

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

Em. 0625

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR DE CONCEPTION

NUM

TITRE CONCEPTION D'UNE
PRESSE MANUELLE POUR
PARPAINGS DE GEOBETON

DATE : MAI 1987

AUTEURS

DIRECTEUR

CO-DIRECTEUR

INSA BA

: ALIOUNE NDIAYE

Mr.Sc. Papa MBOUP, Professeur

Dr. Aliou DIACK, Professeur

Genie

: Mécanique

REMERCIEMENTS

Nous aimerions exprimer notre reconnaissance à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail :

- les techniciens du génie mécanique qui ont bien voulu nous aider à fabriquer un prototype de démonstration :

M. BUGEAS

M. FALL

M. DIOUCK

M. DIENE.

- Plus particulièrement le professeur Dr DIACK, notre co-directeur, pour les nombreux documents qu'il nous a fournis, et le professeur MBOUP, Mr.Sc, notre directeur de projet pour ses multiples conseils techniques.

Nous voudrions enfin remercier la direction de l'école pour l'aide financière qu'elle a apportée à la réalisation de ce projet.

A ma mère

INSA PA

A ma femme

ALIOUNE NDIAYE

TABLE
DES
MATIERES

SOMMAIRE

conception d'une presse manuelle pour parpaings de géobéton

Le but de ce projet est d'apporter un soutien logistique à la vulgarisation du géobéton au Sénégal. Un des freins à cette démarche est l'absence d'une presse manuelle fabriquée localement à un coût moindre avec des performances aussi bonnes que celles connues sur le marché international.

Ainsi les points étudiés sont :

- l'analyse des besoins nécessaires au design d'une telle machine.
- la proposition d'une nouvelle presse à partir d'une gamme de solutions.
- le dimensionnement partiel de la presse proposée.

Un prototype de démonstration a été réalisé pour mieux appréhender certains problèmes de fonctionnement et contraintes d'usinage.

Enfin pour terminer des recommandations sont faites pour la deuxième phase du projet qui portera sur la réalisation de la future presse "Polyterre".

REMERCIEMENTS	I
SOMMAIRE	II
INTRODUCTION	1
<u>1ere PARTIE</u> : ANALYSE DES BESOINS	3
<u>Chapitre 1</u> : Correlation Compactage versus résistance du géobéton.	4
1-1- fabrication des briques de Terre.	5
1-2- Caractéristiques mécaniques et physiques.	9
<u>Chapitre 2</u> : Caractéristiques des presses manuelles	11
2-1- Caractéristiques physiques	12
2-2- Caractéristi. qualitatives	12
2-3- Production	18
2-4- Autres caractéristiques	19
<u>Chapitre 3</u> : "State of Art"	21
3-1- Introduction	22
3-2- Presses sélectionnées	23
<u>2^{ème} PARTIE</u> : PROPOSITION D'UNE NOUVELLE PRESSE	30
<u>Chapitre 4</u> : Définition du problème	31
4-1- Définition du problème	32
4-2- Données	32

4-3- Objectifs	33
4-4- Restrictions	33
4-5- Critères d'évaluation	33
<u>Chapitre 5 : Génération de Solutions</u>	35
5-1- Solution n°(1)	36
5-2- Solution n°(2)	37
5-3- Solution n°(3)	39
5-4- Solution n°(4)	40

<u>Chapitre 6 : ETUDE de Praticabilité</u>	41
--	----

3^{ème} PARTIE : DIMENSIONNEMENT DE LA PRESSE

PROPOSEE	43
----------	----

<u>Chapitre 7 : Calcul des forces</u>	44
7-1- Schéma de la presse en début de compactage	46
7-2- Schéma de la presse en fin de compactage	47
7-3- Détermination des courses des pistons	48
7-4- Détermination de la longueur et la position des bielles	49
7-5- Calcul des forces sur le système de Compression (position finale)	51

<u>Chapitre 8 : Dimensionnement</u>	55
8-1- Format des briques	56
8-2- Dimensions du moule	57

8-3- Dimensions des plaques de compression	58
8-4- Calcul de l'épaisseur des plaques du moule	58
8-5- Calcul de l'épaisseur des plaques de compression	62
CONCLUSION	64
RECOMMANDATIONS	65
BIBLIOGRAPHIE	66
ANNEXE - A : répertoire de presses	69
ANNEXE - B : dessin de la solution proposée et des Schémas de principe des solutions	79
ANNEXE - C : Formules obtenues par la Théorie des plaques	84

INTRODUCTION

Au moment où les problèmes de logement préoccupent de plus en plus les pays du Tiers Monde, et en particulier le Sénégal, l'Ecole Polytechnique de Thiès, a entrepris depuis deux ans un programme de recherche intitulé : " Géobéton et Construction en Terre, Architecture et Technique de mise en oeuvre."

Cette année un des thèmes de ce programme de recherche porté sur les possibilités de réalisation d'une presse manuelle pour la vulgarisation du géobéton. Il faut rappeler le contexte dans lequel cette préoccupation s'est imposée au comité de recherche. Une étude d'Experts du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) a montré qu'un frein essentiel de la vulgarisation du géobéton était la question du support logistique de sa production. En effet, la technologie du géobéton a été d'abord véhiculée au Sénégal à partir de l'utilisation de la presse CINVA-RAM, puis grâce à la presse TERSTARAM. En dépit des avantages techniques bien connus, rares sont les solutions aux inconvénients identifiés qui sont : la cherté de l'unité, l'absence de maniabilité, la faiblesse du rendement.

D'autres presses sont apparus sur le marché (Géo 50, presse UPATA) mais leur exportation suppose en plus du prix élevé, des frais de transport et de douane. Dans ce contexte il était impossible de chercher à vulgariser un produit dont la disponibilité du support logistique ne peut être garantie. Nous avons donc mis au point avec le Docteur A. DIACK un programme en vue de concevoir une presse qui serait localement produite soit par les industriels de la place soit par les forgerons-tâcherons locaux. Cette presse pourrait alors servir de base de vulgarisation des matériaux de constructions de la filière terre dans notre pays.

La première phase de ce programme de recherche sera donc consacrée à une analyse profonde des besoins donnant les caractéristiques du produit et des presses existantes. Laquelle analyse nous amènera à proposer la conception d'une nouvelle presse dont le reste à faire fera l'objet de recommandations.

1^{ère} PARTIE

ANALYSE DES BESOINS

CHAPITRE 1

Corrélation Compactage versus
Résistance du géobéton

1-1- Fabrication des parpaings de terre

Partant d'une terre donnée, les opérations pour sa mise en oeuvre seront les suivantes :

- le tamisage, avoir la granulométrie souhaitée;
- l'addition d'eau, de ciment ou de chaux et le malaxage du mélange eau-stabilisant-terre ;
- enfin le compactage du mélange relativement homogène dans des moules pour obtenir des blocs de terre.

Ce compactage se fera en trois temps :

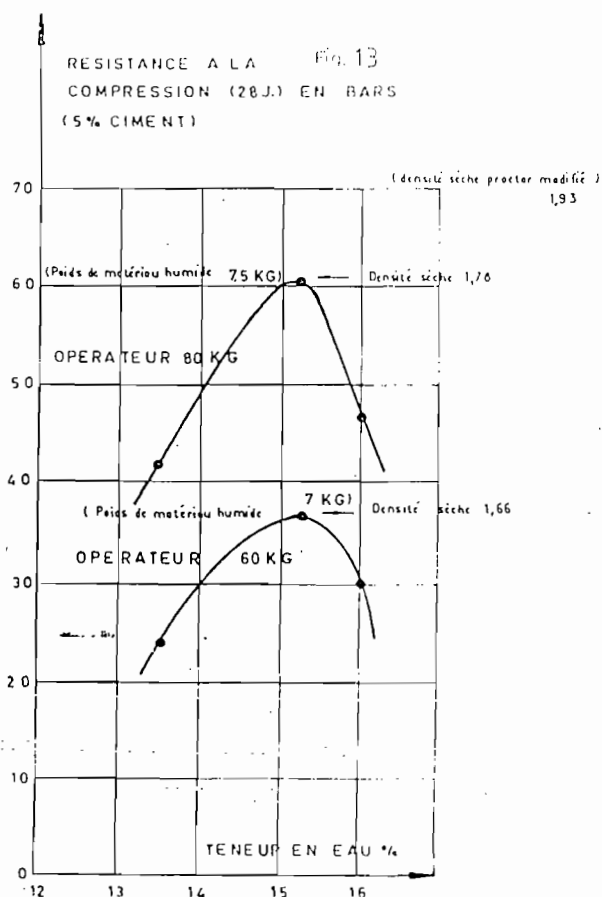
- Remplissage : la terre ne doit pas comporter de graviers (diamètre supérieur à 5mm).
- Compactage : la qualité du compactage dépend de la qualité de terre mise dans le moule.
- Démoulage : le bloc fraîchement compacté doit être manipulé avec précaution.

1-1-1- Besoin de compacter la terre stabilisée

Le compactage est l'une des opérations clé pour l'obtention de bonnes résistances.

Compacter la terre c'est faire en sorte que les particules qu'elle contient aient le maximum de points de contact et qu'il n'y ait entre elles que des vides réduits au minimum, de telle sorte que toutes les particules étant bien imbriquées les unes dans les autres ne puissent plus se déplacer.

La courbe suivante illustre l'influence de la force de l'opérateur, caractérisée par son poids, sur la qualité finale des parpaings confectionnés avec une presse CINVA-RAM (7).



Sur cette courbe l'opérateur de 80kg capable de compacter 7,5 kg de matériau obtient une résistance de 60 bars au lieu de 37 bars pour l'opérateur de 60 kg compactant seulement 7kg.

L'aspect du parpaing est également amélioré par un bon compactage.

Si un défaut de compactage est néfaste, il faut savoir également que la recherche du comptage maximum, en employant par exemple deux opérateurs n'est pas économique et risque d'entraîner la rupture ou la déformation de certains organes de la presse.

Pour une bonne régularité de fabrication, le mélange graveleux-ciment à placer dans le moule sera de préférence pesé avec une précision de ± 50 g. (7)

Il faudra prévoir l'emploi d'une petite trémie s'ajustant exactement dans la chambre de comptage de la presse et permettant le remplissage de celle-ci dans un temps minimum.

1-1-2- Comment compacter le béton de terre ?

Pour compacter le béton de terre, on peut :

- soit exercer sur le matériau des chocs répétés, par damage ou pilonnage ;
- soit utiliser des presses mécaniques, hydrauliques ou manuelles.

1-1-3- Dimensions optimales des blocs de terre

Les dimensions des blocs dépendent d'abord de l'épaisseur du mur que l'on veut obtenir : selon le BUREAU VERITAS (1), 15 cm représentent un optimum ; au dessus, on est conduit à une dépense inutile de ciment, en dessous l'épaisseur risque d'être trop faible du point de vue de la stabilité de la construction.

Une deuxième exigence est d'avoir des blocs maniables. A ce titre 15x20x40 représentent, selon le BUREAU VERITAS (1), des dimensions maximales : les blocs pèsent de 26 à 27 kilos. De tels blocs peuvent être transportés sans planchettes dès leur confection.

1-2- Caractéristiques mécaniques et physiques

1-2-1- Poids de moulage versus résistance en compression

L'expérience à montré, selon le Laboratoire du Batiment et Travaux Publics (L.B.T.P.) de la Côte d'Ivoire (7), qu'un opérateur d'un poids de 60kg développait un effort maximum de 72kg environ et était capable de compacter un parpaing d'un poids de 7,2kg , tandis qu'un opérateur de 80kg développait un effort maximum de 97kg et pouvait compacter un parpaing d'un poids maximum de 7,6kg (la longueur du bras de levier de la presse CINVA-RAM de 1,5m).

IL faut noter que le parpaing de 7,5kg était aisement compacté par l'opérateur de 80kg, de même que celui de 7kg l'était facilement par l'opérateur de 60kg.

1-2-2- Compacité versus résistance à l'usure

Le L.B.T.P. (7) constate que la résistance à l'usure est plus élevée sur la face inférieure du parpaing que sur sa face supérieure. Ceci s'explique par le fait qu'avec la CINVA-RAM, le comptage est obtenu par un mouvement vertical ascendant du plateau inférieur, le plateau supérieur restant fixe.

Le compactage est donc meilleur à la partie inférieure des parpaings.

Il a été constaté également q'un bon compactage est un facteur de durabilité du parpaing puisqu'il résiste mieux à l'usure.

CHAPITRE 2

Caractéristiques des Presses Manuelles

Les presses manuelles se différencient des autres types de presses (mécaniques, hydrauliques et pneumatiques) par leur source d'énergie et leur mode de compression : pour ces presses, le compactage est assuré par une ou plusieurs personnes au moyen d'un système de levier et par le rapprochement relativement lent de deux surfaces entre lesquelles se trouve la terre qui est retenue latéralement.

2-1 Caractéristiques physiques :

Elles déterminent globalement les dimensions de la presse : la largeur, la longueur, la hauteur et le poids.

2-2 Caractéristiques qualitatives :

2-2-1 Pression

Dans l'utilisation de ces presses, une bonne partie de la puissance est perdue dans les transmissions, les frottements et l'élasticité du matériau. Les pressions de compactage de 0,7 à 10 MPa peuvent être suffisantes, mais sont minimums ; des pressions de 20 à 40 kg/cm² sont excellentes ; des pressions supérieures sont superflues et engendrent un gaspillage d'énergie. Elles entraînent parfois une détérioration des qualités mécaniques des blocs par l'apparition de phénomènes de laminage.

Il faut noter aussi que les pressions indiquées sont celles obtenues en production, c'est-à-dire la moyenne statistique d'un ouvrier au travail pendant 8 heures, ce qui est très différent de ce que l'on peut obtenir.(4)

Exemple :

- une personne, une manipulation avec la CINVA-RAM : on obtient 2 MPa
- une personne travaillant toute la journée avec la CINVA-RAM : on obtient 0,5 à 0,7 MPa.

2-2-2- Course du piston et taux de réduction

(ou taux de compression)

Généralement les presses à pression statique sont dotées d'un piston mobile, solidaire d'un plateau.

Le matériau introduit dans le moule (de hauteur h_i) est ainsi comprimé entre ce plateau mobile et le plateau fixe (qui fait en même temps office de couvercle) et atteint finalement la hauteur h_f correspondant à l'épaisseur du parpaing.

Par définition, la course du piston est

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Course} = h_i - h_f \end{array} \right\}$$

et le taux de réduction t est :

$$\left\{ \left(t = \frac{h_i}{h_f} \right) \right\}$$

La course du piston en soi n'a pas d'importance pratique, par contre le taux de compression a une importance considérable sur les propriétés mécaniques du parpaing.

En effet, d'après des travaux de recherche effectués au Laboratoire du Batiment et des Travaux Publics (L.B.T.P.) de la Côte d'Ivoire, (7) au moment du remplissage du moule, la densité apparente humide du matériau foisonné est de l'ordre de 1,3 à 1,4 ; mais selon la quantité de matériau introduite, le compactage peut faire augmenter la densité à une valeur voisine de 2,1 à 2,3 ; densité nécessaire si l'on veut obtenir un parpaing suffisamment compacté avec un granuleux courant.

Si γ_i et γ_f sont les densités initiale et finale humides, Ph le poids du parpaing et S la section de celui-ci, on a les égalités suivantes :

$$\gamma_i = \frac{Ph}{S \cdot h_i} \quad \text{et} \quad \gamma_f = \frac{Ph}{S \cdot h_f}$$

d'où
$$\frac{\gamma_f}{\gamma_i} = \frac{h_i}{h_f} = t \text{ (taux de réduction)}$$

Ce qui montre que si le taux de réduction de la presse est faible, il sera nécessaire, pour obtenir une densité finale élevée (gage de bonne résistance) de partir d'une densité initiale élevée. Il faudra donc soit effectuer un précompactage du matériau ce

qui se traduit généralement par une perte de temps et une baisse du rendement de la fabrication, soit adopter le principe de la double compression qui est d'ailleurs une tendance actuelle dans la conception des presses manuelles.

$$\text{Théoriquement : } t = \frac{\text{volume de terre foisonnée}}{\text{Volume de terre compactée}} = 1,65 \quad (4)$$

Ainsi le taux de compression représentant le rapport du volume du moule vide et le volume de la brique produite, doit être dans tous les cas supérieur à 1,65 (qui est une valeur minimale); un taux de 2 serait idéal selon (4).

Presque toutes les presses manuelles ont un taux de compression inférieur ou égal à 1,65 ; ce qui nécessite un précompactage. De ce point de vue, on préfère les presses avec un couvercle rabattable à celles à couvercle tournant, le couvercle rabattable écrase la terre débordant du moule, réalisant ainsi un pré-compactage léger, alors que le couvercle tournant racle l'excès de terre sans la tasser.

2-2-3- Profondeur maximum du moule :

C'est la distance maximum qui existe entre le couvercle fermé et le plateau de compression au repos. Cette dimension diminuée de la course du plateau donne l'épaisseur maximale du parpaing que

l'on peut produire, il est recommandé d'avoir la plus grande profondeur possible afin d'obtenir un taux de compression acceptable.

