimensions .....	10
2-1-2-2 Etape de fabrication de la brique en terre cuite : .....	10
2-1-2-3 Avantage et inconvénient .....	13
2-1-3 La brique en terre compressé (BTC) (terre crue) .....	14
2-1-3-1 Dimension : .....	14
2-1-3-2 Confection des briques : .....	14
2-1-3-3 Avantage et inconvénient .....	16
<b>CHAPITRE III : Composants de la BTC .....</b>	<b>17</b>
3-1 Le latérites .....	17
3.1.1 Définition .....	17
3-1-2 Caractéristiques .....	17
3-2 Les stabilisants .....	18
3-2-1 STABILISATION AU CIMENT .....	18
3-2-1-1 Phases de la stabilisation avec ciment .....	18
3-2-1-2 Effet de la stabilisation au ciment.....	18
3-2-1-3 Etape de la mise en œuvre de la stabilisation avec ciment .....	19
3-2-2 STABILISATION À LA CHAUX.....	20
3-2-2-1 Diffèrent types de chaux .....	20
3-2-2-2 Mécanisme de la stabilisation par chaux.....	20
3-2-2-3 Mise en œuvre d'une stabilisation à la chaux.....	21
3-3 L'eau .....	22
<b>PARTIE II : MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>23</b>
<b>CHAPITRE I : MATERIELS .....</b>	<b>23</b>
1-1 Matériels de collecte des données .....	23

1-2	Matériels de confection de la machine .....	23
1-3	Matériels de rédaction.....	24
1-4	Matériel d’essai et de démonstration .....	24
CHAPITRE II : METHODE.....		25
2-1	Méthode de collecte des donnés.....	25
2-2	Méthode de consultation .....	25
2-3	Méthode d’encadrement .....	25
2-4	Analyse conceptuelle .....	27
2-4-1	démarche de conception de la machine .....	27
2.4.2	Constatation .....	27
2.4.2.1	Problèmes .....	27
2.4.2.2	Besoins .....	27
2.4.1.4	Design de la presse-brique-brique .....	27
2.4.1.5	Critères d'évaluation.....	28
2-4-2	Notion générale du système .....	28
2-5	Analyse fonctionnelle .....	29
2.5.1.	Analyse fonctionnelle de besoin .....	29
2.5.2.	Fonction de service.....	30
2-5-2-1	Caractéristique des fonctions de service .....	31
2.5.3	Analyse fonctionnelle technique .....	32
2.3.4.1	Fonctional Analysis System Technic de description .....	32
2.3.4.2	Fonctional Analysis System Technic de création.....	32
2-3-5	réalisation de la presse-brique .....	35
2.3.5.1	Mode de compression .....	35
2-3-4	outils de décision .....	37

2-3-4-1 Analyses de chaque design .....	39
2-3-4-2 Meilleur design .....	40
2- 6 Études de mouvement : .....	41
2.6.1 Études cinématique des mécanismes de la presse-brique : .....	41
2.6.2 Études dynamiques : .....	42
2-7 Dimensionnement des éléments de la machine.....	44
2-7-1 Détermination des courses des pistons .....	46
2-7-2 détermination de la longueur des pistons et bielle en début et fin de compression .....	47
2-7-3 calcul des force sur le système de compression dans la position final.....	50
2-7-4 Dimension de la moule : .....	54
2-7-4-1 Format des briques : .....	54
2-7-4-2 Dimension de la moule : .....	54
2-7-4-3 Dimension de la plaque de compression : .....	55
2-7-5 Calcul de l'épaisseur des plaques de la moule : .....	55
2-7-5-1 calcul de l'épaisseur de la plaque n° 1 : .....	56
2-7-5-2 calcul de l'épaisseur de la plaque n° 2 : .....	57
2-7-5-3 Calcul de l'épaisseur de plaque de compression : .....	58
2-7-6 Calcul de l'épaisseur du levier: .....	59
2-7-7 Dimensionnement du pied.....	62
2-8 Méthode de fabrication ou gamme de fabrication.....	65
2-9 Méthode d'analyse économique.....	70
2-9-1 Calcul du coût de revient.....	70
2-9-2 Calcul du prix de vente de la machine .....	71
2-9-3 Méthode de formulation de rentabilité liée à l'utilisation de la machine .....	71

2-9-3-1 Identification des outils d'évaluation.....	73
2-10 Essai et test.....	74
PARTIE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS .....	76
CHAPITRE I : Mécanisme général.....	76
1-1 Fonction de chaque élément constitutif .....	77
1-2 Principe de fonctionnement .....	77
CHAPITRE II : Dessins techniques .....	79
2-1 Dessin d'ensemble.....	79
2-2 Dessin détaillée.....	79
2-3 Liste de planche.....	79
CHAPITRE III : Résultats des essais .....	89
3.3.1 Dosage normal du mélange.....	92
3.3.2 Essai ergonomique : .....	92
3.3.3 Essai mécanique : .....	94
3.3.4 Essai technique :.....	95
3.3.4.1 Rendement : .....	95
CHAPITRE IV : Analyse fonctionnelle .....	96
4-1 Fonction principale .....	96
4-2 Fonction contrainte .....	96
4-3 Fonction complémentaire.....	96
CHAPITRE V : Gamme de fabrication.....	97
CHAPITRE VI : Dimension des pièces .....	98
CHAPITRE VII : Etudes économiques de la machine .....	100
7-1 Estimation des prix des matières première .....	100
7-2 Coût de fabrication .....	101

7-3 Prix de revient de la machine .....	101
7-3 Prix de vente de la machine .....	101
7-4 Etude de rentabilité liée à l'utilisation de la machine .....	101
7-4-1 Plan de l'investissement .....	101
7-4-2 Besoin en fonds d'équipement.....	102
7-4-3 Charge exceptionnelle (prévision sur les salaires du personnel, loyer) .....	102
7-4-4 Prévision sur la production de briques annuelles.....	103
7-4-5 Investissement initial.....	103
7-4-6 Compte de résultat par nature .....	104
7-4-7 Valeur nette actualisée.....	107
7-4-8 Taux de rentabilité interne.....	107
7-4-9 Indice de rentabilité.....	109
7-4-10 Durée de récupération du capital investi .....	109
<b>PARTIE IV : DISCUSSIONS ET SUGGESTIONS.....</b>	<b>111</b>
<b>CHAPITRE I : DISCUSSION .....</b>	<b>111</b>
1-1 Analyse FFOM de la machine .....	111
1-1-1 Les forces de la machine :.....	111
1-1-2 Faiblesses de la presse-brique :.....	111
1-1-3 Les opportunités de la machine :.....	111
1-1-4 Menaces de la machine :.....	112
1-2 Analyse FFOM de la brique .....	112
1-2-1 Force de la fabrication de la brique.....	112
1-2-2 Faiblesse de la brique.....	112
1-2-3 Opportunité de la brique .....	112
1-2-4 Menace de la brique.....	112

1-3 Entretien techniques.....	113
I.1. Les entretiens techniques journaliers.....	113
I.2. Les entretiens techniques périodiques .....	113
I.3. Les entretiens techniques saisonniers .....	113
1.4 Est-ce que l’insertion de la presse dans le monde de construction est espérable ? .....	113
1.5 La technique de la brique en terre crue est-elle efficace par rapport aux autres techniques de construction ?.....	114
CHAPITRE II : SUGGESTIONS .....	115
2-1 Suggestion pour le chercheur .....	115
2-2 Perspective .....	115
CONCLUSION.....	116
REFERENCE	
BIBLIOGRAPHIQUE.....	I
WEBOGRAPHIE.....	III
ANNEXES.....	IV

# LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau n°01:</b> Matériels de confection de la machine .....	23
<b>Tableau n°02:</b> Evaluation de la presse-brique .....	28
<b>Tableau n°03:</b> Résumé des fonctions .....	30
<b>Tableau n°04 :</b> Caractéristique des fonctions de service.....	31
<b>Tableau n° 05 :</b> Tableau de décision.....	40
<b>Tableau n°06:</b> Epaisseurs des cales .....	47
<b>Tableau n°07:</b> Format des briques .....	54
<b>Tableau n°08:</b> Nomenclature.....	76
<b>Tableau n°09:</b> Fonction de l'élément de la machine.....	77
<b>Tableau n°10:</b> Quantité du mélange à presser essai 1 .....	89
<b>Tableau n°11:</b> Quantité du mélange à presser essai 2 .....	89
<b>Tableau n°12:</b> Quantité du mélange à presser essai 3 .....	90
<b>Tableau n°13:</b> Quantité du mélange à presser essai 4 .....	91
<b>Tableau n°14:</b> Résultat sur la manipulation de la presse-brique .....	93
<b>Tableau n°16:</b> Rendement des essais .....	94
<b>Tableau n°17:</b> Gamme de fabrication .....	97
<b>Tableau n°18:</b> Dimension des pièces .....	98
<b>Tableau n°19:</b> Estimation des prix.....	100
<b>Tableau n°20:</b> Estimation des prix .....	101

<b>Tableau n°21:</b> Prix de revient de la machine.....	101
<b>Tableau n°22:</b> Plan de l'investissement.....	102
<b>Tableau n°23:</b> Besoin en fonds d'équipement .....	102
<b>Tableau n°24:</b> Salaire mensuelle .....	102
<b>Tableau n°25:</b> Salaire annuelle.....	103
<b>Tableau n°26:</b> Loyer .....	103
<b>Tableau n°27:</b> Achat des matières premières .....	103
<b>Tableau n°28:</b> Investissement initial .....	103
<b>Tableau n°29:</b> Tableau d'amortissement de la presse-brique .....	104
<b>Tableau n°30:</b> Production journalier. ....	105
<b>Tableau n°31:</b> Production mensuelle .....	105
<b>Tableau n°32:</b> Production annuelle .....	105
<b>Tableau n°33:</b> Compte de résultats de production .....	106
<b>Tableau n°34:</b> Calcul de valeur actuelle nette ou VAN .....	107
<b>Tableau n°35:</b> Calcul de taux de rentabilités interne ou TRI .....	107
<b>Tableau n°36:</b> Calcul d'indice rentabilité ou IR .....	109
<b>Tableau n°37:</b> Calcul de durée de récupération du capital investi .....	109
<b>Tableau n°38:</b> Comparaison du BTC par rapport au brique en terre crue et parpaing .....	114

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure n° 01</b> : construction en terre crue .....	8
<b>Figure n° 02</b> : déroulement du travail.....	26
<b>Figure n° 03</b> : Diagramme « bête à corne » .....	29
<b>Figure n° 04</b> : Diagramme « Pieuvre » .....	30
<b>Figure n° 05</b> : Schéma du Fonctional Analysis System Technic de description .....	33
<b>Figure n° 06</b> : Schéma du Fonctional Analysis System Technic de création .....	34
<b>Figure n° 07</b> : Bras de levier.....	35

## LISTE DES PHOTOS

<b>Photo n° 01</b> : Rotso-peta .....	09
<b>Photo n° 02</b> : Briqueterie en terre cuite .....	10
<b>Photo n° 03</b> : Malaxage de terre et eau.....	11
<b>Photo n° 04</b> : Mise en moule de la patte.....	11
<b>Photo n° 05</b> : Démoulage de la brique .....	12
<b>Photo n° 06</b> : Séchage .....	12
<b>Photo n° 07</b> : Cuisson .....	13
<b>Photo n° 08</b> : Mesurage .....	67
<b>Photo n° 09</b> : Découpage.....	68
<b>Photo n° 10</b> : Soudage .....	69
<b>Photo n° 11</b> : Ajustage.....	70
<b>Photo n° 12</b> : Résultat de l'essai 1 .....	89
<b>Photo n° 13</b> : Résultat de l'essai 2.....	90
<b>Photo n° 14</b> : Résultat de l'essai 3.....	90
<b>Photo n° 15</b> : Résultat de l'essai 4 .....	91
<b>Photo n° 16</b> : Position de pressage.....	92
<b>Photo n° 17</b> : Position de démoulage.....	93

## LISTE DES SCHEMA

<b>Schéma n° 01</b> : Design 1 .....	37
<b>Schéma n° 02</b> : Design 2.....	38
<b>Schéma n° 03</b> : Design 3 .....	39
<b>Schéma n° 04</b> : Représentation des mouvements existants pendant le pressage.....	41
<b>Schéma n° 05</b> : Représentation des mouvements existants pendant le démoulage.....	42
<b>Schéma n° 06</b> : Représentation des forces existantes pendant le pressage .....	43
<b>Schéma n° 07</b> : Représentation des forces existantes pendant le démoulage .....	44
<b>Schéma n° 08</b> : Presse en début de compression .....	45
<b>Schéma n° 09</b> : Presse en fin de compression.....	46
<b>Schéma n° 10</b> : Mécanisme bielle-coulisseau .....	47
<b>Schéma n° 11</b> : Compression dans la position finale .....	50
<b>Schéma n° 12</b> : Différents éléments du système de compression .....	51
<b>Schéma n° 13</b> : Fonction globale de la machine .....	76
<b>Schéma n° 14</b> : Tiroir de remplissage et trémies .....	115

## LISTE DES ABREVIATIONS ET UNITES

AN	: Application Numérique
Ar	: Ariary
BTC	: Brique en terre compressée
DRCI	: Délai de Récupération du Capital Investi
FAST	: Functional Analysis System Technic
FFOM	: Force, Faiblesse, Opportunité, Menace
IES-AV	: Institut d'enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra
IR	: Indice de rentabilité
MBA	: Marge brute Actualisé
MS	: Matière Sèche
PU	: Prix unitaire
RDM	: Résistance des Matériaux
TPG	: Tôle Plane Galva
TRI	: Taux de Rentabilité Interne
U	: Unitaire
VAN	: Valeur Actuelle Nette
mm	: Millimètre
ml	: Mètre linéaire
m	: Mètre
N	: Newton
MPa	: Mégapascal
kW	: Kilowatt
kg	: Kilogramme
m <sup>2</sup>	: mètre carré
m <sup>3</sup>	: mètre cube

## RESUME

Nul ne peut ignorer que la fabrication des briques en terre cuite engendre un très vaste dégât pour l'environnement. Le but de cette étude est d'adopter de nos part un remède convenable à ce problème, d'où le choix du thème qui s'intitule à la « conception et la fabrication d'une PRESSE-BRIQUE MANUELLE A DOUBLE PISTON (cas : BRIQUE EN TERRE CRUE) ». L'objectif principal dans ce thème et de fournir une machine capable de presser un mélange de terre crue avec ciment et quelque quantité d'eau pour avoir un bloc de brique en terre crue qui sont laissées à l'air libre pour sécher quelques semaines avant d'être maçonnées ;c'est-à-dire sans cuisson. Pour répondre à cette hypothèse et pour mieux détailler notre travail, nous procédons au traitement de notre thème en le subdivisant en quatre grandes parties. Ainsi, plusieurs méthodes ont été adoptées pour accomplir une analyse profonde afin de parvenir à notre objectif général.

D'après les résultats obtenus concernant la conception de la presse brique, au niveau mécanique, les résultats sont satisfaisants, les matières premières ne sont pas difficiles à trouver, ainsi, les dimensions de chaque pièce sont précisées dans le contenu. Et enfin, concernant l'étude économique, la rentabilité sur l'exploitation de la machine est déterminée.

Mots clés : Presse brique, terre crue, BTC.

## ABSTRACT

No one can ignore that the manufacture of terracotta bricks causes extensive damage to the environment. The purpose of this study is to adopt on our part a suitable remedy to this problem, hence the choice of the theme which is entitled to the "design and manufacture of a MANUAL BRICK PRESS WITH DOUBLE PISTON (case: RAW EARTH BRICK)". The main objective in this theme and to provide a machine capable of pressing a mixture of raw earth with cement and some quantity of water to have a block of raw earth bricks which are left in the open air to dry a few weeks before to be bricked up; that is to say without cooking. To answer this hypothesis and to better detail our work, we proceed to the treatment of our theme by subdividing it into four main parts. Thus, several methods have been adopted to accomplish deep analysis in order to achieve our overall objective.

According to the results obtained concerning the design of the brick press, at the mechanical level, the results are satisfactory, the raw materials are not difficult to find, thus, the dimensions of each part are specified in the content. And finally, concerning the economic study, the profitability on the exploitation of the machine is determined.

Keywords: Brick press, raw earth, BTC.

## GLOSSAIRE

### **Brique en Terre Compressée :**

C'est une brique en terre, de terre 100% naturelle compressée mécaniquement. Elle peut être utilisée en locaux sec, en intérieure, en murs intérieur capteur de chaleur.

### **Presse brique manuelle :**

C'est une fabrication simple et extrêmement solide mais nécessite une réflexion théorique néanmoins à sa fabrication. Elles sont normalement transportable et utilisable directement sur le lieu.

### **Terre crue : (latérite)**

Les latérites sont de terres très altérées, qui contiennent des proportions importantes mais très variables d'oxyde de fer et l'aluminium ainsi que du quartz et d'autres minéraux...

## INTRODUCTION

La terre est une matière première naturelle. Sa transformation en matériau de construction de qualité s'obtient sans grande dépense énergétique. Actuellement, le domaine de la construction à Madagascar est l'un des obstacles essentiels au développement économique et à la lutte contre la pauvreté et surtout au développement rural. Pour remédier à cette situation, notre pays a nécessité d'une construction durable et normalisée.

Toutefois, l'ancienneté de nos maisons et bâtiments est inquiétante et les problèmes sur ce réseau restent à résoudre. De plus, la plupart des bâtiments ont été construits de manière illicite et sont non conforme à la norme.

Ainsi, les matériaux de construction doivent remplir de façon satisfaisante la fonction qu'ils occupent dans les bâtiments, sur le long terme. La première qualité qu'il faut exiger d'un matériau de construction est qu'il soit performant et ses performances soient durables. Ses caractéristiques techniques sont donc à examiner en priorité.

Depuis des années, les hommes ont cherché la meilleure façon de fabriquer des matériaux pour la construction d'un logement. Ils espèrent habiter dans une maison spacieuse, saine et salubre avec un coût abordable. Aujourd'hui les briques cuites sont plus utilisées, malgré leur fabrication qui nuit l'environnement en général. Donc, on pourrait stabiliser techniquement la latérite qui recouvre une grande partie du sol de Madagascar.

Néanmoins, la problématique du thème se pose de la manière suivante : « Est-ce qu'on pourrait produire une machine qui pourrait presse-briquer la terre en blocs de brique, correspondant au pouvoir d'achat des producteurs ? »

C'est ainsi que nous avons décidé de choisir un thème qui s'intitule : « la conception et la fabrication d'une PRESSE-BRIQUE MANUELLE A DOUBLE PISTON (cas : BRIQUE EN TERRE CRUE) ».

Pour résoudre cette problématique et pour mieux détailler notre travail, nous procédons au traitement de notre thème en le subdivisant en quatre grandes parties :

PARTIE I : Etude bibliographique

PARTIE II : Matériels et méthodes

PARTIE III : Résultats et Interprétations.

PARTIE IV : Discussions et suggestions

# **PARTIE I :**

## **ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES**

## **PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **CHAPITRE I : Lieu d'étude**

#### **1-1 Présentation de la zone d'étude**

La zone d'étude se situe dans la région Vakinankaratra. Cette région s'étend sur une superficie de 1736 km<sup>2</sup>, elle est constituée de sept Districts, à savoir ANTSIRABE I, ANTSIRABE II, AMBATOLAMPY, BETAFO, ANTANIFOTSY, FARATSIHO et MANDOTO.

Parmi ces Districts nous avons choisi comme cible principale la Commune Rurale Ambano.

#### ***1-1 1 LOCALISATION***

La CR Ambano fait partie du District d'Antsirabe II, dans la Région de Vakinankaratra.

Elle se situe au nord-ouest du chef-lieu de District et est limitée :

- Au nord par la CR de Vinaninony Sud,
- Au nord-est par les CR d'Ambohibary et d'Antsoatany,
- A l'est par la CR d'Andranomanelatra,
- Au sud par la Commune Urbaine (CU) d'Antsirabe I,
- A l'ouest par la CR d'Alakamisy,
- Au nord-ouest par la CR d'Ambatonikolahy.

D'une superficie de 157 [km], La Commune Rurale d'Ambano est composée de 12 Fokontany à savoir Ambano, Ambohitaratelo, Amparihindramananiolona, Andrakodavaka, Ankerambe, Antanetibe, Antanety Avaratra, Mahazina Atsimo, Manampisoa, Tsarafara, Tsarafiraisana et Tsaramandroso.

#### ***1-1-2 RELIEF***

Faisant partie de l'unité géomorphologique de la Région Vakinankaratra, la Commune Rurale d'Ambano reprend les mêmes caractéristiques morphologiques de celle

-ci. D'une manière générale, elle représente une palette de paysages diversifiés d'altitude moyenne s'échelonnant de 1100[m] à 1200[m].

L'écosystème est marqué par une division en unités de paysage suivant le transect allant du sommet des collines aux bas-fonds. La lecture du paysage permet de distinguer :

- Les sommets et les flancs supérieurs des collines qui sont constitués de prairies permanentes composées d'herbes hautes (graminées). Cette partie de l'écosystème n'est pas mis en culture sauf pour quelques hectares reboisées, mais sert de réservoir de fourrage pour les exploitants qui vont y couper de l'herbe en complément des zones de pâturage,
- Les versants des collines ou Tanety, en partie cultivée qui portent des cultures pluviales telles que les maïs, les haricots, le riz pluvial, etc... ;
- Les bas de pente souvent aménagés en terrasses qui constituent un espace de culture appelés « Sakamaina » et sont destinées aux cultures irriguées telle que le riz ;

### *1-1-3 PEDOLOGIE*

Cette zone est marquée par un volcanisme du quaternaire moyen d'un âge inférieur à 400 000 ans. Ce volcanisme est composé de coulées, de cônes stromboliens et de volcanisme hyaloclastique (phréato -magmatique). Ces formations, bien conservées, sont à l'origine des sols « chocolats » (sols ferrallitiques fortement désaturés humifères anodiques sur roches basiques).

Les sols y sont ainsi formés sur des sédiments lacustres. Les différents types de sol y sont répartis symétriquement par rapport aux fonds des bassins versants et se trouvent donc étagés, on distingue :

- Une partie élevée essentiellement constituée de colline et de monticules formant des plateaux surélevés. Au niveau pédologique, elle est constituée sur la majeure partie par des sols ferrallitiques fortement désaturés humifères sur des matériaux volcaniques et de sols pseudogley de surface sur sédiments volcano -lacustres sur une moindre partie. De manière générale, la porosité et la structure du sol semblent favorable à l'enracinement des plantes mais la fertilité semble relativement faible,
- Un sous-ensemble formé de bas-fonds et de replats formés de deux types de sols :

- Sur les replats : un sol ferrallitique sur matériaux volcaniques, caractéristique des alluvions anciennes fluviales ou fluviolacustres. Leur structure permet un drainage assez facile et leur teneur en matière organique, satisfaisante. Ils sont localisés sur des surfaces planes ou de faible pente, favorisant ainsi la mise en culture.
- Sur les bas-fonds : le sol est de type pseudogley de surface sur sédiment volcanolacustre. Ce sont des sols humiques à gley (argile) constitués jusqu'à 10% de matière organique.

#### *1-1-4 CLIMAT*

L'année comporte trois saisons bien individualisées :

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

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

#### *1-1-5 RESSOURCES FINANCIERES*

##### *1-1-5-1 Agriculture et élevage*

##### ➤ **AGRICULTURE :**

L'agriculture constitue la principale activité de la population de la CR Ambano. Elle est marquée par une très grande volonté de diversification des produits, la disponibilité des surfaces en bas-fonds étant en diminution constante par la croissance démographique et l'aptitude culturale des sols offrant une possibilité de valorisation multiple.

Quant aux infrastructures, selon le Plan Communal de Développement en Eau et Assainissement (PCDEA) de la CR Ambano, elles sont essentiellement composées de 05 barrages en dur et d'autres traditionnelles avec environ 43 [km] de canaux. Ces canaux irriguent jusqu'à 692 [ha] de rizières en 05 Périmètres Irrigués au niveau de 05 Fokontany différents.

Or le recensement physique disponible auprès du Génie Rural fait état de 22 périmètres dont 13 en possession de barrage en dur et avec une superficie dominée de 2147 ha et irrigue une surface de 1127 ha.

On observe donc une intensification des cultures avec une large gamme de types de cultures et un calendrier agricole de plus en plus chargé.

- Les cultures vivrières : riz, maïs, patate douce, manioc qui sont en grande partie destinés à l'autoconsommation,
- L'arboriculture fruitière : prune, pomme, poire, kaki, etc... dont le rendement annuel est estimé à 10 106 tonnes
- Les légumes : carotte, pomme de terre, haricots, etc... pour 10 343 tonnes de production annuelle
- Les cultures industrielles : orge, blé, ....

➤ **L'ELEVAGE :**

- Elevage bovin :

L'élevage bovin semble être faiblement développé au niveau de la Commune Rurale d'Ambano.

Les bovins, de race malagasy, pâturent la journée sur les terres non cultivées et sur les parcelles en jachère. L'alimentation peut être complétée par la coupe de fourrage sur le haut des collines.

La nuit, les animaux sont regroupés dans des parcs près des habitations, et leurs déjections sont récupérées pour la fertilisation des cultures. Ils effectuent également le piétinement des rizières.

Le cheptel compte 3 890 têtes avec 450 vaches laitières. La taille des troupeaux pour chaque exploitant varie de 1 à 5 têtes. Toutefois, cet élevage permet à la population locale de produire environ 600 700 litres de lait par an et 500 tonnes de viandes par an.

Le développement de cet élevage se retrouve perturbé par la monopolisation des traitements sanitaires par des vétérinaires privés dont les services sont de plus en plus chers. A cela s'ajoute le non-respect des normes pour les étables et les abattoirs

#### 1-1-5-2 AUTRES ACTIVITES GENERATRICES DE REVENU :

De nombreux artisans ont été remarqués ; aucune de leurs activités n'est particulièrement développée mais contribuent néanmoins à l'amélioration des revenus de ceux qui les pratiquent.

Parmi ces artisans il y a :

- 300 briquetiers artisanaux,
- 20 menuisiers-charpentiers,
- 30 maçons,
- 20 forgerons.

Ces artisans sont généralement non qualifiés et très faiblement équipés

## CHAPITRE II : Synthèse de connaissance sur la fabrication en terre

Les terres disponibles dans les différentes régions du monde présentent des disparités de par les climats, la végétation, et les phénomènes géologiques dépendants de ces localités. A Madagascar comme dans d'autres régions africaines et du monde, on retrouve majoritairement de la latérite. Il s'agit d'un sol ferrugineux, comprenant une couche latéritique indurée de quelques centimètres à environ 1 mètre et qui recouvre des argiles en dessous (taille inférieure à  $63[\mu\text{mm}]$ ).

Les sols latéritiques se forment dans plusieurs régions du monde à travers des processus d'altération qui favorisent la formation des oxydes de fer, d'aluminium, de manganèse et de titane. Les minéraux silicates se dégradent en argile tels que la kaolinite et l'illite. Les oxydes de fer et d'aluminium sont très nombreux dans les sols latéritiques et avec l'effet de l'eau, ils sont responsables de la couleur brun rougeâtre propre à la Latérite.

La latérite se retrouve sous différentes formes selon son état de dégradation et son origine. On parle de latérite indurée lorsqu'elle forme des agglomérats très solides, difficilement cassables à la main et assimilables à des roches. On la trouve aussi sous forme très peu cohérente, s'approchant d'un tas de petits granulats non liés entre eux. Cependant, le phénomène d'induration est un caractère relatif, peut aisément quantifiable. On considère qu'un matériau est induré lorsque ses propriétés ne sont pas influencées par l'état d'humidité. Ses propriétés varient en fonction de sa granulométrie, et de sa composition minéralogique. On retrouve généralement des minéraux tels que quartz, kaolinite, goethite, hématite (BILLONG et al. 2009)

## 2-1 Types de construction :

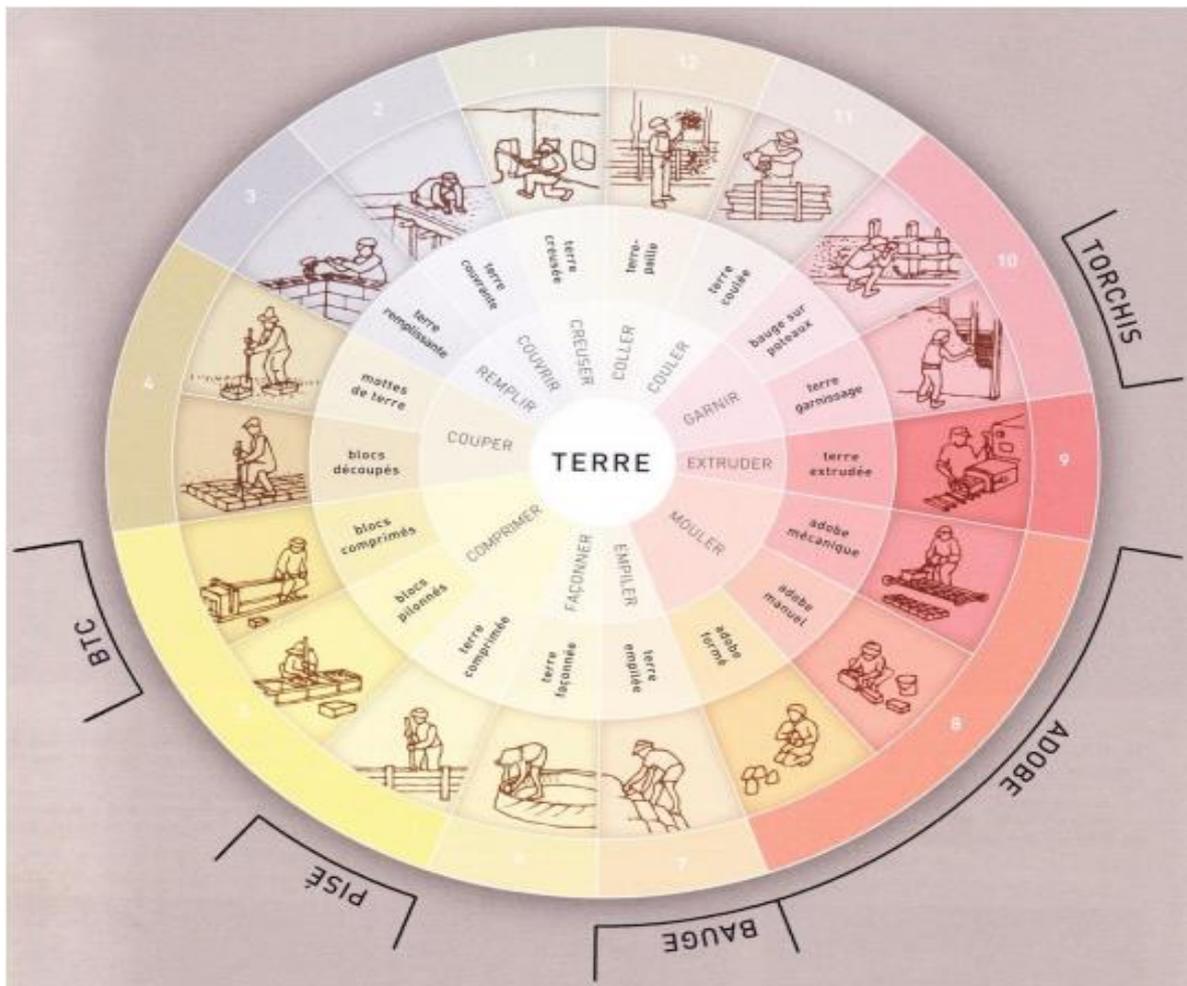


Figure n° 01 : construction en terre crue

A Madagascar les Malagasy connaissent bien et depuis fort longtemps l'utilisation de la terre comme matériau de construction.

### 2-1-1 le « Rotso-peta » : (terre battue)

La technique de rotso-peta est une technique de remplissage d'une structure en bois avec un mélange de terre et de paille.

La pâte obtenue doit être montée entre les éléments d'une structure en bois (à la main ou à la truelle) et doté d'une armature interne (planchettes, branches).



**Photo n° 01 : Rotso-peta**

➤ **Avantage :**

Ayant un séchage rapide

Financièrement plus économe que les autres types de terre crue

➤ **Inconvénient :**

Nécessite des travaux d'entretien annuels

Ayant une caractéristique molle par rapport à la brique

***2-1-2 La brique en terre cuite :***

La brique en terre cuite est un matériau de construction issu d'un savoir-faire artisanal ancien. Il s'agit principalement d'un mélange d'argile et de sable moulé puis cuit à 1 200 degrés. La couleur jaune ou rouge de la brique en terre cuite s'explique donc par la présence de l'argile.

Les matières premières nécessaires à la fabrication des produits terre cuite sont des argiles, roches sédimentaires formées à partir de la décomposition de roches anciennes. L'argile est extraite dans des carrières, puis transportée par voie routière vers les usines.



**Photo n° 02** : Briqueterie en terre cuite

#### 2-1-2-1 Dimensions

La brique utilisée couramment a les dimensions théoriques de moulage suivantes :

Longueur : 22 [cm]

Largeur : 11[cm]

Hauteur : 7 [cm]

#### 2-1-2-2 Etape de fabrication de la brique en terre cuite :

##### ❖ *Extraction* :

La matière première naturelle de la brique de terre cuite est l'argile. Il faut entendre par 'argile' au sens large du terme les terres limoneuses et schisteuses. L'argile est extraite dans des argilières situées en zone d'extraction habituelle.

### ❖ *Malaxage*



**Photo n° 03** : Malaxage de terre et eau

Cette opération a pour but de rendre la masse d'argile homogène et de lui conférer la plasticité nécessaire au moulage des briques. Cette opération a également pour but de réduire les inclusions solides éventuellement présentes dans l'argile (ex : nodules de pyrite et inclusions de chaux) pouvant influencer négativement la structure du produit en terre cuite.

### ❖ *Façonnage ou mise en moule*



**Photo n° 04** : Mise en moule de la pâte

La méthode de moulage la plus ancienne est le façonnage à la main des briques. Le mouleur prend une certaine quantité d'argile, la jette dans une moule en bois préalablement sablé pour éviter que la pâte n'adhère aux parois, presse-brique convenablement la terre pour remplir la moule, arase l'excédent et retourne l'appareil pour démouler la brique crue ou «verte»

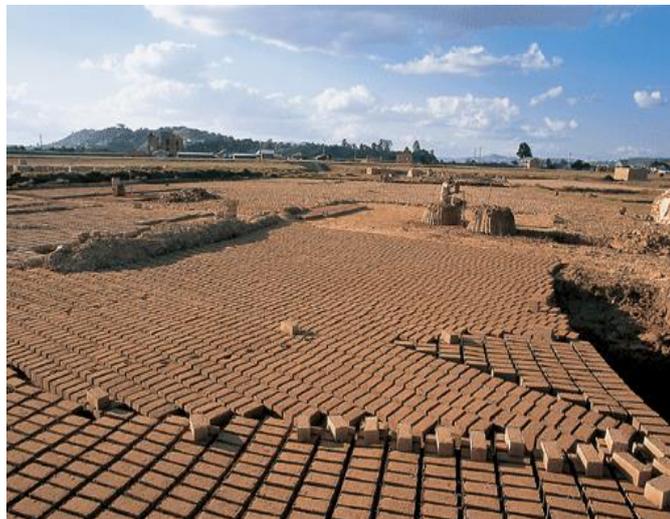
(= brique non cuite). Pour faciliter cette opération, l'argile doit être relativement ductile (et humide par conséquent), évitant ainsi au mouleur de devoir exercer un effort trop important. Ceci a pour conséquence que la brique «moulée en main» présente une surface irrégulière, caractérisée par des plissures.

