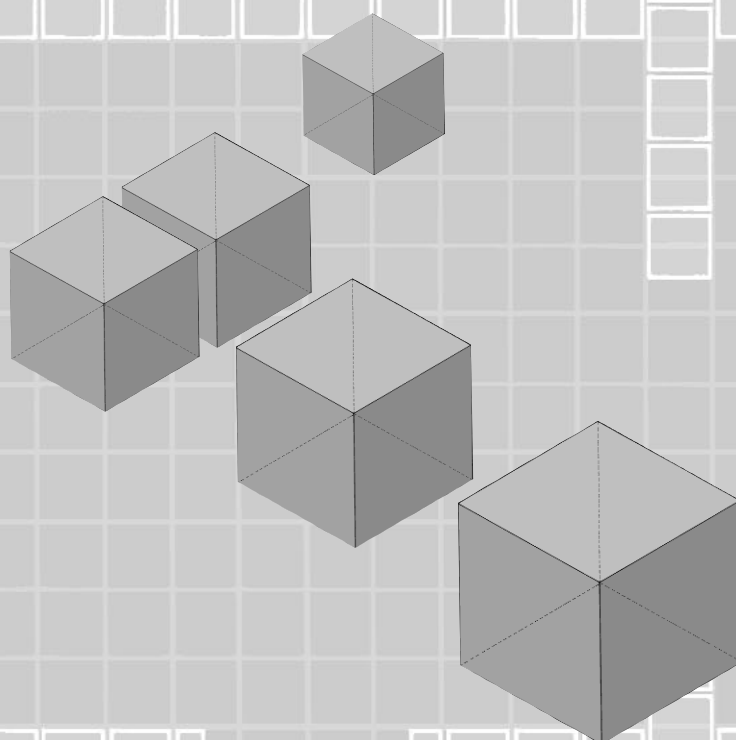
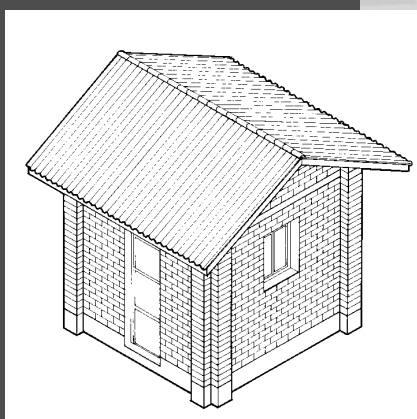
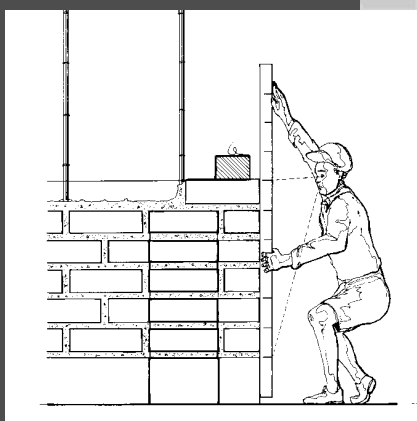




ADOBE

Guide de construction parasismique

Wilfredo Carazas Aedo



MISEREOR



AVANT-PROPOS

L'adobe comme élément de construction a toujours existé dans l'histoire de l'humanité, depuis l'aube de la civilisation jusqu'à nos jours, et l'homme a appris à construire ses premières maisons en terre. Dans ce vaste paysage se sont développées des civilisations importantes dans lesquelles le matériau terre a toujours été une partie constituante d'une culture très intelligente de la construction.

Nous savons également que l'adobe a été capable de supporter les assauts de la nature, en particulier les tremblements de terre qui ont laissé derrière eux de considérables destructions et des populations entières sans habitations. Il est certain que ce matériau nécessite une grande attention et certaines connaissances parasismiques si l'on veut faire face de la meilleure manière possible à ce phénomène naturel.

Ce fait a attiré l'attention de nombreux scientifiques et a généré de nombreuses études qui ont proposé des solutions de remplacement intéressantes et efficaces, se traduisant par des règles ou normes de construction parasismiques. Dans la pratique, les maisons construites selon ces normes ont montré leur validité.

De ce fait, le but de ce guide de construction parasismique est de proposer une aide technique et théorique qui pourra être utilisée par les techniciens de construction, les maçons et toute personne qui décide de construire sa maison.

Ce guide est structuré en trois parties :

- 1 - **Les séismes** : leur origine, comment ils agissent sur une maison et ce qu'est une maison parasismique.
- 2 - **La production de l'adobe** : toutes les étapes de l'élaboration d'un adobe résistant.
- 3 - **La construction parasismique** : depuis la conception, l'implantation et les étapes de la construction.

En outre, ce guide comprend une annexe sur le projet "**La semilla**" et un projet de maison rurale.

Nous avons cherché à structurer ce guide de façon que le constructeur ou la population ait une idée plus claire du pourquoi des dimensions, de la forme et de la technique de construction. S'il est vrai que cette technique présente au départ certaines limitations, elle présente un avantage au final dans la mesure où elle permet d'obtenir des maisons offrant une plus grande sécurité contre les séismes.

Une habitation peut être considérée comme parasismique quand elle satisfait principalement aux caractéristiques qui exigent une **bonne conception, un terrain de qualité, une construction et des matériaux de qualité**, sans qu'aucun de ces aspects ne soit omis.

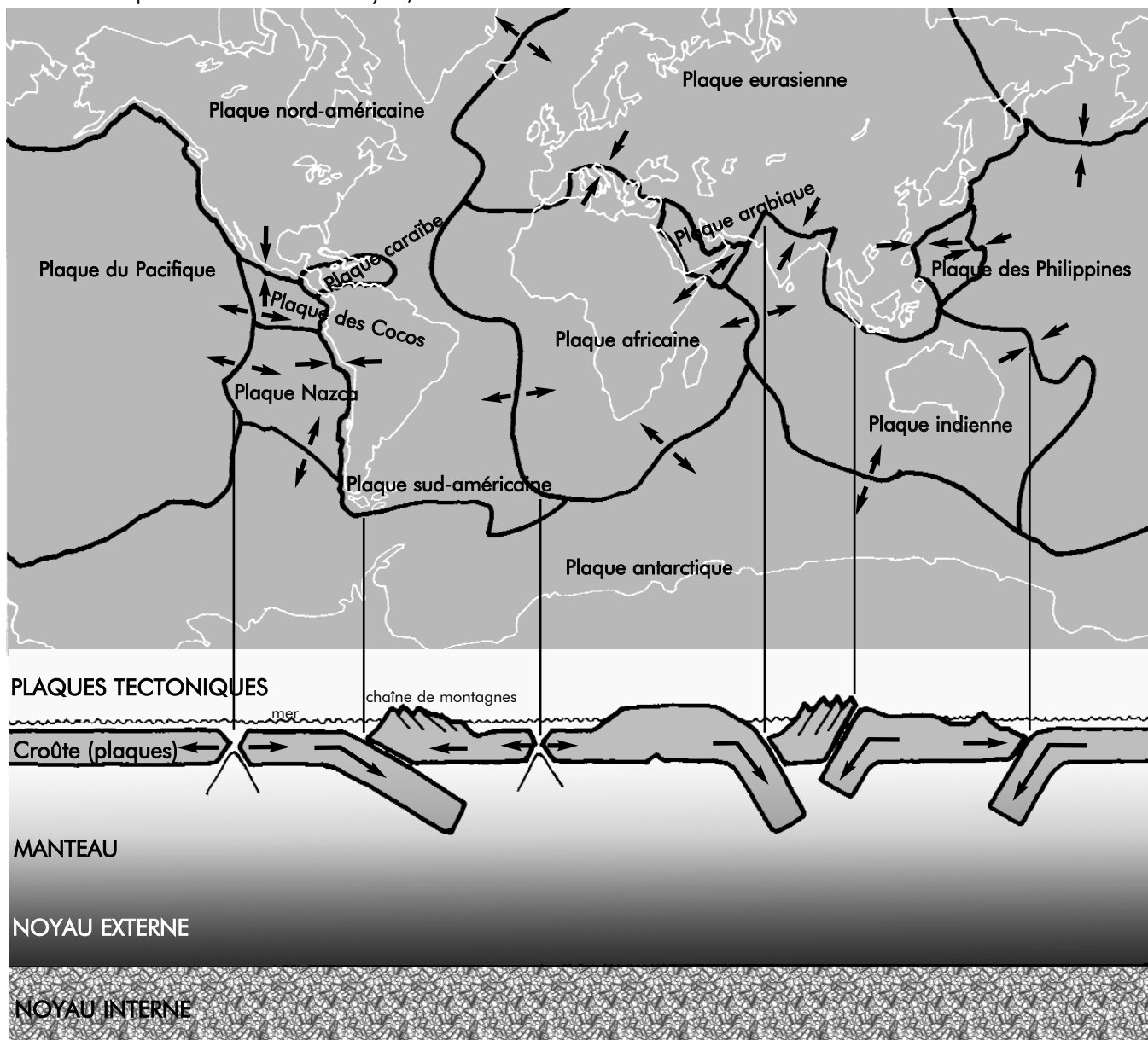
"ADOBE: GUIDE DE CONSTRUCTION PARASISMIQUE"

Auteurs : Wilfredo Carazas Aedo
Aporte scientifique et dessin graphique: Alba Rivero Olmos
Coordination scientifique : Equipe CRATerre - EAG.
Dessins : Wilfredo Carazas Aedo, architecte
Document financé par MISEREOR

Editions CRATerre
Maison Levrat, Parc Fallavier, BP53
F-38092 Villefontaine Cedex, France

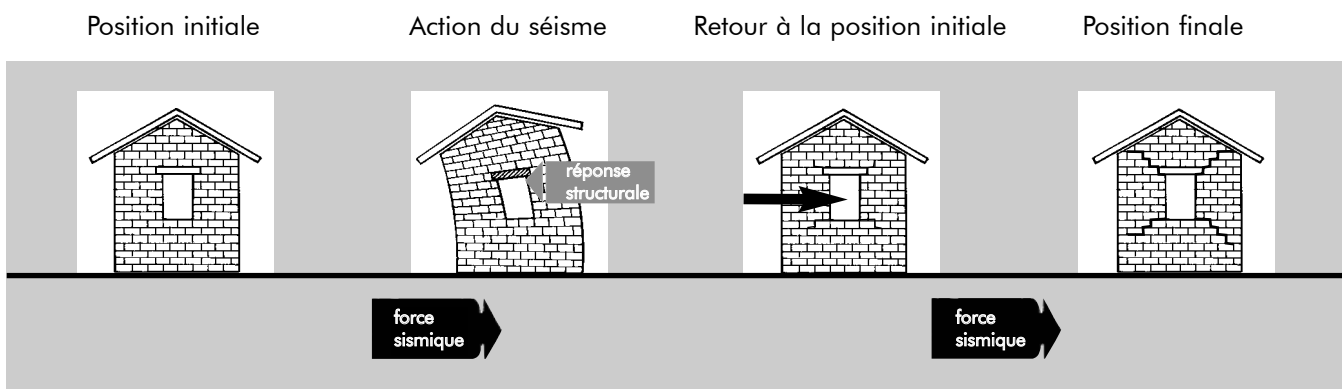
ORIGINES DES SEISMES

Les origines de la terre remontent à environ 4,5 millions d'années, et depuis toujours la terre est en mouvement constant dans sa masse interne, ce mouvement provoquant des transformations des continents. La sphère terrestre a un rayon de 6.400 km et est composée de différentes couches successives. Une coupe transversale permet d'observer le noyau, le manteau et la croûte terrestre.



Dans la croûte terrestre existent différentes plaques qui se différencient par la manière dont elles agissent : certaines se séparent, d'autres s'opposent, d'autres se déplacent simplement l'une sur l'autre. Ces plaques se déplacent de façon lente et à une vitesse moyenne de 1 cm à 15 cm par an. Ces mouvements produisent des déformations qui génèrent des forces qui dépassent la résistance des matériaux et finissent par libérer les énergies accumulées, c'est ce qui produit les **SEISMES**.

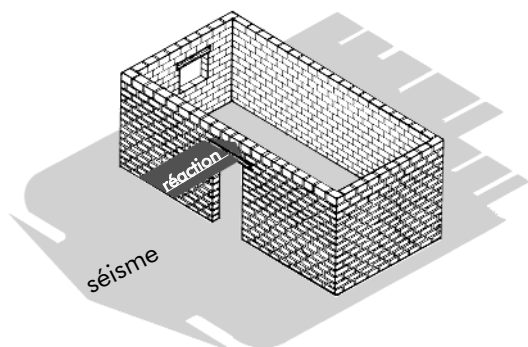
PRINCIPES SISMIQUES :



FORCES SISMIQUES

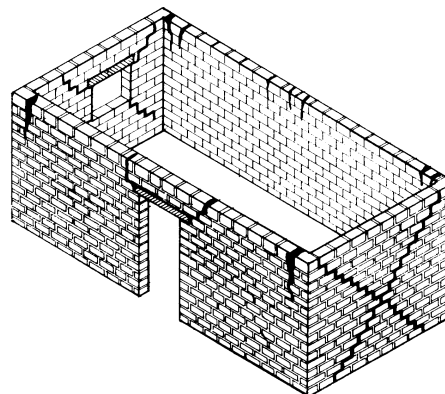
Quand un séisme se produit, une habitation est secouée simultanément par des mouvements d'oscillation verticale, des forces horizontales et de torsion, et elle réagit au séisme en fonction de ses caractéristiques : forme et type de matériau. Pour mieux comprendre ce phénomène, nous allons séparer les trois mouvements.

ACTION

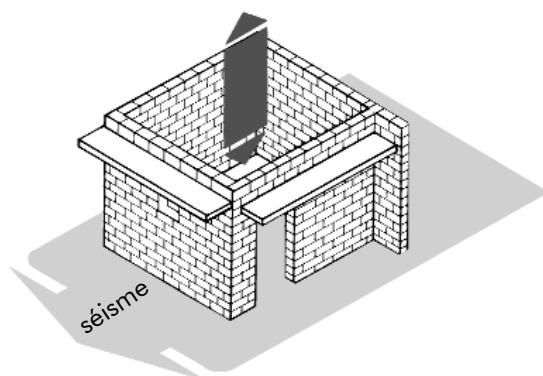


Forces horizontales

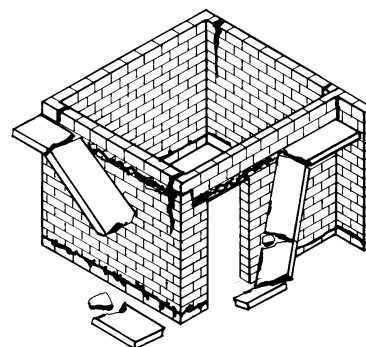
EFFETS



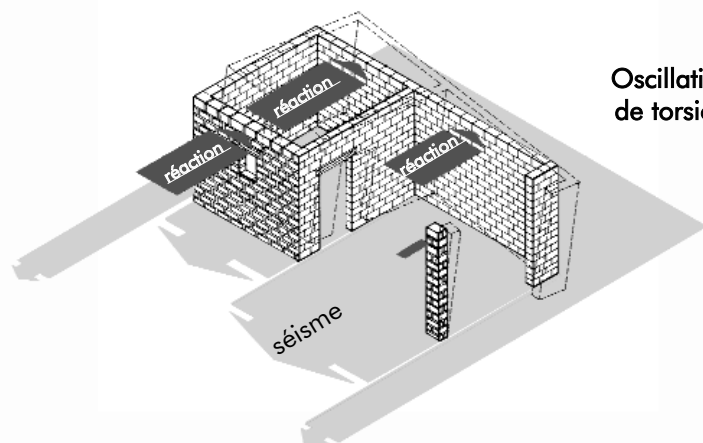
Forces horizontales : le passage des ondes sismiques provoque des vibrations du sol générant dans la construction des forces horizontales qui la secouent, la balancent, la déforment et la démolissent. La flexion et le cisaillement des murs provoquent des éboulements et glissements par rapport aux fondations.



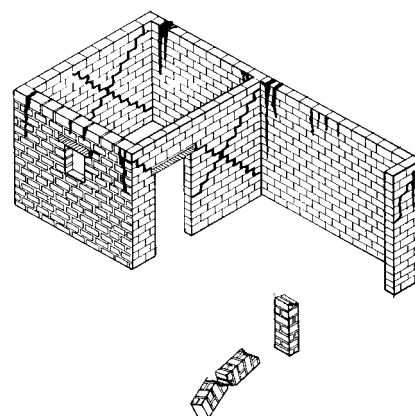
Oscillation verticale



C'est l'autre type d'oscillation qui se produit sur le chemin d'un séisme, les effets qu'il produit sont minimes, seuls seront affectés les éléments de poids considérable comme peuvent l'être les arches, colonnes, structures de toiture, ainsi que les éléments suspendus tels que balcons, auvents, etc.



Oscillation de torsion

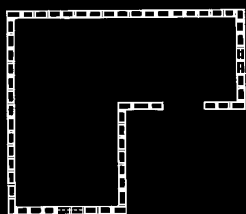


Enfin, l'oscillation de torsion est produite par le déplacement horizontal du sol, associé à des forces latérales. Les effets de la torsion sont plus ou moins importants selon la forme de construction, par exemple une habitation de forme irrégulière dont le centre de gravité ne coïncide pas avec le centre de rigidité est plus exposée à des dommages.

EFFETS DES SEISMES SUR UNE MAISON

Pour résister à un séisme, une maison doit réunir certaines conditions minimales en termes de techniques de construction, de bon usage des matériaux et de conception adaptée. Voici quelques exemples des effets à éviter : maisons de forme irrégulière dans leurs dimensions ou leur hauteur.

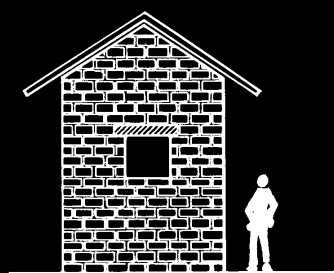
Type de mur



Construction en "L"

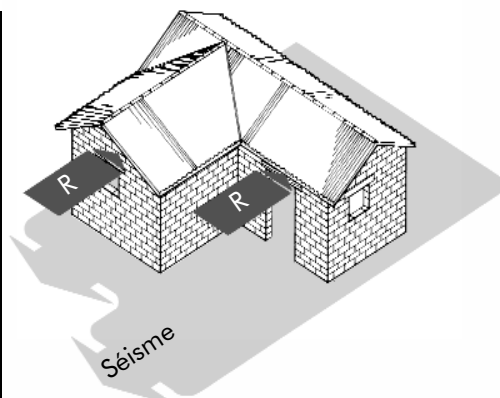


Construction rectangulaire

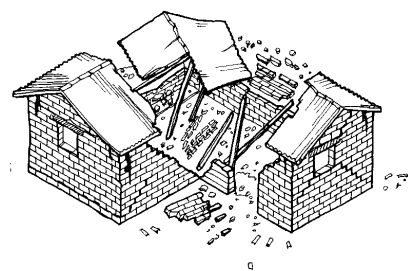


Construction en hauteur

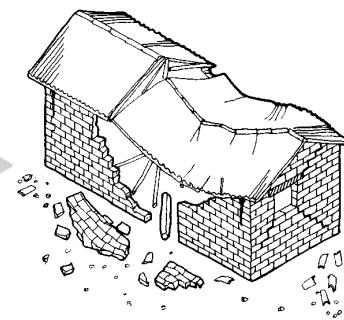
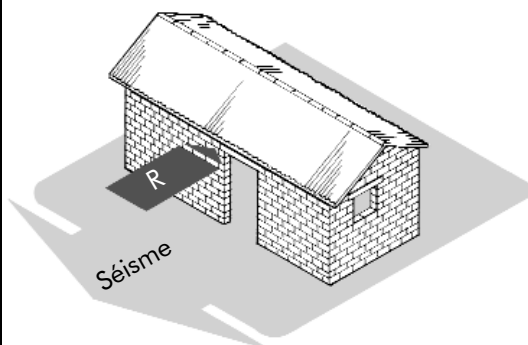
Mouvement



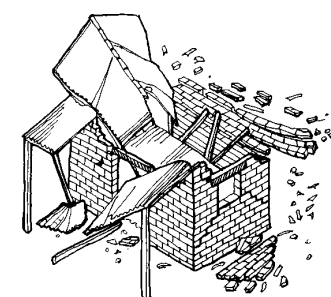
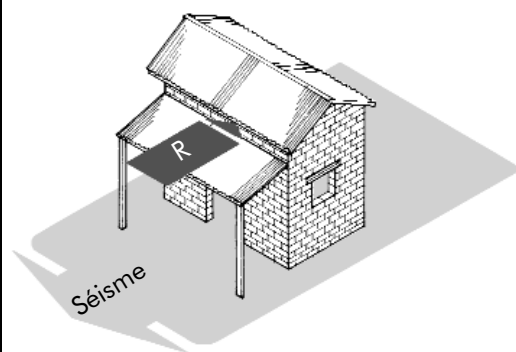
Effet



Cette habitation présente des murs de différentes dimensions qui, face à un séisme, n'auront pas des comportements satisfaisants, ce qui conduit rapidement à l'écrasement de la maison.