2-2-4- Course maximum du plateau :

Pour les presses manuelles cette course ne peut être réglée. Le fait de ne pas descendre le levier jusqu'à sa butée peut donner l'illusion de régler la course du plateau. En fait l'effort de compression maximale se produisant en fin de course, les parpaings produits de cette façon seront beaucoup moins résistants que les autres.

2-2-5- Nature et géométrie du mécanisme de moulage :

Le mécanisme de moulage des presses manuelles doit permettre de transformer une force humaine (le poids de l'opérateur multiplié éventuellement par un coefficient dynamique) en une force suffisante pour conduire à un bon compactage du parpaing. La force humaine ne suffisant pas, on conçoit que celle-ci doit être multipliée. Le coefficient multiplicateur K varie en fonction de la course du piston ; il a pour valeur (7)

$$K = \frac{F}{f}$$

où F = force appliquée
au parpaing

f = force appliquée
au levier.

La courbe donnant la variation de K en fonction de l'accourcissement du parpaing peut être définie comme la courbe caractéristique de la presse.

Ainsi pour qu'une presse permette d'obtenir un bon compactage, il ne suffit pas que son taux de réduction soit satisfaisant et que sa courbe caractéristique conduise à des valeurs élevées de K en fin de compactage ; il faut également qu'à tout instant du compactage, la force mobilisable par l'opérateur et le déplacement du plateau mobile soient en rapport avec la compressibilité du matériau.

Un matériau très compressible nécessitera des déplacements du plateau mobile plus importants avec un coefficient K initial plus faible et un matériau peu compressible, des déplacements moins grands mais un coefficient K initial plus élevé.

2-2-6- Dimensions des briques :

Généralement on donne les dimensions des blocs standard. Il est à noter qu'il est souhaitable de prévoir dans la construction des presses, la possibilité d'utiliser plusieurs moules qui donnent des briques de dimensions variées.

2-3- Production

2-3-1- Nombre de blocs par jour :

Les chiffres donnés à ce niveau correspondent souvent au nombre de blocs produits pendant une journée de 8 heures ; cependant il varie énormément suivant l'organisation du chantier.

2-3-2- Volume compacté par jour :

C'est le volume de terre compactée par jour en mètre cube (m^3).

2-3-3- Nombre d'ouvriers :

Ce nombre représente les ouvriers, qui assument l'alimentation en terre, la compression et l'évacuation des parpaings. Il ne s'agit donc pas de toute la chaîne de production depuis l'extraction de la terre jusqu'au stockage.

2-3-4- Niveau de production (rendement) :

Il est faible dans le cas des presses manuelles dont le rendement varie en fonction de l'organisation du chantier. Il peut varier de 300 à 1200 briques par jour. (4)

2-4- Autres caractéristiques

Les presses sont également caractérisées par :

- leur dénomination,
- leur origine (constructeur)
- leur prix (hors-taxe) et leur mode de livraison confirmés par les constructeurs.

2-5- Critères de sélection des presses manuelles.

Selon le L.B.T.P., les presses manuelles doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- avoir un taux de réduction voisin de 1,7 permettant la fabrication d'un parpaing sans pré-compactage initial.
- présenter des caractéristiques géométriques (coefficient multiplicateur K) et mécaniques telles qu'un opérateur d'un poids moyen de 70 kg puisse exercer sur le parpaing une pression finale

d'au moins 1,5 MPa sans risque de rupture de la presse et sans effort excessif.

L'emploi du géobéton devant conduire à des économies, il convient de compléter l'application des critères mécaniques par une analyse globale basée sur le prix de revient du mètre carré de mur construit avec une résistance imposée :

Dans cette analyse doivent entrer en ligne de compte :

- l'amortissement du coût de la presse,
- le nombre d'ouvriers nécessaires à son fonctionnement,
- le rendement journalier de l'équipe,
- la quantité et le prix du ciment à ajouter au graveleux pour l'obtention de la résistance demandée,
- les dimensions du parpaing et sa facilité de montage.

CHAPITRE 3

"State of Art"

3-1- Introduction :

Il existe dans l'industrie céramique un grand nombre de presses servant au façonnage des briques. Plusieurs sont utilisables pour la terre stabilisée ; d'autres ont subi des transformations et certaines conçues spécialement pour la fabrication de blocs de terre compressés. Il en existe encore qui ont une potentialité particulière, mais qui doivent être adaptées.

Le tableau 3.1 regroupe quatorze (14) des presses manuelles qui ont déjà existé sur le marché soit sous forme de prototype d'essai, soit en commercialisation.

Tableau 3.1-

(4)

Tableau 3.1-

(4)

TYPE DE MECANISME DE MOULAGE	PRODUCTION	TYPE DE COMPACTAGE	14 PRESSES	Commercialisée aujourd'hui	N'est plus sur le marché	Peut être rem. sur le marché sur commande spéciale	Prototype	Voir paragraphe « Musée des presses »	Voir notre sélect. des meilleures presses commercialisées	Sec	Plastique	Etat de la terre	
Manuel	Faible	Dynamique	S.I.T. Dakar		X			X					
			Machine à bras n° 1		X			X					
			Pionneuse à bras type PBB		X			X					
			Rapide n° 5		X			X					
			Pilon guide système D				X	X					
		Statique	Terstaram *	X						X	X	X	
			CINVA Ram	X						X	X	X	
			Tek Block	X						X	X	X	
			Elson Blockmaster S, D, SB 1, SB 2	X						X	X	X	
			ABI	X							X	X	
			PM à bras		X				X				
			Herculéenne		X				X				
			Correr				X	X					
			Palafitte				X				X	X	

Ces presses sont généralement très simples du point de vue du fonctionnement, et demandent des investissements assez faibles par rapport aux autres types de presses (mécaniques, hydrauliques et pneumatiques) ; mais il n'en demeure pas moins qu'au Sénégal, elles coûtent relativement chère. Et c'est là une des raisons principales qui a guidé à vouloir concevoir une presse manuelle qui serait localement produite par les industries locales, à un coût moindre et aussi fiable que les autres.

3-2- Presses Selectionnées :

Il sera présenté dans cette gamme de presses, quelques unes particulièrement intéressantes surtout de par leur principe de fonctionnement et d'autres qui ont été nouvellement conçues. Des caractéristiques techniques seront données au tableau 3-2 pour montrer les performances et surtout les limites de ces presses.

3-2-1- La "ELISON BLOCKMASTER" :

C'est une presse manuelle, fabriquée en Inde. Il existe quatres (4) modèles donnant des briques ou des blocs différents (S, D, SB1, SB2). Ainsi, pour construire un bâtiment, en utilisant pour la fabrication des parpaings ce type de presse, il en faudra au moins deux modèles car les murs et les coupoles nécessitent

des parpaings de dimensions différentes. D'où un point faible qui mérite d'être amélioré par exemple par un système de moules interchangeables.

3-2-2- La "CINVA-RAM" :

Cette presse manuelle a été mise au point à Bogota (Colombie) en 1952 par le "Inter America Housing and Planning Center (4). Elle est très connue et très utilisée. Elle a donné naissance à des modèles basés sur le même principe et a fait l'objet d'une étude complète des caractéristiques géométriques et mécaniques par le L.B.T.P. de la Côte d'Ivoire et dont la généralisation des résultats a permis au laboratoire de définir un certain nombre de critères pour le choix des presses manuelles. Donc, souvent prise comme élément de référence, la CINVA-RAM est l'une des presses les plus utilisées dans le monde. Néanmoins elle présente des points faibles que nous essayerons de montrer en décrivant les éléments essentiels qui la constituent (voir annexe A pour l'illustration de ces derniers)

3-2-2-1- La caisse :

C'est un moule métallique rectangulaire formé de quatre tôles dont deux de 15 mm d'épaisseur et deux de 8 mm d'épaisseur, monté sur quatre pieds. Il constitue l'armature de tout le mécanisme et il est boulonné sur un socle qui lui assure sa stabilité.

3-2-2-2- Le Couvercle :

Deux couvercles différents ont été conçus : le premier se dégage du moule et vient se poser derrière la machine sur deux supports, le deuxième pivote autour d'un axe situé sur le côté du moule. C'est ce modèle qui a été commercialisé (cette presse n'est plus fabriquée par son constructeur) (6) et qui présente surtout l'inconvénient de racler la terre initialement introduite dans le moule (diminuant ainsi la résistance des parpaings) plutôt que de la tasser.

3-2-2-3- Le levier :

Il se place dans deux encoches sur le couvercle. Il transmet son mouvement au piston par deux bielles. En position verticale, deux crochets se verrouillent sur une traverse, ce qui rend solidaire l'ensemble levier-bielles.

3-2-2-4- Le piston :

C'est un cylindre surmonté d'un plateau rectangulaire. Il est guidé par deux cornières réglables qui constituent des sources d'usure ayant des conséquences non négligeables sur la qualité des parpaings, car cette usure désaxe le piston de compression, d'où un jeu important et par conséquent un manque d'homogénéité des parpaings. Et là nous pensons qu'un guidage du piston avec un cylindre réduirait l'usure.

3-2-3- La " UNATA 1000 "

Cette presse à briques de terre compactée a été réalisée par l'union pour l'Assistance en Technologie Appropriée (UNATA). C'est presque une copie de la presse CINVA-RAM dont les caractéristiques seront données dans un autre sous-paragraphe.

3-2-4- La "TEK Block" :

C'est une presse à main qui a été mise au point au Ghana par le département de Recherche sur l'Habitat et la Planification. (Faculté d'architecture Université des Sciences et Technologie , Kumasi, Ghana) (4). Elle a le même principe de fonctionnement que la CINVA-RAM sauf l'automatisation au niveau de l'ouverture et de la fermeture du couvercle ; ainsi la manipulation est plus aisée et peut accélérer le rythme de la production.

3-2-5- La "GEO 50" :

C'est une presse manuelle à terre qui a été conçue et réalisée par le centre de terre à LAVALETTE en France. Elle a un système de compression à double effet.

3-2-6- La " PALAFITTE " :

C'est une presse manuelle qui a été construite en un seul exemplaire, en cherchant à regrouper les avantages de la CINVA-RAM et de la TEK BLOCK, en 1974, à l'unité pédagogique d'architecture de Grenoble. Son principal avantage est l'automatisation de l'ouverture et la fermeture de la presse.

3-2-7- La " TERSTARAM " :

C'est une presse manuelle, connue aussi sous les noms de "Land-Crete" et "Stadibloc", elle a fait l'objet d'un certain nombre d'améliorations qui en ont fait la meilleure presse manuelle disponible sur le marché.

Elle est principalement utilisée par l'Association pour le Développement naturel d'une Architecture et d'une Urbanisme Africains (A.D.A.U.A.) dans ses travaux de construction (Mauritanie, Burkina-Fasso, Sénégal) ; c'est ainsi qu'en collaboration avec le fabricant Belge, elle tente d'installer à Thiès une usine de montage de cette presse.

Grâce à son amélioration progressive, la presse TERSTA-RAM, produit actuellement avec un système de moules interchangeables, des briques de dimensions variées suivant que l'on veuille réaliser des murs porteurs, coupôles, voûtes, ou claustras. Aussi son

couvercle rabattable permet- il d'assurer un léger précompactage du matériau foisonné et par conséquent une meilleure qualité de parpaing (bonne résistance) par rapport à la CINVA-RAM. Mais au delà de ses avantages non moins négligeables, la Terstaram a deux principaux inconvénients qui sont :

- la cherté de l'unité (582.325 Fcs)(18)
- la difficulté de maniabilité (très robuste).

Tableau 3.2 : Caractéristiques de certaines presses: (4)-(Annexe 1)

SELECTION DE PRESSES							
DENOMINATION	NOM	CINVA-RAM	TEK.BLOK	TERSTARAM	UNATA 1000 (***)	PERO 50 (***)	PALAFITTE
ORIGINE	PAYS	Colombie	Burkin.-Fas.	Belgique	Belgique	France	France
CARACTERIST. PHYSIQUES	Dimensions (e,L,H)cm		40x50x60	75x160x100	26x45x70	35x40x100	
	Poids net (kg)		97	280	85	120	
CARACTERIST. COMMERCIALES	Prix (CFA)	- 50.000* - 200.000** - 125.000	100.000*	- 200.000* - 532.325TC - 350.000**	110.250	293.000 (HT)	
CARACTERIST.	Pression (kg/cm ²)	7	5	20 à 40	25	15 à 25	14 à 20
	Taux de compres.	1,53	1,34	1,55			2
	Profondeur max. du moule (mm)	145	175	145			
	Course max. du plateau (mm)	55	45	39+18 = 57			
QUALITATIVES	Dimensions des blocs STANDARD (L x l x H)	29x14x9	29x29x13	40x20x10 29,5x14x9 22x14x9 21,5x10,5x9	29x14x9	20,5x14x9	29x14x9
PRODUCTION	Nombre des blocs par jour.	- 425 - 300	425	425	160 à 480	420 à 640	
	Nombre d'ouvriers	4	4	4			

COMMENTAIRES TABLEAU 3-2 :

(*) : ces prix ont été donnés par CRAterre en 1975.
 (**): prix au Sénégal.
 (***) : presses récemment mise au point avec des
 informations incomplètes.

2^e PARTIE

PROPOSITION D'UNE
NOUVELLE PRESSE

CHAPITRE 4

Définition du Problème

4-1- Définition du problème :

Une étude du marché menée par des Experts du P.W.U.D. (6) a prouvé qu'un frein à la vulgarisation du géobéton était la question du support logistique de sa production (presse).

En effet, jusqu'à présent toute la technologie du géobéton a été véhiculée au Sénégal à partir de l'utilisation des presses CIFA-RAM et TERSTARAM ; la première n'étant plus produite par son constructeur (6).

Problème : concevoir une nouvelle presse manuelle pour la fabrication de parpaings de géobéton, qui serait localement produite par les industriels ou forgerons-tâcherons.

4-2- Données :

- produit : le géobéton (béton de terre stabilisée)
- inconvénients des presses existantes :
 - . cherté de l'unité : TERSTARAM : 582.325F CFA (18)
CIFA-RAM : 200.000F CFA (6)
PRESSE ETRANGERE LA MOINS CHERE : 110.000F CFA
(UNATA 1000) (voir Annexe A)
taxe douanière : 38 %. (17)
 - . faiblesse du rendement : 300 à 400 parpaings.
 - . manque l'homogénéité du produit : dû au simple compactage et parfois au jeu du piston

relatif à l'usure.

- . difficulté de maniabilité : poids CIVVA-RAM : 68KG
poids TERSTARAM : 280KG.

4-3- Objectifs :

- Objectifs primaires
 - . améliorer les caractéristiques géométriques et mécaniques,
 - . élever le taux de réduction de 1,65 à 1,7,
 - . améliorer la maniabilité,
- Objectifs secondaires
 - . optimiser la méthode de travail
 - . rendre l'entretien facile.

4-4- Restrictions :

- poids : 75 KG.
- taux de réduction : 1,7.
- pression finale de compactage : 1,5 MPa.
- encombrement : L = 400mm ; l = 250 mm ; h = 750 mm.
- coût : 75000F CFA.
- production : 500 briques par jour.

4-5- Critères d'évaluation :

- 20 ----- caractéristiques géométriques et mécaniques.
- 20 ----- Rendement journalier.
- 15 ----- Système de compactage.

- 15 ----- Poids et encombrement.
- 15 ----- Coût de fabrication.
- 5 ----- Résistance à la rupture.
- 5 ----- Résistance à l'usure.
- 5 ----- Stabilité.

L'analyse des besoins nous a amenés à établir une corrélation entre le compactage et les caractéristiques mécaniques du produit géobéton. De la même manière elle nous a permis de définir les critères de sélection des presses manuelles.

