



Ingénieurs Assistance Internationale
Ingénieurs sans Frontières
a.s.b.l.

Octobre 2005

Isolation contre le froid des maisons traditionnelles en adobe . **Conseils pratiques**

**Manuel rédigé par Christian Devaux sur base d'un travail de fin d'études d'Adrien Leclercq.
Les illustrations sont de Philippe Godts**

Résumé :

Ce manuel donne des conseils pratiques pour améliorer l'isolation des maisons d'habitation, en particulier les maisons en blocs de terre crue, plus couramment appelés « adobe ». On envisage successivement les murs, la toiture, le sol, la porte, la fenêtre et le foyer. Il est possible de doubler, voire de tripler l'isolation et par conséquent le confort. Il en résultera une forte réduction des dépenses en chauffage. Les solutions proposées ici ne demandent pas d'achat coûteux : tout peut être fabriqué sur place selon les habitudes locales.

Introduction :

L'Altiplano péruvien est une région où les températures varient fortement entre le jour et la nuit. Il est courant de mesurer -7°C la nuit et 21°C le même jour ! Le vent y souffle souvent très fort et il y a peu de végétation pour protéger les maisons.

Les habitations traditionnelles sont souvent construites en adobe avec comme toiture de la tôle ondulée. Elles n'ont qu'une seule chambre, avec une porte donnant directement vers l'extérieur. Il y a souvent une petite fenêtre et un foyer ouvert, avec ou sans cheminée. Le sol est en terre battue.

Un exemple de maison traditionnelle est donné à la figure 1. C'est cette maison qui servira d'exemple dans ce manuel.