La moule pour les briques est installée sur un pieu. Un seau d'eau et des sables fins constituent les éléments nécessaires au travail du moulage.



**Photo n° 05** : Démoulage de la brique

❖ *Séchage*



**Photo n° 06** : Séchage

La brique moulée est ensuite démoulée directement sur le lieu de séchage.

Avant d'être cuites, les briques crues doivent encore perdre une grande partie de leur teneur en eau – du moins en est-il ainsi pour la plupart des argiles. Le séchage se poursuit jusqu'à ce que

les briques ne contiennent plus qu'environ 2% d'eau. Le risque serait en effet de les voir se fendre ou éclater sous la dilatation de la vapeur dans la masse. D'autre part, la stabilité dimensionnelle du produit n'est obtenue qu'au terme du retrait consécutif à la dessiccation.

Les briques sont mises à sécher sur le même sol, légèrement écartées les unes des autres. Un second rang est posé en diagonale. Lorsque les briques sont sèches, elles sont entassées, mais l'air peut continuer à circuler entre les briques.

❖ *Cuisson :*



**Photo n° 07 : Cuisson**

Deux ouvriers mettent un mois pour édifier un four de 20 à 30000 briques, suivant un ordre bien précis qui permet la cuisson sur deux faces au moins de chaque brique tout en ménageant les trous des foyers alimentés en bois de chauffage, ainsi que les cheminées de tirage. La cuisson, faite au bois, demande deux à trois jours environ.

### 2-1-2-3 Avantage et inconvénient

➤ Avantage :

Bénéficie d'une très bonne inertie thermique et d'un excellent confort acoustique et de murs naturellement respirant.

➤ Inconvénient :

Nécessite beaucoup d'énergie grise pour sa fabrication

Sa production n'est donc pas parfaitement écologique

### *2-1-3 La brique en terre compressé (BTC) (terre crue)*

La BTC est une brique en terre 100% naturelle compressée mécaniquement. Le bloc de terre comprimée (BTC) ou stabilisée est un des éléments de maçonnerie, de dimension réduite et de caractéristique régulière et contrôlée obtenu par compression statique ou dynamique de terre à l'état humide suivi d'un démoulage immédiat. Le bloc de terre comprimée a généralement une forme rectangulaire parallélépipédique.

. La capacité de charge de ce type de mur est d'environ 700 [psi] (48 bars) lorsqu'il est juste fini. Elle peut atteindre 1000 [psi] (68 bars) une fois séché, et entre 2500 à 3900 [psi] (172 à 268 bars) mélangé à du ciment, sachant que les normes recommandent une capacité de charge de 300 [psi] (20,6 bars).

L'approche mécanique et théorique de la compression permet d'éviter les aléas connus des bâtiments en pisé banché traditionnellement ou en brique d'adobe qui craignent les pluies, ce qui fait choisir les matériaux agglomérés en ciment comme les parpaings non adaptés au climat à Madagascar, ces derniers ne répondant qu'à l'aspect structurel des constructions.

#### *2-1-3-1 Dimension :*

Le bloc de terre comprimée plein, utilisé couramment, a les dimensions théoriques de moulage suivantes :

Longueur : 29 [cm]

Largeur : 14,00 [cm]

Hauteur : 9,00 [cm]

#### *2-1-3-2 Confection des briques :*

La méthode de fabrication est simple, naturelle et locale : un mélange d'argile, de sable, de paille hachée et d'eau jusqu'à obtention d'une pâte homogène qui sera ensuite moulée pour faire des briques, qui sont laissées à l'air libre pour sécher quelques semaines avant d'être maçonnées.

On décrit ici une production de bloc de terre comprimée stabilisée au ciment à l'aide de la presse-brique:

- Extraction : l'extraction de la terre se fait dans la carrière. Après avoir été extraite de la carrière, la terre est déchargée et stockée dans un endroit bien espacé et bien aéré pour faciliter la manipulation.
- Séchage : par épandage en couches ou en cyclone à air chaud
- Tamisage :

Pour éliminer les éléments indésirables après la préparation générale.

- Mélange sec :

Pour un maximum d'efficacité du stabilisant en poudre.

- Mélange humide :

Après ajout de l'eau par aspersion, après mélange sec correct.

- Dosage

Dosage de la quantité du mélange pour une densité optimum du bloc.

- Pressage du mélange :

Le pressage est une phase essentielle pour l'amélioration de la performance des briques. Le pressage entraîne d'une part une augmentation de la densité de l'ensemble compact, et d'autre part une diminution de sa perméabilité. En plus, la dureté de la brique dépend de sa compression.

- Démoulage :

Du bloc après le pressage de la pâte. Ceci doit être fait soigneusement et délicatement.

- Séchage

Qui doit permettre d'atteindre la qualité requise. Le séchage se fait naturellement en mettant les briques sous l'abri du soleil à l'air ambiant car l'action brusque des rayons solaires entraîne leur fissuration. De plus, ces briques doivent être protégées contre la pluie et l'humidité pour favoriser leur maturation. On doit alors trouver un endroit espacé et aéré pour les sécher.

- Stockage des produits prêts à utiliser.

### 2-1-3-3 Avantage et inconvénient

- Avantage :

Diminuer l'utilisation des bois pour la cuisson des briques.

Diminuer la déforestation

- Inconvénient :

L'utilisation de la latérite nécessite une attention particulière en matière de construction.

Si non, cela devient la source de la dégradation du sol. C'est-à-dire un remarquable appauvrissement de la terre en général.

- Formulation de la brique :

La matière première à préparer pour une brique est environ 8 kilos ; la brique pleine est composée de :

- 96 % de latérite soit 7.7 kg
- 4 % de ciment soit 0,3 kg
- 1.2 L d'eau

## CHAPITRE III : Composants de la BTC

### 3-1 Le latérites

#### 3.1.1 Définition

Le mot latérite vient du nom latin « later » qui signifie brique. C'était BUCHANAN en 1807 qui l'a décrit comme un matériau ferrugineux utilisé dans la construction. On retiendra cependant la définition présentée par Mujeji : « les latérites sont de terres très altérées, qui contiennent des proportions importantes mais très variables d'oxyde de fer et l'aluminium ainsi que du quartz et d'autre minéraux... » On les trouve abondantes dans la ceinture tropicale et subtropicale, généralement juste en dessous de la surface des immenses plaines ou clairières, dans des régions avec une précipitation importante. Leur caractéristique d'ameublement naturel varie du conglomérat compact à la terre friable. La couleur est très variable : ocre, rouge, brune, violette et noire. Le matériau est facile à découper, et il durcit très vite à l'air, et devient assez résistant aux agents météorologiques. La couleur rouge est due pour une large part à la présence d'oxyde ferrique (8-26%) qui se présente sous forme d'hématite à l'extérieur du réseau cristallin de l'argile. L'alumine est présente sous forme de gibbsite (0-32%) et l'hyallosite se rencontre également en quantité non négligeable.

#### 3-1-2 Caractéristiques

Les latérites sont constituées par :

- ❖ Le fer qui se représente soit sous forme de goethite, soit sous forme d'Hématite ou sous forme de Magnétite.
- ❖ L'alumine qui existe sous forme d'oxyde. L'alumine existe aussi sous forme combiné à la silice dans la kaolinite.
- ❖ Le silicium, constituant présent habituellement sous forme combiné, mais également sous forme de quartz.
- ❖ Le titane rencontré sous forme d'ilménite
- ❖ Le manganèse en faible quantité

### 3-2 Les stabilisants

Afin de remédier aux principaux problèmes rencontrés avec l'utilisation de la terre crue dans le domaine de la construction, plusieurs techniques de stabilisations sont utilisées. Les caractéristiques d'un mélange terre-eau sont ainsi améliorées : résistance mécanique, résistance à l'eau de pluie ou diminution de la fissuration lors du séchage. Des stabilisants peuvent être ajoutés à la terre afin d'en améliorer certaines propriétés. Ces stabilisants interviennent sur la structure et la texture de la terre. Ils doivent être en accord avec les impératifs de la conception du bâtiment, de la qualité du matériau, de l'économie du projet et de la durabilité. Pour rappel, à chaque variété de terre correspond un stabilisant approprié qui agira sur la porosité, la perméabilité, la durabilité, les variations de volume ou encore sur la résistance mécanique

#### 3-2-1 STABILISATION AU CIMENT

L'utilisation du ciment pour la stabilisation de la terre remonte aux années 1915 dans le domaine routier. Depuis lors, la technique a largement évolué et se retrouve autant dans les travaux publics que dans le bâtiment. Mélangé à la terre, le ciment hydraté réagit de deux manières. La première est une auto-réaction qui donne naissance à un mortier de ciment pur hydraté et à une réaction avec le squelette sableux. La deuxième est une réaction en trois étapes du ciment avec l'argile.

##### 3-2-1-1 Phases de la stabilisation avec ciment

Ces phases sont les suivantes : premièrement, des gels de ciment sont formés à la surface des argiles suite à l'hydratation du ciment qui libère de la chaux. Celle-ci est vite consommée par les argiles qui rentrent alors en détérioration. Deuxièmement, on est face à une dissociation des agrégats d'argile suite à l'évolution de l'hydratation. Les gels de ciment formés à l'étape précédente peuvent alors pénétrer à l'intérieur des argiles. La troisième phase est celle de l'« interpénétration intime des gels de ciments et des agglomérats argileux. L'hydratation persiste, mais plus lente » (Guillaud & Houben, 1995 : p. 90). Cet enchevêtrement des structures donne naissance à trois matrices entrelacées : « une matrice inerte sableuse liée au ciment ; une matrice d'argile stabilisée ; une matrice de terre non stabilisée » (Guillaud & Houben, 1995 : p. 90). Il reste donc une part d'agrégats de sable et d'argile qui n'est pas stabilisée et qui est entourée par la matrice stabilisée (Guillaud & Houben, 1995).

##### 3-2-1-2 Effet de la stabilisation au ciment

La stabilisation au ciment a plusieurs effets. Elle modifie la masse volumique sèche de la terre (diminution de la masse volumique pour les terres bien compactées tandis qu'on

remarque une faible augmentation pour les terres qui se compacte faiblement) ; elle augmente sa résistance à la compression à l'état sec et humide ainsi que sa résistance à la traction ; elle diminue les variations dimensionnelles (moins de retrait au séchage et de gonflement à l'humidification) ; elle améliore sa résistance à l'érosion. Afin d'obtenir une stabilisation efficace et des résultats satisfaisants, un dosage en ciment de 6 à 12% est recommandé pour la plupart des terres. Les résultats sont également améliorés lorsque la terre est sableuse. Par contre, la teneur en matières organiques de la terre doit être inférieure à 2% afin de ne pas ralentir la prise du ciment. Lorsque des matières organiques sont présentes dans la terre, on peut ajouter en faible quantité de la chaux (2%) ou du chlorure de calcium (0,3 à 2%) afin d'accélérer la prise du ciment. La teneur en sulfates doit également être inférieure à 2 ou 3% car les sulfates détruisent le ciment durci dans la matrice terre-ciment et augmentent la sensibilité à l'humidité des argiles. Des ciments ordinaires sont utilisés pour la stabilisation. Des ciments de type Portland sont largement suffisants. En effet, les propriétés ne sont pas sensiblement meilleures avec une stabilisation au ciment à haute résistance. On utilise donc principalement des ciments Portlands artificiels (CPA) de classe 250 ou 325 (CPA 250 – CPA 350), c'est-à-dire les CEM I, composés de 95 à 100% de clinker. Les ciments de laitiers (CPAL), cendres volantes (CPAC) et de pouzzolanes (CPAZ) peuvent également être utilisés. On rejettera par contre l'utilisation des ciments Portland de fer (CPF), de hauts fourneaux (CHF), métallurgiques mixtes (CMM) et de laitier au clinker (CLK) car leur cure est trop délicate. Afin d'améliorer certaines propriétés, certains additifs peuvent être ajoutés en faible quantité au mélange comme du bitume (2 à 4%) qui améliorera l'imperméabilisation de la terre, des produits organiques ou minéraux pour réduire la sensibilité à l'eau, de la chaux (2%) pour modifier la plasticité de la terre ou encore des additifs sodiques pour augmenter la réactivité de la terre (Guillaud & Houben, 1995).

### 3-2-1-3 Etape de la mise en œuvre de la stabilisation avec ciment

Afin de mettre en œuvre une stabilisation au ciment de qualité, plusieurs étapes sont à suivre. La première est la pulvérisation. Celle-ci nécessite un bon mélange des constituants et des modules fins n'excédant pas 10mm avec un maximum de 50% de modules de taille supérieure à 5mm afin de garantir une bonne résistance à la compression. La deuxième étape est le malaxage. La terre doit être sèche afin d'obtenir un mélange homogène et une bonne répartition du ciment. Après ce malaxage à sec, la quantité d'eau nécessaire sera introduite au mélange. Cette quantité d'eau se rapproche de la T.E.O. (côté humide pour les terres argileuses et côté sec pour les terres sableuses). La troisième étape est le moulage ou

la mise en forme de la terre stabilisée. Cette dernière est compactée directement après le malaxage avant que la prise du ciment n'ait pu se faire. La dernière étape est le séchage du matériau. Cette étape est très importante car c'est durant ce temps de séchage que se développe la résistance du matériau terre-ciment : plus la cure sera longue, meilleure sera la résistance. Ce dernier sera soumis à une cure de séchage minimale de 14 jours (28 jours étant préférables) durant lesquels il sera conservé dans une ambiance humide (humidité relative proche de 100%), à l'abri du soleil et protégé du vent afin d'éviter tout « risque de dessèchement trop rapide en surface pouvant provoquer la formation de fissures de retrait » (Guillaud & Houben, 1995 : p. 93).

### **3-2-2 STABILISATION À LA CHAUX**

La stabilisation à la chaux est apparue aux U.S.A. en 1920 pour les chaussées. Aujourd'hui, elle rencontre un intérêt croissant dans le domaine de la construction et principalement dans le cas de moulage par compression. L'ajout de chaux à la terre se fait dans les mêmes proportions que pour la stabilisation au ciment, c'est-à-dire un dosage de 6 à 12%. Ici par contre, contrairement au cas de la stabilisation au ciment, il existe pour chaque type de terre une quantité optimale.

#### **3-2-2-1 Différent types de chaux**

Différents types de chaux peuvent être mis en œuvre mais on utilise principalement les chaux aériennes qui sont obtenues par cuisson de calcaires très purs. La chaux vive ( $\text{CaO}$ ) est moins utilisée que la chaux éteinte  $\text{Ca(OH)}_2$  même si elle est plus efficace que la seconde à poids égal, car elle nécessite des conditions de stockage et de transport particuliers. La chaux hydraulique naturelle (XHN) et la chaux hydraulique artificielle (XHA) quant à elles ne sont utilisées qu'en dépit d'une autre chaux disponible.

#### **3-2-2-2 Mécanisme de la stabilisation par chaux**

La stabilisation à la chaux peut se décomposer en cinq mécanismes. Le premier est l'absorption d'eau de la terre humide par la chaux. Cette hydratation est accompagnée par un important dégagement de chaleur. Le second est l'échange cationique des ions de calcium de la terre humide : ceux-ci se substituent au cation échangeable de la terre. Le troisième est la floculation et l'agglomération des particules de terre suite au nombre plus important d'électrolytes dans l'eau interstitielle dû à l'échange de cation précédent, ce qui entraîne un changement de texture et de structure. Le quatrième mécanisme est la carbonatation : « la

chaux ajoutée à la terre réagit avec le dioxyde de carbone de l'air pour former des ciments carbonatés médiocres » (Guillaud & Houben, 1995 : p. 94).

Le dernier mécanisme est la réaction pouzzolanique. Celle-ci est très importante car c'est elle qui influence le plus les performances de la stabilisation à la chaux. Ce dernier produit en effet un environnement alcalin au pH élevé dans lequel se dissolvent les minéraux argileux. La silice et l'alumine des argiles se recombinaient alors avec le calcium, formant des silicates d'aluminium et de calcium qui va cimenter les grains entre eux.

La stabilisation à la chaux nécessite donc une terre argileuse contenant principalement des silicates d'alumine, de la silice ou des hydroxydes de fer. La présence de matières organiques dans la terre est moins problématique que dans le cas de la stabilisation au ciment : ici, des terres contenant jusqu'à 20% de matières organiques peuvent être utilisées. Par contre, les sulfates sont néfastes à l'état humide (Guillaud & Houben, 1995).

La stabilisation à la chaux influence la masse volumique sèche de la terre suite à la floculation. Elle permet également d'augmenter sa résistance à la compression. Lorsque le dosage est optimal, on peut obtenir des résistances allant de 2 à 5 [MPa] voire même de 20 à 40 MPa dans le cas de procédés industriels. La résistance à la traction varie selon la qualité et la quantité des argiles qui réagiront avec la chaux. Les variations dimensionnelles sont également influencées par l'ajout de chaux à la terre : un ajout de 1 à 2% de chaux peut faire diminuer un retrait de 10% à 1% et supprimer tout gonflement. Afin d'améliorer encore certaines propriétés comme la réactivité de la terre ou la résistance à la compression, l'ajout d'additifs (tels que le ciment Portland ou le sulfate de sodium) en faible quantité peut être envisageable (Guillaud & Houben, 1995).

### 3-2-2-3 Mise en œuvre d'une stabilisation à la chaux

La mise en œuvre d'une stabilisation à la chaux se présente en cinq étapes importantes. La première est la pulvérisation. Une argile finement broyée permettra à la chaux de réagir rapidement avec elle. La deuxième est le malaxage, permettant d'obtenir un mélange homogène de la terre et de la chaux. La troisième est le temps de retenue qui permet de laisser réagir la terre et la chaux et ainsi obtenir des meilleures résistances. Le temps de repos sera plus long pour des mises en œuvre à l'état plastique (plusieurs semaines) que pour des procédés à l'état humide (quelques heures). La quatrième étape est la compression qui se fait à teneur en eau presque optimale. La dernière étape est la cure

de séchage qui se fait dans une ambiance chaude et humide. Plus celle-ci sera longue, plus la résistance à la compression sera élevée (Guillaud & Houben, 1995).

### **3-3 L'eau**

Pour la fabrication de bloc, l'utilisation de l'eau est indispensable pour permettre au liant de jouer son rôle. De plus elle va jouer un rôle de fluidifiant lors de la compression. La teneur en eau du mélange est aussi un facteur clé et qui va influencer sur la qualité de la brique de terre compressée. En effet s'il n'y a pas assez d'eau, la résistance de la brique sera plus faible et elle s'effritera facilement. L'excès d'eau peut aussi causer une mauvaise compression dans la presse. De plus le risque de retrait lors du séchage est augmenté.

# **PARTIE II :**

## **MATERIELS ET METHODES**

## PARTIE II : MATERIELS ET METHODES

### CHAPITRE I : MATERIELS

#### 1-1 Matériels de collecte des données

La réalisation de cet ouvrage nécessitait la possession de plusieurs documents. L'accès à ces informations a été fait à l'aide de l'utilisation de quelques matériels physique et numérique ; tels que :

- l'Ordinateur et le téléphone portable ; ces technologies nous facilitent l'obtention des documents et l'ouvrage électronique indispensable en les téléchargeant
- l'appareil photo pour la prise des photos diverses ;
- le livre de mémoire et de recherche ; ils nous servent de référence

Les données sont traitées avec des logiciels spécifiques selon leurs types ; les traitements des chiffres et les calculs ont été sous Excel. La présentation des dessins de la machine est entreprise sur Autocad. D'autres logiciels et formules pour dimensionner les pièces et pour faire les calculs nécessitent d'autres appareils comme l'ordinateur ou le Personnel Computer.

#### 1-2 Matériels de confection de la machine

La réalisation de la machine requiert l'utilisation des matériels et outils d'atelier comme suit :

**Tableau n° 01** : Matériels de confection de la machine

Outils et matériels	Utilisations
Règle, stylo et pointe à tracé	Pour les mesures et le marquage des pièces
Meule et cisaille	Pour la coupe de pièces et les travaux de finitions
Une perceuse	Pour le perçage des trous
Tour mécanique	Pour le façonnage des pièces sophistiquées
Poste à soudure	Pour les soudures de pièces
Les outils de peinture	Pour la peinture de la machine

### **1-3 Matériels de rédaction**

La rédaction de cet ouvrage a été réalisée à l'aide de l'ordinateur en utilisant le logiciel Microsoft Word 2013

### **1-4 Matériel d'essai et de démonstration**

Lors de l'essai et la démonstration sur terrain, ces matériels suivants doivent être à la disposition de l'impétrant : appareil photo, camera, chronomètre, appareil de mesure de longueur (mètre à ruban), bloc note, stylo et des clés pour effectuer les réglages.

## CHAPITRE II : METHODE

### 2-1 Méthode de collecte des données

Le fondement de cette étude est basé par la documentation. Elle a été divisée en deux catégories : celle de la recherche bibliographique et celle de la recherche webographie.

Ainsi, pour mieux effectuer cette recherche, l'usage des matériels suivantes sont exigés : ordinateur, internet, livres, quelques fournitures de bureau (bloc note, agenda, stylo).

### 2-2 Méthode de consultation

Certaines données nécessaires à la réalisation de ce travail sont introuvables dans les livres ou sur internet. Alors, on a décidé d'effectuer des descentes pour faire des enquêtes.

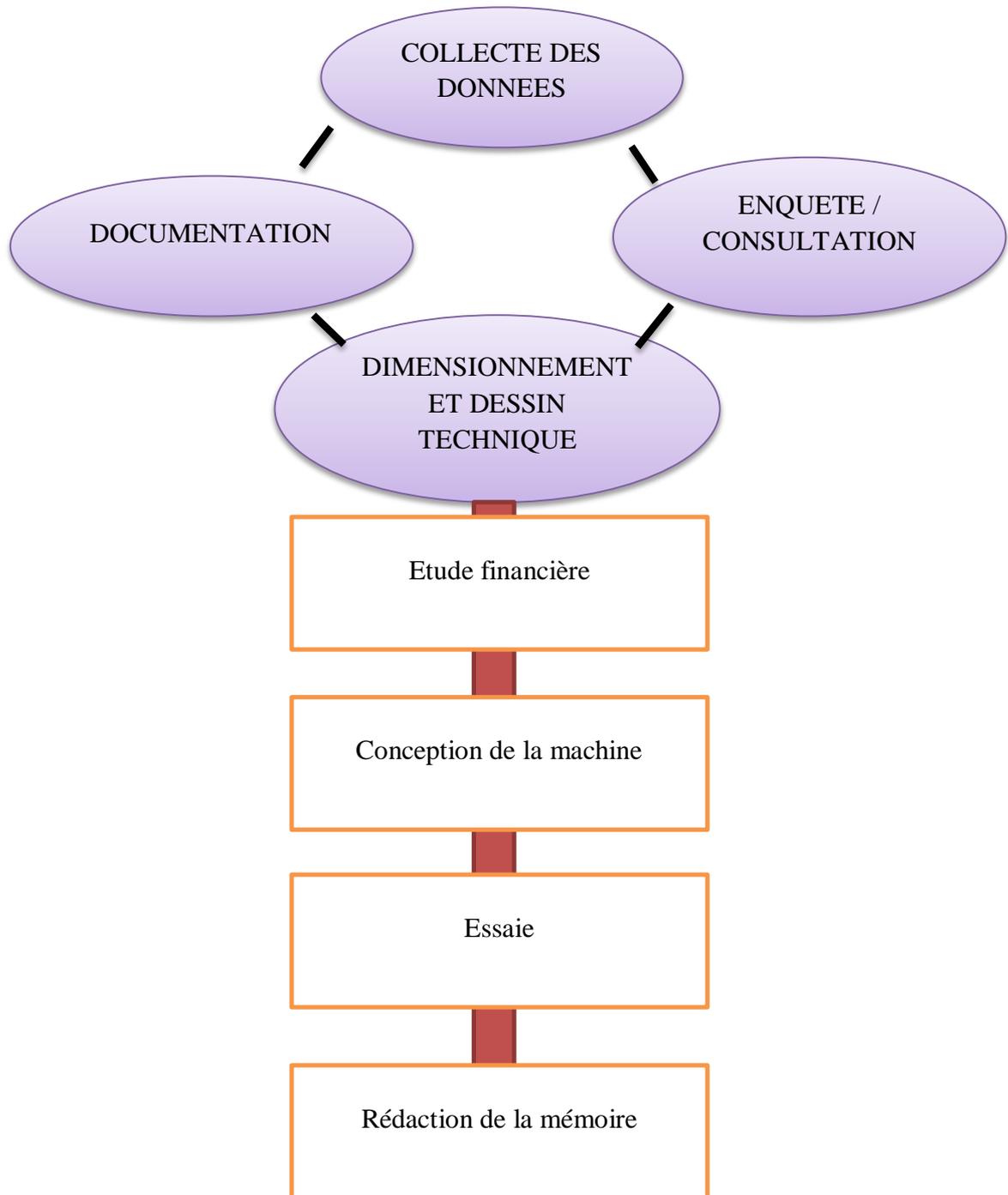
Pendant l'élaboration du devis, afin d'avoir de prix fiable, plusieurs agents commerciaux dans des quincailleries d'Antsirabe ont été consultés. Les prix sont confrontés avant d'être choisi comme véritable. C'est ainsi que le devis estimatif a été exécuté. Les matériaux utilisés sont à moindre coûts mais assez résistants afin d'obtenir une sarcluse efficace et à prix abordable.

### 2-3 Méthode d'encadrement

La rencontre avec l'encadreur est très importante car il nous a aidés davantage sur l'élaboration et l'amélioration de cet ouvrage et aussi pour mettre en valeur notre œuvre grâce à ses connaissances techniques et à ses compétences. L'encadreur a permis aussi d'aborder le sujet et sur l'application à l'analyse et à l'observation. Les contacts avec l'encadreur nous a permis de concevoir cet ouvrage et de renforcer notre connaissance.

#### ➤ **Déroulement des travaux de recherche :**

Le schéma représenté par la figure n°2 illustre la méthodologie adoptée tout au long de la réalisation des travaux de recherche :



**Figure n° 02** : déroulement du travail

Le travail commence par les collectes de données pour connaître l'aspect technique. Cela permet ensuite d'effectuer le dimensionnement et le dessin technique. Puis, le travail aboutit à la réalisation et à l'étude financière. Et enfin, on a pu faire un essai et formuler la rédaction.

## 2-4 Analyse conceptuelle

### 2-4-1 démarche de conception de la machine

Afin de pouvoir avancer, le travail doit commencer par une analyse conceptuelle. Celle-ci permet de faire une étude approfondie et détaillée de tous les paramètres à savoir et à retenir afin d'obtenir un modèle qui est jugé le plus efficace en suivant chaque logique.

#### 2.4.2 Constatation

##### 2.4.2.1 Problèmes

Tout d'abord ; les logements des agriculteurs dans le milieu rural sont mal construits faute des matériaux de construction mal conçus et ne protégeant pas l'environnement naturel. Ensuite la fabrication des briques en terre cuite détruit l'environnement à cause de la méthode de cuisson de la brique et aussi de l'extraction de l'argile dans les rizières entraînant la détérioration de la rizière. En plus le prix de vente des presse-briques existantes ne sont pas à la portée des paysans. Enfin, leurs utilisations restent difficiles.

##### 2.4.2.2 Besoins

Pour la conception de notre presse-brique-brique, les conditions suivantes sont fixées comme objectifs primaires :

- Simplicité de la presse-brique-brique
- Facilité d'utilisation
- Peu encombrant
- Facilité de fabrication
- En termes d'objectifs secondaires, quelques critères ont été plus à considérer :
- Transport aisé
- Entretien facile
- Accessibilité de toutes les parties mécaniques

##### 2.4.1.4 Design de la presse-brique-brique

Il s'agit à cette étape de proposer plusieurs solutions et d'en donner les caractéristiques principales.

Dans cette phase du design, il est très important de ne pas bloquer l'imagination créative c'est à dire en d'autres termes que nous devons répertorier toutes les solutions qui nous

viennent en tête sans restriction aucune. Nous nous inspirerons également des presse-briques déjà existantes pour des applications similaires ou pour des applications différentes. Il est à remarquer que c'est de ces différentes solutions que va sortir la solution finale.

#### 2.4.1.5 Critères d'évaluation

Afin d'évaluer l'efficacité de la presse-brique suivant les objectifs fixés auparavant, le tableau 1 donne la pondération des différents critères que doit respecter le matériel.

**Tableau n°02:** Evaluation de la presse-brique

<b>Critères</b>	<b>Pondération (%)</b>
Simplicité	20
Coût de fabrication	25
Facilité d'utilisation	10
Facilité de démoulage	15
Facilité de fabrication	15
Stabilité	10
Entretien	05

#### *2-4-2 Notion générale du système*

La presse-brique est actionnée seulement par un levier ; ce mouvement est transmis vers le piston et celui-ci presse la terre dans la moule

La terre est alors pressée par un ou deux pistons pour former un bloc de brique.

En générale la presse-brique est constituée d'un levier, de piston, d'une caisse.

## 2-5 Analyse fonctionnelle

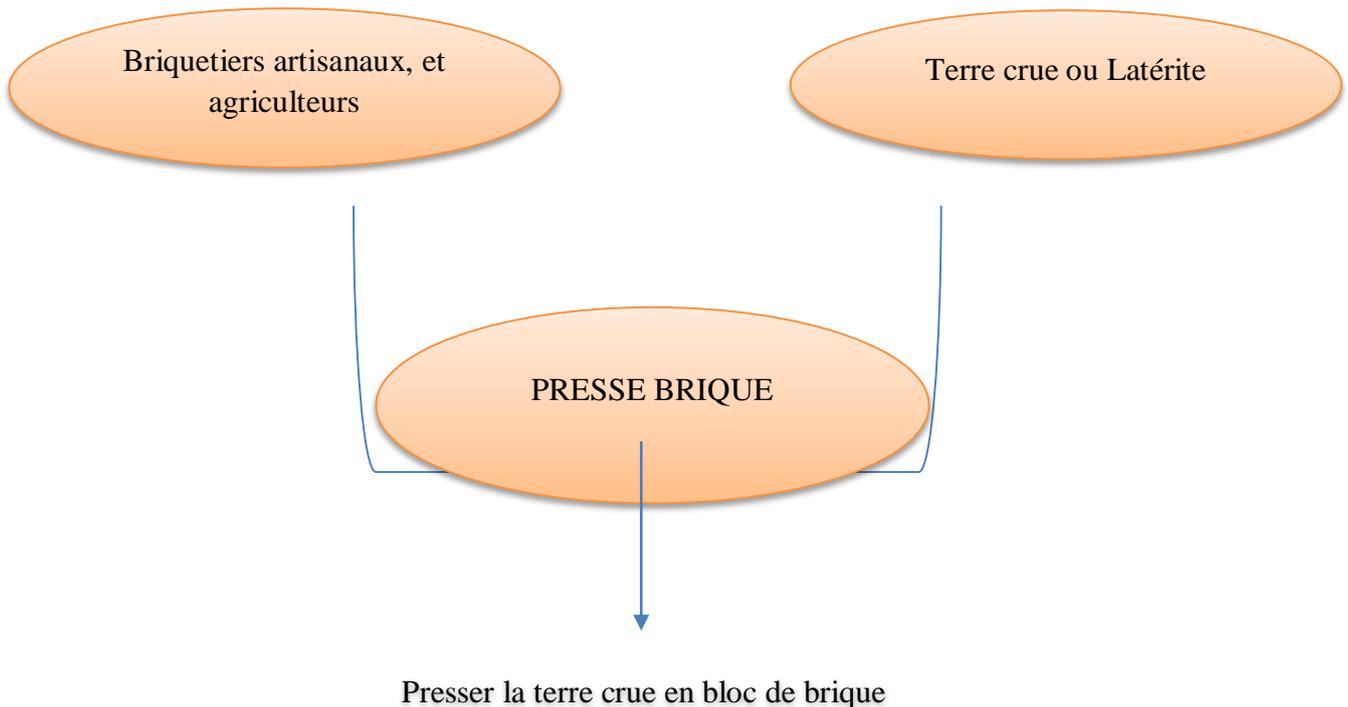
L'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher et à caractériser les fonctions offertes par la machine pour satisfaire les besoins de son utilisateur.

### 2.5.1. Analyse fonctionnelle de besoin

D'abord, il s'agit de décrire le besoin élémentaire en vue duquel le système est envisagé.