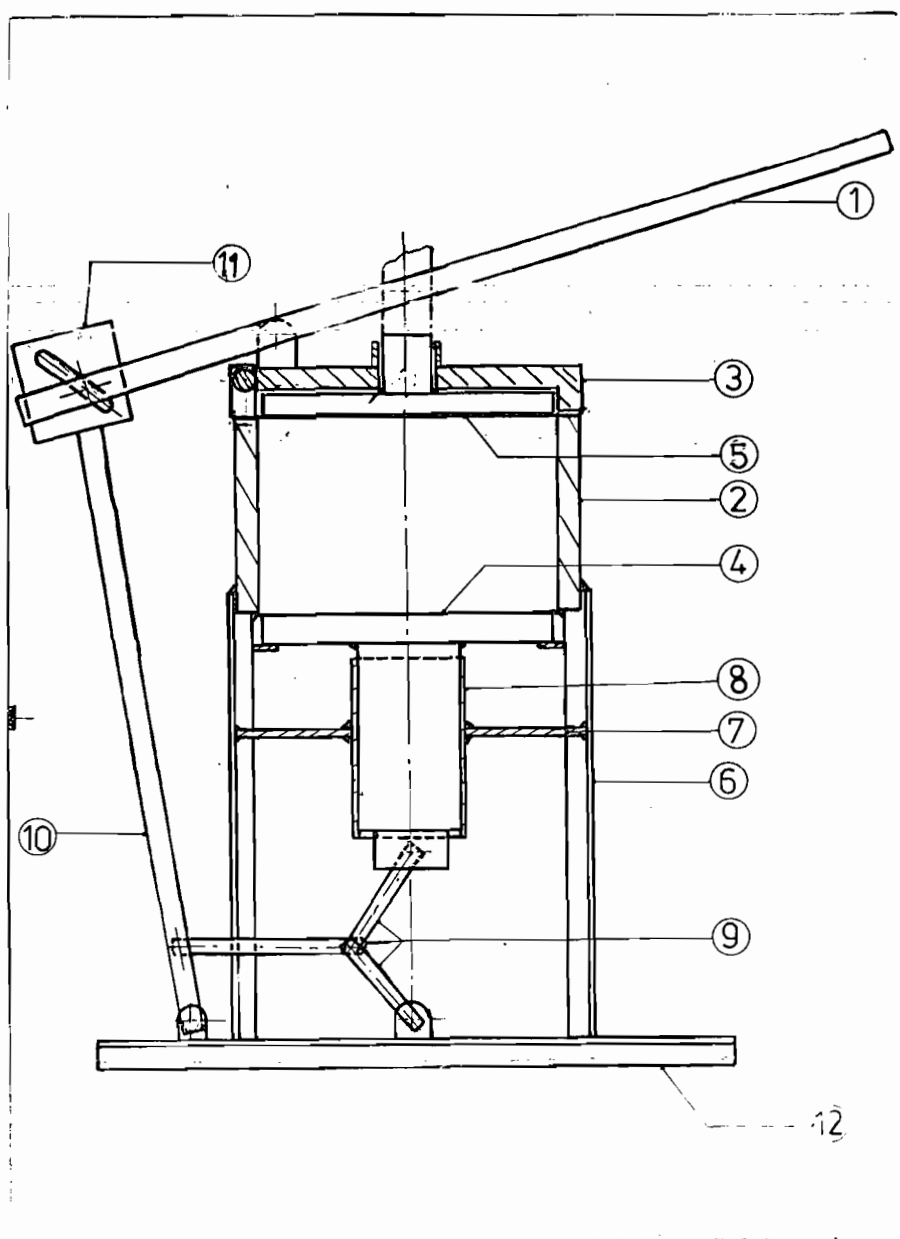
Ainsi nous avons choisi de concevoir une nouvelle presse telle que ci-dessus définie. Le problème, une fois défini, nous nous proposons de générer des solutions.

CHAPITRE 5

Génération de Solutions

Après avoir défini le problème, nous avons généré quelques solutions. Cette phase du design est d'une importance capitale puisqu'elle constitue l'étape des idées d'où doit découler la solution qui sera proposée.

5-1- Solution n°(1)



C'est une presse manuelle dotée d'un mécanisme de compression à double effet avec un levier principal (1) qui commande le compactage en un seul mouvement. La compression supérieure est assurée par un piston (5) lié au levier par un axe et celle inférieure par un autre piston (4) guidé par un cylindre (8) solidaire à un mécanisme à genouillère (9) dont la commande est assurée par la membrure (10) liée au levier par une plaque (11) soudée sur elle avec un trou oblongue. La caisse de la presse repose sur quatre cornières (7) intercallées d'une tôle d'acier. Grâce à la liaison (11) l'ouverture du couvercle rabattable (3) peut entraîner automatiquement le demoulage du parpaing.

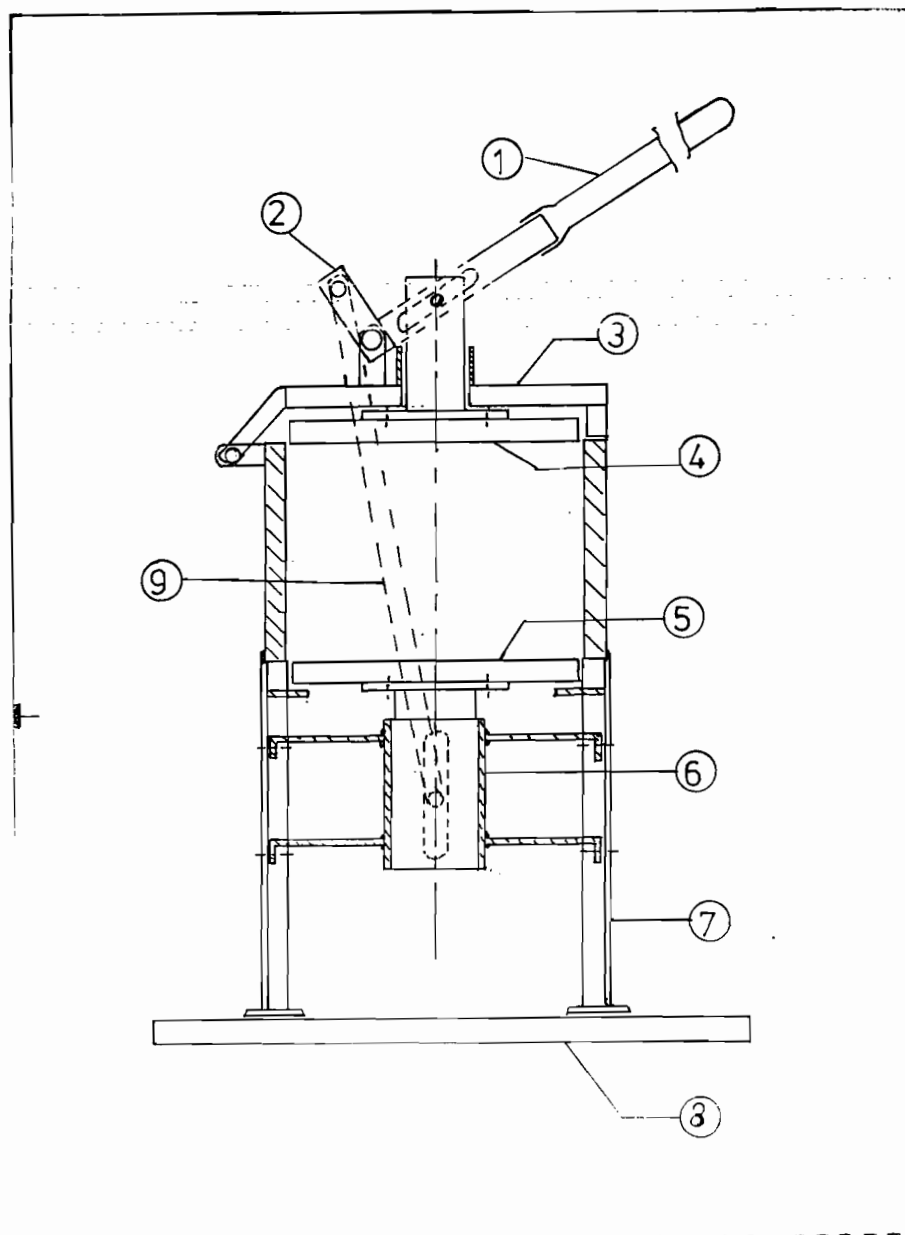
5-2- Solution n° 2

C'est une presse manuelle avec un système à double compactage. La caisse (moule) repose sur quatre cornières (7) supportées par un socle en bois (8) servant de stabilisateur.

Le système de compactage est constitué d'un mécanisme "manuelle-coulisseau" décollé solidaire au genou (2) du levier principal qui commande la double compression en une seule opération. Le mécanisme manivelle coulisseau comporte une partie du genou, les deux bielles (9), le piston inférieur (5) et le cylindre de guidage (6).

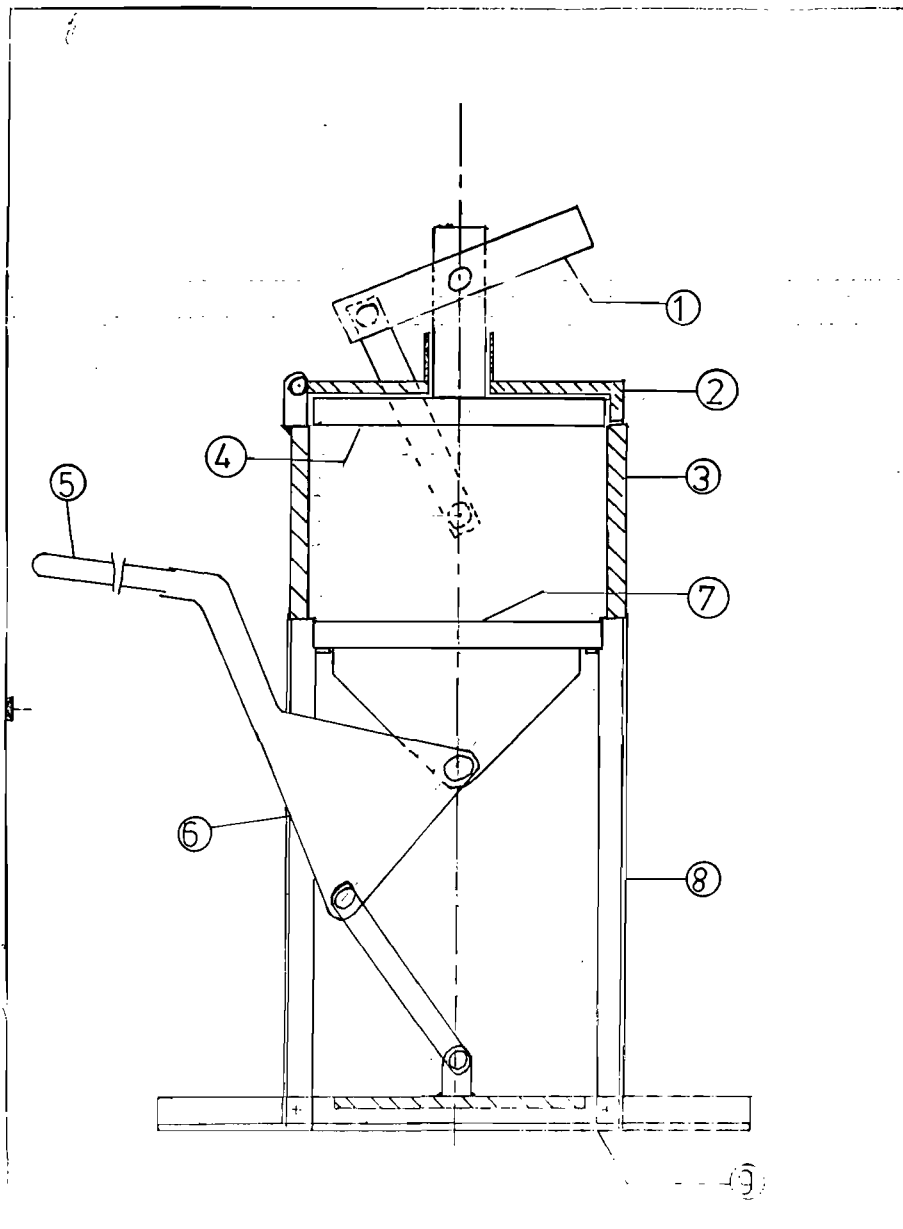
L'ouverture du couvercle rabattable (3) entraîne le

le démoulage du parpaing en même temps. Un système de câbles permet de faire varier la position initiale des pistons, ce qui donne des briques de dimensions variées.



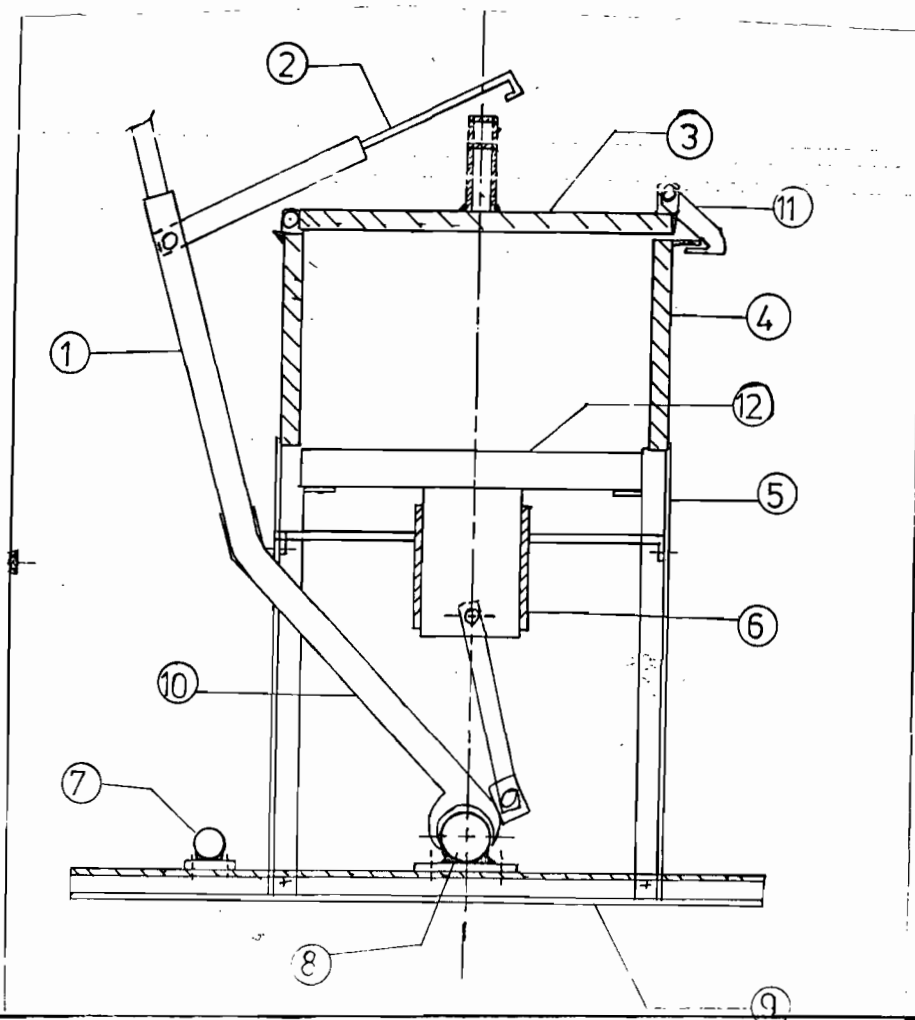
5-3- Solution n° 3

Le fonctionnement de cette presse est assuré par deux personnes. En effet elle utilise un principe de double compression en deux temps. Une compression supérieure avec un piston (4) solidaire à un levier (1) et une autre inférieure avec un sabot articulé (6) sur le plateau (7) et solidaire à un autre levier (5).



5-4- Solution n° 4

Le fonctionnement de cette presse manuelle est assuré par une seule personne avec une simple compression ; le couvercle rabattable (3) assure néanmoins un léger précompactage du matériau foisonné. Le système de compactage est constitué d'un levier à griffe (10) qui, en prenant appui sur un pivot (8) ; compacte le matériau ; et grâce à un autre pivot (7) placé sur un même axe et un même plan que le premier, ce levier peut, tout en ouvrant le couvercle par le biais d'un crochet (2), assurer le démoulage du parpaing.



CHAPITRE 6

Etude de Praticabilité

Un certain nombre de solutions étant généré dans le chapitre précédant, cette étude de praticabilité doit guider le choix de la solution finale. Pour ce faire, il faut, compte tenu de l'état d'avancement de l'étude, axer l'analyse sur la praticabilité physique.

Ainsi d'après les critères d'évaluation déjà définis il convient de rejeter :

- la solution n° 4 parce qu'elle a un système de compactage simple, ce qui n'améliore pas l'homogénéité de la brique, malgré le précompactage assuré par le couvercle rabattable ;
- ainsi que la solution n°3 pour des raisons de rendement : le double compactage est réalisé en deux temps, ce qui présuppose une perte de temps ;
- de même que la solution n°1 pour des raisons de caractéristiques géométriques et mécaniques sans oublier l'encombrement.

Donc le choix portera sur la solution n°2 qui semble être plus stable, moins encombrante, avec des caractéristiques géométriques et mécaniques plus intéressantes.

3^e PARTIE

DIMENSIONNEMENT DE
LA PRESSE PROPOSEE

CHAPITRE 7

Calcul des forces

- Ce dimensionnement partiel comprend deux parties :
- une première étape de détermination des longueurs des éléments mobiles afin de créer un prototype pour vérifier si le principe de fonctionnement est respecté.
 - une deuxième partie contenant le dimensionnement complet du moule et des plateaux de compression.

Il est recommandé de n'achever le dimensionnement en résistance qu'une fois les déplacements respectés.

