



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

**PROGRAMME CONJOINT ONUDI/CDI
PROMOTION DE LA COOPERATION INDUSTRIELLE DANS LE
SECTEUR DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION**

LANCEMENT DE BRIQUETERIES A KINSHASA

**MANUEL DE FORMATION SUR
LA PRODUCTION ET L'UTILISATION
DE BLOCS DE TERRE COMPRIMEE**

**COORDINATEURS DU PROJET :
HOUBEN Hugo, Ing.-Chercheur
TRAPPENIERS Marina, ing.-Architecte**

**AUTEURS :
ANGULO Dario, Architecte
MAINI Serge, Architecte
ROMAGNOLO Philippe, Architecte**

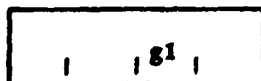
**ASSISTANTES :
GALER Titane, Secrétariat
RIVIERE Régine, Traitement de texte**

JUILLET 1990

100 pages

VILLEFONTAINE

CDU 691.41



SI/SFB _____

PRELIMINAIRE

Ce manuel réalisé, dans le cadre du programme conjoint ONUDI/CDI - Promotion de la coopération industrielle dans le secteur des matériaux de construction, a bénéficié de l'appui de :

PNUD

Département des Travaux Publics, de l'Urbanisme et de l'Habitat

Fondation Mama Mobutu

Région Wallonne

Appro-Techno

et la collaboration de :

ANEZA

OPEZ

SOFIDE

La formation collective s'est déroulée à Kinshasa au Zaïre du 14 mai au 28 juin 1990.

Les participants étaient :

ENTREPRISES

Société EGEDEZA	M. Mikala, Technicien en construction	Mention bien
	M. Lengo Zinga Dada, Architecte	Mention assez bien
	M. Mukendy, Technicien en construction	Mention assez bien
Société GTAC	M. Bulungu Kakuama, Ingénieur civil	Mention bien
	M. Nzinga Mabanza, Chef de production	Mention passable
	M. Kimbe Maka Kala, Chef de production	Mention passable
LOGEC FONDATION	M. Tshibangu Katanga, Architecte	Mention très bien
	M. Nsukisa Bagambuka, Conducteur de travaux	Mention bien
	M. Tambwe Kizanga, Ingénieur Technicien	Mention passable
Société MONY	M. Nzimba Masamba, Technicien en construction	Mention bien
	M. Pelewe Loema, Architecte	Mention très bien
	Société NZOLANTIMA	M. Ngesundidi Kiasumba, Technicien en constr.
Société LA SIDELE	M. Matari Mbatu, Architecte	Mention assez bien
	M. Mvita Manzoni, Architecte	Mention assez bien
Société TRAGEMA-ETAZ	M. Ndingu Foabi, Conducteur de travaux	Mention passable
	M. Matala, Conducteur de travaux	Mention passable

ORGANISATIONS NON GOUVERNEMENTALES

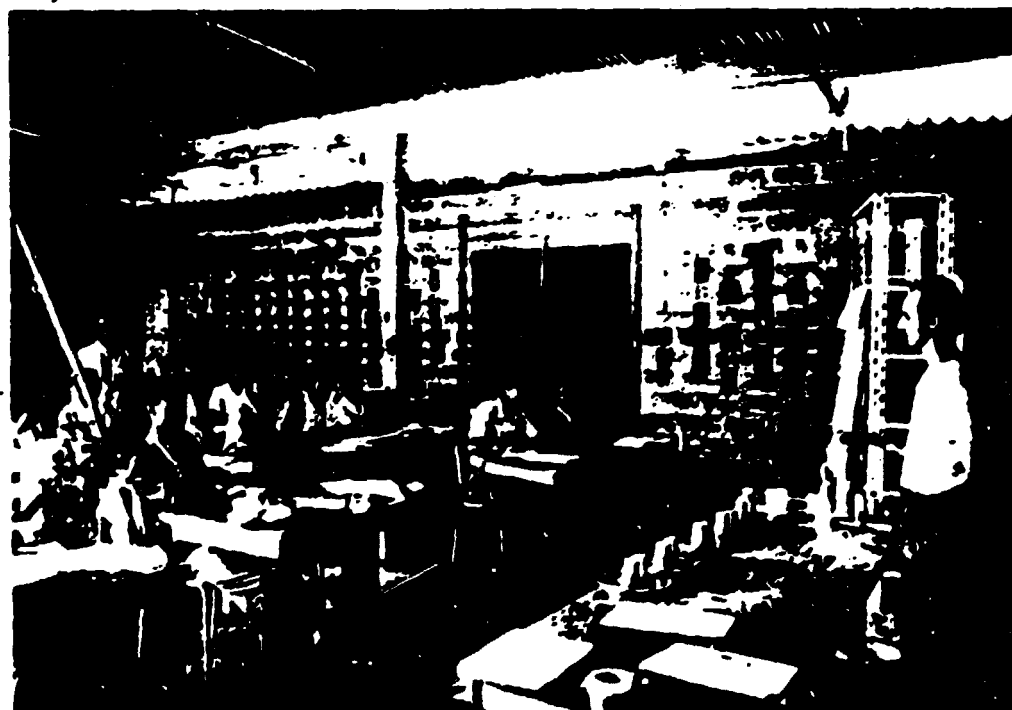
ARMEE DU SALUT	M. Ngwayila, Assistant en maçonnerie	Mention assez bien
ECZ	M. Ndombe Ndoluvuahu, Technicien	Mention assez bien
	M. Kulungu Kulungu, Ingénieur Technicien	Mention bien
	M. Kapay Nzey, Technicien en construction	Mention très bien

INSTITUTIONS

Département des Travaux Publics, Urbanisme et Habitat	M. Pombo Musi Kalunga, Architecte	Mention très bien
	M. Lukengo Bikala Bieto, Ingénieur Technicien	Mention assez bien
	M. Mpiana Mukendi, Architecte	Mention bien

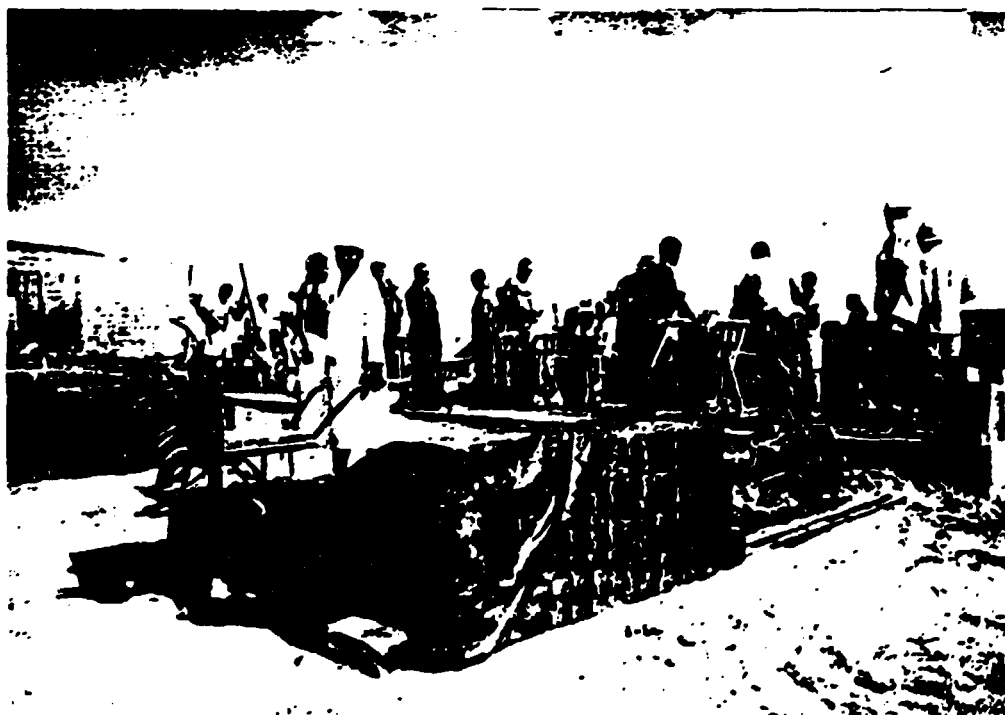
REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

COURS THEORIQUE



REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

MONTAGE DE BRIQUETERIE



REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

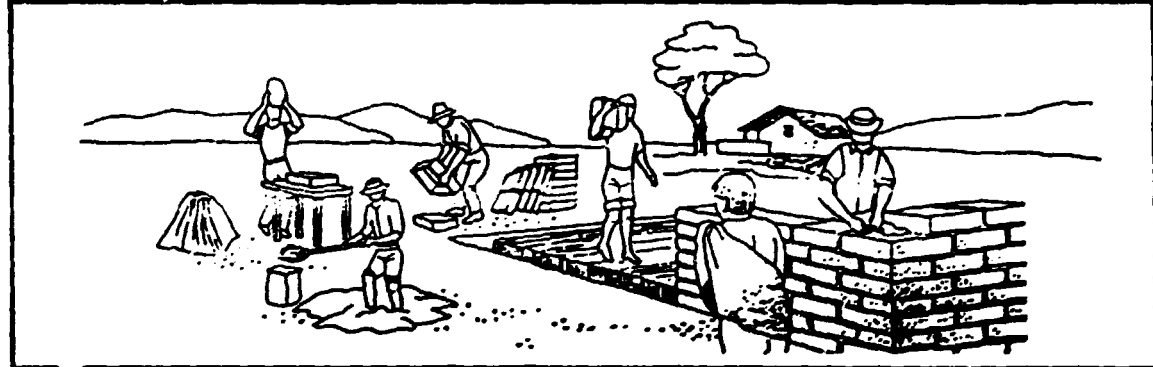
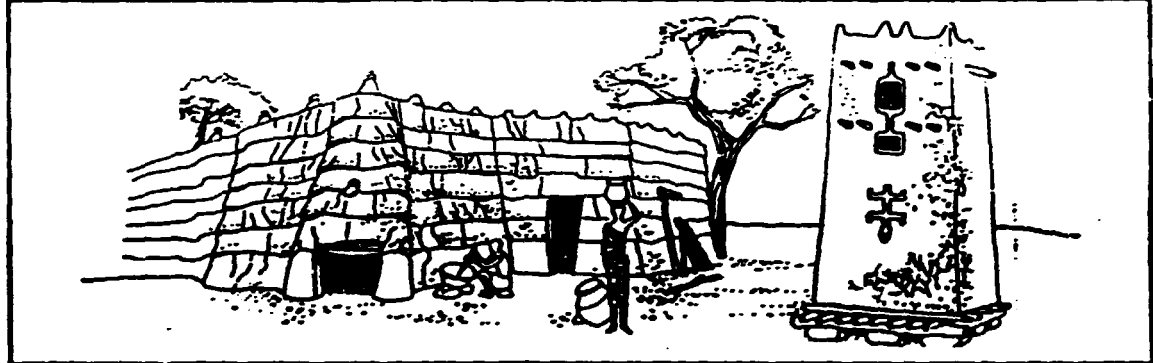
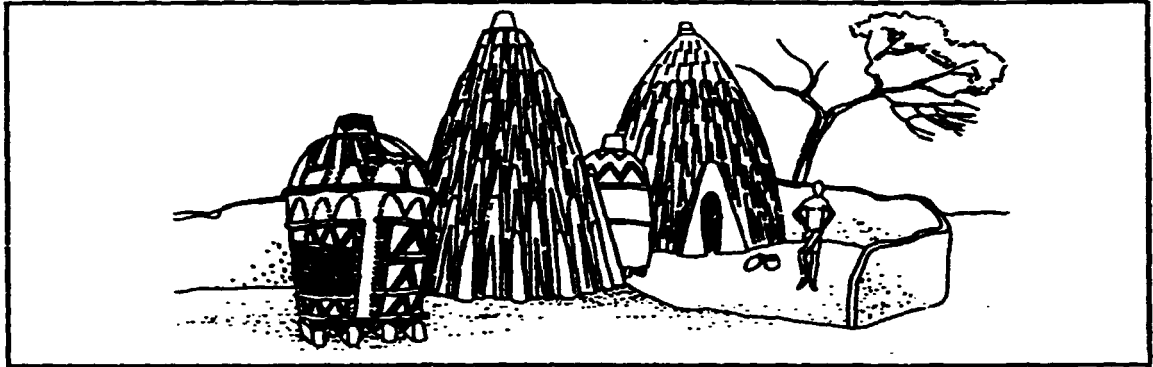
CONSTRUCTION D'UNE ECOLE



SOMMAIRE

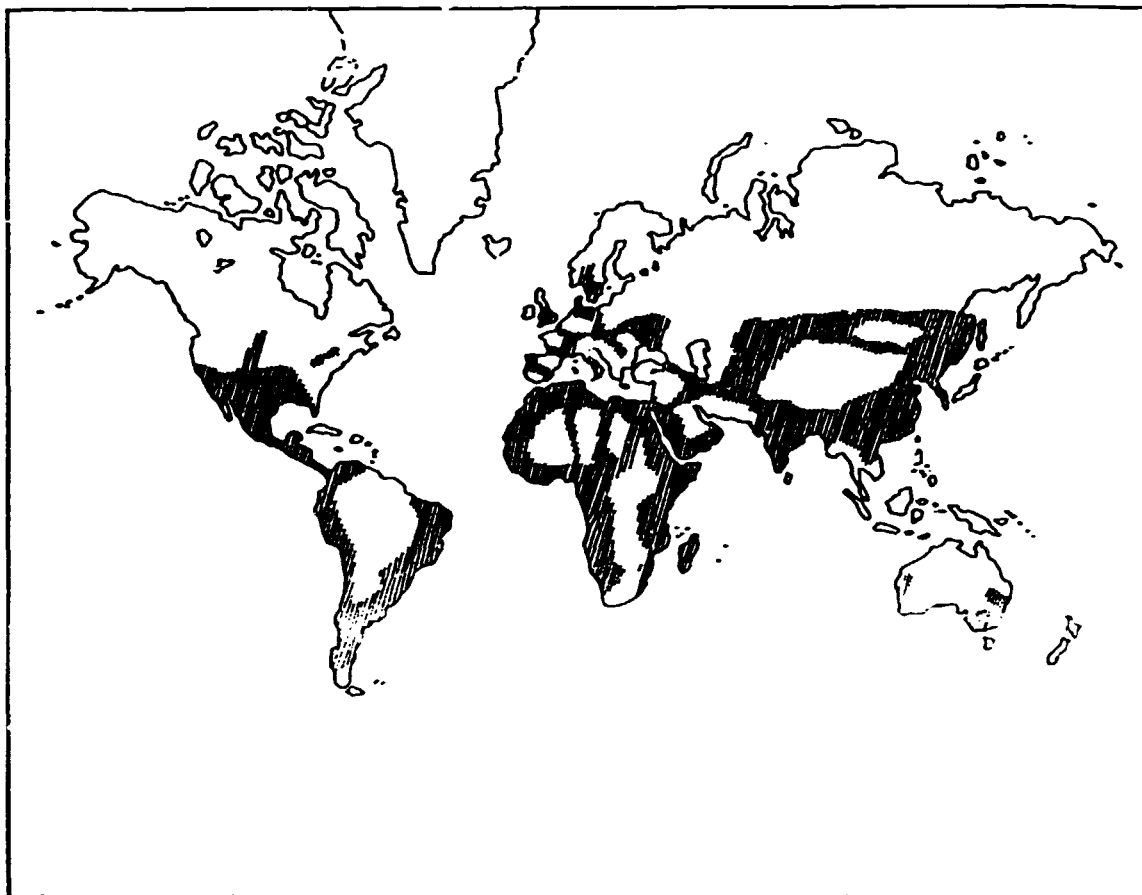
I - INTRODUCTION	p. 1
II - MATIERE PREMIERE : LA TERRE	p. 7
III - IDENTIFICATION DES TERRES	p. 17
IV - STABILISATION	p. 27
V - MATERIEL	p. 35
VI - ORGANISATION DE BRIQUETERIE	p. 45
VII - SUIVI ET CONTROLE DE PRODUCTION	p. 61
VIII - UTILISATION : CHANTIER D'UNE ECOLE	p. 73
IX - SECURITE DU TRAVAIL	p. 95

INTRODUCTION



CHAPITRE I

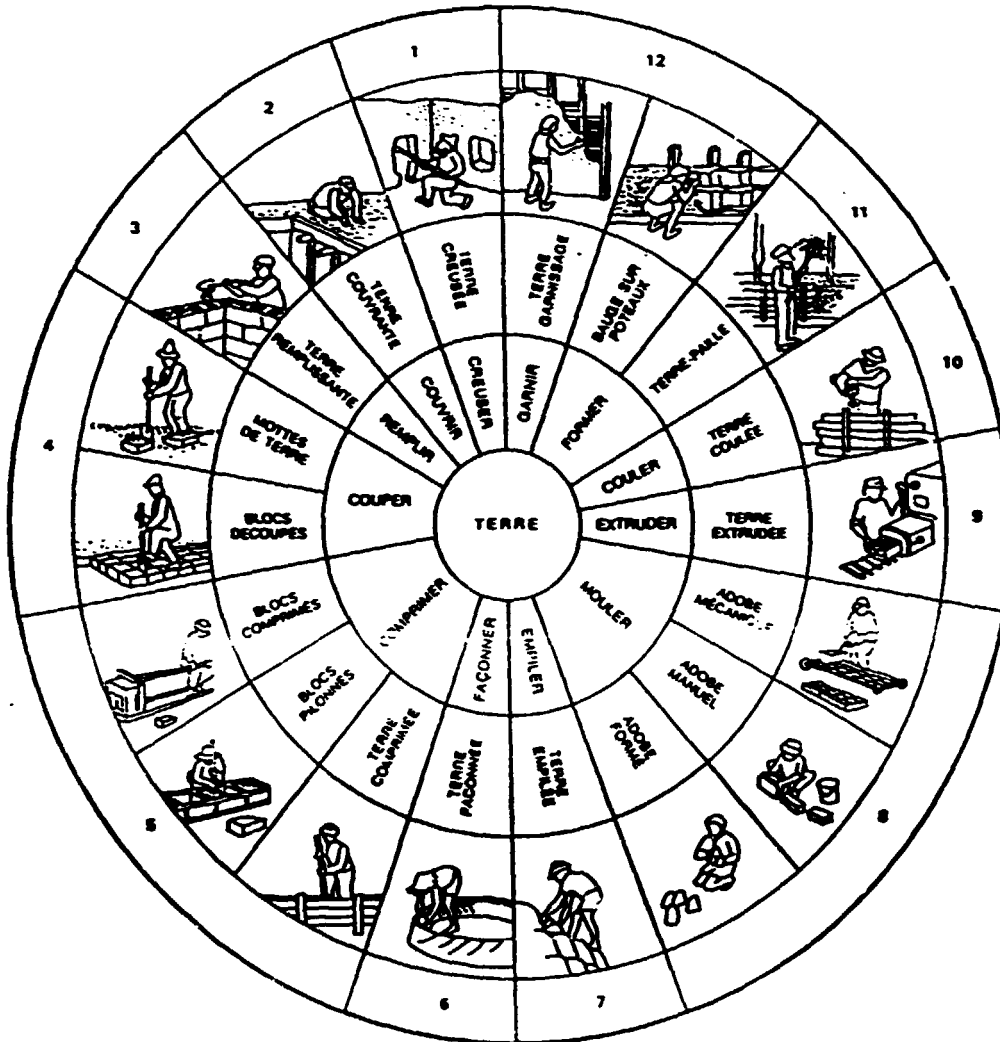
ARCHITECTURES DE TERRE ET UNIVERSALITE



30 % de la population mondiale, soit près de 1 500 000 000 d'êtres humains, vit dans un habitat en terre. Pour les seuls pays en voie de développement, il s'agit de 50 % de la population, en majorité rurale, et au moins 20 % de la population urbaine et péri-urbaine. Il se peut même que ces chiffres soient en deçà des réalités. Plusieurs auteurs confirment cette hypothèse. On a ainsi constaté que 60 % des habitations du Pérou sont bâties en adobe ou en pisé. A Kigali, capitale du Rwanda, 38 % des logements sont en terre. En Inde, le recensement de 1971 établissant que 72,20 % du parc immobilier est construit en terre : 67 millions de maisons où vivent près de 375 millions de personnes. Sur le continent africain, la plus grande partie des constructions rurales et même urbaines sont en "banco" (Afrique de l'Ouest), en "thobe" (Egypte et régions septentrionales), en "daga" (Sud-Est africain) ou en "leuh" (Maroc). Cette diversité linguistique bien compréhensible exprime aussi la variété des techniques de construction et une connaissance très affinée des possibilités techniques qu'offre la terre, maîtrisées depuis les âges les plus lointains.

Du plus humble habitat en concessions aux greniers multiformes, des palais des rives du Niger aux ksour et kasbah du Sud marocain, des maisons-fortresses de l'ethnie Somba du Bénin aux cases-obus de l'ethnie Mousgoum du Cameroun, des maisons urbaines aux mosquées du Mali (Djenné, Mopti), l'architecture de terre du continent africain traduit le génie du lieu, du matériau et du bâtisseur. Ce génie architectural de la terre est aussi de mise dans les pays d'Orient. En Iran, creuset de l'ancienne Perse, en Irak, berceau de Sumer, en Afghanistan, au Yémen du Nord et du Sud. A Shībam, Yémen du Sud, ce sont des immeubles en bauge de dix étages ou plus. En Chine, au Henan et au Shānxi, au Gansu, ce ne sont pas moins de dix millions d'habitants qui vivent dans un habitat en terre creusé dans l'épaisseur de la ceinture de loess.

ARCHITECTURES DE TERRE ET DIVERSITE



1 - TERRE CREUSÉE

l'habitation est creusée dans l'écorce terrestre : habitats troglodytiques.

2 - TERRE RECOUVRANTE

la terre recouvre une structure construite avec un autre matériau.

3 - TERRE REMPLISSANTE

la terre rempli des matériaux creux employés comme enveloppe.

4 - TERRE DÉCOUPÉE

des blocs de terre sont directement découpés dans la masse du sol.

5 - TERRE COMPRIMÉE

des éléments sont réalisés avec une terre comprimée dans des moules ou des coffrages.

6 - TERRE FAÇONNÉE

la terre plastique est façonnée à la main pour dresser des murs minces.

7 - TERRE EMPILÉE

des boules de terre sont empilées pour reconstruire des murs épais.

8 - TERRE MOULÉE

la terre est moulée à la main ou à l'aide de moules (formes diverses).

9 - TERRE EXTRUDÉE

la terre est extrudée par une puissante machine.

10 - TERRE COULÉE

la terre est coulée dans des coffrages ou dans des moules comme un béton.

11 - TERRE-PAILLE

une herbe sèche est mélangée à des fibres et constitue un matériau léger.

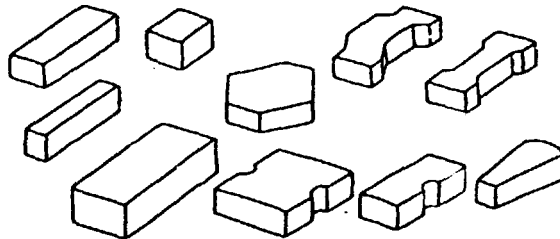
12 - TERRE GARNISSANTE

la terre mêlée de fibres est appliquée en couche mince pour garnir un support.

BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE ET TYPES DE PRODUITS

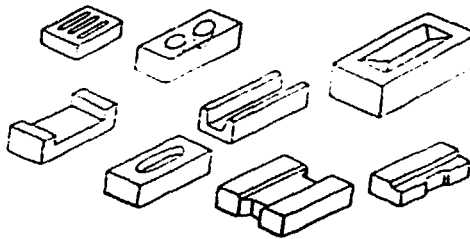
Blocs pleins (genre 1) :

Ils sont principalement de forme prismatique (parallélépipèdes, cubes, hexagones multiples...). Leur usage est très divers.



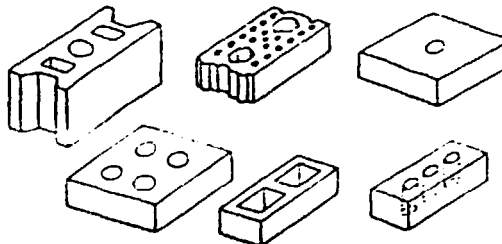
Blocs évidés (genre 2) :

On observe généralement de 5 à 10 % d'évidement, voire 30 % avec des procédés sophistiqués. Les évidements améliorent éventuellement l'adhérence du mortier et allègent les blocs.



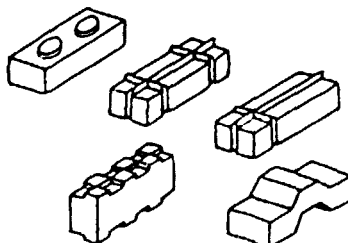
Blocs alvéolaires (genre 3) :

Ils ont l'avantage de leur légèreté mais exigent des moules assez sophistiqués ainsi que des pressions de compression plus élevées.



Blocs à emboîtement (genre 4) :

Ils peuvent, en principe, permettre de se passer de mortier pour leur assemblage, mais exigent des moules assez sophistiqués et des pressions de compression élevées.



BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE ET TYPES DE MACHINES

PROBLEMATIQUE

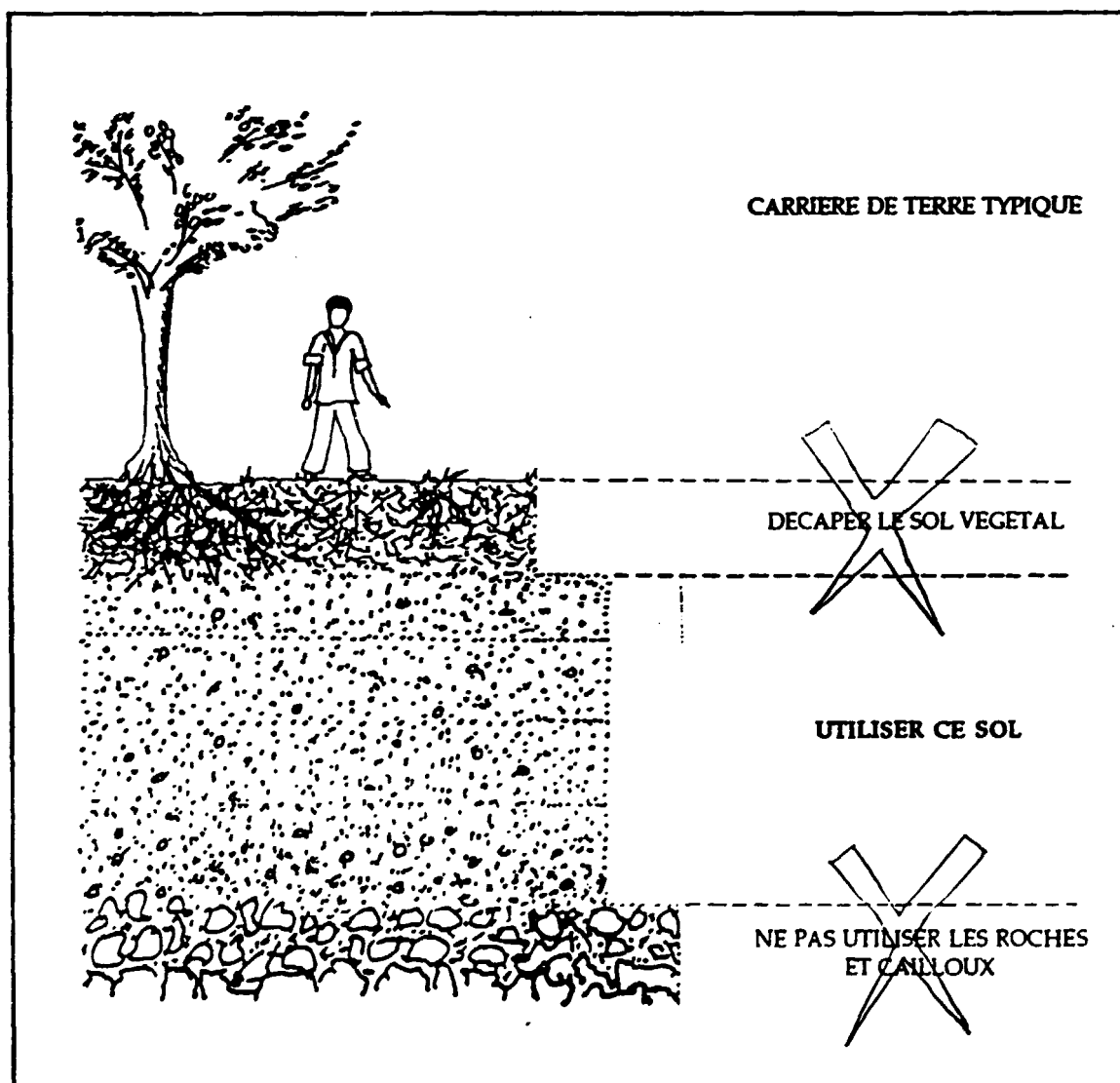
Dans le cas de la production de blocs de terre comprimée, l'action des presses consiste à resserrer les grains. Cette densification s'obtient par la mise en œuvre d'efforts de resserrement, statiques ou dynamiques, qui pour paraître simples, n'en dépendent pas moins de plusieurs variables essentielles pour assurer leur efficacité.

On distingue 4 types de presses :

- **Presses manuelles :**
Seules les actions de compression et de démoulage sont effectuées par la machine actionnée manuellement.
- **Presses motorisées :**
Seules les actions de compression et de démoulage sont effectuées par la machine actionnée par un moteur.
- **Unités de production foraines :**
Unités de production facilement transportables, où en plus des actions de compression et de démoulage, des actions de préparation du matériau et/ou d'évacuation des produits sont motorisées et éventuellement automatisées.
- **Unités de production fixes :**
Unités de production difficilement transportables, où en plus des actions de compression et de démoulage, des actions de préparation du matériau et/ou d'évacuation des produits sont motorisées et éventuellement automatisées.

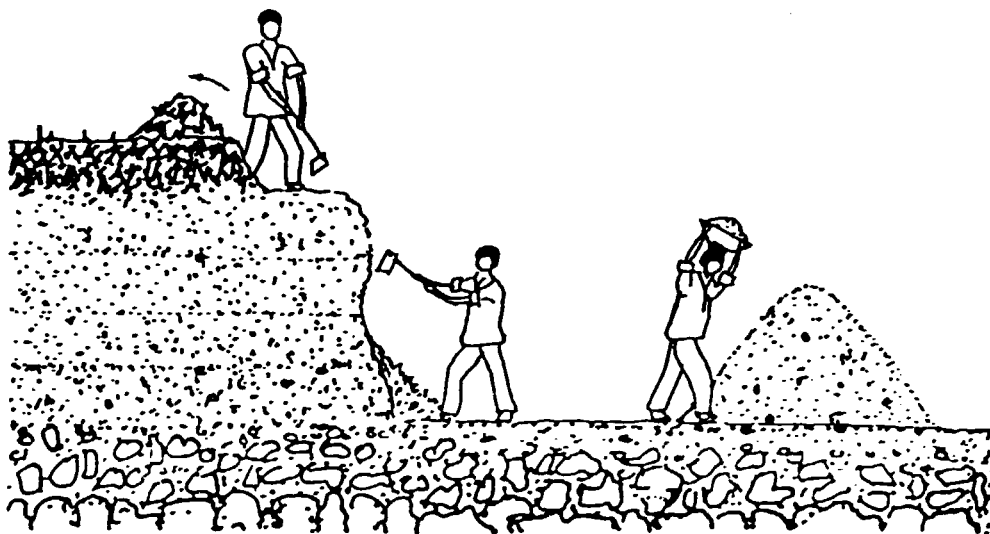
SYSTÈMES				CATÉGORIES DE PRESSES	CARACTÉRISTIQUES			
SOURCE D'ÉNERGIE	TAILLE	TRANSMISSION D'ÉNERGIE	ACTION DE COMPRESSION		PRESSIION DE COMPRESSION	POIDS NET (kg)	RENDÉMENT THÉORIQUE (blocs 25,5 x 14 x 9 par 4 heures)	GAMME DE PRIX (ECUS)
MANUELLE	LÉGER	MÉCANIQUE	STATIQUE	PRESSES MANUELLES	TRÈS BASSE	50 à 100	300 à 800	400 à 2 500
		MÉCANIQUE ET HYDRAULIQUE	STATIQUE		HYPER	50 à 100	300 à 800	2 500 à 5 000
	LOURD	MÉCANIQUE	STATIQUE		BASSE	200 à 500	400 à 1 000	1 000 à 3 000
MOTORISÉE	LÉGER	MÉCANIQUE	STATIQUE	PRESSES MOTORISÉES	BASSE à MOY.	400 à 1 500	800 à 3 000	10 000 à 15 000
		HYDRAULIQUE	STATIQUE		BASSE à MOY.	400 à 1 500	800 à 2 000	5 000 à 30 000
		MÉCANIQUE	STATIQUE	UNITÉS DE PRODUCTION FORAINES	BASSE à MOY.	1 500 à 2 000	800 à 3 000	10 000 à 20 000
		HYDRAULIQUE	STATIQUE		BASSE à MOY.	2 000 à 4 000	800 à 3 000	25 000 à 85 000
	LOURD	MÉCANIQUE	STATIQUE		BASSE	4 000 à 6 000	2 000 à 15 000	50 000 à 85 000
		HYDRAULIQUE ET MÉCANIQUE	STATIQUE OU DYNAMIQUE		BASSE à HYPER	3 000 à 6 000	1 500 à 7 500	60 000 à 150 000
	LOURD	HYDRAULIQUE	STATIQUE	UNITÉS DE PRODUCTION FIXES	BASSE à MÉGA	2 000 à 30 000	3 000 à 30 000	100 000 à 2 300 000
		HYDRAULIQUE ET MÉCANIQUE	DYNAMIQUE			6 000 à 30 000	10 000 à 50 000	100 000 à 2 300 000

MATIERE PREMIERE : LA TERRE

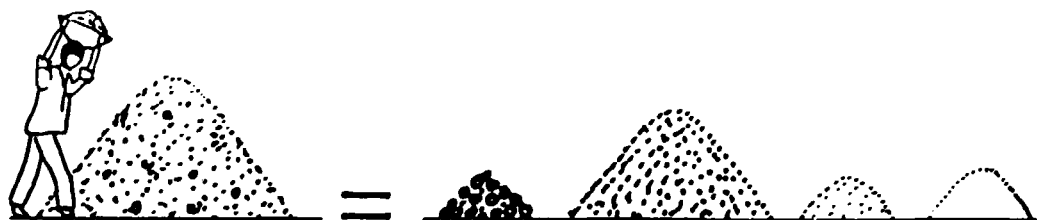


CHAPITRE II

COMPOSITION D'UN BON SOL NATUREL



DECAPER LA TERRE VEGETALE ET EXTRAIRE LE BON SOL



BON SOL NATUREL

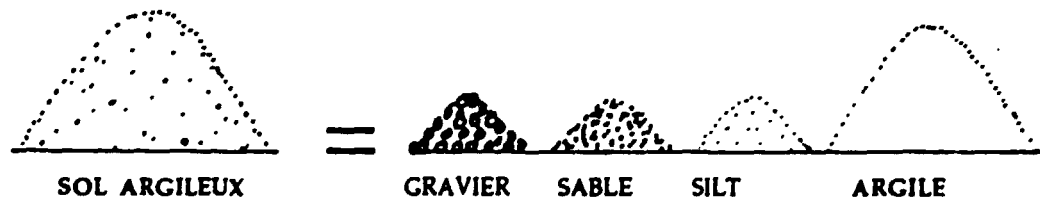
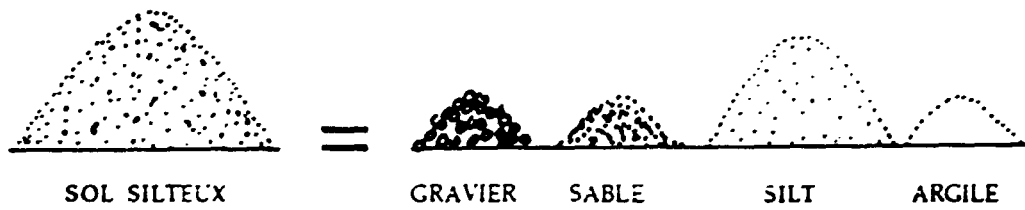
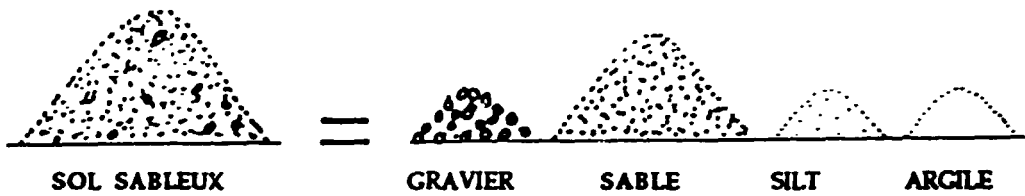
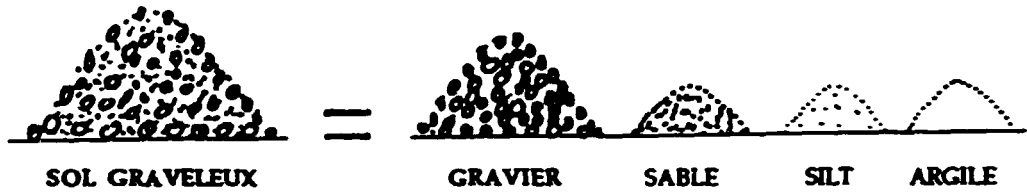
**GRAVIER
1.5 PARTS**

**SABLE
5 PARTS**

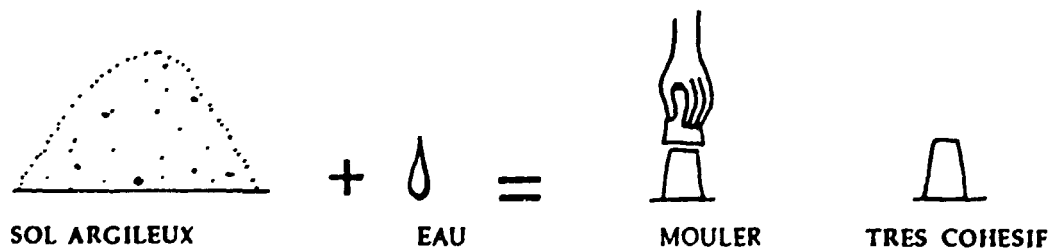
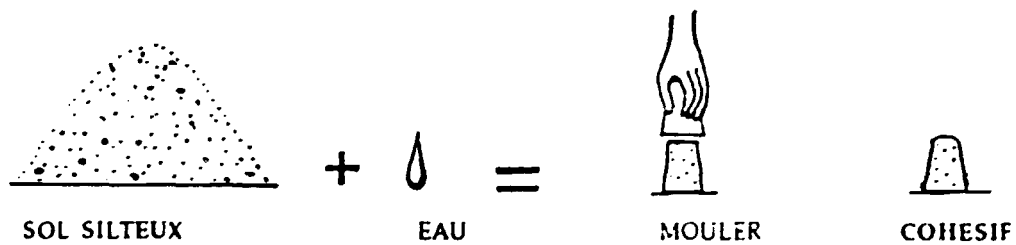
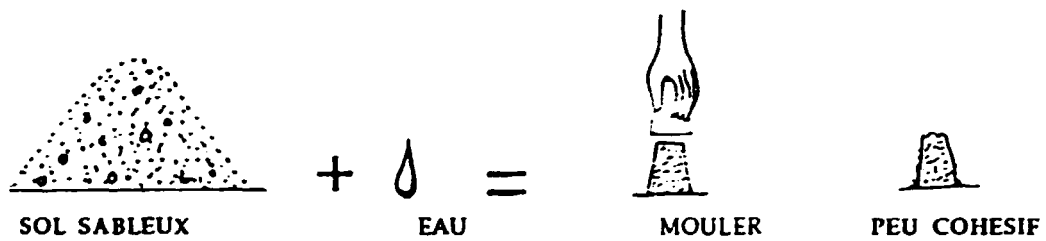
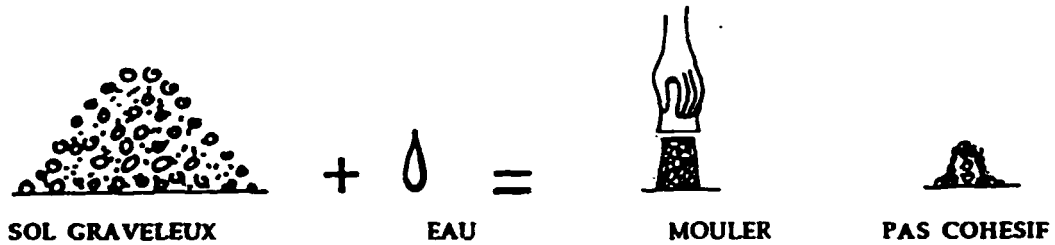
**SILT
1.5 PARTS**

**ARGILE
2 PARTS**

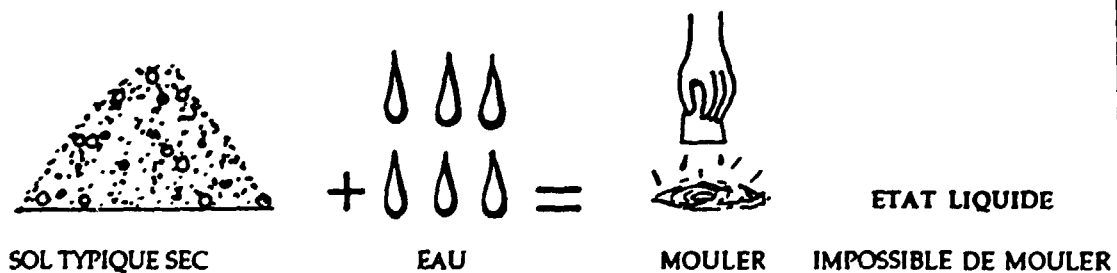
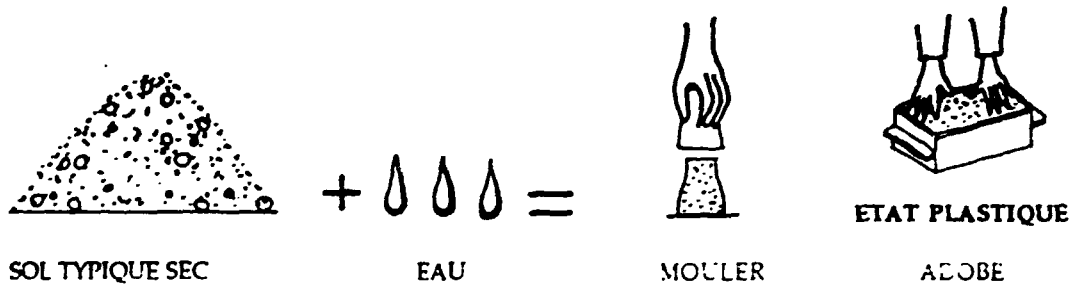
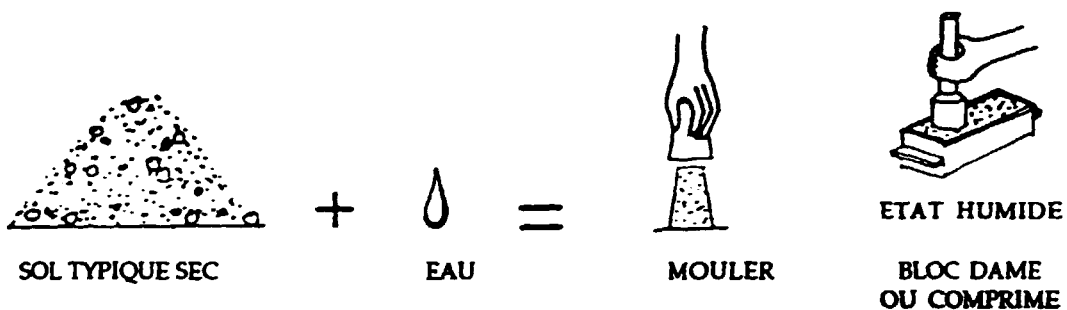
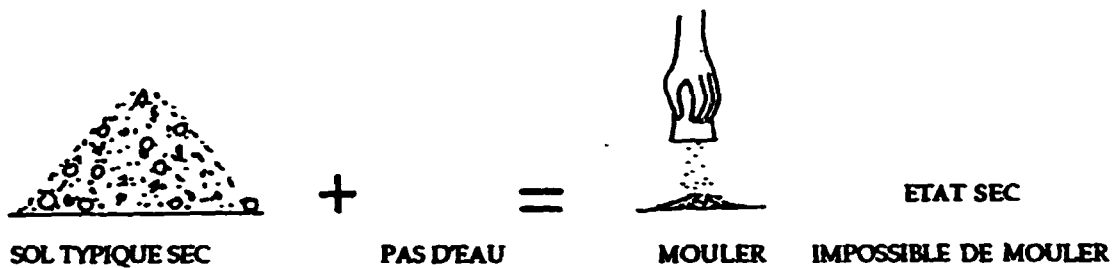
SOLS TYPIQUES



COMPORTEMENT DE SOLS TYPIQUES AVEC L'EAU



ETATS HYDRIQUES D'UN SOL TYPIQUE

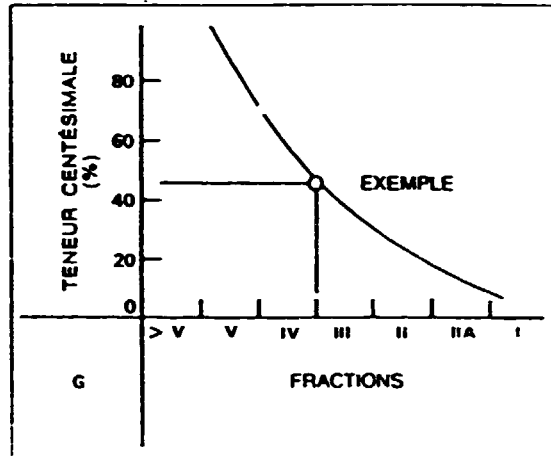


PROPRIETES FONDAMENTALES

1 - GRANULARITE

Encore nommée texture d'une terre, elle représente la teneur centésimale en fractions de grains différents mesurées en pourcentages. La texture d'une terre se mesure par analyse granulométrique pour les fractions de grains grossiers : cailloux, graviers, sables et limons et par sédimentométrie pour les fines argileuses. La classification des fractions de grains adoptée par un grand nombre de laboratoires et référente aux normes (A.S.T.M., AFNOR) est la suivante :

> V : CAILLOUX :	200 mm - 20 mm
V : GRAVIERS :	20 mm - 2 mm
IV : SABLES GROSSIERS :	2 mm - 0,2 mm
III : SABLES FINS :	0,2 mm - 0,06 mm
II : SILTS :	0,06 mm - 0,02 mm
IIA : SILTS FINS :	0,02 mm - 0,002 mm
I : ARGILES :	0,002 mm - 0 mm



La représentation de la granularité d'une terre est une courbe granulométrique portée sur le diagramme "G".

2 - PLASTICITE

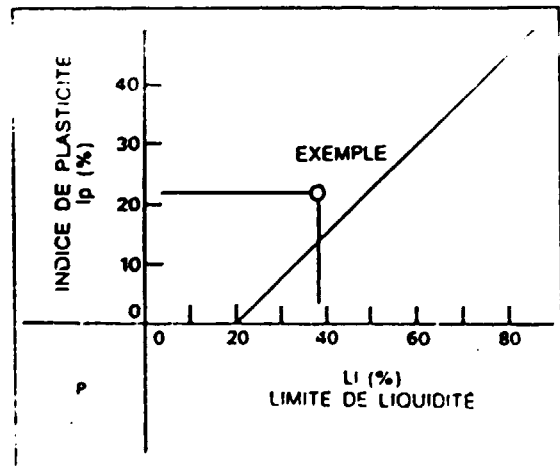
La plasticité définit la propriété de la terre à subir des déformations sans réaction élastique notable caractérisée par une fissuration ou une pulvérisation.

La plasticité d'une terre ainsi que les limites entre différents états de consistance sont déterminées par les mesures des limites d'Atterberg.

Elles s'effectuent sur la fraction "mortier fin" de la terre (\varnothing des particules < 0,4 mm). La quantité d'eau, exprimée en pourcentage, qui correspond à la limite de transition entre l'état de consistance fluide et l'état plastique est nommée Limite de liquidité (Ll). Entre l'état plastique et l'état solide, la transition est nommée Limite de plasticité (Lp). A Ll, le sol commence à manifester une certaine résistance au cisaillement. A Lp, la terre cesse d'être plastique et devient cassante.

L'Indice de plasticité (Ip) égal à $Ll - Lp$ précise la plage de comportement plastique de la terre.

La combinaison de Ll et de Lp précise la sensibilité de la terre aux variations d'humidité. Les propriétés plastiques d'une terre sont représentées sur le diagramme de plasticité "P".

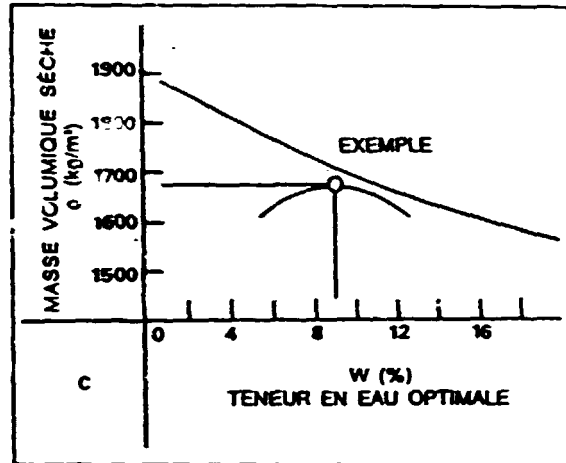


PROPRIETES FONDAMENTALES

3 - COMPRESSIBILITE

La compressibilité d'une terre définit son aptitude à se laisser compresser au maximum pour une énergie de compactage et un taux d'humidité donnés (teneur en eau optimale ou T.E.O.). Lorsqu'un volume de terre est soumis à l'action d'une force, le matériau est comprimé et l'indice des vides décroît. Plus la densité d'une terre peut être augmentée, plus sa porosité est bloquée et moins l'eau peut avoir l'occasion d'y pénétrer. Cette propriété résulte de l'imbrication plus étroite des particules qui réduit les risques de perturbation de la structure sous l'action de l'eau.

La compressibilité d'une terre est mesurée par l'Essai Proctor. On la représente sur le diagramme de compressibilité "C" où sont mis en relation la Teneur en Eau Optimale et la Densité Sèche Optimale, pour une énergie de compression donnée.



4 - COHESION

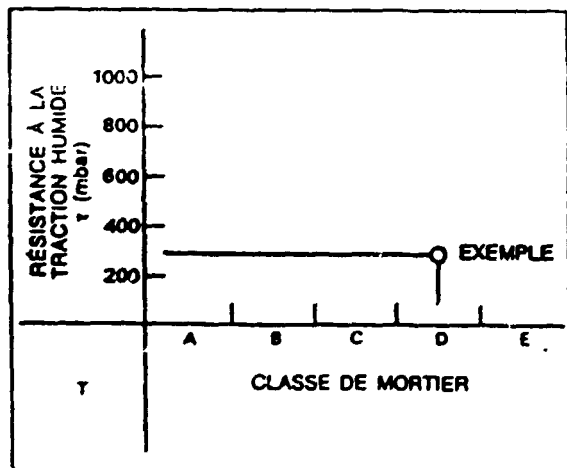
La cohésion d'une terre exprime la capacité de ses particules à se maintenir ensemble lorsque l'on exerce sur le matériau une contrainte de traction. La cohésion d'une terre dépend des caractéristiques de collage ou de cimentation de son mortier grossier (fraction de grains de $\varnothing < 2$ mm) qui lie les grains inertes entre eux.