La machine à concevoir rend service aux agriculteurs et briquetiers artisanaux, le système agit sur la terre crue et qui a pour but de presser la terre crue en bloc de brique

PRESSE-BRIQUE MANUELLE (DONT LA BRIQUE EST EN TERRE CRUE)



**Figure n° 03** : Diagramme « bête à corne »

### 2.5.2. Fonction de service

Une fonction de service représente une action attendue d'un produit pour répondre aux besoins d'un utilisateur. En conséquence, un produit n'assure des fonctions de service que dans la phase de vie correspondant à son utilisation. La figure n°03 suivante montre la fonction de service de la machine à concevoir

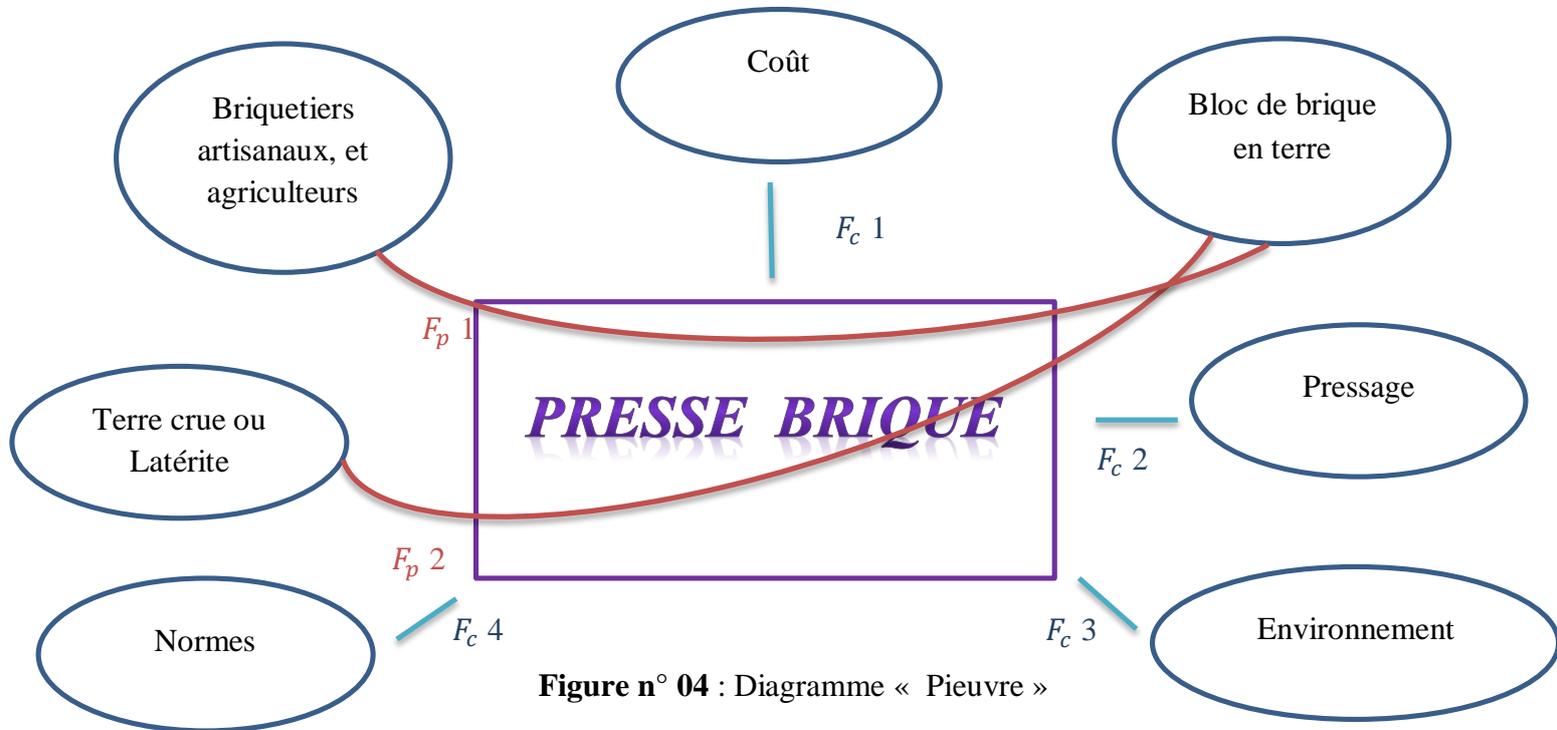


Figure n° 04 : Diagramme « Pieuvre »

$F_p$  : Fonction Principale

$F_c$  : Fonction contrainte

Tableau n° 3 : Résumé des fonctions

Fonction	Nom
$F_p 1$	S'adapter à l'Utilisateur pour presse-briquer
$F_p 2$	Transforme la terre crue en bloc de brique
$F_c 1$	Coût abordable
$F_c 2$	Pressage homogène et rapide
$F_c 3$	Préservation de l'environnement
$F_c 4$	Respecter les Normes techniques

### 2-5-2-1 Caractéristique des fonctions de service

La caractéristique de fonction de service est représentée par le tableau 4 sous mentionné en montrant les critères à remplir à l'aide de niveau et de la limite d'acceptation.

**Tableau 4** : Caractéristique des fonctions de service

<b>Critères</b>	<b>NIVEAU ET LIMITE D'ACCEPTATION</b>
<b>Utilisation</b>	Nombre de levier = 1 Force humaine Types de brique fabriquées : 3 Standard : 29*14*13
<b>Vitesse de travail</b>	45 secondes par brique
<b>Fréquence de travail</b>	Un seul pressage et un seul démoulage
<b>Utilisateur</b>	Nombre d'utilisateur = 1
<b>Disponibilité</b>	5 ans
<b>Maintenance</b>	Réparable, entretien technique facile, dispose de guide d'utilisation (fiche technique)

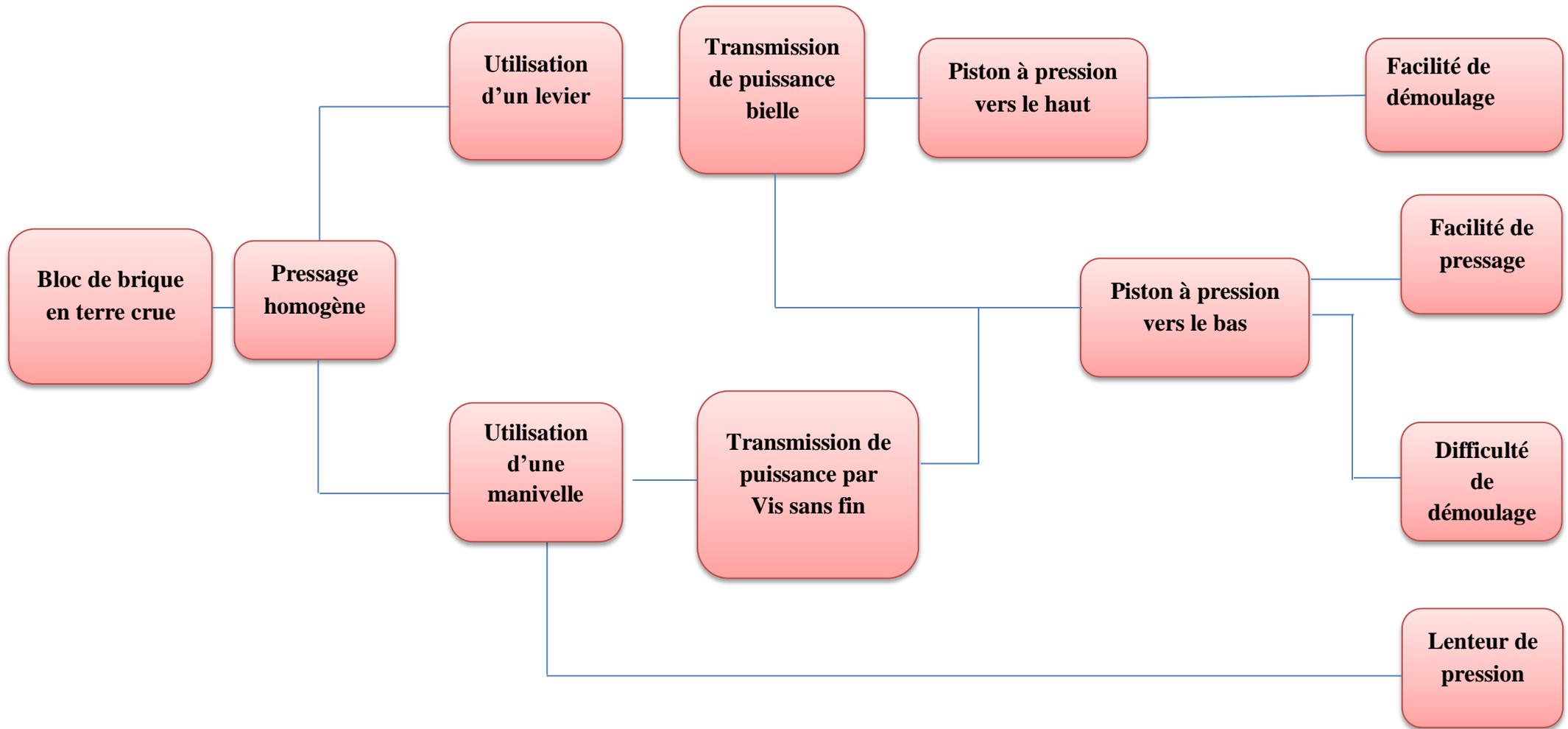
### *2.5.3 Analyse fonctionnelle technique*

#### 2.3.4.1 Fonctional Analysis System Technic de description

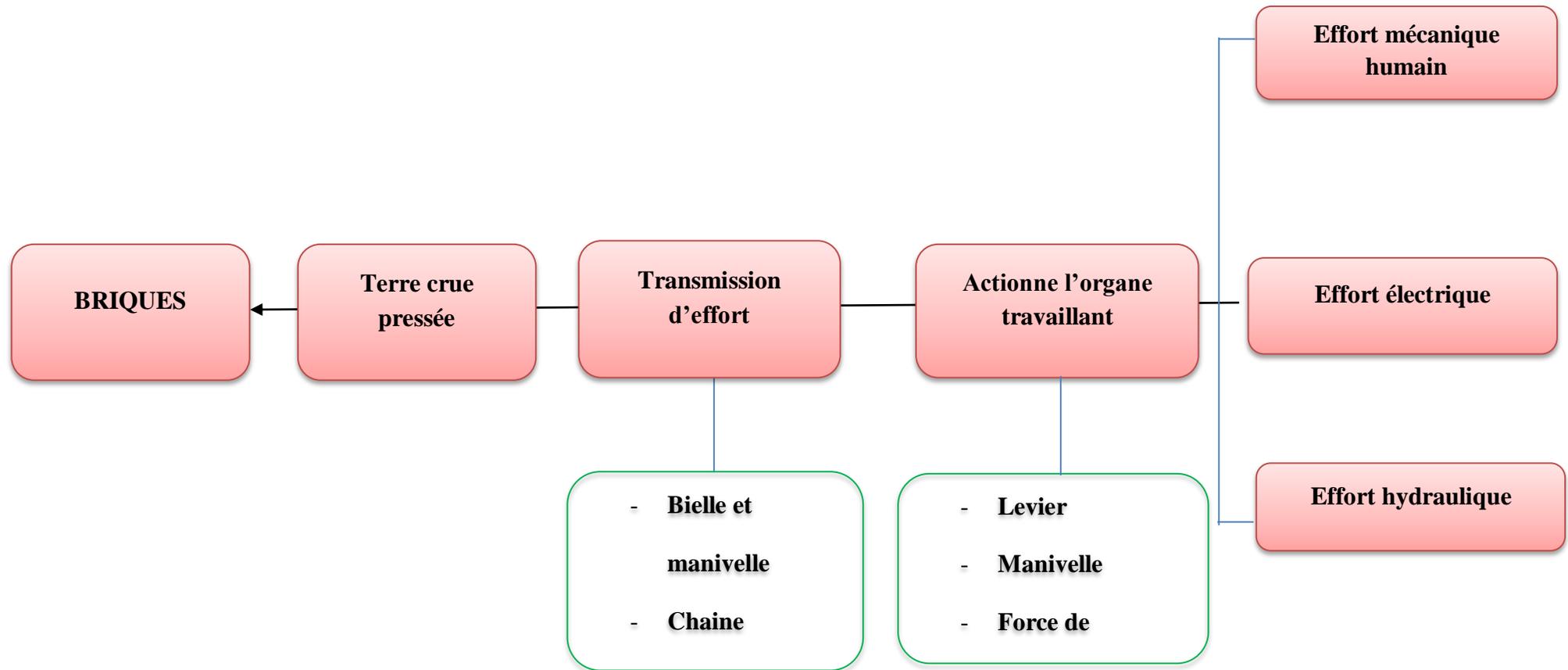
Le « Fonctional Analysis System Technic » de description définit et caractérise les zones fonctionnelles appartenant à un composant. Elle procède à l'étude critique de la réalisation des fonctions de services selon les points de vue technique et économique. La figure n°04 ci-après exprime le FAST de description de la Presse-brique à concevoir.

#### 2.3.4.2 Fonctional Analysis System Technic de création

Le « Fonctional Analysis System Technic » de création permet de relier et d'ordonner toutes les fonctions techniques répondant à un besoin mais son utilisation s'effectue afin de rechercher le maximum de solution devra satisfaire une fonction de service. Il est donc recommandé de l'utiliser en groupe « le cadre d'une science de créativité de fonction ». De ce fait, la figure n°5 ci-dessous arbore l'élaboration du « Fonctional Analysis System Technic » de création de la machine.



**Figure n° 05** : Schéma du Fonctional Analysis System Technic de créative



**Figure n° 06** : Schéma du Fonctional Analysis System Technic de description

### 2-3-5 réalisation de la presse-brique

Afin de déterminer la pression de la presse-brique, les simulations suivantes ont été utilisées :

#### 2.3.5.1 Mode de compression

La compression peut se faire suivant deux modes :

- Pression statique, le compactage est assuré par le rapprochement relativement lent de deux surfaces entre lesquelles se trouve le produit à compacter, qui est retenue latéralement.
- Pression dynamique, le compactage est obtenu par un pilonnage du produit dans une moule. La pression exercée sur la brique est difficilement contrôlable.

La figure n°06 donne le bras de levier où s'applique le poids et où ressort la force pressante.

Dans cette partie nous allons utiliser le calcul du moment pour déterminer la force pressante.

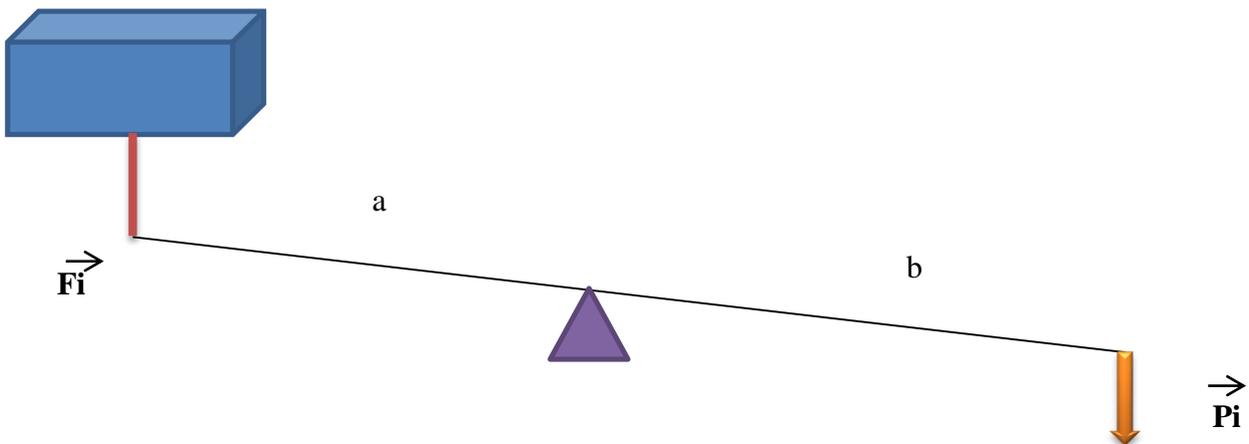


Figure n° 07 : Bras de levier

Pour ce modèle le poids est représenté par :

$$P_i = m_i * g$$

$P_i$  : Poids final sur le levier

$m_i$  : Masse de la personne

$g$  : intensité de pesanteur

Et la pression est représentée par :

$$P_i = F_i / S_i$$

$P_i$  : Pression à l'autre bout du levier

$F_i$  : Force pressante

$S_i$  : Surface d'application de la force

Or nous savons que le moment pour un système de levier :

$$P_i * b = F_i * a$$

Avec  $b$  : bras de levier (la distance du point d'appui vers le point d'application de la force)

$a$  : bras de levier (la distance du point d'appui jusqu'au point d'application de la force pressante)

Nous avons donc une formule finale de la pression qui s'écrit comme telle :

$$P_i = (P_i * b) / (S_i * a)$$

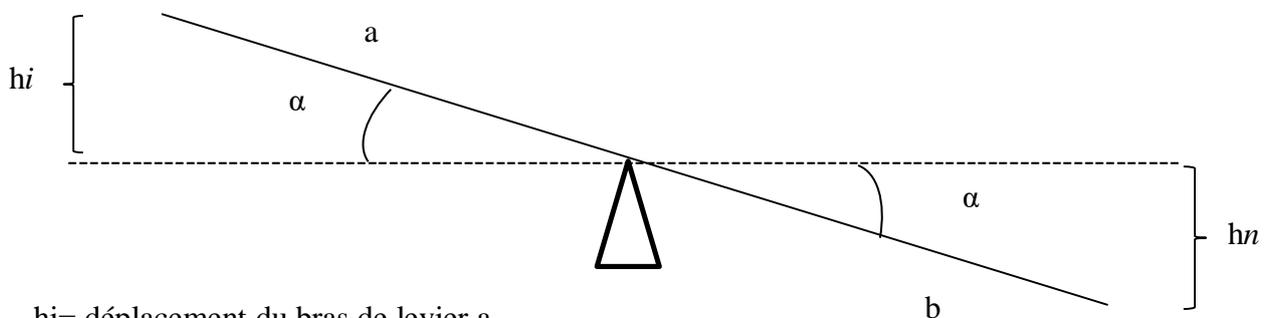
❖ Algorithme de calcul de la pression maximale :

Si la somme de  $a$  et  $b$  doit être inférieure à 1m pour faciliter le transport or pour avoir le  $P_i$  max, la masse d'une personne utilisée ici est aussi variable passant d'un minimum de 10 kg à un maximum de 70 kg. Dans cette partie, nous allons prendre une surface fixe pour éviter les pertes sur les côtés, le choix de cette surface serait justifié dans le paragraphe de la modélisation de la forme de la brique. Nous aurions donc le boucle suivant pour la détermination de la pression maximale

❖ Les bras de levier du système :  $a$  et  $b$

Après les calculs sur différentes formes de  $a$  et  $b$ , lorsque  $a$  diminue, la pression augmente.

Mais  $a$  doit avoir une limite représentée sur la figure 3 :



$h_i$  = déplacement du bras de levier  $a$

$h_n$  = déplacement du bras de levier  $b$  : distance entre le point d'appui et le sol

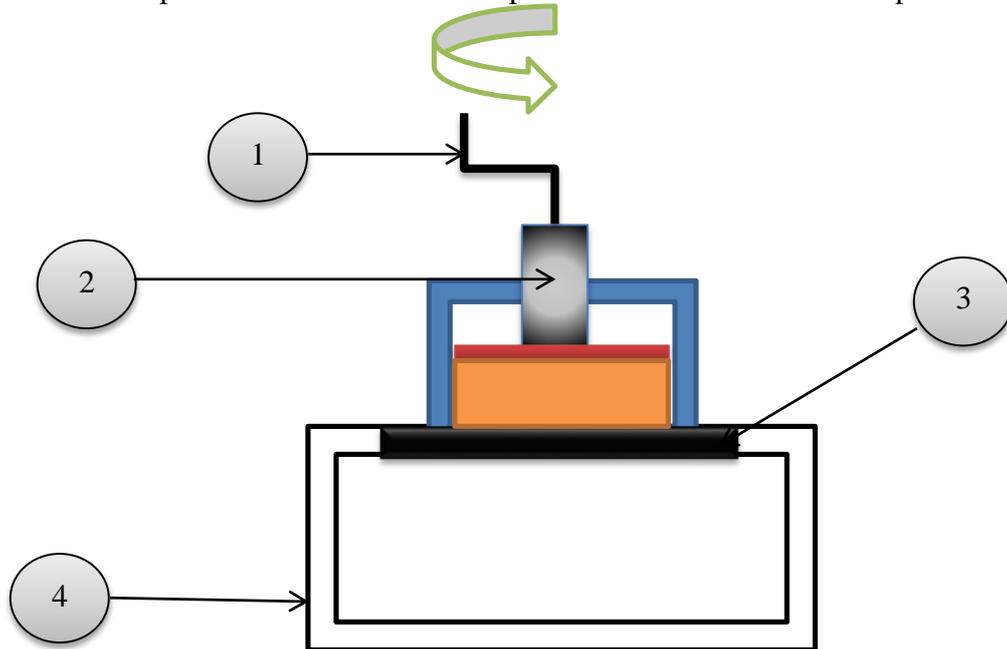
D'après cette figure, le déplacement du bout du bras de levier est en arc. Pour avoir une pression maximale, un mouvement avec un angle de déplacement( $\alpha$ ) maximale est aussi à la demande or plus l'angle augmente plus le mouvement devient circulaire.

### 2-3-4 outils de décision

Avant de prendre une décision sur la réalisation de la machine, on dispose de trois designs qui pourraient être efficaces à chaque circonstance :

❖ Design 1 : à manivelle, rotation à grande vis.

Pour cette presse-brique, le compactage est assuré par un plateau dont le déplacement est commandé par la rotation d'une grande vis. La liaison entre le plateau et la vis se fait par l'intermédiaire d'un roulement pouvant supporter des efforts axiaux. Le mouvement de rotation est donné à la vis à l'aide d'une manivelle placée à sa partie supérieure, il est aussi possible grâce au taraudage effectué au milieu du couvercle supérieur de la moule. Le démoulage se fait par le bas par le même procédé utilisé lors de la compression. Les couvercles supérieur et inférieur peuvent basculer autour de pivots et leur fermeture se fait par des crochets

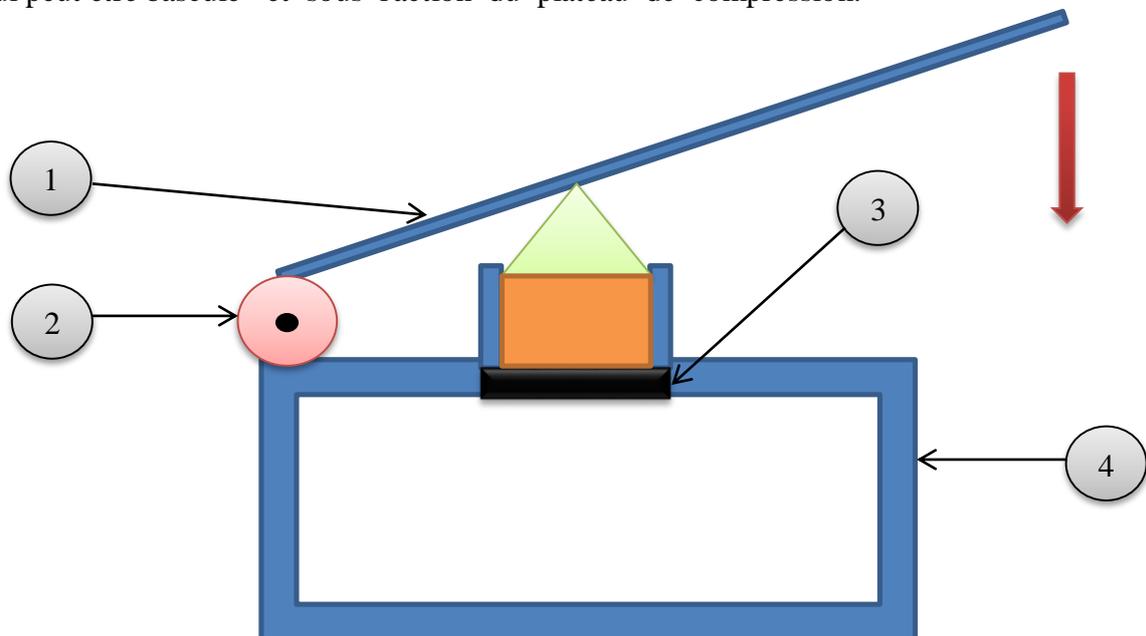


**Schéma n° 01 : Design 1**

Légende : 1-manivelle /2- vis sans fin /3-système de blocage /4- pieds

❖ Design 2 : Presse-brique à levier de compression supérieure

C'est une presse-brique dont le système de compactage est composé d'un mécanisme de levier de compression supérieure. Le levier de compression est fixé par une rotule au couvercle supérieur. Le démoulage se fait par le bas du fait de la présence d'un couvercle inférieur qui peut être basculé et sous l'action du plateau de compression.



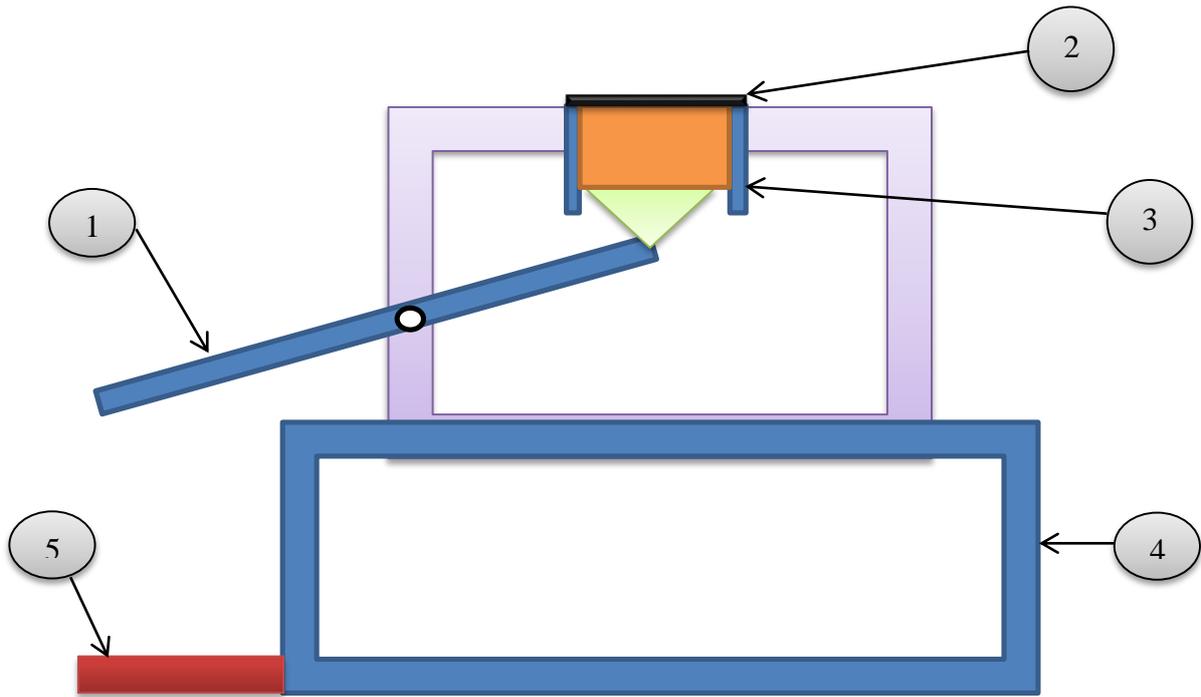
**Schéma n° 02 : Design 2**

Légende : 1-levier /2- pivot /3- couvercle inférieur pouvant basculer /4- pieds

❖ Design 3 : Presse-brique à levier de compression inférieure

Dans le cas de cette presse-brique, contrairement aux précédentes, le plateau ainsi que le mécanisme de compactage se situent à la partie inférieure de la moule. Le compactage se fait toujours par un mécanisme de levier. Et c'est ce même mécanisme qui assure le démoulage. Pour cela il suffit d'enlever le système de blocage du couvercle supérieur et de rabattre ce dernier de l'autre côté à l'aide du levier de compression.

Afin d'éviter que cette presse-brique ne bascule lors du compactage, il faut qu'elle soit bien fixée au sol.



**Schéma n° 03 : Design 3**

Légende : 1-levier /2- système de blocage et couvercle supérieur /3- moule /4- pieds /5- Socle de retenue au sol

#### 2-3-4-1 Analyses de chaque design

A ce stade de la mise au point de la presse-brique, l'analyse des besoins, les buts et les spécifications de la presse-brique ont été établis au meilleur de notre connaissance. Il s'agit maintenant à travers l'étude de praticabilité de disséquer tous les designs qui ont été trouvés lors de la génération de solutions et de voir si elles répondent aux critères préalablement fixés. Il va donc falloir que chaque design réponde à différentes questions telles que :

- Les objectifs sont- ils atteints ?
- Les restrictions sont- elles respectées ?
- La solution ne se heurte-t-elle pas à des problèmes de réalisation ?

Nous prendrons donc les solutions une par une et nous essaierons de voir si elles satisfont aux prescriptions de départ.

#### ❖ Design 1

Le principal défaut de cette solution est que sa fabrication ne sera pas très simple du fait de l'usinage de la grande vis. Le démoulage se faisant par le bas pourrait poser quelques problèmes. En revanche le contrôle du compactage pourra se faire très aisément.

❖ Design 2

Ici nous avons affaire à une presse-brique assez simple, et paraissant facile à réaliser. Mais comme pour la solution précédente, étant assez délicate, il serait déconseillé de faire le démoulage par le bas de la moule.

❖ Design 3

Cette presse-brique est aussi assez simple. Elle présente un démoulage très simple qui se fait manuellement. Sa fixation au sol reste son seul bémol.

### 2-3-4-2 Meilleur design

De l'analyse, nous remarquons qu'il existe deux designs qui satisfont en général aux critères de départ, il s'agit des solutions 2 et 3. C'est donc entre ces deux solutions que notre choix va s'opérer. Il existe plusieurs techniques de décision. Notre choix se porte sur la matrice simple de cette décision. Cette matrice systématise la prise de décision entre les diverses solutions relatives au problème.

Pour se faire, nous avons associé un rendement à chacune des solutions concernant chacun des critères d'évaluation déjà établis à la partie critère d'évaluation. Les colonnes de la matrice sont associées aux différentes solutions. Les lignes se rapportent aux critères d'évaluation déjà fixés et à leur pondération relative. Le pointage de chaque solution est obtenu en faisant la somme des éléments de chaque ligne, préalablement multipliés par les facteurs de pondération.

**Tableau n° 05** : Tableau de décision

<i>Critères d'évaluation</i>	<b>Pondération relative</b>	<b>Design1</b>	<b>Design2</b>	<b>Design3</b>
<i>-Coût de fabrication</i>	40	C	B	B
<i>-Facilité d'utilisation</i>	15	B	A	A
<i>-Facilité de démoulage</i>	25	C	B	B
<i>-Facilité de fabrication</i>	10	B	B	B
<i>-Stabilité</i>	10	A	A	A
<b>Pointage</b>	<b>100</b>	275	315	360

Légende : A Excellent (4 points) / B Bon (3 points)/ C Acceptable (2 points) / D Médiocre (1 point)

On utilisera la meilleure des trois designs pour la réalisation. C'est-à-dire le Design 3 mais pour mieux avoir des résultats satisfaisants, on pourrait combiner les design 2 et 3. C'est à dire un système de presse-brique à double compactage ou double pistons.

## 2- 6 Etudes de mouvement :

### 2.6.1 Études cinématique des mécanismes de la presse-brique :

❖ Etape 1 : Pressage :

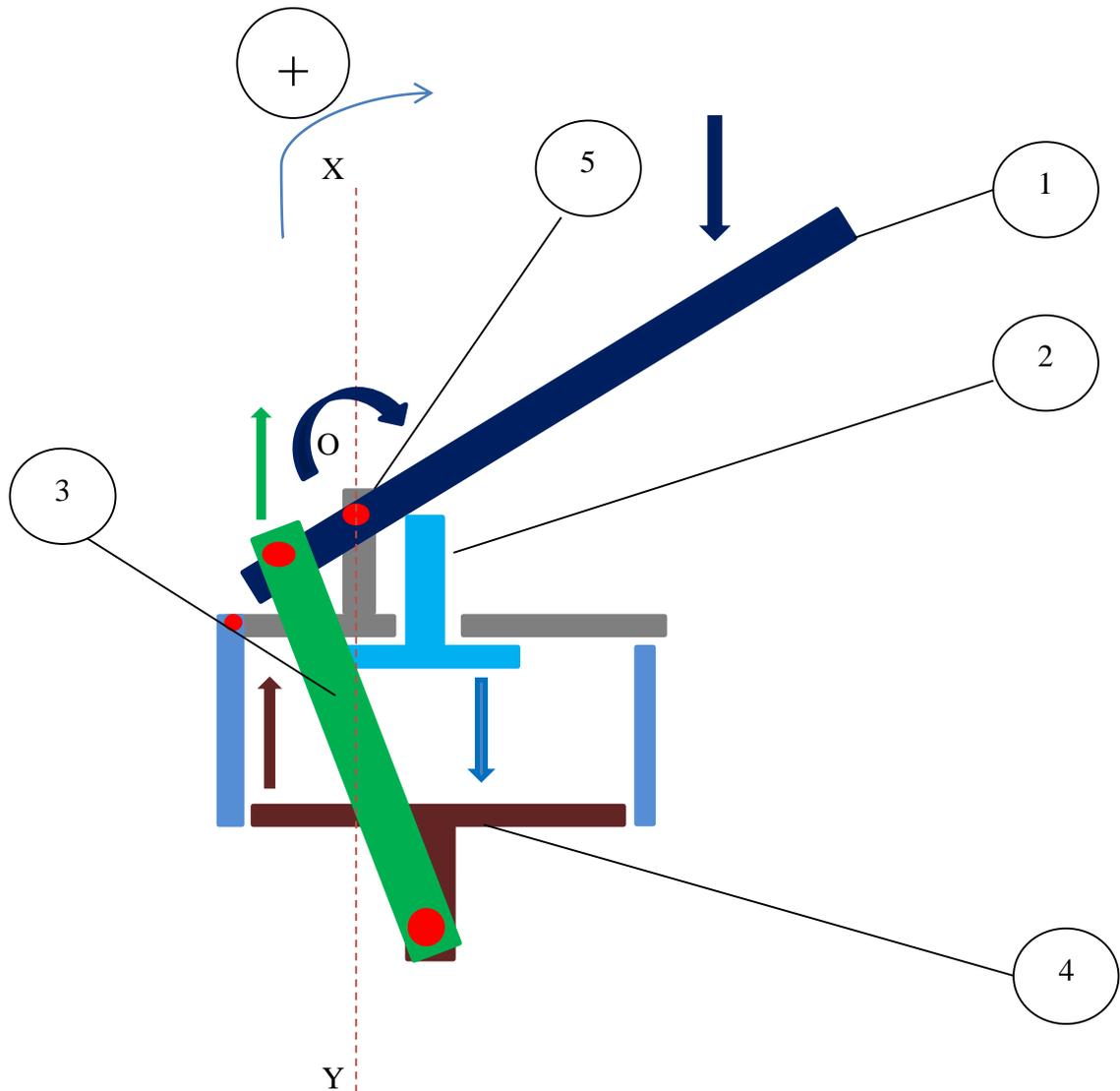


Schéma n° 04 : Représentation des mouvements existants pendant le pressage

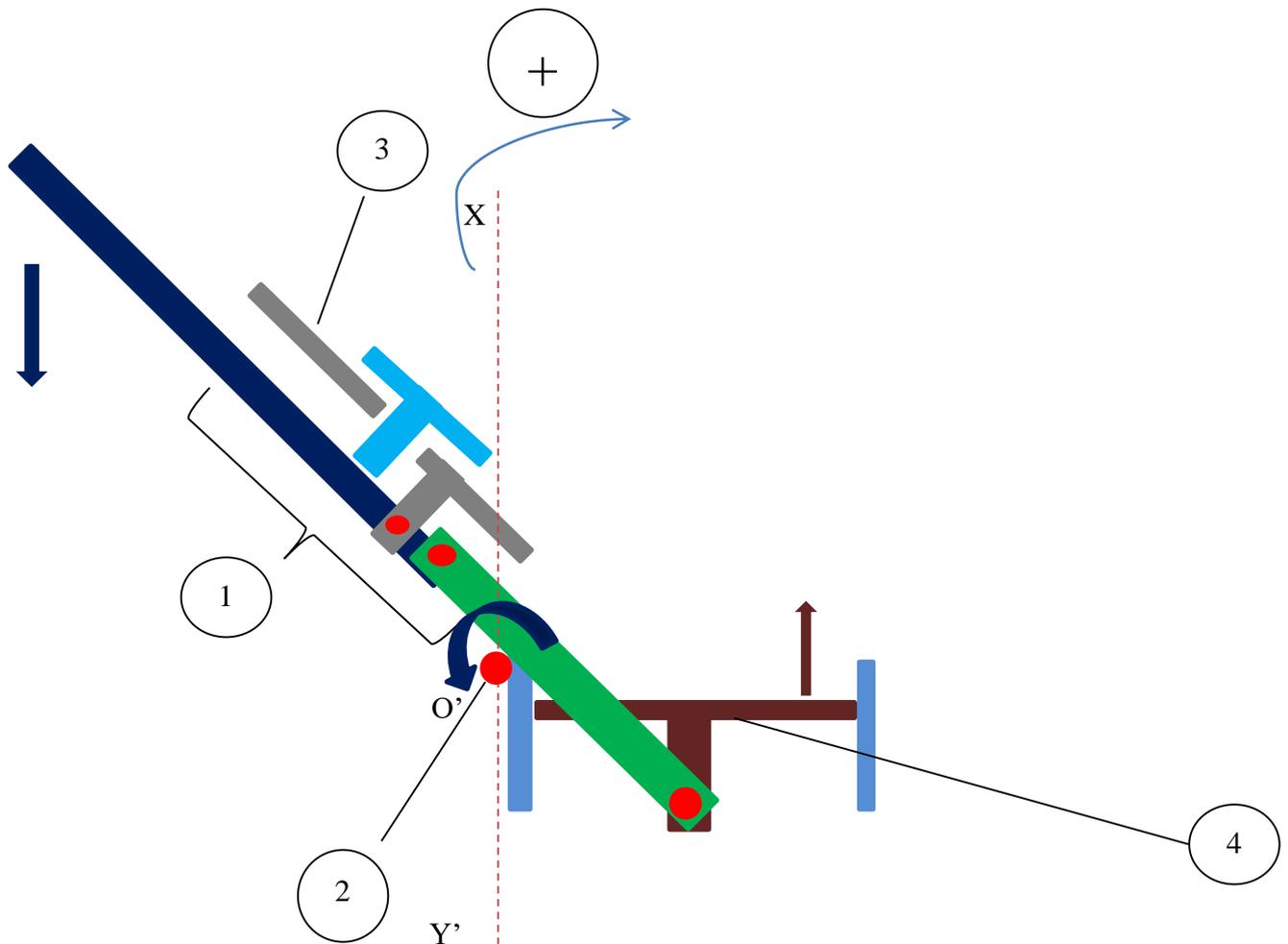
*Levier(1)* : mouvement de rotation par rapport au pivot (5) autour de l'axe sur le point (O)

*Bielle(3)* : mouvement va-et-vient rectiligne

*Piston (2) et (4)* : mouvement rectiligne suivant le plan vertical

❖ Etape 2 : Démoulage :

Au cours du démoulage, le levier et la bielle sont considérés comme un seul levier (1) en tournant vers le sens négatif du levier précédent.