7-1- Schéma de la presse en début de compactage :

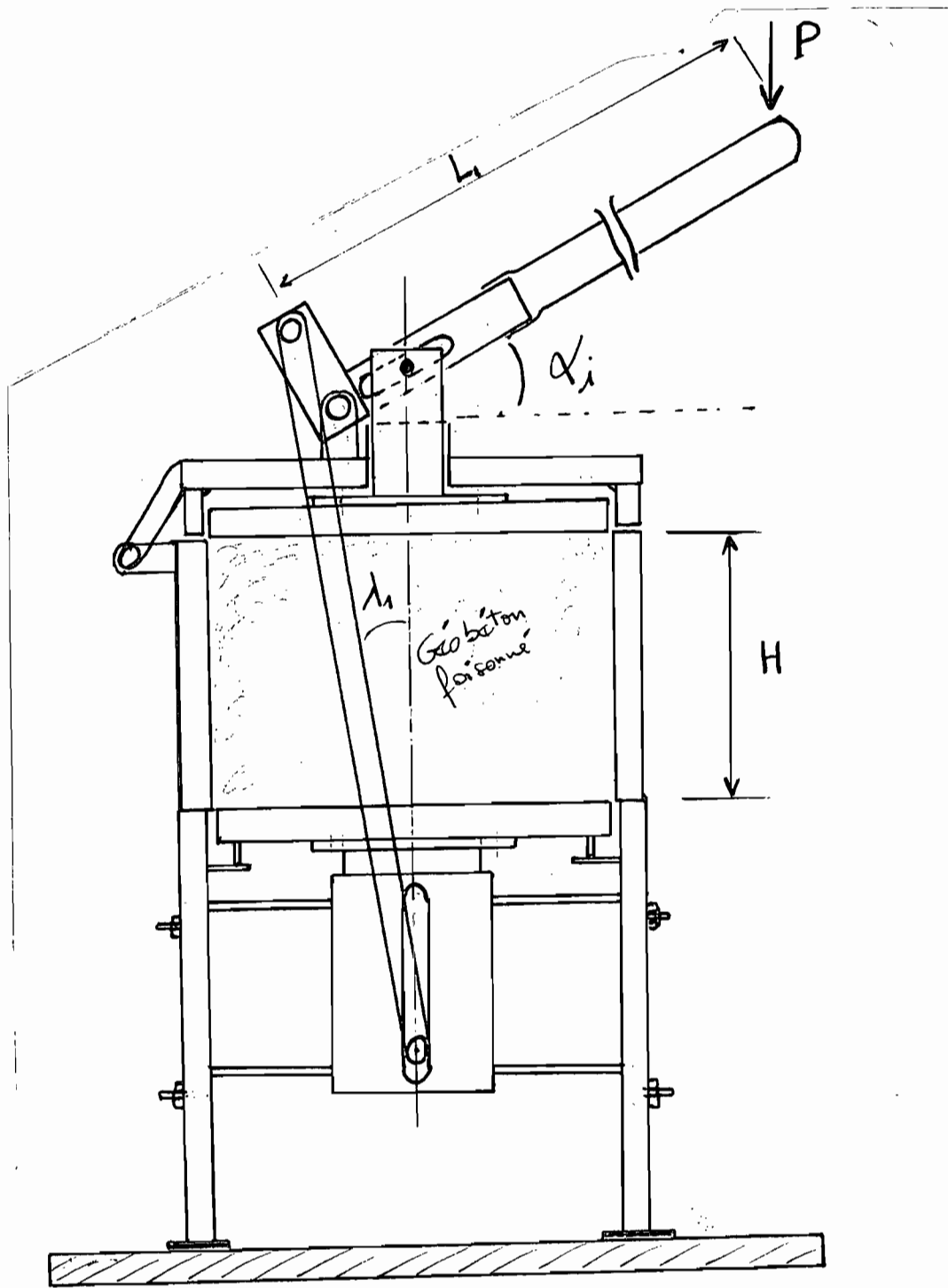


Figure 7.1 :

7-2- Schéma de la presse en fin de compactage :

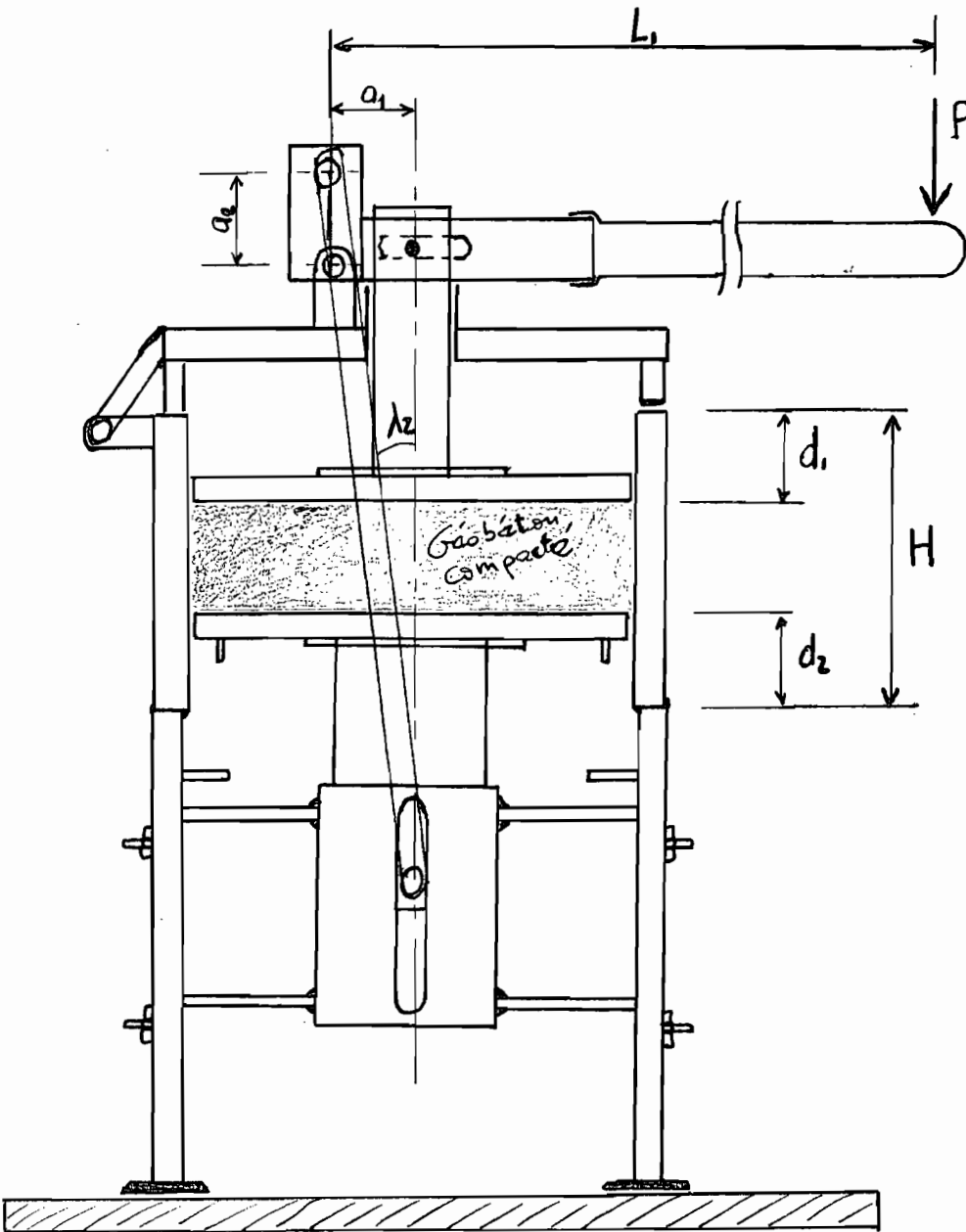


Figure 7.2 :

7-3- Détermination des courses des pistons :

Soit t = taux de réduction global de la presse
alors $t = \frac{H}{H - (d_1 + d_2)}$ où H = hauteur totale
du moule,

d_1 = course du piston supérieur,

d_2 = course du piston inférieur.

On veut $t = 1,7$ d'où $d_1 + d_2 = 90\text{mm}$ (1)
car comme l'épaisseur d'un parpaing vaut 13mm, on a
choisi $H = 22\text{mm}$ pour pouvoir atteindre l'objectif
fixé par rapport au taux de compression.

D'après le figure 7-2

$$\underline{d_1 = a_1 \operatorname{tg} \alpha_1} \quad \text{d'où (1)}$$

$$\underline{d_2 = 90 - a_1 \operatorname{tg} \alpha_1}$$

ainsi en fixant α_1 à 45° et a_1 à 70mm , alors

$$\underline{d_1 = 70\text{mm}} \quad \text{et} \quad \underline{d_2 = 20\text{mm}}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = 3,5$$

Pour passer des dimensions $29 \times 14 \times 13$ à
 $29 \times 14 \times 11$ on doit utiliser une cale de 4,5mm
pour le piston inférieur et une cale de 15,75mm pour
le piston supérieur.

Pour passer des dimensions 29 x 14 x 11 à 29 x 14 x 9
on doit utiliser une cale de 9 mm pour le piston
inférieur et une cale de 31,5 mm pour le piston
supérieur

Remarque : les cales sont intercalées entre les
plaques d'assise et les plateaux.

7-4- Détermination de la longueur et de la position des bielles en début et fin de compactage :

Soit le mécanisme "manivelle-coulisseau"
décalé suivant le schéma ci-dessous simplifié.

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)

$$\begin{cases} X = a_2 \cos \alpha - L_2 \sin \lambda_1 \\ 0 = a_1 + a_2 \sin \alpha - L_2 \sin \lambda_1 \end{cases}$$

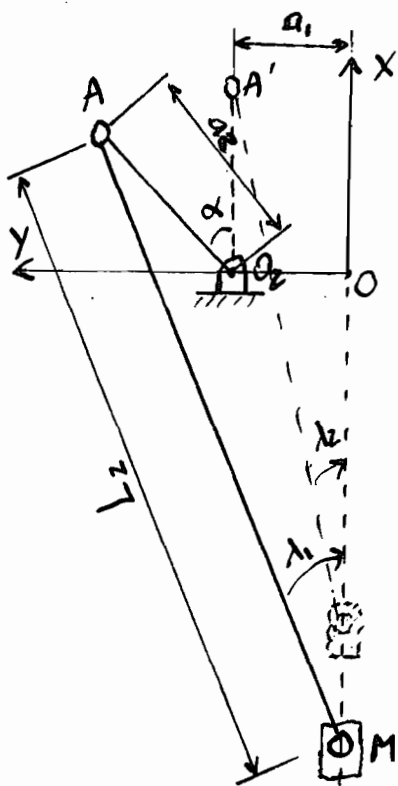
où L_2 = longueur des bielles
 λ_1 et λ_2 = positions initiale et
finale

on sait que $\cos \lambda = \sqrt{1 - \sin^2 \lambda}$
d'où

$$\begin{cases} X = a_2 \cos \alpha - L_2 \sqrt{1 - \sin^2 \lambda_1} \\ \sin \lambda_1 = \frac{a_1 + a_2 \sin \alpha}{L_2} \end{cases}$$

si $\alpha = \alpha_i = 45^\circ$ alors

$$X_i = a_2 \cos \alpha_i - L_2 \sqrt{1 - \left(\frac{a_1 + a_2 \sin \alpha_i}{L_2} \right)^2}$$



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

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

$$\Leftrightarrow L_2 \left[\left(1 - \left(\frac{a_1}{L_2}\right)^2\right)^{1/2} - \left(1 - \left(\frac{a_1 + a_2 \sin \alpha_i}{L_2}\right)^2\right)^{1/2} \right] = a_2 (1 - \cos \alpha) - d_2 \quad (3)$$

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

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

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

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

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

si $a_2 = 120\text{mm}$ alors $L_2 = 630\text{mm}$; $\lambda_1 = 14,2^\circ$; $\lambda_2 = 6,4^\circ$

si $a_2 = 140\text{mm}$ alors $L_2 = 562,7\text{mm}$; $\lambda_1 = 17,5^\circ$; $\lambda_2 = 7,1^\circ$
 si $a_2 = 160\text{mm}$ " $L_2 = 532,6\text{mm}$; $\lambda_1 = 20,1^\circ$; $\lambda_2 = 7,55^\circ$
 or nous savons que notre approximation n'est bonne que si L_2 est grand.

D'où, en prenant $L_2 = 630\text{ mm}$ l'égalité (3) donne une différence de 0,26, mais si nous approximations en prenant une valeur plus grande par exemple $L_2 = 640\text{mm}$, l'égalité (3) donne une différence de 0,01, ce qui est une bonne approximation.

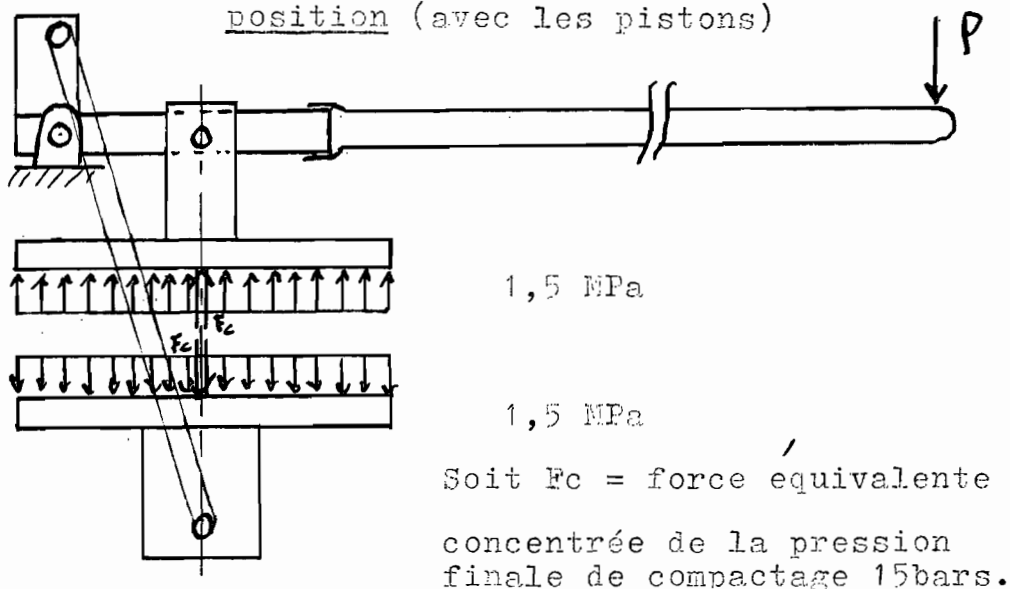
Ainsi donc les bielles seront caractérisées par :

$$L_2 = 640\text{ mm}$$

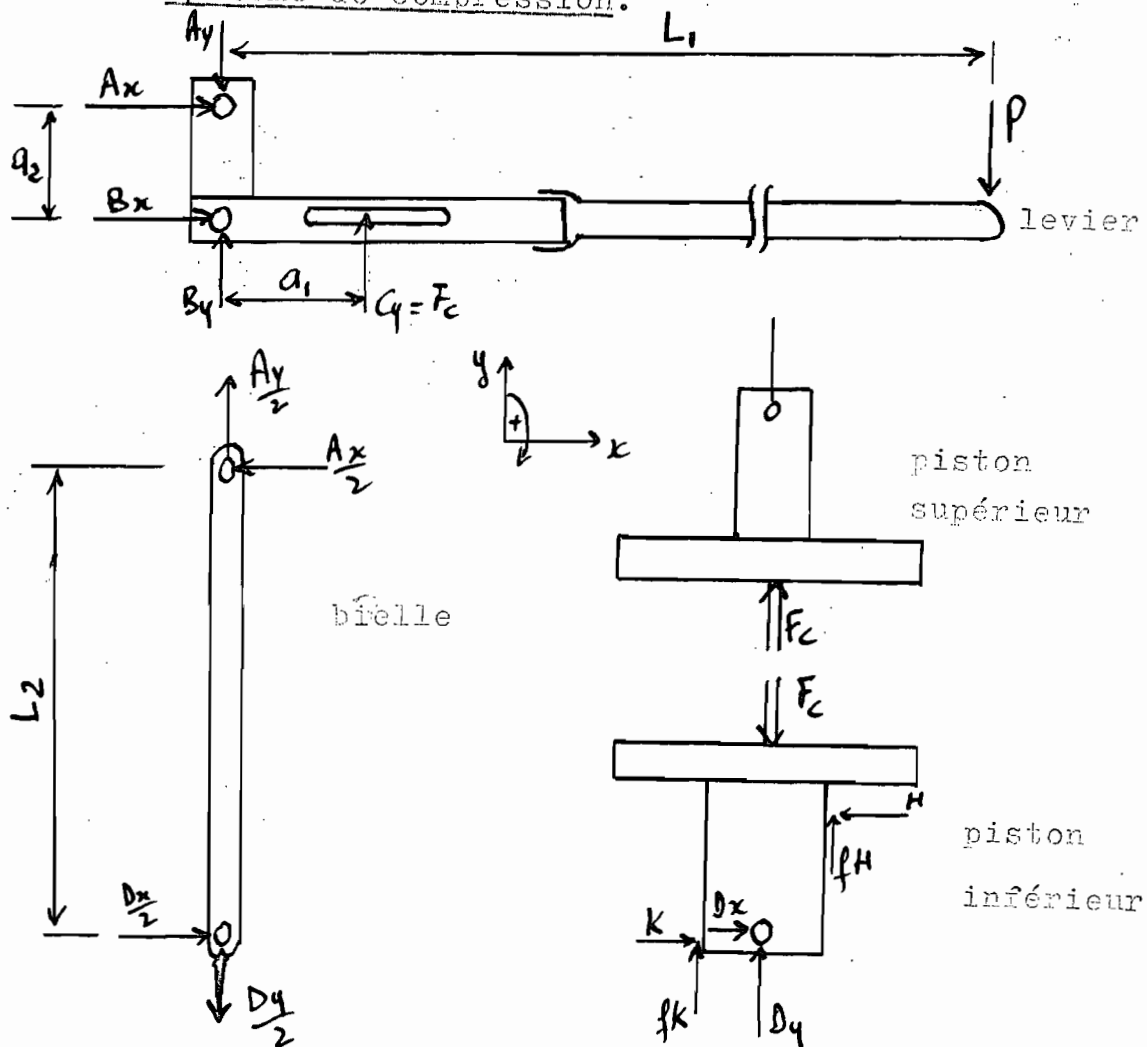
$$\lambda_1 = 14^\circ \text{ et } \lambda_2 = 6,3^\circ$$

7-5- Calcul des forces sur le système de compression dans sa position finale :

a) Schéma du système isolé dans cette position (avec les pistons)



b) Schémas isolés des différents éléments du système de compression.



c) Calcul des forces :

* forces supportées par l'axe des bielles.

$$\sum F_x = 0 \iff A_x = D_x \quad (4)$$

$$\sum F_y = 0 \iff A_y = D_y \quad (5)$$

$$\sum M/D = 0 \iff A_y L_2 \sin \lambda_2 = A_x L_2 \cos \lambda_2$$

$$A_x = A_y \operatorname{tg} \lambda_2 \quad (6)$$

- forces supportées par le levier :

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

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

$$\sum M_B = 0 \longleftrightarrow A_x \cdot a_2 - F_c a_1 + P L_1 = 0 \quad (9)$$

D'où

$$A_y = \frac{F_c a_1 - P L_1}{a_2 \operatorname{tg} \lambda_2} \quad (9')$$

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

$$B_x = - A_y \operatorname{tg} \lambda_2 \quad (7')$$

- 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

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

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

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

N.B. :

Pour réduire les frottements, nous prévoyons de mettre des bagues de bronze entre le cylindre

et le piston dans la réalisation du prototype d'essai.