Les parois de grandes dimensions sans murs de soutien intermédiaires et sans contreforts résistent moins bien et s'écrasent rapidement.



Des maisons aux murs hauts et minces, présentent de moindres résistance et stabilité au séisme.

On peut également signaler d'autres exemple à éviter :

- Formes de construction en "T" ou en "C".
- Construction d'habitations à deux niveaux.
- Poutres de faux-plafond placées directement au-dessus du mur.
- Utilisation de murs intérieurs pour servir d'appui au toit.
- Constructions réalisées sur terrains en pente.
- Grands espaces entre les murs.
- Colonnes, arches, coupôles et voûtes.

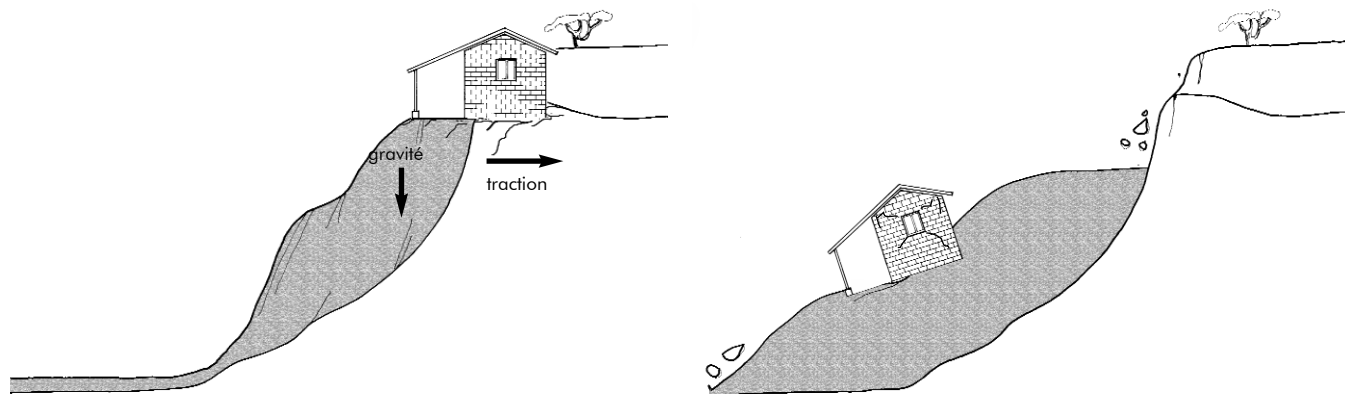
CHOIX DU TERRAIN POUR LA CONSTRUCTION

Construire une maison nécessite une décision appropriée quand au choix du terrain. Il convient de respecter certains critères de base : les caractéristiques appropriées sont un terrain plat et sec avec un sol dur. Il est préférable d'éviter les zones non adaptées à la construction : marécages, falaises, abords des rivières, présence d'anciennes mines, remblais sanitaires, etc. Une maison construite correctement mais sur un terrain de mauvaise qualité présente les mêmes risques qu'une construction de mauvaise qualité.

Position

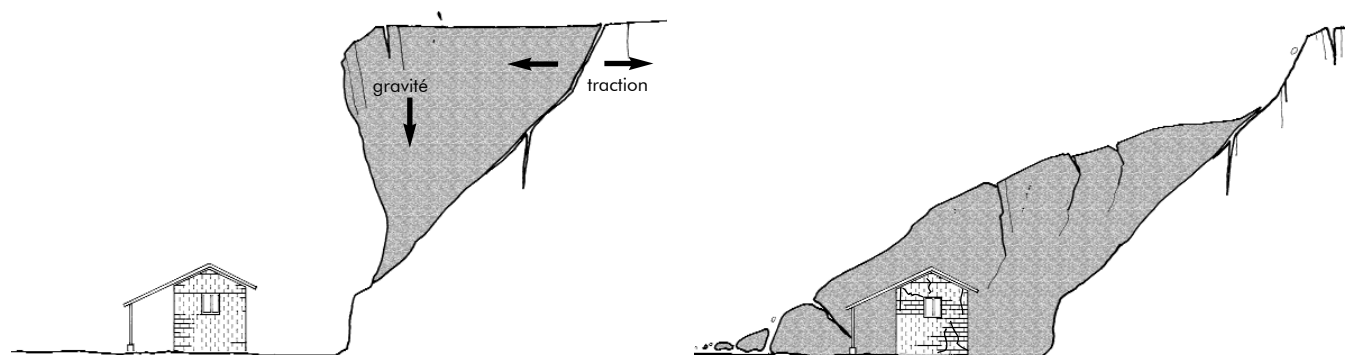
Effets

CONSTRUCTION SUR FALAISE



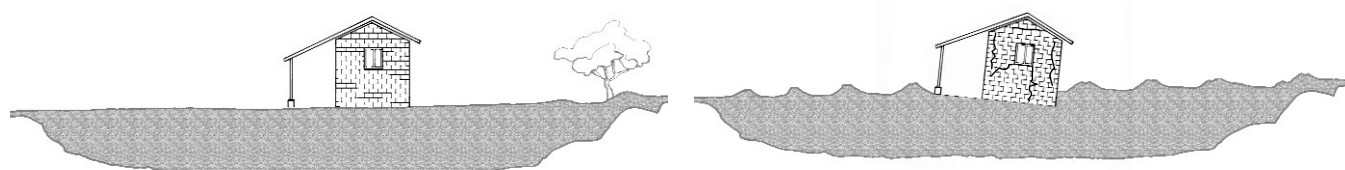
Les falaises constituées de terres meubles ou peu consistantes, d'argiles limoneuses, dépôts de matériaux, etc., ne sont pas des zones adaptées pour recevoir une maison.

CONSTRUCTION EN ZONES BASSES



Il n'est pas recommandé de construire une habitation sous une falaise présentant des parois perpendiculaires et d'importantes crevasses, qui risquent de se propager en cas de séisme.

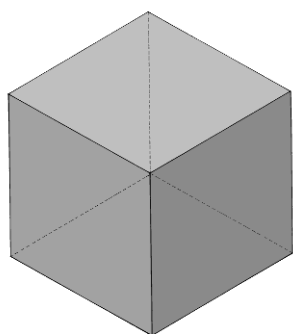
CONSTRUCTION SUR TERRAIN MEUBLE



En cas de séisme, la présence d'eau provoque un effet de "liquéfaction" et le processus d'écroulement total du sol conduit à la ruine des constructions.

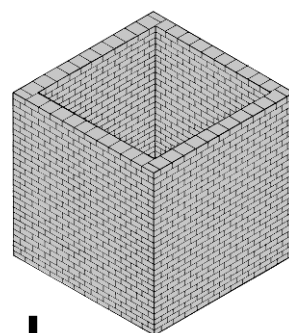
MAISON PARASISMIQUE

Une maison parasismique est une maison construite selon une conception et un ensemble de principes de construction appropriés pour résister à un séisme. La maison en forme de cube constitue le principe de base pour garantir la résistance au séisme, et partant de ce principe on peut développer les étapes techniques et structurelles nécessaires.

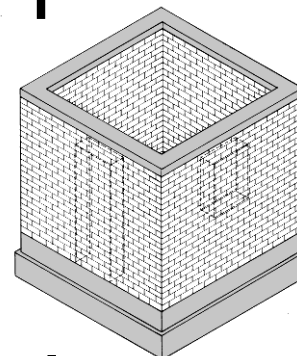


LE CUBE,
forme
géométrique
antisismique

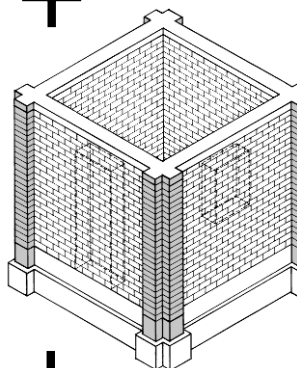
→
Séquence de priorités
structurelles



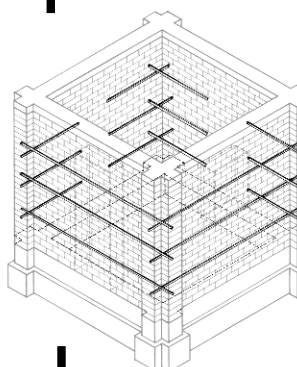
concept avec
murs
symétriques



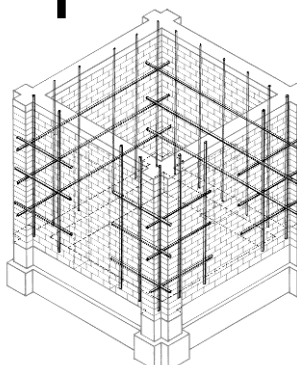
fondations et
chaînage



contreforts
dans les coins

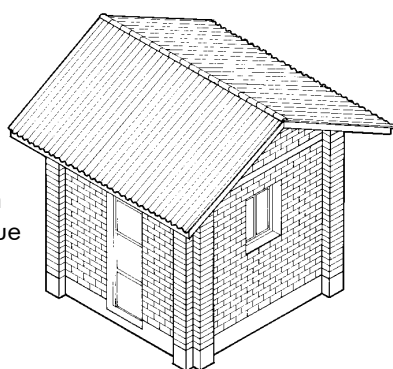


renforts
horizontaux



renforts
verticaux

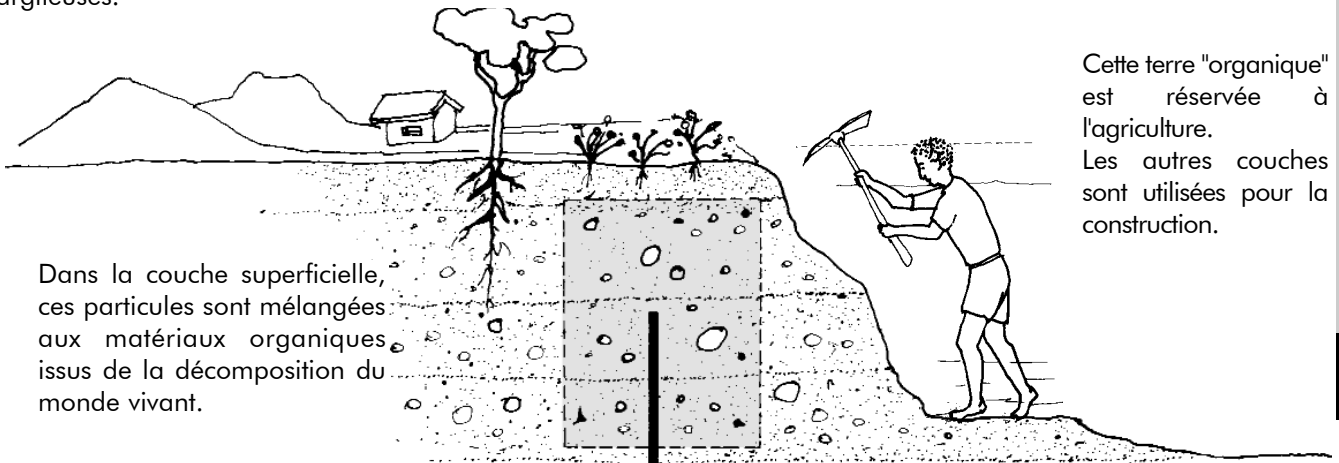
=



habitation
parasismique

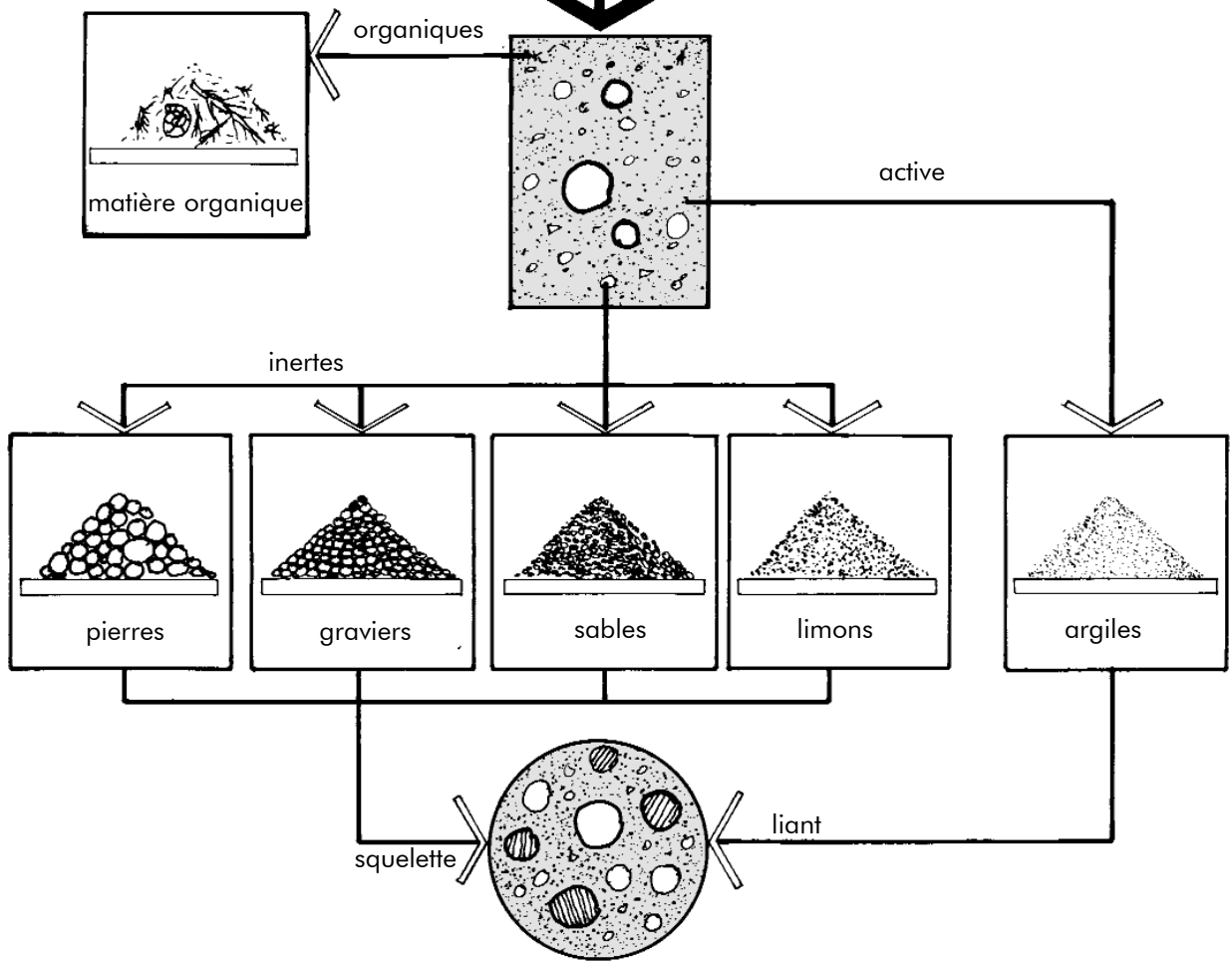
LE MATERIAU TERRE

ORIGINE : la terre, en tant que matériau, est issue de l'érosion mécanique et chimique de la roche-mère. Cette roche se désagrège en particules minérales de dimensions variables, depuis les cailloux jusqu'aux poudres argileuses.

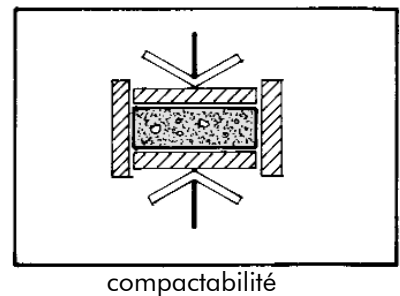
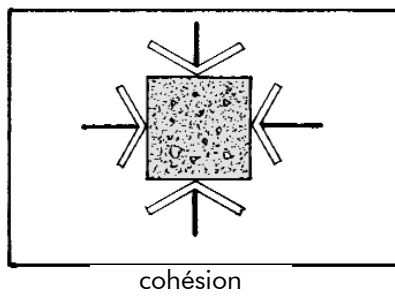
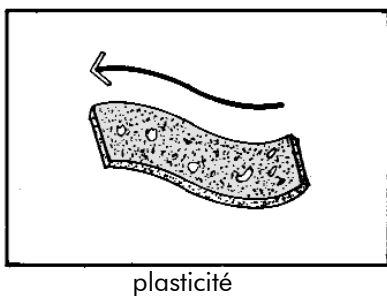


Dans la couche superficielle, ces particules sont mélangées aux matériaux organiques issus de la décomposition du monde vivant.

Cette terre "organique" est réservée à l'agriculture. Les autres couches sont utilisées pour la construction.



PROPRIETES DE LA TERRE



Il existe différents types de terres selon l'importance des différents composants possibles :
 TERRE A GRAVIERS - TERRE SABLONNEUSE - TERRE LIMONEUSE - TERRE ARGILEUSE

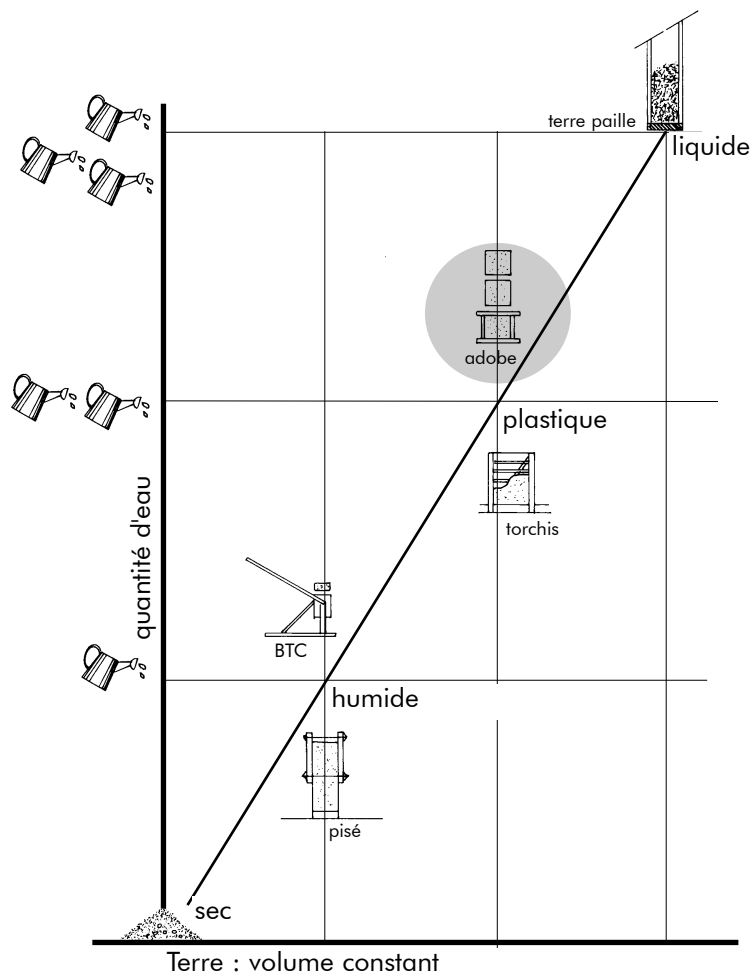
ETATS HYDRIQUES & COHESION ET STABILISATION

ETATS HYDRIQUES :

A mesure que la terre absorbe l'eau (de 20 à 30% selon le type de terre), elle change d'état.

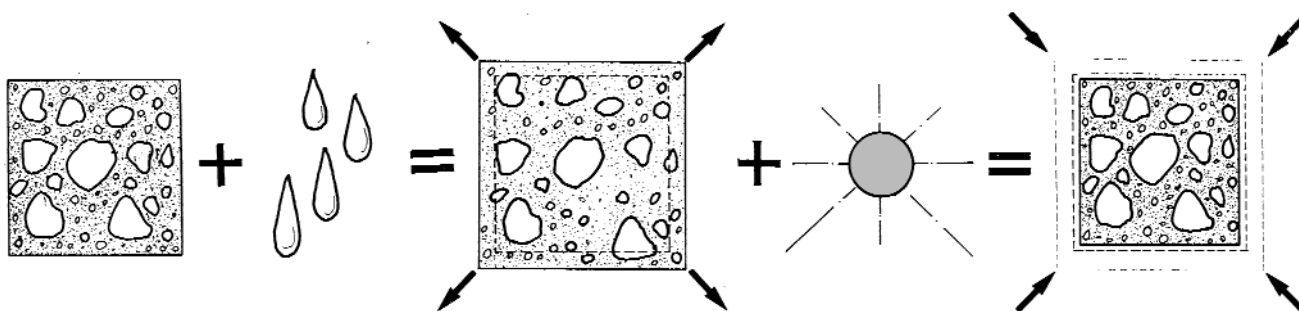
Il en existe 4 états fondamentaux : SEC - HUMIDE - PLASTIQUE - LIQUIDE :

L'adobe est produit à l'état PLASTIQUE. Cet état hydrique permet de donner à la terre une forme déterminée à l'aide d'un moule, forme qu'elle conservera après démoulage et séchage.