Cette propriété est donc tributaire de la quantité et de la qualité collante des argiles.

On peut classer les mortiers grossiers de la façon suivante:

- A Mortier Sableux
- B Mortier Maigre
- C Mortier Moyen
- D Mortier Gras
- E Argiles.

La cohésion se mesure par l'Essai de Traction à l'état humide ou encore dénommé l'Essai du "8". La cohésion d'une terre est représentée sur un diagramme de résistance à la traction "T".



CARACTERISTIQUES

Les performances techniques des blocs de terre comprimée que l'on peut observer en conditions réelles de production sont extrêmement variées. Toutefois, une analyse de ces performances permet de dégager 4 grands types de blocs. A ces 4 types de blocs ne correspondent pas forcément des conditions de production déterminées.

PERFORMANCES TECHNIQUES DES BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE						
CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES	SYMBOLE	UNITÉ	BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE TYPE			
			1	2	3	4
RÉSISTANCE A LA COMPRESSION SEC A 28 JOURS (+ 40 % après un an, + 50 % après 2 ans)	Rc sec 28	MPa	= 2	$\frac{2}{4}$	> 4	> 12
RÉSISTANCE A LA COMPRESSION HUMIDE A 28 JOURS	Rc hum. 28	MPa	0,1 0,5	> 1	> 2	> 2
RÉSISTANCE A LA TRACTION SEC A 28 JOURS (essai brésilien)	Rt sec 28	MPa			1 2	
RÉSISTANCE A LA TRACTION SEC A 28 JOURS (essai sur barrette)	Rt sec 28	MPa	0,5 1			
RÉSISTANCE A LA FLEXION SEC A 28 JOURS	Rf sec 28	MPa	1			
RÉSISTANCE AU CISAILEMENT SEC A 28 JOURS	Rcs sec 28	MPa	= 0,5			
COEFFICIENT DE POISSON	μ				0,15 0,35	
MODULE DE YOUNG	E	MPa			700 7 000	
MASSE VOLUMIQUE APPARENTE	ρ	kg/m ³	1 700 2 300	1 700 2 300	1 700 2 300	> 2 200
UNIFORMITÉ DES DIMENSIONS			BON	BON	EXCELLENT	EXCELLENT

NOTA BENE : L'absence de valeur indique qu'il n'existe pas suffisamment d'informations concordantes sur cette caractéristique

PERFORMANCES TECHNIQUES DES BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE						
CARACTÉRISTIQUES STATIQUES	SYMBOLE	UNITÉ	BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE TYPE			
			1	2	3	4
RÉSISTANCE A L'IMPACT TANGENTIEL D'UN CORPS MOU (hauteur de départ d'un sac de sable de 27 kg)		m			2 3	
RÉSISTANCE A L'ÉCRASEMENT PAR CHARGE EXCENTRIQUE (coef. de réduction pour mur de 30 cm, h = 2,4 m)					> 0,5	> 0,5
RÉSISTANCE A LA FLEXION (pression horizontale uniforme)		MPa			5. 10 E-3 6. 10 E-3	
RÉSISTANCE A UNE POUSSÉE HORIZONTALE LOCALISÉE		N			> 4 500	
COEFFICIENT DE DILATATION THERMIQUE		mm/ m °C				

NOTA BENE : L'absence de valeur indique qu'il n'existe pas suffisamment d'informations concordantes sur cette caractéristique

CARACTERISTIQUES

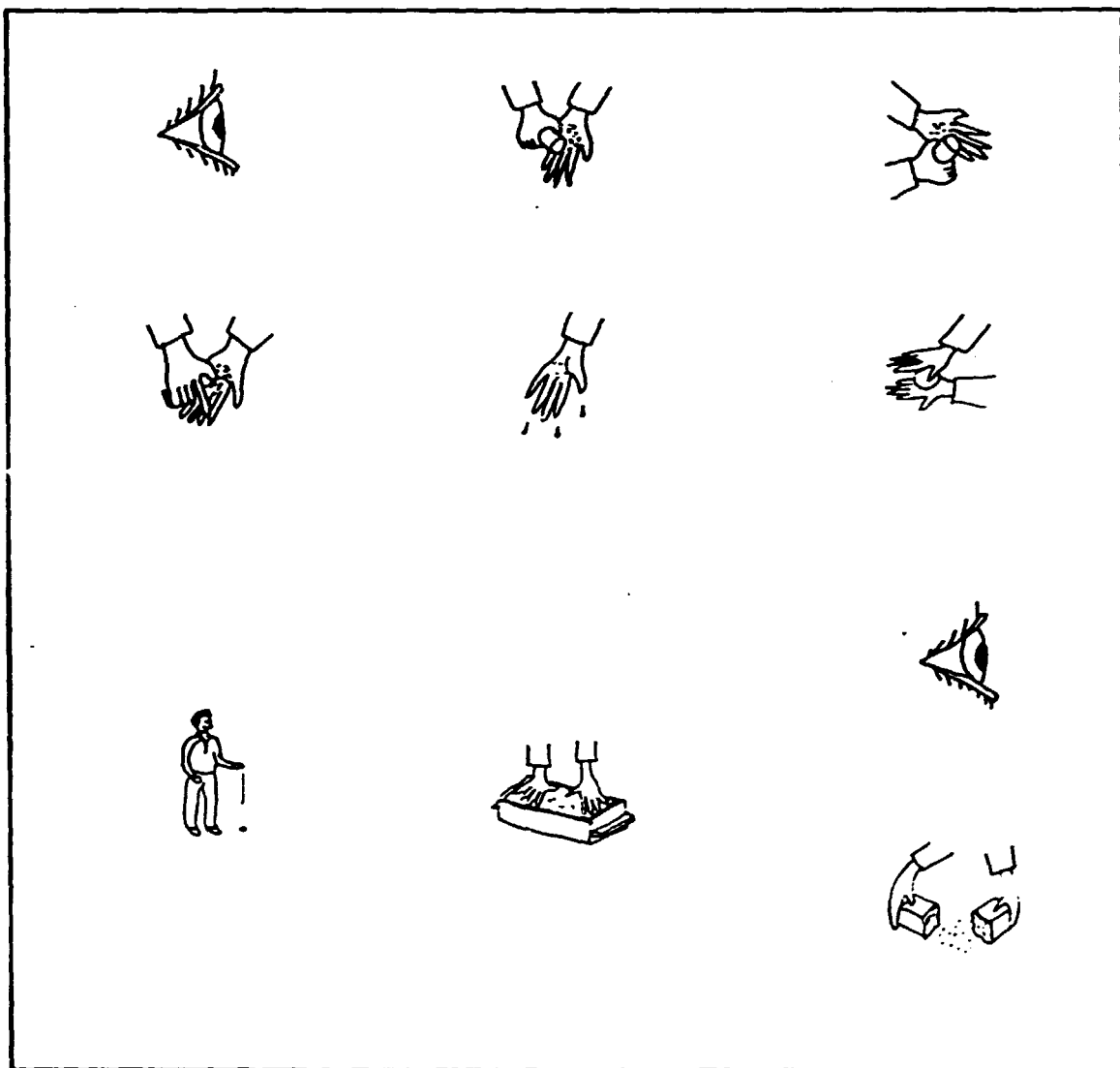
PERFORMANCES TECHNIQUES DES BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE						
CARACTÉRISTIQUES HYDRIQUES	SYMBOLE	UNITÉ	BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE TYPE			
			1	2	3	4
CONFLEMENT		mm/m				
RETRAIT		mm/m				
RETRAIT DE SÉCHAGE		mm/m	0,2 1		0,2 1	
PERMÉABILITÉ		mm/s			1.10 E-5	
ABSORPTION D'EAU PAR LA FACE A ENDUIRE		% (poids)				
ABSORPTION TOTALE		kg/m ³			10 20	0 7,5
SUSCEPTIBILITÉ A LA GÉLIVITÉ			TRÈS SENSIBLE	SENSIBLE	PEU	PAS
SUSCEPTIBILITÉ AUX EFFLORESCENCES			PAS	PEU	PEU	TRÈS PEU
DURABILITÉ SOUS EXPOSITION-AUX INTÉMPÉRIES			TRÈS FAIBLE	FAIBLE	BON	EXCELLENT

NOTA BENE : L'absence de valeur indique qu'il n'existe pas suffisamment d'informations concordantes sur cette caractéristique.

PERFORMANCES TECHNIQUES DES BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE						
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES	SYMBOLE	UNITÉ	BLOCS DE TERRE COMPRIMÉE TYPE			
			1	2	3	4
CHALEUR SPÉCIFIQUE	C	kJ/kg	≈ 0,85		0,65 0,95	
COEFFICIENT DE CONDUCTION	lambda	W/m °C	0,81 0,93	0,81 0,93	0,81 0,93	0,93 1,04
COEFFICIENT D'AMORTISSEMENT (mur de 40 cm)	m	%	5 10	5 10	5 10	5 10
COEFFICIENT DE DÉPHASAGE (mur de 40 cm)	d	h	10 12	10 12	10 12	10 12
COEFFICIENT D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE (mur de 40 cm à 500 Hz)		dB	50	50	50	50
COEFFICIENT D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE (mur de 20 cm à 500 Hz)		dB	40	40	40	40
RÉSISTANCE AU FEU			BON	BON	BON	BON
INFLAMMABILITÉ						
VITESSE DE PROPAGATION DES FLAMMES						







NOTA BENE : L'absence de valeur indique qu'il n'existe pas suffisamment d'informations concordantes sur cette caractéristique.







IDENTIFICATION DES TERRES



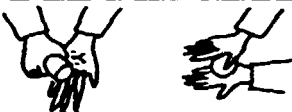




CHAPITRE III


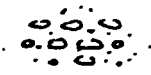
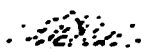
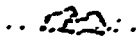

TESTS DE TERRAIN

 	REGARDER ET TOUCHER	
	<p>TRES GROS GRAIN TRES DUR</p>	SOL GRAVELEUX
	<p>GROS A PETITS GRAINS TRES RUGUEUX</p>	SOL SABLEUX
	<p>POUDRE FINE ASSEZ DOUX</p>	SOL SILTEUX
	<p>POUDRE TRES FINE TRES DOUX</p>	SOL ARGILEUX

 	LAVER LES MAINS	
	<p>TRES FACILE A LAVER NE COLLE PAS AUX MAINS</p>	SOL GRAVELEUX
	<p>FACILE A LAVER NE COLLE PAS AUX MAINS</p>	SOL SABLEUX
	<p>DIFFICILE A LAVER COLLE BEAUCOUP AUX MAINS</p>	SOL SILTEUX
	<p>TRES DIFFICILE A LAVER COLLE AUX MAINS</p>	SOL ARGILEUX

TESTS DE TERRAIN

	AJOUTER DE L'EAU ET FORMER UNE BOULE	
	TRES DIFFICILE A FORMER	SOL GRAVELEUX
	DIFFICILE A FORMER	SOL SABLEUX
	ASSEZ FACILE A FORMER	SOL SILTEUX
	FACILE A FORMER	SOL ARGILEUX

	FAIRE TOMBER UNE BOULE DE 1 M	
	S'ECLATE EN GROS MORCEAUX	SOL GRAVELEUX
	S'ECLATE EN PETITS MORCEAUX	SOL SABLEUX
	S'ECLATE PARTIELLEMENT	SOL SILTEUX
	NE S'ECLATE PAS MAIS DEFORMEE	SOL ARGILEUX

ESSAIS DE TERRAIN

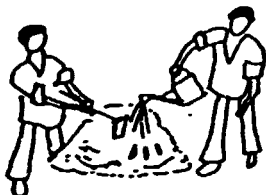


MOULER DES ADOBES

MOULER DES ADOBES CAR LE COMPORTEMENT DE LA TERRE EST ACCENTUE



1
MELANGER LE SOL



2
AJOUTER DE L'EAU



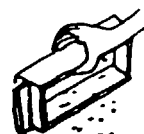
3
MELANGER A NOUVEAU



4
MOILLER LE MOULE



5
SABLER LE MOULE



6
SECOUER LE MOULE



7
FORMER UNE BOULE



8
JETER LA BOULE



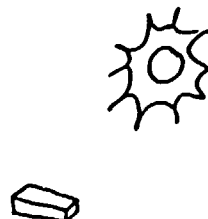
9
ETALER AVEC LES POINGS



10
LISSER AVEC LES DOIGTS



11
RETOURNER ET DEMOULER



12
LAISSER SECHER AU SOLEIL

ESSAIS DE TERRAIN



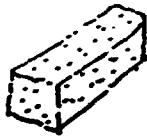
TESTER LES ADOBES

TESTER LES ADOBES CAR LE COMPORTEMENT DE LA TERRE EST ACCENTUE



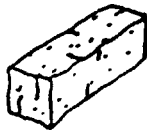
TRES RUGUEUX
PAS HOMOGENE
TRES FRIABLE
FACILE A CASSER

SOL GRAVELEUX



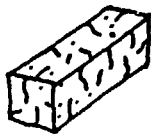
ASSEZ LISSE
PAS DE FISSURES
FRIABLE
FACILE A CASSER

SOL SABLEUX



LISSE
PETITES FISSURES
ASSEZ FRIABLE
ASSEZ FACILE A CASSER

SOL SILTEUX

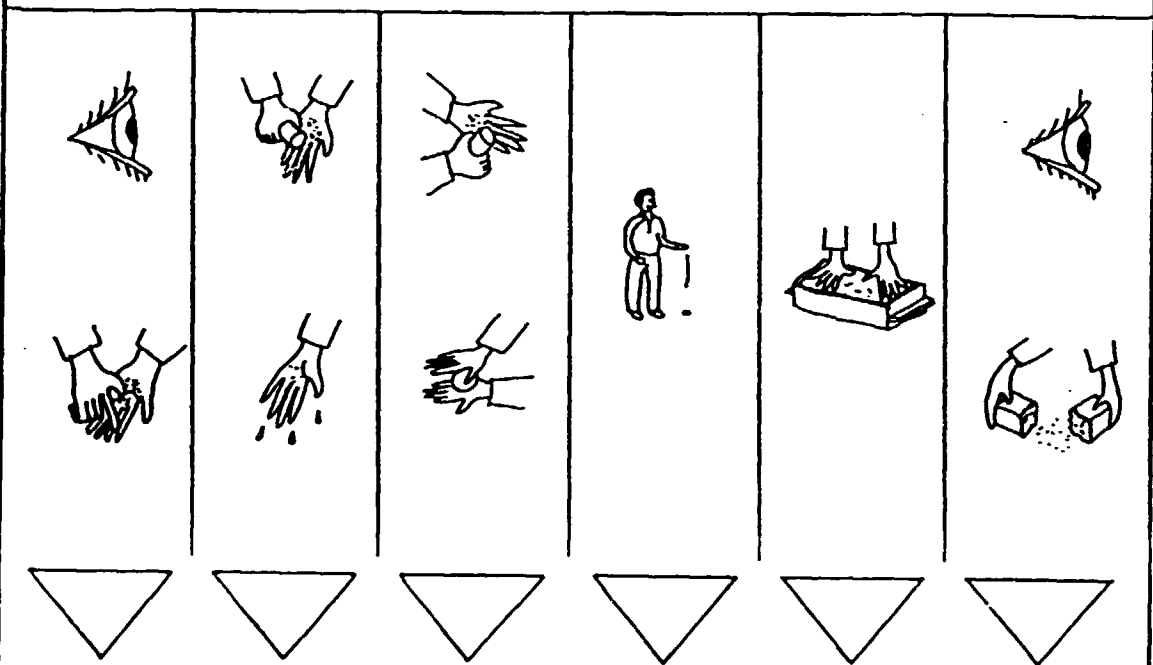


TRES LISSE
GROSSES FISSURES
PAS FRIABLE
TRES DUR A CASSER

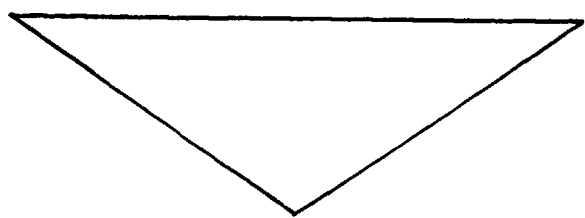
SOL ARGILEUX

SELECTION D'UN BON SOL

RESULTATS DES TESTS ET ESSAIS DE TERRAIN



UN BON SOL POUR DES BLOCS DE TERRE COMPRISEE EST PLUS SABLEUX QU'ARGILEUX OU SILTEUX



BON SOL NATUREL

GRAVIER
15 PARTS

SABLE
5 PARTS

SILT
1.5 PARTS

ARGILE
2 PARTS

AMELIORATION D'UN SOL ARGILEUX



MOULER ET TESTER DES ADOBES
AVEC DIFFERENTS MELANGES



4 PARTS DE SOL ARGILEUX



ADOBE SECHE

TRES LISSE
TRES GROSSES FISSURES
PAS FRIABLE
TRES DIFFICILE A CASSER



4 PARTS DE SOL ARGILEUX
+ 1 PART DE SABLE



ADOBE SECHE

TRES LISSE
GROSSES FISSURES
PAS FRIABLE
TRES DIFFICILE A CASSER



4 PARTS DE SOL ARGILEUX
+ 2 PARTS DE SABLE



ADOBE SECHE

TRES LISSE
PETITES FISSURES
PAS TRES FRIABLE
DIFFICILE A CASSER



4 PARTS DE SOL ARGILEUX
+ 3 PARTS DE SABLE



ADOBE SECHE

ASSEZ LISSE
PAS DE FISSURES
PAS TROP FRIABLE
DIFFICILE A CASSER



4 PARTS DE SOL ARGILEUX
+ 4 PARTS DE SABLE



ADOBE SECHE

ASSEZ RUGUEUX
PAS DE FISSURES
FRIABLE
FACILE A CASSER

SELECTIONNER LE MEILLEUR MELANGE :

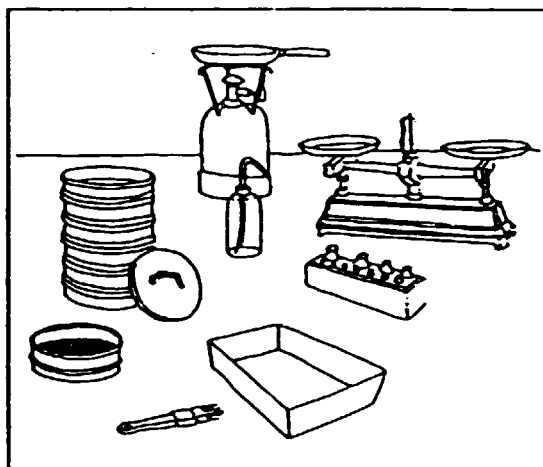
LA MEILLEURE ADOBE N'A PAS DE FISSURE ET N'EST PAS FRIABLE

(DANS L'EXERCICE DE KINSHASA, LE MEILLEUR MELANGE ETAIT :
4 PARTS DE SOL ARGILEUX + 3 PARTS DE SABLE)

ANALYSES DE LABORATOIRE

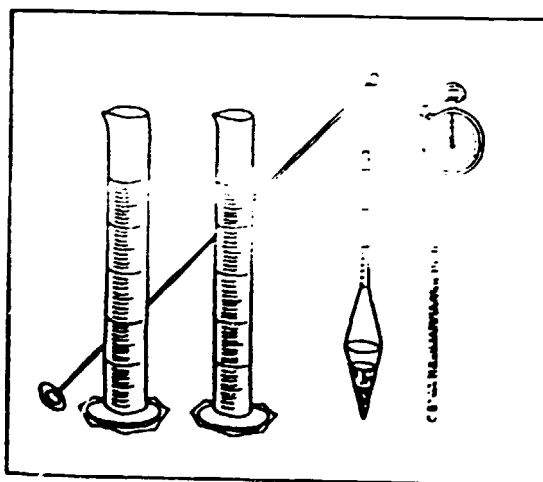
GRANULOMETRIE

Il consiste à filtrer la terre à travers une série de tamis normalisés superposés par ordre décroissant (le plus fin en dessous) et à déterminer les fractions de grains retenues par chaque tamis.



SEDIMENTOMETRIE

L'analyse granulométrique que l'on obtient par tamisage est incomplète. Si elle suffit pour la plupart des applications dans le domaine des travaux routiers, elle est insuffisante pour la construction en terre qui exige une analyse de la texture des fines avec un $\phi < 0,08$ mm. Cette analyse se fait par la sédimentométrie qui utilise la différence de vitesse de chute des particules d'une terre en suspension dans l'eau. Les particules les plus grosses se déposent en premier et les plus fines en dernier. On mesure régulièrement, dans le temps et à une hauteur donnée (diminution de la densité avec l'éclaircissement du liquide), la variation de la densité. La connaissance de la vitesse de chute des particules selon leur taille permet de calculer les proportions par les différentes grosseurs de grains.



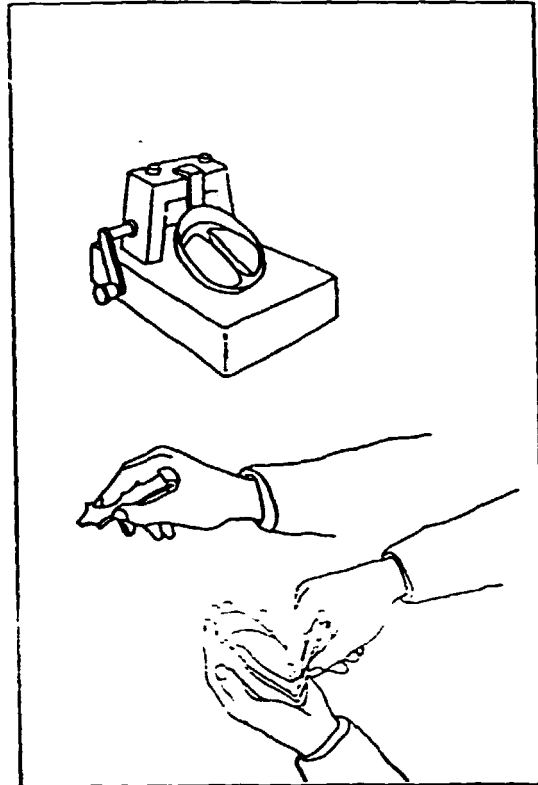
ANALYSES DE LABORATOIRE

LIMITE D'ATTERBERG

Une terre peut avoir différents états de consistance. Elle peut être liquide, plastique ou solide. Le chercheur suédois Atterberg a défini ces différents états hydriques et les frontières qui les séparent par des limites et des indices exprimés en % pondéral de teneur en eau. On peut mesurer cinq limites :

- la limite de liquidité ;
- la limite de plasticité ;
- la limite de retrait ;
- la limite d'absorption ;
- la limite d'adhérence.

Les deux premières limites sont les principales et les trois autres, quoique intéressantes, sont peu utilisées. La détermination des limites d'Atterberg est pratiquée sur la fraction "mortier fin" de la terre qui passe à travers le tamis de 0,4 mm car ce sont les seuls éléments sur lesquels l'eau agit en modifiant la consistance.

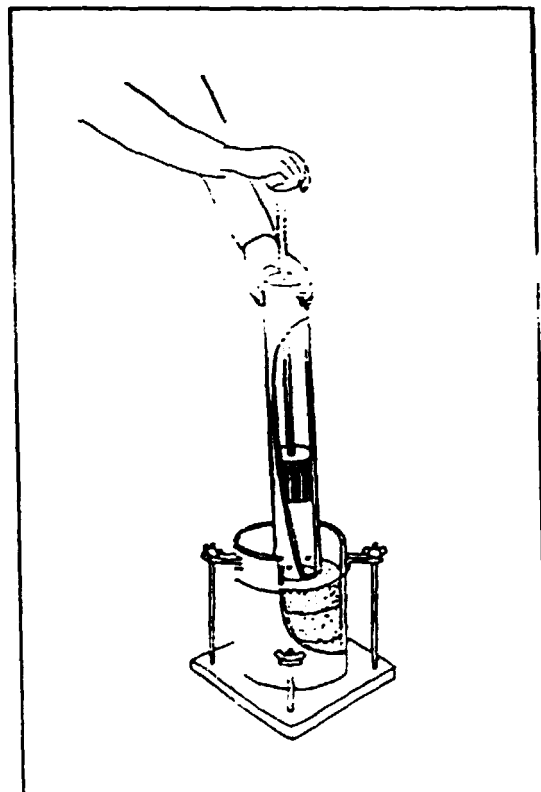


PROCTOR

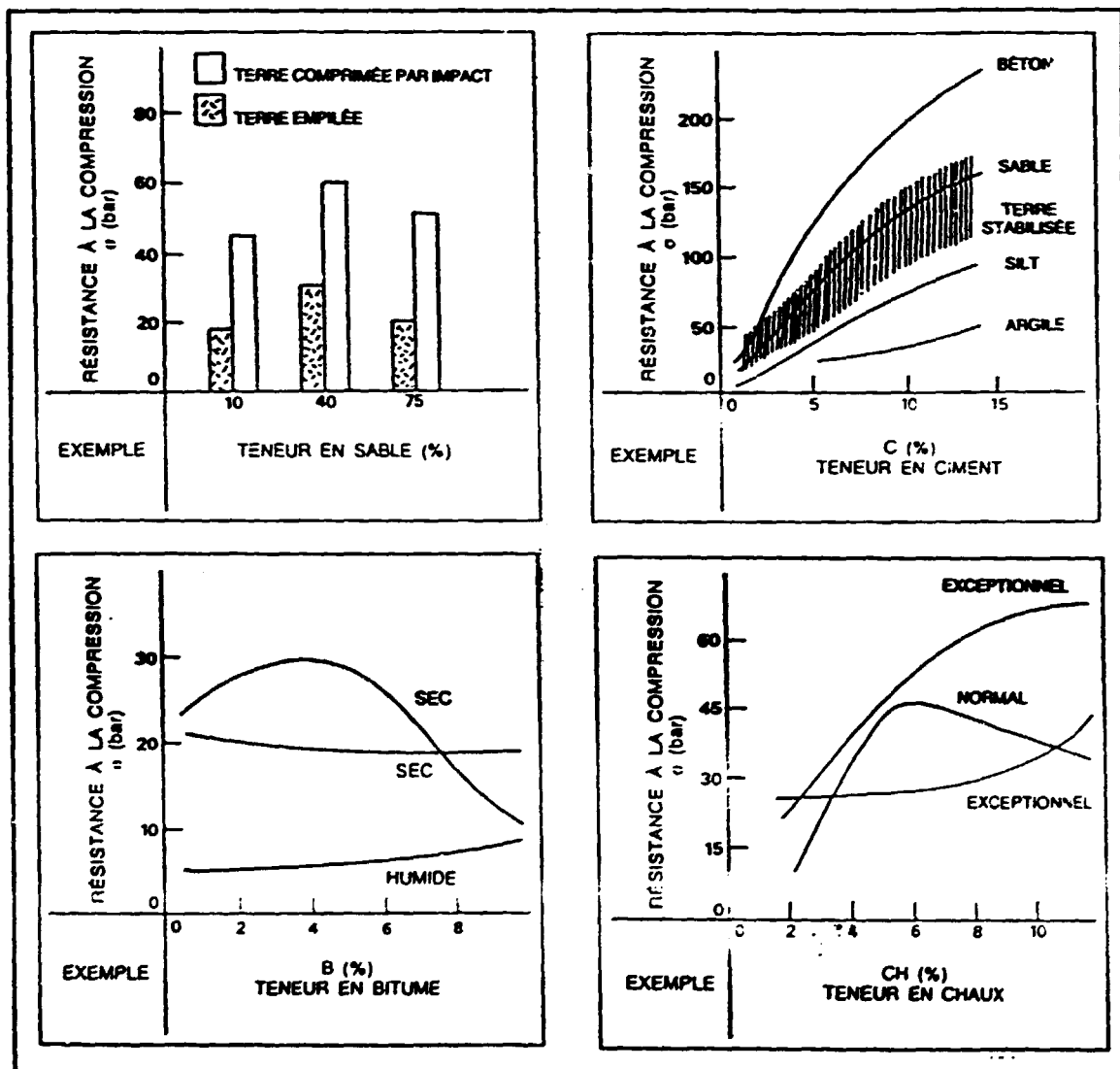
Pour que le compactage d'une terre soit efficace, il doit être réalisé sur un matériau dont la teneur en eau assure une bonne lubrification des grains leur permettant ainsi de se réarranger entre eux pour occuper le moins de place possible.