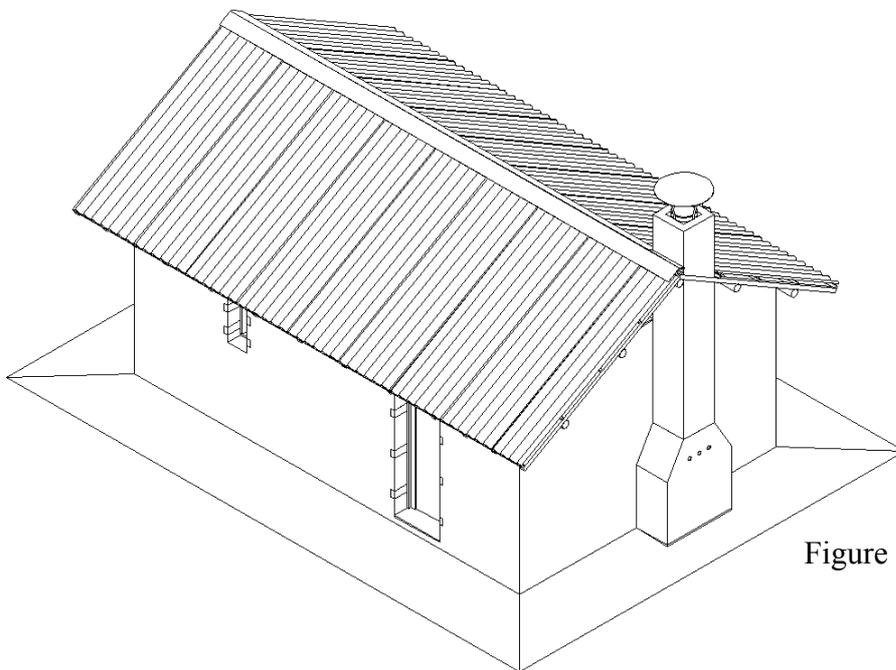
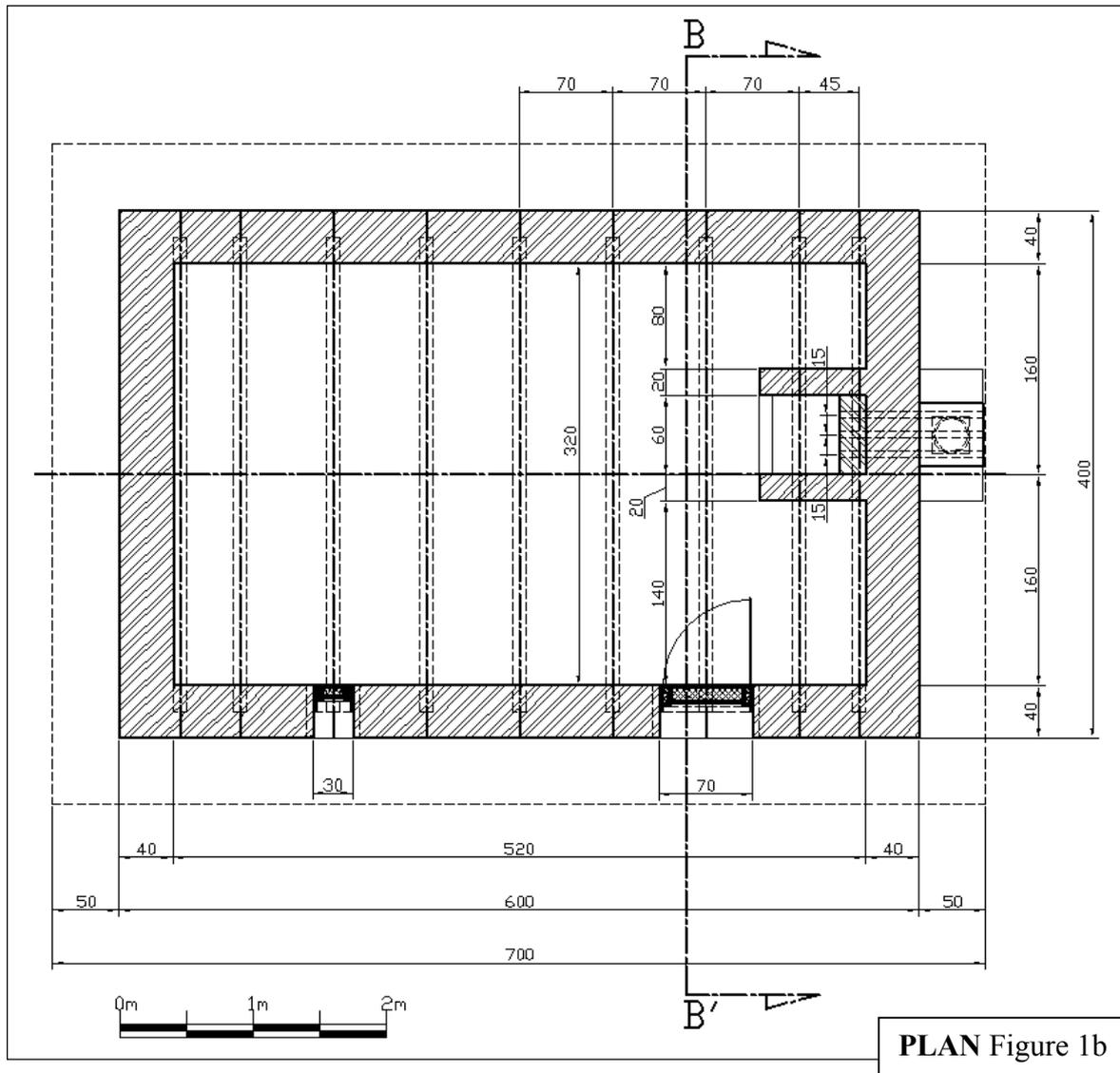


Figure 1a



Par temps froid, cette maison n'est pas très confortable : le vent et le froid passent par les portes, fenêtre, murs et toiture. Il faudrait pouvoir chauffer sans arrêt mais cela coûte cher en combustible, difficile à trouver. Sans parler de la fumée !

Nous proposons ci-après quelques solutions simples pour améliorer la situation, que ce soit pour une maison neuve ou une maison existante. D'après les calculs et l'expérience, ces solutions peuvent diviser les frais de chauffage par 2 à 3, tout en augmentant le confort.

Les propositions ne demandent pas d'achat de matériel coûteux : elles se basent sur les matériaux disponibles sur place. Elles ne sont pas dangereuses dans les régions sismiques.

On verra successivement comment améliorer :

- les murs
- la toiture
- le sol
- la porte
- la fenêtre
- le foyer.

Un dernier chapitre donne une liste des matériaux à se procurer.

1- Isoler les murs

1.1- maisons neuves

Le mur sera en adobe, si possible mélangé à un peu de paille coupée en petits morceaux. L'épaisseur du mur sera de 40 cm.