- Applications numériques :

hypothèses :

$$F_c = 15 \text{ kg/cm}^2 \times 29 \times 14 \times 9,81 = 60 \text{ kN}.$$

$$P = 72 \text{ kg} = 706,3 \text{ N} \quad (\text{exercée par une personne})$$

$$a_2 = 12 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$a_1 = 7 \times 10^{-2} \text{ m}$$
$$= 6,3^\circ$$

$$L_1 = 2 \text{ m}$$

d'où

$$A_y = 210,4 \text{ kN}$$

$$D_y = 210,4 \text{ kN}$$

$$B_y = 151,1 \text{ kN}$$

$$B_x = -23,2 \text{ kN}$$

$$B_x = 23,2 \text{ kN}$$

$$A_x = 23,2 \text{ kN}$$

$$A_x = 23,2 \text{ kN}$$

$$D_n = 23,2 \text{ kN}$$

$$K = \frac{-150,4 \text{ kN} - 23,2 f}{2f}$$

$$K = \frac{-75,2 \text{ kN}}{f} - 11,6 \text{ kN}$$

$$H = \frac{-75,2 \text{ kN}}{f} + 11,6 \text{ kN}$$

où f = coefficient de frottement.

CHAPITRE 8

Dimensionnement

8-1- Format des briques :

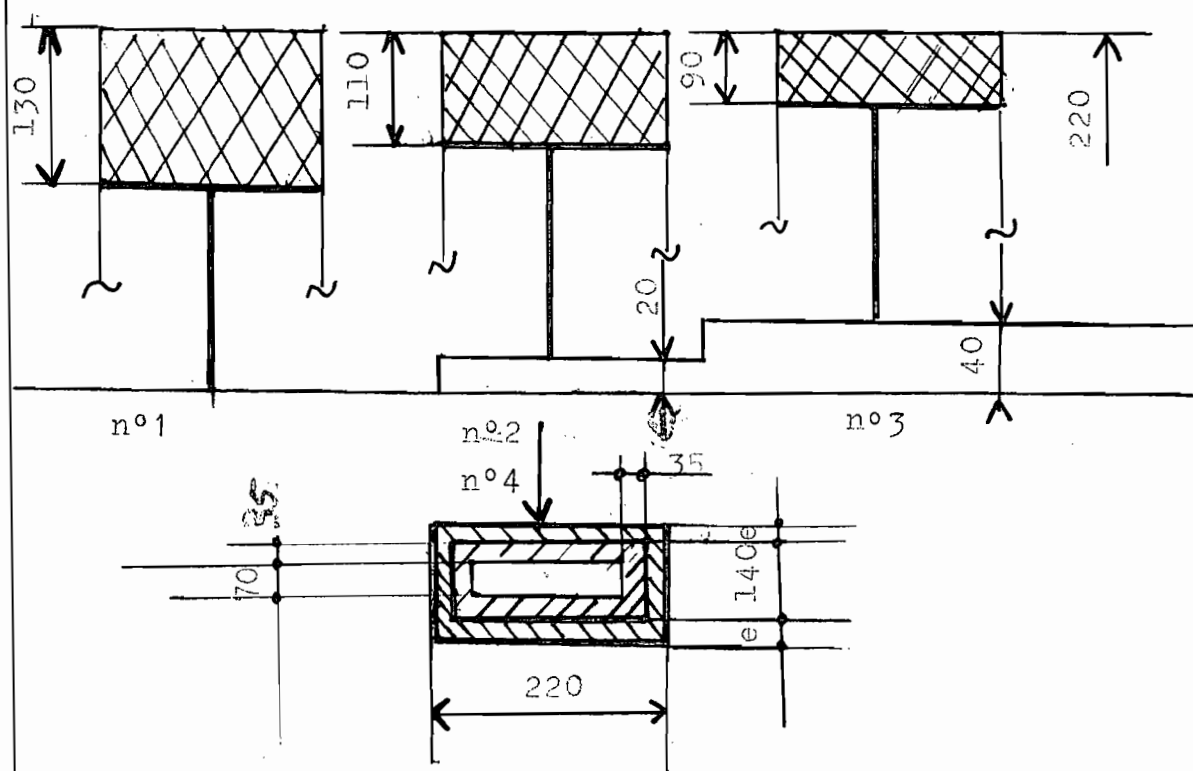
	L (mm)	l (mm)	h (mm)
Brique format n°1	290	140	130
BRIQUE format n°2	290	140	110
brique format n°3	290	140	90
brique format n°4	220	70	110

Pour passer du format de brique n°1 au n°3, on variera la position de fixation des pistons.

Pour fabriquer le format n°4 on partira de la brique n°2 en introduisant un sous-moule qui réduira les dimensions intérieures du moule d'une valeur de 70mm.

290

Schémas de principe



Remarque : Nous suggérons une réduction du plateau du piston pour rendre possible le glissement à l'intérieur du second moule ; ce qui suppose deux plateau de format différent.

8-2- Dimensions du moule :

Nous supposons : - une pression de compactage de 1,5 MPa,

- un taux de réduction de

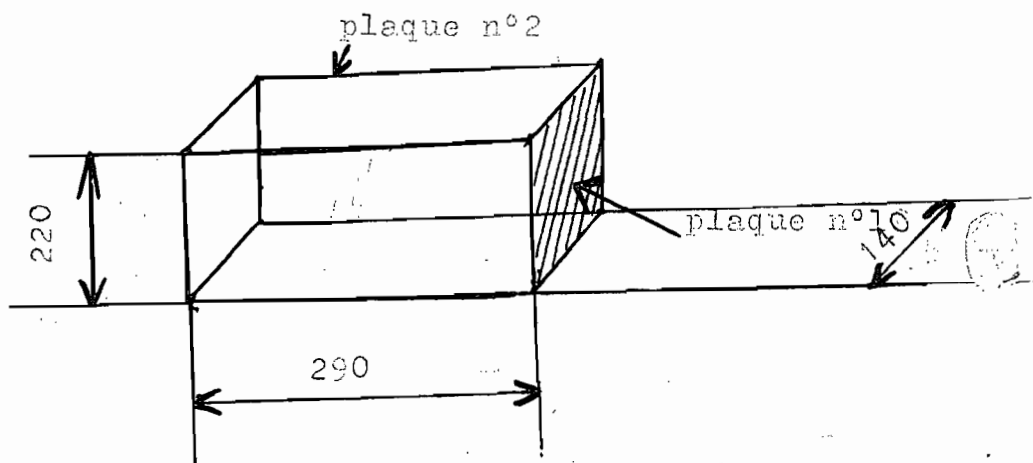
$$1,7 = \frac{h_i}{h_f}$$

. h_i = hauteur initiale de la terre dans le moule.

. h_f = hauteur finale de la terre après compactage.

$$L_1 = 290 \text{ mm} \quad l = 140 \text{ mm} \quad h = h_i = 1,7h_f = 220 \text{ mm}$$

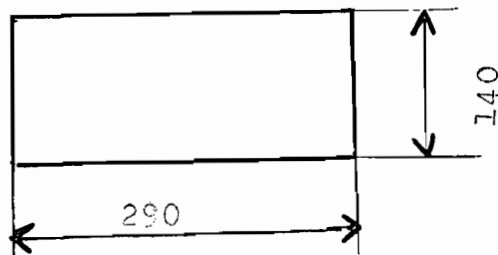
$$h_{fmax} = 1,7 \times 130 \text{ mm}$$



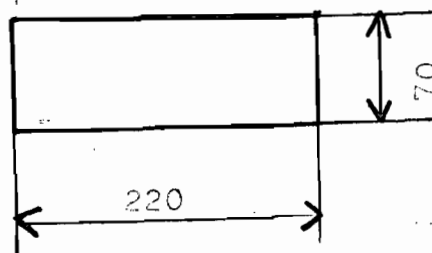
8-3- Dimensions des plaques de compression :

A cause des dimensions variables du moule, nous avons deux formats de plaques pour les pistons de compactage.

. plateau n°1

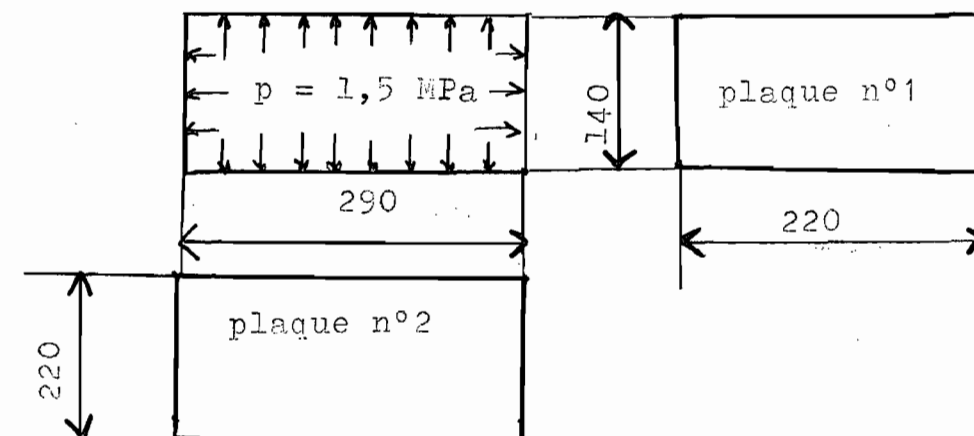


. plateau n°2



8-4- Calcul de l'épaisseur des plaques du moule :

La théorie utilisée est celle de la fléxion des plaques élaborée par Westergaard (14) (voir tableau annexe c).



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

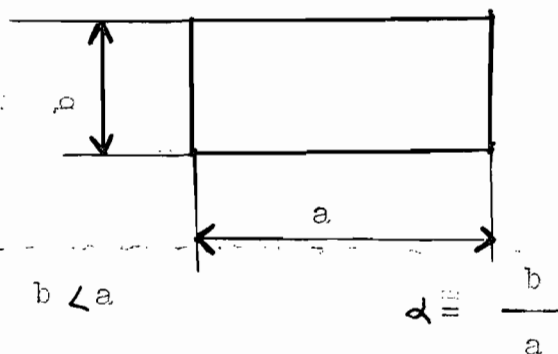
- suivant la portée a :

$$M_{ac}\gamma = M_{ac} + \gamma M_{bc}$$

- suivant la portée b :

$$M_{bc}\gamma = M_{bc} + \gamma M_{ac}$$

M_{ac} et M_{bc} sont donnés sur le tableau de l'annexe c.



γ : coefficient de Poisson

épaisseur $h = \sqrt{\frac{6M_{max}}{\sigma_{adm}}}$ avec $\sigma_{adm} = \frac{Re}{f_s}$

Re : limite d'élasticité,

f_s : facteur de sécurité.

. épaisseur de la plaque n°1

Conditions aux bords : portée b
simplement supportée par un rai-
disseur et portée a fixe (soudée).

D'après le tableau de l'annexe c :

$$M_{bcv} = \frac{p b^2}{8 (1 + 0,8 \alpha^2 + 6 \alpha^4)} + v \left(0,015 p b^2 \frac{1 + 3 \alpha^2}{1 + \alpha^4} \right)$$

$$p = 15 \cdot 10^5 \text{ pa}$$

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

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

$$\alpha = \frac{b}{a} = 0,64$$

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

$$v = 0,29$$

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

$$M_{bcv} = 1818 \frac{\text{N.m}}{\text{m}}$$

$$h = 9,6 \text{ mm} \quad \underline{h^* = 10 \text{ mm}}$$

. déflexion maximale : W_{max} .

$$C = \frac{0,16}{1 + \alpha^2 + 5 \alpha^4} \Rightarrow C = 0,07.$$

$$W_{max} = c(1-v^2) \frac{p b^4}{Eh^3}$$

$$W_{max} = 0,2 \text{ mm.}$$

• épaisseur de la plaque n°2 :

Conditions aux bords : portée b fixe (soudure) et portée a simplement supportée (par un raidisseur).

D'après le tableau de l'annexe C

$$M_{ac} = \frac{p b^2}{80} (1 + 0,3 \alpha^2) + \left[\frac{p b^2}{24(1 + 0,4 \alpha^4)} \right]$$

$$p = 15 \text{ bars} = 15 \cdot 10^5 \text{ pa} ; b = 220 \text{ mm} ; \alpha = 0,76 \\ a = 290 \text{ mm}.$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{M_{ac} = 1839 \frac{\text{N.m}}{\text{m}}}}$$

$$h = \sqrt{\frac{6 M_{ac}}{\sigma_{adm}}} \Rightarrow h = 9,7 \text{ mm} \quad \underline{\underline{h^* = 10 \text{ mm}}}$$

• déflexion maximale : Wmax

$$C = \frac{0,032}{1 + 0,4 \alpha^3} \Rightarrow C = 0,03.$$

$$W_{max} = C (1 - \alpha^2) \frac{p b^4}{E h^3} \Rightarrow W_{max} = 0,4 \text{ mm}.$$

8-5- Calcul de l'épaisseur des plaques de compression :

. plateau n°1

Conditions aux bords : 4 côtés simplement supportés.

$$p = 15 \cdot 10^5 \text{ pa} ; \quad b = 140 \text{ mm} ;$$

$$a = 290 \text{ mm} \quad \alpha = 0,5 \quad \nu = 0,29$$

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

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

$$h = \sqrt{\frac{6M_{bc\nu}}{adm}}$$

$\Rightarrow$

$$M_{bc\nu} = 3162 \frac{\text{N.m}}{\text{m}}$$

$\Rightarrow$

$$h = 12,7 \text{ mm} ; \quad h^* = 12 \text{ mm}.$$

. déflexion maximale : $W_{\max}$

$$C = \frac{0,16}{1 + 24\alpha^3}$$

$$\Rightarrow C = 0,04.$$

$$W_{\max} = C(1 - \nu^2) \cdot \frac{pb^4}{Eh^3} \Rightarrow W_{\max} = 0,06 \text{ mm}$$

. plateau n°2 :

Conditions aux bords : 4 côtés
simplement supportés.

$$M_{bc0} = \frac{p b^2}{8} \left[\frac{1}{1 + 2\alpha^3} + \nu \frac{1 + \alpha^2}{6} \right]$$

$$a = 0,22 \text{ m} ; b = 0,07 \text{ m} ; \alpha = 0,32 ; p = 15 \cdot 10^5 \text{ pa}$$

$$\nu = 0,29$$

$$\Rightarrow M_{bc0} = 911 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \times 911 \times 2}{235}} \Rightarrow h = 6,8 \text{ mm} ; h^* = 8 \text{ mm}$$

. déflexion maximale : $W_{\max}$

$$C = \frac{0,16}{1 + 24\alpha^3} \Rightarrow C = 0,09$$

$$W_{\max} = 0,09 (1 - 0,29^2) \frac{15 \cdot 10^5 \times (70)^4}{200 \cdot 10^9 (8)^3}$$

$$\Rightarrow W_{\max} = 0,03 \text{ mm}.$$

CONCLUSION

Le design est une activité dans laquelle diverses techniques et principes scientifiques sont utilisés pour produire des plans et devis explicites et inédits. Son but est d'accomplir une oeuvre de génie pouvant satisfaire un besoin préalablement défini. De surcroît les résultats obtenues ne permettent pas de conclure sur la faisabilité de la solution proposée. En effet le mécanisme de double compression proposé avec ses avantages précités, nécessite une amélioration ; il présente des points faibles surtout au niveau du frottement des matériaux et des efforts qu'il occasionne avec la pression de 1,5MPa et un taux de compression d'au moins 1,7.