**Schéma n° 05** : Représentation des mouvements existants pendant le démoulage

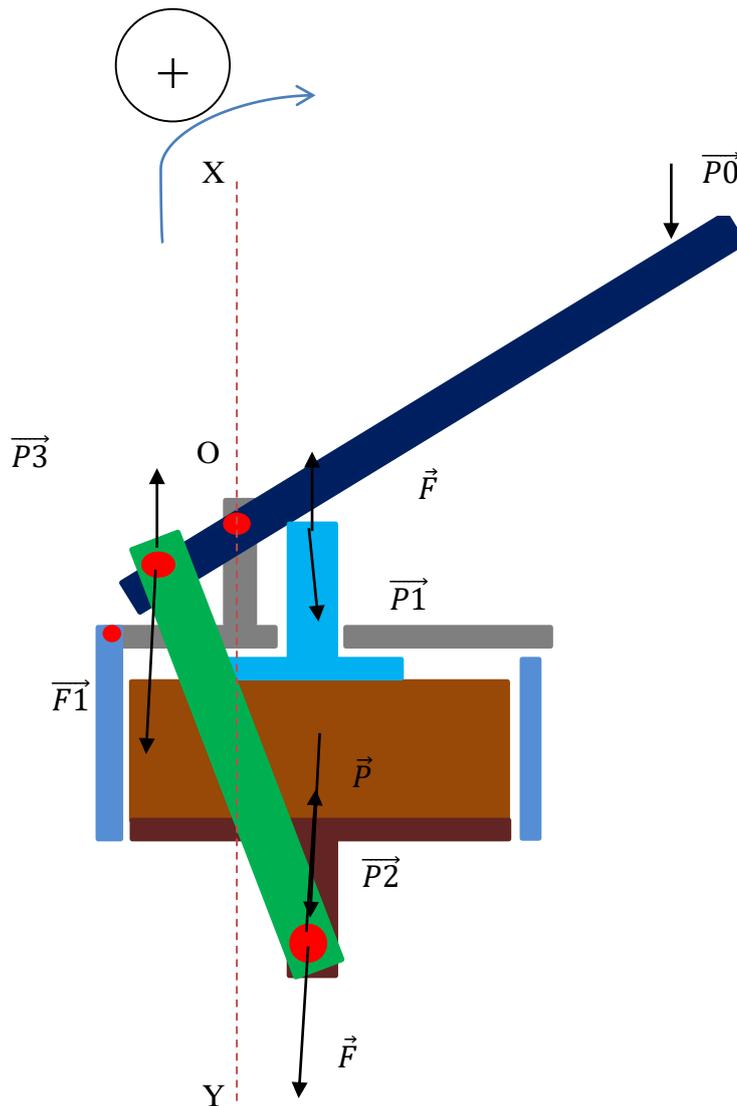
**L'ensemble levier et bielle (1)** : mouvement de rotation par rapport au pivot (2) autour de l'axe sur le point (O')

**Piston (4)** : mouvement rectiligne suivant le plan vertical.

### 2.6.2 Études dynamiques :

Le mouvement de rotation du levier est transmis vers la bielle pour actionner le piston inférieur et grâce à la tige du piston supérieur est actionnée la descente du piston vers le bas pour faire le mouvement rectiligne.

❖ Etape 1 : Pressage



**Schéma n° 06** : Représentation des forces existantes pendant le pressage

$\vec{P}$  = poids de la brique à presser

$\vec{P0}$  = Force exercée sur le levier par l'utilisateur

$\vec{P1}$  = Force exercée sur le piston supérieur par le levier

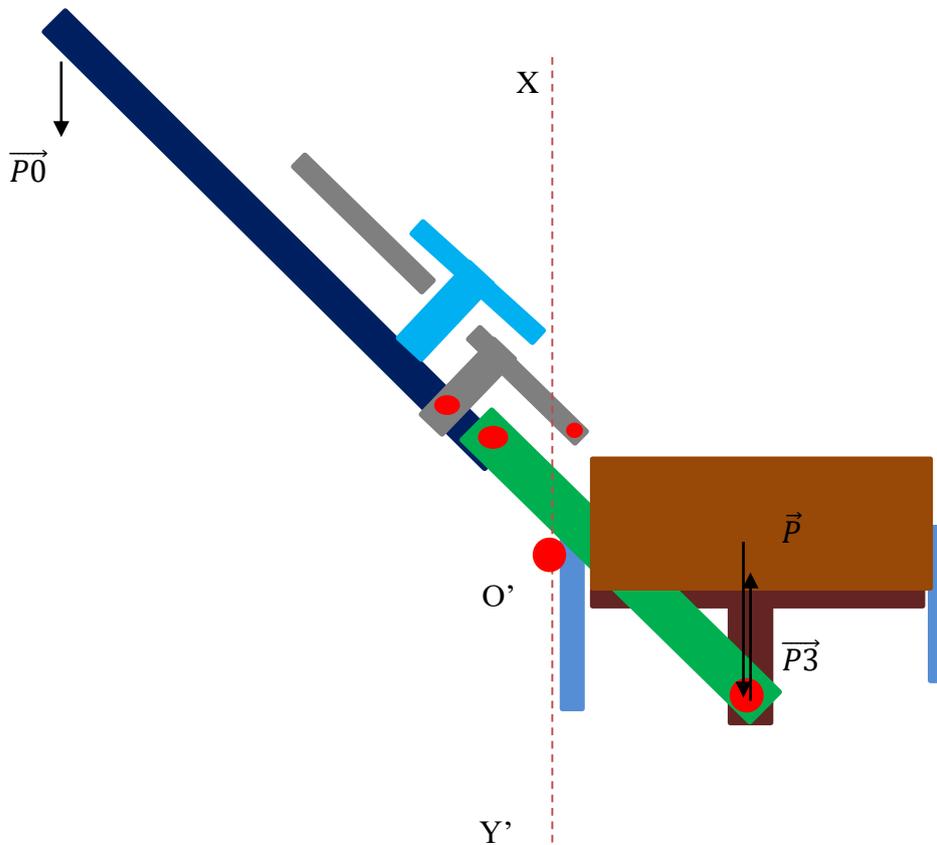
$\vec{P2}$  = Force exercée sur le piston inférieur par les bielles

$\vec{P3}$  = Force résultante

$\vec{F}$  = Réaction exercée sur les pistons par la brique (réaction de compactage)

$\vec{F1}$  = Réaction exercée sur les bielles par la brique

❖ Etape 2 : Démoulage



**Schéma n° 07** : Représentation des forces existantes pendant le démoulage

$\vec{P}$  = Poids de la brique pressée

$\vec{P0}$  = Force exercée sur le levier par l'utilisateur

$\vec{P3}$  = Force résultante et Force exercée sur le piston inférieur par le levier

### 2-7 Dimensionnement des éléments de la machine

Ce dimensionnement partiel comprend trois parties :

- Détermination des longueurs des éléments mobiles afin de créer un prototype pour vérifier si le principe de fonctionnement est respecté.
- Le dimensionnement de la moule et des plateaux de compression
- Le dimensionnement du levier pour la pression et le démoulage.

Mais d'abord, on doit présenter le schéma de la presse-brique en début et fin de compression

- Schéma de la presse-brique en début de compression

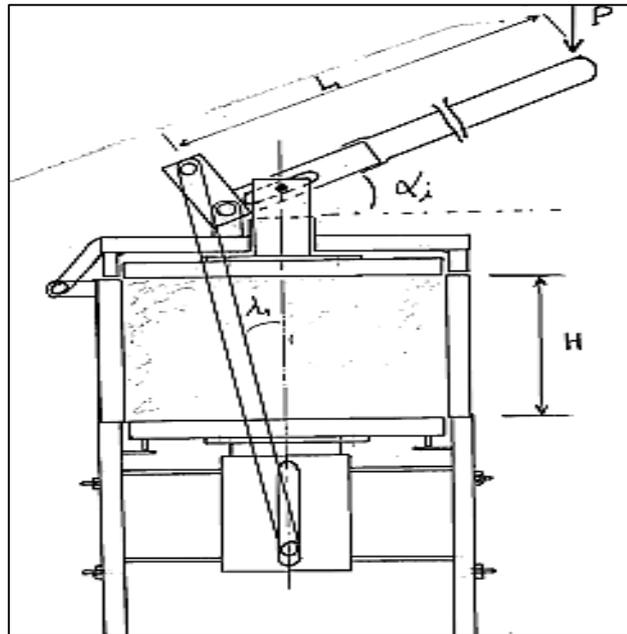
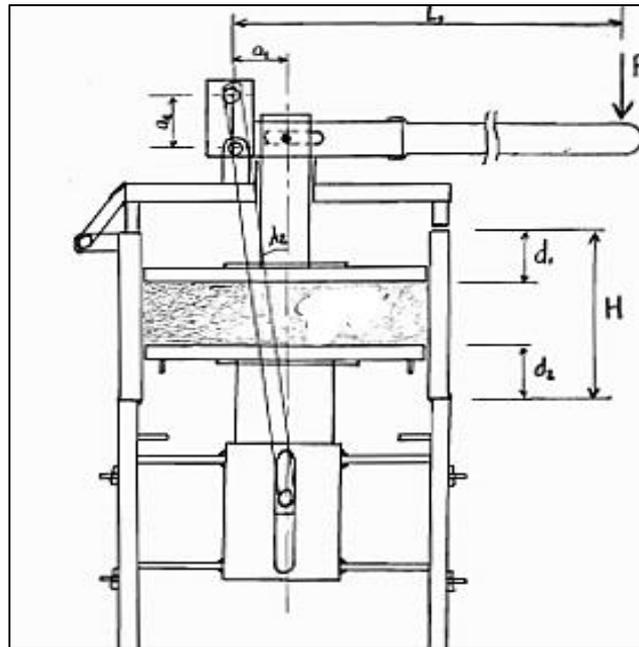


Schéma n° 08 : presse en début de compression

➤ Schéma de la presse-brique fin de compression



**Schéma n° 09** : presse en fin de compression

*2-7-1 Détermination des courses des pistons*

Soit  $t$  = Taux de réduction globale de la presse-brique

Alors  $t = \frac{H}{H - (d_1 + d_2)}$  ou  $H$  = hauteur de la moule

$d_1$  = course du piston supérieur

$d_2$  = course du piston inférieur

On a besoin que  $t = 1.7$  d'où  $d_1 + d_2 = 90\text{mm}$  (1)

Car comme épaisseur de la brique vaut 130 mm, on a choisi  $H = 220$  mm pour pouvoir atteindre l'objectif fixé par rapport au taux de compression.

D'après le schéma n° 08

$$d_1 = 20$$

$$d_2 = 90 - a_1 \tan \alpha_1$$

Ainsi en fixant  $\alpha_1 = 90^\circ$  et  $a_1 = 70\text{mm}$  alors

d1=20mm et d2= 70 mm

Interprétation :

Pour passer des dimensions inferieures on doit utiliser une cale et on va voir dans le tableau suivant l'épaisseur des cales nécessaires :

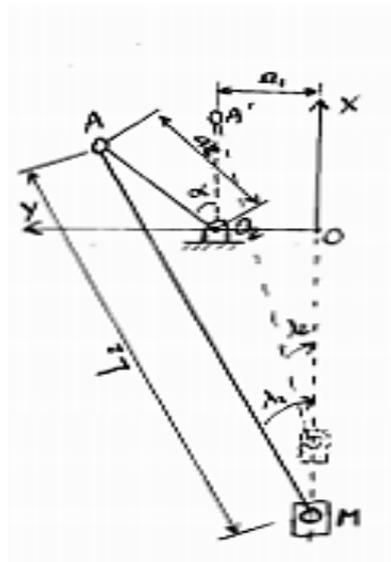
**Tableau n°06:** Epaisseurs des cales

<i>Dimension</i>	<b>Cale</b>	
	Inferieure	Supérieure
24*14*13 à 24*14*11	4.5 mm	15.75 mm
24*14*11 à 24*14*9	9 mm	31.5 mm

Les plaques sont intercalées entre les plaques d'assise et les plateaux

*2-7-2 détermination de la longueur des pistons et bielle en début et fin de compression*

Soit le mécanisme « manivelle-coulisseau » décalé suivant le schéma ci-dessous simplifié :



**Schéma n° 10 :** Mécanisme bielle-coulisseau

Soit le repère (O, OX, OY) et  $M \begin{pmatrix} x \\ 0 \end{pmatrix}$  dans ce dernier

On a  $\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OO_2} + \overrightarrow{O_2A} + \overrightarrow{AM}$  (2)

$$\left\{ \begin{array}{l} X = a_2 \cos \alpha - L_2 \sin \lambda_1 \\ O = a_1 + a \sin \alpha - L_2 \sin \lambda_1 \end{array} \right.$$

Où  $L_2 =$  Longueur des bielles

$\lambda_1$  et  $\lambda_2 =$  position initiale et finale

On sait que  $\cos \lambda = \sqrt{1 - \sin^2 \lambda}$

$$\text{D'où } \left\{ \begin{array}{l} X = a_2 \cos \alpha - L_2 \sqrt{1 - \sin^2 \lambda_1} \\ \sin \lambda_1 = \frac{a_1 + a_2 \sin \alpha}{L_2} \end{array} \right.$$

Si  $\alpha = \alpha_1 = 45^\circ$  alors

$$X_i = a_2 \cos \alpha_i - L_2 \sqrt{\left(\frac{a_1 + a_2 \sin \alpha_i}{L_2}\right)^2}$$

Si  $\alpha_i = \alpha_f = 0$  alors  $X_f = a_2 - L_2 \sqrt{1 - \left(\frac{a_1}{L_2}\right)^2}$

$$\text{D'où } X_f - X_i = d_2 = a_2(1 - \cos \alpha_i) - L_2 \left[ \sqrt{1 - \left(\frac{a_1 + a_2 \sin \alpha_i}{L_2}\right)^2} - \sqrt{1 - \left(\frac{a_1}{L_2}\right)^2} \right]$$

$$\Leftrightarrow L_2 \left\{ \left[ \left(1 - \left(\frac{a_1}{L_2}\right)^2\right)^{1/2} \right] - \left[ 1 - \left(\frac{a_1 + a_2 \sin \alpha_i}{L_2}\right)^2 \right]^{1/2} \right\}$$

$$= a_2(1 - \cos \alpha) - d_2 \quad (3)$$

D'où une approximation au premier ordre de (3) avec  $L_2 \gg a_1$  et  $L_2 \gg a_1 + a_2 \sin \alpha$  nous donne

$$L_2 \left\{ \left[ \left(1 - \frac{1}{2} \left(\frac{a_1}{L_2}\right)^2\right) \right] - \left[ 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{a_1 + a_2 \sin \alpha_i}{L_2}\right)^2 \right] \right\}$$

$$= a_2(1 - \cos \alpha) - d_2$$

$$\Leftrightarrow - \frac{a_1^2}{2L_2} + \frac{(a_1 + a_2 \sin \alpha)^2}{2L_2} = a_2(1 - \cos \alpha) - d_2$$

$$\Leftrightarrow - \frac{a_2 \sin \alpha (2a_1 + a_2 \sin \alpha)}{2L_2} = a_2(1 - \cos \alpha) - d_2$$

$$\Leftrightarrow L_2 = \frac{a_2 \sin \alpha (2a_1 + a_2 \sin \alpha)}{2[(1 - \cos \alpha) - \frac{d_2}{a_2}]}$$

Si

$a_2$ mm	$L_2$ mm	$\lambda_1$ °	$\lambda_2$ °
120	520	14.2	6.4
140	502.6	17.5	7.1
160	492.6	20	7.5

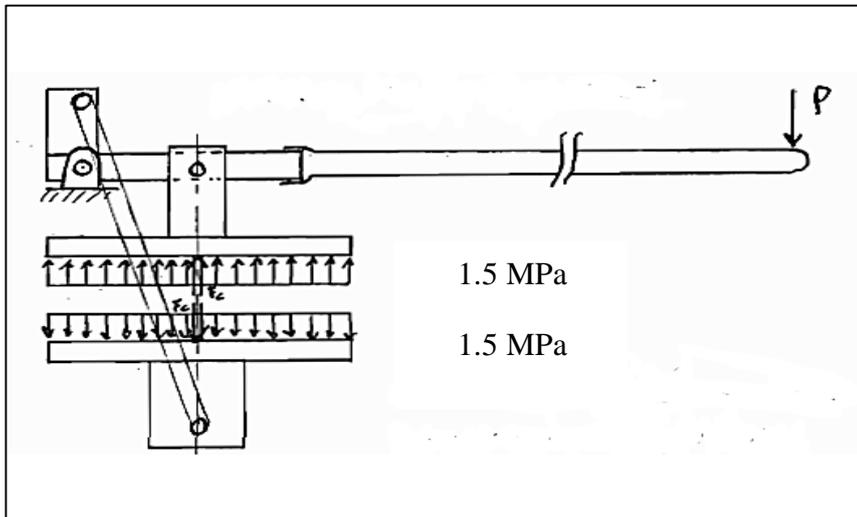
Or nous savons que notre approximation n'est bonne que si  $L_2$  grand. D'où en prenant  $L_2 = 520$  mm l'égalité de (3) différence de 0.26 mais si on approxime en prenant une valeur plus grande, par exemple  $L_2 = 530$  mm l'égalité (3) donne une différence de 0.01, ce qui implique une bonne approximation.

Ainsi donc les bielles seront caractérisées par :

$L_2 = 530 \text{ mm}$ $\lambda_1 = 14^\circ$ $\lambda_2 = 6.3^\circ$
---

*2-7-3 calcul des force sur le système de compression dans la position finale*

- Schéma du système isolé dans cette position :



**Schéma n° 11** : Compression dans la position finale

Soit  $F_c$  = force équivalente concentrée de la pression finale de compactage 15 bar

- Schéma du système isolé des différents éléments du système de compression :

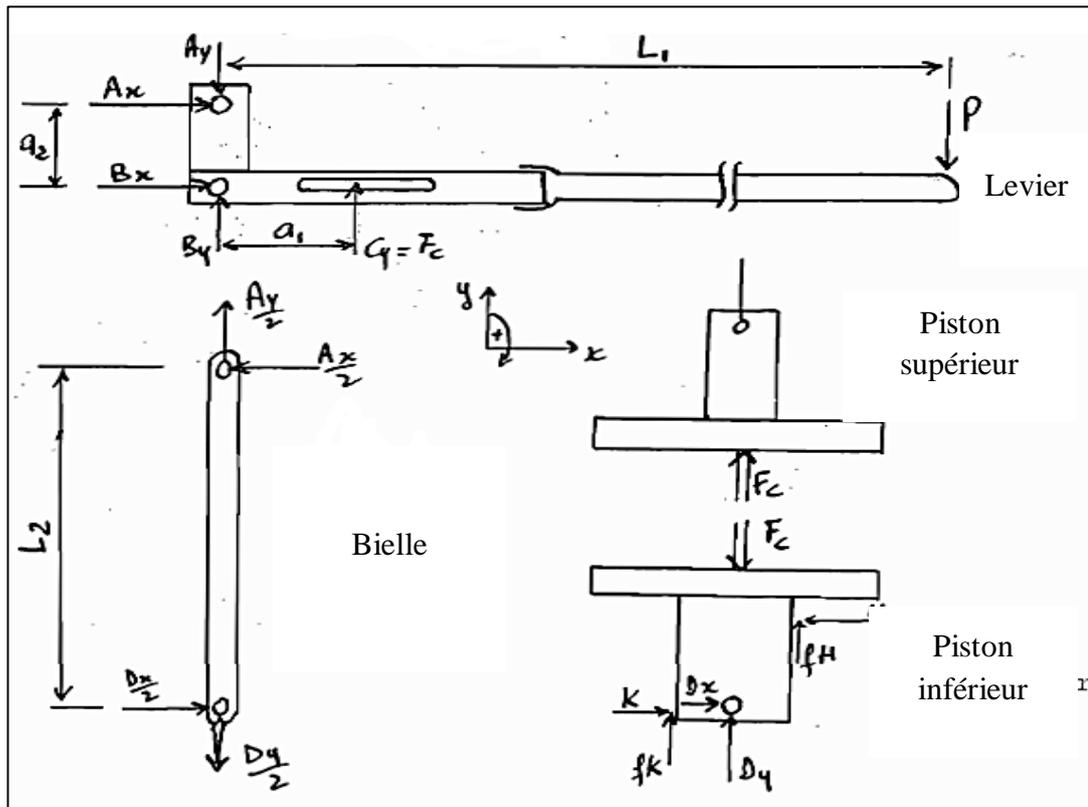


Schéma n° 12 : Différents éléments du système de compression

- Calcule des forces :

1- Forces supportées par l'axe de bielles

$$\sum F_x = 0 \Leftrightarrow Ax = Dx \quad (4)$$

$$\sum F_y = 0 \Leftrightarrow Ay = Dy \quad (5)$$

$$\sum F_{M/D} = 0 \Leftrightarrow Ay L_2 \sin \lambda_2 - Ax L_2 \cos \lambda_2$$

$$Ax = Ay \tan \lambda_2 \quad (6)$$

2- Forces supportées par le levier :

$$\sum F_x = 0 \Leftrightarrow A_x = B_x \quad (7)$$

$$\sum F_y = 0 \Leftrightarrow B_y + F_c - A_y - P \quad (8)$$

$$\sum F_{M/B} = 0 \Leftrightarrow A_x * a_2 - F_c a_1 + P L_1 = 0 \quad (9)$$

D'où

$$A_y = \frac{F_c a_1 - P L_1}{a_2 \tan \lambda_2}$$

$$B_y = A_y + P - F_c \quad (8')$$

$$B_x = - A_y \tan \lambda_2 \quad (7')$$

3- Forces supportées par le piston inférieur

$$\sum F_x = 0 \quad K - H + D_x = 0 \quad (10)$$

$$\sum F_y = 0 \quad f(K + H) + D_y - F_c = 0 \quad (11)$$

D'où

$$fK + fH + fD_x + D_y - F_c = 0$$

$$K = \frac{F_c - D_y - fD_x}{2f} \quad (11')$$

$$H = K + D_x \quad (10')$$

- Application numérique :

Hypothèse :

$$F_c = 15 \text{ kg/cm}^2 \times 29 \times 14 \times 9.81$$

$$= 60 \text{ KN}$$

$$P = 72 \text{ Kg} = 706.3 \text{ N ( force exercée par une personne)}$$

$$a_1 = 12 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$a_2 = 7 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\alpha_2 = 6.3^\circ$$

$$L_1 = 1.5 \text{ m}$$

D'où

$$A_y = 210.4 \text{ kN}$$

$$B_y = 151.1 \text{ kN}$$

$$D_y = 210.4 \text{ kN}$$

$$A_x = B_x = D_n = 23.2 \text{ kN}$$

$$K = \frac{-150.4 \text{ kN} - f \cdot 23.2}{2f} = \frac{-75.2 \text{ kN}}{f} -$$

$$H = \frac{-75.2 \text{ kN}}{f} + 11.6 \text{ kN}$$

Où  $f$  = coefficient de frottement

### 2-7-4 Dimension de la moule :

#### 2-7-4-1 Format des briques :

Les formats des briques sont présentés par le tableau suivant :

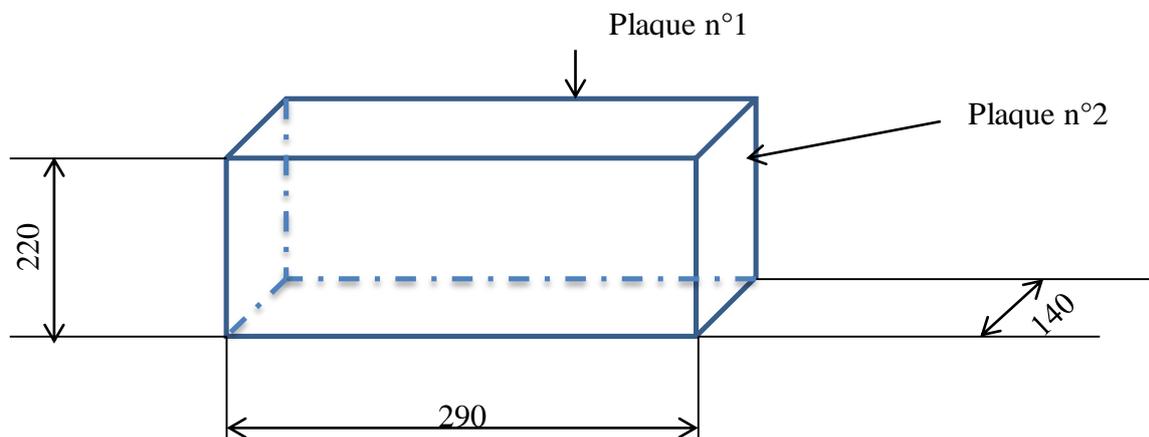
**Tableau n°07:** Format des briques

$N^{\circ}$	$L$ (mm)	$l$ (mm)	$h$ (mm)
01	290	140	130
02	290	140	110
03	290	140	90

#### 2-7-4-2 Dimension de la moule :

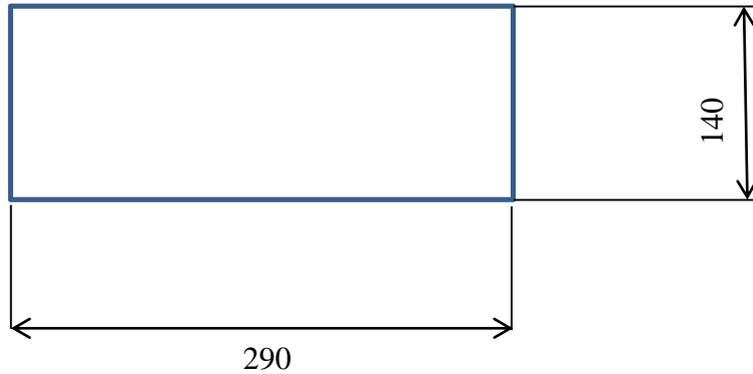
Supposons qu'on a :

- Une pression de compactage de 1.5 MPa
- Un taux de réduction de 1.7  $h = \frac{h_i}{h_f}$   
 $h_i$  = hauteur initial de la terre dans la moule  
 $h_f$  = hauteur final de la terre dans la moule
- $L = 290$  mm ;  $l = 140$  mm ;  $h = h_i = 1.7 h_f = 220$  mm
- $h_{fmax} = 1.7 \times 130$  mm



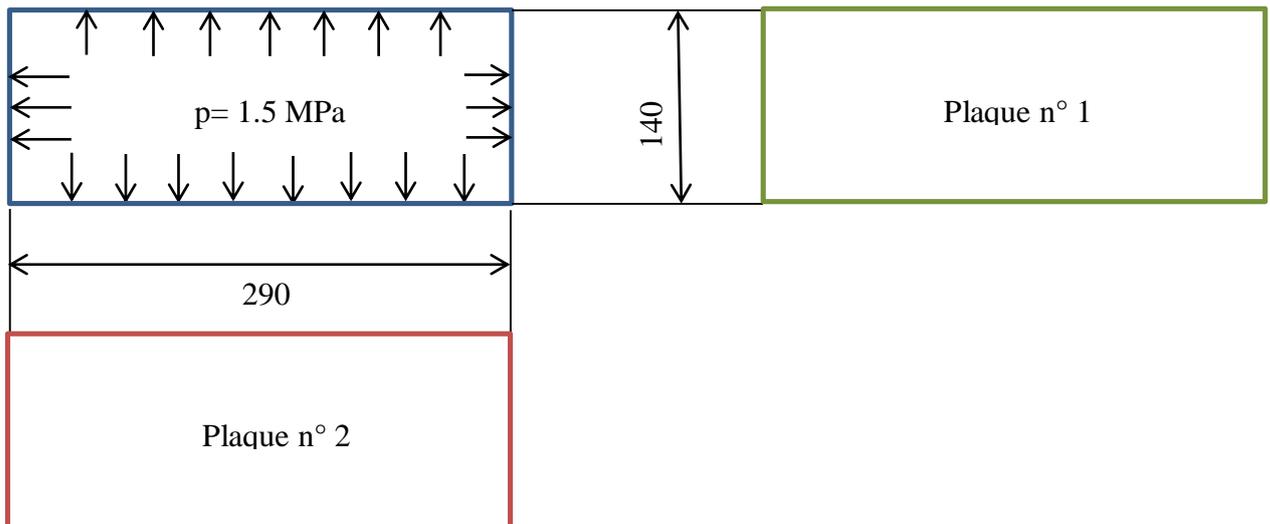
### 2-7-4-3 Dimension de la plaque de compression :

La plaque de compression et la dimension inferieure de la moule sont égales c'est-à-dire 290mm x 140 mm



### 2-7-5 Calcul de l'épaisseur des plaques de la moule :

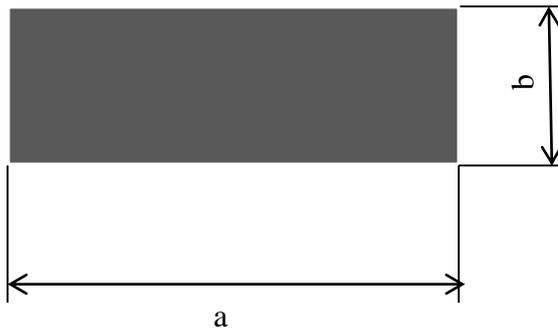
La théorie utilisée est celle de la flexion des plaques



Les moments de flexion par unité de longueur au centre de la plaque sont donnés par :

- Suivant la portée de a :  
$$M_{acy} = M_{ac} + \gamma M_{bc}$$
- Suivant la portée de b :  
$$M_{bcy} = M_{bc} + \gamma M_{ac}$$

$M_{ac}$  et  $M_{bc}$  sont donnés sur le tableau de l'annexe 3



$$b < a \text{ et } \alpha = \frac{b}{a}$$

$\gamma$  = coefficient de poisson

$$\text{épaisseur } h = \sqrt{\frac{6M_{max}}{\sigma_{adm}}}$$

$$\text{Avec } \sigma_{adm} = \frac{Re}{f}$$

$Re$  = limite d'élasticité

$f$  = facteur de sécurité

#### 2-7-5-1 calcul de l'épaisseur de la plaque n° 1 :

La portée **b** est simplement supportée par un raidisseur et la portée **a** fixe (soudé)

D'après le tableau de l'annexe 3.

$$M_{bc\gamma} = \frac{pb^2}{a(1+0.8\alpha^2+6\alpha^4)} + \gamma \left( 0.015 pb^2 \frac{1+3\alpha^2}{1+\alpha^4} \right)$$

$$p = 15.10^5 \text{ pa}$$

$$b = 140 \text{ mm}$$

$$a = 220 \text{ mm}$$

$$\gamma = 0.29$$

$$\alpha = 0.64$$

$$M_{bcy} = 1818 \frac{N \cdot m}{m}$$

$$E = 200 \text{ Gpa}$$

Formule n° 01

<=>

$$h = \sqrt{\frac{6M_{bcy}}{\sigma_{adm}}}$$

$$h = 9.6 \text{ mm}$$

- Déflexion maximale :  $W_{max}$

$$c = \frac{0.16}{1 + \alpha^2 + 5\alpha^4} = 0.07$$

$$W_{max} = c (1 - \nu^2) \frac{pb^4}{Eh^3}$$

$$W_{max} = 0.2 \text{ mm}$$

2-7-5-2 calcul de l'épaisseur de la plaque n° 2 :

La portée **a** est simplement supportée par un raidisseur et portée **b** fixe (soudé)