PROPRIETE DE COHESION

Pour préparer l'adobe, on utilise le phénomène de la COHESION, qui fonctionne en deux phases :



Phase 1 : la terre absorbe l'eau, les argiles commencent à gonfler, c'est un processus lent qui nécessite du temps

Phase 2 : la terre sèche, les argiles diminuent de volume en attirant vers elles les autres composants qui se trouvent à l'état totalement sec et liés.

Si l'interpénétration entre les grains est telle qu'elle ne laisse pas de vides, la terre une fois sèche est capable de résister à des forces de compression de l'ordre de 3 MPa.

STABILISATION

Quand la terre argileuse, il existe un risque de fissuration excessif après le séchage :

Correction possible :

- augmenter la proportion de sable afin de réduire la cohésion.
- incorporer de la paille afin de limiter la taille des fissures.



ANALYSE DE LA TERRE

OBJECTIF: A l'aide d'essais de terrain simples, vérifier si la terre convient à la production d'adobes. Ces essais indiquent les caractéristiques de la terre. Pour vérifier sa composition et sa granulométrie: essai de manipulation-d'odeur; pour la plasticité: le "cigare" et pour la cohésion: la "pastille". Le résultat de ces essais indique la qualité de la terre.

MANIPULATION - ODEUR



terre ORGANIQUE - dégagement d'une odeur.

terre SABLONNEUSE - rugueuse, cassante, légèrement collante

terre LIMONEUSE - fine, facile à réduire en poudre, collante

terre ARGILEUSE - difficile à rompre, lente à se dissoudre dans l'eau, très collante et fine.

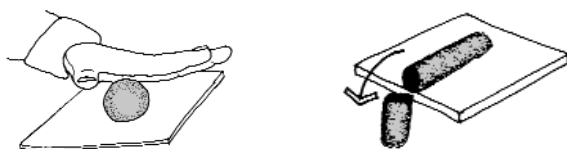
- Avec l'eau, les sens permettent d'identifier les composants de la terre par le dégagement d'une odeur.

TERRE CONVENABLE :

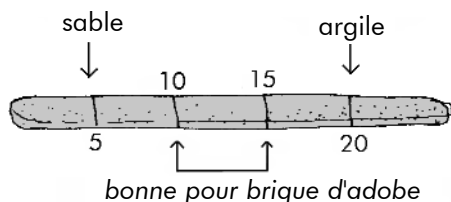
L'idéal est d'avoir une terre à la fois sablonneuse et argileuse.

Il faut se méfier des terres limoneuses dans la mesure où une fois sèches, elles ne résistent pas à l'eau.

ESSAI DU "CIGARE"



moins de 5 cm. **TROP SABLONNEUSE**
plus de 20 cm. **TROP ARGILEUSE**

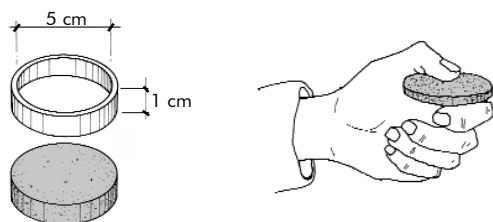


- Retirer les graviers de l'échantillon
- Mouiller, mélanger et laisser reposer la terre une demi-heure jusqu'à ce que l'argile puisse réagir avec l'eau.
- La terre ne doit pas salir les mains.
- Sur une planche, former un cigare de 3 cm de diamètre et de plus de 20 cm de long.
- Pousser lentement le cigare vers le vide.
- Mesurer la longueur du tronçon qui se détache
- Recommencer 3 fois et calculer la moyenne.

TERRE CONVENABLE

Entre 7 et 15 cm, la terre est bonne.

LA "PASTILLE"



- Pas de rétraction, facile à réduire en poudre :

Terre SABLONNEUSE



- Rétraction, facile à réduire en poudre :

Terre LIMONEUSE



- Rétraction importante, très difficile à réduire en poudre :

Terre ARGILEUSE



Récupérer la terre de l'essai précédent à l'état plastique; Mouler deux pastilles à l'aide d'un morceau de tube ou autre.

Après séchage :

- Observer les éventuels phénomènes de rétraction.
- Evaluer la résistance de la terre à la rupture et l'écrasement entre le pouce et l'index.

TERRE CONVENABLE

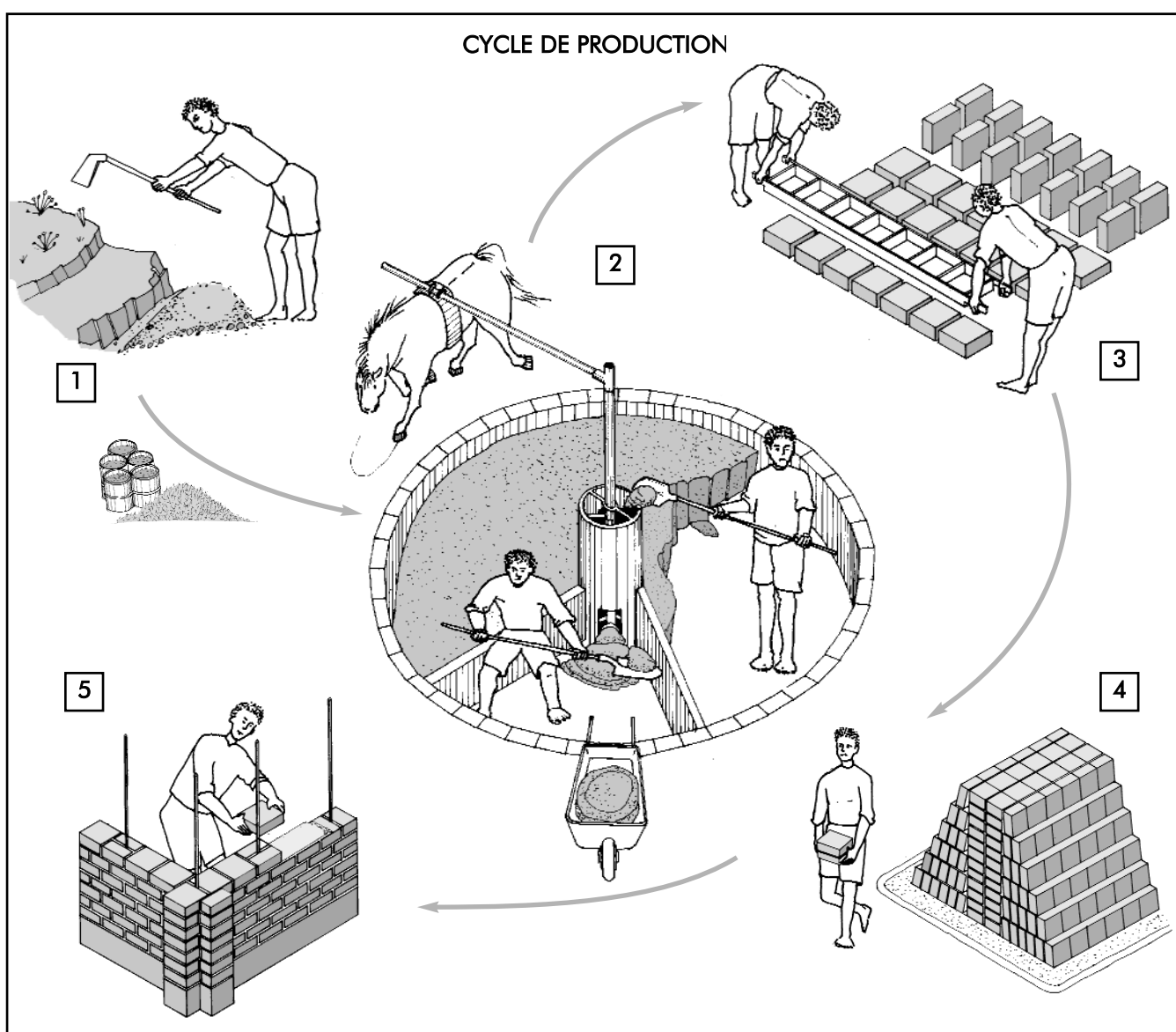
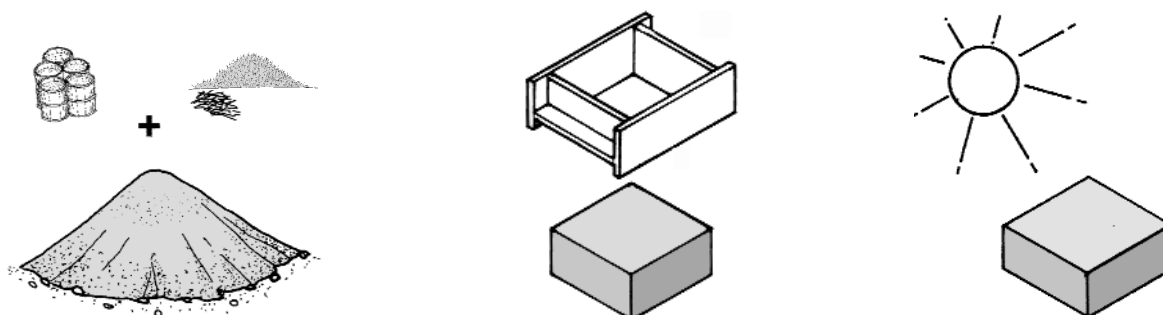
Moins de 1 mm de retrait, difficile à réduire en poudre : bonne terre.

RECOMMANDATION :

Le plus simple est de mouler les briques d'adobe et d'analyser leur comportement après séchage (aspect, fissures, résistance). Si le temps manque, les essais ci-dessus permettent de faciliter la sélection de la terre la mieux adaptée.

INTRODUCTION

La production de briques d'adobe consiste à mélanger une terre appropriée avec l'eau et la paille, préparer et à la mouler à l'état plastique puis à la sécher au soleil.



AVANTAGES :

- Matière première facilement et localement disponible.
- Equipement de production peu coûteux.
- Accessible à tous.
- Combustible inutile.

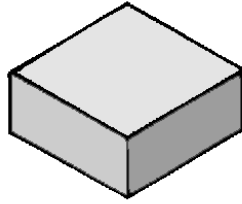
INCONVENIENTS :

- Consomme beaucoup d'eau.
- Zone de séchage étendue.
- Temps de séchage en fonction du climat.
- Faible résistance à l'eau

ADOBE PARASISMIQUE

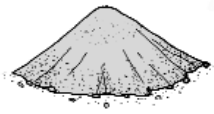
Une brique d'adobe carrée correspond bien à la logique de construction parasismique, sa forme s'adapte facilement à la conception de l'habitation, son appareillage est très avantageux. Il a été vérifié que sa résistance mécanique est meilleure que celle de briques d'adobe rectangulaires. Les caractéristiques de son élaboration ont aussi une influence sur leur qualité et leur comportement en cas de séisme : terre adaptée, fibre végétale sèche et l'eau nécessaire.

ADOBE FORME CARREE



=

TERRE ARGILEUSE



Important:

la brique doit avoir les dimensions suivantes :
30 x 30 x 10 centimètres
Si la terre n'est pas optimale, il sera nécessaire de réaliser des mélanges jusqu'à obtenir un adobe de qualité.

+

TERRE SABLEUSE

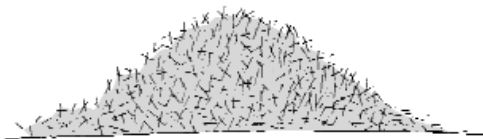


Important:

La terre doit être exempte de matériaux organiques et sèche, et il convient de déterminer sa teneur initiale en humidité. On utilise un volume de cette terre argileuse.

+

PAILLE

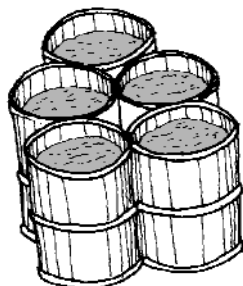


Important:

On utilise trois volumes de cette terre sableuse. S'il s'agit d'une terre qui ne convient pas, il conviendra de la mélanger avec une terre complémentaire, par exemple : pour une terre argileuse, rechercher une terre sableuse ou vice-versa, mélanger en proportions convenables. En général, pour une part de terre argileuse, on utilise trois parts de terre sableuse.

+

EAU



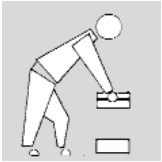
Important:

La paille doit être bien sèche. Utiliser un volume de paille pour dix volumes de terre.

Important:

L'eau doit être exempte de résidus organiques et représenter 30% du volume sec de terre.

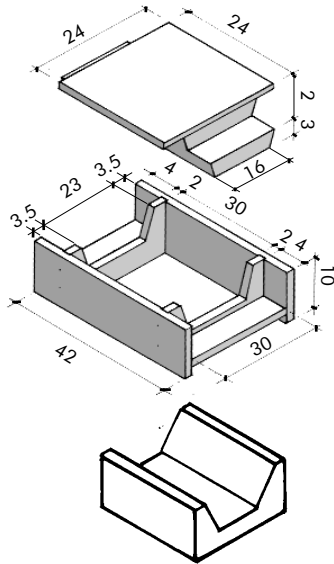
MOULES ET TABLES



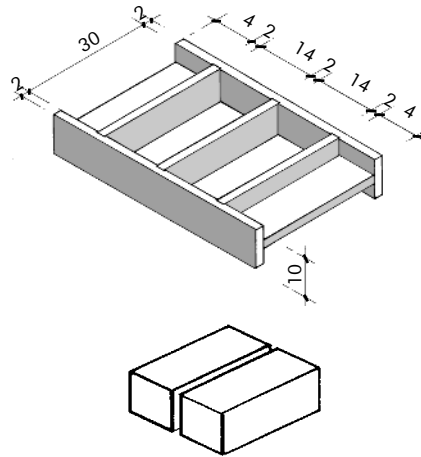
TYPES DE MOULES

Bois nécessaire pour les 3 types de moules de base :
 2 de 235 x 9 x 2cm.
 1 de 30 x 15 x 5.5cm.
 1 de 24 x 1cm.

Forme en "U"



1/2 adobe : 30x14x10



Adobe entière: 30x30x10

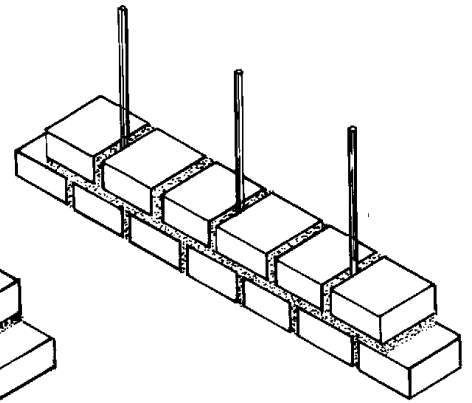
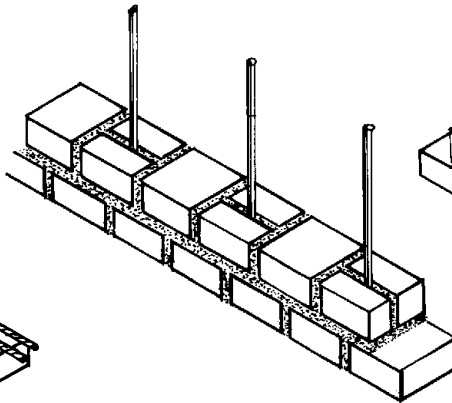
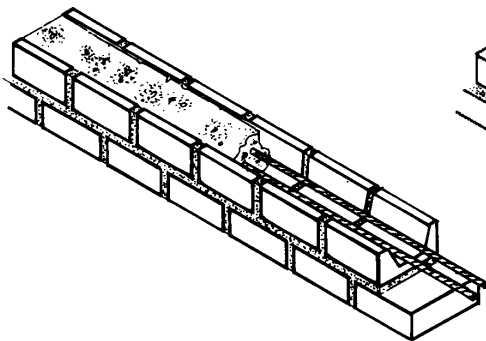
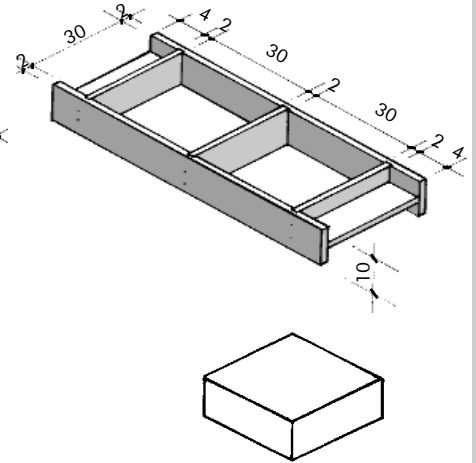
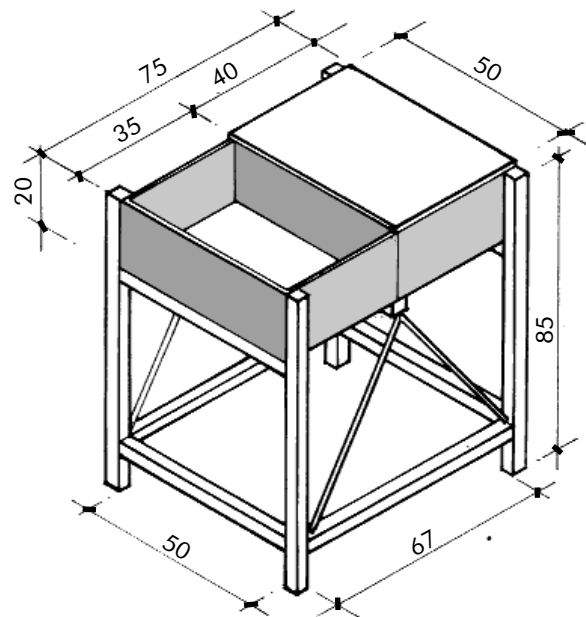


TABLE DE TRAVAIL

Bois nécessaire pour la table de travail :
 - 4 de 4 x 4 x 85 cm.
 - 7 de 4 x 4 x 50 cm.
 - 2 de 40 x 1 x 20 cm.
 - 1 de 50 x 1 x 20 cm.
 - 1 de 50 x 40 x 1 cm.
 Récipient en acier de 2 mm d'épaisseur.
 Dimensions : 20 x 50 x 35 cm.



MELANGE

Le mélange est réalisé en deux étapes : tout d'abord, on mélange la terre et l'eau, en second lieu la terre avec l'eau sont mélangées avec la paille jusqu'à obtenir une pâte homogène et plastique.



AVEC LES PIEDS

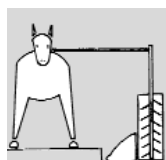
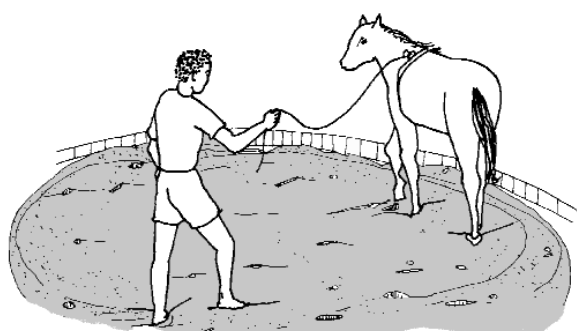
C'est l'une des méthodes les plus courantes pour le mélange, pour une production à petite échelle.

4 m³ homme/jour



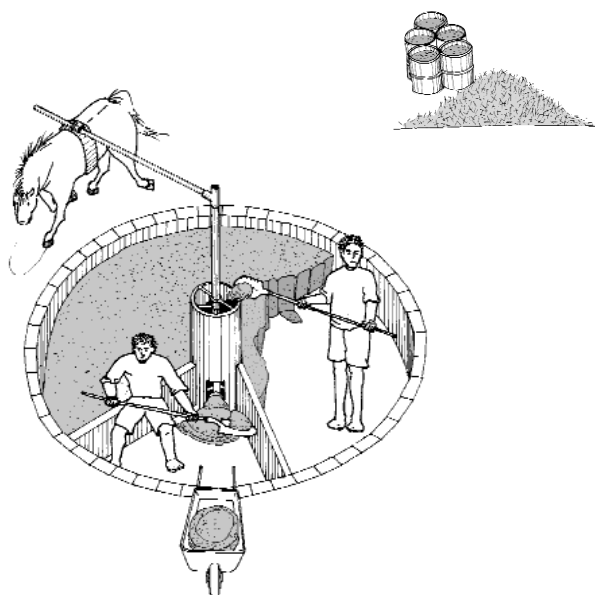
ANIMAUX

Travail effectué par des animaux qui tournent en rond sur la surface de travail.