Par contre dans le dimensionnement des plaques (moule et plateaux de compression), les résultats sont assez satisfaisants avec cette même pression. Le prototype de démonstration a mis à nu des insuffisances de la solution proposée et, de ce fait nos recommandations doivent être toutes mises en pratique afin d'améliorer cette solution à partir de laquelle nous souhaitons le jour à la presse "POLY-terre."

RECOMMANDATIONS

- 1- Modifier le système de compactage pour obtenir un mouvement séquentiel de telle sorte que la course du piston inférieur soit plus grande que celle du piston supérieur : $d_2 > d_1$.
- 2- Continuer le dimensionnement en résistance des autres éléments de la presse.
- 3- Réaliser un prototype d'essai avec les dimensions réelles.
- 4- Mettre des bagues en bronze entre le cylindre de guidage et la tige du piston inférieur : une au niveau de l'extrémité supérieure du cylindre, une autre au niveau bas de la tige.
- 5- Déterminer le coût, le poids, le rendement et le taux de compression de la presse.
- 6- Optimiser ces caractéristiques.

BIBLIOGRAPHIE

REFERENCES

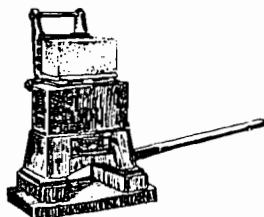
- (1) BUREAU VERITAS, "Terre stabilisée"
- (2) B. BAMBA, G. L'AUTAUD, J. SIMONNET, "RECOMMANDATION pour la conception et l'exécution de batiments économiques en géobéton"
- (3) BCEOM Bureau Central d'Etudes pour les équipements d'Outre-Mer, "le béton de terre" , 1952.
- (4) CRATERRE, "Construction en terre", Ed. Alternatives et Parallèles, Paris, 1980.
- (5) AGRA Association Grénobloise de Recherche Architecturale, "Recommandations pour la conception des batiments du village terre"
- (6) P.N.U.D. Programme des Nations Unies pour le Développement, "éléments pour la Fabrication d'une presse manuelle", Projet SEN/82/005, Dakar 1984.
- (7) L.B.T.P. Laboratoire du Bâtiment et Travaux Publics de la Côte d'Ivoire, "RECOMMANDATIONS pour la conception et l'exécution de bâtiments économiques en géobéton"
- (8) ELOY Christian, "Conception en construction mécanique", BORDAS, Paris 1981.
- (9) MULLER Jacques, "Formulaire technique de MECANIQUE GENERALE, 16 ème édition, 1981.
- (10) Ferdinand P. BEER, E. Russell Johnston, Jr.
"Mécanique à l'usage des ingénieurs "STATIQUE",
Mc GRAW-HILL, 1981.

- (11) DROUIN Gilbert, Gou Michel, THIRY Pierre,
VINET Robert, "éléments de machine" EPM, 1982.
- (12) BEAULIEU Denis, PICARD André, "calcul aux états
limites des charpentes d'acier," Institut
Canadien de la Construction en Acier, 1981.
- (13) DAZERGUI André, McINTYRE Georges, LABERGE Charles,
"Résistance des matériaux," EPM, 1985.
- (14) Arthur P. BORESI, Omar M. SIDEBOTTOM, "Advanced
mechanics of materials," Fourth édition, John W.
Wiley & sons Inc. , 1985.
- (15) GAUVIN Raymond, DORE Roland, GOU Michel,
"Méthodologie du design," EPM, 1978.
- (16) Fred BASSAL, Tuong BUI-THIEU et al, "GUIDE DE
REDACTION, projet de fin d'études", EPM.
- (17) Tarif des douanes complété par la loi 86. 36,
portant reformes fiscales au Sénégal.
- (18) ADAUA, "Rapport sur les techniques de construc-
tion mises au point par l'Adaua entre 1977 et
1982 pour la promotion des matériaux locaux
africains," 1982.

ANNEXE - A
.repertoire de presses

LE MUSEE DES PRESSES

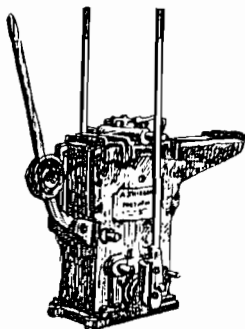
MACHINE A BRAS N° 1



Le mélange est tassé par pilonnage à l'aide d'un couvercle lourd qui évite ainsi une partie du pilonnage à la pelle. Démoulage par fond de moule montant. Permet la fabrication d'un parpaing à la fois.

Matériel Bonnet.

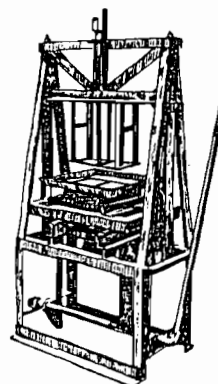
PRESSE PM A BRAS



Presse à simple compression directe donnée par un arbre coudé et une bielle qui soulève le piston de compression. Deux leviers transmettent le mouvement à l'arbre coudé. Un levier de démoulage permet l'éjection du parpaing. Deux ouvrier, un parpaing à la fois. Pression: 10 à 15 kg/cm². Moule: 20 x 20 x 40.

Matériel Thiebault.

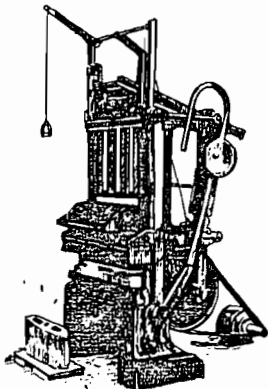
PRESSE RAPIDE N° 5



Pilonneuse à bras avec ressorts de rappel. Main d'œuvre: 1 ou 2 ouvrier. Poids de la presse équipée d'un ou deux moules et pilon, en caisse 345 kg.

Matériel société Franco-alsacienne.

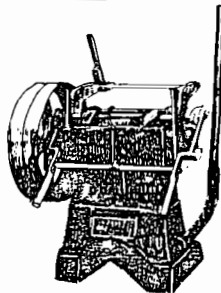
MACHINE HOURDA TYPE C



Pilonneuse à moteur. La frappe est basée sur le principe du petit marteau pilon four. roie de friction et volant d'inertie. Cette frappe est sèche. Remplissage des moules en deux ou trois fois, et pilonnages successifs. Démoulage par montée des moules. Dimension maxima des produits: 70x30x25. Puissance nécessaire: 2 cv. 1/2. Poids sous emballage maritime: 1.050 kg.

Matériel Bonnet.

DAMETTE N°1



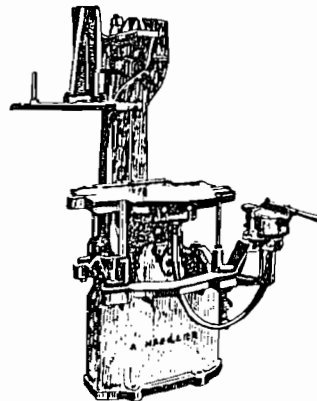
Machine à agglomérer à moteur. Compactage assuré par un pilon de 30 kg actionné par came; un parpaing à la fois. Puissance nécessaire: 2 cv. Poids sous emballage maritime: 1000 kg.

Matériel Bonnet.

Voici des exemples de presses qui n'existent plus sur le marché... mais qui peuvent donner quelques idées...!!



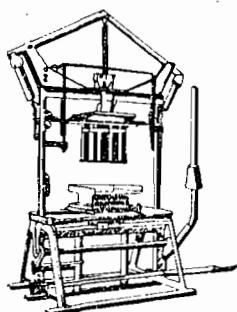
MACHINE PNEUMATIQUE TYPE 810



Ce genre de machines, utilisé pour la fabrication de moule de fonderie, doit convenir pour le compactage de la terre, si l'on dispose d'un compresseur. La table fait corps avec un piston de 16 cm de diamètre, actionné à l'air comprimé à 6-7 kg. A l'intérieur du piston, une masse mobile peut compléter l'action de ce dernier en frappant le dessous de la table à une cadence atteignant 800 coups minutes. En haut, le contre-plaque est fixe dans le sens vertical et éclipable latéralement. Puissance absorbée au compresseur: 5 cv. Poids: 400 kg.

Matériel Marillier.

PILONNEUSE A BRAS TYPE PBB



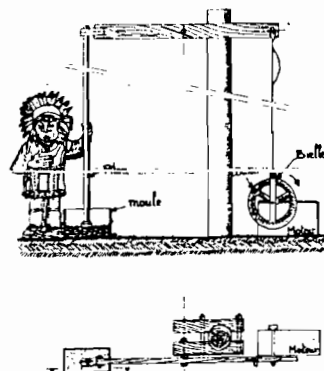
Pilonneuse à bras avec ressorts de rappel
Main d'œuvre : 1 ou 2 ouvriers
Poids net : 500 Kg
Matériel : Bonnet

PILON GUIDE SYSTEME D



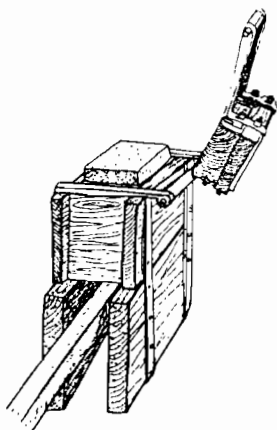
La frappe est basée sur le principe du marteau pilon guide entre deux cornières.
Moule : 30 x 15 x 25
Extrait des Sélections du Système D n° 23

PILON GUIDE CANADA



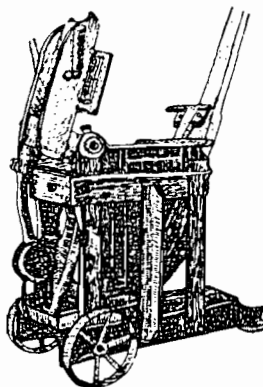
L'opérateur guide le pilon pour parcourir toute la surface du moule rempli de terre. Le pilon frappe 15 coups par minute. Il faut environ 4 minutes pour réaliser un bloc.
University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan

PRESSE EN BOIS



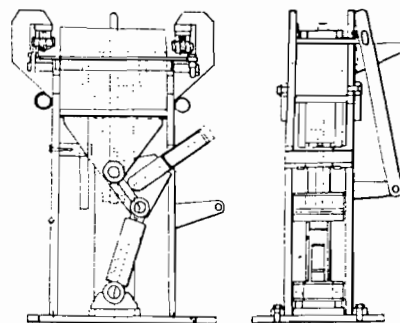
Conçue par le BIT de Dakar et employée en Afrique occidentale.

HERCULENNE

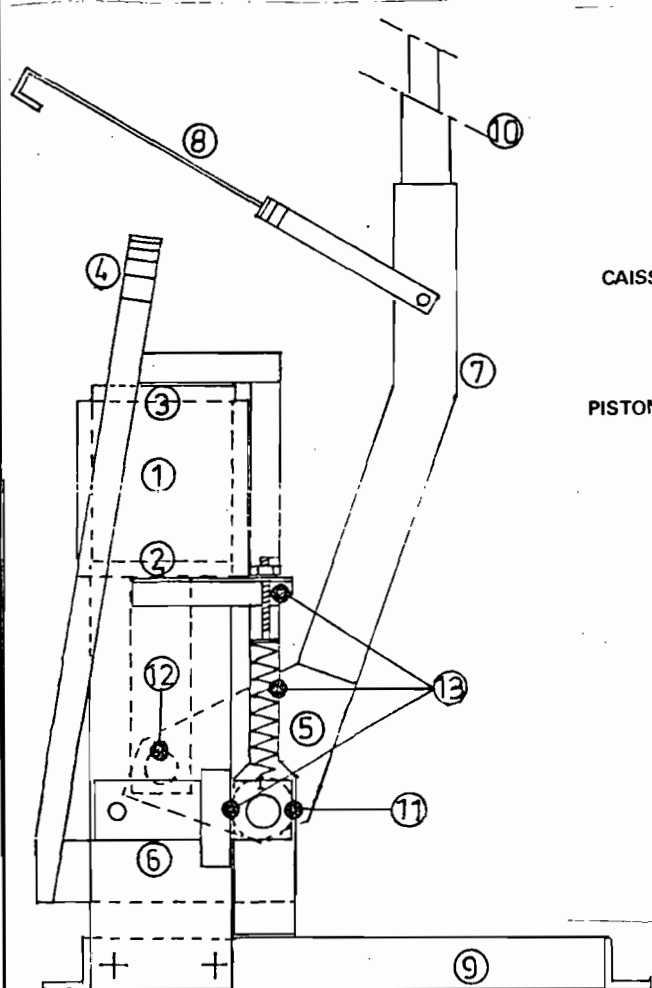


Presse à bras en acier soudé qui était livrée avec des moules permettant de fabriquer des briques de 220 x 102 x 10 mm, d'autres formats étaient disponibles et il existait également des moules permettant de fabriquer des carreaux, des tuiles, des demi-tuyaux... C'est l'ancêtre de la S.M., l'andouille, Têstaram... Villers Perwin.

PRESSE CURER

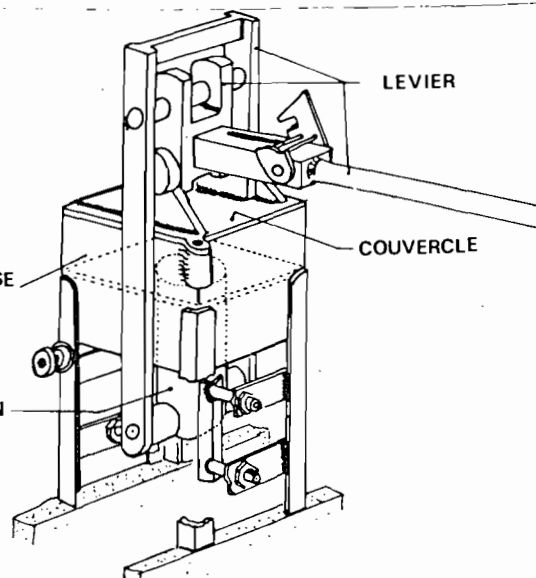


Presse Curer conçue à l'Université de Constantine, Algérie.
Prototype. Dimension (L x l x h) 38 x 48 x 35 cm
Poids net : 100 Kg - Pression en Kg/cm² : 10 à 20
Taux de compression : 1,20 - Profondeur max du moule : 120 mm - Course max du plateau : 30 mm - Dimension des briques 26 x 12 x 9,8 - Production par jour : 300
Nombre d'ouvrier : 2

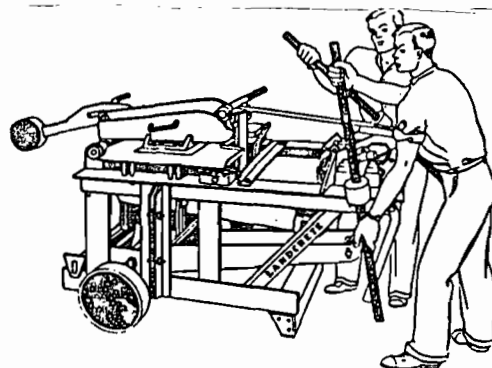


La PRESSE GEO 50

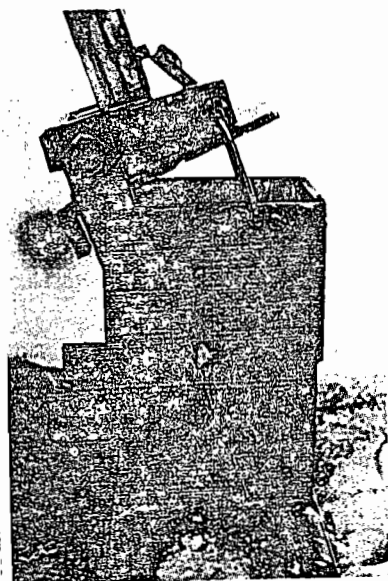
PRESSE
TEK-BLOC (GHANA)