En effet, si la teneur en eau est trop élevée, la terre risque de gonfler et la pression de l'engin de compactage est amoindrie par l'eau qui ne peut être chassée d'entre les grains. A l'opposé, si la teneur en eau est trop faible, la lubrification des grains est insuffisante et la terre ne pourra pas être compactée à son volume minimal.

La teneur en eau optimale (T.E.O) à laquelle on obtient une densité sèche maximale est déterminée par l'essai Proctor (du nom de l'entrepreneur américain qui l'a mis au point). Les résultats sont consignés sur un diagramme qui note en ordonnée la masse volumique sèche, P_d , exprimée en kg/m^3 et en abscisse la teneur en eau, L , exprimée en % pondéral. Les trois variables principales intervenant sur l'obtention de la masse volumique sèche maximale sont : la texture, l'état hydrique et l'énergie de compactage.



STABILISATION



CHAPITRE IV

PRINCIPES

PROBLEMATIQUE

Construire en terre dans un lieu donné implique un choix entre 3 possibilités principales :

- Employer la terre disponible sur le site et adapter au mieux le projet à la qualité de cette terre.
- Employer une autre terre, importée sur le site, qui convient mieux aux exigences du projet.
- Modifier la terre locale pour qu'elle convienne au mieux aux exigences du projet.

C'est cette troisième possibilité que l'on dénomme stabilisation de la terre et qui définit l'ensemble des procédés permettant une amélioration des caractéristiques de la terre.

DEFINITION

Stabiliser la terre c'est modifier les propriétés d'un système terre-eau-air pour obtenir des propriétés permanentes compatibles avec une application particulière. Mais, la stabilisation est un problème complexe, car de très nombreux paramètres interviennent. Il faut en effet connaître :

- Les propriétés de la terre à stabiliser.
- Les améliorations envisagées.
- L'économie du projet : coûts et délais de réalisation.
- Les techniques de mise en œuvre de la terre choisie pour le projet et les systèmes constructifs.
- La maintenance du projet réalisé : coût d'entretien.

PROCEDES

- 1) **Stabilisation mécanique** : c'est le compactage de la terre qui modifie sa densité, sa résistance mécanique et sa compressibilité, sa perméabilité et sa porosité.
- 2) **Stabilisation physique** : les propriétés d'une terre peuvent être modifiées en intervenant sur la texture : mélange contrôlé de fractions de grains différentes. Egalement par traitement thermique : déshydratation ou gel ; ou par un traitement électrique : électroosmose qui favorise un drainage de la terre, lui conférant de nouvelles qualités structurales.
- 3) **Stabilisation chimique** : la terre est ajoutée d'autres matériaux ou de produits chimiques qui modifient ses propriétés, soit du fait d'une réaction physicochimique entre les particules et le matériau ou le produit ajouté, soit en créant une matrice qui lie ou enrobe les particules.

MOYENS DE STABILISATION DES TERRES REMANIÉES						
STABILISANT	NATURE	PROCEDE	MOYENS	PRINCIPE	SYMBOLE	
SANS APPORT DE STABILISANT		MÉCANIQUE	DENSIFIER	CRÉER UN MILIEU DENSE QUI BLOQUE LES PORES ET LES CANAUX CAPILLAIRES		
AVEC APPORT DE STABILISANT	STABILISANTS INERTES	MINÉRAUX	PHYSIQUE	ARMER	CRÉER UNE ARMATURE OMNI-DIRECTIONNELLE QUI RÉDUIT LE MOUVEMENT	
		FIBRES				
	STABILISANTS PHYSICO-CHIMIQUE	LIANTS	CHIMIQUE	ENCHAINER	CRÉER UN SOUQUELETTE INERTE QUI S'OPPOSE À TOUT MOUVEMENT	
		HYDROPHOBANTS		LIAISONNER	FORMER DES LIAISONS CHIMIQUES STABLES ENTRE LES CRISTAUX D'ARGILE	
				IMPERMÉABILISER	ENTOURER LES GRAINS DE TERRE D'UN FILM IMPERMEABLE ET BOUCHER LES PORES ET CANAUX	
			HYDRO-FUGER	ÉLIMINER AU MAXIMUM L'ABSORPTION ET L'ADSORPTION D'EAU		

STABILISANTS

FIBRES

La stabilisation par armature à l'aide de fibres, dont très souvent la paille, est très employée de par le monde. La paille doit en fait être considérée comme un agent de renforcement de la structure, au même titre que le gravier.

Les fibres empêchent la fissuration au séchage, accélèrent le séchage, allègent le matériau et augmentent la résistance à la traction.

CIMENT

La stabilisation au ciment permet d'obtenir trois structures mêlées :

- 1) une matrice inerte sableuses liée au ciment
- 2) une matrice d'argile stabilisée
- 3) une matrice de terre non stabilisée

La meilleure efficacité est obtenue par une compression à l'état humide. A l'état plastique, il faudrait 50 % de ciment en plus pour une même efficacité. Il faut au moins 5 à 6 % pour obtenir des résultats satisfaisants. Les meilleurs résultats sont obtenus avec des terres sableuses.

CHAUX

Cinq mécanismes de base régissent la stabilisation à la chaux, le plus important est la réaction pouzzolanique de la chaux avec l'argile. 2 à 3 % de chaux ajoutés provoquent immédiatement une diminution de la plasticité de la terre et un brisage des mottes. Les meilleurs résultats sont obtenus avec des terres argileuses.

BITUME

Le bitume est essentiellement employé en stabilisation sous forme de cut-back ou d'émulsions aqueuses. Pour obtenir une distribution homogène du bitume dans la terre, il est préférable d'utiliser un procédé qui réclame beaucoup d'eau, comme l'adobe par exemple. Les dosages classiques ont de 2 à 3 % jusqu'à 8 % maximum. Les meilleurs résultats sont obtenus avec des terres sableuses ou silteuses.

RESINES

Les résines sont constituées de molécules à longue chaîne résultant de la liaison de polymérisation de certains agents chimiques. On distingue les produits naturels transformés et les résines à base de furfurol, formaldéhyde, urée, polyvinyle, etc. Ces produits en général efficaces sont toujours très chers.

PRODUITS NATURELS

On distingue les produits d'origine géologique tels que sables, sables pouzzolaniques, les produits d'origine animale tels que excréments, sang, poils, caséine et les produits d'origine végétale, tels que cendres, huiles et graisses, tannins, sèves, etc. L'intérêt de ces produits réside dans leur disponibilité sur place, mais bien souvent ils sont peu efficaces, surtout à long terme.

PRODUITS SYNTHÉTIQUES

Les stabilisants sont des produits industriels ou de synthèse ou encore des déchets industriels. On peut citer : les acides, les sodes, les sels, silicates, paraffine, colles, huiles, etc.

Une économie n'est pas très satisfaisante et leur efficacité souvent douteuse.

CALCUL DE DOSAGE

PRINCIPES

La stabilisation se calcule toujours sur des poids de matériaux secs. Sur le chantier, il est impossible de mesurer les poids secs de la terre, sable ou gravier. Aussi doit-on convertir les poids en volume. Pour cela la masse volumique foisonnée sèche (ρ) des matériaux doit être connue. Les volumes sont alors :

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \frac{\text{poids}}{\rho} \left(\frac{\text{kg}}{\text{kg/m}^3} \right)$$

CALCUL DE MASSE VOLUMIQUE FOISONNEE SECHE : ρ (kg/m³)

Il faut sécher l'échantillon (terre, sable ou gravier), puis en mesurer 1 litre foisonné sec et enfin peser l'échantillon de 1 litre : les gram/litre trouvés sont équivalents aux kg/m³.

DOSAGE DU STABILISANT (CIMENT DANS NOTRE CAS)

Il ne faut pas convertir les poids de ciment en volume mais diviser un sac de ciment de 50 kg en fractions égales : 1/2 - 1/3 - 1/4 ou 1/5 de sac en le répartissant en une fois dans 2 - 3 - 4 ou 5 seaux. Les poids ainsi trouvés seront 25 - 16,6 - 12,5 ou 10 kg. Il est impératif de ne pas préparer un mélange demandant plus de 16,6 ou 25 kg de ciment par mélange. En effet, après 1/2 heure, le ciment commence à prendre d'où une diminution de la qualité des blocs !

DOSAGE DE LA TERRE (SABLE OU GRAVIER)

Il est indispensable de disposer de volumes doseurs connus pour mesurer les matériaux : brouettes de 60 l, seaux de 10 ou 15 l, etc. Les volumes de terre seront des multiples des volumes doseurs.

METHODE DE CALCUL POUR UN MELANGE TERRE/CIMENT

Deux méthodes sont possibles :

- 1) On détermine d'abord le volume de terre et le pourcentage de ciment. On trouvera alors le poids de ciment (formule 1 ci-contre).
- 2) On détermine d'abord le poids de ciment et le pourcentage de ciment. On trouvera alors le volume de terre (formule 2 ci-contre).

Il faut ensuite arrondir les résultats à des nombres mesurables (multiples de volumes doseurs pour la terre et de fractions de sac pour le ciment) et refaire le pourcentage de ciment avec la formule 3 ci-contre. Deux ou trois allers-retours sont nécessaires pour déterminer les dosages réels.

CALCUL DE DOSAGE

FORMULES POUR TERRE ET CIMENT

- | | | | | |
|-----------|--------|---|--|---|
| 1) Poids | Ciment | : | $\frac{(\text{vol. T} \times \rho T) \times \% C}{(100 - \% C)}$ | Avec :
vol.T = volume Terre = m ³
ρT = masse vol. Terre = kg/m ³
% C = % ciment = %
Poids ciment = kg |
| 2) Volume | Terre | : | $\frac{\text{Poids Ciment} \times (100 - \% C)}{\% C \times \rho T}$ | |
| 3) % | Ciment | : | $\frac{\text{Poids ciment}}{\text{Poids ciment} + (\text{vol. T} \times \rho T)} \times 100$ | |

METHODE DE CALCUL POUR UN MELANGE TERRE/SABLE (OU GRAVIER/CIMENT)

Il faut déterminer en premier les pourcentages de terre et sable souhaités et ensuite appliquer les méthodes 1 ou 2 précédentes.

FORMULES POUR TERRE/SABLE (OU GRAVIER/CIMENT)

Les formules deviennent :

- | | | | | |
|--------------------------|--------|--|--|---|
| 1) Poids | Ciment | : | $\frac{(\text{vol. T} \times \rho T + \text{vol. S} \times \rho S) \times \% C}{100 - \% C}$ | Avec :
vol. Terre = m ³
vol. Sable = m ³
ρ Terre = kg/m ³
ρ Sable = kg/m ³
% T = 100 - % S
% C = 100 - % (T + S)
Poids ciment = kg |
| 2) Poids (Terre + Sable) | : | $\frac{\text{Poids Ciment} \times (100 - \% C)}{\% C}$ | | |
| 3) % | Ciment | : | $\frac{\text{Poids ciment}}{\text{Poids ciment} + (\text{vol. T} \times \rho T + \text{vol. S} \times \rho S)} \times 100$ | |
| 4) Volume | Terre | : | $\frac{\text{Poids (Terre + Sable)} \times \% T}{\rho T \times 100}$ | |
| 5) Volume | Sable | : | $\frac{\text{Poids (Terre + Sable)} \times \% T}{\rho S \times 100}$ | |

EXEMPLE DE DOSAGE

MELANGE TERRE + CIMENT

- Données :
- Masse volumique de la terre = $\rho_T = 1\,200\text{ kg/m}^3$
 - Ciment souhaité = 5 %
 - Doseurs = brouettes de 60 l et seaux de 10 l.

- Calculs : (méthode 1)
- Le volume de terre est choisi à priori : 3 brouettes de 60 l soit $0,180\text{ m}^3$
 - Poids de ciment = $\frac{(0,180 \times 1\,200) \times 5}{(100-5)} = 11,36\text{ kg}$ (formule 1)
 - 11,36 kg est arrondi à 12,5 kg (1/4 sac) pour faciliter le dosage
 - % ciment = $\frac{12,5}{12,5 + (0,180 \times 1\,200)} \times 100 = 5,47$ (formule 3)

- Calculs : (méthode 2)
- Le poids de ciment choisi est de 1/4 de sac = 12,5 kg
 - Volume de terre = $\frac{12,5 \times (100-5)}{5 \times 1\,200} = 0,197\text{ m}^3$ (formule 2)
 - $0,197\text{ m}^3$ sera arrondi à $0,180\text{ m}^3$ soit 3 brouettes de 60 l
 - % ciment = $\frac{12,5}{12,5 + (0,180 \times 1\,200)} \times 100 = 5,47$ (formule 3)

- Résultats :
- Terre = 3 brouettes de 60 l
 - Ciment = 1/4 de sac soit 12,5 kg (1 sac est réparti en 4 fois dans 4 seaux)
 - Le dosage réel est alors 5,47 % de ciment

EXEMPLE DE DOSAGE

MELANGE TERRE + SABLE (OU GRAVIER) + CIMENT

- Données :
- % Terre = 80 % Gravier = 20
 - ρ Terre = 1260 kg/m³ ρ Gravier = 1400 kg/m³
 - Ciment souhaité = 8 %
 - Doseurs = brouettes de 60 l et seaux de 15 l

- Calculs : (méthode 2)
- Le poids de ciment choisi est 1/3 de sac = 16,6 kg
 - Poids (terre + gravier) = $\frac{16,6 \times 92}{8} = 190,9$ kg (formule 2)
 - Vol Terre = $\frac{190,9 \times 80}{1260 \times 100} = 0,121$ m³ (formule 4)
 - Vol Gravier = $\frac{190,9 \times 20}{1400 \times 100} = 0,027$ m³ (formule 5)
 - 0,121 m³ de terre arrondi à 0,120 m³ (2 brouettes 60 l) pour faciliter le dosage
 - 0,027 m³ de gravier est arrondi à 0,030 m³ (2 seaux 15 l) pour faciliter le dosage
 - % ciment = $\frac{16,6}{16,6 + (0,120 \times 1260 + 0,03 \times 1400)} \times 100 = 7,91$ (formule 3)

- Résultats :
- Terre = 2 brouettes de 60 l
 - Gravier = 2 seaux de 15 l
 - Ciment = 1/3 de sac soit 16,6 kg (1 sac est réparti en 1 fois dans 3 seaux)
 - Le dosage réel est alors 7,91 % de ciment
 - Le rapport réel Terre/Gravier est alors :

$$\text{Terre} = \frac{0,120 \times 1260 \times 100}{0,120 \times 1260 + 0,03 \times 1400} = 78,2 \%$$

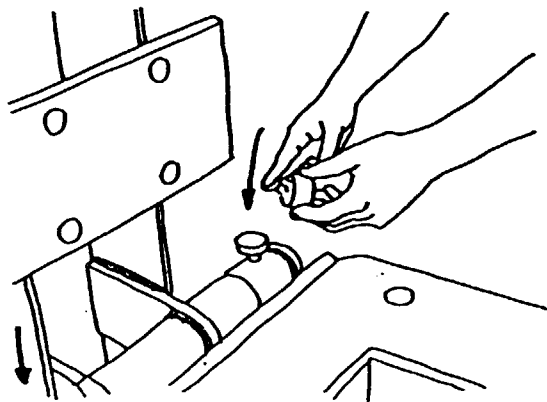
$$\text{Gravier} = \frac{0,03 \times 1400 \times 100}{(0,120 \times 1260 + 0,03 \times 1400)} = 21,8 \%$$

MATERIEL

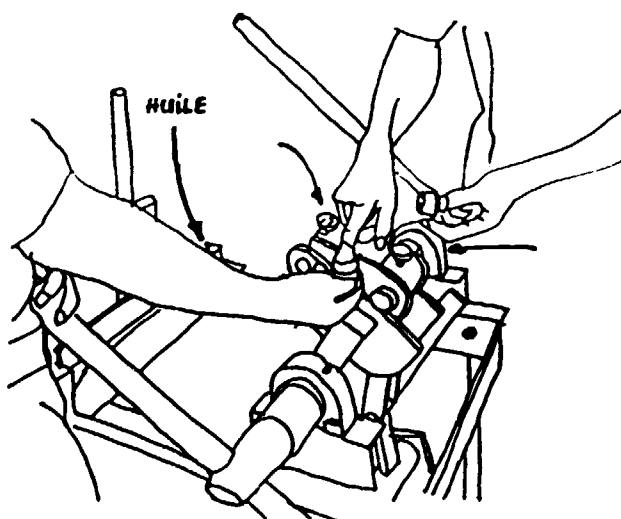


CHAPITRE V

ENTRETIEN



GRAISSER L'AXE DU COUVERCLE
(2 GRAISSEURS)

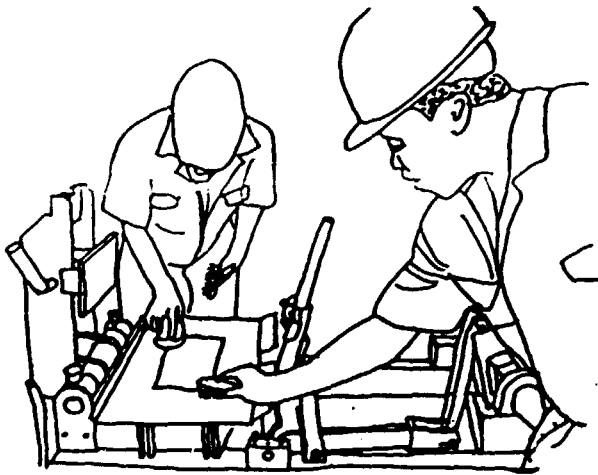


GRAISSER LE MECANISME DU
LEVIER (2 GRAISSEURS)
HUILER L'AXE DU VERROU (2 COTES)

ENTRETIEN

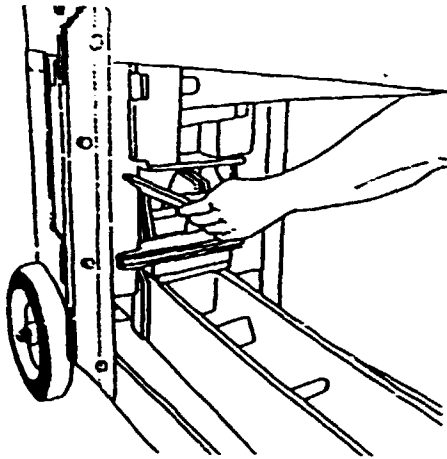


GRAISSER LES GLISSIERES DU PISTON
(4 COTES)