L'adobe a une bonne composition si on réussit le test suivant :

- faire une petite boule de terre, l'humidifier et la rouler avec la main sur une table.
- la rouler jusqu'à ce que le boudin arrive à 3mm de diamètre, sans se casser.
- faire une petite boulette avec 2 cm de boudin, et l'écraser entre deux doigts : elle doit s'émietter entre les doigts.

Mélanger une petite quantité de paille à la terre argileuse: un demi volume de paille très légèrement tassée pour 10 volumes de terre (un volume = un seau par exemple)

Les blocs auront une densité de 1600 à 1800 kg/m³

Leur résistance à la compression sera de 20 kg/cm² minimum.

Les joints entre blocs seront fermés par un mortier fait de terre argileuse bien humide sur toute la largeur du mur.

Lorsque c'est possible, on orientera la maison de manière à ce que les ouvertures soient tournées vers le côté où il y a le moins de vent.

1.2- maisons existantes :

Si les murs sont en mauvais état, il est nécessaire de bien les réparer en tenant compte des conseils pour le renforcement contre les tremblements de terres. Au besoin, si un mur est fortement abîmé, il faudra maçonner un nouveau mur de 40cm après démolition de la partie abîmée. Ceci se fera par tranches de 2 à 3m afin de ne pas détruire la toiture. Le nouveau mur suit progressivement la zone démolie sans joint d'interruption. On prévoira des étais (supports provisoires) sous la structure (les fermes) de la toiture pendant les travaux.

Les joints entre blocs, les fissures et toutes les ouvertures seront fermés au moyen d'un mortier fait de terre argileuse. Il faut d'abord gratter les joints et les fissures, les élargir sur 10 cm de profondeur, puis appliquer le mortier qui ne sera pas trop liquide. Ceci se fait sur les deux faces du mur.

1.3- dans les deux cas :

On peut améliorer l'isolation des murs en y plaçant des tentures, des tapis, des panneaux d'isolation si on en dispose. Ces panneaux isolants peuvent être en polyuréthane, copeaux de bois comprimés, paille comprimée... En aucun cas, on ne mettra des panneaux de polystyrène expansé car ils brûlent très vite et peuvent causer des incendies.

Dans tous les cas, il faut veiller à ce que le mur « respire » du côté intérieur comme du côté extérieur, afin qu'il puisse bien sécher après chaque pluie.

La toiture dépassera toujours les murs (d'une cinquantaine de centimètres minimum) pour les protéger contre la pluie. De cette manière ils restent secs, donc bien isolants et solides.

2- Isoler la toiture

C'est ici que le gain en chauffage et confort sera le plus important. Il est donc nécessaire de bien suivre les conseils qui suivent.

Le principe est de prévoir un plafond au-dessus de la chambre sous toiture, à une hauteur de 2.20 à 2.40m

Ce plafond peut être réalisé au moyen de poutres en bois portant d'un mur à l'autre et de blocs légers en terre-paille.

2.1- maisons neuves.

La structure du plafond est faite de poutres en bois, portant d'un mur à l'autre, dans le sens de la largeur de la pièce. Les poutres ont une section suffisante pour supporter le poids du plafond sans se déformer. Elles s'appuient sur les longs murs sur une profondeur de 20cm au moins. Il faut veiller à ce que l'appui des poutres soit bien résistant : placer une planche sous les poutres pour répartir les charges sur le mur.

Les deux autres murs, plus petits, sont les pignons qui suivent la forme du toit.

L'entre axe des poutres est de 70 cm. Voir la figure 2a.