D'après le tableau de l'annexe 03

$$M_{acy} = \frac{pb^2}{80} (1 + 0.3\alpha^2) + \left[ \frac{pb^2}{24(1+0.4\alpha^4)} \right]$$

$$p = 15 \text{ bar} = 15 * 10^5 \text{ pa} ;$$

$$b = 220 \text{ mm} ;$$

$$a = 290 \text{ mm} ;$$

$$\alpha = 0.76$$

$$M_{acy} = 1839 \frac{N \cdot m}{m}$$

Formule n° 02

<=>

$$h = \sqrt{\frac{6M_{acy}}{\sigma_{adm}}}$$

$$= 9.7 \text{ mm}$$

- Déflexion maximale :  $W_{max}$

$$c = \frac{0.032}{1+0.3\alpha^3} = 0.03$$

$$W_{max} = c (1-\gamma^2) \frac{pb^4}{Eh^3}$$

$$W_{max} = 0.4 \text{ mm}$$

### 2-7-5-3 Calcul de l'épaisseur de plaque de compression :

Avec 4 cotés simplement supportés

$$p = 15 \text{ bars} = 15 * 10^5 \text{ pa} ;$$

$$b = 140 \text{ mm} ;$$

$$a = 290 \text{ mm} ;$$

$$\alpha = 0.5$$

$$\gamma = 0.29$$

Etant la plus grande, nous calculons le moment, suivant la portée b :

$$M_{bc\gamma} = \frac{pb^2}{8} \left[ \frac{1}{1+2\alpha^3} + \frac{\gamma(1+\alpha^2)}{6} \right]$$

$$\triangleright M_{acy} = 3162 \frac{N \cdot m}{m}$$

Formule n° 03

$$h = \sqrt{\frac{6M_{acy}}{\sigma_{adm}}}$$

$$= 12.07 \text{ mm}$$

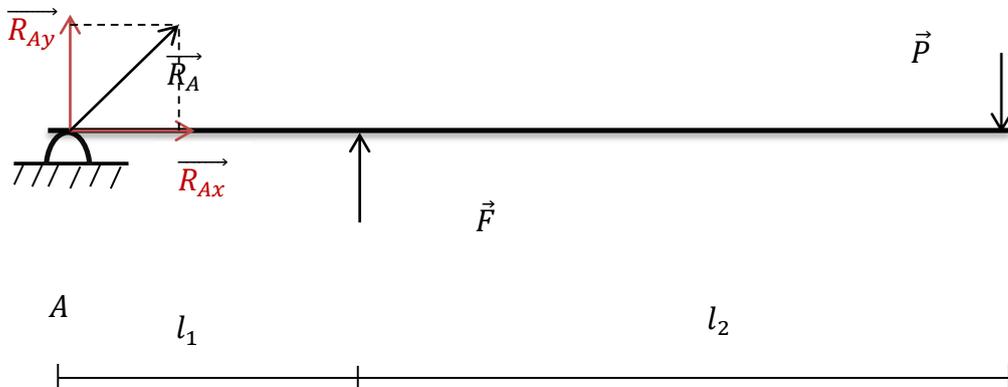
- Déflexion maximale :  $W_{max}$

$$c = \frac{0.024}{1+24\alpha^3} = 0.04$$

$$W_{max} = c (1-\gamma^2) \frac{pb^4}{Eh^3}$$

$$W_{max} = 0.06 \text{ mm}$$

#### 2-7-6 Calcul de l'épaisseur du levier:



Forces :

$$\vec{R}_A, \vec{R}_{Ay}, \vec{R}_{Ax}, \vec{F}, \vec{P}$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = 0 \Leftrightarrow \vec{R}_A + \vec{F} + \vec{P} = 0$$

$$R_A + F - P = 0$$

$$R_A = P - F$$

**Zone 1 :**

Par effet de gauche :

$$M(x) = -R_A x$$

$$T(x) = -\frac{dM(x)}{dx} = R_A$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \text{si } x = 0 & M(0) = 0 \\ x = l_1 & M(l_1) = -R_A l_1 \end{cases}$$

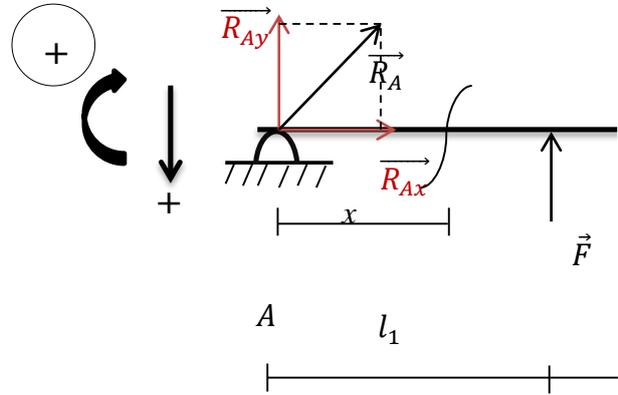
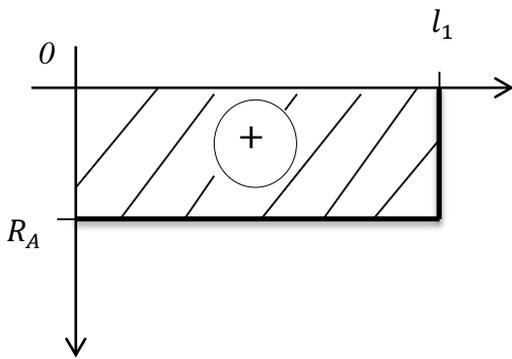
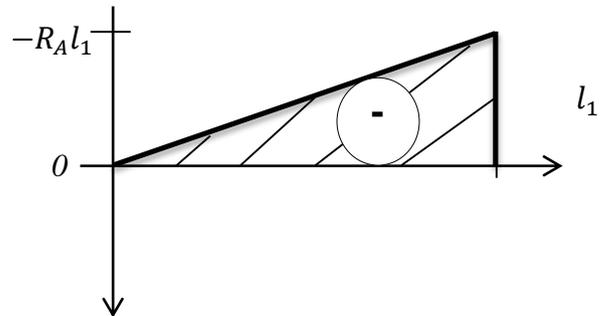


Diagramme des effets tranchants :



$$M_{max} = |-R_A l_1|$$

Diagramme du moment fléchissant :

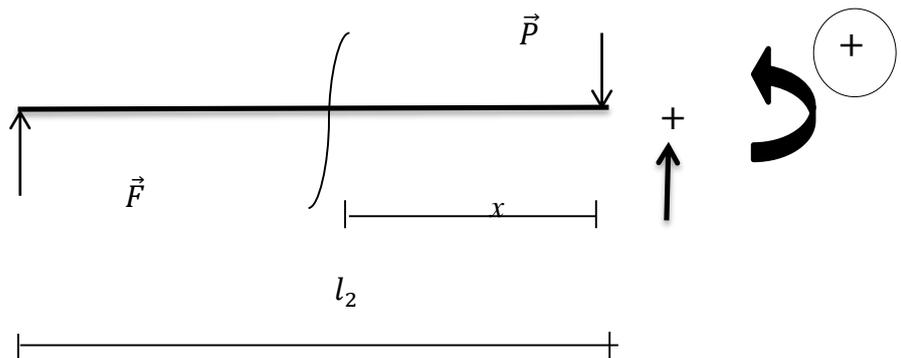


**Zone 2 :**

Par effet de droite :

$$M(x) = -P x$$

$$T(x) = -\frac{dM(x)}{dx} = P$$



$$\Leftrightarrow \begin{cases} \text{si } x = 0 & M(0) = 0 \\ x = l_2 & M(l_2) = -Pl_2 \end{cases}$$

Diagramme des effets tranchants :

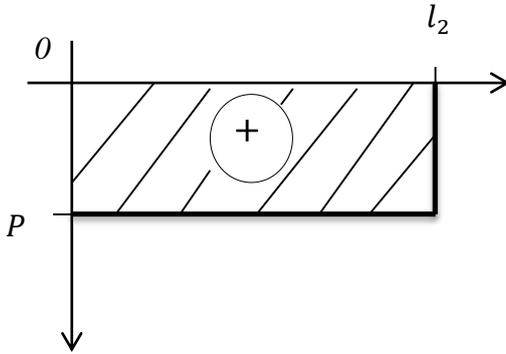
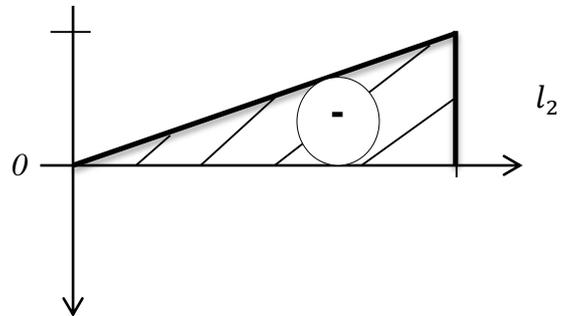


Diagramme du moment fléchissant :



Calcul du dimensionnement du levier :

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm} \quad \text{or } \sigma_{adm} = R_{pg} \Rightarrow R_{pg} = \frac{1}{2} \frac{R_e}{s}$$

$$\sigma_{max} = \frac{\sum \vec{F}_{app}}{A} \quad \text{avec } A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\frac{\sum \vec{F}_{app}}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq \frac{1}{2} \frac{R_e}{s}$$

$$\frac{(F+P+R_{Ay})}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq \frac{1}{2} \frac{R_e}{s}$$

Formule n° 04

$$d \geq \sqrt{\frac{8s(P+F+R_A)}{\pi R_e}}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{8(720+15100+14380)}{3,14 \cdot 38}}$$

$$\Rightarrow d \geq 14.12 \text{ mm}$$

Avec s : coefficient de sécurité entre 1-2

$R_e$  = Résistance d'élasticité = 360 N.m<sup>2</sup>

Extra doux : R x c10 = 220

Doux: X c 18 = 260

X c 32 = 320

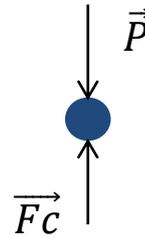
X c 42 = 360

Dimension des axes :

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm} \quad \text{or} \quad \sigma_{adm} = R_{pg} \Rightarrow R_{pg} = \frac{1}{2} \frac{R_e}{s}$$

$$\sigma_{max} = \frac{\sum \vec{F}_{app}}{A} \quad \text{avec} \quad A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\frac{\sum \vec{F}_{app}}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq \frac{1}{2} \frac{R_e}{s}$$



Formule n° 05

$$d \geq \sqrt{\frac{8s(P+F_c)}{\pi R_e}}$$

$$\frac{(P+F_c)}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq \frac{1}{2} \frac{R_e}{s}$$

$$\text{AN : } d \geq \sqrt{\frac{8(720+1500)}{3.14 \cdot 38}} = 12.20 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow d \geq 12.20$$

### 2-7-7 Dimensionnement du pied

- On a ; poids :
- De la moule = 20 kg
  - Du Levier : 3.3 kg
  - Des Pistons : 3.7 kg
  - De la bielle : 3 kg
  - Du mélange terre ciment : 8 kg

Le pied est soumis à la flexion

On suppose que la charge est uniformément répartie avec :

Formule n°06 :

$$q = \frac{P}{L}$$

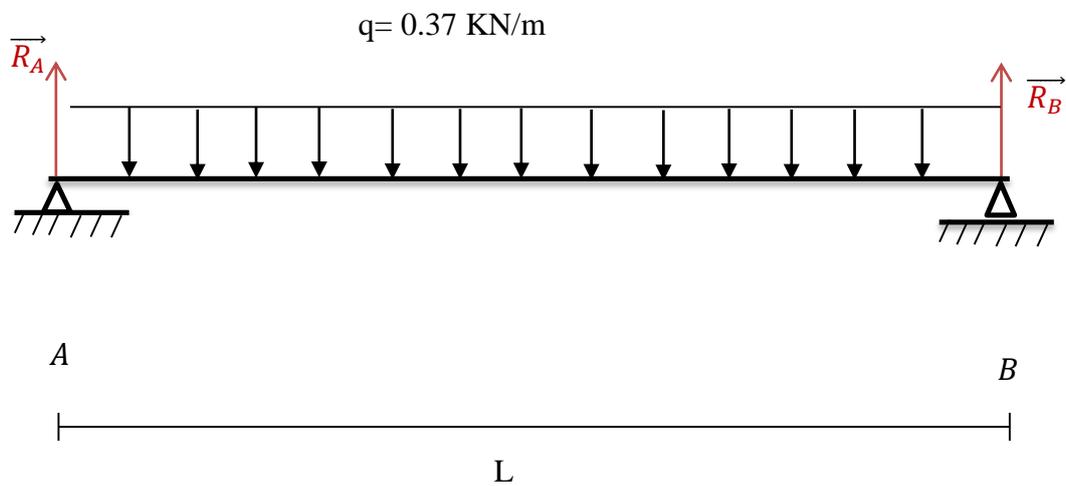
Avec

$q$  = charge supporté par le pied

$P = 38\text{kg}$  et  $L = 1\text{ m}$

$$= \frac{38 \cdot 9.8 \cdot 10^{-3}}{1}$$

$q = 0.37\text{ KN/m}$



⇒ Réaction d'appuis

$$R_A + R_B = \frac{qL}{2} = \frac{0.37}{2}$$
$$= 0.74\text{ KN}$$

➤ **Effort tranchant :**

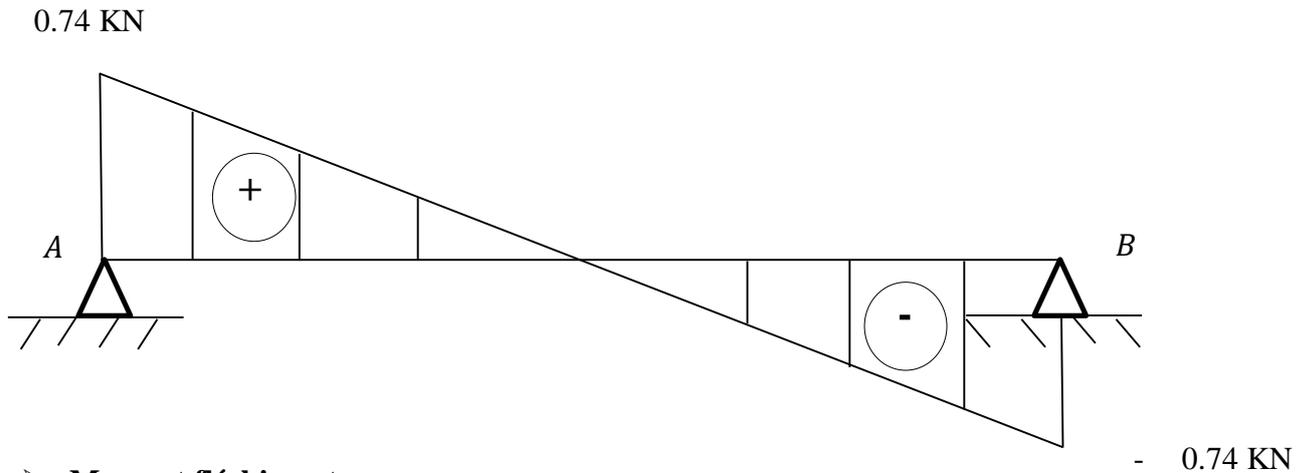
$$T(x) = q \left( \frac{L}{2} - x \right)$$

$$\text{Si } x = 0 \Rightarrow T(0) = \frac{qL}{2} = 0.74\text{ KN}$$

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

$$x = L \Rightarrow T(L) = -\frac{qL}{2} = -0.74\text{ KN}$$

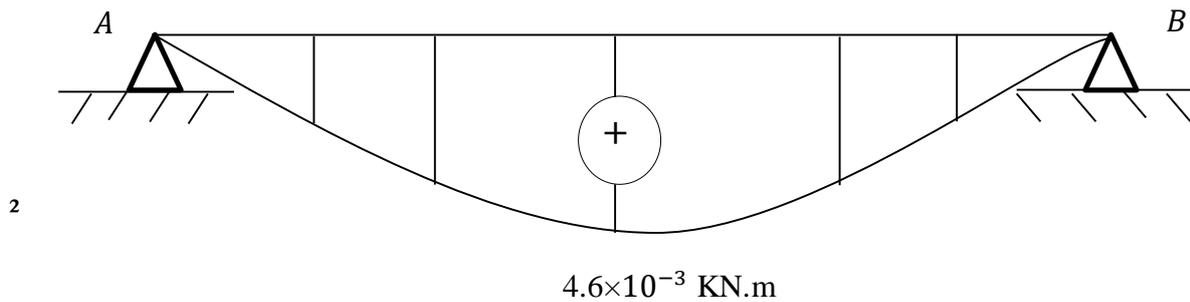
Diagramme de l'effort tranchant :



➤ **Moment fléchissant :**

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

$$M_{max} = M\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{qL^2}{8} = \frac{0.37}{8} = 4.6 \times 10^{-3} \text{ KN.m}$$



Condition de résistance en flexion :

En utilisant l'acier S235  $\Rightarrow \delta_r = 235 \text{ MPa} = 2350 \text{ Kgf/cm}^2$  [11]

- $\delta_{adm} = \frac{\delta_r}{s}$   $s =$  coefficient de sécurité ,  $s = 1$

$$\delta_{adm} = 2350 \text{ Kgf/cm}^2$$

- $\delta_{flexion} = \frac{M}{W_{z_{1el}}} \leq \delta_{adm}$

$$W_{z_{1el}} \geq \frac{M}{\delta_{adm}}$$

$$\Rightarrow W_{z_{1el}} \geq \frac{4.6 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \cdot 10^2}{2350}$$

$$W_{z_{1el}} \geq 0.0196 \text{ cm}^3$$

Nous avons utilisé le fer cornière (40mm × 40mm × 6mm) pour la réalisation avec la caractéristique suivant :

$$W_y = W_z = 1.26 \text{ cm}^3 \geq 0.0196 \text{ cm}^3$$

Vérification de la flèche :

Avec :

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

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

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

$$I \geq \frac{5qL^3 * 200}{384 E}$$

$$I \geq 0.02 \text{ cm}^4$$

Or pour un fer cornière (40mm\*40mm\*6mm) I= 10.10  $\text{cm}^4 \geq 0.02 \text{ cm}^4$  [ annexe V]

## 2-8 Méthode de fabrication ou gamme de fabrication

Après avoir effectué tous les calculs nécessaires, le procédé suivant concerne la réalisation du matériel proprement dit. Durant cette étape, chaque opération est plus délicate et doit respecter des normes. Les éléments constitutifs de la presse-brique manuelle doivent être effectués à la perfection afin de ne pas perdre des matériaux qui sont onéreux. Chaque élément est représenté par un dessin d'ensemble et un dessin de définition car certains défauts ne seront pas tolérés surtout pour les pièces à usiner. Pendant la confection, la moindre erreur signifie une augmentation de coût et une perte de temps pour la fabrication de la machine.

Les normes liées à la sécurité ne devraient pas être négligé pour mieux minimiser les risques et l'accident pendant le travail. L'utilisation de certain matériel de fabrication exige la détention de compétence et de l'expérience de son utilisateur comme pour l'usage de tour.

C'est pour cela que la réalisation doit être effectuée dans un atelier de fabrication qui suit les normes imposées dans un atelier. Pendant cette période, plusieurs taches sont nécessaires. Cela commence par la mesure et le traçage des pièces, le débitage, le pliage, le tournage, l'assemblage, et la finition qui est constituée de l'ajustage et du revêtement extérieur.

#### ❖ Norme et mesure

Ce procédé est le plus raffiné car la moindre erreur amène à la destruction des matériaux de fabrication. Or, chaque matériau est trop coûteux. Pour la duplication en masse de cette machine, cette opération devrait être effectuée à l'aide d'une machine dont l'utilisation des gabarits adaptés à chaque pièce sera un atout. Ici, on ne dispose pas encore de gabarit.

Alors, la mesure est prise manuellement mais elle est réalisée avec la plus grande discrétion. C'est ainsi que l'utilisation de dessin technique détaillé de chaque élément reste un outil primordial et nécessaire dans la construction mécanique. Chaque matériau est mesuré avant de faire quoi que ce soit. Les appareils de mesure de longueur sont nécessaires pendant la prise de mesure. Ce sont : le mètre à ruban, la réglette, l'équerre, le rapporteur, le pied à coulisse et palmer pour la mesure de précision.

#### ❖ Traçage

Après la prise de mesure, il faut mettre de trace sur les matériaux mesurés pour pouvoir prendre la forme voulue. Les matériels suivants permettent d'effectuer le marquage sur le matériau. Ce sont : crayon, marqueur permanent, pointeau, marteau. L'obtention d'une trace bien droite nécessite l'utilisation d'une réglette. Le temps de traçage de toutes les pièces est de 2 heures.



**Photo n° 08 : Mesurage**

❖ Débitage

Le débitage de la pièce se fait avec les matériels suivants : le débitage avec une meuleuse électrique est beaucoup plus efficace et rapide .

La plaque métallique d'une épaisseur de 5 mm nécessite l'utilisation de burin, marteau et meuleuse électrique. Le temps de débitage de toutes les pièces est de 8 heures.



**Photo n° 09 : Découpage**

❖ Perçage

Le procédé de perçage est exécuté à l'aide d'une perceuse électrique. Il faut percer progressivement les trous sur la caisse et le pied avec un diamètre 6mm ; pour avoir un trou de 6mm, il faut commencer par l'utilisation d'un pointeau, puis un foret de 4 mm car le perçage forcé avec un foret de 6 pourrait provoquer des accidents ainsi que la destruction du matériel utilisé. Pour les trous de diamètre 16mm et 20mm, le perçage est exécuté à l'aide d'une perceuse fixe. L'usage d'eau pendant ce procédé est à recommander. Le temps de perçage est de 3 heures

❖ Tournage :

Le tournage consiste à ajuster la dimension des axes qu'on a utilisés à la machine en utilisant un tour mécanique. Pour le cas de l'axe du piston inférieur et l'axe de la bielle, on a ajusté une partie de l'axe de 20 mm en 16 mm.

### ❖ Assemblage

2 modes d'assemblage ont été utilisés pendant la réalisation.

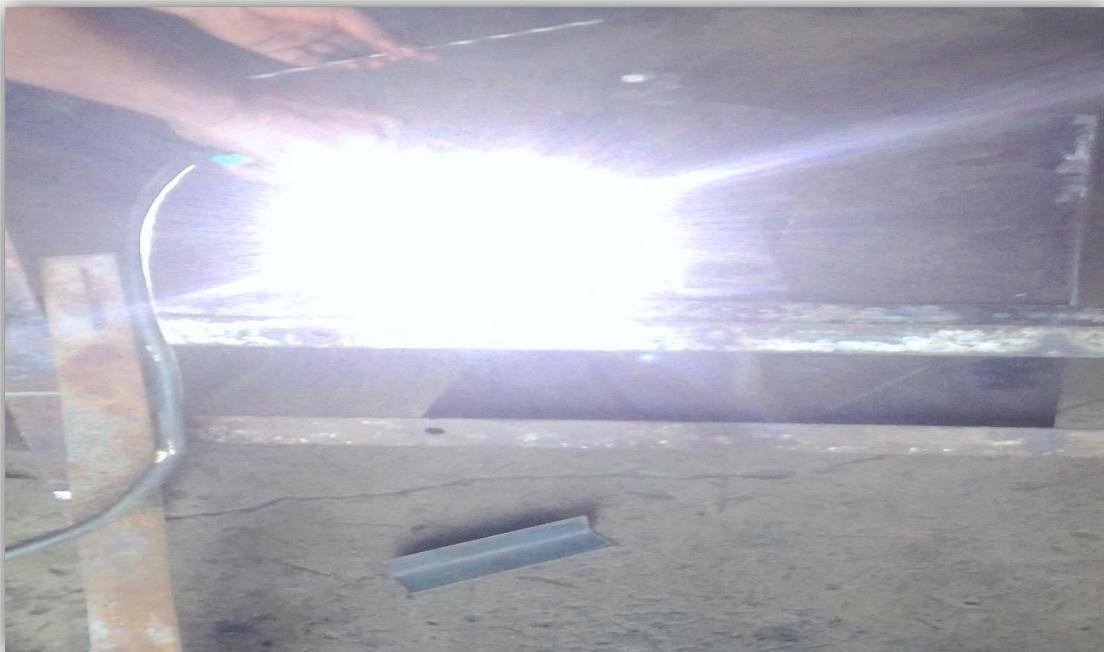
Ce sont :

#### L'assemblage par boulonnage :

C'est un assemblage démontable. Il consiste à réunir deux complexes que l'on désire pouvoir le séparer facilement à l'aide d'un boulon c'est-à-dire des vis et des écrous. L'outil nécessaire pour cette opération est une clé plate ou pipe ou hexagone de 6.

#### L'assemblage par soudage :

Il est plus pratique pour l'assemblage des pièces à encastrer. Le soudage à l'arc électrique fera l'affaire pour les aciers. Pour ce dernier, on utilise une électrode de 1.5. Pour le réglage de la poste à souder, l'intensité à prendre est de 25A à 30A. Pendant le soudage de la caisse, on a utilisé des électrodes de 3.5 car l'épaisseur dépasse de 10mm. La machine-outil utilisée est une poste soudeuse et des lunettes.



**Photo n° 10 : Soudage**

### ❖ Ajustage

Après avoir terminé l'assemblage de chaque pièce, la machine devrait être opérationnelle. Mais pour obtenir une forme bien élaborée, il faut enlever les bavures à l'aide d'une meuleuse portable. Ainsi, on peut procéder à l'essai à blanc de la machine afin de

corriger les erreurs commises pendant la fabrication. Deux autres essais sont aussi indispensables pour que la machine soit efficace.



**Photo n° 11 : Ajustage**

❖ Revêtement extérieur

Lorsque tous les procédés de fabrication sont achevés et que le prototype fonctionne correctement en fin d'ajustage, un revêtement extérieur est appliqué sur la machine. Cette opération consiste à peindre la presse-brique pour éviter la rouille et d'avoir une bonne esthétique à l'extérieur. L'utilisation d'un compresseur avec un pistolet à peinture permet d'avoir un coloriage uniforme et bien ajusté à l'épaisseur voulue. L'utilisation de masque de protection est obligatoire pendant l'opération car c'est un produit chimique très toxique. La peinture à huile est diluée avec du diluant avant l'application.

## **2-9 Méthode d'analyse économique**

### ***2-9-1 Calcul du coût de revient***

L'évaluation du coût de revient de la presse-brique est obtenue en faisant la somme des prix des matières premières, des coûts de fabrication

### 2-9-2 Calcul du prix de vente de la machine

Le prix de vente de la machine est la somme du prix de revient de la machine plus la marge bénéficiaire, avec une marge bénéficiaire (MB) de 25% du coût de fabrication.

Formule n° 08

$$PV = PR + MB (25\% CF)$$

Avec PV= prix de vente

PR= prix de revient

### 2-9-3 Méthode de formulation de rentabilité liée à l'utilisation de la machine

#### ➤ L'investissement

L'investissement est le fonds, objet de dotations aux amortissements annuels pour voir le renouvellement. Il est composé par des immobilisations incorporelles et corporelles. C'est la somme des prix de vente des matériels nécessaires.

#### ➤ L'amortissement

L'amortissement constitue une démarche comptable qui vise à évaluer la dépréciation subie par les biens durables. Il constitue une charge pour l'exercice sans pour autant se traduire par une sortie de fonds. C'est donc un jeu d'écritures comptables.

*-L'amortissement annuel*

Il existe trois modes de calcul de l'amortissement d'après le PCG 2005, à savoir l'amortissement linaires, l'amortissement dégressif et le mode d'amortissement de l'unité de production (l'amortissement industriel ou technique). Nous allons utiliser l'amortissement linéaire de calcul, c'est-à-dire la charge constante sur la durée d'utilisation de l'actif.

$$\text{Amortissement} = \text{Annuité} - \text{Intérêt}$$

➤ **L’approvisionnement**

C’est le compte (matières premières consommées, matières et fournitures consommées, marchandises vendues) relatif aux achats de matières consommables. Il fonctionne différemment selon le système d’inventaire mis en place dans l’entité : inventaire intermittent ou inventaire permanent.

➤ **Les charges**

- ✓ Elles comprennent : les charges salariales, les coûts des facteurs de production, les charges patronales.
- ✓ Charges financières : ce compte peut être subdivisé en fonction des besoins en information, afin de faire apparaître la nature ou l’origine des charges (charge d’intérêt, moins-value de cession sur instruments financiers, ect ...)
- ✓ Impôt et taxe : l’impôt sur les bénéfices, à verser obligatoirement à l’Etat.
- ✓ Autres charges : les éléments par nature figurant dans ce compte sont réputés non constituants du résultat des activités ordinaires de l’entité (transport, fermage réel,).
- ✓ Services extérieurs : les comptes 61 et 62 enregistrent les charges externes autres que les achats en provenance des tiers. Le grand nombre de catégories de charge constituant les charges externes conduit à l’utilisation de deux comptes divisionnaires, 61 et 62. Ces deux comptes sont généralement regroupés sur même ligne au niveau du compte de résultat.

➤ **Fonds de roulement**

Calcul de fonds de roulement est essentiel à la création de l’entreprise parce qu’il permet de déterminer comment sont allouées les ressources stables de l’entreprise (capital propre et emprunts). Le calcul du fonds de roulement permet de mettre en évidence la politique de financement des investissements nécessaires à l’activité de l’entreprise. Enfin, déterminer le fonds de roulement, c’est définir un excédent ou un besoin de ressources financières

### 2-9-3-1 Identification des outils d'évaluation

#### ➤ **La valeur actuelle nette VAN**

La VAN est une méthode d'actualisation des recettes nette pour analyser la rentabilité des investissements. Plus précisément pour avoir quelle alternative serait rentable à partir l'analyse de coût et des bénéfices.

La VAN est représenté par la formule n° 10

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^n \frac{CF(t)}{(1+a)^t}$$

Avec :

CF(t) : cash-flow prévu de l'année

a : taux d'actualisation qui est égale à 20%

n : durée de vie d'investissement

I : investissement initial

#### **Interprétation**

La VAN peut être positif nulle, ou négative.

- Si  $VAN > 0$  la rentabilité est supérieur au taux exigé donc le projet est rentable.
- Si  $VAN = 0$  la rentabilité est égal au taux exigé, l'investissement est ni perte ni bénéfice.
- Si  $VAN < 0$  la rentabilité est inférieur au taux exigé donc les investissements est non rentable.

#### ➤ **Le taux de rentabilité interne TRI**

Le taux de rentabilité interne est le taux d'actualisation qui donne une valeur nette actualiser égale à zéro ou un indice de profitabilité égal à un.

Formule n° : 11

$$TRI = \sum_{i=1}^n \frac{MBA}{(1+i)^i} - C = 0$$

i = taux de rentabilité interne à calculer

Le taux de rentabilité interne eut être supérieur ou égal ou inférieur ou égal au taux de capital exigé t.

### Interprétation :

- Si TRI est au taux d'actualisation donc le projet est ni perte ni bénéfice.
- VAN est égal à 0

#### ➤ Le délai de récupération des capitaux investis DRCI

C'est le temps au bout duquel le cumul des marges brutes d'autofinancement est égal au montant du capital investi.

$$d = \frac{VAN}{Investissement}$$

Avec

- d : durée de récupération du capital investi [ans-mois-jours]
- VAN : valeur actuelle nette (Ar)
- Investissement (Ar)

#### ➤ L'indice de profitabilité ou indice de rentabilité

L'indice de profitabilité indique le moment qui rapporte un ariary des capitaux investi.

L'indice de profitabilité peut être supérieur ou égal ou inférieur à 1

$$IP = \frac{VAN+I}{I}$$

Le projet est rentable si son indice de profitabilité est supérieur à 1, le projet d'investissement est d'autant plus intéressant si son indice de profitabilité est plus grand.

Intérêt  $I = C \times t$

$$\text{Annuité, } A + Co \times \frac{i}{1-(1+i)^{-n}}$$

Cash-flow = Résultat net + amortissement

Résultat net = total des produit – total des charges

Cash-flow = résultat net + dotations à l'amortissement

### 2-10 Essai et test

#### ➤ Essai technique :

En général, un seul pressage suffit pour effectuer le compactage ; mais on a vu pendant l'essai qu'au cas où il y a surpoids du mélange dans la moule, le pressage demande beaucoup plus de force et voire même impossible à presser. A l'absence de tiroir de remplissage et de trémie, le remplissage de la moule se fait manuellement.

➤ Essai ergonomique :

Pendant le déplacement, la présence des deux petites roues en arrière de la presse-brique est très importante. Avec un abatage démontable sur le levier le pressage est un peu léger. Pendant le transport ; la machine est démontable avec un socle ou un pied pliable. Il est préférable d'avoir un coéquipier mais cela ne veut pas dire que le travail ne peut pas être effectué par une seule personne.

➤ Essai mécanique

Durant ce type d'essai on a constaté aucune déformation ou défaillance des pièces sur la machine.

# **PARTIE III :**

## **RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

## PARTIE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

### CHAPITRE I : Mécanisme général

Après avoir étudié la meilleure décision ; on a pu avoir le mécanisme général de la presse qui est présenté par le schéma ci-après

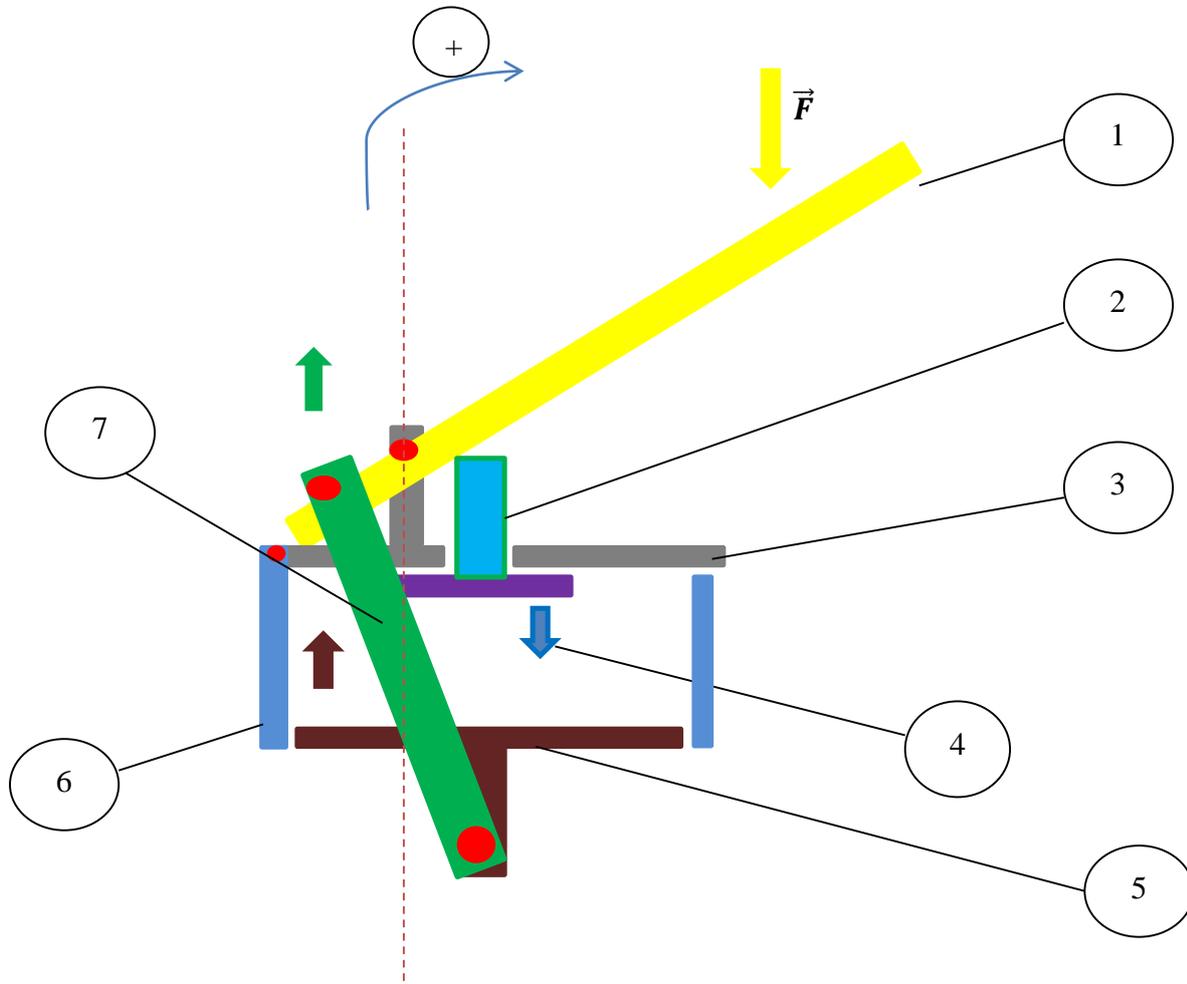


Schéma n° 13 : Fonction globale de la machine

Le tableau suivant montre les noms de chaque pièce constitutive de la machine.