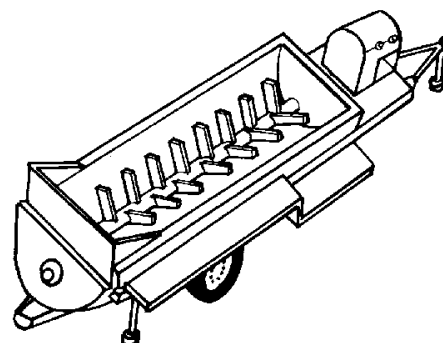
MELAXEUR VERTICAL

Construit avec des moyens rudimentaires, ce dernier est actionné par un animal.



MELAXEUR INDUSTRIEL

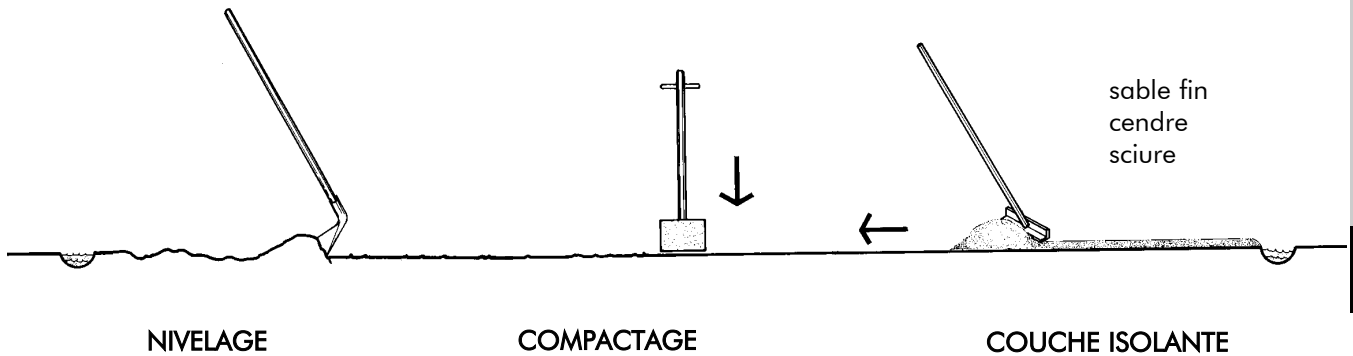
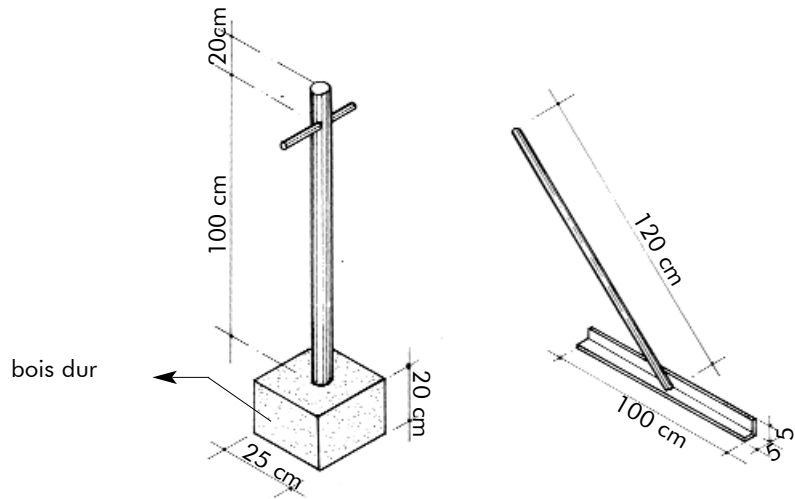
Employés dans les unités de production ayant des moyens et des ressources.
De 5 à 50 m³/jour.



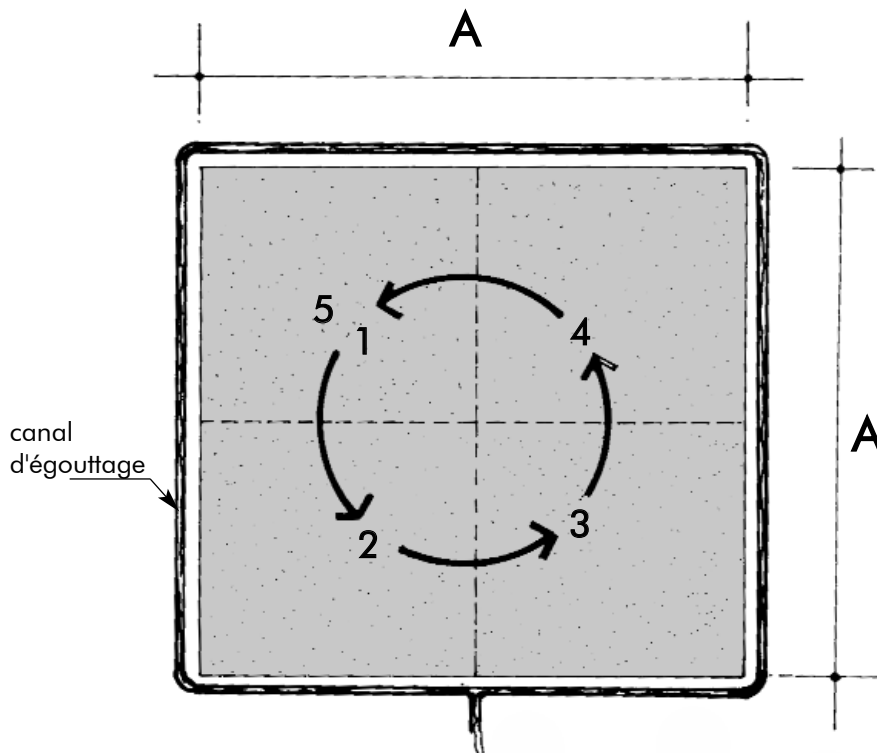
PREPARATION DE L'AIRES DE SECHAGE

ESPACE POUR LE SECHAGE :

Pour un bon séchage des briques d'adobe, il est nécessaire de disposer d'un espace en bon état : plat, isolé et délimité.



ZONE DE PRODUCTION



La zone de production se détermine en fonction du rendement journalier, des dimensions de l'adobe (épaisseur) et de son temps de séchage.

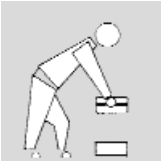
Cette zone sera délimitée par un canal d'égouttage des eaux de pluie.

Exemple :

Si $A = 15$ m, on aura 4 jours de production et $4 \text{ jours} \times 414 \text{ briques d'adobe/jour} = 1656 \text{ briques d'adobe}$.

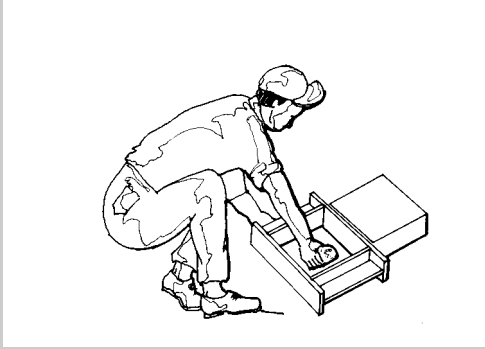
La zone peut être réutilisée au bout du 5e jour.

MOULAGE / DEMOULAGE

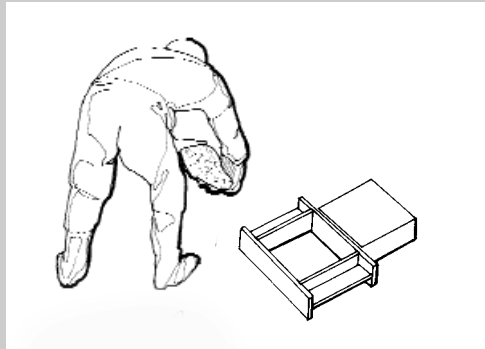


Le moulage est réalisé après avoir laissé le mélange terre/eau reposer pendant au minimum une nuit. Le lendemain, mélanger de nouveau, cette fois-ci en ajoutant la paille.

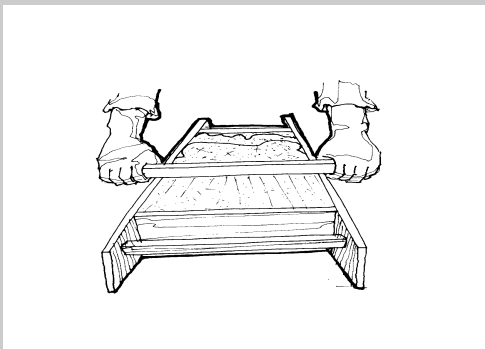
ETAPES IMPORTANTES



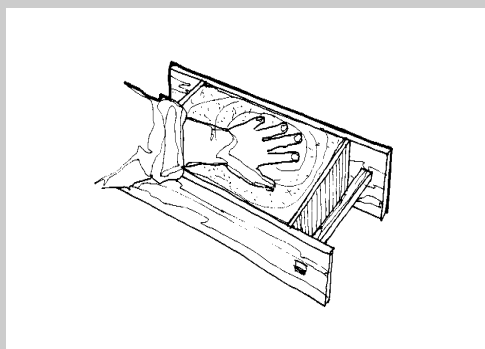
Nettoyer le moule



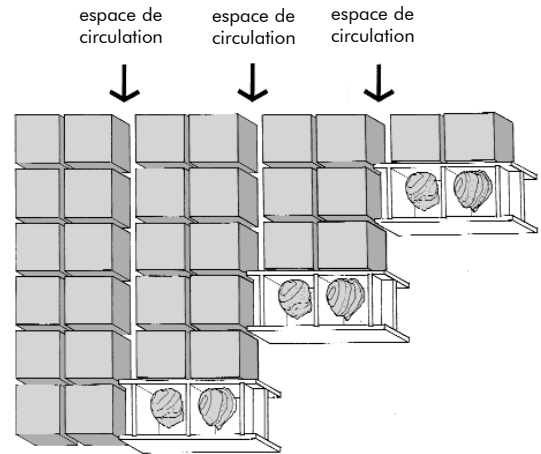
Remplir le moule



Niveler

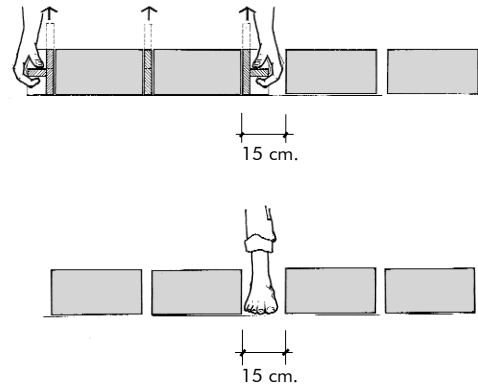


Egaliser avec la paille

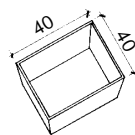


Prévoir à chaque mètre un espace de circulation nécessaire.

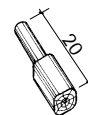
Respecter les alignements pour tirer le meilleur parti de l'espace disponible et faciliter le comptage.



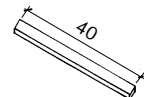
OUTILS



Récipient pour laver le moule



Pilon

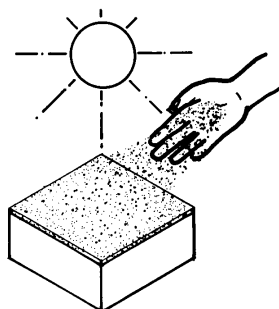


Règle pour le lissage



Eponge

PRECAUTION CONTRE LES FISSURES DE RETRACTION DUES AUX FORTES TEMPERATURES

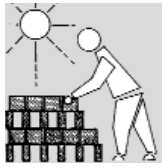


Eviter de travailler pendant les heures de fort ensoleillement, entre 11h et 15h.

Protéger immédiatement la surface d'une couche de sable ou de cendre.

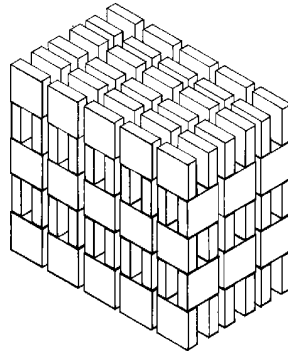
STOCKAGE / TRANSPORT

Pour conserver la qualité de l'adobe, il est nécessaire de le stocker de façon appropriée afin d'éviter les problèmes que peuvent causer la pluie et l'humidité.

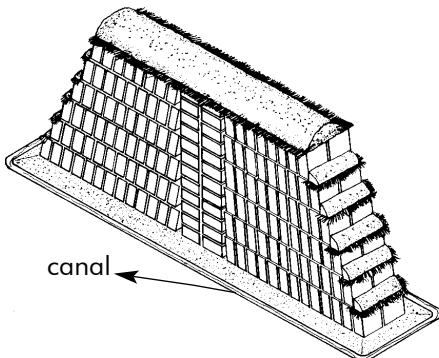


STOCKAGE EXTERIEUR

Stockage initial aéré pour parvenir à un séchage complet des briques d'adobe.

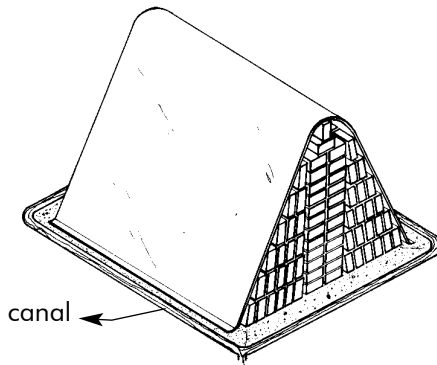


Types de couvertures



canal

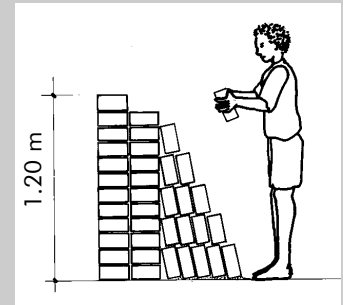
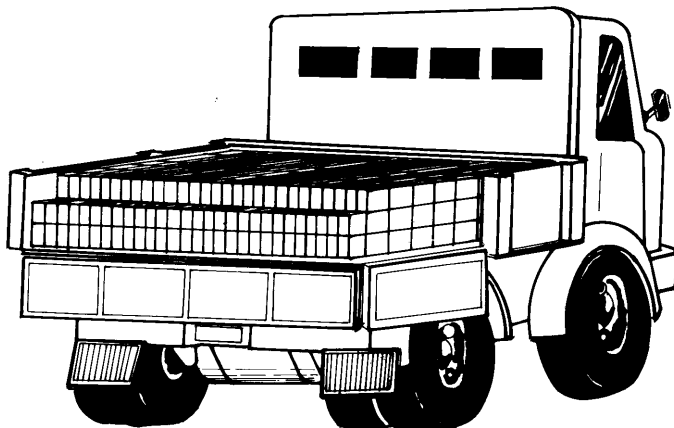
- feuilles (platane, palmier, etc.)
- feuilles de zinc,
- plastique



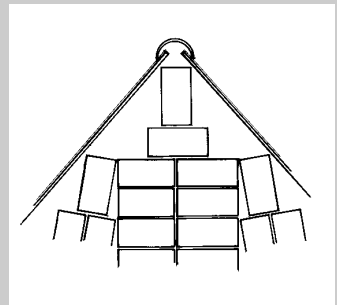
canal



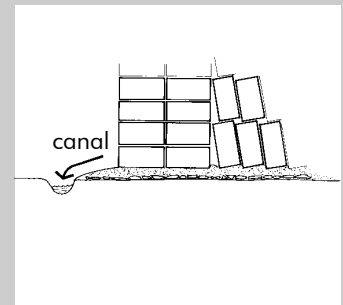
TRANSPORT



Hauteur maximale



Détail de la couverture

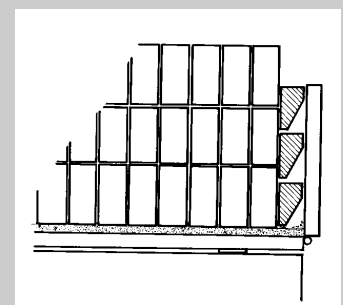


canal

Couche de sable de protection, gravier.
Canal périphérique.

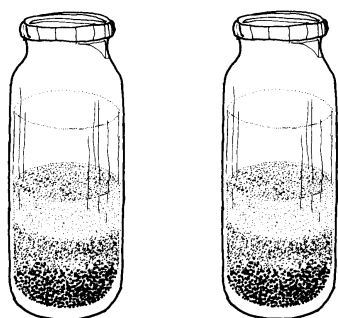
Pour éviter de perdre les briques d'adobe pendant le transport :

- ajouter une couche de sable sous les briques.
- bloquer les briques contre les parois du camion à l'aide de "tasseaux" de bois.



CONTROLE DE QUALITE

CONTROLE DE LA TERRE



Référence

Echantillon

Lors de l'extraction :

Vérifier chaque semaine que la nouvelle terre est identique à celle sélectionnée au départ.

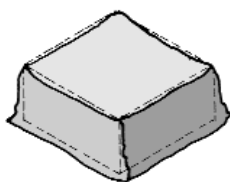
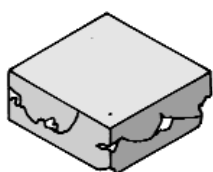
Effectuer le test de la "bouteille" (décantation de la terre dans l'eau après agitation).

Comparer la répartition des différentes couches avec la bouteille de référence.

CORRECTION :

Si les deux bouteilles ne présentent pas le même aspect, refaire l'analyse de la terre pour vérifier ses propriétés.

CONTROLE DE FORME



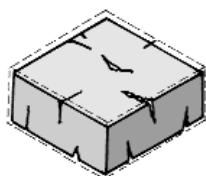
Au démoulage :

- Aucun vide n'est accepté dans les coins
- La base ne doit pas augmenter de plus de 5%

CORRECTION :

- Meilleur tassement dans les angles du moule
- Réduire la quantité d'eau

CONTROLE DE RETRACTION



Après le démoulage :

- Apparition rapide de fissures à la surface

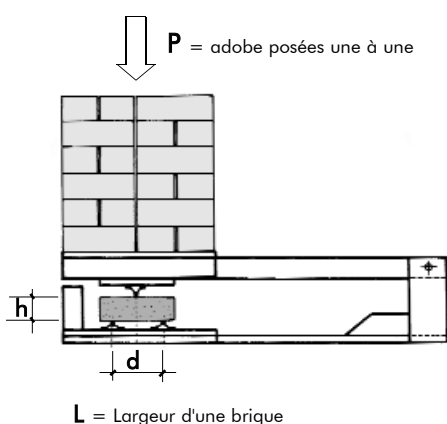
Après le séchage :

- Fissures de plus de 5 cm de profondeur

CORRECTION :

- Protéger du soleil
- Vérifier les proportions de terre et de paille

CONTROLE DE LA RESISTANCE



Après séchage complet :

Choisir au hasard 3 briques dans le stock quotidien. Les trois briques doivent avoir une résistance supérieure à celle exigée dans le "contrat client". Résistance à la flexion : **RF**

$$RF = \frac{1,5 \times P \times d}{L \times h^2}$$

Exemple :

Brique 30 x 30 x 10 cm, d = 15 cm, masse = 9 kg.

Satisfaisant ainsi : P > 30 bloc (Rf > 2,9 kg/cm²)

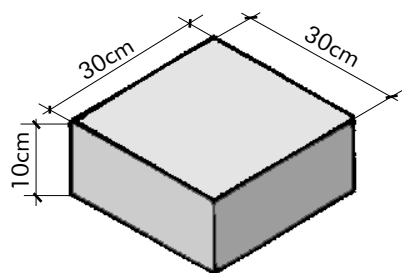
CORRECTION :

- Vérifier la durée de "fermentation" de la terre avant le moulage.
- Vérifier la cohésion de la terre : si celle-ci est trop sablonneuse, changer de fournisseur (carrière).
- Vérifier le pourcentage de paille.

DIMENSIONS DE LA MAISON

Les recommandations et règlements relatifs aux constructions parasismiques en terre partent d'un principe de base : un plan symétrique, de préférence carré, avec des ouvertures centrées et de petites dimensions. La distance maximale d'un mur entre les éléments verticaux et transversaux, sera de 10 fois l'épaisseur du mur.