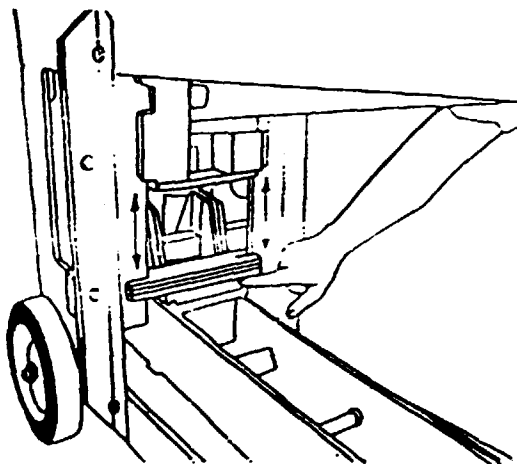


NETTOYER ET BROSSER LA
MACHINE

REGLAGES

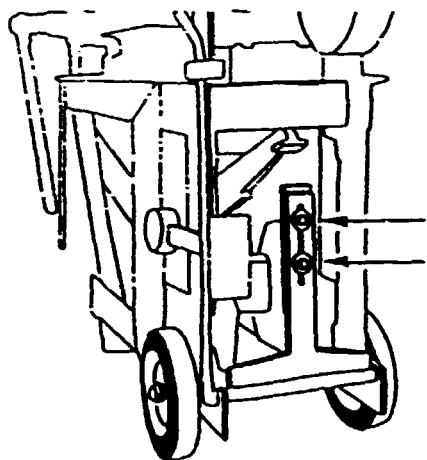


PLACEMENT DES CALES

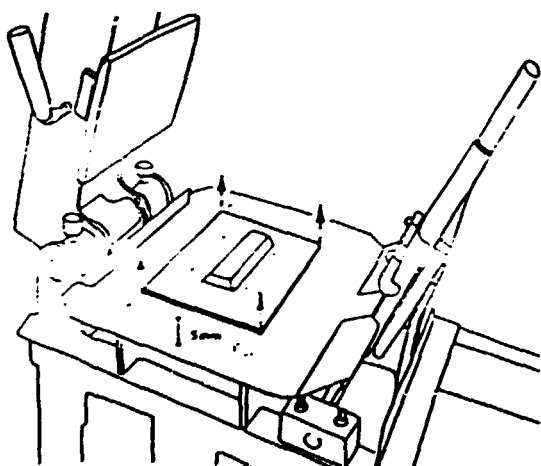


LES CALES MODIFIENT
L'ÉPAISSEUR DES BLOCS

REGLAGES

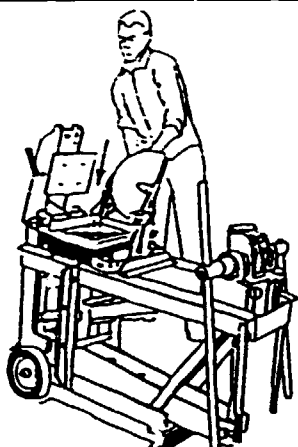


REGLAGE DE LA SORTIE DU PLATEAU

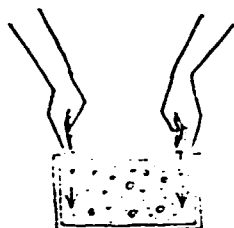


UNE BONNE SORTIE
DU PLATEAU 5 MM HT

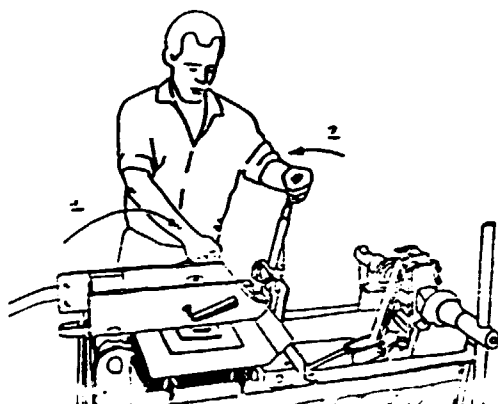
MANIPULATION



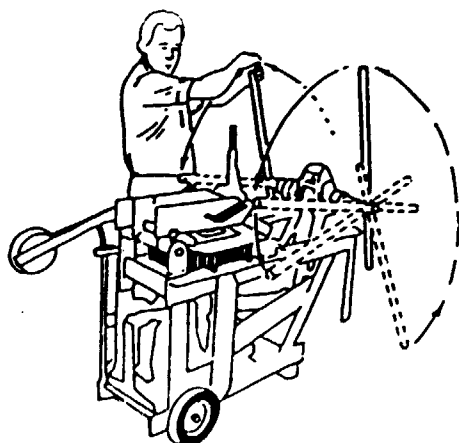
CHARGEMENT DU MOULE



TASSER LES COINS AVEC LES MAINS

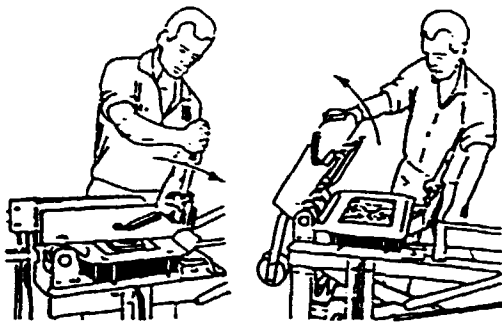


FERMETURE DU MOULE

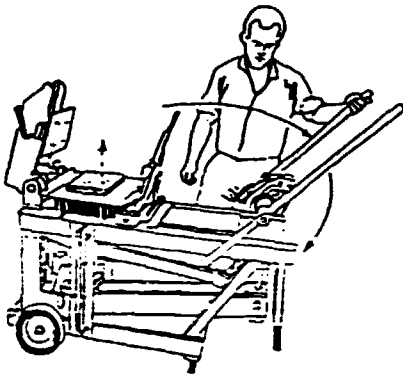


PRESSAGE PAR DEUX PERSONNES

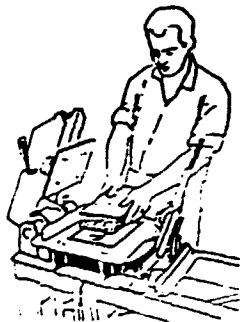
MANIPULATION



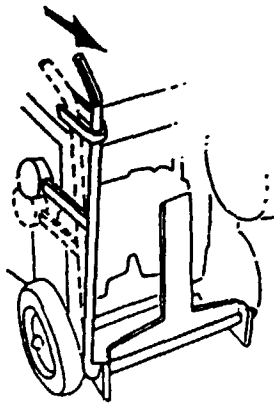
DEVERROUILLAGE ET OUVERTURE



DEMOULAGE

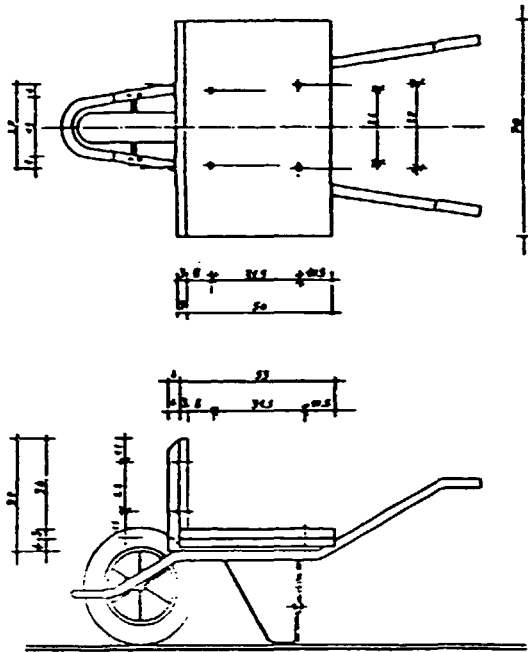


STOCKAGE DU BLOC

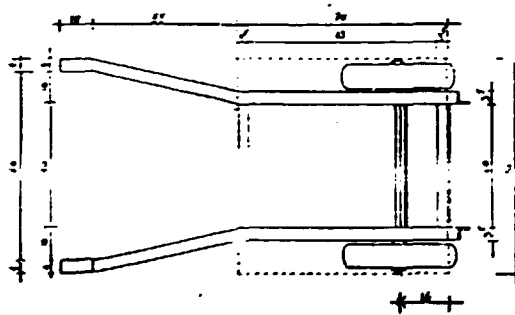


DESCENTE DU PISTON
ET REMISE A DEPART

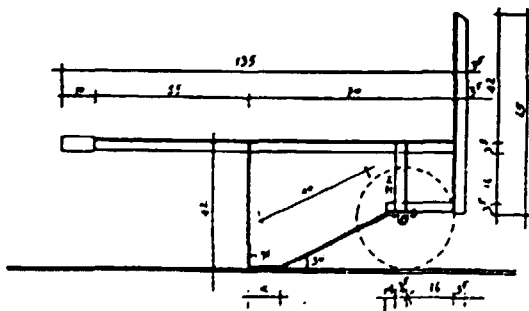
MATERIEL ANNEXE A REALISER



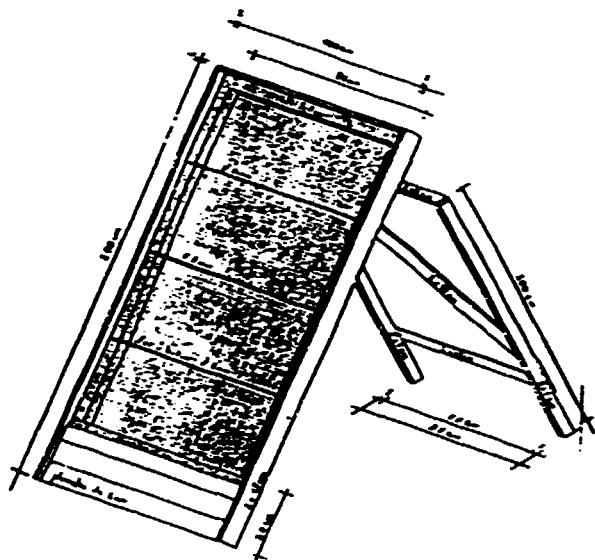
BROUETTES A PLATEAU A 1 ROUE



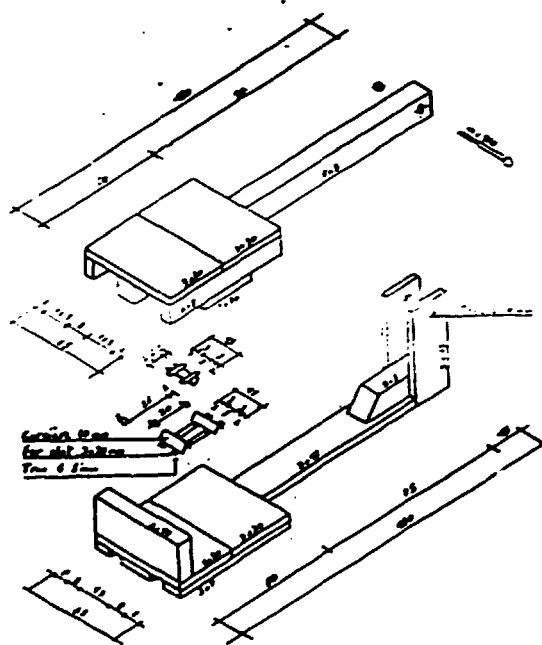
BROUETTES A PLATEAU A 2 ROUES



MATERIEL ANNEXE A REALISER



TAMIS

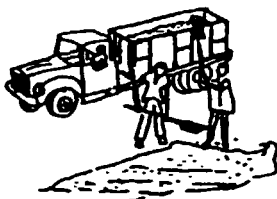


CASSE BLOC

ORGANISATION DE BRIQUETERIE



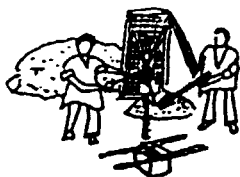
1 EXCAVATION



2 TRANSPORT



3 TAMISAGE



4 DOSAGE



5 MELANGE SEC



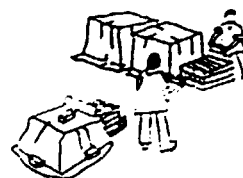
6 MELANGE HUMIDE



7 MOULAGE



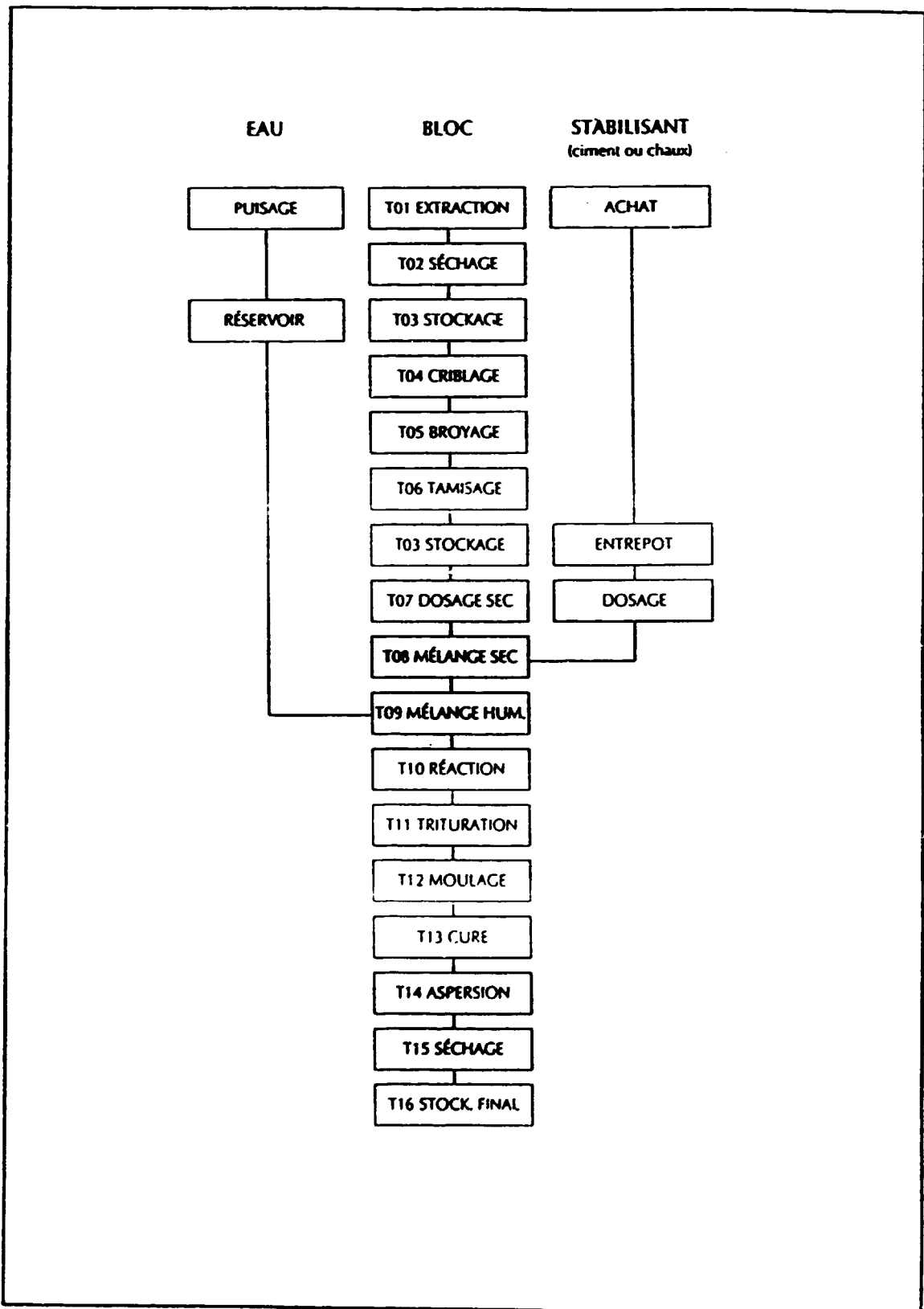
8 CURE HUMIDE



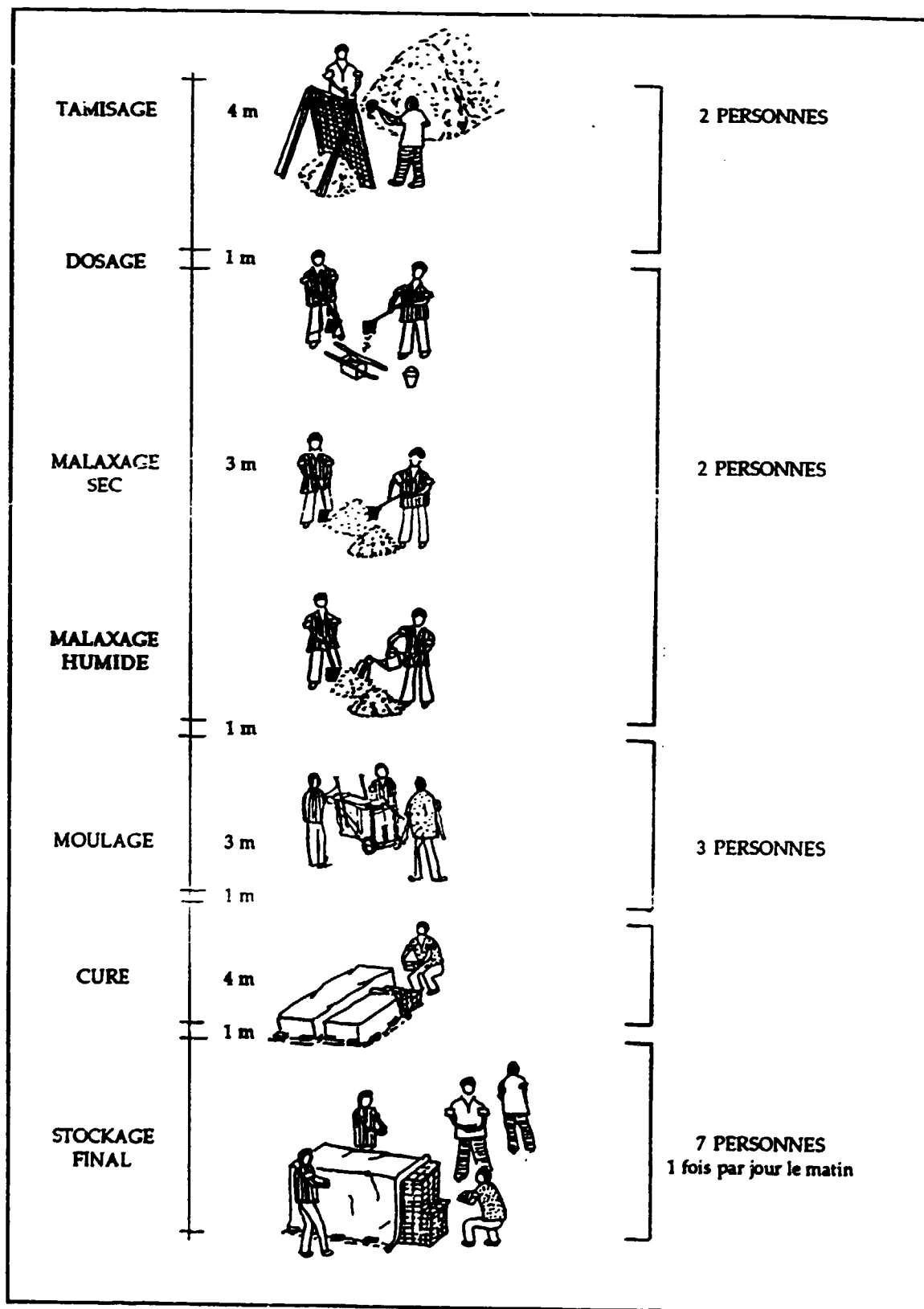
9 STOCKAGE

CHAPITRE VI

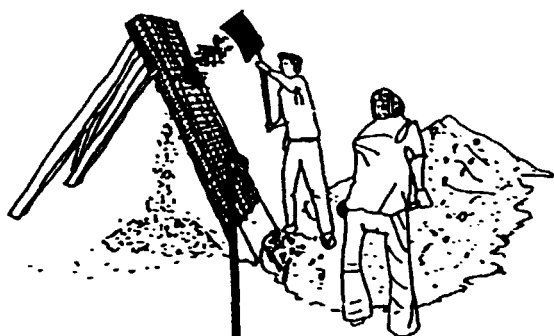
ORGANIGRAMME DE PRODUCTION



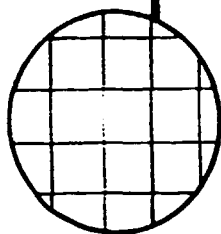
ORGANISATION LINEAIRE DE BRIQUETERIE



TAMISAGE



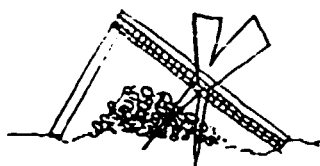
1,5 cm



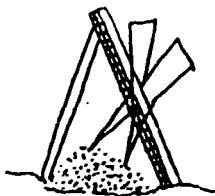
1,5 cm

JETER LA TERRE
AU SOMMET DU TAMIS
(Dim = 1 X 2)

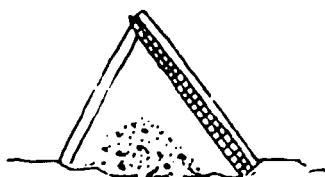
DIMENSION DE LA MAILLE



PAS BON
TROP PLAT : GROS GRAVIER
PASSE A TRAVERS

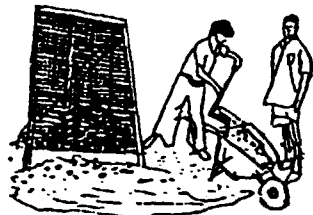


PAS BON
TROP VERTICAL : SOL TROP
FIN PASSE A TRAVERS

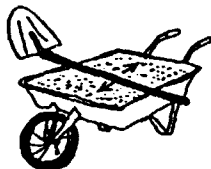


BON
ANGLE CORRECT :
SOL BIEN TAMISE

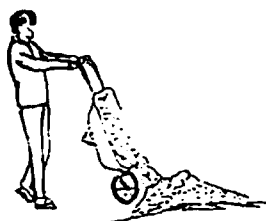
DOSAGE



REPLIR LES BROUETTES ET SEAUX



EGALISER



DELIVRER SUR L'AIRE DE MALAXAGE



TERRE



GRAVIER



CIMENT

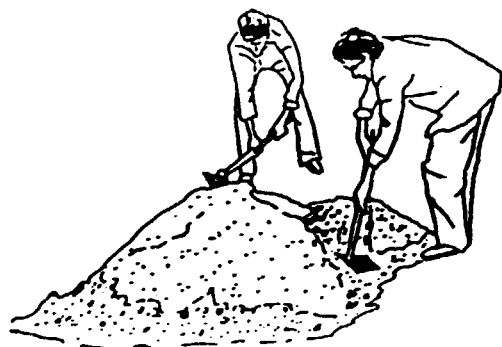
EXEMPLES DU DOSAGE DE 8 %
UTILISE A KINSHASA
2 BROUETTES DE TERRE (2 x 60 l)
2 SEAUX DE GRAVIER (2 x 15 l)
1/3 DE SAC DE CIMENT

CE POURCENTAGE DE CIMENT PEUT
ETRE DIFFERENT POUR D'AUTRES
TYPES DE SOL

MALAXAGE A SEC



**VERSER LE CIMENT
SUR LE SOL + GRAVIER**



MELANGER LE TOUT



**DEPLACER 2 OU 3 FOIS LE TAS POUR
OBTENIR UNE COULEUR UNIFORME**

MALAXAGE HUMIDE



ARROSER LE MELANGE SEC

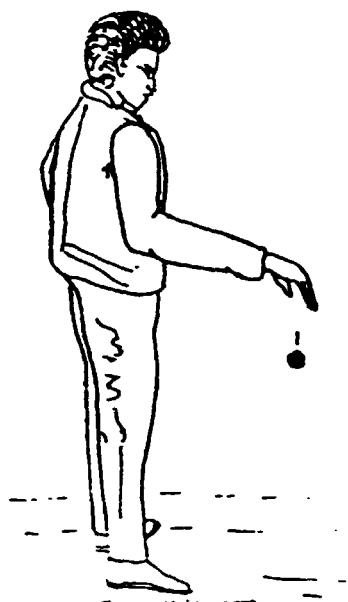


MELANGER A NOUVEAU LE TAS

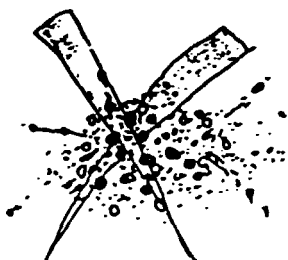


ARROSER ET MELANGER
A NOUVEAU POUR OBTENIR
UN MELANGE UNIFORME

VERIFICATION DE LA TENEUR EN EAU



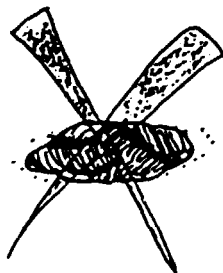
LAISSER TOMBER UNE BOULE
DE 1 M DE HAUTEUR ET
OBSERVER LE RESULTAT



PAS BON
LA BOULE EXPLOSE :
TROP SEC



BON
LA BOULE SE BRISE
4 OU 5 MORCEAUX :
BONNE TENEUR EN EAU

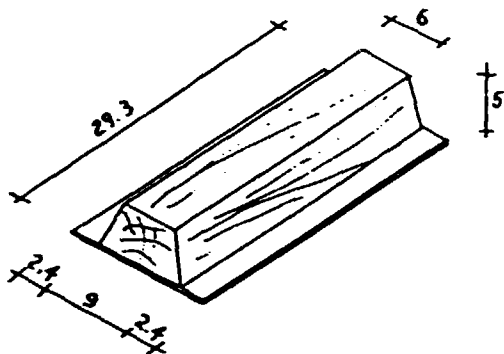


PAS BON
LA BOULE NE SE BRISE PAS
MAIS SE DEFORME :
TROP MOUILLE

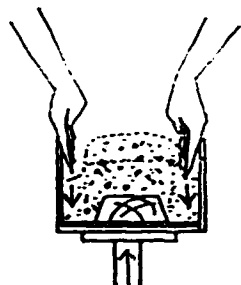
MOULAGE



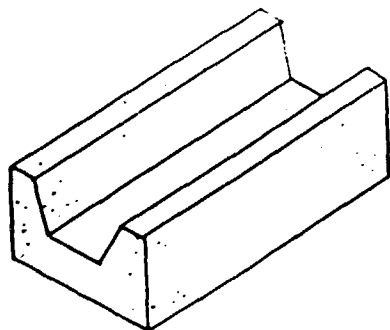
MOULAGE DE BLOCS SPECIAUX



FORME POUR LE BLOC
DE CHAINAGE

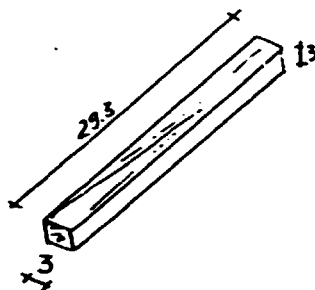
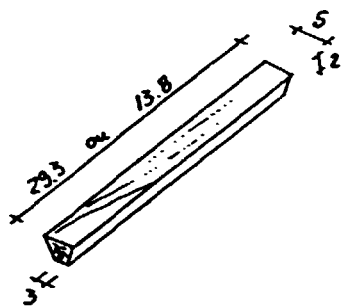


BIEN COMPRIMER LA TERRE
SUR LES COTES AVEC LES MAINS

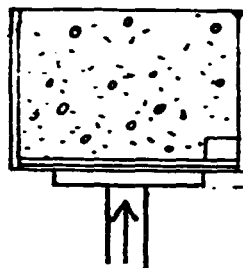
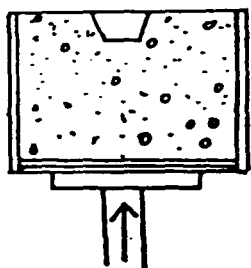


MANIPULER LE BLOC DE CHAINAGE
AVEC LA FORME JUSQU'A L'AIRE
DE CURE

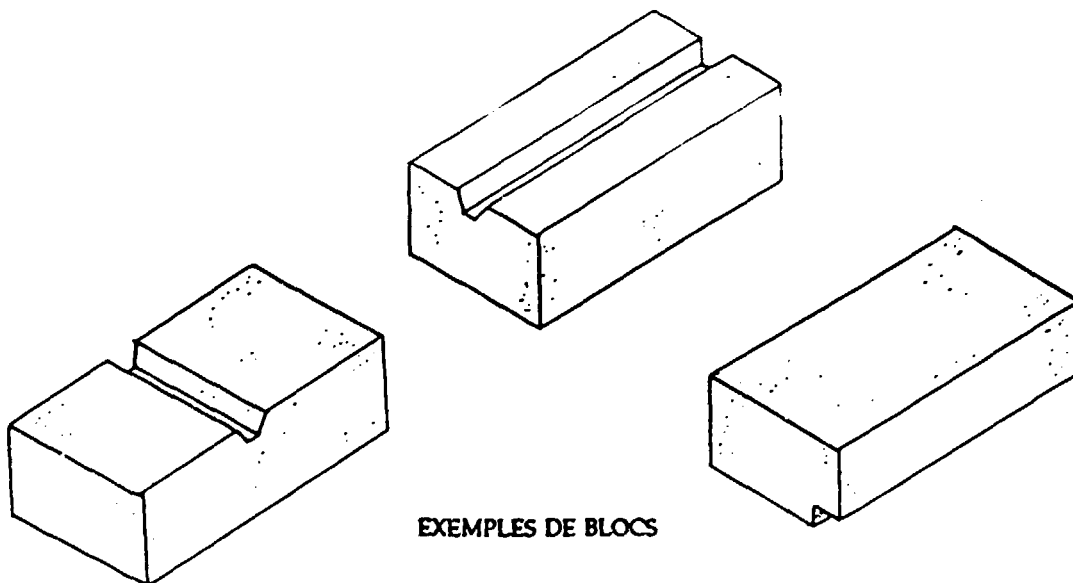
MOULAGE DE BLOCS SPECIAUX



FORMES POUR RESERVATIONS ELECTRIQUES

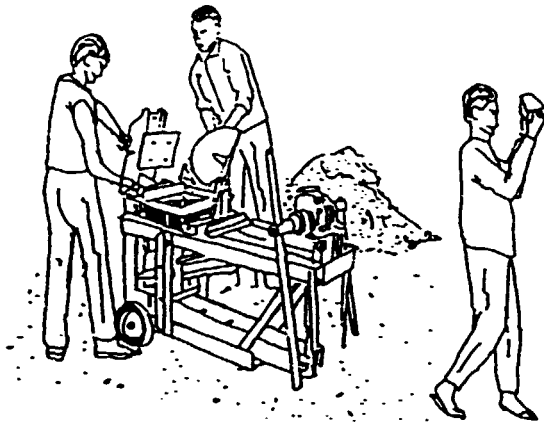


POSITION DES FORMES

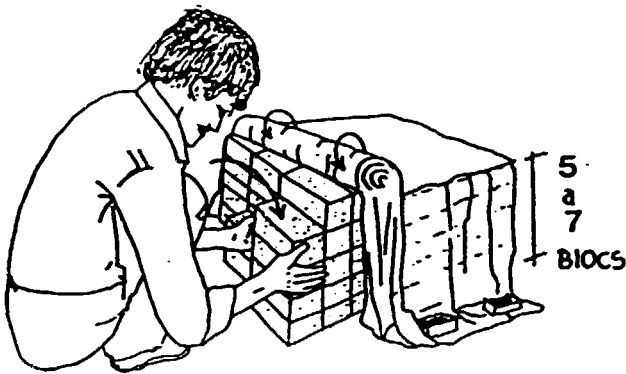


EXEMPLES DE BLOCS

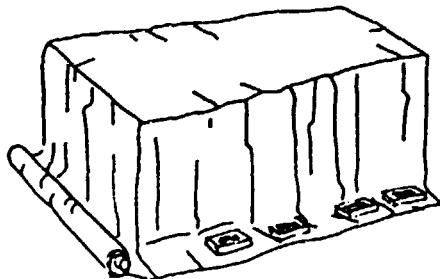
CURE HUMIDE



MANIPULER AVEC
PRECAUTION LES BLOCS



STOCKER LES BLOCS ET
RECOUVRIR AVEC LE POLYANE



LA PILE DOIT ETRE COUVERTE AVEC
LE POLYANE ET PEUT ETRE DESTOCKEE
LE LENDEMAIN OU LE SURLLENDEMAIN

STOCKAGE FINAL

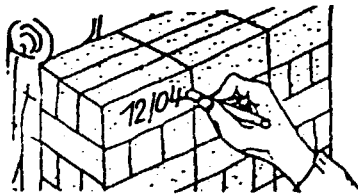
10
à
15
BLOCS



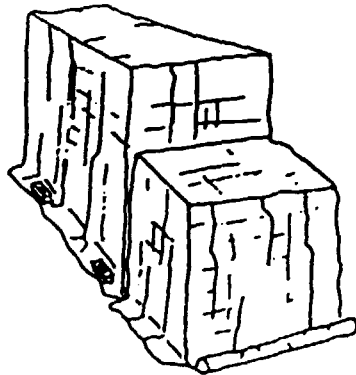
CHAQUE MATIN DEPLACER LA
PILE DE CURE DE LA VEILLE OU DE
L'AVANT VEILLE AVEC TOUTE L'EQUIPE