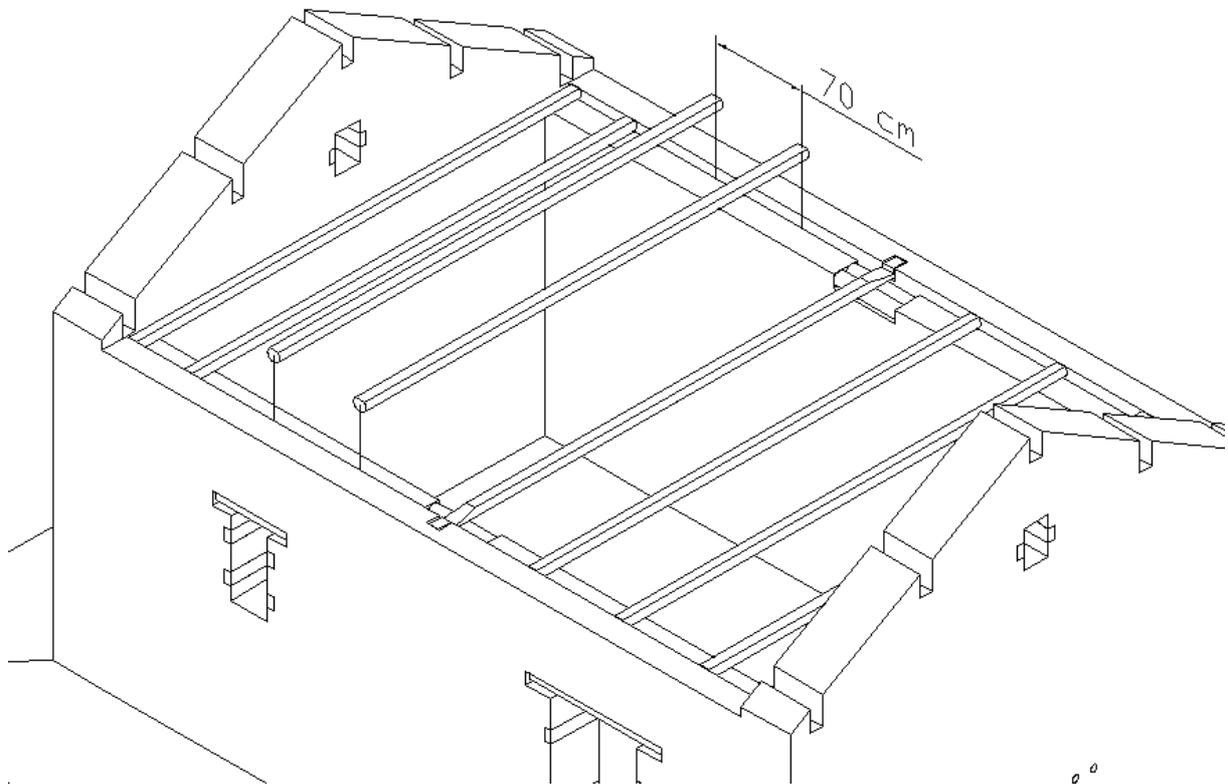


Figure 2a

La dimension des poutres dépend de la qualité du bois utilisé. Par exemple, pour un bois de sapin de qualité moyenne, et pour une longueur de 4 mètres, les poutres auront une largeur de 10 cm et une hauteur de 20 cm au minimum.

Leur résistance sera vérifiée comme suit : une personne de 70 kg peut se suspendre au milieu de chaque poutre sans la déformer de plus de 2 cm.

Les poutres seront toutes reliées les unes aux autres dans l'épaisseur des murs au moyen de planches clouées (figure 2b), de manière à renforcer la résistance sismique (résistance en cas de tremblement de terre). Voir à ce sujet le « Guide technique sur la protection parasismique des constructions en terre », édité par Ingénieurs sans Frontières.

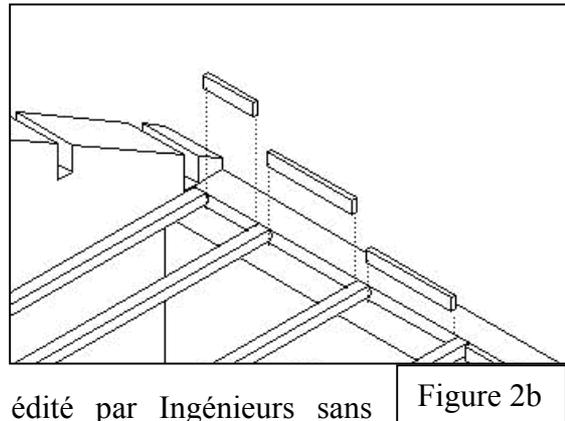


Figure 2b

Les ouvertures entre les poutres seront fermées au moyen d'un mélange de terre argileuse et de paille, sur toute l'épaisseur du mur.

Les vides laissés entre les poutres seront comblés par les blocs légers en adobe recouverts d'une chape générale en terre paille. Voir les détails au § 1.3.