Tableau n° 08 : Nomenclature

Numéro	Désignation
1	Levier
2	Tige du piston supérieur
3	Couvercle
4	Piston supérieur
5	Piston inférieur
6	Bielles
7	Moule

### 1-1 Fonction de chaque élément constitutif

En général, les éléments sous-mentionnés dans le tableau suivant constituent les pièces de fonctionnement de la presse-brique

**Tableau n° 09** : fonction de l'élément de la machine

<i>Description</i>	<i>Fonction</i>
<i>Levier</i>	Actionne la presse-brique par la force humaine
<i>Bielles</i>	Transmettent la force humaine $\vec{F}$ du levier vers le piston inférieur
<i>Piston inférieur</i>	Presse le mélange dans la moule avec un mouvement de bas vers le haut
<i>Tige du piston supérieur</i>	Transmet la force $\vec{F}$ du levier vers le piston supérieur
<i>Piston supérieur</i>	Presse le mélange dans la moule avec un mouvement de haut vers le bas
<i>Couvercle</i>	Bloque le mélange pour ne pas sortir vers le haut et placé comme guide du piston supérieur
<i>Moule</i>	Chambre de compression du mélange

### 1-2 Principe de fonctionnement

La presse-brique est une machine simple, bon marché, portable, pour fabriquer des blocs de construction. La presse-brique, entièrement en acier, comporte une moule dans laquelle deux pistons à la main compriment un mélange légèrement humidifié de terre et de ciment ou de chaux.

Le principe de fonctionnement est comme suit :

- ❖ Ouvrir le couvercle. S'assurer que le piston est complètement en bas. S'il est partiellement remonté, il ne sera pas possible d'avoir la quantité correcte de mélange dans la boîte. Verser la quantité convenable du mélange terre-ciment dans la boîte. L'utilisateur doit déterminer la quantité correcte de mélange pour chaque bloc;
- ❖ Replacer le couvercle.
- ❖ Mettre le levier en position verticale laissant le piston inférieur tomber en place

- ❖ Mettre le levier en position horizontale sur le côté opposés aux cylindres inférieurs.
- ❖ Mettre le levier en position verticale, remettre le levier à sa position d'arrêt sur le piston inférieur.
- ❖ Abaisser le levier vers le sens négatif avec force pour éjecter le bloc

## **CHAPITRE II : Dessins techniques**

### **2-1 Dessin d'ensemble**

En dessin technique, le dessin d'ensemble est la présentation complète d'un mécanisme. Il permet de voir la position exacte de chacune des pièces afin que le monde puisse faire une idée concrète du fonctionnement du mécanisme. Souvent, il est accompagné d'une nomenclature proposant une désignation de chaque pièce.

### **2-2 Dessin détaillé**

Le dessin détaillé nous permet de voir un à un chaque pièce constructive de la machine, les dimensions en cotations normalisés et les modes d'usinage seront mentionner avec.

### **2-3 Liste de planche**

Planche n° 01 : Vue d'ensemble

Planche n° 02 : Levier

Planche n° 03 : Couvercle

Planche n° 04 : Bielles

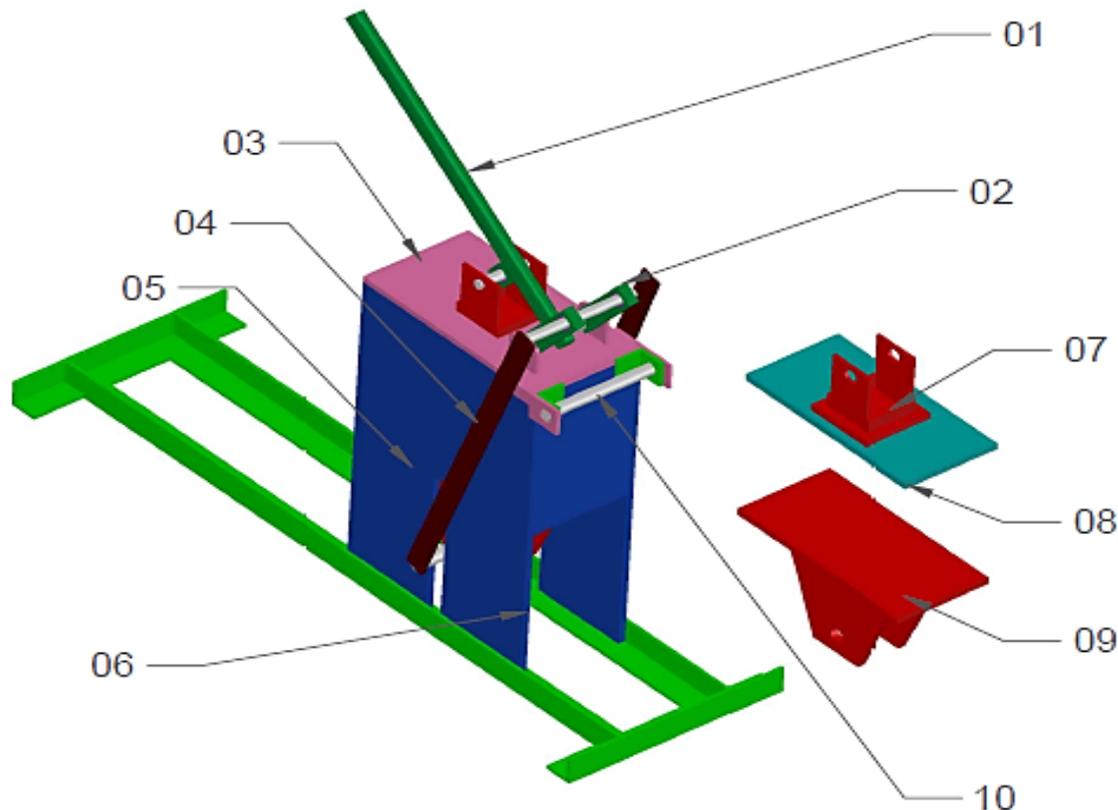
Planche n° 05 : Caisse ou Moule

Planche n° 06 : Pieds

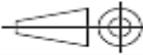
Planche n° 07 : Piston inférieure

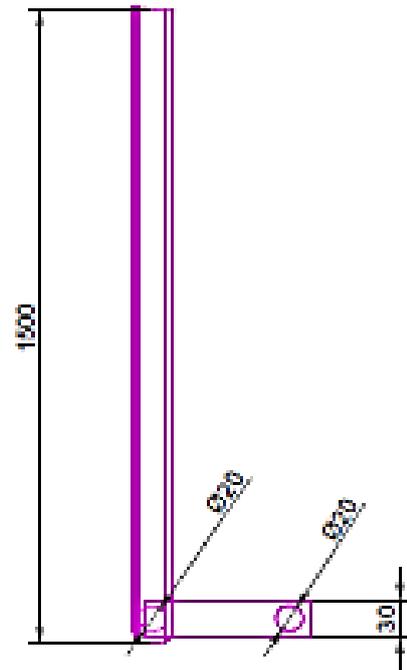
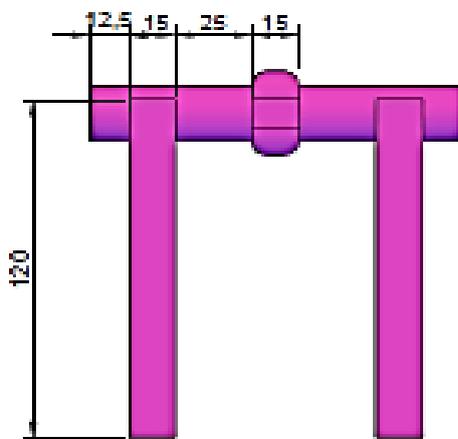
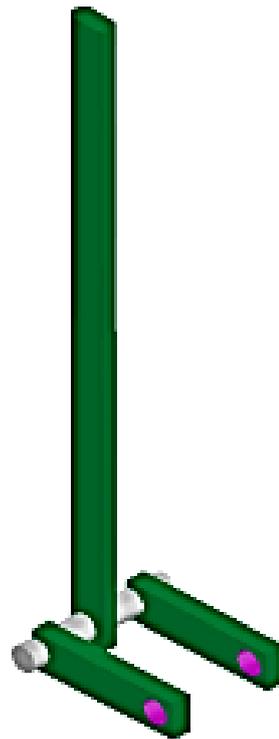
Planche n° 08 : Piston supérieure

Planche n° 09 : Plateau de compression

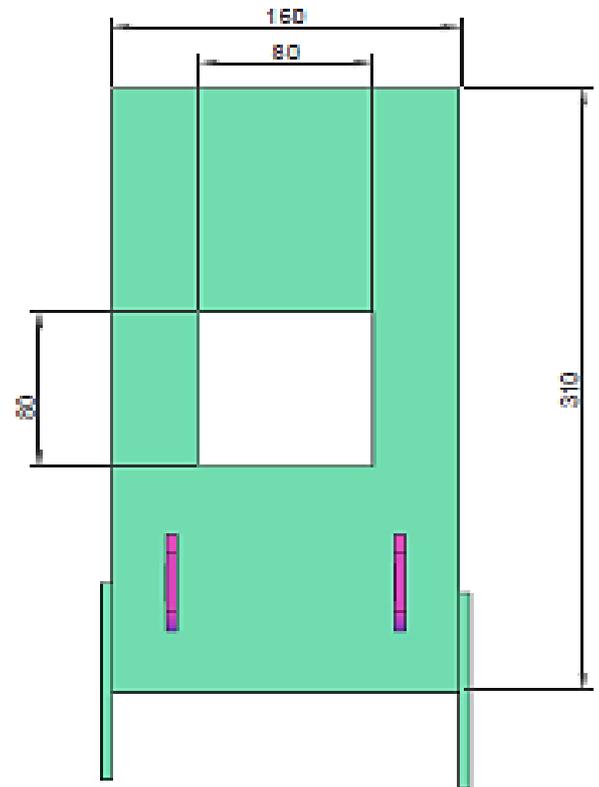
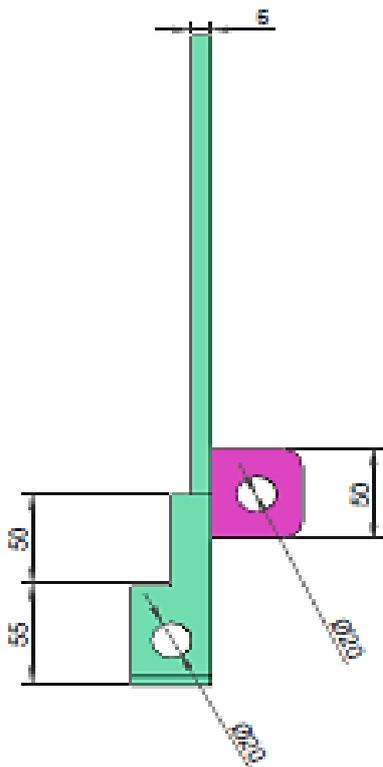
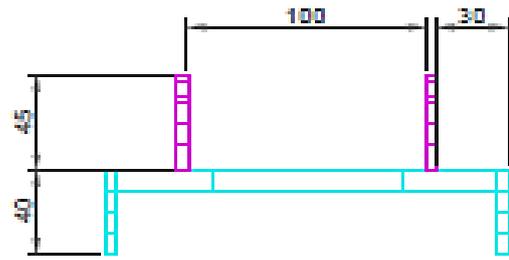
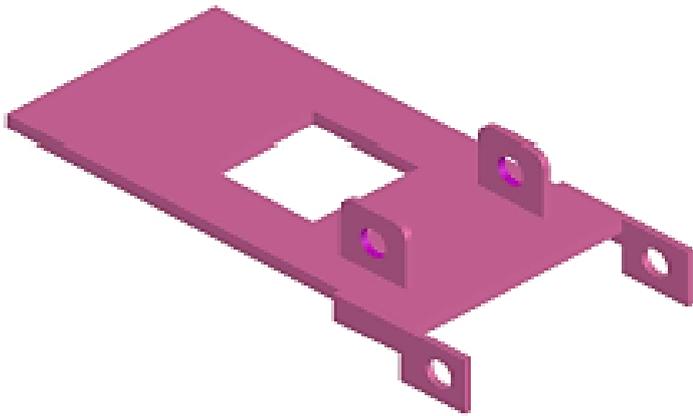


<i>RP</i>	<i>Nbr</i>	<i>DESIGNATIONS</i>	<i>MATIERE</i>
10	4	Axes	Fer rond lisse
09	1	Piston inférieure	TPN e = 10
08	1	Plateau de compression	TPN e = 10
07	1	Piston supérieure	TPN e = 6
06	1	Pieds	Fer corniere 40x40
05	1	Caisse ( moule)	TPN e = 6
04	2	Bielles	Fer plat 40 x 6
03	1	Couvercle	TPN e = 6
02	1	Genou	TPN e=10
01	1	Levier	Fer rond lisse ø 30
<i>RP</i>	<i>Nbr</i>	<i>DESIGNATIONS</i>	<i>MATIERE</i>

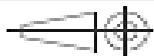
ECHELLE 1/8	<b>VUE D'ENSEMBLE</b>	NANDRASANIAVO Henintsoa	MEMOIRE	
		Date: Janvier 2023		
A4 H	<b>IES-AV</b>	MECANISATION AGRICOLE	PL	01



ECHELLE 1/5 	<b>LEVIER ET GENOU</b>	NANDRASANIAVO Henintsoa	<b>MEMOIRE</b>	
<b>A4 H</b>		Date: Janvier 2023		
<b>A4 H</b>	<b>IES-AV</b>	MECANISATION AGRICOLE	<b>PL</b>	<b>02</b>



ECHELLE 1/4



## COUVERCLE

NANDRASANIAVO  
Henintsoa

Date: Janvier 2023

MEMOIRE

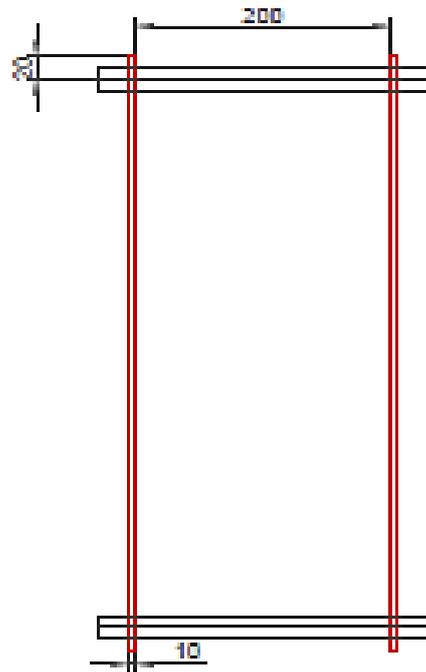
A4 H

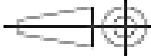
IES-AV

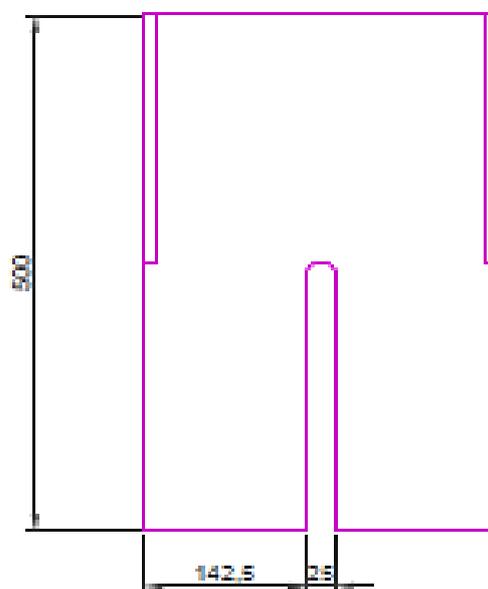
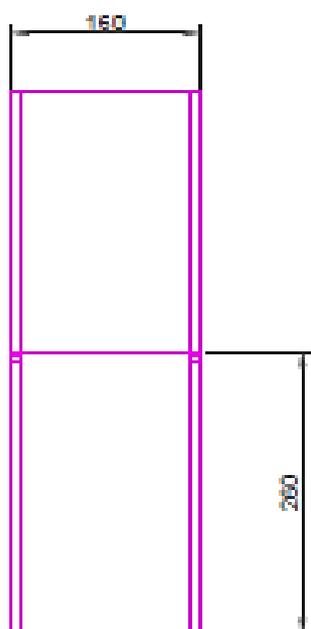
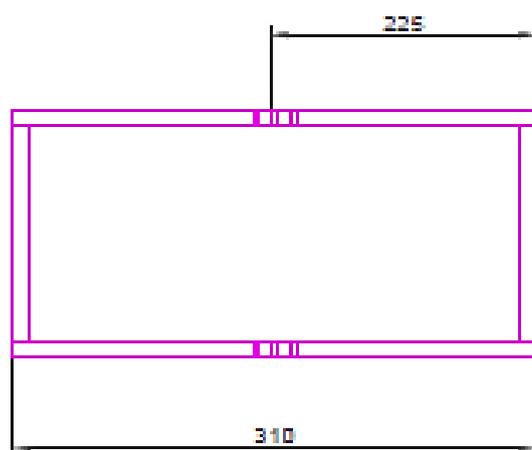
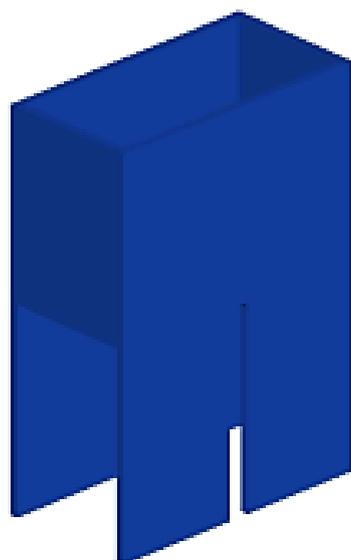
MECANISATION  
AGRICOLE

PL

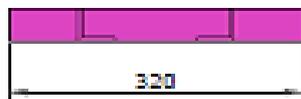
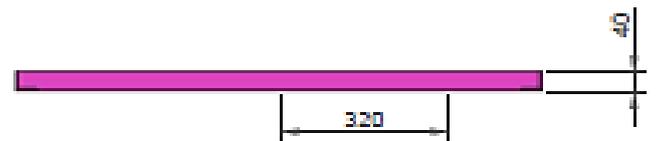
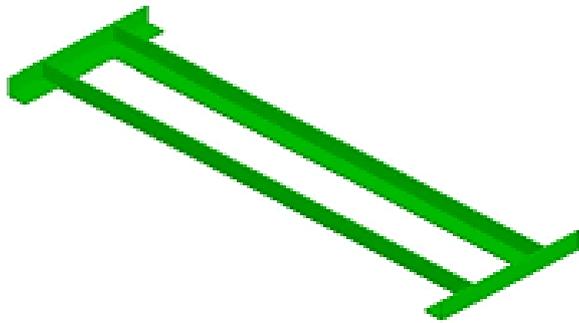
03



ECHELLE 1/5	<h1>BIELLE</h1>	NANDRASANIAVO Henintsoa	<h1>MEMOIRE</h1>	
		Date: Janvier 2023		
A4 H	<h1>IES-AV</h1>	MECANISATION AGRICOLE	PL	04



ECHELLE 1/7	<b>CAISSE</b>	NANDRASANTIAVO Henintsoa	<b>MEMOIRE</b>	
		Date: Janvier 2023		
A4 H	<b>IES-AV</b>	MECANISATION AGRICOLE	PL	05



ECHELLE 1/12



**CADRE**

NANDRASANIAVO  
Henintsoa

Date: Janvier 2023

MEMOIRE

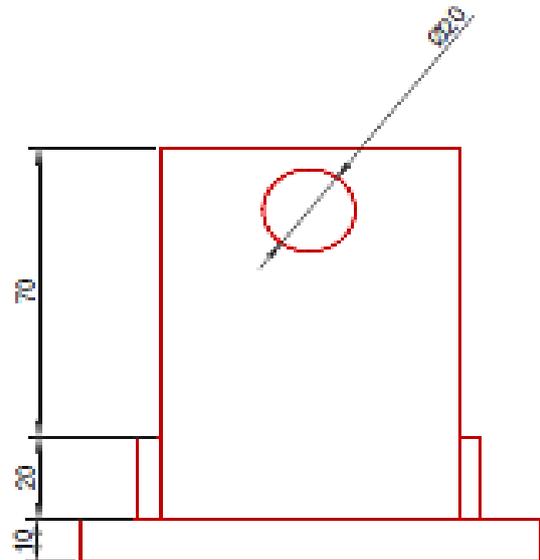
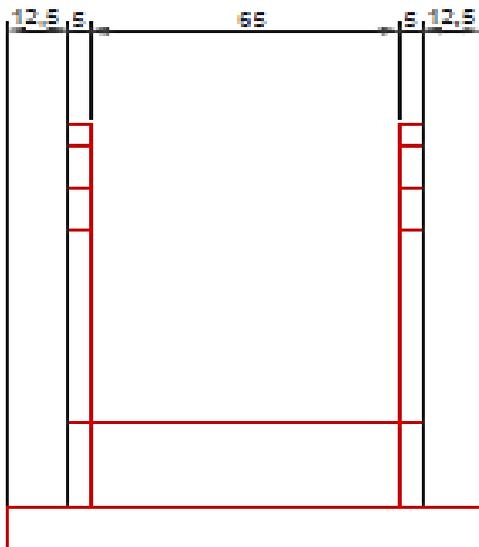
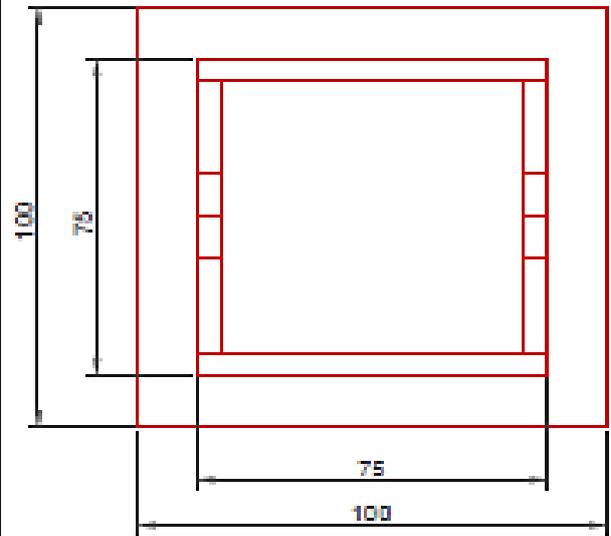
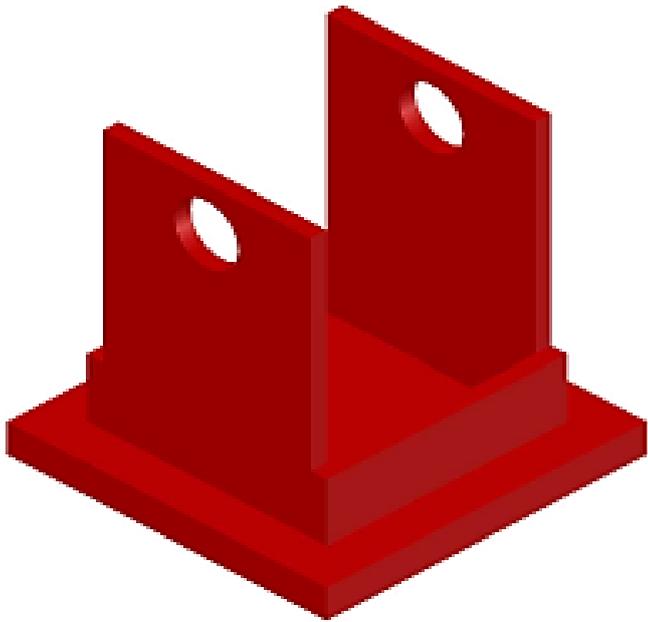
A4 H

**IES-AV**

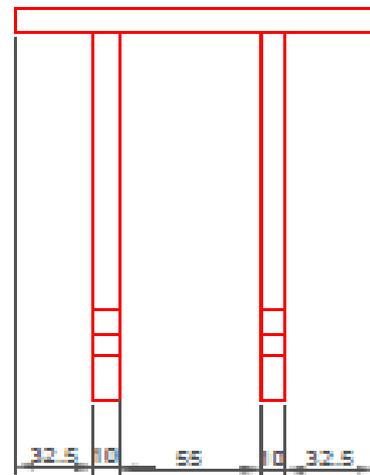
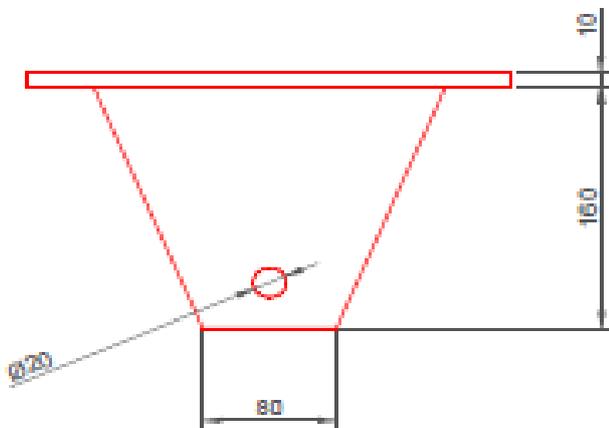
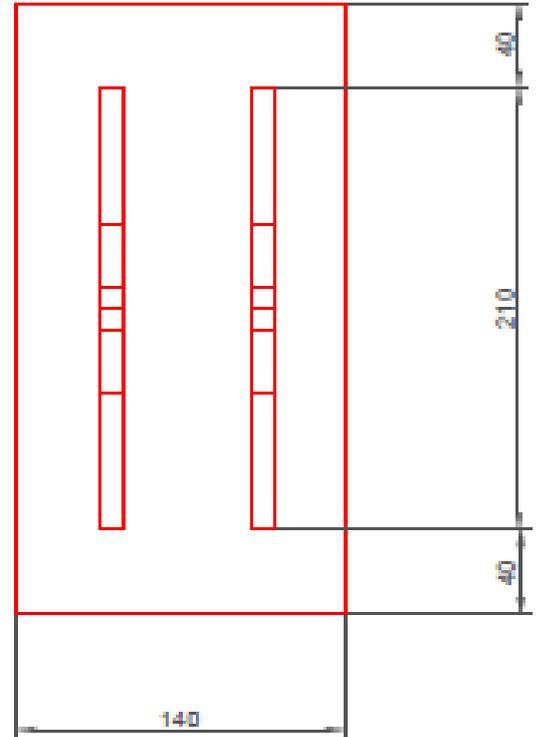
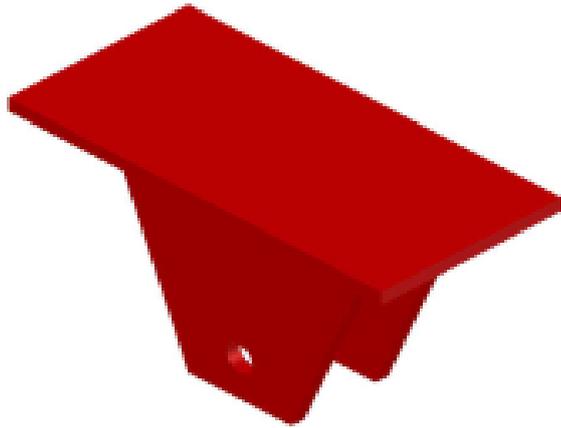
MECANISATION  
AGRICOLE

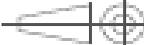
PL

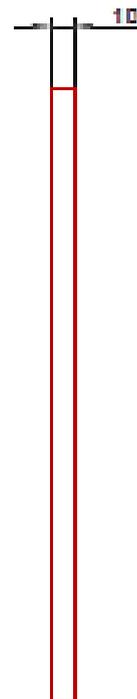
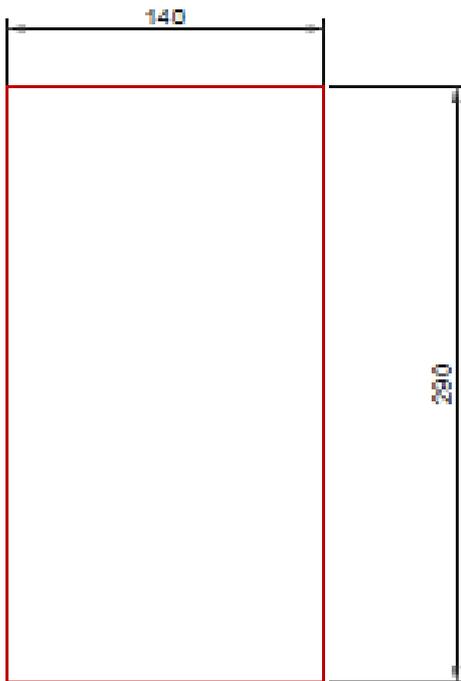
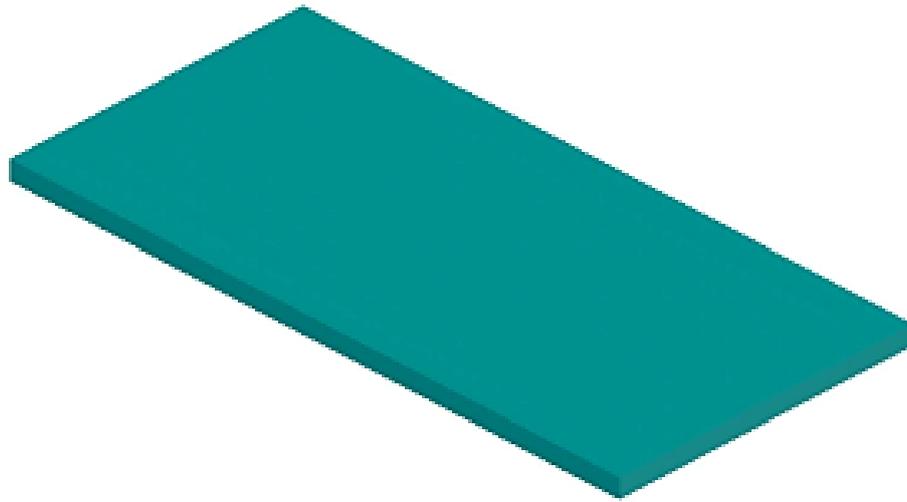
06



ECHELLE 1/2 	<h1>PISTON SUPERIEUR</h1>	NANDRASANIAVO Henintsoa	MEMOIRE	
A4 H		Date: Janvier 2023		
A4 H	<h2>IES-AV</h2>	MECANISATION AGRICOLE	PL	07



ECHELLE 1/3 	<h1 style="text-align: center;">PISTON INFERIEUR</h1>	NANDRASANIAVO Henintsoa	MEMOIRE	
A4 H		Date: Janvier 2023		
<h2 style="margin: 0;">IES-AV</h2>		MECANISATION AGRICOLE	PL	08



ECHELLE 1/2	<b>PLATEAU DE COMPRESSION</b>	NANDRASANIAVO Henintsoa	MEMOIRE
		Date: Janvier 2023	
A4 H	<b>IES-AV</b>	MECANISATION AGRICOLE	PL 09

### CHAPITRE III : Résultats des essais

On a effectué 4 essais pour avoir le meilleur résultat

#### Essai 01 :

**Tableau n°10:** Quantité du mélange à presser

Terre (kg)	Ciment (3% de la terre)	Eau (L)
6	0.18	0.5



**Photo n° 12 :** Résultat de l'essai 1

Interprétation : Pendant le démoulage la brique se brise en deux parce que la quantité du mélange qu'on a pressé n'est pas suffisante. D'où le compactage est insuffisant et la brique se brise facilement.

#### Essai 02 :

**Tableau n°11:** Quantité du mélange à presser

Terre (kg)	Ciment (4% de la terre) (kg)	Eau
7	0.28	1.5

On a augmenté la quantité de terre ainsi que le taux de ciment et l'eau dans le mélange.



**Photo n° 13 : Résultat de l'essai 2**

Interprétations : Le bloc de brique se forme mais après quelque minutes de séchage, on a observé déjà quelques fissures, on a pu constater que les fissures qui apparaissent sont causées par l'excès de l'eau pendant l'humidification.

**Essai 03 :**

**Tableau n°12:** Quantité du mélange à presser

Terre (kg)	Ciment (5% de la terre)	Eau (L)
10	0.5	0.75



**Photo n° 14 : Résultat de l'essai 3**

Interprétation: le troisième essai a été presque satisfaisant mais avec une quantité de mélange de 10 kg de terre, le pressage et le démoulage demandent beaucoup de force et beaucoup de temps ; on a remarqué aussi que lors du démoulage les angles de la brique sont mous, alors ils se cassent.

#### Essai 04 :

**Tableau n°13**: Quantité du mélange à presser

Terre (kg)	Ciment (7% de la terre)	Eau (L)
8	0.625	1.2

Après le séchage de l'essai 03 la résistance de la brique semble être faible alors pour l'augmenter, on a mis 7% de ciment dans le mélange.

Remarque : pendant le façonnage de l'essai 04, on a appris quelques leçons que lors du remplissage, on doit presser un peu sur le 4 coté du mélange dans la moule avec la main ou une petite planche pour que les côtés de la brique soient durs.



**Photo n° 15** : Résultat de l'essai 4

Interprétation : le bloc de brique est parfait avec une bonne quantité d'eau et de ciment et aussi un durcissement satisfaisant.

### *3.3.1 Dosage normal du mélange*

Tout d'abord, le mélange est constitué de 8kg de terre crue, 625 g de ciment et 1.2 L d'eau pour une seule brique

Pour savoir la bonne humidification du mélange on procède à ces deux étapes :

- Prendre une poignée de terre sèche tamisée et l'humidifier jusqu'à ce qu'elle soit assez mouillée pour former une balle pressée à main, mais ne pas la mouiller de telle façon qu'elle ne laisse plus qu'une légère trace d'eau sur la paume.
- Lancer la balle d'une hauteur d'environ 90cm sur un sol dur. Si la balle éclate en petits morceaux, la qualité de tassement varie entre bonne et assez bonne. Si elle se désintègre, la qualité est médiocre.

On a utilisé une boîte gradué pour s'assurer qu'on utilise toujours la même quantité. L'uniformité dans le chargement est absolument nécessaire pour produire des blocs uniformes.