ARROSER LES BLOCS

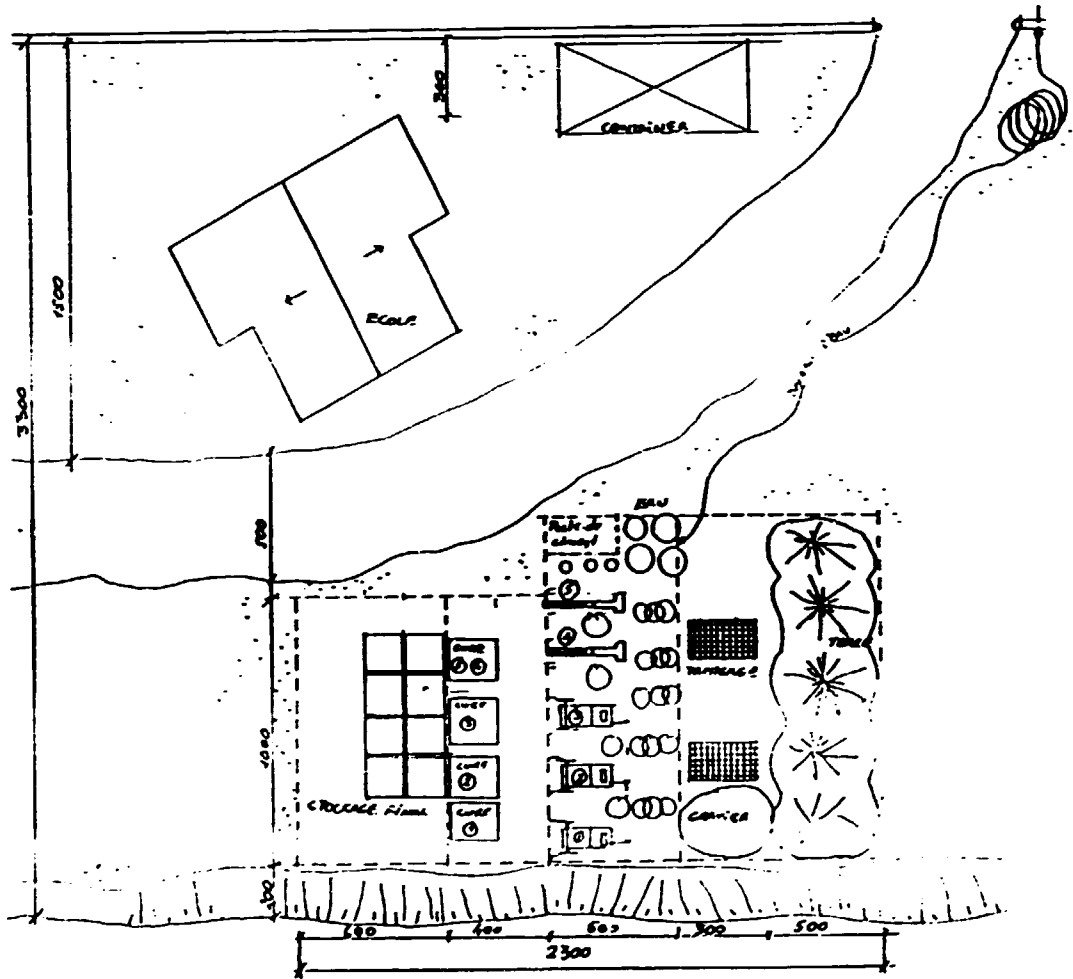


INSCRIRE LA DATE DE PRODUCTION



COUVRIR AVEC DES POLYANES
PENDANT 7 JOURS

BRIQUETERIE DE LA FORMATION A KINSHASA

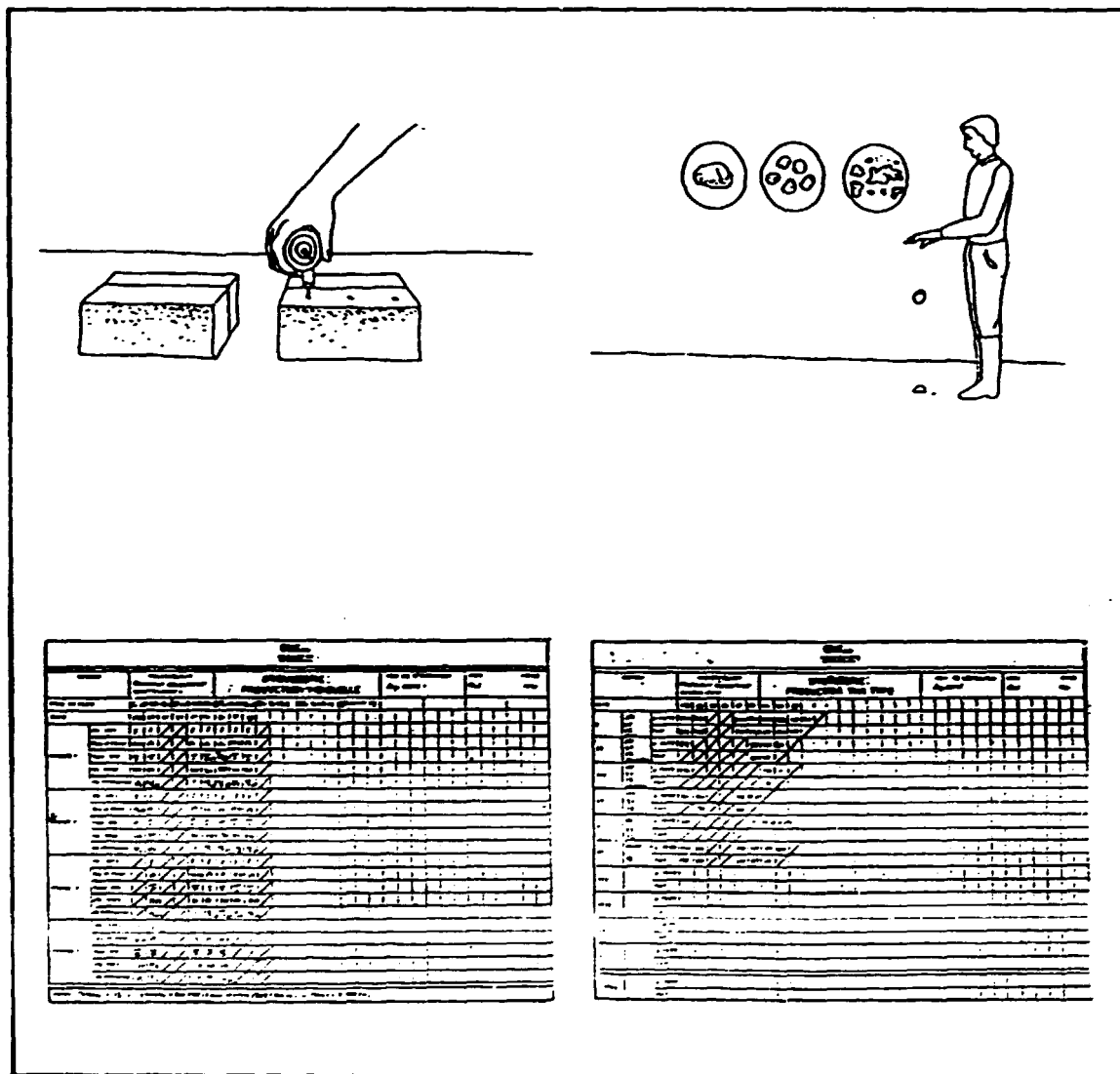


IMPLANTATION ECH : 1/200
BRIQUETERIE - CHANTIER

BRIQUETERIE DE LA FORMATION A KINSHASA



SUIVI ET CONTROLE DE PRODUCTION



CHAPITRE VII

ENREGISTREMENT DE LA PRODUCTION

Il est nécessaire d'enregistrer au jour le jour une série de données concernant la production, la consommation des matières premières, les temps de travail, etc. afin de permettre la gestion de la briqueterie, le contrôle de qualité, les rendements...

CRAT													
DATE		BRIGUETERIE : PRODUCTION MENSUELLE								NOM DE L'ORGANISME Dep. : / Ville :		ANNEE 19... / 19...	
TYPE DE BLOC		MONTREUSE F. 10 11 12 13 14 15 16 17								F. 18 19 20 21 22 23 24 25		F. 26 27 28 29 30 31	
PREMIER	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
DEUXIEME	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
TROISIEME	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
QUATRIEME	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				

CRAT													
DATE		BRIGUETERIE : PRODUCTION PAR TYPE								NOM DE L'ORGANISME Dep. : / Ville :		ANNEE 19... / 19...	
TYPE DE BLOC		MONTREUSE F. 10 11 12 13 14 15 16 17								F. 18 19 20 21 22 23 24 25		F. 26 27 28 29 30 31	
PREMIER	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
DEUXIEME	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
TROISIEME	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
QUATRIEME	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				
	1000	1	1	1	1	1	1	1	1				

SUIVI DES MACHINES

L'objectif est ici de connaître l'état des machines, donc leur usure afin d'intervenir au moment opportun pour tout l'entretien courant (vidange, graissage...).

De plus, l'intérêt de ce genre de suivi est de connaître la nature, la fréquence et la gravité des pannes afin d'y remédier dans les meilleures conditions.

Pour cela, on peut se servir des fiches ci-dessous.

MACHINE/TYPI		SUIVI DE MACHINE		UTILISATION		
ENTRETIEN COURANT						
DATE	GRAISSAGE COMPLET		DEBIT DE TOILE N°	MOTEUR		
	1er	2e		NO. d'HEURES	USURE N°	FILTRE AIR N°

OPERATIONS		
REGLAGES	REPARATION	MORCE
DATE	NATURE ET FREQUENCE	NATURE ET FREQUENCE

OBSERVATIONS ET CRITIQUES

CONTROLE JOURNALIER

On distingue le contrôle durant la production et celui en fin de production.

EN COURS DE PRODUCTION

- Mètre :** On vérifie l'épaisseur du bloc : ne pas dépasser 2 mm autour de la moyenne
- Pénétrromètre :** Permet de tester la qualité du compactage ainsi que la teneur en eau : un bloc frais doit résister à 4,5 kg minimum à 5 mm d'enfoncement de la tige
- Nombre de blocs : par malaxage :** Rapide calcul mental qui permet de vérifier la régularité du mélange et du remplissage du moule. Ne pas tolérer plus de 5 % d'écart soit 1 bloc en + ou en - autour de la moyenne
- Pesage humide :** Peser 1 bloc frais afin d'évaluer l'écart autour de la moyenne : pas plus de 5 % soit 200 g en + ou en -
- Aspect externe :** Examiner visuellement les blocs afin de juger l'homogénéité du mélange :
- strates de couleurs différentes : le mélange n'est pas homogène
 - boulettes agglomérées : le bloc n'est pas assez compacté
 - bloc très clair et friable : teneur en eau trop faible
 - surface brillante et collante : teneur en eau trop forte
- Chute de la boule :** Vérifier la teneur en eau du mélange : la boule doit se fractionner en 3 ou 4 morceaux

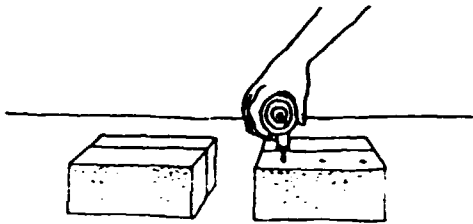
EN FIN DE PRODUCTION

- Nombre de blocs : par sac de ciment :** Permet de juger le degré de compactage et le pourcentage de stabilisant : ne pas dépasser 5 % d'écart autour de la moyenne
- Nombre de blocs : par malaxage :** Donne directement la valeur du compactage pas plus de 5 % d'écart autour de la moyenne

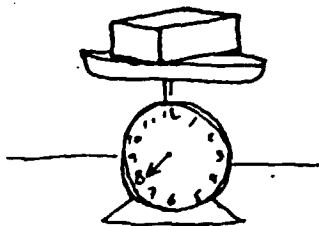
TESTS DE CHANTIER



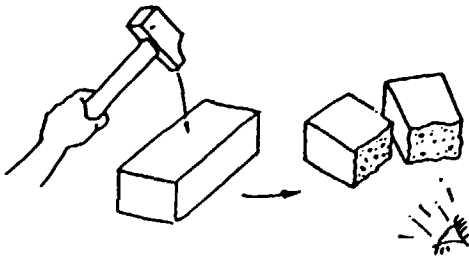
TEST DE TENEUR EN EAU OPTIMALE



TEST DU PENETROMETRE

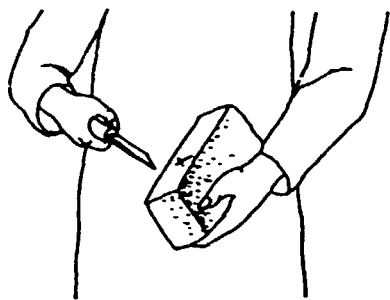


TEST DU PESAGE

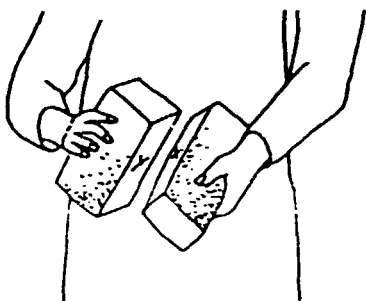


TEST D'EXAMEN VISUEL

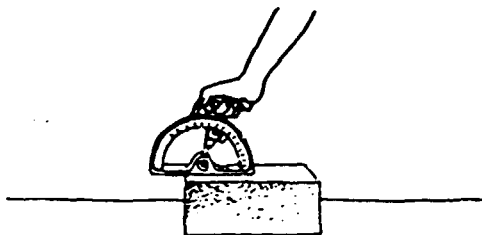
TESTS DE CHANTIER



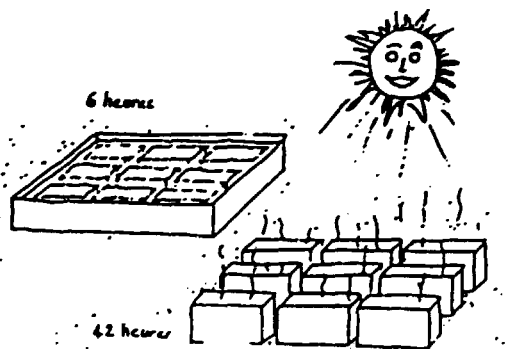
TEST DE PIQUAGE



TEST DE FRAPPE

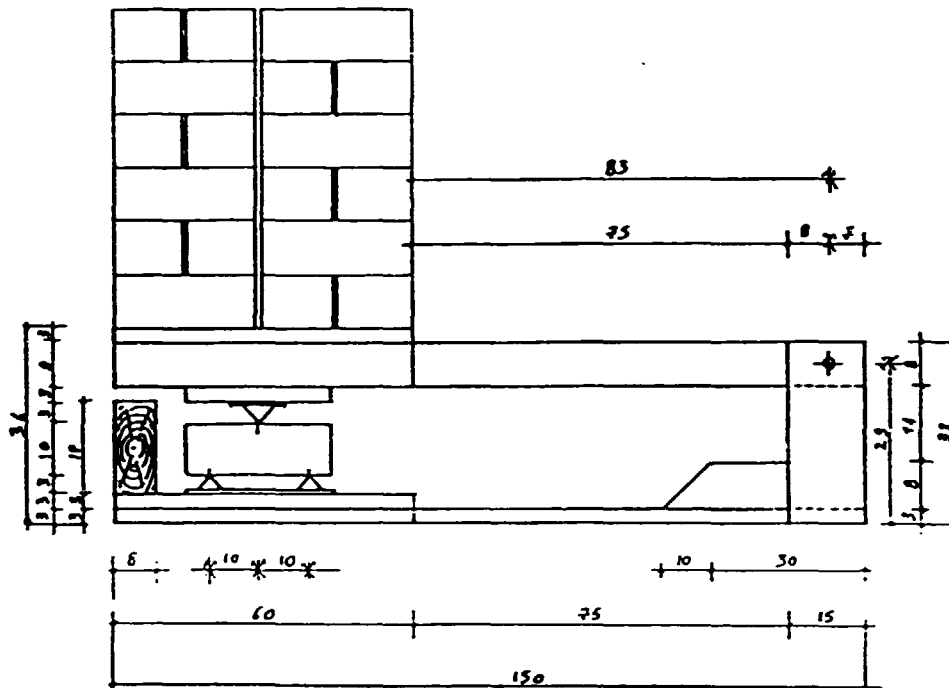


TEST DU SCLEROMETRE



TEST D'IMMERSION AU SECHAGE

TESTS DE CHANTIER : RUPTURE EN FLEXION



La charge de rupture nous donne la résistance à la flexion σ_F au moyen de la formule :

$$\sigma_F = k \frac{3 \times F \times L}{2 \times l \times h^2}$$

cù k = coefficient suivant le type de bloc

F = charge de rupture (kg)

L = écart des cornières (cm)

l = largeur du bloc (cm)

h = hauteur du bloc

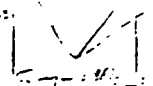
La résistance à la compression σ_C est donnée par la formule :

$$\sigma_C = K \sigma_F$$

cù K = coefficient dépendant de la qualité de la terre ≈ 8

TESTS DE CHANTIER : RUPTURE EN FLEXION

L'enregistrement des données se fait sur ce type de fiche. Il est indispensable de spécifier si l'essai était à sec ou humide.

VILLE	PAYS	ESSAI DE RUPTURE A LA FLEXION				PROJET	COMMENTAIRE
KANAK	ZAIRE					Projet	Commentaire
TYPE D'ESSAI Rupture à la flexion		SEL					
CONDITIONS D'ESSAI		Rupture après 1 semaine de séchage à l'air libre					
TYPE DE BLOC		29.5 x 11.95					
CODE DU BLOC							
DATE DE FABRI		1981	1981	1981	1981		
DATE D'ESSAI		1981	1981	1981	1981		
POIDS		140	140	140	140		
DIMENSIONNELS		1.5	10.2	10.2	1.4		
DENSITE (g)		1981	1981	1981	1981		
HUMIDITE							
CHARGE (kg)		50	100	150	200		
CHARGE A LA RUPTURE (kg)		440	870	1240	1610		
C ₀ (kg/cm ²)		0.75	1.35	1.75	2.25		
C ₀ (kg/cm ²)		1.5	3.1	4.1	5.3		
C ₀ moyen							
OBSERVATIONS							
NOTES		Poids moyen des blocs : ± 0.1 Poids du plateau (Kg): 10.00		h = (forme bloc) Val. moy. = 1 E = (terre) Val. moy. = 2		F = Charge de rupture (kg) l = Largeur du bloc (cm) L = Écart des cornières (cm) h = Hauteur du bloc (cm)	

TESTS DE LABORATOIRE

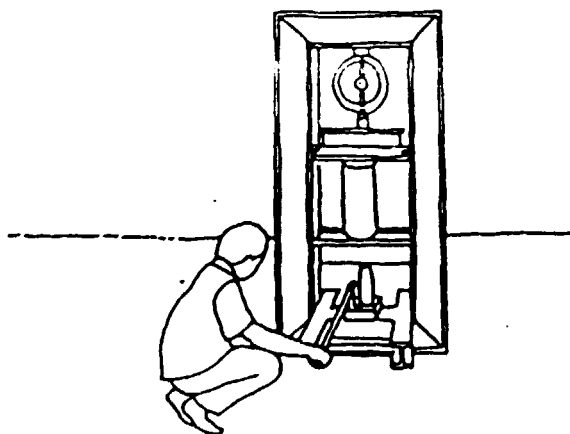
Deux types de tests permettent de connaître la qualité des blocs :

- test de rupture en compression,
- test de rupture en traction.

Il est intéressant de combiner ces deux tests afin de connaître la corrélation entre la résistance à la traction et à la compression. De plus, ces tests en laboratoire présentent l'avantage d'étalonner le "casse-bloc" et donc d'obtenir des résultats fiables sur le chantier.

La procédure peut être la suivante :

- Prendre 3 séries de blocs au hasard dans une même production (6 blocs minimum par série) ;
- Rompre une série sur le chantier avec le casse-bloc ;
- Enregistrer les résultats ;
- Rompre une autre série en traction (flexion) en laboratoire ;
- Enregistrer les résultats ;
- Conserver les moitiés de la 2ème série ;
- Rectifier les faces de rupture (pour avoir une surface de compression identique entre les moitiés) ;
- Rompre ces moitiés de la 2ème série en compression en laboratoire ;
- Enregistrer les résultats ;
- Rompre la 3ème série en compression en laboratoire ;
- Enregistrer les résultats ;
- Déduire les résistances en traction, compression ;
- Evaluer et comparer les résultats ;
- Etalonner le casse-bloc ;
- Communiquer les résultats à qui de droit.



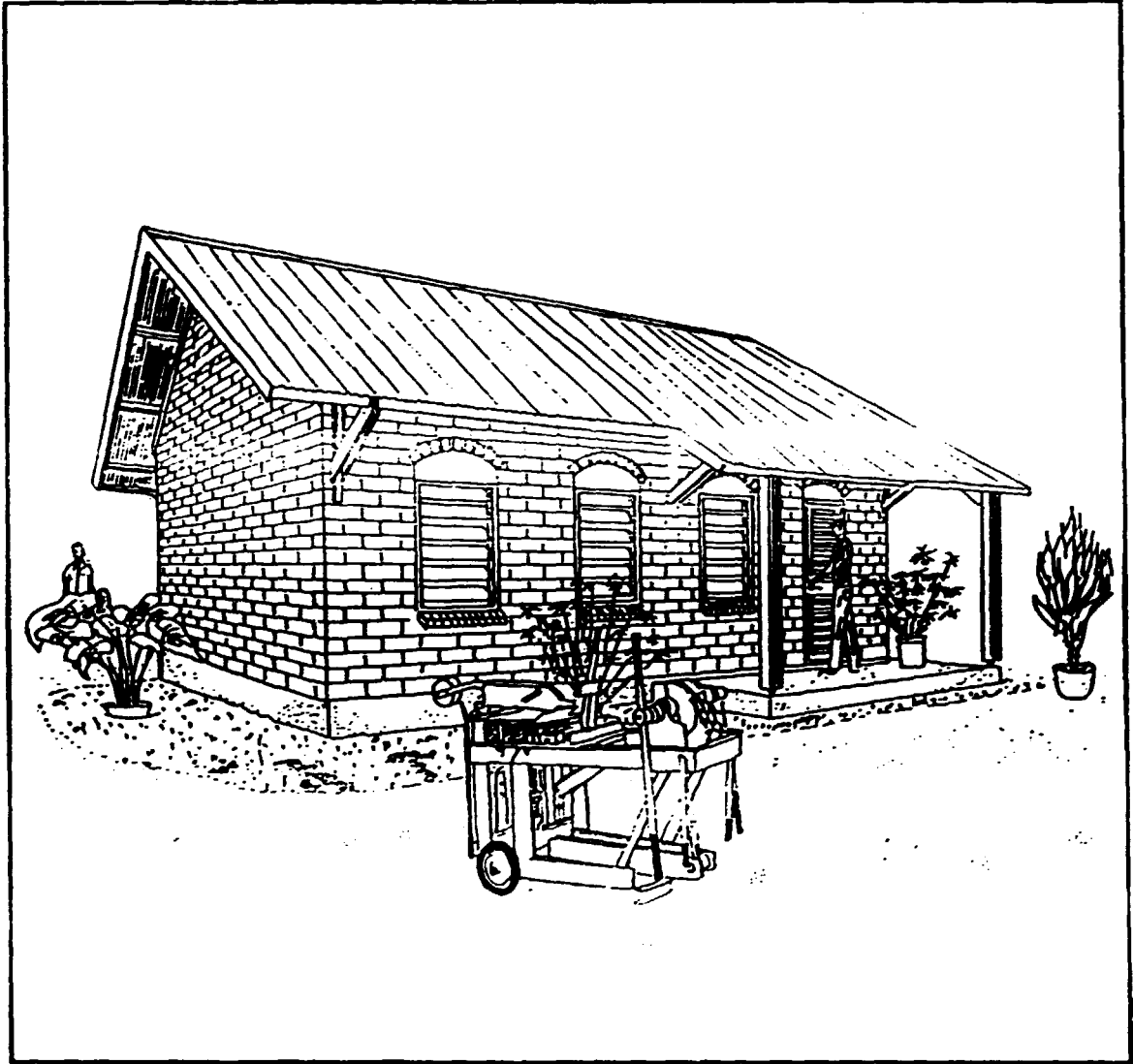
ESSAI DE COMPRESSION

TESTS DE LABORATOIRE

Les résultats obtenus à l'essai de compression sont consignés dans le type de fiche ci-après. Les résultats ont été obtenus avec les blocs réalisés lors de la formation de Kinshasa : ils étaient stabilisés à 8 % et avaient 10 jours de cure soit peut-être 70 % de leur résistance définitive. L'essai de rupture a eu lieu au laboratoire des travaux publics.