Les fermes (la structure) de toiture seront bien fixées sur ces planches et sur les murs pignons.

La toiture sera faite de tôles recouvertes les unes sur les autres sur au moins 30 cm sans laisser d'espace visible. L'espace entre les tôles et les murs sera fermé au moyen d'un mélange terre-paille sur toute l'épaisseur du mur.

Dans le triangle du mur pignon qui est le moins soumis au vent, juste en dessous du sommet de la toiture, il faut percer une ouverture de 20 x 30 cm, pour l'aération de la toiture. On y placera un treillis pour empêcher les oiseaux et autres animaux d'y pénétrer (figure 3).

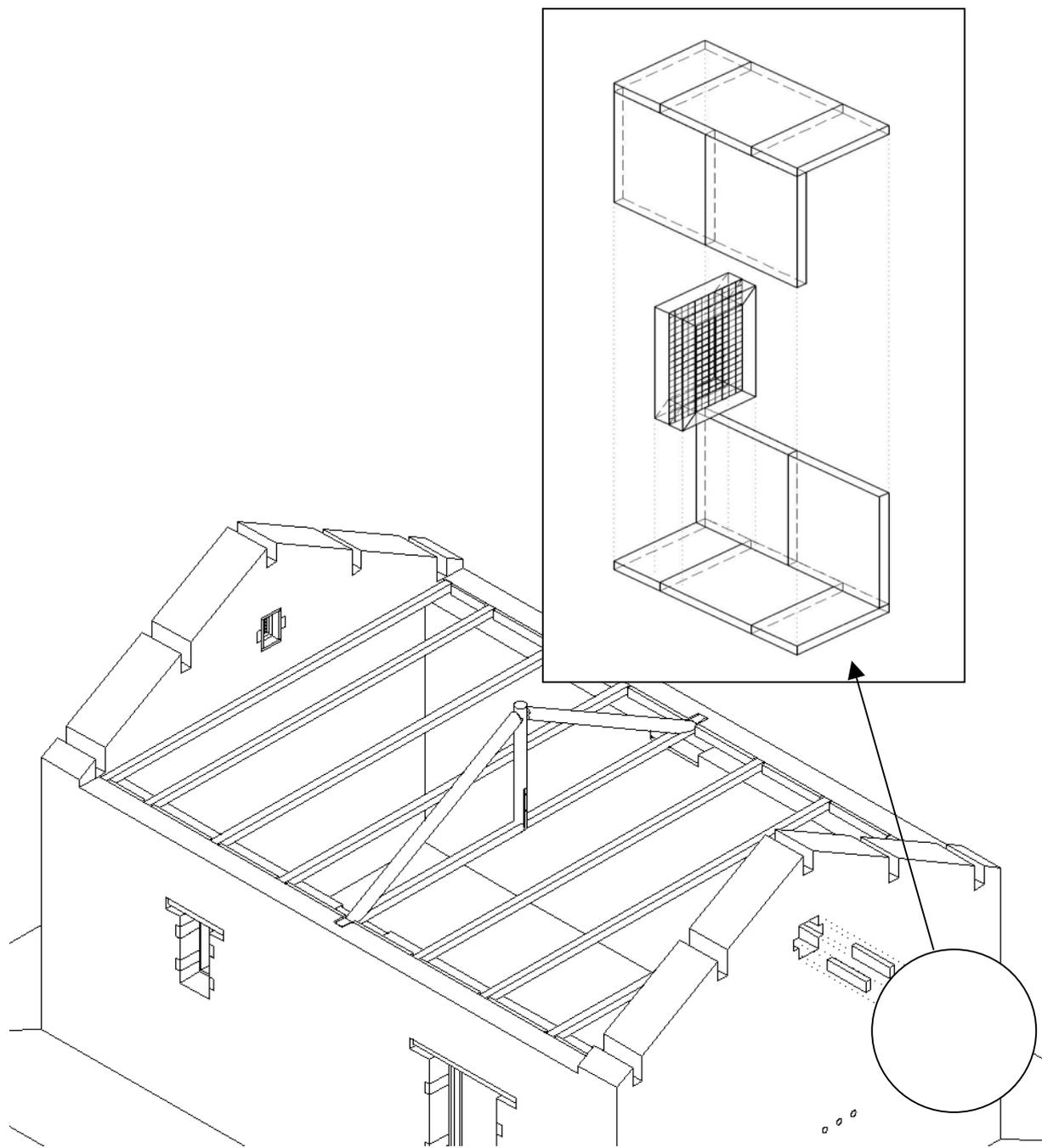


Figure 3

2.2- maisons existantes

On veillera tout d'abord à bien dégager, nettoyer et aplanir le dessus des murs sous la toiture. A l'aide d'une scie à bois, on pratique des encoches dans les deux longs murs opposés. Ces encoches sont destinées à recevoir les poutres : elles seront légèrement plus grandes que celles-ci. Elles doivent rentrer de 25 cm dans le mur (un peu plus de la moitié de son épaisseur). L'encoche sera donc suffisamment profonde.

L'entre axe des poutres est de 70 cm. Il faut bien entendu tenir compte de l'emplacement des fermes (structure) de la toiture et ne pas faire les encoches trop près de celles-ci. Si nécessaire, il faut modifier l'entre axe en ajoutant des poutres.

La dimension des poutres est donnée ci-dessus (§ 1.1)

On place ensuite les poutres en bois dans les encoches puis on bouche les bords des encoches avec de la terre argileuse bien compactée.