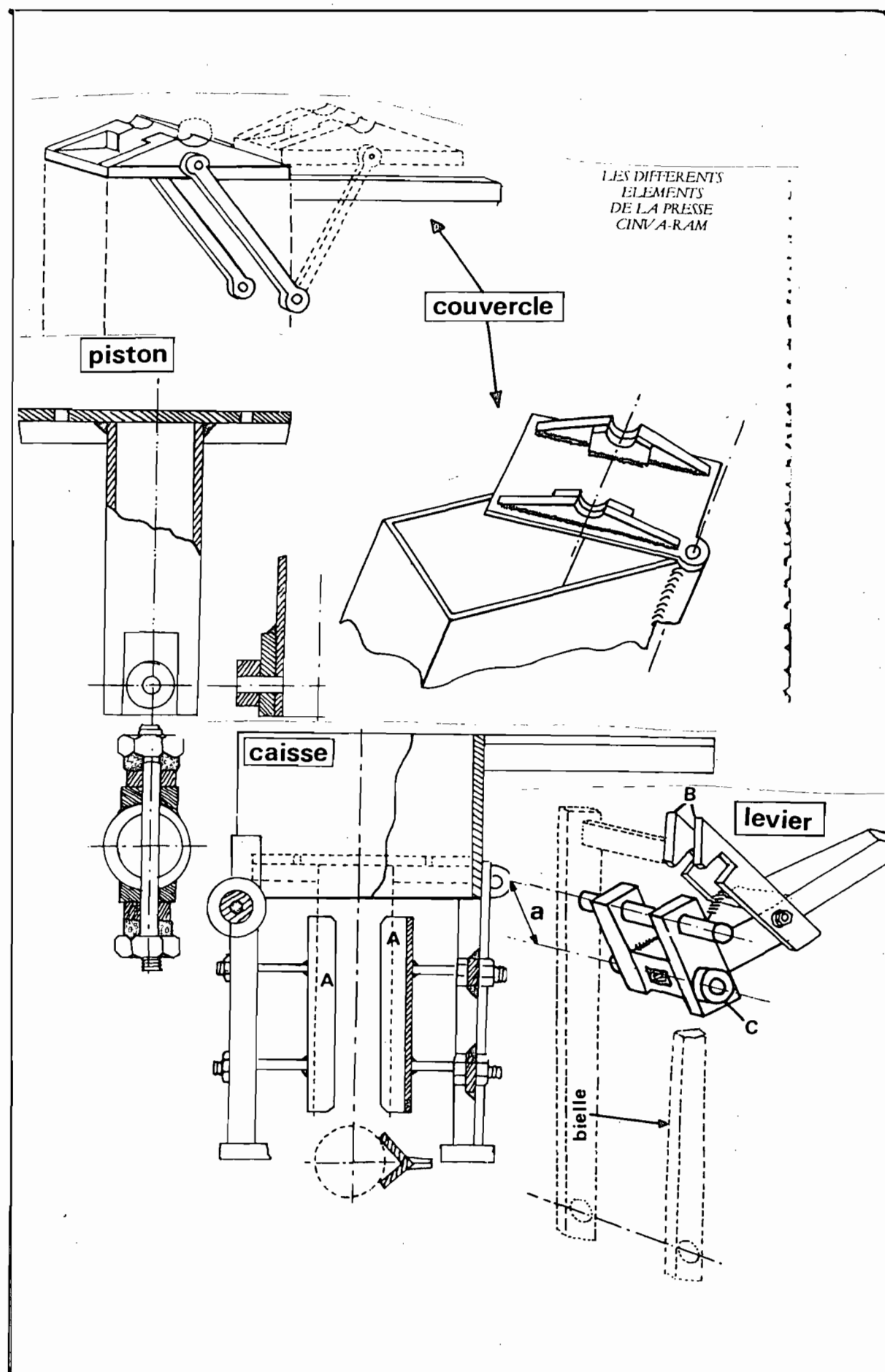


LA PRESSE CINVA-RAM

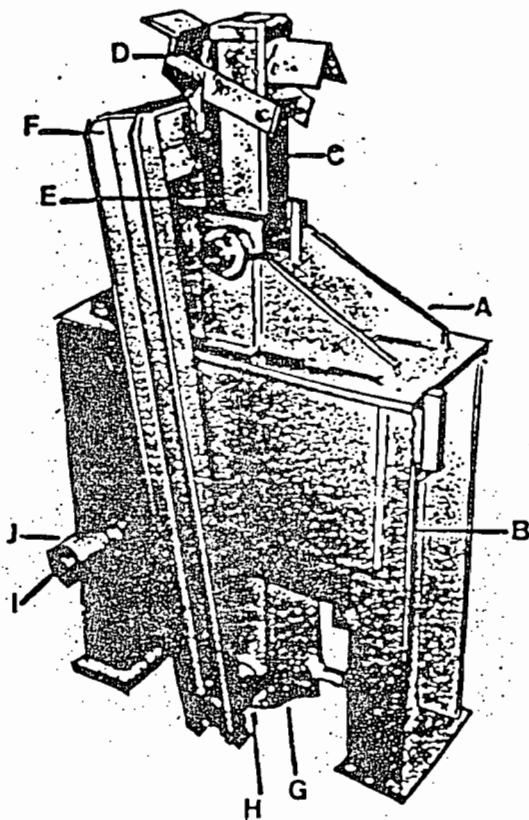


: PRESSE TERSTARAM (OU
LANDCRETE). L'OUVRIER CHARGE DE
REMPLEIR LE MOULE ET D'ENLEVER LES
BRIQUES AIDE AUSSI A LA COMPRESSION





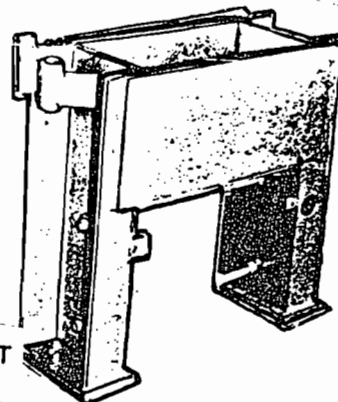
Preme UNATA 1000



- A. COUVERCLE
- B. BAC
- C. PIECE - CHARNIERE
- D. CROCHET
- E. BLOC - CHARNIERE
- F. FOURCHE
- G. GUIDAGE
- H. CACHET
- I. AXE
- J. TUYAU



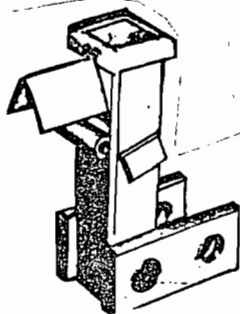
COUVERCLE



BAC



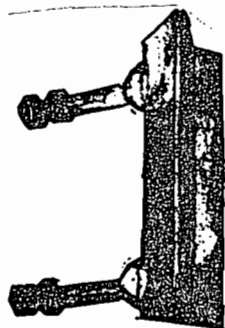
CROCHET



PIECE-CHARNIERE

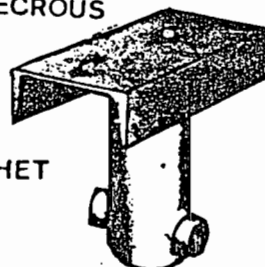


SCHARNIERBLOK
BLOC-CHARNIERE



10.06.13 GUIDAGE

10.56.09 ECRUS

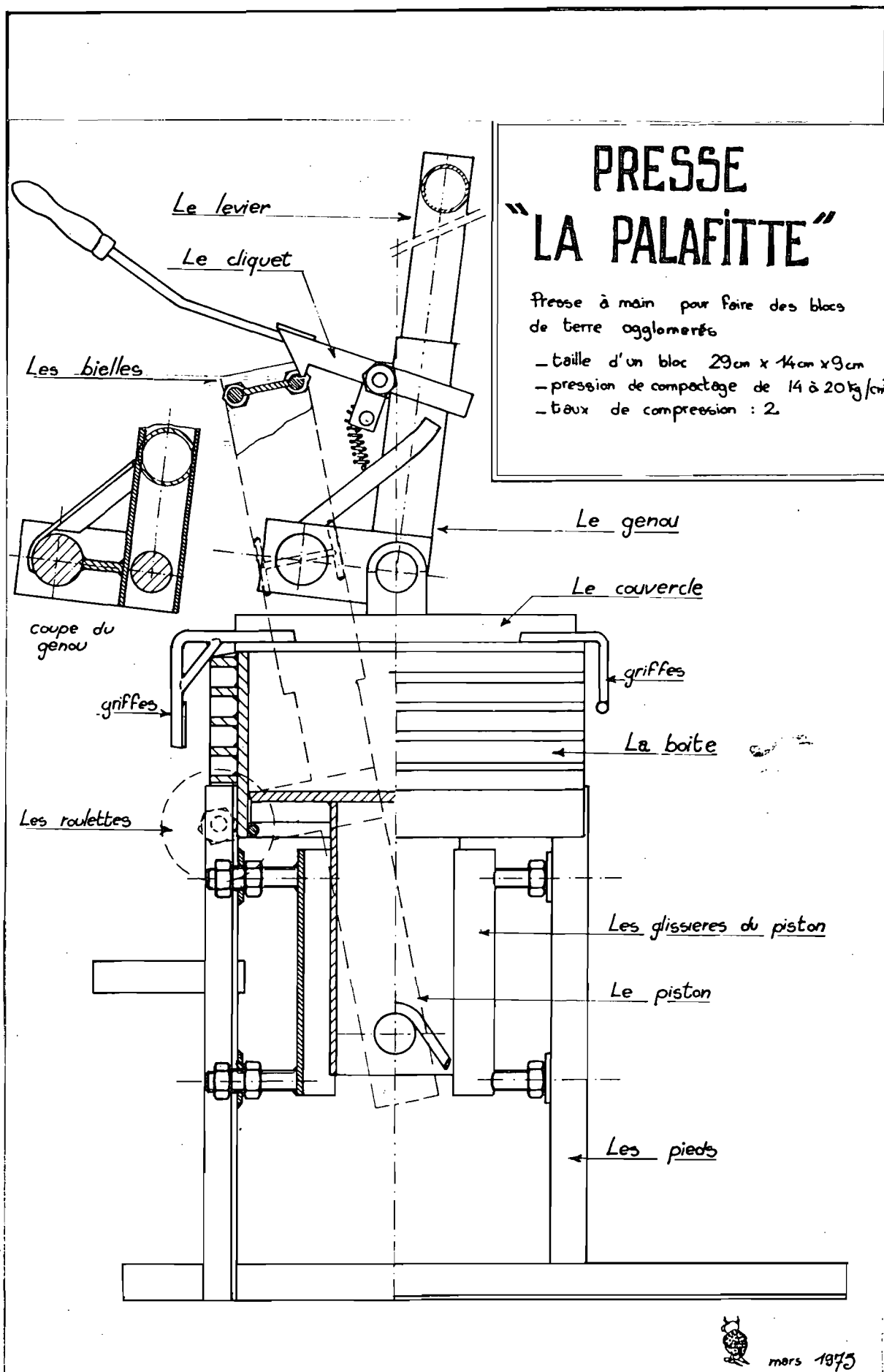


CACHET

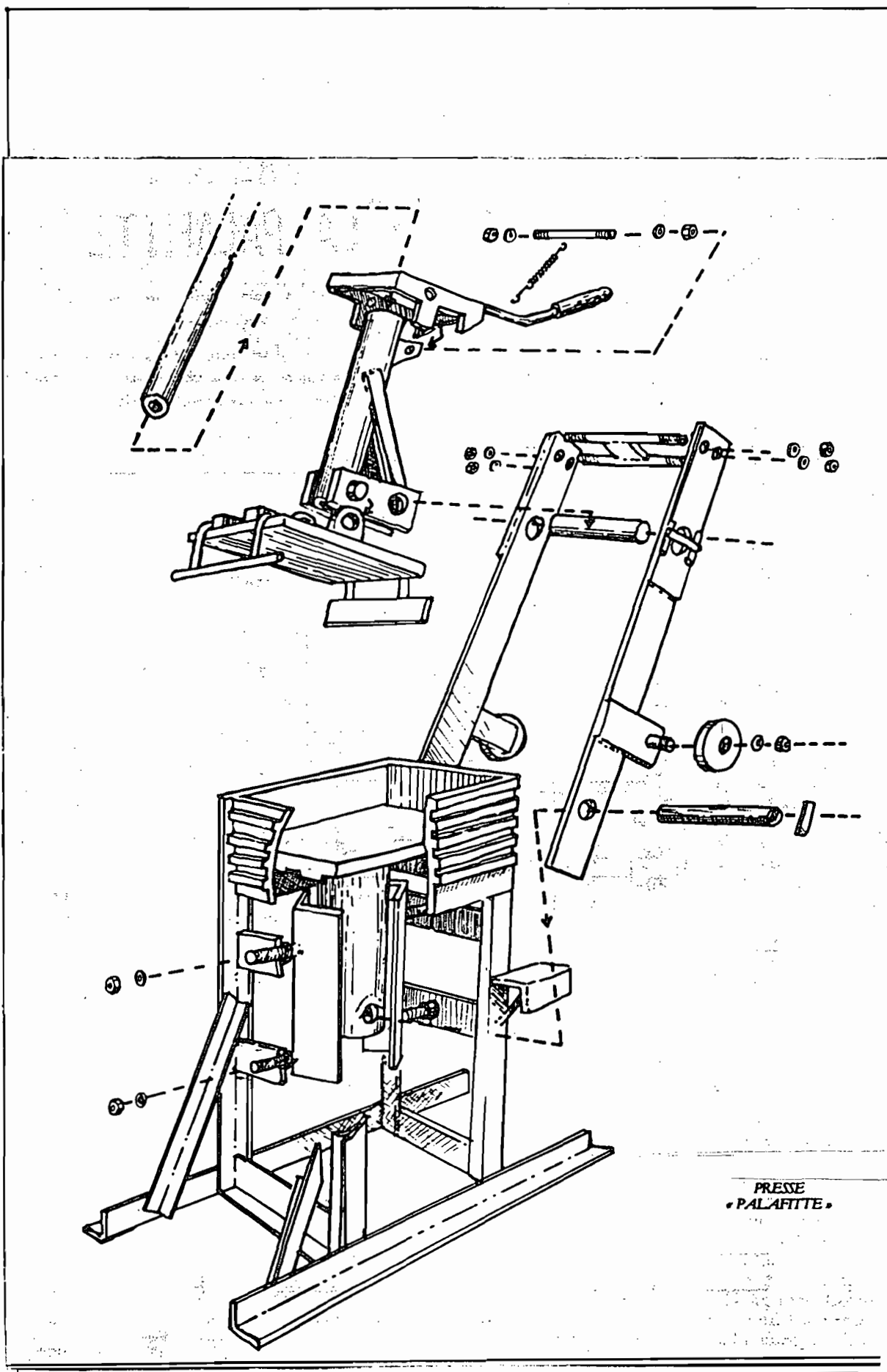
10.07.13



FOURCHE



mars 1975



UNATA 1000

9, C. P. de l'Industrie 141
NICE - FRANCE

31/1/81

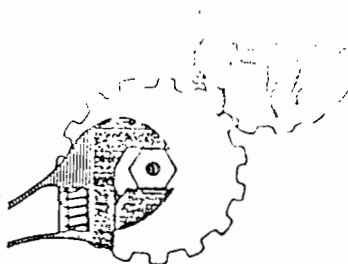
Tél : 33/15/56.10.22

BTW - TVA : 427.848.687

Bank - Banque : KB 426-7085551-67

M.R.T. - R.C.T. : 054611

Telex : 21874 P.P.R.B.



LA PRESSE A BRIQUES DE TERRE COMPACTEE UNATA 1000

Specifications :

- Dimensions de la brique :
290x140x90mm
- Dimensions de la cage avant
compression 290x140x140mm
- Pression de compactage :
10 tonnes — 25 Kg/cm²
- Capacité : 20 à 60 pierres
à l'heure
- Dimensions de la presse :
700x450x260mm
- Dimensions de la Caisse :
950x485x310mm
- Poids net : 85 kg
- Poids brut : 100 kg

AUTRES OUTILS INDISPENSABLES

- bêche, houe, pioche
- tamis à mailles de 10mm
- seau

Emballage maritime 100 KG

Dimensions de la caisse :

950x485x310

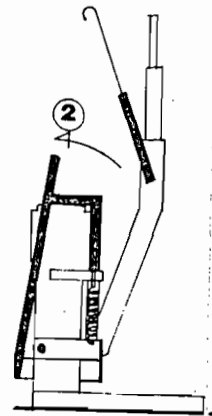
Ex-works : 15750 FB

emballage maritime : 1800 FB.