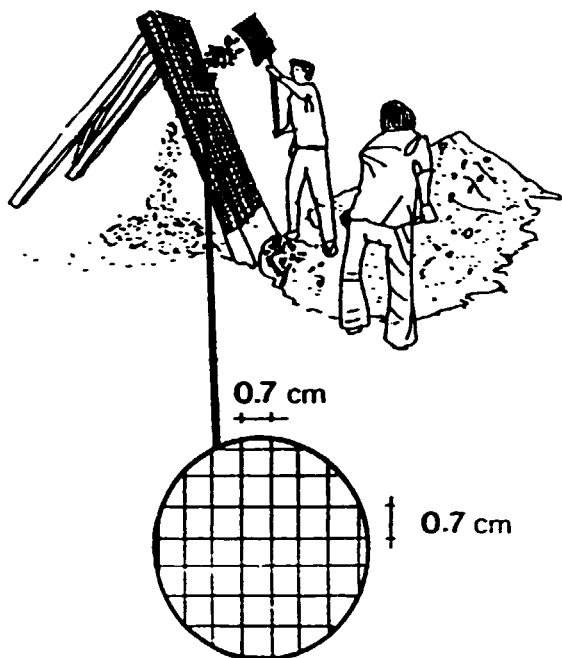
BLOC N°	DATE DE FABRICATION	MASSE (g)	DIMENSION (cm)	DENSITE δ	TYPE D'ESSAIS	CHARGE DE RUPTURE (T)	CONTRAINTE σ_{C0g/cm^2}
1	25/5/90	8020	29,5 x 14 x 9,5	2,04	sec	10	24,2
2	25/5/90	8090	29,5 x 14 x 9,6	2,04	sec	18,4	44,5
3	25/5/90	7770	29,5 x 14 x 9,4	2,00	sec	13,4	32,4
4	25/5/90	7950	29,5 x 14 x 9,5	2,02	humide	6,2	15
5	25/5/90	8100	29,5 x 14 x 9,5	2,06	humide	5,8	14
6	25/5/90	7910	29,5 x 14 x 9,5	2,01	humide	9,0	21,8

UTILISATION : CHANTIER D'UNE ECOLE



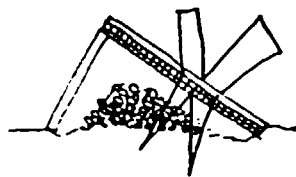
CHAPITRE VIII

TAMISAGE POUR LE MORTIER

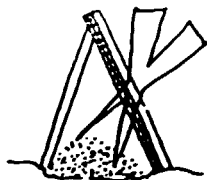


JETER LA TERRE
AU SOMMET DU TAMIS
(Dim = 1 X 2)

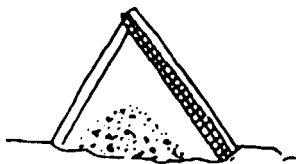
DIMENSION DE LA MAILLE



PAS BON
TROP PLAT : GROS GRAVIER
PASSE A TRAVERS

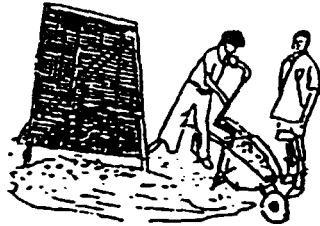


PAS BON
TROP VERTICAL : SOL TROP
FIN PASSE A TRAVERS

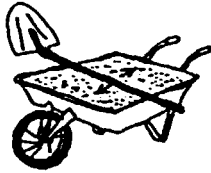


BON
ANGLE CORRECT :
SOL BIEN TAMISE

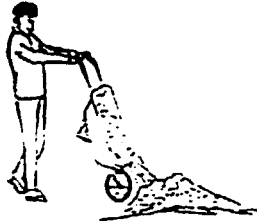
DOSAGE DU MORTIER



REPLIR LES BROUETTES ET SEAUX



EGALISER



DELIVRER SUR L'AIRE



TERRE

LE MORTIER DOIT ETRE $\pm 1,5$ FOIS
PLUS STABILISEE QUE LES BLOCS
EXEMPLE DU DOSAGE DE 10 %
DE KINSHASA



SABLE

1 BROUETTE DE TERRE (60 l)
3 SEAUX DE SABLE (3 x 15 l)
1/3 DE SAC DE CIMENT



CIMENT

CE POURCENTAGE DE CIMENT PEUT
ETRE DIFFERENT POUR D'AUTRES
TYPES DE SOL

PREPARATION DU MORTIER



DELIVRER LA TERRE
ET LE SABLE



VERSER LE CIMENT



MELANGER LE TOUT

PREPARATION DU MORTIER



FORMER UN CRATERE
ET AJOUTER DE L'EAU

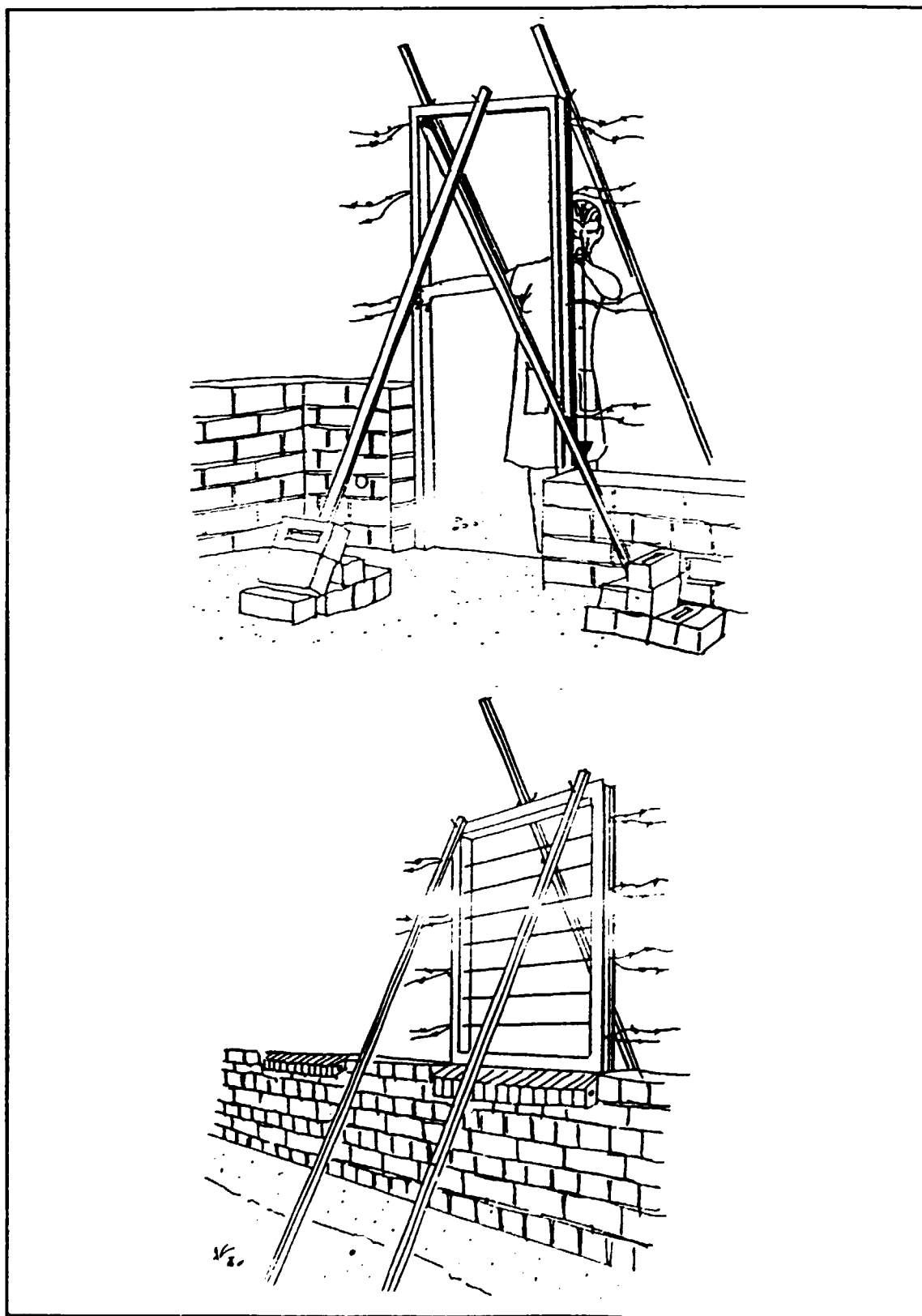


MELANGER JUSQU'A CE QUE
LE MORTIER SOIT BIEN HOMOGENE

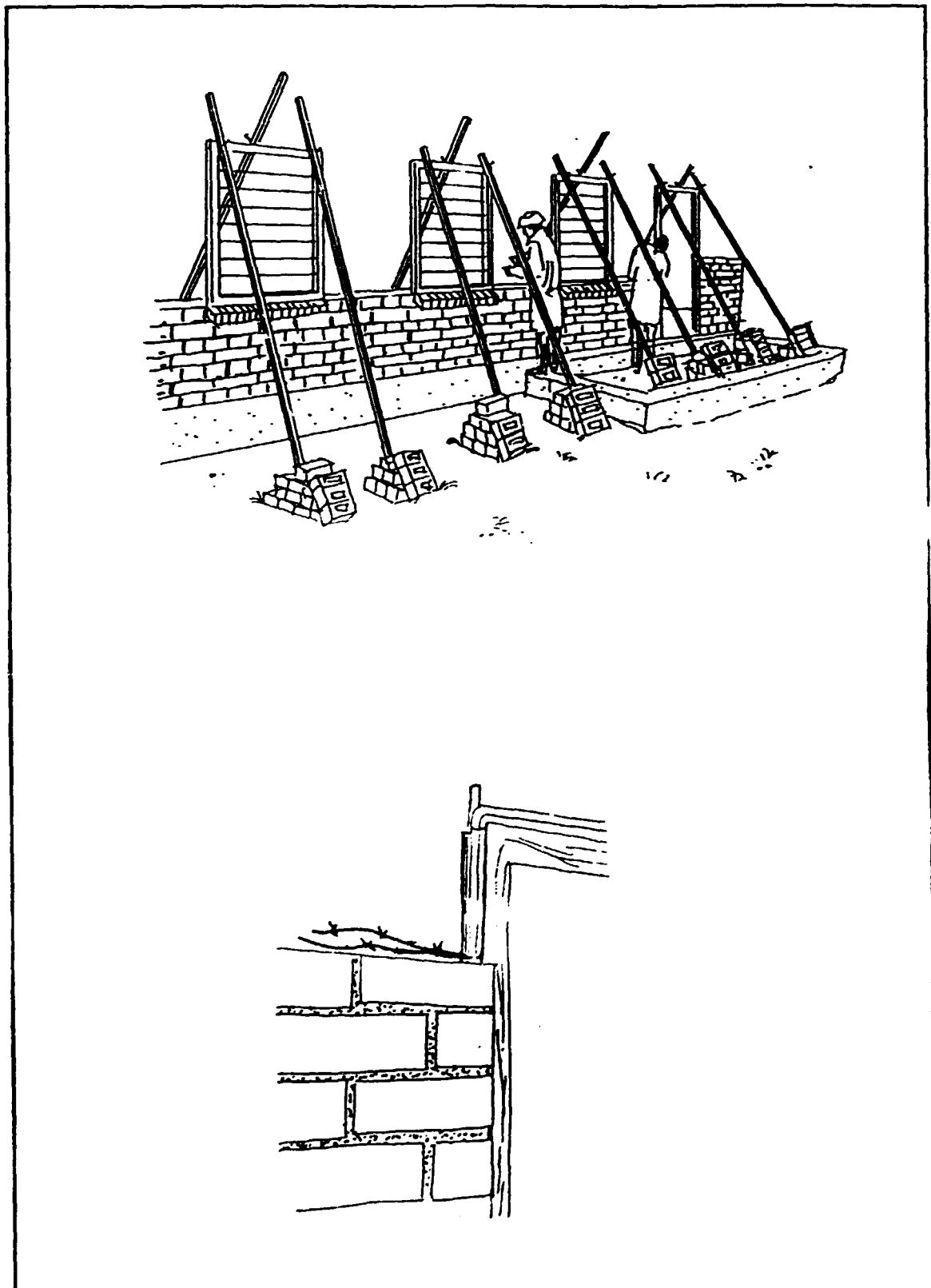


DELIVRER LE MORTIER
SUR LE SITE

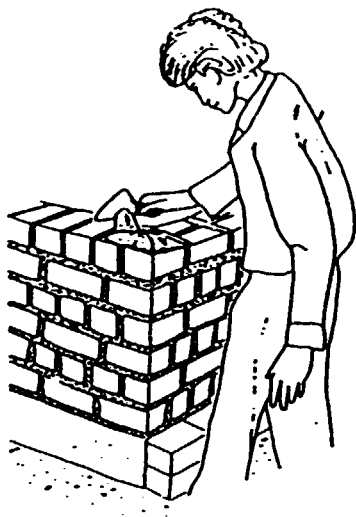
POSE DE MENUISERIES



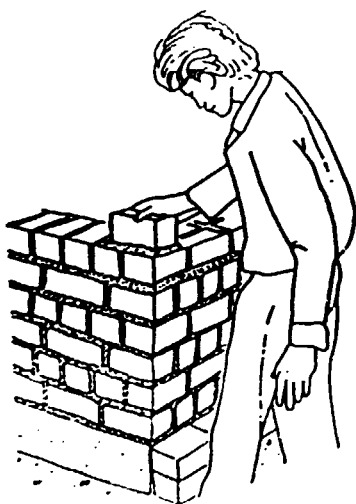
POSE DE MENUISERIES



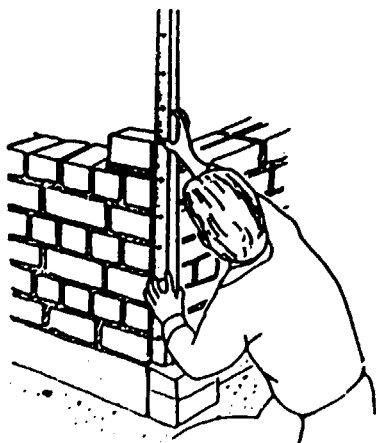
POSE DU BLOC D'ANGLE



ETALER DU MORTIER

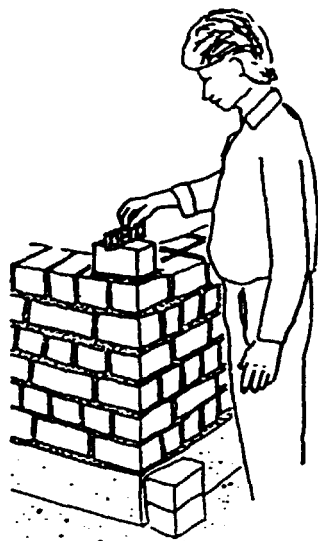


POSER LE BLOC D'ANGLE

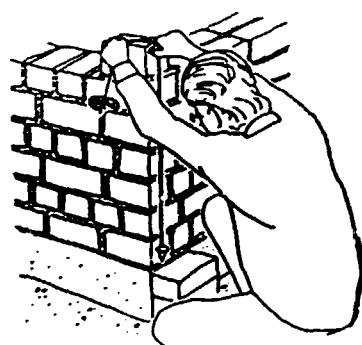


VERIFIER LA BONNE HAUTEUR
DU BLOC AVEC LA PIGE

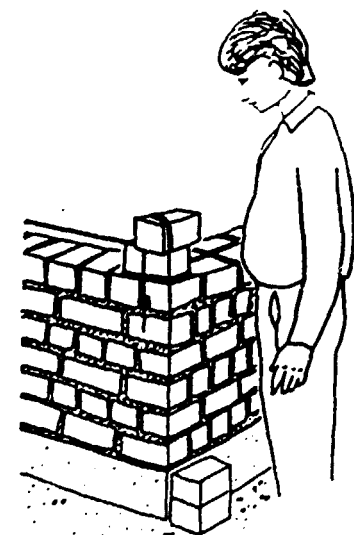
POSE DU BLOC D'ANGLE



**VERIFIER L'HORIZONTALITE
AVEC LE NIVEAU A BULLE**

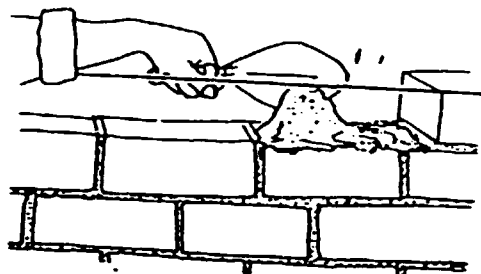


**VERIFIER LA VERTICALITE
AVEC LE FIL A PLOMB**

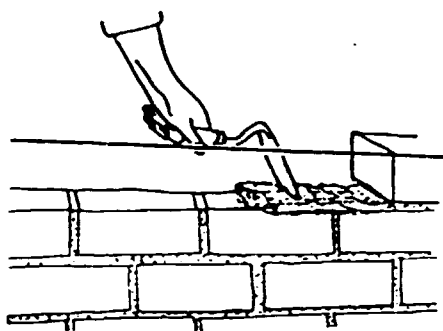


PLACER LE CORDEAU

POSE DE BLOCS POUR MUR SIMPLE



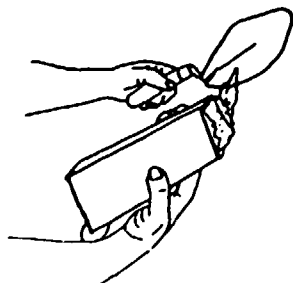
POSER DU MORTIER



ETALER LE MORTIER

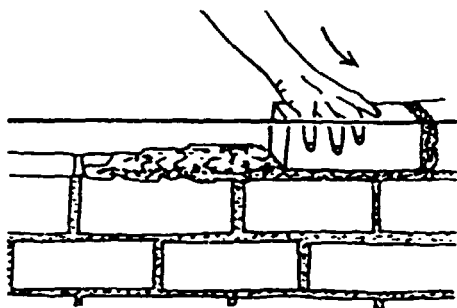


TREMPER LE BLOC
DANS UN SEAU D'EAU

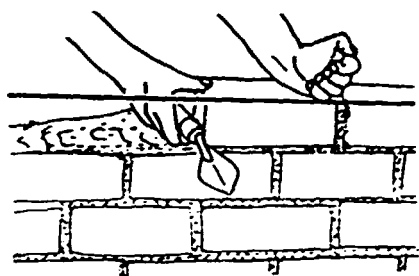


"GRAISSER" LE BLOC SUR LE
COTE AVANT DE LE POSER

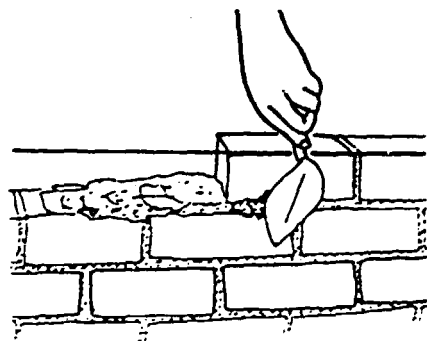
POSE DE BLOCS POUR MUR SIMPLE



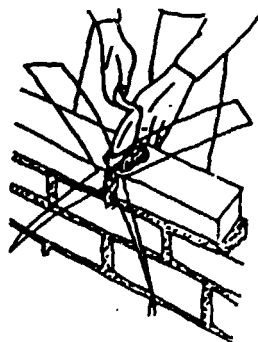
POSER LE BLOC



AJUSTER LE BLOC AVEC LE POING

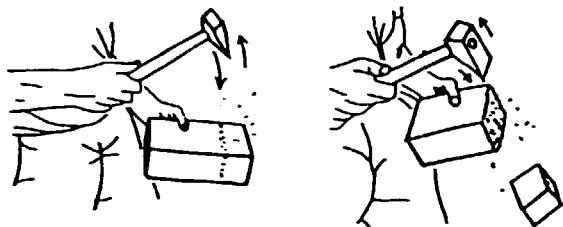


RACLER LE MORTIER
AVEC LA TRUELLE

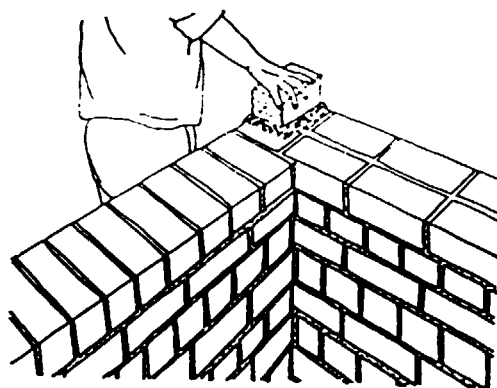


NE PAS REMPLIR LE JOINT
APRES LA POSE DU BLOC

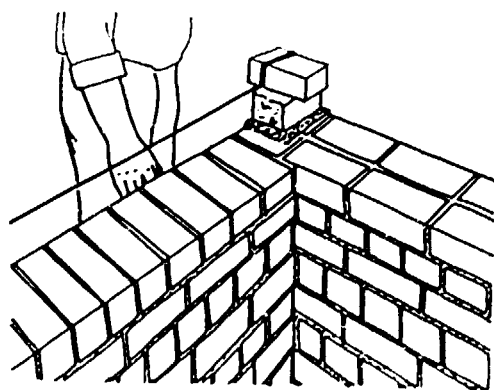
POSE DE BLOCS POUR MUR DOUBLE



CASSER UN BLOC AU 3/4

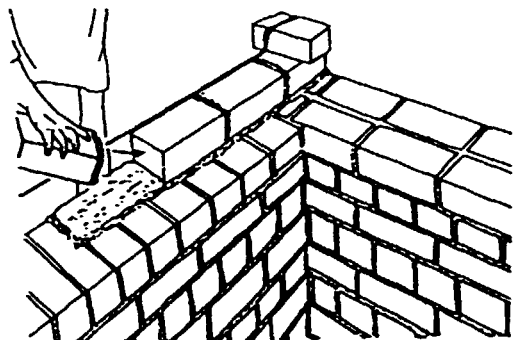


POSE DU BLOC D'ANGLE

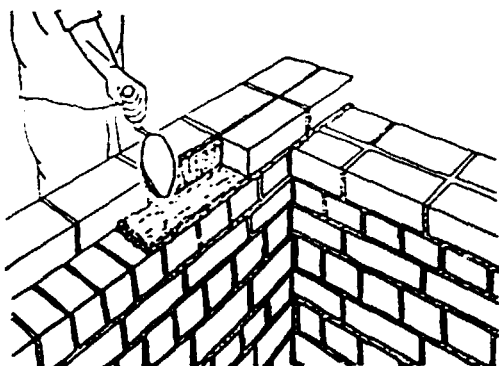


TENDRE LE CORDEAU

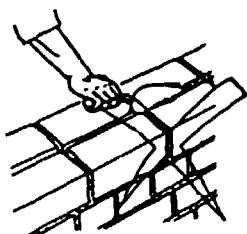
POSE DE BLOCS POUR MUR DOUBLE



**POSER LA PREMIERE
LIGNE DE BLOCS**



**ETALER LE MORTIER CONTRE
LA PREMIERE LIGNE ET POSER
LA DEUXIEME LIGNE DE BLOCS**

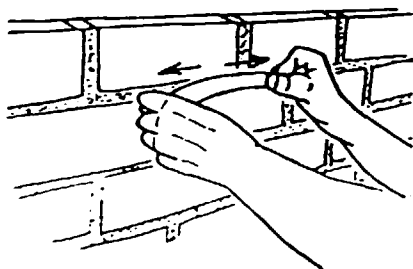


**NE PAS REMPLIR LE JOINT
APRES LA POSE D'UN BLOC**

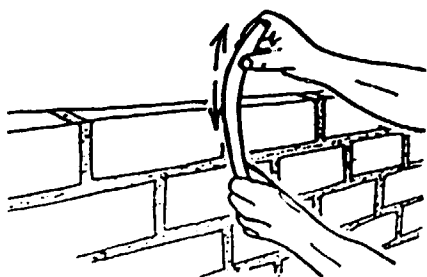
FINITION DES JOINTS



UTILISER UN FER A JOINT OU UN
MORCEAU DE TUYAU PLASTIQUE



FINIR LES JOINTS HORIZONTAUX
QUAND LE MORTIER A TIRE MAIS
EST ENCORE FRAIS



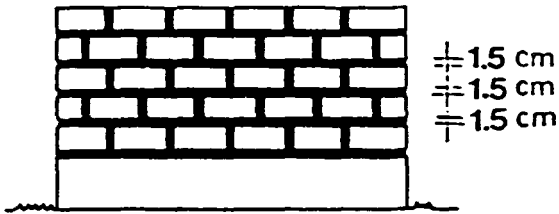
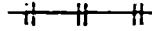
FINIR LES JOINTS VERTICAUX