Si nous avons comme dimensions de adobe :



La formule pour obtenir la dimension maximale de construction est :
 Largeur de la brique x 10 fois = dimension maximale de construction

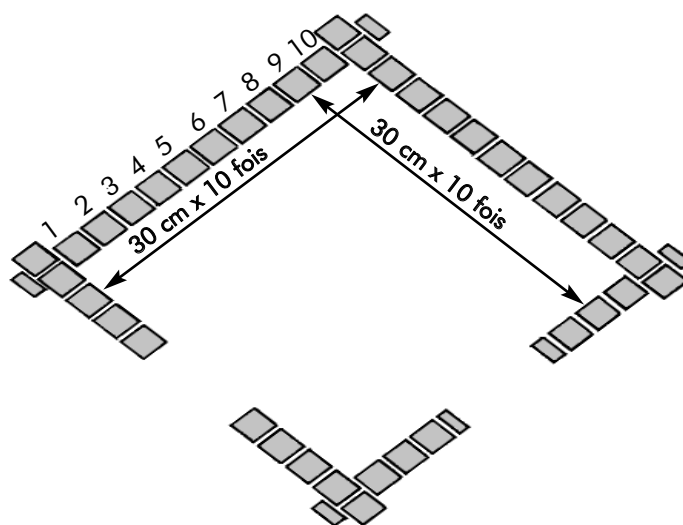
Dimension de la brique

$30 \text{ cm} \times 10 \text{ fois} = 3,00 \text{ m}$

Rajouter ensuite l'épaisseur des joints

11 joints de 2 cm = 22 cm

Ainsi : $3,00 \text{ m} + 22 \text{ cm} = 3,22 \text{ m}$, c'est la dimension maximale de construction.

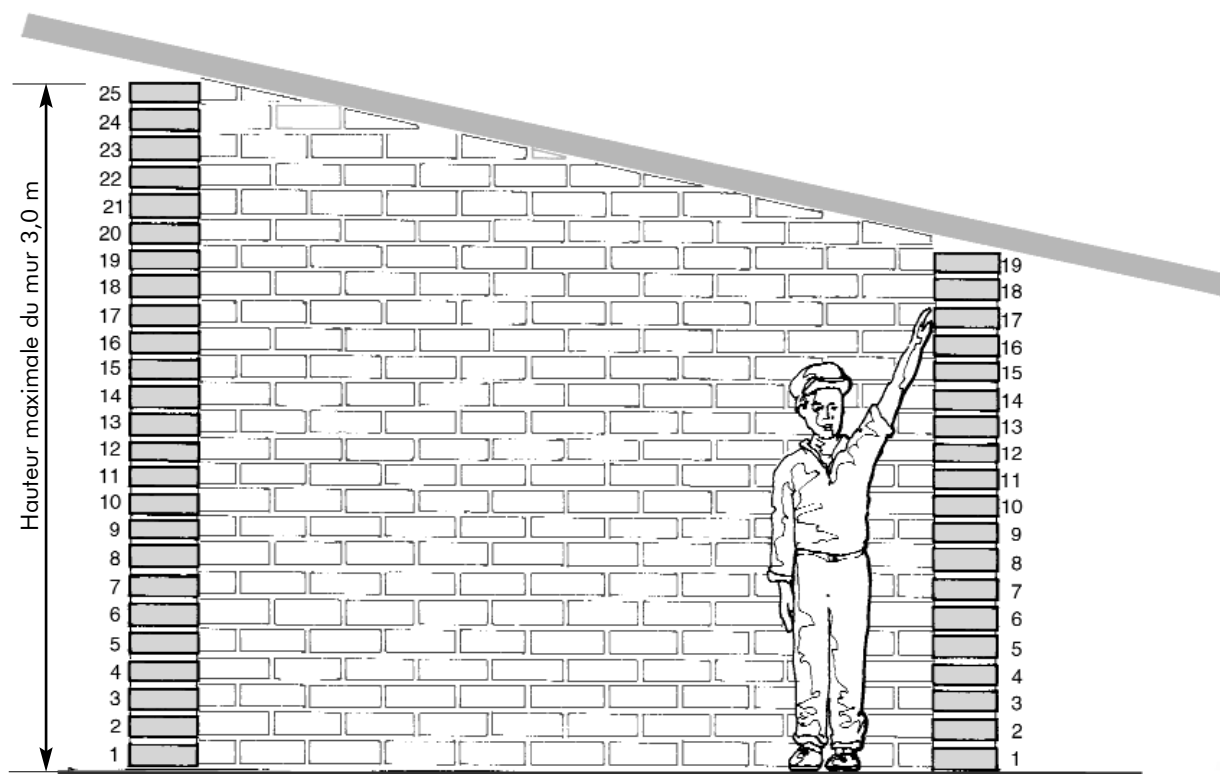
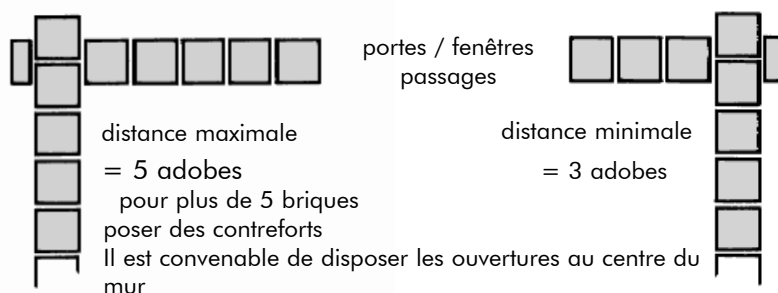


Pour calculer la hauteur maximale
 Largeur de la brique d'adobe x 10 fois = Hauteur maximale du mur..

Largeur de la brique d'adobe de 10 cm x 25 fois = 2.50 m

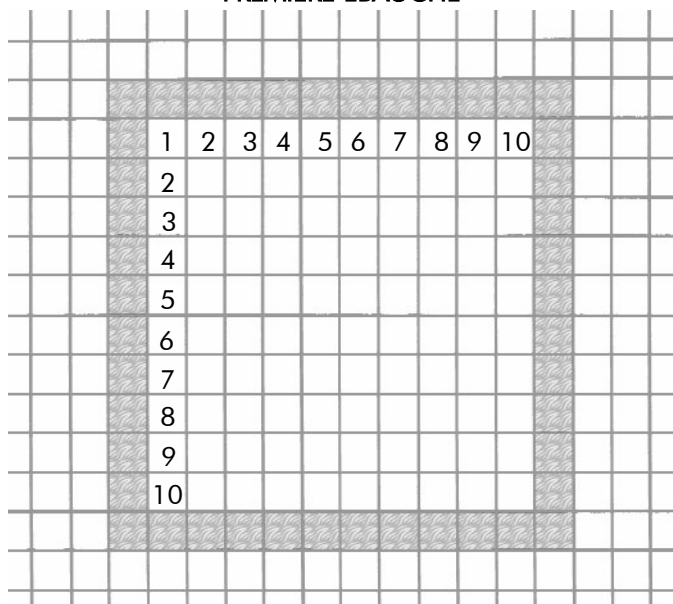
Rajouter ensuite les 25 joints x 2 cm = 50 cm

Hauteur finale du module = **3,00 m**



CONCEPTION DE LA MAISON

PREMIERE EBAUCHE

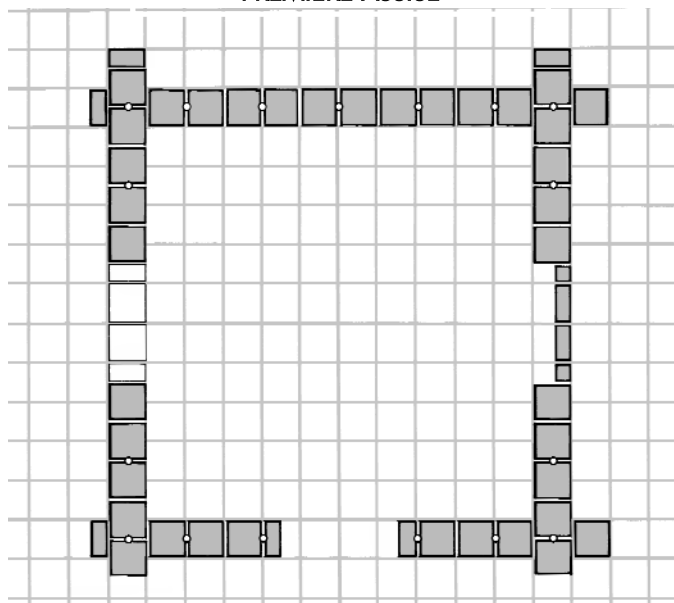


Si l'on désire construire la maison en commençant par un premier module :

PREMIERE ETAPE prendre un crayon et du papier quadrillé

- en considérant chaque carré comme une brique d'adobe, compter le nombre de briques (10)
- puis porter la surface que vont occuper les murs

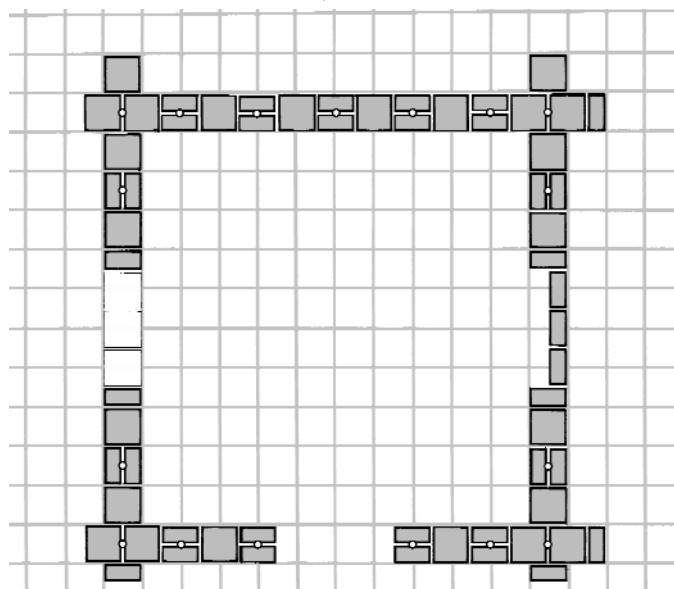
PREMIERE ASSISE



SECONDE ETAPE on positionne les briques d'adobe de la première couche en tenant compte du fait que pour obtenir un bon alignement, il est nécessaire d'utiliser des demi-briques.

- placer les ouvertures (portes et fenêtres).
- placer également les contreforts.

SECONDE ASSISE



TROISIEME ETAPE on réalise la seconde assise, dans laquelle on devra vérifier le bon alignement avec la première couche.

- tenir compte de l'emplacement des renforts verticaux.

EVOLUTION DE LA SEMILLA

Les dimensions de la maison se développent à partir d'un module appelé "semilla", qui présente des caractéristiques parasismiques et à partir duquel il est possible de réaliser des agrandissements successifs.

La taille et l'agrandissement de la maison se feront en fonction des conditions économiques, de la disponibilité des matériaux et du temps disponible.

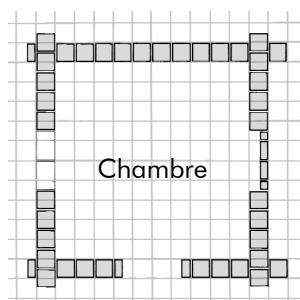
Si les conditions le permettent, on pourra réaliser directement la dernière étape.

LA SEMILLA

Surface habitable = 10,36 m²

Briques entières d'adobe = 806 unités

Demi-briques d'adobe = 295 unités

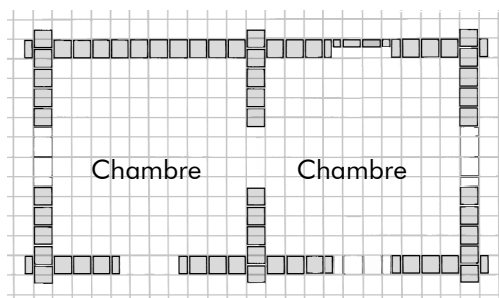


MAISON RURALE DE BASE

Surface habitable = 20,74 m²

Briques entières d'adobe = 1430 unités

Demi-briques d'adobe = 539 unités

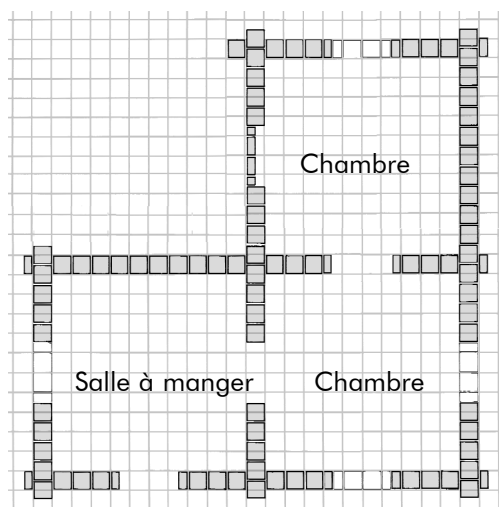


MAISON INTERMEDIAIRE

Surface habitable = 31,08 m²

Briques entières d'adobe = 2054 unités

Demi-briques d'adobe = 783 unités



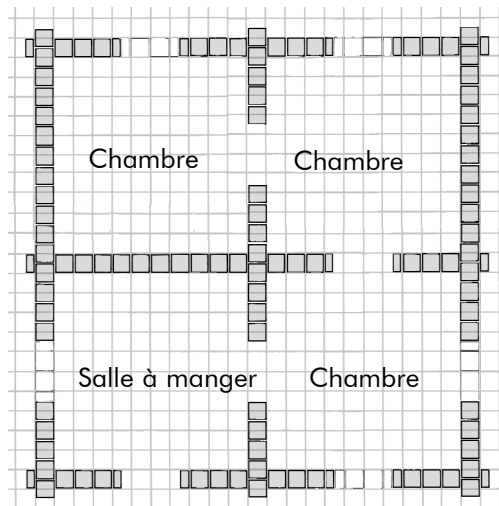
ATTENTION: Ces formes ne sont pas équivalentes à une maison rectangulaire ou en "L", et constituent la somme de modules correctement fixes aux transversales.

MAISON COMPLETE

Surface habitable = 41,44 m²

Briques entières d'adobe = 2454 unités

Demi-briques d'adobe = 930 unités

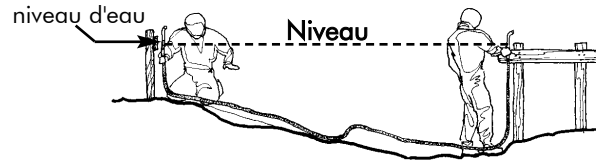


IMPORTANT : On ne tient pas compte de l'espace destiné à la cuisine puisque traditionnellement, celle-ci est installée dans une annexe. Si les conditions le permettent, on pourra considérer la "semilla" comme une cuisine.

TRACÉ ET IMPLANTATION

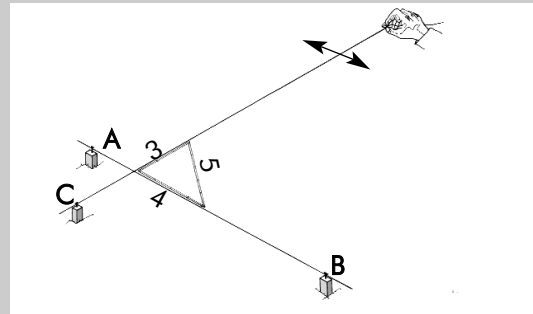
La première opération à réaliser au début de la construction d'une maison consiste à reporter sur le terrain le dessin réalisé sur le papier. Un tracé correct est important puisque de lui dépend la réussite des étapes suivantes de la construction.

- 1 - Niveau vertical.** A l'aide d'un tuyau transparent flexible et d'eau, on procède :
- à la vérification du pourcentage de dénivelé du terrain
 - à la définition des hauteurs des fondations
 - au transfert des hauteurs d'un point à un autre.

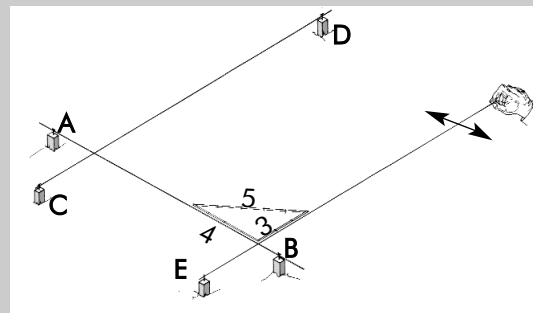


2- Tracé. Une fois préparé le terrain : propre et nivelé, définir à l'aide de piquets provisoires et d'une corde une ligne AB appelée ligne "principale" ou de référence.

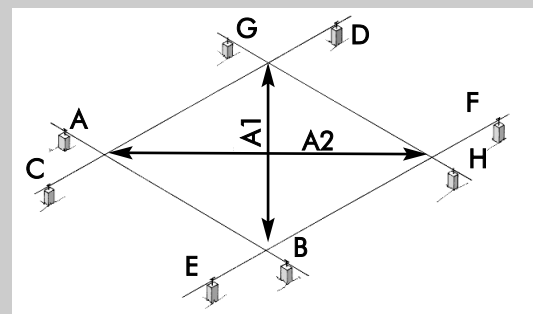
Pour tracer la ligne orthogonale CD (angle droit) à la ligne de référence, utiliser la méthode des 3, 4, 5, réaliser une équerre à l'aide d'un décimètre.



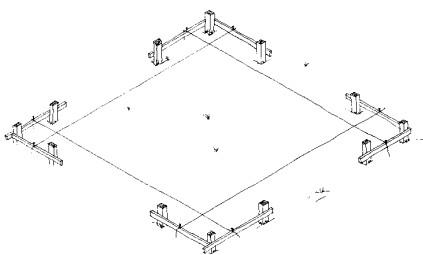
Placer le point d'intersection, placer le point D, tirer la corde jusqu'au point E en s'efforçant d'aligner à l'équerre précédemment définie.



La ligne suivante orthogonale EF est réalisée comme la précédente. Enfin, tracer la ligne GH parallèle à la ligne de référence, en prenant les distances préalablement requises.

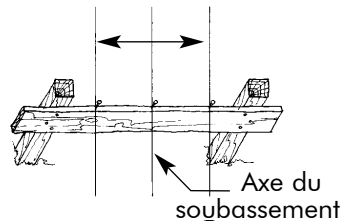


Installation des chaises en bois et des cordes



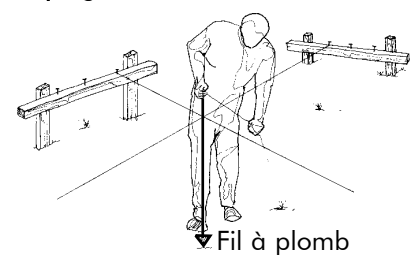
Une fois défini le cadre, on vérifie le bon angle des 4 côtés, en mesurant les deux diagonales :
 $A1 = A2$.

Largeur des fondations



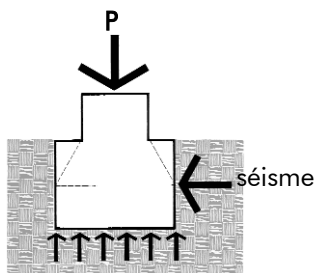
Procéder ensuite au tracé des lignes définitives afin de définir l'axe et la largeur de cimentation et du mur avec les dimensions définitives de la maison.

Marquage des limites de la tranchée



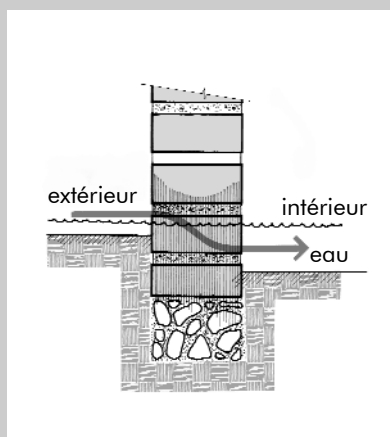
Procéder ensuite au report des points sur le sol pour le tracé et l'excavation à l'aide d'un fil à plomb et des cordes tendues.

FONDATIONS



Le travail des fondations est de transmettre la charge de la construction au terrain. Le poids de la structure doit être adapté à la capacité portante du terrain qui doit à son tour être un sol stable. On s'assure ainsi d'une bonne connexion entre la structure et les fondations et un bon ancrage de l'ensemble dans le sol.