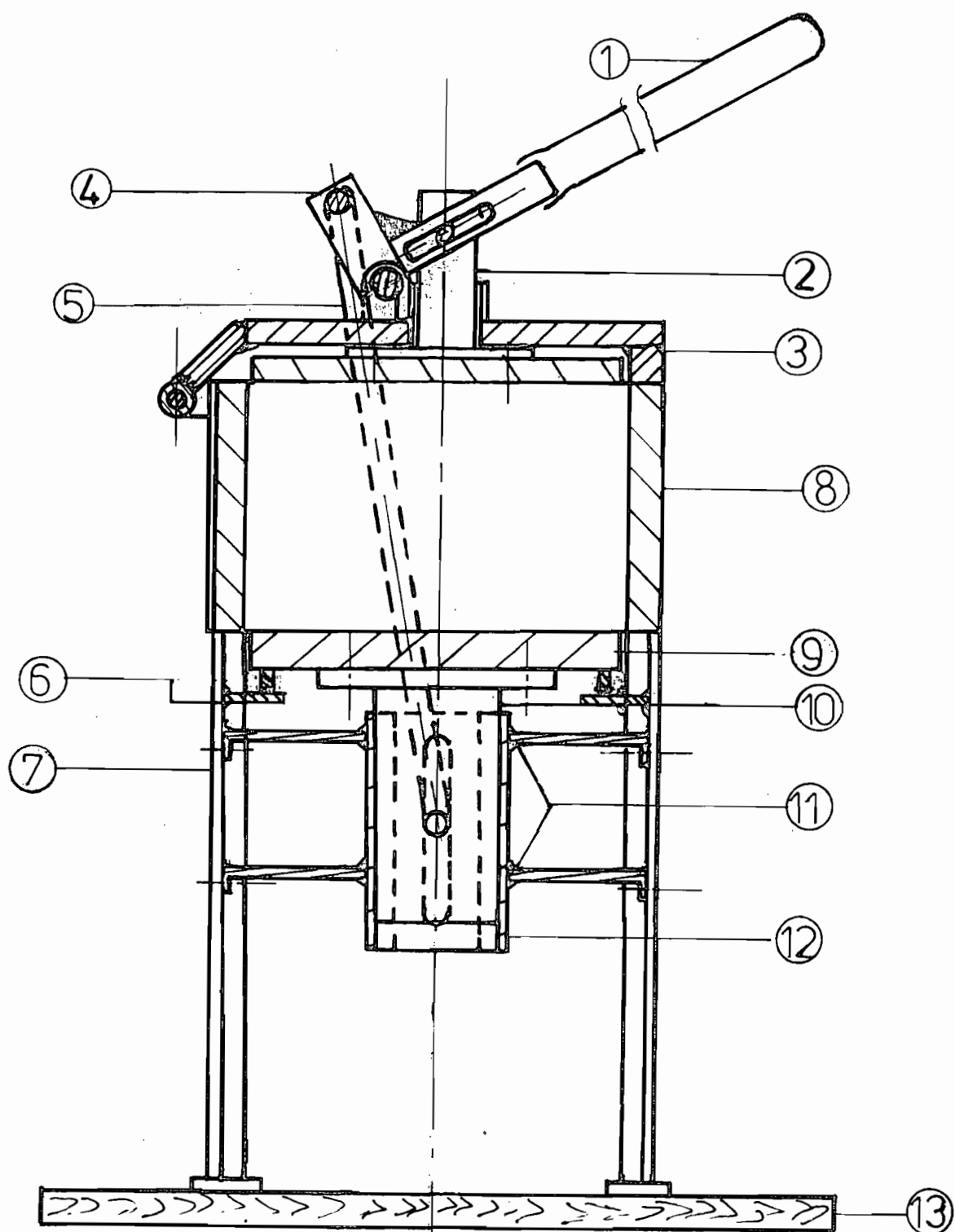
CARACTERISTIQUES

- Compression à double effet
(*Dual compaction action*)
- Force maximale : 8 tonnes
(*Maximal strength*)
- Pression moyenne : 15 à 20 bars
(*Mean pressure*)
- Production : **60 à 80** briques/heure
(*Output*)
- Poids de la presse : **120 kgs**
(*Press weight*)
- Dimensions minimales :
(*Minimal dimensions meters*)
L 0,40 x l 0,35 x h 1,00 (m)
- Caractéristiques des briques :
(*Blocks characteristics*)
 - longueur (length) : **29,5 cm.**
 - largeur (width) : 14 cm
 - Epaisseur (Thickness) : 9 cm
 - Poids (Weight) = 7 kgs.



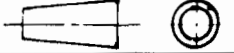
ANNEXE- B.

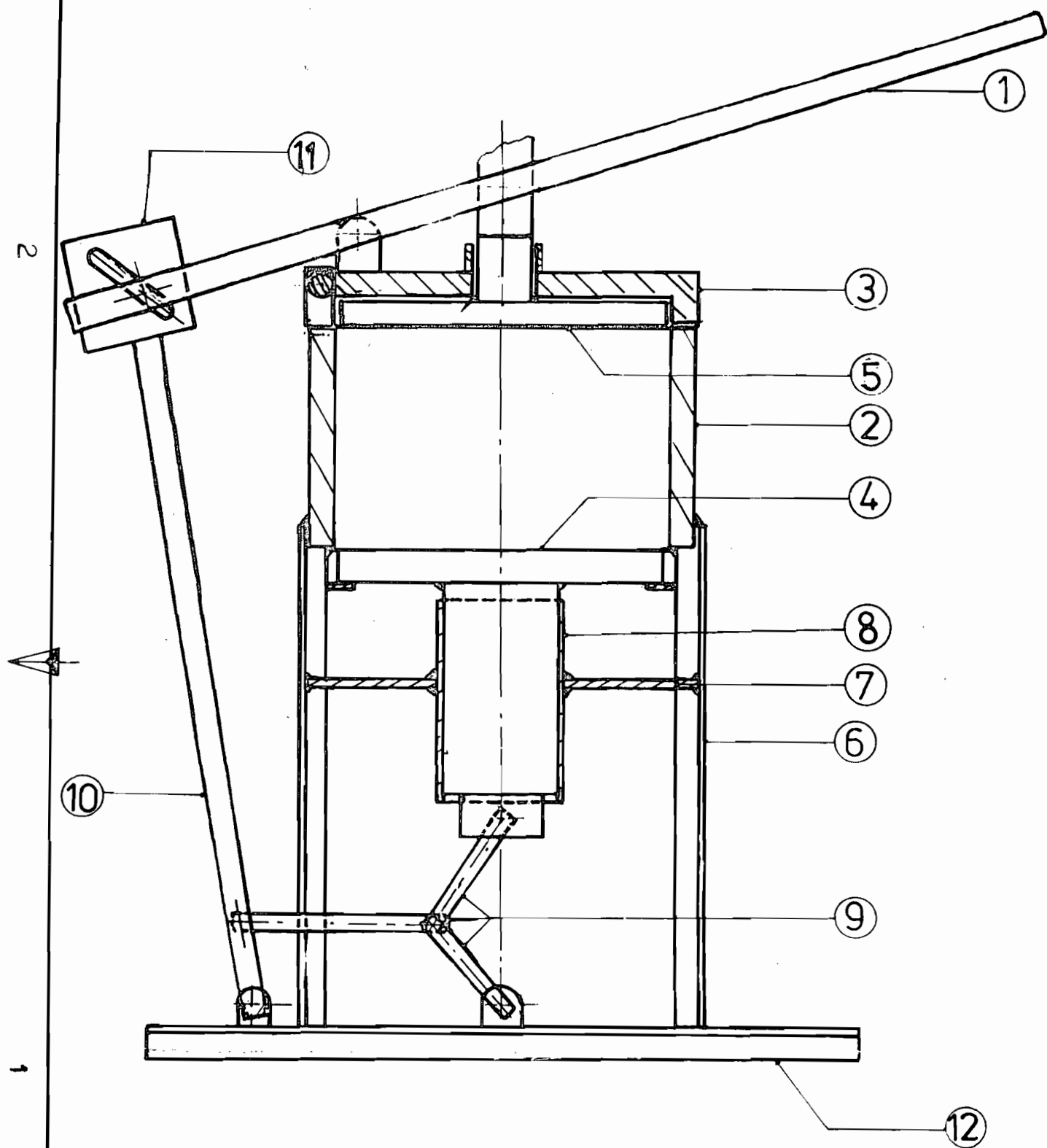
Schemas de principe de la
solution proposée et des
autres solutions



D

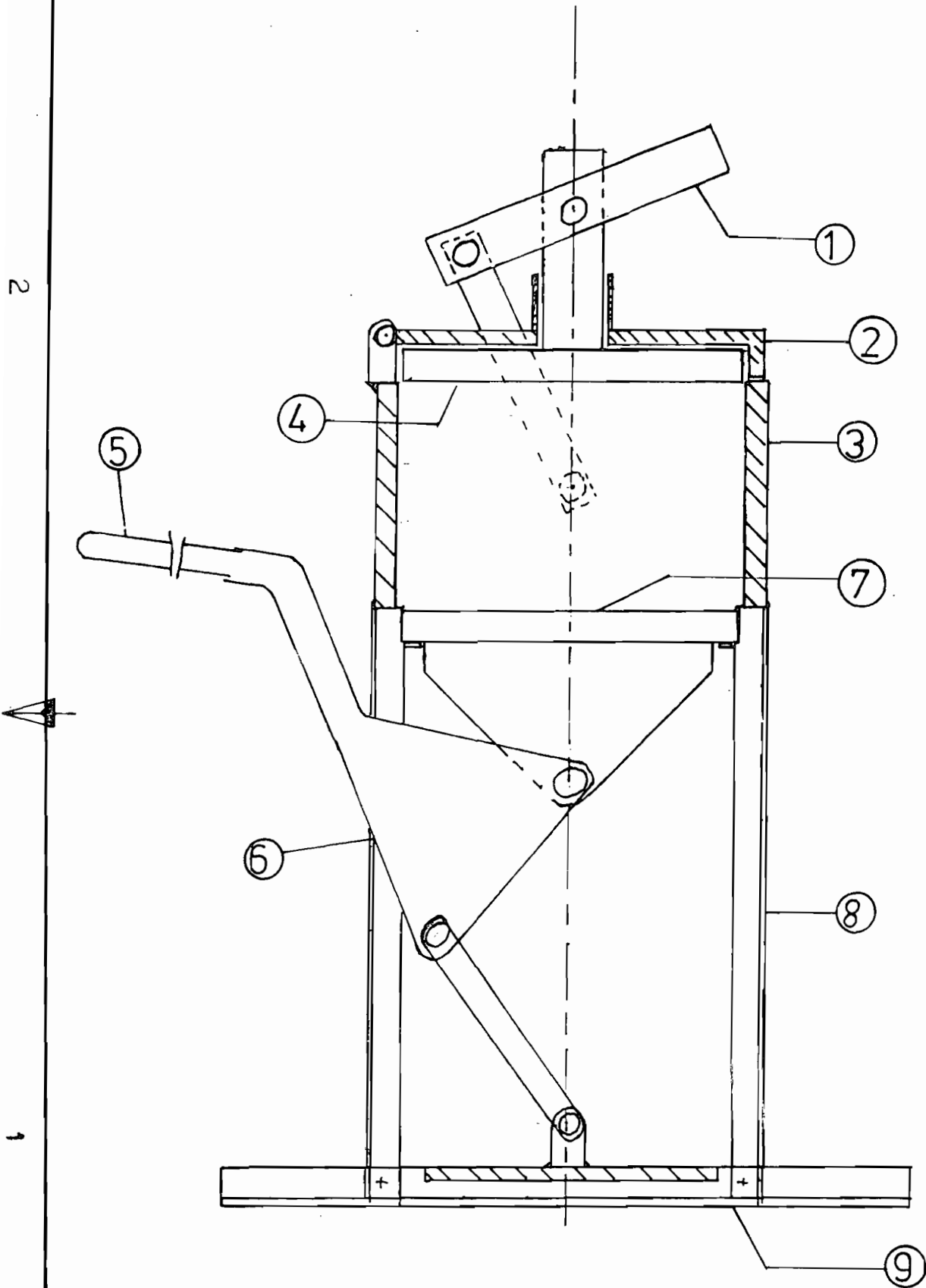
C

1	1	Levier	Acier	
2	1	Piston superieur		
3	1	Couvercle		
4	1	Genou		
5	2	Bielles		
6	2	Support Cales		
7	4	Pieds		
8	1	Caisse (moule)		
9	2	Plateau de compression		
10	1	Piston inferieur		
11	2	Support guidage		
12	1	Cylindre guidage		
13	1	Socle stabilisateur	Bois	
Rep.	Nb.	Designation	Matiere	Observation
ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES			Dessiner par	Matricule
PROJET DE FIN D'ETUDES PRESSE MANUELLE POUR PARPAINGS DE GEOBETON			Groupe	
			Date	Mai 87
			N° de l'ouvrage	



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES
 PRESSE MANUELLE

Dessiner par		Matricule
Groupe		
Date		Echelle
Nude TP ou d'examen		1



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

PROJET DE FIN D'ETUDES

PRESSE MANUELLE

Dessiner par

Matricule

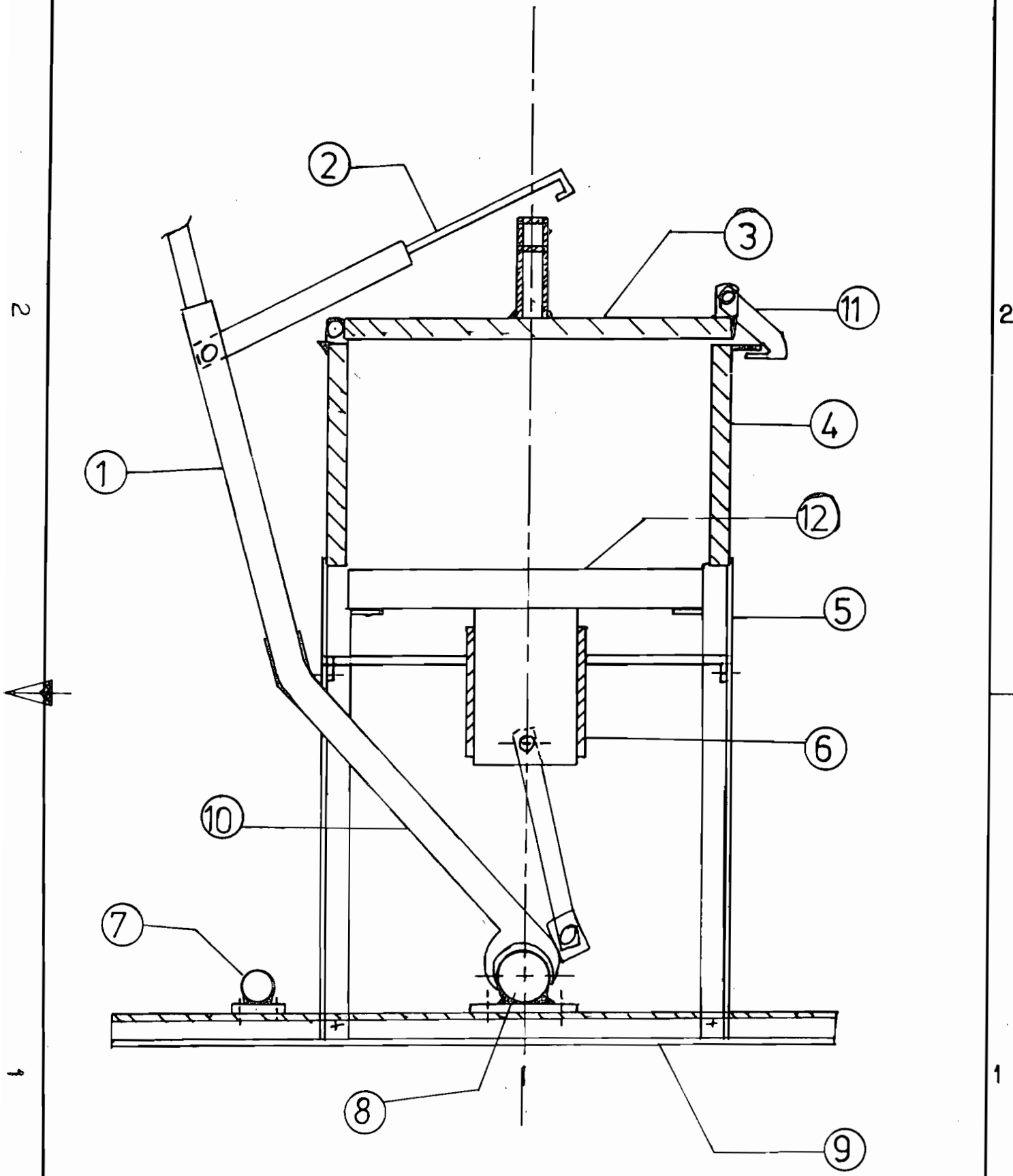
Groupe

Date

N° de TP ou d'examen

Echelle

3



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
 PROJET DE FIN D'ETUDES
 PRESSE MANUELLE

Dessiner par _____		Matricule _____	
Groupe _____			
Date _____		Echelle _____	
Nude TP ou d'examen _____		4	

ANNEXE - C

Formules obtenues avec
la théorie 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)[†]

	Moments in Span b		Moments in Span a		Maximum Deflection $w_{max} = \frac{C(1-\nu^2)}{Eh^3} \times (pb^4/Eh^3)$
	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	$\frac{1}{8} \frac{pb^2}{1+0.8\alpha^2+6\alpha^4}$	$\frac{1}{8} \frac{pb^2}{1.08\alpha^4}$	$0.015pb^2 \left(\frac{1+3\alpha^2}{1+\alpha^4} \right)$	$\frac{0.16}{1+\alpha^2+5\alpha^4}$
All edges fixed	$\frac{1}{12} \frac{wb^2}{1+\alpha^4}$	$\frac{1}{8} \frac{pb^2}{3+4\alpha^4}$	$\frac{1}{24} wb^2$	$0.009pb^2 (1+2\alpha^2-\alpha^4)$	$\frac{0.032}{1+\alpha^4}$
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

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