BROSSER HORIZONTALEMENT ET
VERTICALEMENT LES JOINTS QUAND
LE MORTIER EST PRESQUE SEC

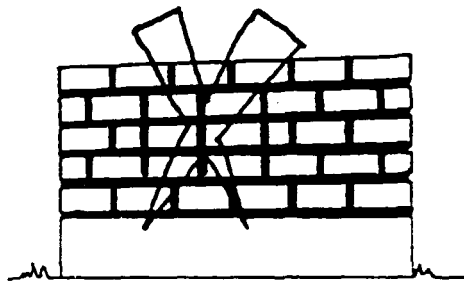
REGULARITE DES JOINTS

1.5 1.5 1.5 cm



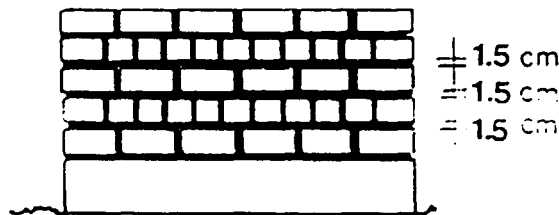
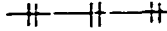
APPAREILLAGE SIMPLE

BON
JOINTS REGULIERS



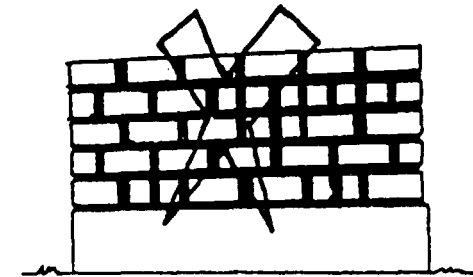
PAS BON
JOINTS IRRÉGULIERS

1.5 1.5 1.5 cm



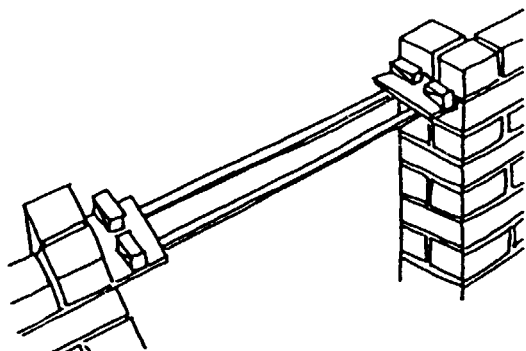
APPAREILLAGE DOUBLE

BON
JOINTS REGULIERS

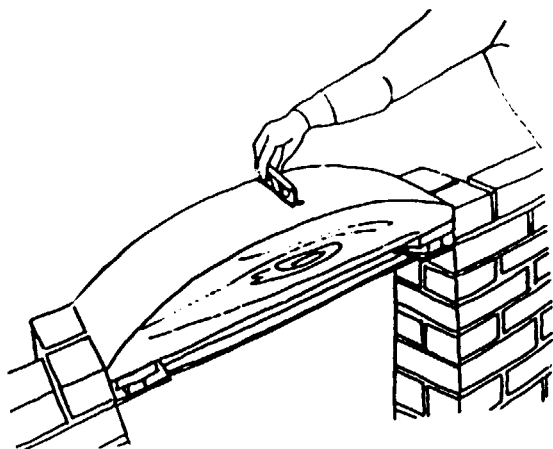


PAS BON
JOINTS IRRÉGULIERS

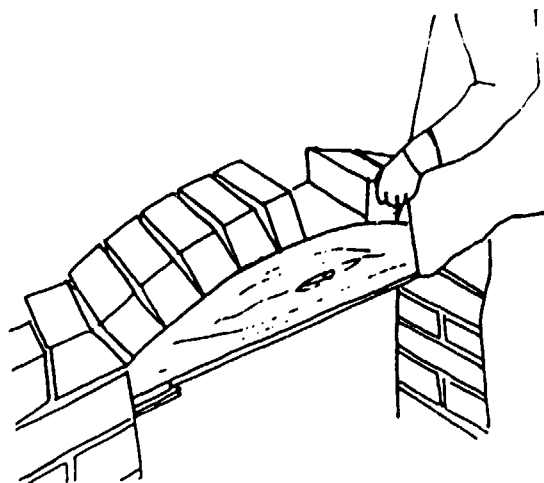
ARC SURBAISSE



PLACER LE SUPPORT DU CINTRE
EN ENFONÇANT DU FER PLAT DE
3 à 4 CM DANS LE JOINT

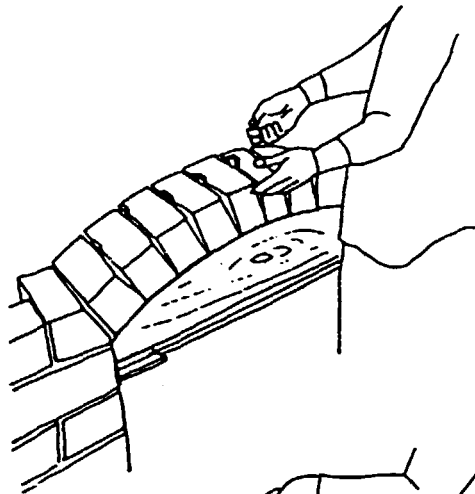


VERIFIER L'HORIZONTALITE
AVEC LE NIVEAU A BULLE

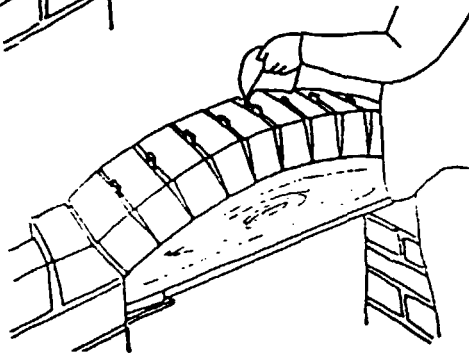


POSER LES BLOCS A SEC
LES BLOCS DOIVENT ETRE AU
CONTACT A L'INTRADOS

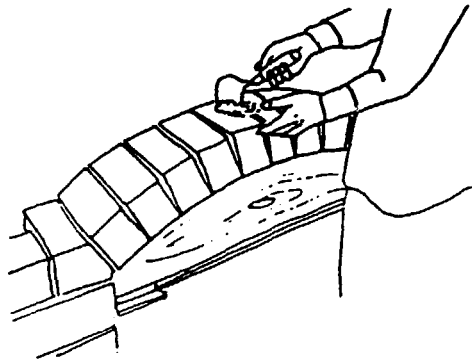
ARC SURBAISSE



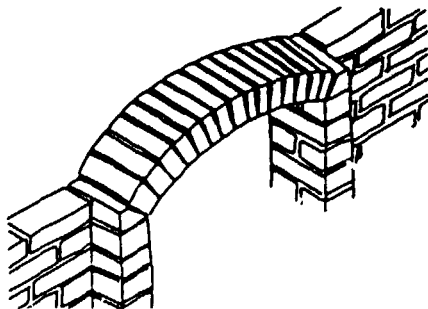
PLACER QUELQUES CALES
(BOIS OU GALETS)



REMPHIR LE TIERS INFERIEUR
DES JOINTS AVEC UNE BABOTINE
DE MORTIER



ENLEVER LES CALES ET REMPLIR LE
RESTE DES JOINTS AVEC DU MORTIER

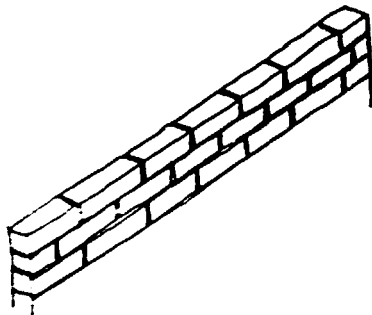


DECOFFRER LE CINTRE APRES
30 MINUTES

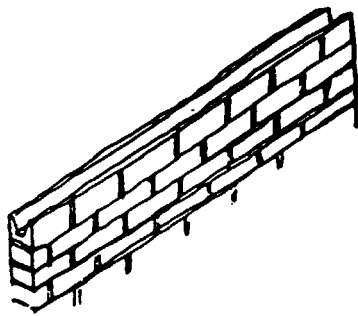
CHAINAGE



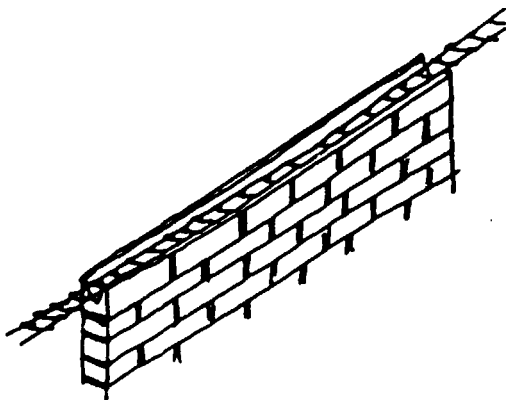
SECTION TRANSVERSALE



FINIR L'ASSISE COURANTE

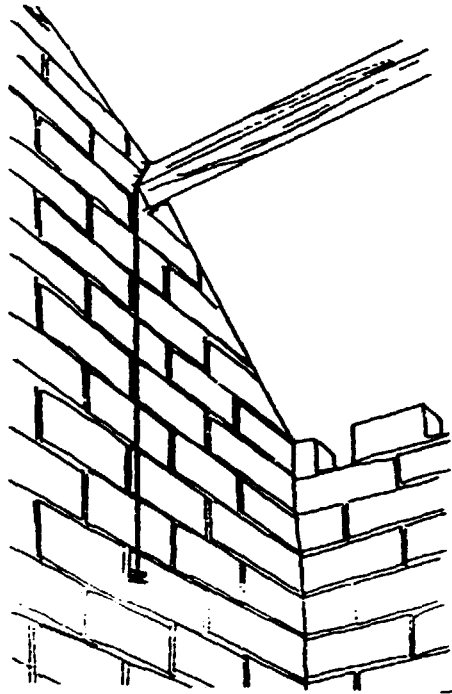


PLACER LE BLOC DE CHAINAGE

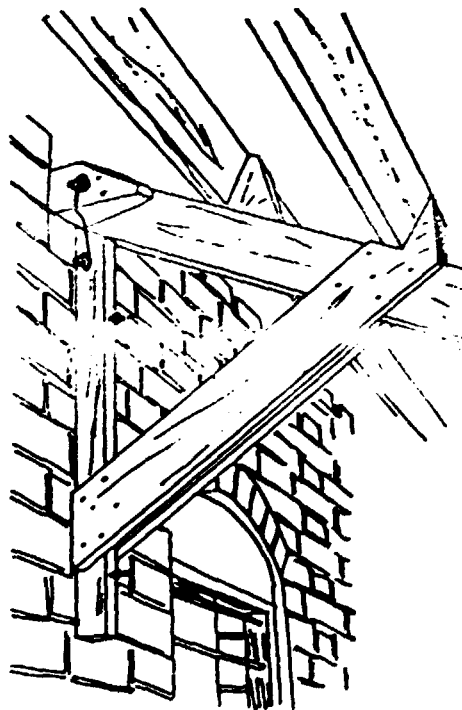


PLACER LA FERRAILLE ET
COULER DU BETON

ANCRAGE DE LA CHARPENTE

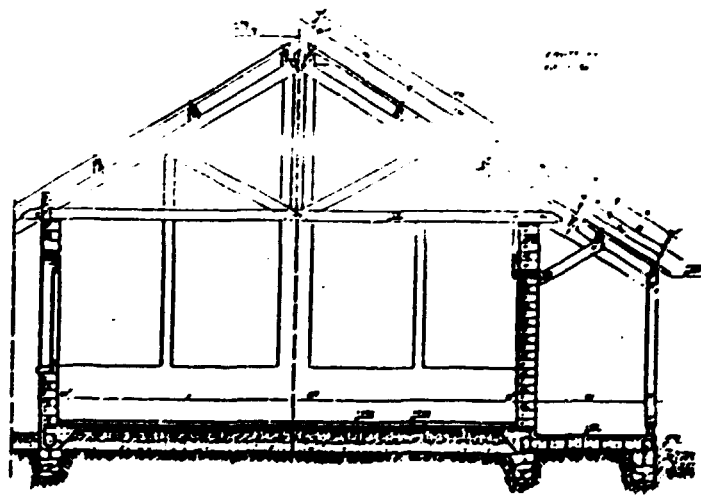
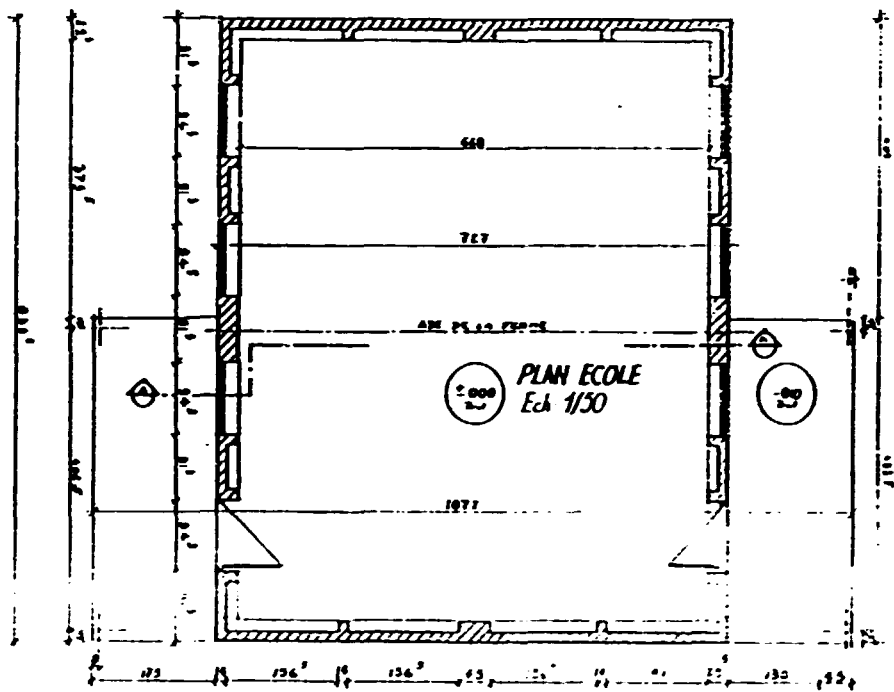


ANCRAGE DES PANNES
SUR PIGNON



ANCRAGE DE LA FERME
SUR MUR

PLANS DE L'ECOLE

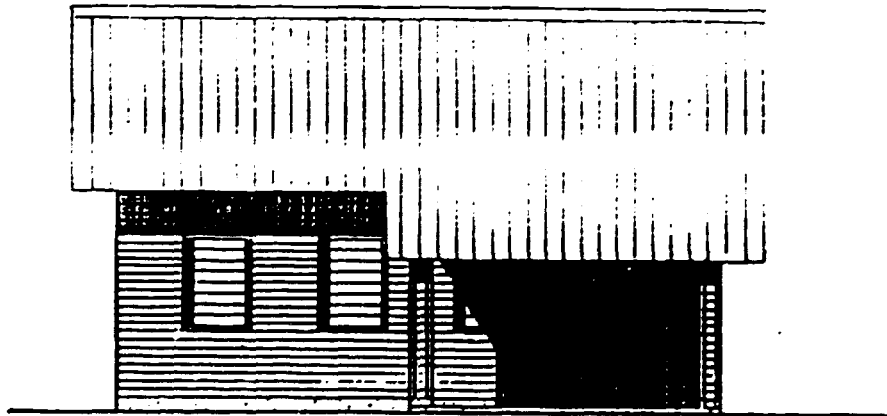
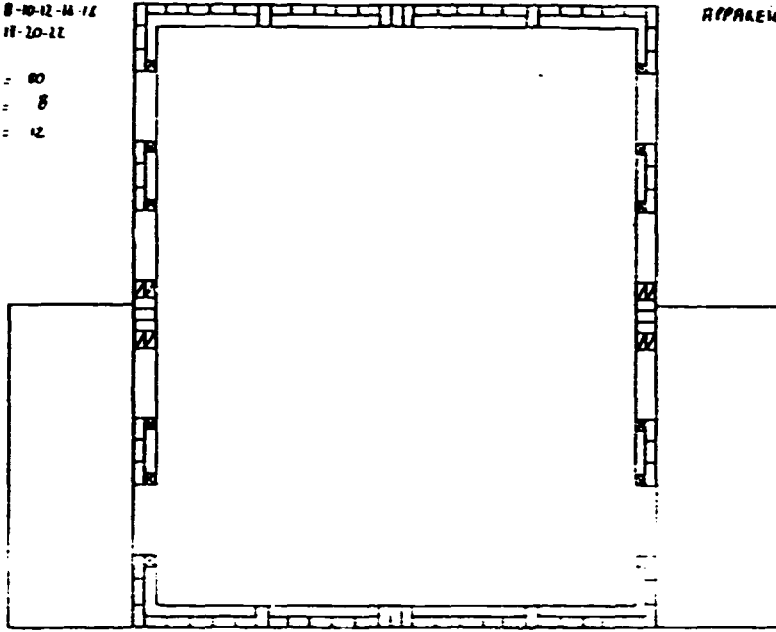


PLANS DE L'ECOLE

ASSISES 8-10-12-14-16
11-20-22

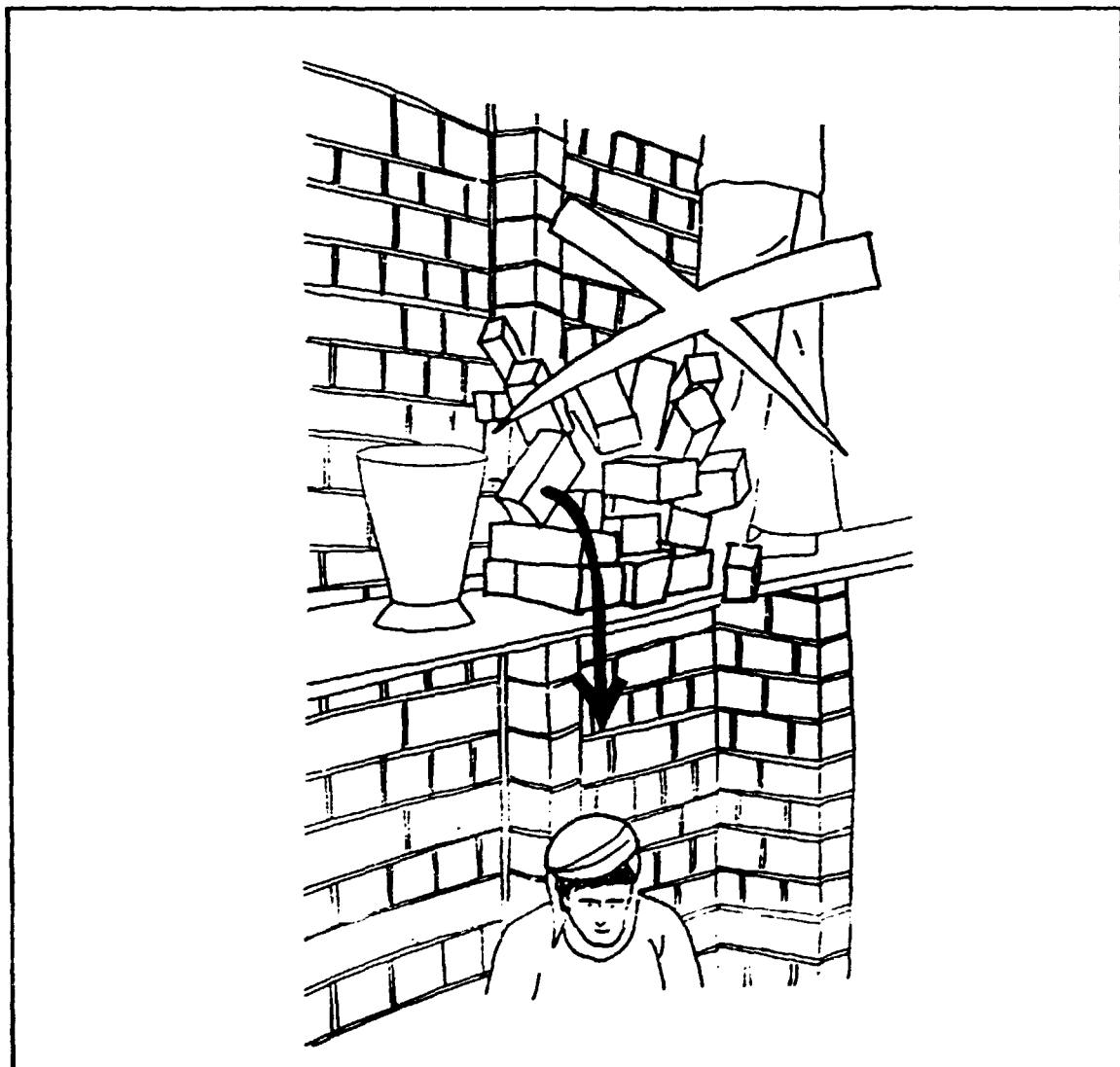
4/4 □ = 80
3/4 □ = 8
1/2 ■ = 12

APPAREILAGE 3



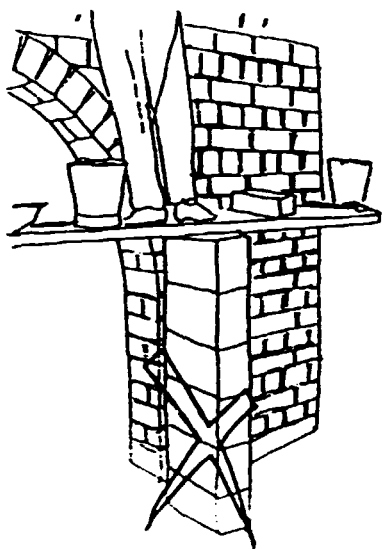
ELEVATION ECOLE
Ech. : 1/50°

SECURITE DE TRAVAIL

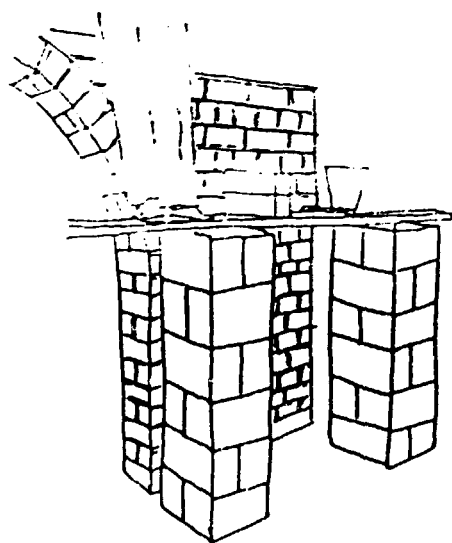


CHAPITRE IX

ECHAFAUDAGES

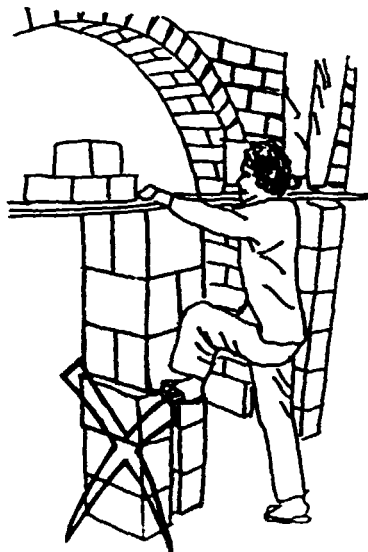


NON

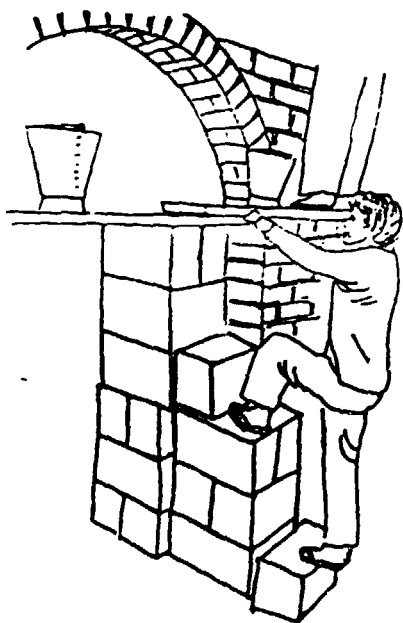


OUI

ECHAFAUDAGES

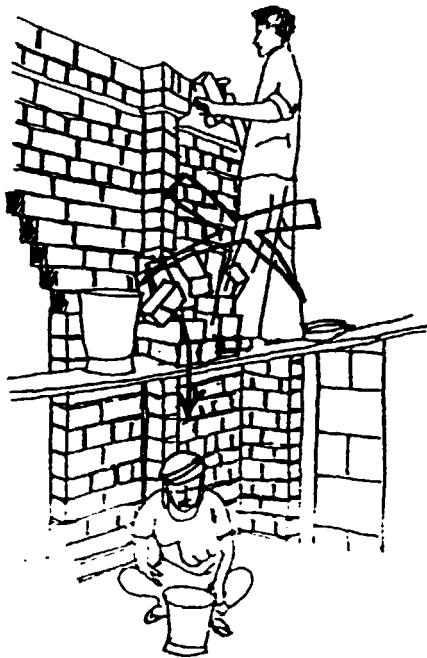


NON



OUI

STOCKAGE DES MATERIAUX



**NON
NE PAS EMPILER LES BLOCS
N'IMPORTE COMMENT**



**OUI
FAIRE DES PILES CROISEES**

PROPRETE DU CHANTIER



ATTENTION AUX BLOCS
CASSES ET MATERIAUX DIVERS
QUI PEUVENT ETRE DANGEREUX



LE CHANTIER DOIT ETRE NETTOYER
PLUSIEURS FOIS PAR JOUR