PROBLEMES - PATHOLOGIES: fondations défectueuses

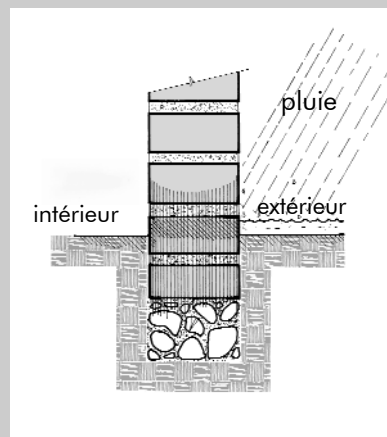


Inondation

Il est nécessaire d'avoir de bonnes fondations et il faut aussi que les soubassements de la maison dépassent de 20 cm environ le niveau du terrain à l'extérieur pour éviter :

- qu'en cas de pluie, le mur n'absorbe l'humidité.
- qu'en cas d'inondation, si niveau du sol intérieur est inférieur au niveau extérieur, l'eau ne pénètre à l'intérieur.

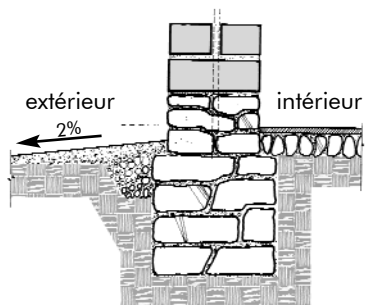
Ces phénomènes entraînent la fragilisation des murs qui ne sont plus capables de résister en cas de séisme.



Absorption de l'humidité

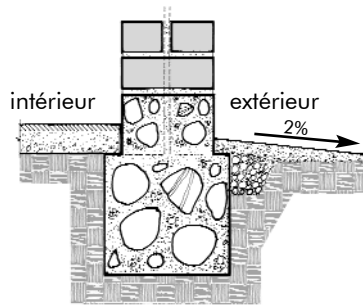
TYPES DE SOUBASSEMENTS ET FONDATIONS

Le choix d'un type de matériel pour les fondations se fera en fonction de la disponibilité du matériau, des coûts et de la rapidité de mise en œuvre.



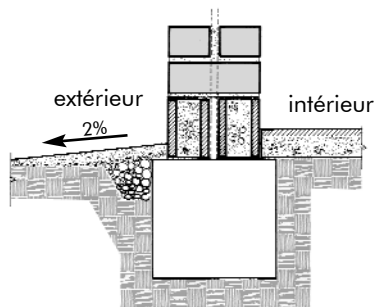
Fondations en maçonnerie de pierres

La largeur minimale des fondations sera de 40 cm. Toutefois, la largeur recommandée est de 1,5 fois la largeur du mur.



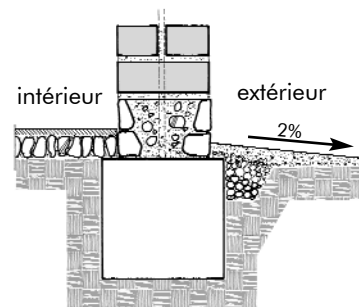
Fondations en béton cyclopéen

AUTRES SOUBASSEMENTS POSSIBLES



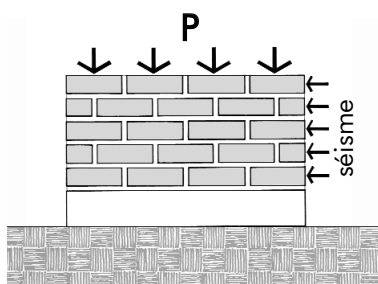
Soubassement en blocs de béton (40 x 20 x 14 cm) et remplissage de béton.

La hauteur minimale sera de 20 cm.



Soubassement coffré avec pierres et remplissage de béton

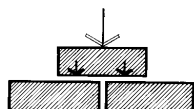
MURS



Un mur de charge transmet aux soubassements les charges que reçoit la toiture plus son poids propre.
Quand un séisme se produit, le mur supporte des charges perpendiculaires à son plan.

POSE DES D'ADOBE

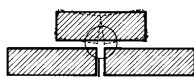
POSE DU MORTIER



Le bon appareillage des briques favorise la bonne répartition des charges.



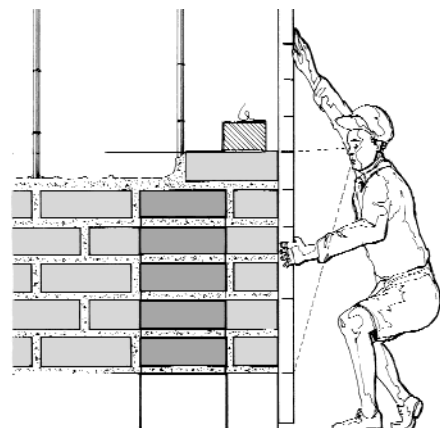
Une brique défectueuse transmet mal les charges et favorise la rupture de la brique.



Mauvais usage du mortier : espaces vides

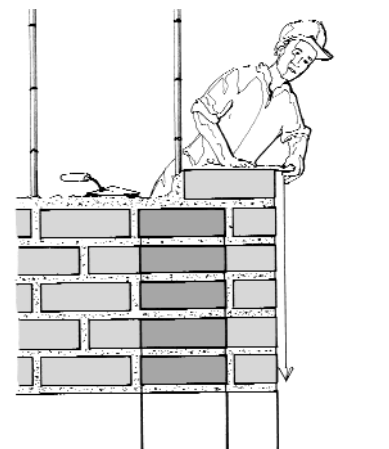
Bon positionnement du mortier

VERIFICATION DE LA HAUTEUR



Utiliser une règle graduée à 12 cm (brique + joint) et vérifier la hauteur à chaque fois qu'une brique principale est posée.

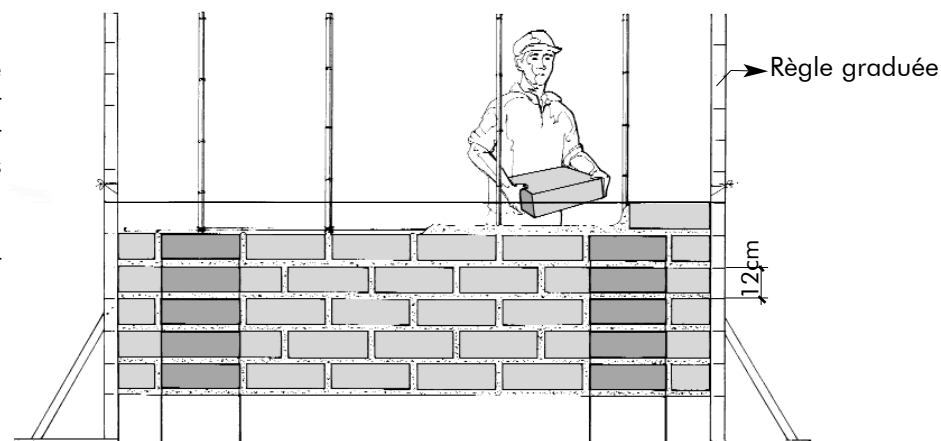
VERIFICATION DE LA VERTICALITE



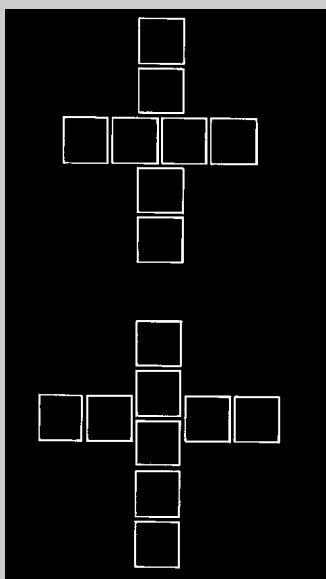
A l'aide d'un fil à plomb, vérifier la verticalité depuis le bloc principal jusqu'à la première assise.

AUTRE ALTERNATIVE DE CONTROLE VERTICAL ET HORIZONTAL

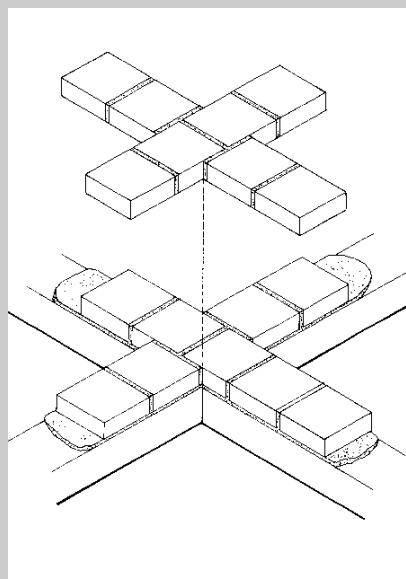
Une manière efficace de vérifier le niveau horizontal et la verticalité du mur est d'installer des règles graduées fixées des 4 côtés de la construction, ce qui favorise la rapidité d'exécution mais est plus coûteux à réaliser.



APPAREILLAGES DE MURS SIMPLES

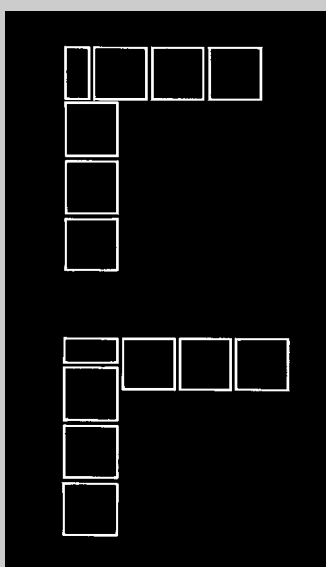


seconde assise

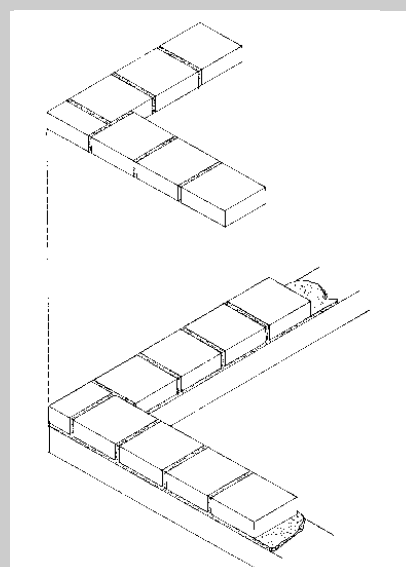


première assise

Appareillage en forme de "+", appareillage de la première et de la seconde assise

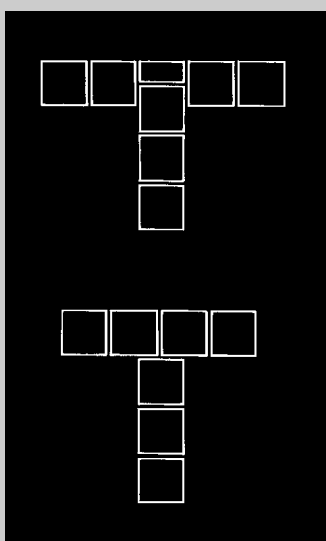


seconde assise

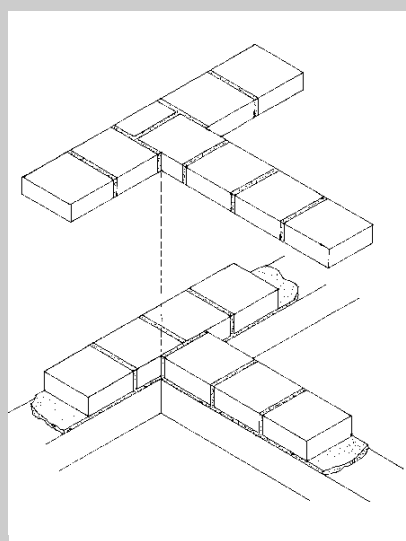


première assise

Appareillage en forme de "L", appareillage de la première et de la seconde assise



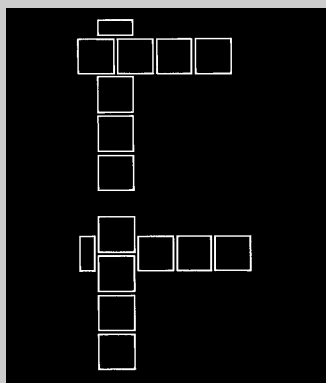
seconde assise



première assise

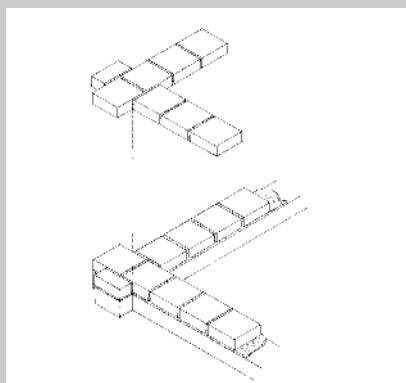
Appareillage en forme de "T", appareillage de la première et de la seconde assise

APPAREILLAGES DES MURS AVEC CONTREFORTS

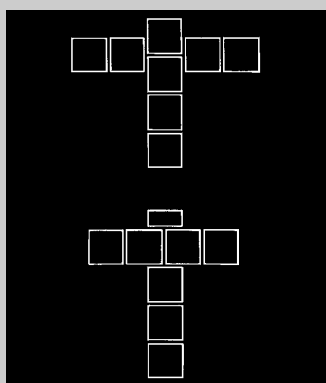


seconde assise

première assise

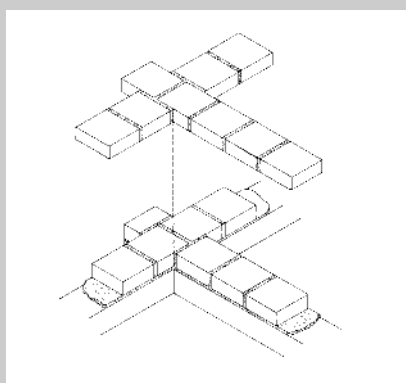


Appareillage des murs de coin, avec contreforts

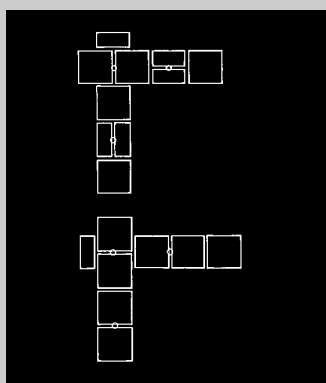


seconde assise

première assise

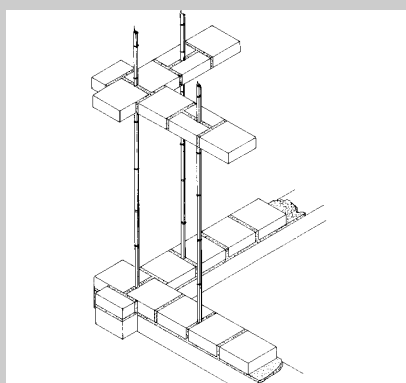


Appareillage des murs intermédiaires, avec contreforts

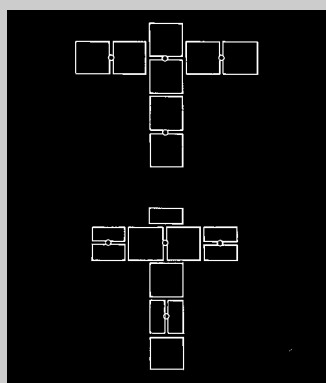


seconde assise

première assise

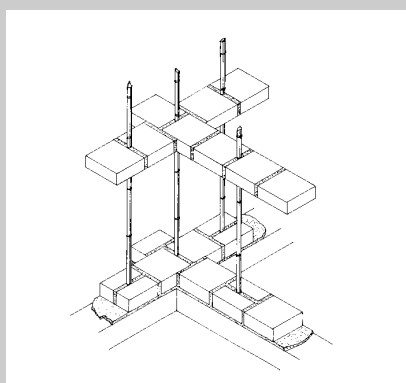


Appareillage des murs de coins, avec renforts verticaux



seconde assise

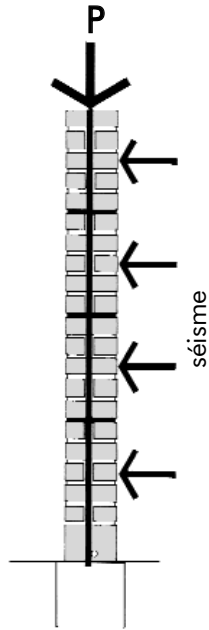
première assise



Appareillage des murs intermédiaires, avec renforts verticaux

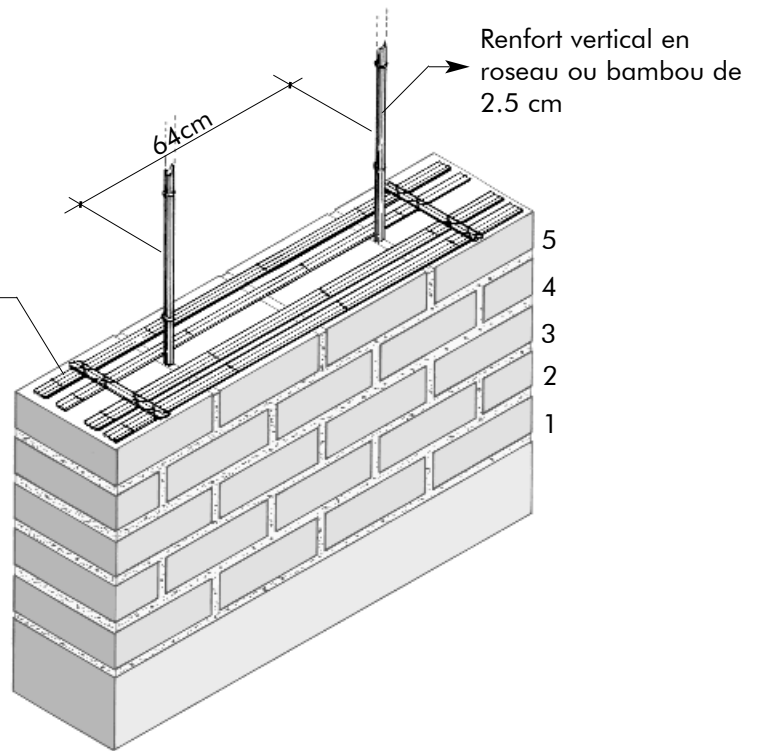
RENFORTS

Les renforts verticaux et horizontaux augmentent la résistance des murs aux séismes. L'installation de renforts à l'intérieur du mur améliore leur stabilité, permet d'éviter leur séparation dans les coins et ainsi le décollage et la chute des murs.



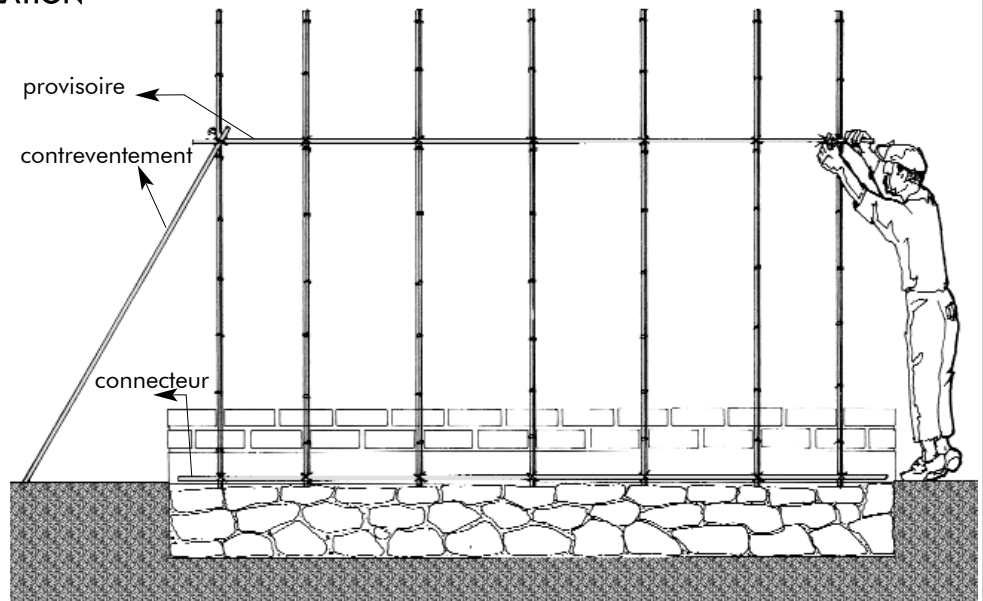
DIMENSIONS

Renfort horizontal en roseau ou bambou refendu, installé toutes les 5 assise

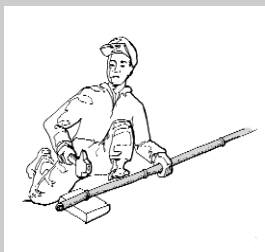


INSTALLATION

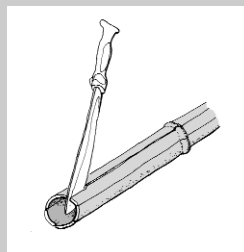
Une fois défini le placement des perches, on procède à leur installation verticale, pour cela on s'appuie sur un connecteur horizontal placé dans la partie basse (soubassement) et un autre dans la partie haute, ces connecteurs permettant de maintenir les perches verticalement à mesure que le mur s'élève, ces éléments étant temporaires, aussi on s'appuie sur des supports lateraux (contreventement)



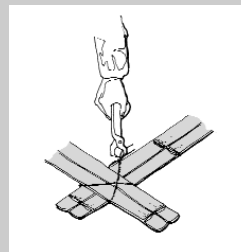
DETAILS DE L'INSTALLATION



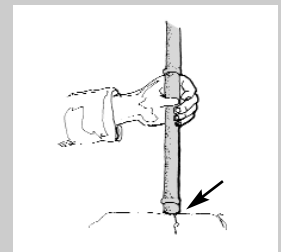
Casser les nœuds des perches.