Comme pour les maisons neuves, on veillera à bien boucher toutes les ouvertures qui restent visibles à la base de la toiture.

Les tôles de la toiture seront vérifiées et réparées.

Dans le triangle du mur pignon qui est le moins soumis au vent, juste au-dessous du sommet de la toiture, il faut percer une ouverture de 20 x 30 cm, pour l'aération de la toiture. On y placera un treillis pour empêcher les oiseaux et autres animaux d'y pénétrer (figure 3).

2.3 dans les deux cas : blocs en terre-paille.

Dès que les poutres sont placées et que les trous dans les murs sont bien bouchés, on peut commencer à placer sur les poutres les blocs d'adobe dont on a parlé plus haut (voir figure 4a).

Ces blocs auront 69 cm de longueur sur 30 cm de largeur et feront 15 cm de hauteur. Ils s'appuient simplement sur les poutres en bois situées tous les 70 cm (ils pourraient être plus grands mais deviendraient trop lourds à manipuler).

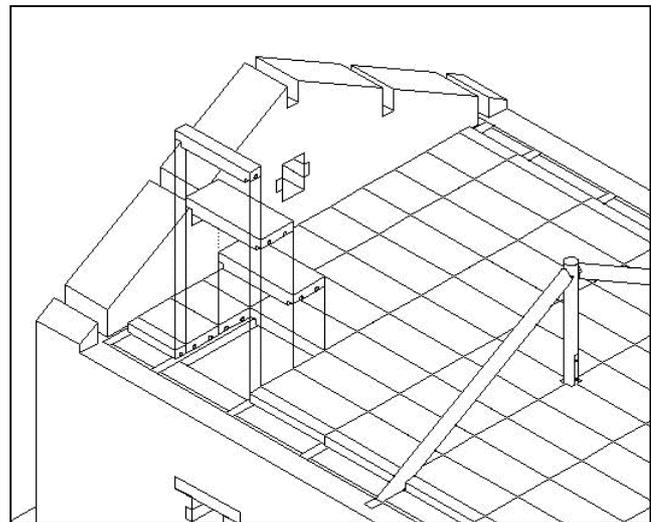


Figure 4a

Les blocs peuvent être rectangulaires et s'appuyer simplement sur les poutres.

Pour éviter qu'ils ne bougent, on fixe de longs clous dans l'axe des poutres. Une autre technique est de prévoir dans le moule deux battées de 5 x 5 cm, sur la largeur des blocs. Ils auront ainsi des encoches de 5 x 5 cm aux appuis et viendront s'encaster dans les poutres en bois. Cette construction est plus solide que la précédente, mais demande un meilleur moule et un démoulage des blocs plus soigneux.