### *3.3.2 Essai ergonomique :*

Position de pressage



**Photo n° 16** : Position de pressage

## Position de démoulage



**Photo n° 17** : Position de démoulage

Lors du test ergonomique, la manipulation de la machine est considérée par des appréciations et remarques dans le tableau 14 ci-après :

**Tableau n°14**: Résultat sur la manipulation de la presse-brique

	Remplissage	Compactage	Démoulage	Transport
Facile	Oui	Oui	Non	Oui
Moyen	Oui	Oui	Oui	Oui
Difficile	Non	Non	Oui	Non

Interprétation : Ce tableau montre la facilité et la difficulté de l'utilisation de presse pendant les différentes phases de la confection de la brique. On peut dire alors que utilisation de la machine est facile, sauf, pendant le démoulage.

### 3.3.3 Essai mécanique :

Essai à la fonction de variation de charge pour vérifier l'état de moule ; plaque et levier. Lors de cet essai on a pu voir que si la quantité du mélange est plus que la norme, le pressage est tellement difficile et même on ne peut pas effectuer le compactage ; mais rien n'est endommagé.

**Tableau n°15:** Résultat sur la manipulation de la presse-brique

Quantité du mélange	Observations
0 à 8 kg	Normal
8 à 10 kg	Pressage et démoulage possible mais avec plus de force
Plus 10 kg	Pressage impossible ; endommagement de la machine

Interprétation : d'après les 5 essais que nous avons faits, on a pu avoir la bonne quantité de mélange, estimée à 8kg mais au-dessus de cette quantité, le compactage est demande beaucoup de force et cela peut endommager le machine.

### 3.3.4 Essai technique :

#### 3.3.4.1 Rendement :

Le rendement de travail par seconde pris lors de 4 essais est exprimé par le tableau 16 suivant :

**Tableau n°16:** Rendement des essais

	Essai 01	Essai 02	Essai 03	Essai 04
Temps (seconde)	60	55	80	45

Interprétation : Au premier essai le temps de faire une brique est de 60 secondes. Et ce temps a diminué lors du deuxième essai ; mais à cause de l'augmentation de la quantité du mélange à 10 kg au troisième essai le pressage et le démoulage sont très difficiles, d'où le temps de confection d'une brique augmente aussi ; la quantité de mélange n'est pas à la norme. Donc on a trouvé la bonne quantité et le bon timing au quatrième essai.

⇒ **On peut constater que le rendement du travail est de 45 secondes par brique ; 80 briques par heures**

## **CHAPITRE IV : Analyse fonctionnelle**

### **4-1 Fonction principale**

La presse-brique a pour fonction principale d'effectuer le compactage de terre en brique par l'intermédiaire des pistons et de bielle avec une utilisation d'un levier. Elle devrait presser et ensuite démouler l'ensemble terre-ciment pour en avoir une brique de compactage homogène.

### **4-2 Fonction contrainte**

L'utilisation de matériel agricole manuel est souvent liée à l'adaptation, à la sécurité, à la protection l'environnement, à l'économie et à la maintenance. De ce fait, la conception de la presse-brique doit présenter une adaptation parfaite sur le milieu d'utilisation. Par la suite, elle ne doit pas provoquer des effets néfastes à l'environnement et à son utilisateur (sans danger). Après, en terme d'économie, elle doit pouvoir remplacer le travail de plusieurs ouvriers pendant la fabrication des briques. Et enfin, la machine doit présenter une facilité de maintenance.

### **4-3 Fonction complémentaire**

A part la brique ; la presse-brique peut produire et presser aussi toute sorte de travail concernant la terre crue, par exemple : pavé, autobloquant en utilisant des moules correspondant.

## CHAPITRE V : Gamme de fabrication

Le tableau suivant montrera les résultats de la gamme de fabrication :

**Tableau n°17 : Gamme de fabrication**

N°	TRAVAUX	MATERIAUX	OUTILLAGES ET MATERIAUX UTILISES
01	mesurage, découpage des pieds	Fer cornière 40x40	mètre, règle, tronçonneuse, scie à métaux, étau
02	traçage et pliage de la caisse	Tôle e= 10 et e= 6	règle, équerre, marteaux, tronçonneuse
03	Perçage	Fer plat e= 10	Perceuse fixe
04	découpage de fer rond pour la confection de l'axe	Fer rond Ø20 Ø16	scie à métaux
05	tournage de l'axe	Fer rond lisse Ø20 Ø16	tour mécanique
06	assemblage : par soudure, par boulonnage,	Caisse, bielle, pieds, pistons	poste de soudure, clés,
07	ajustage	Caisse ; bielle,....	ébarbeuse et lime
08	Revêtement	Peinture, diluant, antirouille	pistolet à peindre, compresseur d'air

Interprétation : La gamme de fabrication commence par le mesurage et le traçage des pièces ensuite, le découpage, le perçage et le tournage ; puis l'assemblage des pièces par boulonnage et par soudage ; après l'ajustage et enfin le revêtement avec peinture et antirouille.

## CHAPITRE VI : Dimension des pièces

Le tableau suivant montre les dimensions des pièces.

**Tableau n° 18** : Dimension des pièces

Paramètre	Dimension (mm)	Epaisseur (mm)
Plaque n° 01	300*150	10
Plaque n° 02	220*150	10
Plaque de compression	290*140	12
Levier	120	20
Axes	30	20

➤ Pour la plaque n° 01 et n° 02, on a la formule n° 01 ;

$$h = \sqrt{\frac{6M_{bcy}}{\sigma_{adm}}}$$

Avec  $\sigma_{adm} = \frac{Re}{f}$

Re = limite d'élasticité

F = facteur de sécurité

**h = 9.6 mm**

Avec la déflexion maximal de

$W_{max} = 0.02$  mm pour la plaque n°01

Et  $W_{max} = 0.04$  mm pour la plaque n° 02

⇒ **L'épaisseur des plaques de 10 mm est suffisante pour supporter la force de compactage.**

➤ Sur le cas de la plaque de compression ; la formule n° 03 montre que

$$h = \sqrt{\frac{6M_{bcy}}{\sigma_{adm}}}$$

Etant la plus grande, nous calculons le moment, suivant la portée b :

$$M_{bcy} = \frac{pb^2}{8} \left[ \frac{1}{1+2\alpha^3} + \frac{\gamma(1+\alpha^2)}{6} \right]$$

$$M_{acy} = 3162 \frac{N*m}{m}$$

Alors **h= 12.07**

Avec la déflexion maximal de

$$W_{max}=0.6 \text{ mm}$$

⇒ **L'épaisseur de la plaque compression de 12 mm est suffisante pour supporter la force de compactage.**

- Pour le levier ; nous avons pu calculer la dimension du levier, vérifier par les diagrammes du moment fléchissant, effort tranchant et la formule n° 04

$$d \geq \sqrt{\frac{8s(P+F+R_A)}{\pi R_e}}$$

$$\text{On a } d \geq \sqrt{\frac{8(720+15100+14380)}{3,14*38}}$$

$$d \geq 14.12 \text{ mm}$$

⇒ **Prenons d= 20 mm pour éviter le flambement**

- Concernant le pied de la presse :

On a pu dimensionner le pied de la presse par la connaissance de la charge supportée par le pied grâce à la formule n ° 06  $q= 0.37 \text{ KN/m}$ , la réaction aux appuis  $R_A + R_B = 0.74 \text{ KN}$  et vérifier par les diagrammes du moment fléchissant, effort tranchant

⇒ La condition de flexion des charge supportée porté par le pied et de  $W_z = 0.0196 \text{ cm}^3$  or **on a utilisé le fer cornière 40mm\*40mm\*6mm** avec la condition de flexion de  $W_y = W_z = 1.26 \text{ cm}^3$  largement supérieurs du celle du pied.

## CHAPITRE VII : Etudes économiques de la machine

### 7-1 Estimation des prix des matières première

L'estimation des prix de s matière première est présentée par le tableau n° 19

**Tableau n°19** : Estimation des prix

DESIGNATION	MATERIAUX	UNITES	QUAN TITES	P.U (Ar)	MONTANT (Ar)
Cadre	Fer cornière 40x40	Barre de 5.80 m	1	60 000	60 000
Moule	Tôle plane 10	m <sup>2</sup>	0.42	225 000	94 500
Couvercle	Tôle plane 6	m <sup>2</sup>	0.04	200 000	8 000
Levier	Fer u	Barre de 5.80 ml	1	100 000	17 000
Bielles	Fer plat 40 ( e=10)	Barre de 5.80 3.ml	1	60 000	11 000
Pistons	Tôle plane 10	m <sup>2</sup>	0.04	225 000	9 000
Plateaux de compression	Tôle Plane e : 6	m <sup>2</sup>	0.08	200 000	16 000
Abatage	Tube rectangle 50*30*1.2	Barre de 5.80 ml	1.2	59 000	11 000
Axe	Fer ø 20	Barre de 5.80 ml	1.2	60 000	12 000
Roues		U	2	2 000	4 000
Accessoires					
➤ Electrodes	Electrode 3.5	U	50	250	12 500
➤ Disque tronçonneuse	Disque 180*1.6*22	U	3	8 000	24 000
➤ Disque ébarbeuse	Disque 125*6*22	U	2	4 000	8 000
➤ Boulons	Boulon TH 10/90	U	4	250	1 000
➤ Peinture	Peinture à l'huile	Kg	1	10 000	10 000
➤ Diluant	Diluant	L	½	6 000	3 000
Total					300 000

Le tableau ci-dessus montre les détails des prix et la quantité exacte des matières premières pour la fabrication de la presse-brique. Les prix sont basés sur le marché public.

## 7-2 Coût de fabrication

Le tableau suivant montre le coût de fabrication de la machine.

**Tableau n°20** : coût de fabrication

DESIGNATION	UNITE	MONTANT(Ar)
Main d'œuvre	Forfaitaire	180 000
Electricité	Forfaitaire	20 000
TOTAL		200 000

Les valeurs présentées sur ce tableau montrent le devis estimatif des coûts de fabrications de la machine, c'est-à-dire le coût de la main d'œuvre de la confection de la machine et le prix de l'électricité consommé pendant la fabrication.

## 7-3 Prix de revient de la machine

Le prix de revient de la machine est affiché par le tableau suivant :

**Tableau n°21**: Prix de revient de la machine

DESIGNATION	MONTANT (Ar)
Coût Total des matières premières	300 000
Coût total de fabrication	200 000
TOTAL	500 000

Après avoir fait la somme du tableau n° 21, la somme du prix de revient de la machine s'élève à 500 000 ariary

## 7-3 Prix de vente de la machine

D'après la formule n° 08 le prix de vente de la machine s'arrête à la somme de **625 000 ariary**.

## 7-4 Etude de rentabilité liée à l'utilisation de la machine

L'étude de rentabilité consiste à vérifier les indices de rentabilité de la machine. Cette analyse permettra au promoteur de prendre sa position d'investissement sur le projet. En d'autre terme, l'étude sur la rentabilité du projet va fournir les éléments qui vont servir de décision consistant à réaliser ou à rejeter cette machine.

Pour y faire, nous allons prendre une marge sur la durée de vie du projet allant jusqu'à cinq ans, équivalant à la durée d'amortissement de la presse-brique. Les critères de décision que nous allons utiliser sont le Taux de Rentabilité Interne, la Valeur actuelle nette au taux de 12%, l'Indice de rentabilité et le délai de Récupération du Capital Investi.

### 7-4-1 Plan de l'investissement

Le plan de l'investissement est présenté par le tableau suivant.

**Tableau n°22** : plan de l'investissement

Besoins	Désignation
Fabrication de la machine	Investissement
Matière première pour la fabrication des briques	Latérites ou terre crue et stabilisant
Loyer	Bureau, centre de fabrication et vente de la machine et vente des briques
Equipement	Installation eau et électricité

## 7-4-2 Besoin en fonds d'équipement

Nous allons voir dans le tableau suivant le besoin en fonds d'équipement du projet.

**Tableau n°23** : Besoin en fonds d'équipement

Désignations	Unité	Quantités	Prix unitaire(Ar)	Montant(Ar)
Table	U	1,00	30 000,00	30 000,00
Chaise	U	3,00	20 000,00	60 000,00
Divers	FFT	1,00	40 000,00	40 000,00
Bac	U	2,00	60 000,00	120 000,00
Tamis	U	1,00	50 000,00	50 000,00
Pelle	U	3,00	20 000,00	60 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>360 000,00</b>

## 7-4-3 Charge exceptionnelle (prévision sur les salaires du personnel, loyer)

- Nous allons employer deux personnels chargés de la fabrication des briques pendant la phase de test d'exploitation de la machine.
- Besoin en eau et électricité : 10% du prix de la machine

Dans les trois tableaux suivant sont présentés le salaire du personnel du projet

**Tableau n°24** : Salaire mensuelle

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire(Ar)	Montant (Ar)
Salaire	pers/mois	2,00	250 000,00	500 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>500 000,00</b>

**Tableau n°25: Salaire annuelle**

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire(Ar)	Montant (Ar)
Salaire	mois	7,00	500 000,00	3 500 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>3 500 000,00</b>

**Tableau n°26: Loyer**

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire(Ar)	Montant (Ar)
LOYER	mois	12,00	150 000,00	1 800 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>1 800 000,00</b>

## 7-4-4 Prévision sur la production de briques annuelles

La production journalière est estimée à 400 briques

Et le besoin en matière première pendant la première année de l'exercice est présentée par le tableau suivant :

**Tableau n°27: Achat des matières premières**

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (Ar)	Montant (Ar)
TERRE CRUE	$m^3$	310,00	30 000,00	9 300 000,00
CIMENT (5%)	SAC	430,00	35 000,00	15 050 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>24 350 000,00</b>

## 7-4-5 Investissement initial

Après avoir décrit les besoins pour la première année d'exercice, nous allons établir ci-après une évaluation sur l'investissement initial du projet

**Tableau n°28: Investissement initial**

Désignation	Montant (Ariary)
Prix de la machine	625 000
Fond d'équipement	360 000
Charge exceptionnelle annuelle	5 300 000
Coût de matière première	24 350 000
Montant total	<b>27 635 000,00</b>

#### 7-4-6 Compte de résultat par nature

- Amortissement matériel

Notre presse-brique est considérée dans le classement des matériels et outils dans la durée de vie de bon fonctionnement estimée à 5ans. Et avec la formule n°08 on a pu rédiger le tableau suivant qui montre l'amortissement de la machine pendant ces 5 années de service.

**Tableau n°29:** Tableau d'amortissement de la presse-brique

VALEUR D'ORIGINE VO (Ar)	TAUX D'AMORTISSEMENT	AMORTISSEMENT(Ar)	ANNUITE(Ar)	ANNUITE CUMULE(Ar)	VALEUR NETTE COMPTABLE VNC(Ar)
625 000,00	20,00%	125 000,00	125 000,00	125 000,00	500 000,00
500 000,00	20,00%	125 000,00	125 000,00	250 000,00	375 000,00
375 000,00	20,00%	125 000,00	125 000,00	375 000,00	250 000,00
250 000,00	20,00%	125 000,00	125 000,00	500 000,00	125 000,00
125 000,00	20,00%	125 000,00	125 000,00	625 000,00	0,00

- Compte de résultat de production

Le tableau suivant nous montrera les détails sur le compte de résultats sur l'exploitation, les résultats issus de ce tableau nous permettront d'obtenir les critères qui seront utiles pour décrire la rentabilité de la machine.

Avant d'établir ce tableau il faut retenir les paramètres suivants :

- Loyer : 150 000 ariary par mois avec une prévision de 5 % d'augmentation chaque année
- Besoin en eau et électricité : 10% du prix de la machine avec une augmentation de % chaque année
- Salaire du personnel : 250 000 Ariary par mois avec une augmentation annuel de 5 %
- L'entretien périodique de la machine prend une valeur forfaitaire de 200 000 ariary par an
- La production est faite par saison (saison sèche)
- La production journalière est estimée à 400 briques par jours et la production est présentée par les trois tableaux n°29 30 et 31 suivants :

**Tableau n°30 : Production journalier**

<b>Désignation</b>	<b>Unité</b>	<b>Quantité</b>	<b>Prix unitaire(Ar)</b>	<b>Montant (Ar)</b>
Briques	u	400,00	500,00	200 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>200 000,00</b>

**Tableau n°31 : Production mensuelle**

<b>Désignation</b>	<b>Unité</b>	<b>Quantité</b>	<b>Prix unitaire(Ar)</b>	<b>Montant (Ar)</b>
Briques	Jour	30,00	200 000,00	6 000 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>6 000 000,00</b>

**Tableau n°32 : Production annuelle**

<b>Désignation</b>	<b>Unité</b>	<b>Quantité</b>	<b>Prix unitaire(Ar)</b>	<b>Montant (Ar)</b>
Briques	mois	7,00	6 000 000,00	42 000 000,00
<b>TOTAL</b>				<b>42 000 000,00</b>

**Tableau n°33: Compte de résultats de production (Ar)**

DESIGNATIONS	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
<b>CHIFFRE D’AFFAIRE</b>	42 000 000,00	42 000 000,00	42 000 000,00	42 000 000,00	42 000 000,00
<b>I-TOTAL DE PRODUCTION</b>	42 000 000,00	42 000 000,00	42 000 000,00	42 000 000,00	42 000 000,00
<b>II-CHARGES</b>					
PERSONNELS	3 500 000,00	3 675 000,00	3 858 750,00	4 051 687,50	4 254 271,88
ACHAT MACHINE	625 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ACHAT MATIERES	24 350 000,00	24 837 000,00	25 333 740,00	25 840 414,80	26 357 223,10
ENTRETIENS	125 000,00	125 000,00	125 000,00	125 000,00	125 000,00
MOBILIERS	360 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EAU ET ELEC	62 500,00	68 750,00	75 625,00	83 187,50	91 506,25
LOYER	1 800 000,00	1 890 000,00	1 984 500,00	2 083 725,00	2 187 911,25
<b>III- MARGE BRUTE</b>					
IMPOTS	320 000,00	320 000,00	320 000,00	320 000,00	320 000,00
DOTATION D'AMORTISSEMENT	125 000,00	125 000,00	125 000,00	125 000,00	125 000,00
<b>TOTAL DES CHARGES</b>	31 267 500,00	31 040 750,00	31 822 615,00	32 629 014,80	33 460 912,47
<b>RESULTAT NET</b>	10 732 500,00	10 959 250,00	10 177 385,00	9 370 985,20	8 539 087,53
<b>MBA</b>	10 857 500,00	11 084 250,00	10 302 385,00	9 495 985,20	8 664 087,53
<b>MBA CUMULEE</b>	10 857 500,00	21 941 750,00	32 244 135,00	41 740 120,20	50 404 207,73

Ce tableau nous a permis d’estimer le Marge brute Annuel durant les 5 années consécutives

#### 7-4-7 Valeur nette actualisée

Le VAN est présenté par le tableau suivant :

**Tableau n°34** : Calcul de valeur actuelle nette ou VAN (Ar)

DESIGNATION	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
MBA	10 857 500,00	11 084 250,00	10 302 385,00	9 495 985,20	8 664 087,53
MBA CUMULEE (REELLE)	10 857 500,00	11 084 250,00	10 302 385,00	9 495 985,20	8 664 087,53
<b>VAN</b>	<b>22 769 207,73</b>				
	<b>POSITIVE</b>				

⇒ **D'après le tableau nous constatons ici que la valeur de la VAN est égale à 22 769 207,73 Ariary, une valeur largement positive qui détermine la rentabilité du projet**

#### 7-4-8 Taux de rentabilité interne

Le tableau suivant nous montrera le calcul du TRI.

**Tableau n°35** : Calcul de taux de rentabilités interne ou TRI (Ar)

DESIGNATION	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
MBA	10 857 500,00	11 084 250,00	10 302 385,00	9 495 985,20	8 664 087,53
<b>TAUX D'ACTUALISATION 30%</b>	0,7692	0,5917	0,4551	0,3501	0,2693
MBA ACTUALISEE	8 351 589,00	6 558 550,73	4 688 615,41	3 324 544,42	2 333 238,77
MBA ACTUALISEE CUMULEE	8 351 589,00	14 910 139,73	19 598 755,14	22 923 299,56	25 256 538,33
<b>VAN</b>	<b>-2 378 461,67</b>	<b>INF DE 0</b>			
DESIGNATION	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
MBA	10 857 500,00	11 084 250,00	10 302 385,00	9 495 985,20	8 664 087,53
<b>TAUX D'ACTUALISATION 20%</b>	0,83	0,69	0,58	0,48	0,40
MBA ACTUALISEE	9 047 554,75	7 696 903,20	5 961 990,20	4 578 964,06	3 481 230,37
MBA ACTUALISEE CUMULEE	9 047 554,75	16 744 457,95	22 706 448,15	27 285 412,21	30 766 642,58
<b>VAN</b>	<b>3 131 642,58</b>	<b>SUP DE 0</b>			

D'après le calcul de taux de rentabilité interne, la VAN a un taux de 20% positif et de 30% négatif. La VAN à 20% est de **2 644 420,70** Ariary si la VAN est positif, cela signifie que le projet est rentable et mérite d'être réalisé.

Pour déterminer le TRI qui se situe entre le taux d'actualisation de 20% et 30 % nous allons utiliser la Méthode par interpolation :  $20\% < t < 30\%$

### Méthode par INTERPOLATION

	30%	TRI	20%
VAN	-2 378 461,67	0	3 131 642 ,58

Pour avoir TRI ; VAN est égale à 0

$$\text{TRI} = \frac{\text{MBA } 20\% - \text{MBA REEL}}{\text{MBA } 30\% - \text{MBA } 20\%} = \frac{30 - T}{30 - 20}$$

On a

MBA réelle 50 404 207.73

Et

	30%	20%
<b>MBA actualisée cumulée</b>	25 256 538,33	30 766 642,58

$$\text{D'où TRI} = \frac{30\% - \text{TRI}}{30\% - 20\%}$$

$$\frac{30\% - \text{TRI}}{30\% - 20\%} = 3.56$$

$$\text{TRI} = 30\% - (30\% - 20\%) + 3.56$$

$$\text{TRI} = 23.56\%$$

	30%	TRI = 23.56%	20%
VAN	-2 378 461,67	0	3 131 642 ,58

- D'après la calcule à 23.56% de TRI, VAN est nulle ; au-delà de ce taux, la Van sera négative et l'investissement ne sera pas rentable

### 7-4-9 Indice de rentabilité

Le tableau suivant nous montrera le calcul de l'IR

**Tableau n°36:** Calcul d'indice rentabilité ou IR(Ar)

DESIGNATION	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
MBA	10 857 500,00	11 084 250,00	10 302 385,00	9 495 985,20	8 664 087,53
MBA CUMULEE	10 857 500,00	21 941 750,00	32 244 135,00	41 740 120,20	50 404 207,73
<b>VAN</b>	22 769 207,73				
<b>IO</b>	27 635 000,00				

D'après la formule

$$IR = 1 + \left( \frac{VAN}{IO} \right)$$

$$= 1 + \frac{22\,769\,207,73}{27\,635\,000}$$

$$= 1.82$$

⇒ **Cette chiffre signifie que IR obtenue est supérieur à 1 et que si on investit 1 Ariary, le projet gagne 0.82Ariary**

### 7-4-10 Durée de récupération du capital investi

Le tableau suivant nous présentera le calcul de la DRCI

**Tableau n°37 :** Calcul de durée de récupération du capital investi

DESIGNATION	ANNEE 1	ANNEE 2	ANNEE 3	ANNEE 4	ANNEE 5
MBA	10 857 500,00	11 084 250,00	10 302 385,00	9 495 985,20	8 664 087,53
MBA CUMULEE	10 857 500,00	21 941 750,00	32 244 135,00	41 740 120,20	50 404 207,73
IO	27 635 000,00				

On peut prévoir que le capital investi peut être récupérer entre l'année 2 et année 3

#### METHODE PAR INTERPOLATION

3	DRCI	2
32 244 135,00	27 635 000,00	21 941 750,00

$$DRCI = \frac{3 - DRCI}{3 - 2}$$

$$3\text{-DRCI} = 3 - 2 = 5\,879\,135$$

$$3 - 2 = 1 = 10\,302\,985$$

Donc

$$\frac{3\text{-DRCI}}{3-2} = \frac{5\,879\,135}{10\,302\,985}$$

$$\text{DRCI} = (3-1) + \frac{5\,879\,135}{10\,302\,985}$$

$$\text{DRCI} = 2.55$$

⇒ **Si l'entreprise réalise cet investissement ; elle remboursera 27 635 000 Ariary en 2ans 6mois et 2semaines. C'est-à-dire, le capital investi sur le projet sera récupéré au cours de la troisième année d'exercices.**

# **PARTIE IV :**

## **DISCUSSIONS ET SUGGESTIONS**

## **PARTIE IV : DISCUSSIONS ET SUGGESTIONS**

### **CHAPITRE I : DISCUSSION**

#### *1-1 Analyse FFOM de la machine*

##### 1-1-1 Les forces de la machine :

La force de la machine est définie généralement par sa capacité de résoudre à la problématique existante, sa fiabilité pendant son utilisation, sa satisfaction par rapport à l'utilisateur.

La presse-brique a pour force :

- De presser et transformer le mélange terre-ciment en blocs de brique avec une dimension normalisée pour que les utilisateurs aient une facilité envers son utilisation
- La presse-brique peut fabriquer divers blocs adaptifs aux différentes phases de la construction.
- D'éviter les coûts de transport car la machine est portable et les blocs sont faits près du lieu de construction.
- La machine n'occupe pas trop d'espace
- L'entretien de la machine est simple.
- la rapidité de production et la mise en œuvre par rapport à d'autres techniques de construction en terre crue restent plus rentables ;

##### 1-1-2 Faiblesses de la presse-brique :

Comme tout matériel ; notre machine a aussi quelques faiblesses comme :

- Un dispositif de remplissage de la moule n'est pas intégré à la machine.
- Le mélange de la terre et ciment se fait encore manuellement.

##### 1-1-3 Les opportunités de la machine :

- La compression avec double pistons présente un avantage par rapport aux autres presse-briques manuelles.
- La machine peut produire d'autres briques avec une autre dimension.
- La presse-brique peut produire 80 briques / heures.

#### 1-1-4 Menaces de la machine :

Les menaces sont les facteurs qui peuvent mettre un risque sur l'utilisation ou le fonctionnement de la machine.

- Mal utilisation ou manque d'expérience sur l'utilisation de la machine.
- L'augmentation de prix des matières premières pour la fabrication de la machine.

### *1-2 Analyse FFOM de la brique*

#### 1-2-1 Force de la fabrication de la brique

- Elles sont plus faciles à fabriquer que le bloc en béton: on peut les enlever immédiatement de la presse-brique et les entasser pour les durcir sans utiliser de paille.
- Un matériau écologique : brique composée essentiellement d'argile, de sable et d'un peu de ciment, fabriquée sans cuisson.
- Les blocs sont très maniables.
- Les blocs n'ont pas besoin d'être cuits car le processus de durcissement est entièrement naturel.
- Sa longue durée de vie obtenue grâce au compactage ;
- Le stockage plus facile, car les blocs directement produits peuvent être empilés et ont une durée de séchage plus rapide ;
- Faible technologie nécessaire à la production ;

#### 1-2-2 Faiblesse de la brique

- Se détériore sous l'effet du gel
- Fragilité : au moindre choc, la brique se brise ou s'effrite.

#### 1-2-3 Opportunité de la brique

- Conservation de l'environnement car la brique n'a pas besoin d'être cuite c'est-à-dire diminution de l'exploitation de bois pour la cuisson.
- Facilité de construction de bâtiment à l'aide de la dimension normalisée de la brique.

#### 1-2-4 Menace de la brique

- Le manque de compactage entraîne la détérioration de la brique
- Manque de soleil pendant la saison de pluie alors difficulté de séchage de la brique

### ***1-3 Entretien techniques***

#### **I.1. Les entretiens techniques journaliers**

- Avant le travail du jour :
  - Vérifier les vis de fixation ;
  - Lubrification de toutes les parties
- Après le travail :
  - Nettoyer de la moule
  - Nettoyer généralement le corps de la presse brique

#### **I.2. Les entretiens techniques périodiques**

Après 8heures de travail

- Graissage des pièces travaillantes (plaque de pression, pistons, essieux porteurs et paliers d'axes)
- Vérification des vis de fixation

#### **I.3. Les entretiens techniques saisonniers**

- Nettoyage général de la machine;
- Graissage de toutes les parties mobiles et les parties sujettes à l'usure
- Peinture avec antirouille
- Mise en hangar

### ***1.4 Est-ce que l'insertion de la presse dans le monde de construction est espérable ?***

Après avoir analysé les résultats sur l'étude économique de la machine ; nous pouvons déduire que ; le prix de vente de la presse brique peut concourir les autre presse existant avec un prix de 625 000 Ariary c'est-à-dire un prix abordable aux moyens exploitant

Par rapport à la rentabilité nous avons vu que le rendement de la machine est prévu à 400 briques par jours avec une utilisation simple et peu fatigant par rapport à la fabrication traditionnelle ; pourtant le rendement journalière de la fabrication traditionnelle est estimé à 250 briques par jours avec travail manuel fatigant.

En fin de compte, nous pouvons répondre oui à la question posée, l'insertion de la presse brique dans le monde e construction sera une grande expérience.

### *1.5 La technique de la brique en terre crue est-elle efficace par rapport aux autres techniques de construction ?*

La construction en terre crue présente un bilan environnemental très intéressant. Il s'agit d'une matière première largement disponible, renouvelable... L'énergie nécessaire à sa fabrication est très faible puisqu'aucune cuisson n'est nécessaire. Or pour la fabrication traditionnelle, ou la brique en terre cuite, elle nécessite plusieurs travaux pour sa confection et demande beaucoup d'énergie grise pour sa cuisson, sa production n'est pas écologique.

Nous allons présenter dans le tableau ci-après la comparaison de la brique en terre crue par rapport à la brique en terre cuite et parpaing.

**Tableau n° 38 :** Comparaison de la brique en terre crue par rapport à la brique en terre cuite et parpaing

Conditions	<b>Brique en terre crue</b>	<b>Brique en terre cuite</b>	<b>Parpaing</b>
Dimension (cm)	30*15*13	20.5*11*7	50*20*20
Prix unitaire (ariary)	500	150	3 000
Durée de confection (jours)	25	31	20
Durée de vie (ans)	+ 50	+50	30 à 75
Nombre/m <sup>2</sup> (Mur 15 à 22)	25	140	10
Prix/m <sup>2</sup> (ariary)	12 500	21 000	30 000
Matière première	Terre + ciment	Argile	Ciment et sable

D'après ce tableau ; par rapport au prix par m<sup>2</sup> ; nous avons pris comme exemple un mur de 15 cm à 22 cm d'épaisseur. On a pu constater que le BTC est plus avantageux par rapport à la brique en terre cuite et le parpaing.

## CHAPITRE II : SUGGESTIONS

### 2-1 Suggestion pour le chercheur

- En tant que prototype, on rencontre encore quelques défauts sur certains points de la presse-brique. Ils se manifestent au niveau de quelques pièces qui sont la plus cruciale de la machine. Lors de compression ; parfois, la presse-brique bouge et la conformabilité de l'utilisateur n'est pas respecté. Un système d'anti-ballottage doit être intégré sur la machine. Pour mettre en œuvre ce système, on doit ajouter une patte latérale démontable sur le côté de la machine.
- Pour mieux utiliser la presse-brique, l'utilisateur doit toujours se muner des quelques matériels de dépannage simple comme clé, pince ...

### 2-2 Perspective

- D'une manière générale, la presse-brique marche parfaitement et effectue son travail efficacement. En outre,
- Pour la rapidité du travail une boîte doseuse avec trémie doit être ajoutée sur presse-brique.

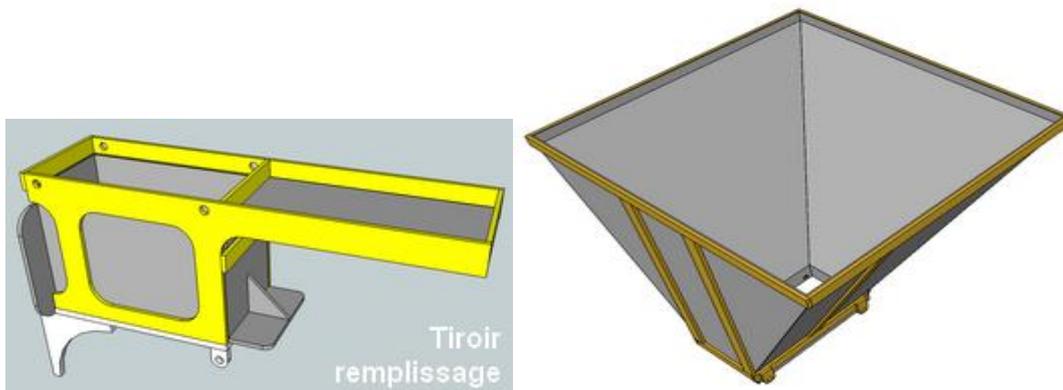


Schéma n° 14: Tiroir de remplissage et trémies

- La multiplication de la moule ou de la chambre de compression est vivement souhaitée pour une augmentation de rendement.

## CONCLUSION

Nous avons procédé à la conception de la presse-brique, suivie de sa réalisation. Des critères ont été utilisés pour le choix de la presse-brique à réaliser. Après avoir choisi celui à double pistons, nous avons fait des simulations pour pouvoir dimensionner la presse-brique.

Une presse-brique manuelle et facile à manipuler avec un coût de production et de réalisation plus ou moins adaptée à la population. Cette presse-brique est transportable partout. Après les calculs, on a fait en sorte que la presse-brique ne dépasse pas un mètre de long pour ne pas être encombrante.

La technique des blocs de terre comprimée présente de nombreux avantages qui font d'elle une technique de construction d'avenir pour de nombreux pays. En effet, bien que toujours sujette à de nombreuses expérimentations concernant sa stabilisation, elle a déjà prouvé à plusieurs reprises sa richesse d'utilisation. L'emploi de presse-brique mécanique, pour sa conception, permet d'en faire un matériau plus fiable que ceux produits traditionnellement. Cette régularité de qualité permet de renouer confiance avec la construction en terre qui avait perdu la considération de nombreux peuples. De plus en plus de normes sont également mises sur pieds afin de garantir la qualité du produit, surtout pour une utilisation en milieu urbain. Cette nouvelle technique de maçonnerie est facilement intégrable dans le secteur du bâtiment. De plus, sa particularité de pouvoir être aussi bien produite manuellement qu'industriellement en milieu urbain ou rural lui confère un intérêt supplémentaire. Finalement, ses performances techniques et les possibilités architecturales qu'elle offre en font un matériau de plus en plus apprécié par les populations et les architectes.

Concernant l'étude économique : le prix de vente de la machine est estimé à 625 000 Ariary ; on a pu constater que si l'entreprise réalise cet investissement ; elle remboursera 27 635 000 Ariary en 2ans 6 mois et 3 semaines. C'est-à-dire, le capital investi sur le projet sera récupéré au cours de la troisième année d'exercices.