Ouvrir les perches d'un seul côté.

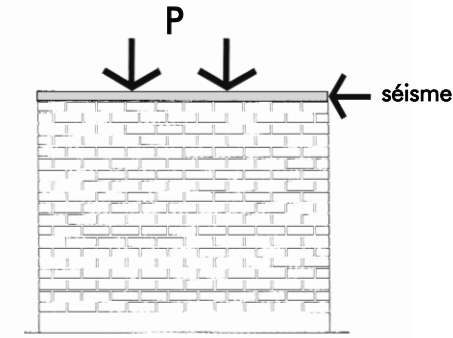


Au niveau des coins, assurer avec du fil de fer.



Toujours couper les perches après un nœud.

CHAÎNAGE



Anneau ou ceinture qui entoure l'édifice dans sa partie supérieure afin de transmettre correctement les efforts en cas de séisme, ayant en outre les fonctions suivantes :

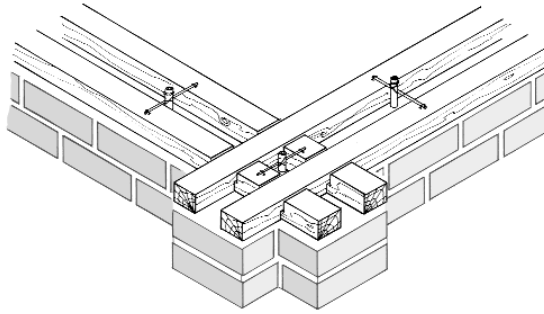
- assurer la continuité entre les murs transversaux
- augmenter la résistance à la flexion
- assurer une meilleure continuité entre la toiture et le mur

POUTRES EN BOIS

Dans les zones où le bois est accessible, cette solution est la plus rapide, à condition que les coins puissent garantir une bonne jointure (rainure et languette).

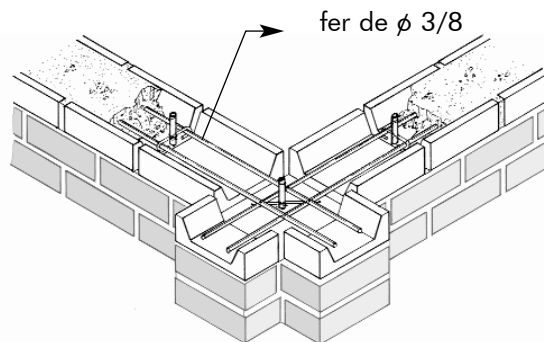
Il est recommandé d'utiliser des poutres de 10 x 10 cm.

TYPES DE CHAÎNAGE



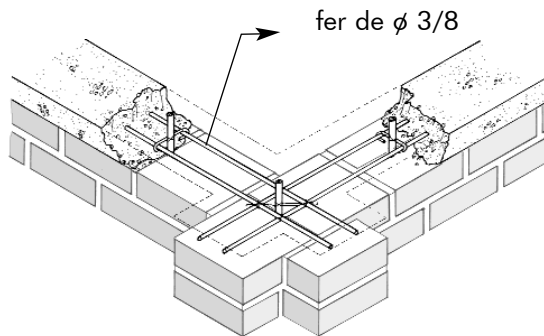
BLOC EN "U"

L'avantage en est la rapidité d'installation, mais elle nécessite de fabriquer des briques en "U" stabilisées avec une proportion de 1:8 ciment/sable



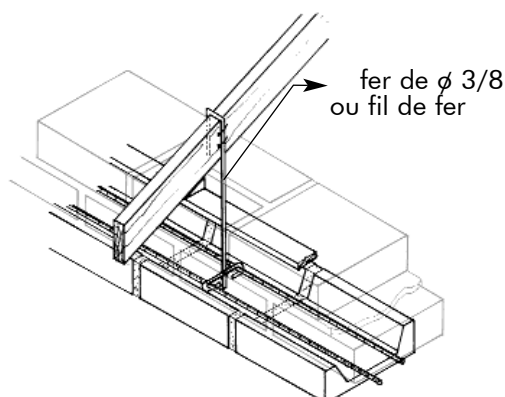
POUTRE EN BETON ARME

Solution qui présente un inconvénient de coût, nécessite un coffrage en bois et un temps de séchage déterminé.

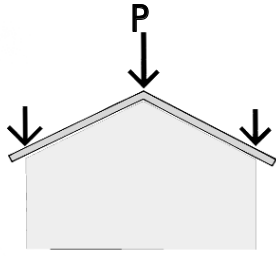


DETAIL DU RACCORDEMENT A LA TOITURE

Il est important, quelle que soit la solution, de réaliser la connexion de la poutre avec le toit afin d'assurer une certaine résistance aux contraintes engendrées par les cyclones.



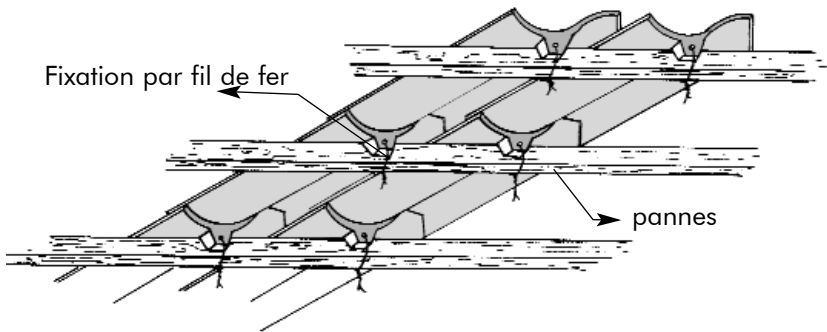
STRUCTURES DE TOITURE



Le toit : structure et couverture se comportent comme un diaphragme (rigide et souple) qui résiste à la flexion et au cisaillement.
 Une maison en zone sismique nécessite un toit léger et qui répartit la charge de façon homogène sur les murs.
 Il est également nécessaire de considérer les auvents comme faisant partie de la protection du mur, ceux-ci ne doivent pas faire moins de 50 cm ni plus de 1 m.

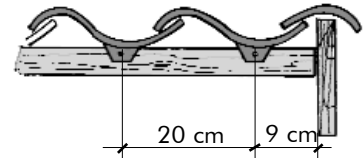
TYPES

TUILES DE MICRO-BETON

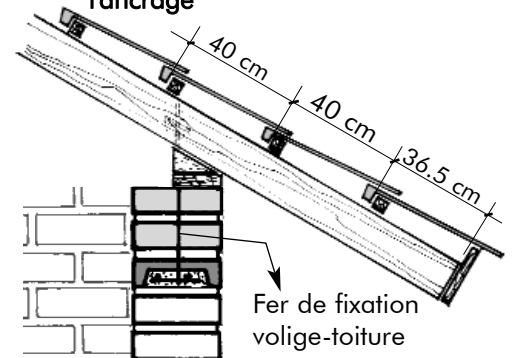


Les tuiles en micro-béton isolent mieux l'intérieur de la chaleur et du bruit de la pluie mais elles nécessitent une structure uniforme et une plus grande quantité de pannes.
 Pour un mètre carré de toiture, il faut 12,5 unités de tuiles.

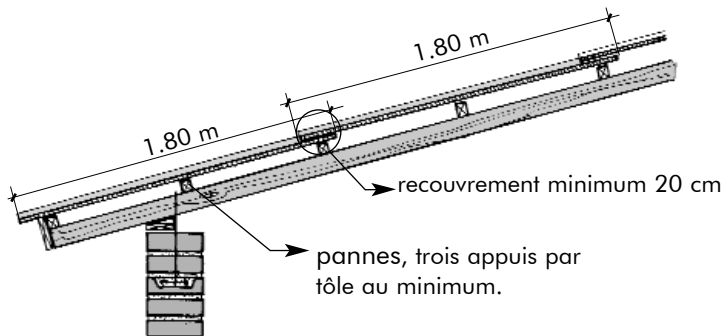
Installation latérale



Détail du recouvrement et de l'ancrage



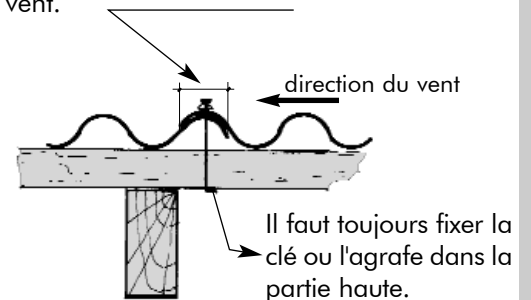
TOLES ONDULEES



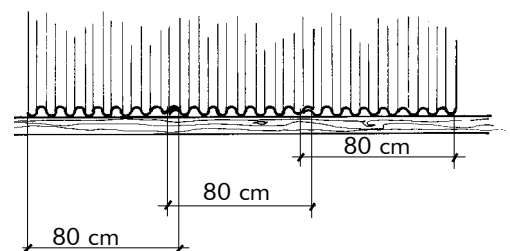
Les tôles ondulées (zinc) sont plus faciles à installer dans une maison, et elles sont en outre plus économiques, mais elles laissent passer la chaleur et le bruit. Si elles se percent, il est nécessaire de changer tout le panneau. Pour une surface de 1,20 m² de toiture, il faut 1 tôle.

Recouvrement et fixation

Pour les tôles à ondulations serrées (25 mm), le recouvrement se fait sur une ondulation complète, et dans le sens du vent.



Recouvrement latéral



REVETEMENTS

Traitement appliqué sur la surface de la paroi afin de la protéger des effets néfastes du climat et de l'utilisation. Les revêtements servent aussi à rehausser l'allure esthétique de la maison. Une paroi protégée par un revêtement sera mieux à même de résister à un séisme.

Le travail de réalisation des revêtements de mur comprend plusieurs étapes :

1. Préparation:

Nettoyer le mur afin d'éliminer les particules isolées de terre et de sable et garantir l'adhérence du remplissage à la trame du mur. Si on décide d'humidifier le mur, il faut attendre un certain temps afin que le mur puisse évaporer et absorber l'eau jusqu'à l'intérieur.



2. Première couche:

Elle sert à niveler les imperfections du mur et à recevoir la couche de finition.

L'épaisseur de cette couche est de 8 à 20 mm.

Le mortier doit avoir les proportions suivantes :

1 part de terre argileuse à 5 mm de diamètre

2 parts de sable (qui passe le tamis de 5 mm).

1/3 de paille coupée à 3 cm de long.



3. "Incisions"

Aussitôt après la pose de la première couche, avant le séchage, on réalise des "incisions" à l'aide d'une brosse métallique ou de clous, ce qui permet d'améliorer l'adhésion de la seconde couche sur la première.



4. Seconde couche : "la finition"

Couche fine de scellement ou de protection qui confère à la maison son esthétique, celle-ci est réalisée quand la première couche est complètement sèche.

Son épaisseur est de 1 à 2 mm.

Les proportions approximatives du mortier sont :

1 part de terre (qui passe le tamis de 2 mm)

3 ou 4 parts de sable fin.

Au moment de réaliser cette couche, il est important de réaliser plusieurs échantillons en modifiant les proportions jusqu'à obtenir un mélange approprié qui ne se fissure pas et soit résistant.



5. Tamponnement

Réalisé avec une éponge en effectuant des déplacements circulaires, et en attendant quelques minutes (15 à 20 minutes) pour passer un pinceau sec en mouvement rectilignes, l'objectif étant de tamponner la surface.

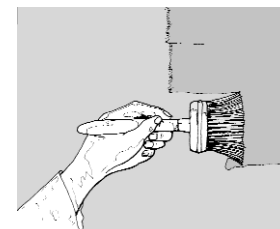
Il existe d'autres solutions ou combinaisons.

chaux et sable,

chaux, sable et terre,

plâtre et sable,

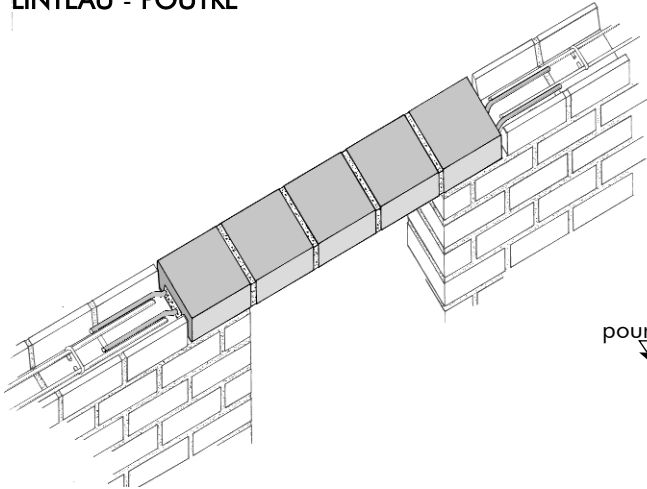
plâtre, chaux et sable



ELEMENTS PREFABRIQUES

Les éléments préfabriqués permettent de réduire le temps de travail sur le chantier. Ils peuvent être fabriqués parallèlement à l'avancement des travaux et être prêt à la pose au moment indiqué, sans interrompre les étapes suivantes.

LINTEAU - POUTRE

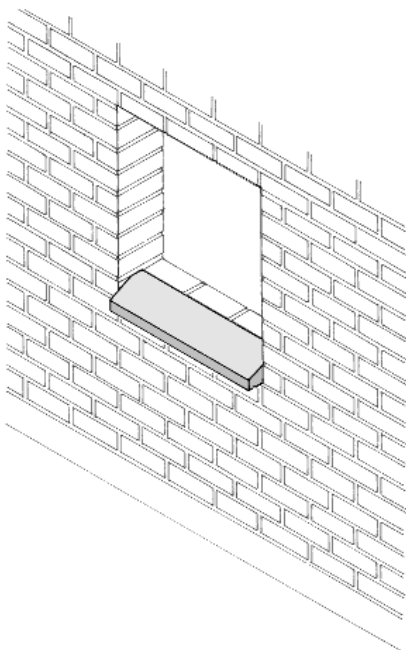


Ils sont réalisés en plaçant des blocs en "U" stabilisés (1:8) sur un sol plat, les blocs étant disposés à 2 cm les uns des autres ou à la distance correspondant à la distance par rapport à la porte ou à la fenêtre.

Ils se préparent 15 jours avant la pose sur le mur.

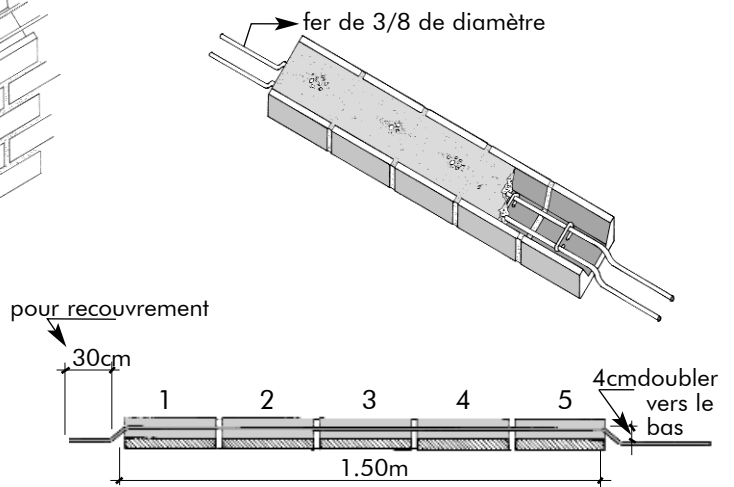
Mortier : 2 parties de sable
2 parties de gravier
1 partie de ciment

CONSOLE POUR APPUI DE FENETRE

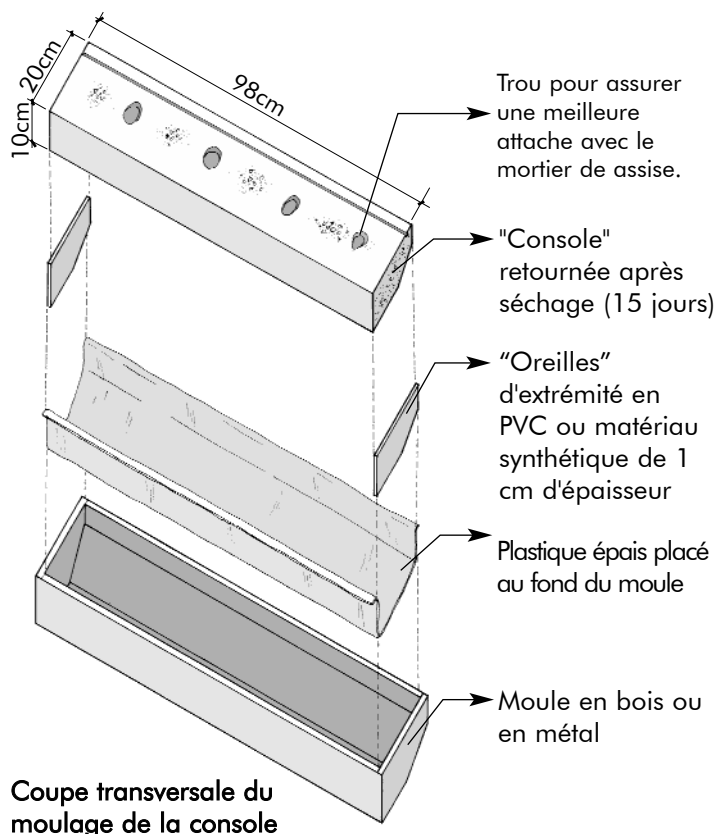


Cet élément est important pour la protection des murs sous la fenêtre.