Par ailleurs, cette machine reste encore sur la phase d'essai malgré la réussite des essais. Avec plus d'amélioration par rapport à la multiplication du moule et l'ajout d'un tiroir de remplissage, le rendement sera plus meilleur. Elle est destinée aux moyens exploitants. La presse-brique est connue comme un outil pour de petits projets individuels ou d'assistance mutuelle

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**1:** Vincent Rigassi

Blocs de terre Comprimée

Volume I. Manuel de production

104 pages

**2:** H. Houben, H. Guillaud BILLONG et al. 2009

Traité de construction en terre

Edition Parenthèse

355 pages

**3 :** Boubeker S, H. Houben

Blocs de terre Comprimée Normes

Coédition du CDI et du CRATerre-EAG

144 pages

**4 :** Hugo Houben

Bloc de Terre Comprimée GUIDE

Coédition du CDI et du CRATerre-EAG 155 pages

**5 :** **BELLOUFI Abderrahim**, COURS PROCEDES DE FABRICATION MECANIQUE, université Kasdi Merbah Ouargla, 35 pages.

**6 :** **Jean Claude DOUBRERE**, RESISTANCE DES MATERIAUX, 12ème éditions, EDITIONS EYROLLES, Paris 1988, 290 pages.

**7 :** **J.F. Debongnie**, CONCEPTION ET CALCUL DES ÉLÉMENTS DE MACHINES, 2013, 250 pages.

**8 :** **Khaled MEFTA**H, Maître-Assistant, COURS ET EXERCICE MECANIQUE DU SOL, première version : Septembre 2008, 97 pages.

**9 :** Monographie de la région VAKINANKARTARA

<Contributeurs / crédit photo / cartes>

Monographie téléchargeable depuis <adresse internet>

Cream, février 2023, page 21

**10 :** **XP P13-901**. Blocs de terre comprimée pour murs et cloisons : définitions - Specifications - Methodes d'essais - Conditions de reception, Octobre 2001.

**11 :** **CONSTRUCTION EN TERRE CRUE:**

## **DISPOSITIONS QUALITATIVES, CONSTRUCTIVES ET ARCHITECTURALES –**

Application à un cas pratique : Ouagadougou.

Université de Liège – Faculté des Sciences Appliquées

Travail de fin d'études réalisé en vue de l'obtention du grade de Master en Ingénieur Civil Architecte par

**Jehanne PAULUS.**

**12** : COURS THEORIE DE LA MECANISATION AGRICOLE- résistance de matériaux-octobre 2021

**13** : Kéré, B. (1995). *Architecture et cultures constructives du Burkina Faso*. Villefontaine, CRATerre-EAG.

Lima, S., Neto, V., Sales, A., & Varum, H. (2012). "Analysis of the mechanical properties of compressed earth block masonry using the sugarcane bagasse ash". *Construction and Building Materials*, 35, pp. 829-837.

**15** : Lefaso.net (2015, Mai 20). "CIMFASO, entreprise la plus dynamique du secteur de l'industrie du ciment : « Une évolution normale » pour les promoteurs". Consulté sur : [www.lefaso.net](http://www.lefaso.net).

**16** : Lima, S., Neto, V., Sales, A., & Varum, H. (2012). "Analysis of the mechanical properties of compressed earth block masonry using the sugarcane bagasse ash". *Construction and Building Materials*, 35, pp. 829-837

## WEBOGRAPHIE

<http://www.windward.org/notes/notes67/walt6720.htm>

Global ArchiConsult : <http://www.globalarchiconsult.com>

CRATerre : <http://craterre.org>

ArchDaily "Primary School in Balaguina / Joop van Stigt and Jurriaan van Stigt". Consulté sur : <http://www.archdaily.com/?p=369913>.

Argilus . *Fiche technique Argilus. Brique de terre crue*. Récupéré sur le site : [www.argilus.fr](http://www.argilus.fr).

Beauchamp, J. (2015). *Les argiles*. Récupéré sur le site internet de l'Université de Picardie Jules Verne : <https://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/argiles.htm>.

Meda Corpus (2001, a). *Architecture Traditionnelle Méditerranéenne : Maison de Matmata*. Récupéré sur le site : <http://www.meda-corpus.net/>.

Meda Corpus (2001, b). *Architecture Traditionnelle Méditerranéenne : Habitat troglodytique*. Récupéré sur le site : <http://www.meda-corpus.net/>.

Mestiri, A. (2014). *Habitat troglodyte*. Récupéré sur le site : <https://prezi.com/kjvrtfchhmc7/habitat-troglodyte/>.

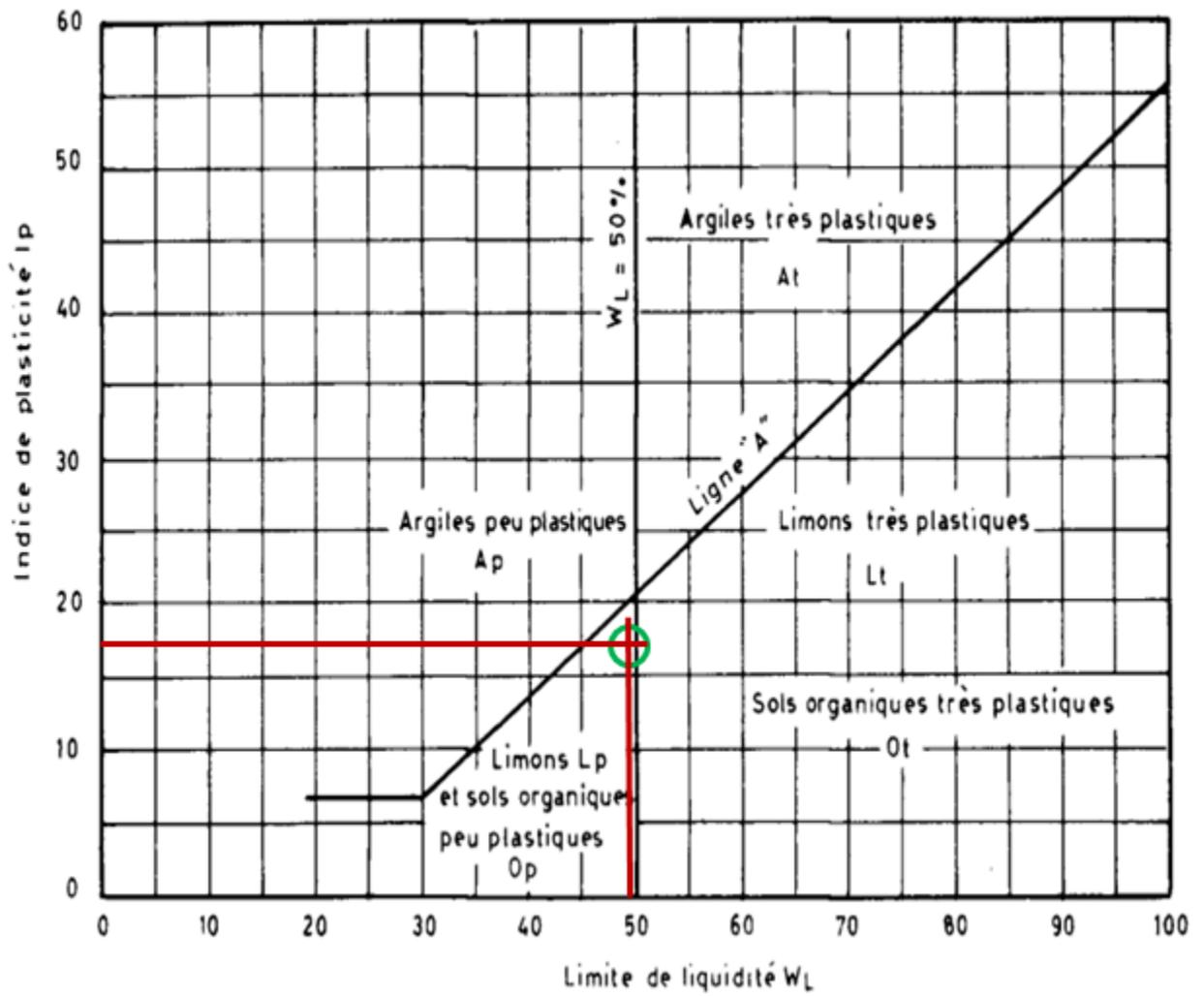
**ANNEXES :**

# ANNEXES

## ANNEXE I : CHRONOGRAMME DES ACTITES

	Décembre				janvier				Février				Mars				Avril			
Activité/ Semaine	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	
Etude biblio et webographie																				
Elaboration de thème																				
Elaboration du plan de rédaction																				
Correction du plan avec l'encadreur																				
Rédaction																				
conception																				
Essai																				
Traitement des donnés																				
Rédaction et correction																				
Dépôt de la version finale																				
soutenance																				

**ANNEXE II : CLASSIFICATION DE LATERITE TSARAFIRAISSANA-TSARAFARA  
SELON LE DIAGRAMME DE CASAGRANDE**



ANNEXE III : FORMULES DE CALCUL DES PLAQUES

Formules de calcul des plaques

Formulas Obtained by the Theory of Flexure of Slabs, Giving Approximate Values of Bending Moments per Unit Width and Maximum Deflections in Rectangular and Elliptical Slabs under Uniform Load (Given by Westergaard; Reference 8)<sup>†</sup>

	Moments in Span b		Moments in Span a		Maximum Deflection $w_{max} = \frac{C(1-\nu^2)}{\times (pb^4/Eh^3)}$
	At Center of Edge - $M_{be}$	At Center of Slab $M_{bc}$	At Center of Edge - $M_{ae}$	Along Center Line of Slab $M_{ac}$	
Four edges simply supported	0	$\frac{1}{8} \frac{pb^2}{1+2\alpha^3}$	0	$\frac{pb^2}{48} (1+\alpha^2)$	$\frac{0.16}{1+2.4\alpha^3}$
Span b fixed; span a simply supported.	$\frac{1}{12} \frac{wb^2}{1+0.2\alpha^4}$	$\frac{1}{24} \frac{pb^2}{1+0.4\alpha^4}$	0	$\frac{pb^2}{80} (1+0.3\alpha^2)$	$\frac{0.032}{1+0.4\alpha^3}$
Span a fixed; span b simply supported	0	$\frac{1}{8} \frac{pb^2}{1+0.8\alpha^2+6\alpha^4}$	$\frac{1}{8} \frac{pb^2}{1.08\alpha^4}$	$0.015 pb^2 \left( \frac{1+3\alpha^2}{1+\alpha^4} \right)$	$\frac{0.16}{1+\alpha^2+5\alpha^4}$
All edges fixed	$\frac{1}{12} \frac{wb^2}{1+\alpha^4}$	$\frac{1}{8} \frac{pb^2}{3+4\alpha^4}$	$\frac{1}{24} wb^2$	$0.009 pb^2 (1+2\alpha^2-\alpha^4)$	$\frac{0.032}{1+\alpha^4}$
Elliptical slab with fixed edges; diameters a and b $b/a = \alpha$	$\frac{1}{12} \frac{wb^2}{1+\frac{2}{3}\alpha^2+\alpha^4}$	$\frac{1}{24} \frac{pb^2}{1+\frac{2}{3}\alpha^2+\alpha^4}$	$\frac{1}{12} \frac{pb^2\alpha^2}{1+\frac{2}{3}\alpha^2+\alpha^4}$	$\frac{1}{24} \frac{pb^2\alpha^2}{1+\frac{2}{3}\alpha^2+\alpha^4}$	

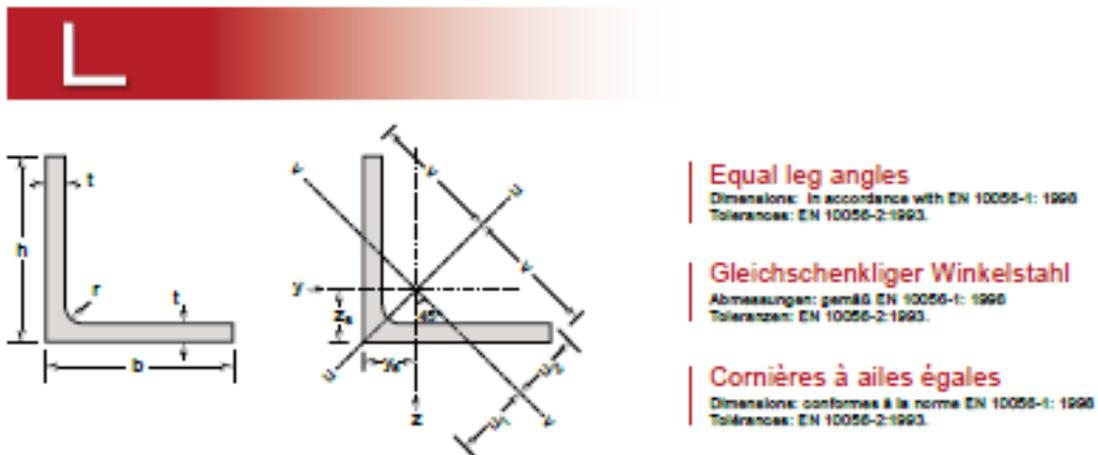
Rectangular Slabs

<sup>†</sup>Poisson's Ratio  $\nu = 0$  (see Eq. 10-8.14). b = shorter side; a = longer side;  $h/a = \alpha$ .

**ANNEXE IV : RESISTANCE EN COMPRESSION DES BRIQUES STABILISEES AU CIMENT ET CENDRE VOLANTE**

Maturité [jours]	Section de calcul [cm <sup>2</sup> ]	Charge de rupture [KN]	Résistance Rcj [MPa]	Masse brique [Kg]	Masse volumique brique [Kg/m <sup>3</sup> ]
<b>Dosage en 11% sable, 4% cendre Volante, 0 % ciment Manda (A1)</b>					
28	126	25.10	1.99	7.23	1945.11
28	126	25.57	2.02	7.50	2017.75
28	126	25.25	2.00	7.42	1996.23
<b>Dosage en 11% sable, 6% cendre Volante, 2 % ciment Manda (A2)</b>					
28	126	32.93	2.61	7.60	2044.65
28	126	30.54	2.42	7.34	1974.71
28	126	32.10	2.54	7.20	1937.04
<b>Dosage en 11% sable, 8% cendre Volante, 0% ciment Manda (A3)</b>					
28	126	25.80	2.04	7.45	2004.30
28	126	25.07	1.98	7.11	1912.83
28	126	25.20	1.99	7.25	1950.49
<b>Dosage en 0% sable, 10% cendre Volante, 2% ciment Manda (A4)</b>					
28	126	25.23	2.0	7.17	1928.97
28	126	29.57	2.3	7.30	1963.94
28	126	26.92	2.1	7.06	1899.38

## ANNEXE V : Caractéristique technique des fers corniers



General properties / Generelle Eigenschaften / Valeurs générales									
Designation Bezeichnung Designation	G kg/m	Dimensions Abmessungen Dimensions				Position of axes Lage der Achsen Position des axes			
		h = b mm	t mm	r mm	A mm <sup>2</sup> x10 <sup>3</sup>	$z_x, y_x$ mm	v mm	u <sub>1</sub> mm	u <sub>2</sub> mm
L 50 x 50 x 5	3.84	50	5	7 / 2 *	4.80	14.04	35.38	19.85	17.59
L 50 x 50 x 6	4.55	50	6	7 / 2 *	5.69	14.45	35.38	20.44	17.71
L 50 x 50 x 7	5.25	50	7	7 / 2 *	6.58	14.85	35.38	21.01	17.85
L 50 x 50 x 8	5.93	50	8	7 / 2 *	7.41	15.24	35.38	21.55	18.01
L 60 x 60 x 5	4.85	60	5	8 / 2 *	5.82	16.44	42.43	23.24	21.08
L 60 x 60 x 6	5.53	60	6	8 / 2 *	6.91	16.88	42.43	23.87	21.15
L 60 x 60 x 7	6.38	60	7	8 / 2 *	7.98	17.29	42.43	24.45	21.27
L 60 x 60 x 8	7.22	60	8	8 / 2 *	9.03	17.89	42.43	25.02	21.41
L 60 x 60 x 10	8.85	60	10	8 / 2 *	11.07	18.48	42.43	26.10	21.74
L 65 x 65 x 6	6.02	65	6	9 / 2 *	7.53	18.04	45.98	25.51	22.83
L 65 x 65 x 7	6.98	65	7	9 / 2 *	8.70	18.47	45.98	26.12	22.93
L 65 x 65 x 8	7.88	65	8	9 / 2 *	9.85	18.88	45.98	26.70	23.06
L 65 x 65 x 9	8.78	65	9	9 / 2 *	10.98	19.28	45.98	27.26	23.20
L 65 x 65 x 10	9.67	65	10	9 / 2 *	12.09	19.88	45.98	27.81	23.38
L 70 x 70 x 5	5.47	70	5	9 / 2 *	6.84	18.82	49.50	28.82	24.55
L 70 x 70 x 6	6.50	70	6	9 / 2 *	8.13	19.28	49.50	27.27	24.81
L 70 x 70 x 7	7.52	70	7	9 / 2 *	9.40	19.71	49.50	27.88	24.70
L 70 x 70 x 8	8.53	70	8	10 / 2 *	10.67	20.08	49.50	28.37	24.72
L 70 x 70 x 9	9.50	70	9	9 / 2 *	11.88	20.53	49.50	29.03	24.97
L 70 x 70 x 10	10.47	70	10	9 / 2 *	13.09	20.91	49.50	29.58	25.13
L 75 x 75 x 5	5.87	75	5	9 / 2 *	7.34	20.08	53.03	28.37	28.33
L 75 x 75 x 6	6.98	75	6	9 / 2 *	8.73	20.53	53.03	29.03	28.38
L 75 x 75 x 7	8.08	75	7	9 / 2 *	10.10	20.98	53.03	29.84	28.48
L 75 x 75 x 8	9.16	75	8	9 / 2 *	11.45	21.37	53.03	30.23	28.60
L 75 x 75 x 9	10.22	75	9	9 / 2 *	12.78	21.77	53.03	30.79	28.74
L 75 x 75 x 10	11.27	75	10	9 / 2 *	14.09	22.18	53.03	31.35	28.89

- \* Profiles are also available laser welded with full penetration, equivalent to hot rolled (r = laser seam).
- \* Profile sind auch Lasergeschweißt mit Vollenbindung erhältlich, gleichwertig zu warm gewalzt (r = Laser Naht).
- \* Profils disponibles aussi soudé laser avec pénétration complète, équivalent au laminé à chaud (r = cordon laser).



**Stainless steel**

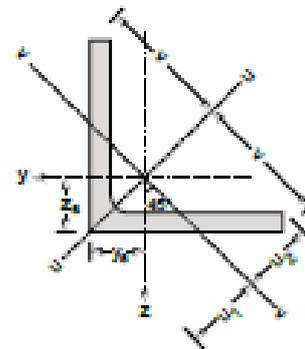
Grade according to EN 10088-3: 1D  
Surface condition: blasted and pickled

**Edelstahl Rostfrei**

Qualität nach EN 10088-3: 1D  
Oberflächenbeschaffenheit: gestrahlt und gebeizt

**Acier inoxydable**

Norme selon EN 10088-3: 1D  
Etat de surface: sablé et décapé



Structural properties / Statistische Kennwerte / Valeurs statiques

Designation Bezeichnung Désignation	Axis y-y / axe z-z Achse y-y / Achse z-z Axe y-y / axe z-z			Axis u-u Achse u-u Axe u-u		Axis v-v Achse v-v Axe v-v		$I_{xy}$ mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>
	$I_y$	$W_{y,z}$	$i_y$	$I_u$	$I_v$	$I_v$	$I_v$	
	mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	mm x10	mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	
L 50 x 50 x 5	10.68	3.05	1.51	17.38	1.60	4.55	0.97	-8.42
L 50 x 50 x 6	12.84	3.61	1.50	20.34	1.89	5.34	0.97	-7.50
L 50 x 50 x 7	14.61	4.15	1.49	23.11	1.88	6.11	0.97	-8.50
L 50 x 50 x 8	16.28	4.68	1.48	25.69	1.88	6.88	0.96	-9.41
L 60 x 60 x 5	19.37	4.45	1.82	30.71	2.30	8.03	1.17	-11.34
L 60 x 60 x 6	22.79	5.29	1.82	38.14	2.29	9.44	1.17	-13.35
L 60 x 60 x 7	26.05	6.10	1.81	41.28	2.27	10.82	1.18	-15.23
L 60 x 60 x 8	29.15	6.89	1.80	48.14	2.28	12.18	1.18	-18.99
L 60 x 60 x 10	34.93	8.41	1.78	55.08	2.23	14.80	1.18	-20.13
L 65 x 65 x 6	29.19	6.21	1.97	48.27	2.48	12.11	1.27	-17.08
L 65 x 65 x 7	33.43	7.18	1.98	52.99	2.47	13.87	1.28	-19.58
L 65 x 65 x 8	37.49	8.13	1.95	58.38	2.48	15.80	1.28	-21.89
L 65 x 65 x 9	41.37	9.05	1.94	65.44	2.44	17.30	1.28	-24.07
L 65 x 65 x 10	45.08	9.94	1.93	71.19	2.43	18.98	1.25	-26.11
L 70 x 70 x 5	31.24	6.10	2.14	49.50	2.69	12.97	1.38	-18.28
L 70 x 70 x 6	36.88	7.27	2.13	58.50	2.68	15.27	1.37	-21.81
L 70 x 70 x 7	42.30	8.41	2.12	67.09	2.67	17.51	1.38	-24.79
L 70 x 70 x 8	47.27	9.48	2.10	74.89	2.65	19.64	1.38	-27.63
L 70 x 70 x 9	52.47	10.60	2.10	83.09	2.64	21.84	1.38	-30.62
L 70 x 70 x 10	57.24	11.88	2.09	90.52	2.63	23.98	1.35	-33.28
L 75 x 75 x 5	38.77	7.08	2.30	61.48	2.89	16.08	1.48	-22.89
L 75 x 75 x 6	45.83	8.41	2.29	72.71	2.89	18.94	1.47	-26.89
L 75 x 75 x 7	52.61	9.74	2.28	83.49	2.88	21.73	1.47	-30.88
L 75 x 75 x 8	59.13	11.03	2.27	93.80	2.88	24.48	1.48	-34.67
L 75 x 75 x 9	65.40	12.29	2.26	103.68	2.85	27.13	1.48	-38.28
L 75 x 75 x 10	71.43	13.52	2.25	113.08	2.83	29.77	1.45	-41.88

## **ANNEXE VI : Normes**

### **1-Définition**

Une norme est un : "document, établi par consensus et approuvé par un organisme reconnu, qui fournit, pour des usages communs et répétés ,des règles , des lignes directrices ou des caractéristiques ,pour des activités ou leurs résultats ,garantissant un niveau d'ordre optimal dans un contexte donné" et "doit se fonder sur les acquis conjugués de la science ,de la technique et de l'expérience et viser à l'avantage optimal de la communauté".

### **2-Références normatives**

**ARS 176** : Norme de classement de Blocs de terre comprimée.

**ARS 671/1996**.Bloc de terre comprimée : Norme de définition, classification et désignation des blocs de terre.

**ARS 683/1996**.Blocs de terre comprimée: Norme de classification des essais d'identification des matériaux et essais mécaniques.

**ARS 681/1996**. Blocs de terre comprimée: Code de bonne pratique pour la préparation de mortier de terre.

**EN 771-1** : Absorption d'eau par immersion

**EN 772-1** : Résistance à la compression des blocs de terre comprimée.

**EN 772-13** : Détermination masse volumique absolue et la masse volumique apparente.

**NF P 11-300** : Norme de classification de sol-Classification des matériaux GTR 92.

**NF P 94-051 et 052** : Détermination des limites d'Atterberg.

**NF P 94-093** : Essai Proctor normal-Essai Proctor modifier

## **Annexe VII : LES UTILISATIONS DE LA BRIQUE DE TERRE COMPRESSEE**

Nous évoquerons ici les principales applications pour lesquelles l'utilisation de la BTC peut être envisagée.

- **Mur porteur :**

En mur porteur la BTC doit être utilisée au moins en double parement. Vous trouverez ci-dessous l'essentiel des règles de montage de la BTC en mur porteur.

Les avantages de la BTC en mur porteur sont ses qualités esthétiques, son inertie thermique, qui lui permet de réguler la température intérieure et ses caractéristiques hygrométriques qui assurent une constance du taux d'humidité

- **Cloison :**

La BTC se prête bien à la réalisation de cloisons séparatives où sont appréciées en plus des avantages déjà cités, ses qualités d'isolant phonique qui permettent un certain confort d'utilisation des locaux ainsi cloisonnés.

Attention : pour les pièces humides il est impératif d'observer certaines précautions (cf. infra).

- **Contre cloison :**

La BTC peut être utilisée pour constituer une paroi isolante (avec ou sans matériau d'isolation intermédiaire) d'un mur porteur. Outre l'aspect isolant, un effet esthétique et de régulation de l'hygrométrie peut aussi être recherché.

- **Mur capteur :**

Le rôle d'un mur capteur est d'emmagasinier la chaleur des rayons solaires et de la restituer à l'intérieur d'un bâtiment. De par sa forte inertie thermique, un mur en BTC se prête bien à cet usage. A contrario, si ce n'est pas l'effet recherché, il faudra se prémunir de cet effet par des dispositions architecturales ou techniques

- **Mur trombe :**

Le mur Trombe (du nom de son inventeur) est un mur capteur dont le rendement est amélioré par un effet de serre qui est créé devant le mur par la mise en place d'une paroi vitrée devant le mur. Des ouvertures hautes et basses dans le mur permettent à la lame d'air réchauffée de circuler et de réchauffer le local derrière le mur.

### **La fabrication du mortier :**

Selon la quantité nécessaire, le mortier sera fabriqué à la main ou à la bétonnière.

- La terre

Le mortier sera à base de terre et stabilisé par ajout de chaux hydraulique (de préférence au ciment) afin d'améliorer sa résistance mécanique.

La terre est plus sablonneuse que celle utilisée pour la fabrication des BTC et ne contient pas de gravillons (<3 mm).

Si on utilise la même terre que celle qui a servi à fabriquer les BTC, il faut la tamiser pour enlever les gravillons et rajouter du sable.

- Le liant :

La quantité de liant hydraulique représente 10 à 15% du volume de terre mis en oeuvre. En principe, il faudrait multiplier le rapport ciment/terre (ou chaux/terre) qui a servi à la fabrication des BTC par 1,5. ainsi pour un mur avec des BTC à 6% de ciment de stabilisation, le mortier devra contenir  $6 \times 1,5$  soit 9% de liant.

Le mortier ne doit pas être trop liquide car cela provoquerait un retrait trop important et une moins bonne qualité d'adhésion.

### Consommation selon le type de mur

Épaisseur du mur	Quantité de mortier au m <sup>2</sup> (joints de 12 à 15 mm)
Mur de 14 cm (1 brique)	28-32 litres
Mur de 30 cm (2 briques)	45-50 litres

### Terminologie :

Selon sa position dans le mur, une brique peut avoir des appellations différentes :

- **Panneresse** : la brique est une panneresse quand son grand côté est apparent
- **Boutisse** : la brique est une boutisse quand son petit côté est apparent.
- **Parpaing** : Quand la boutisse est visible sur chaque parement du mur, c'est-à-dire qu'elle est traversant sur son épaisseur, elle devient un parpaing.
- **L'appareillage** : définit le mode de disposition des briques les unes par rapport aux autres dans un mur, de façon à assurer le plus de cohésion possible.

Une des principales malfaçons à éviter est le coup de sabre, c'est-à-dire la superposition de joints verticaux, ce qui pourrait amener une fissuration.

La distance entre les joints verticaux d'une assise sur l'autre ne doit pas dépasser le  $\frac{1}{4}$  de la longueur d'une panneresse.

- **L'élancement** : il s'agit du rapport entre épaisseur du mur et sa hauteur.

## Construction d'un mur en briques de terre compressée

Rappel : Un mur en BTC doit être isolé de l'humidité du sol, donc bâti sur un soubassement isolant et qui empêche les remontées d'humidité.

- **Le poids** : un mur en BTC est relativement lourd. Une brique 29x14x9 pèse environ 8kg. Un mur simple parement pèsera plus de 290g/m<sup>2</sup> et un mur de 30 cm d'épaisseur fera environ 580kg/m<sup>2</sup>. Et si le mur fait 2,50 m de hauteur, la charge linéaire sera de 1450 kg/ml.

Il faut donc s'assurer que le plancher ou la fondation destinée à supporter ce mur soit à même de résister à cette charge et aux autres charges éventuelles, si ce mur est utilisé pour appuyer un plancher par exemple. Une étude technique est alors indispensable.

- **Montage** :

Si l'élancement est de 20 pour une maçonnerie classique, l'expérience des bâtisseurs en briques de terre a amené à considérer qu'il valait mieux se contenter d'un élancement de 10 pour la BTC. Ainsi un mur de 30 cm d'épaisseur fera au plus 3.00 m de hauteur.

Le plan de pose de la brique est légèrement humidifié. La brique est « graissée » de mortier sur les faces jointives et elle est plaquée sur le lit inférieur et contre la précédente.

Les joint sont garnis et lissés au fur et à mesure avec un fer à joint.

Il est important de veiller à ce que le mur soit protégé d'un soleil trop ardent ou du vent ce qui aurait pour effet de produire un séchage trop rapide du mortier sans que le processus d'adhésion avec les briques soit achevé.

Pendant toute la construction le dessus du mur sera protégé de la pluie lors des interruptions de chantier (nuit, w-e, etc.) pour éviter toute infiltration.

En cas d'impossibilité de protection, il est conseillé de remettre la construction à un moment plus favorable.

L'épaisseur des murs en BTC va dépendre de sa destination et des briques utilisées.

En format le plus courant, soit 29,5x14x9 cm, le mur pourra faire :

- ♠ 14 cm d'épaisseur (une seule brique en panneresse)
- ♠ 29, 5 d'épaisseur, soit une brique en boutisse ou 2 briques en panneresse
- ♠ 45 cm d'épaisseur, soit une panneresse et une boutisse.

En 14 cm d'épaisseur, le mur ne peut alors que servir de cloison non porteuse (règle de l'élancement).

Dans les exemples d'appareillage ci-dessous, les murs sont à double épaisseur de brique

- **Les angles :**

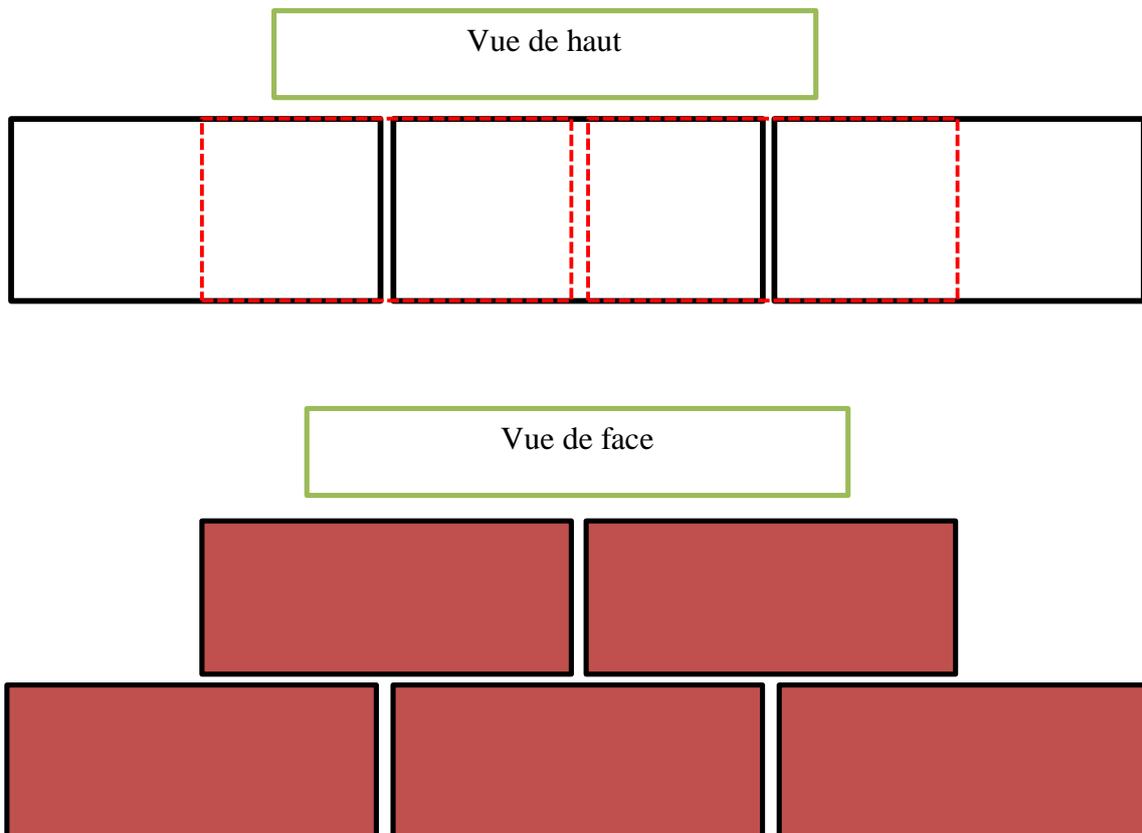
Les angles sont traités avec des briques en  $\frac{3}{4}$ , de façon à ce que la règle concernant la superposition des joints soit respectée. Les  $\frac{3}{4}$  peuvent être obtenues par sciage de briques courantes ou au marteau de maçon.

Les angles sont des éléments essentiels d'une maçonnerie, la jonction de 2 murs assure leur stabilité. Il est donc essentiel que cet assemblage soit efficace et pérenne de façon à remplir cette fonction.

Les angles sont aussi plus souvent soumis à l'usure que les parements (chocs, fuite des descentes de gouttières). Aussi sont-ils souvent traités avec des matériaux plus résistants tels que la pierre ou la brique cuite.

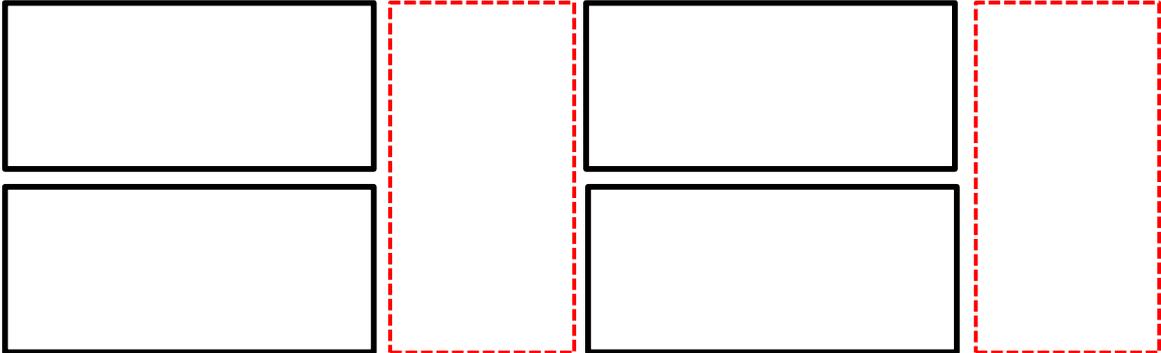
Les angles peuvent aussi être réalisés en BTC, mais il faut s'assurer de la qualité du soubassement et des fondations et prévoir leur protection contre une usure prématurée.

**Construction d'un mur 15 :**



Construction d'un mur 30 :

Vue de haut



Vue de face