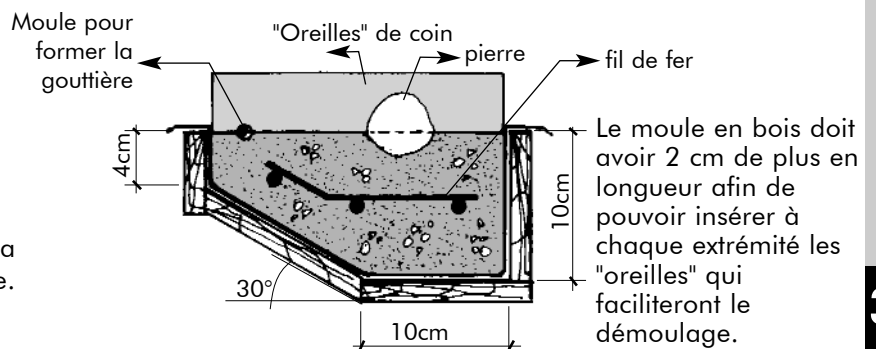
Fabrication



Exemple de montage



Coupe transversale du moulage de la console



ANNEXE

- SEMILLA
- MAISON RURALE

"LA SEMILLA"

PLAN DE LA PREMIERE ASSISE

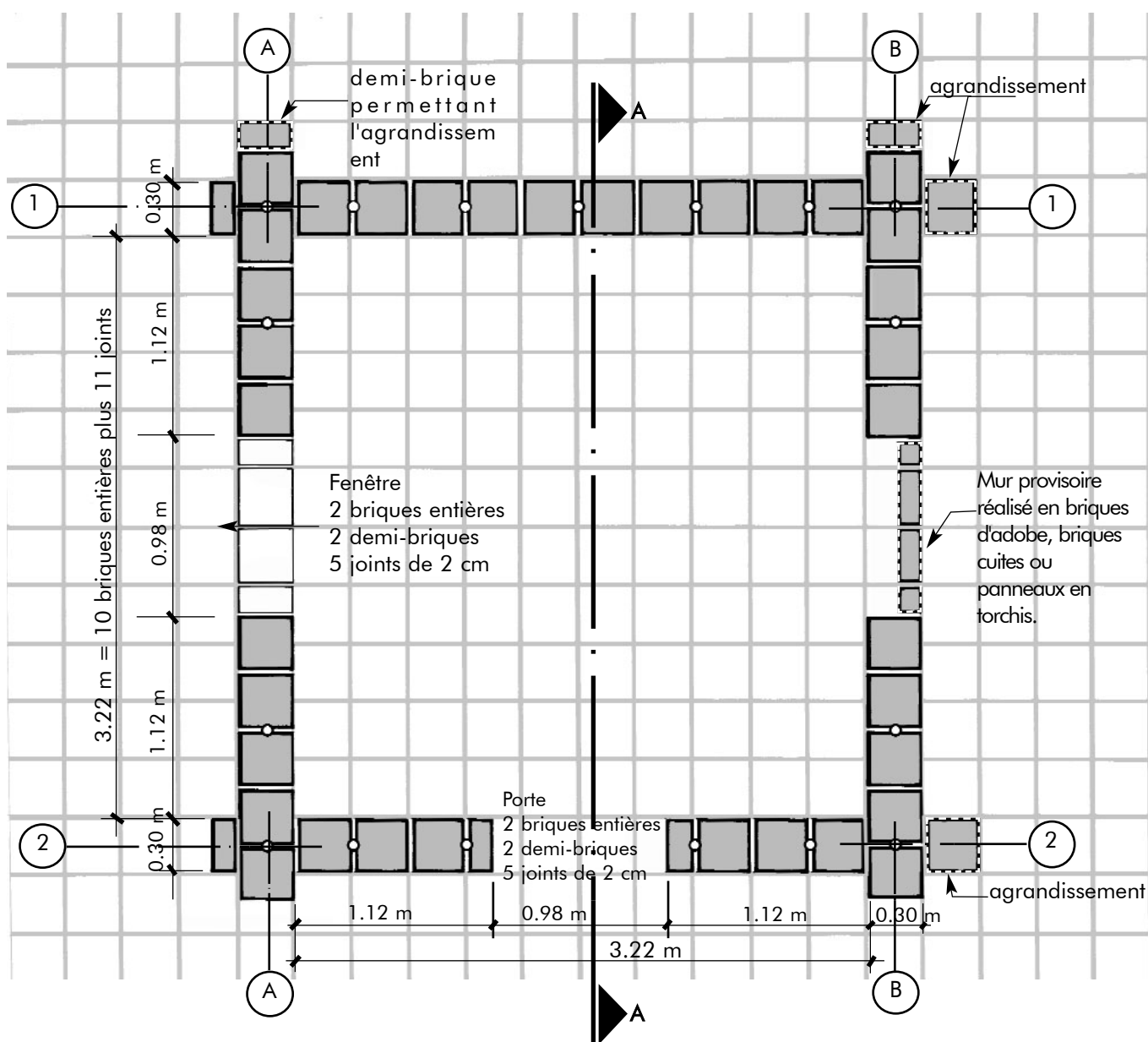


TABLEAU DES DISTANCES HORIZONTALES DANS UN MUR EN ADOBE

mur libre			mur avec 1 raccord			mur avec 2 raccords		
1 adobe =	0.30m		0.32m			0.34m		
2 adobe =	0.62m		0.64m			0.66m		
3 adobe =	0.94m		0.96m			0.98m		
4 adobe =	1.26m		1.28m			1.30m		
5 adobe =	1.58m		1.60m			1.62m		
6 adobe =	1.90m		1.92m			1.94m		
7 adobe =	2.22m		2.24m			2.26m		
8 adobe =	2.54m		2.56m			2.58m		
9 adobe =	2.86m		2.88m			2.90m		
10 adobe =	3.18m		3.20m			3.22m		
11 adobe =	3.50m		3.52m			3.54m		
12 adobe =	3.82m		3.84m			3.86m		

"LA SEMILLA"

PLAN DE LA SECONDE ASSISE

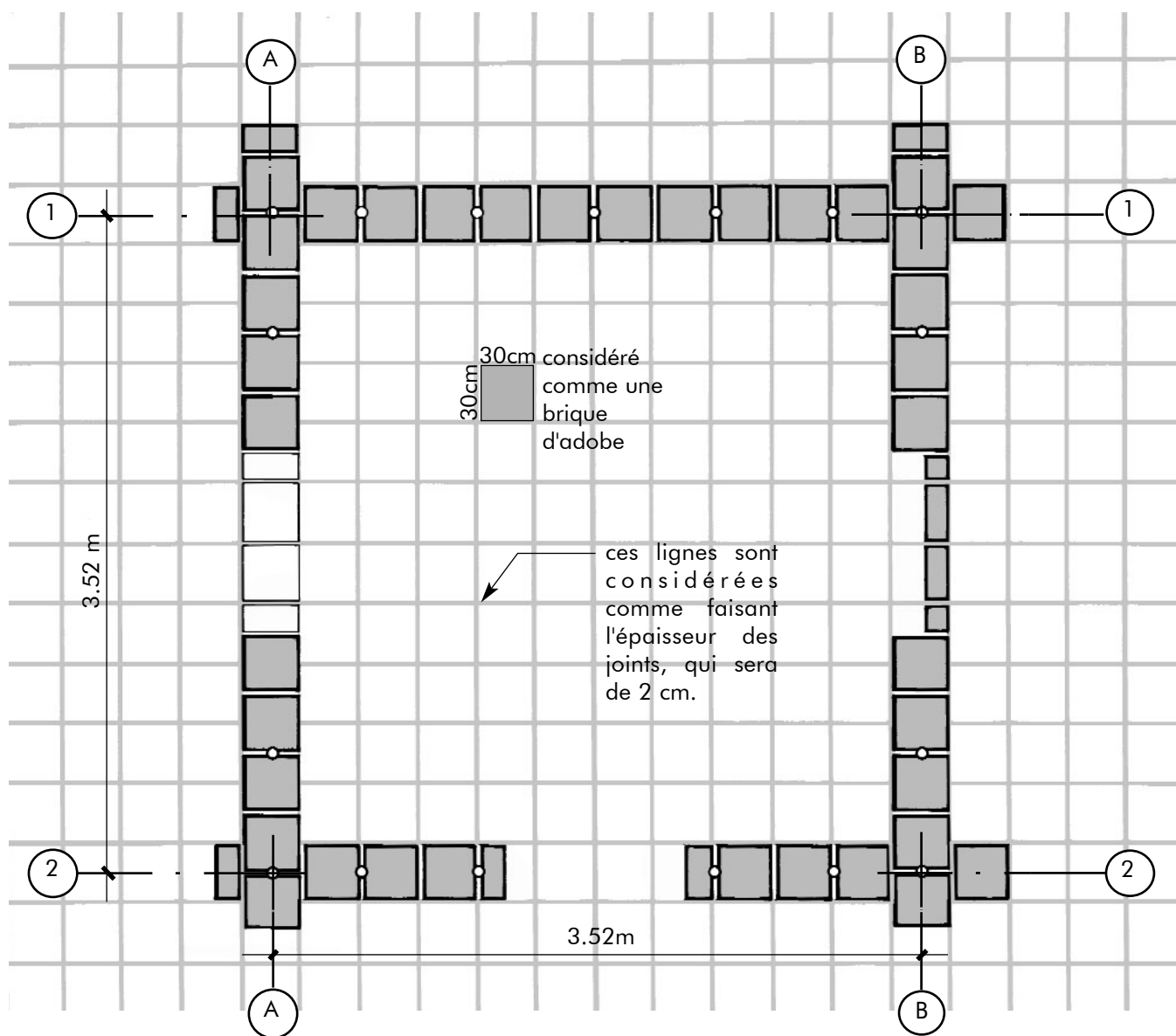
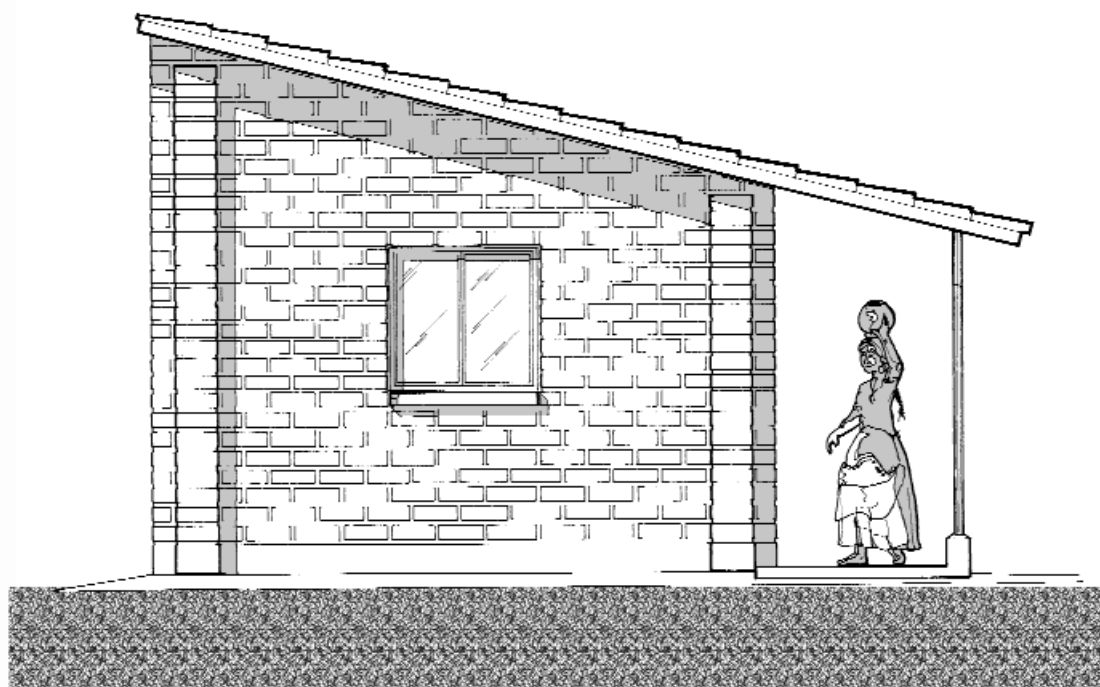


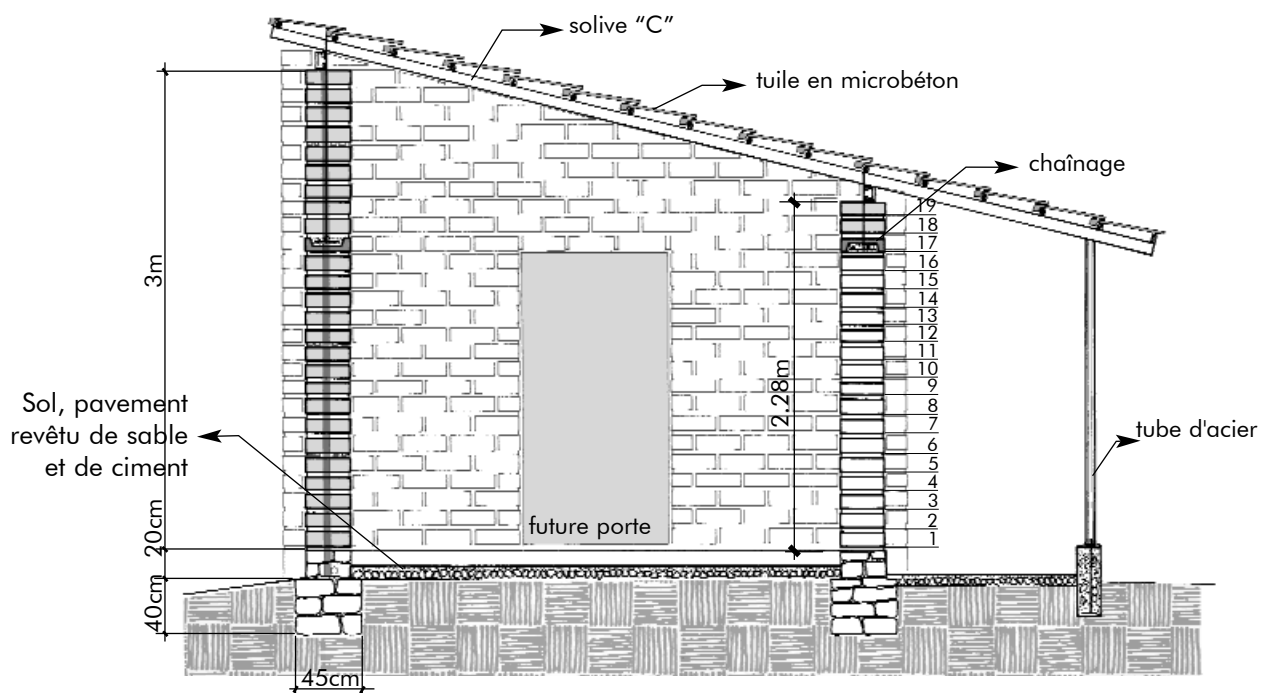
TABLEAU DES DISTANCES VERTICALES D'UN MUR EN ADOBE

1 adobe = 0.12m (adobe + joint)	13 adobe = 1.56m
2 adobe = 0.24m	14 adobe = 1.68m
3 adobe = 0.36m	15 adobe = 1.80m
4 adobe = 0.48m	16 adobe = 1.92m
5 adobe = 0.60m	17 adobe = 2.04m
6 adobe = 0.72m	18 adobe = 2.16m
7 adobe = 0.84m	19 adobe = 2.28m
8 adobe = 0.96m	20 adobe = 2.40m
9 adobe = 1.08m	21 adobe = 2.52m
10 adobe = 1.20m	22 adobe = 2.64m
11 adobe = 1.32m	23 adobe = 2.76m
12 adobe = 1.44m	24 adobe = 2.88m

ELEVATION ET COUPE

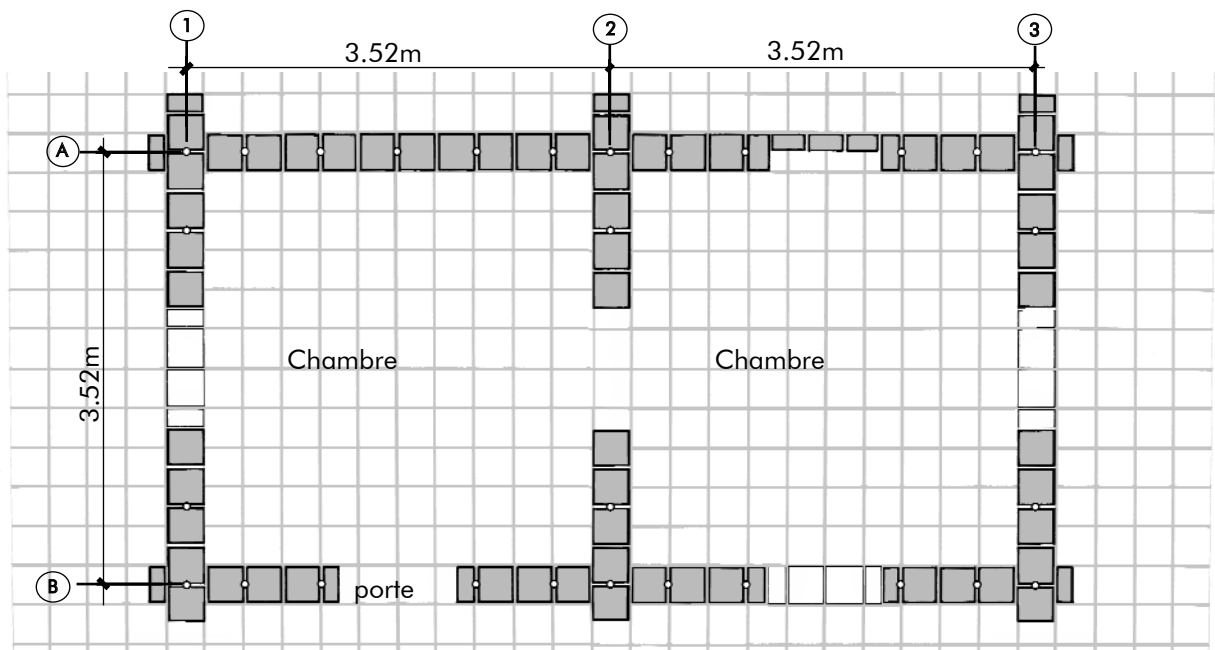


ELEVATION LATÉRALE GAUCHE

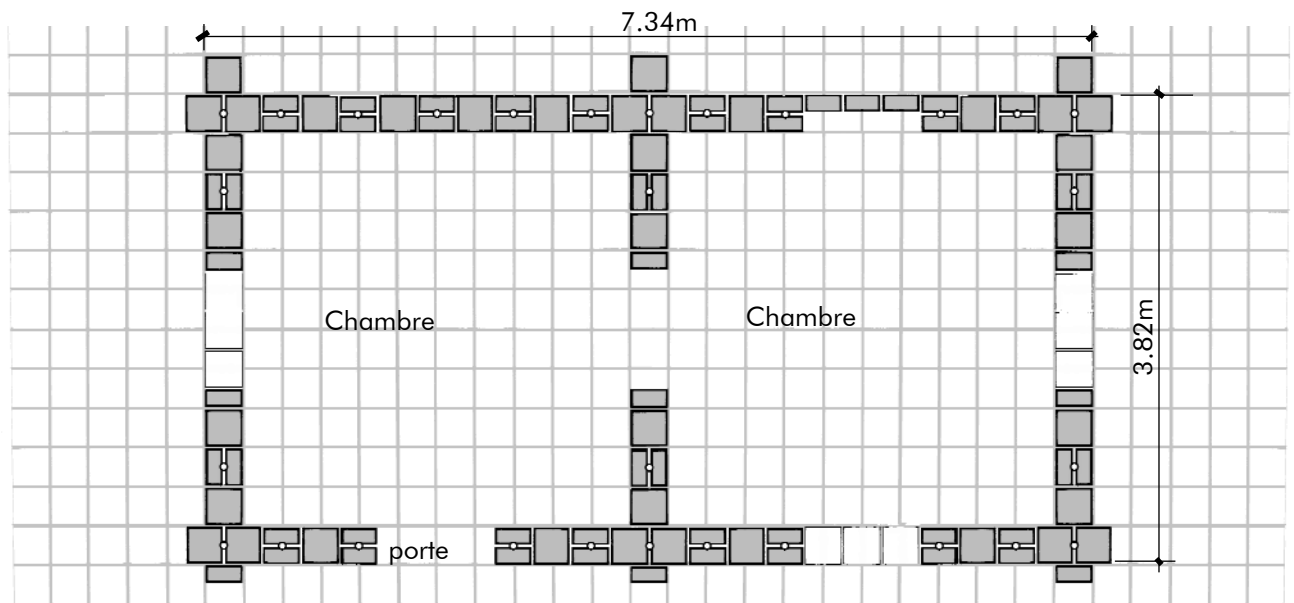


COUPE A-A

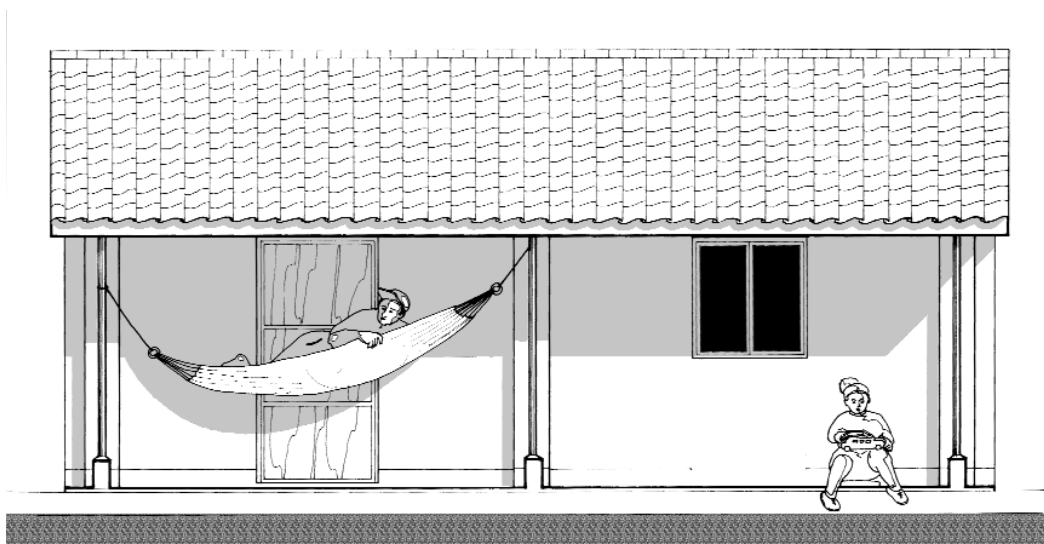
MAISON RURALE DE 20,74 M² DE SURFACE HABITABLE



PREMIERE COUCHE



DEUXIEME COUCHE



FACADE