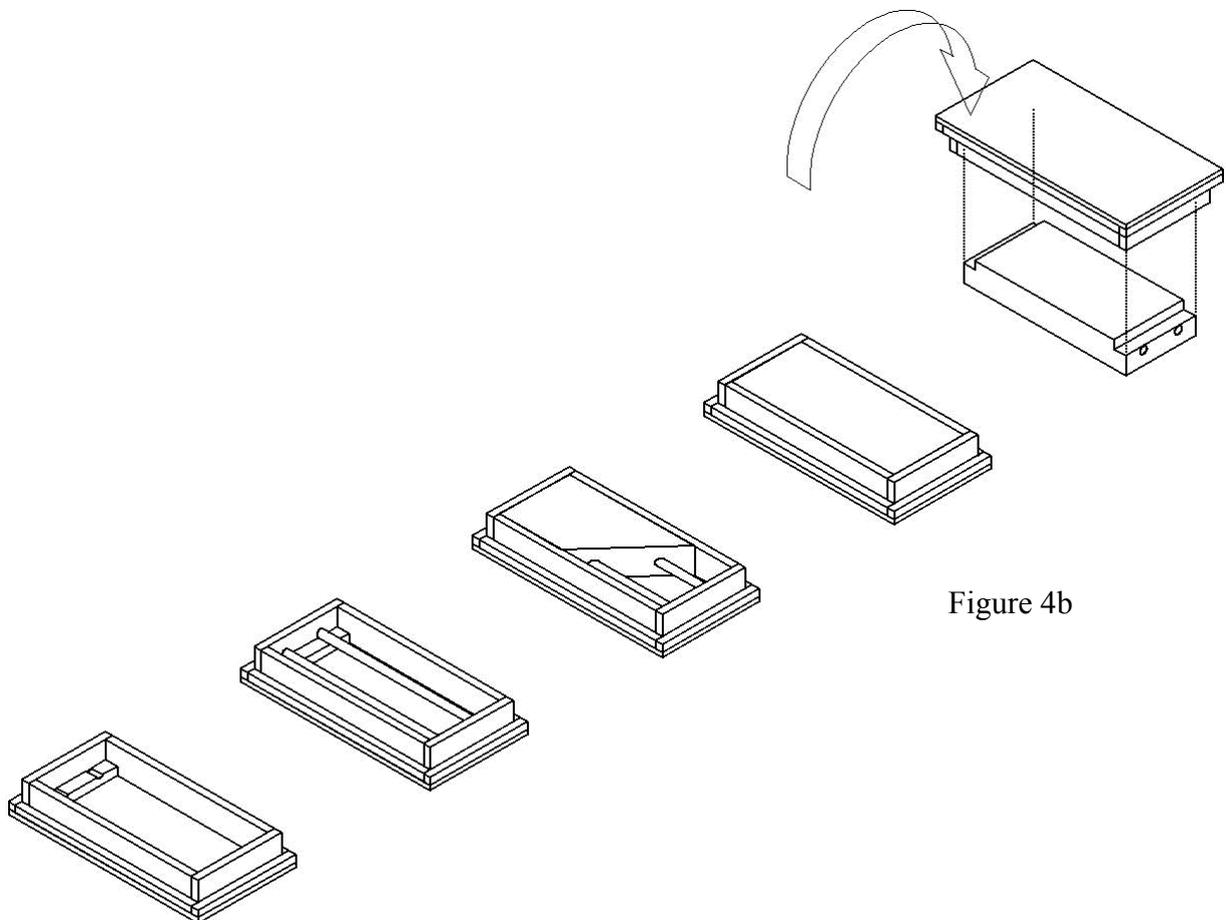
Ces blocs sont constitués d'un mélange de paille coupée à longueur de +/- 10 cm et de terre argileuse comprenant plus d'argile grasse que les blocs des murs.

La terre doit être « grasse », c'est-à-dire qu'elle peut être roulée en boudins de 3 mm sans se casser, pour une faible quantité d'eau. Lorsque l'on fait une petite boule de terre et qu'on la comprime entre les doigts, elle ne peut pas s'écraser (voir l'essai décrit au § 1.1).

La quantité de paille est de 70 kg par m³ de mélange. Pour que celui-ci soit bien homogène, il faut une grande quantité d'eau. Bien mélanger pour enrober toutes les pailles.

En remplissant les moules, prévoir trois armatures en bois (branches bien droites et sèches de 3 cm de diamètre) placées à 5 cm du fond du moule, dans le sens des 70 cm. Comme les blocs ont 69 cm de long, il faudra prévoir des baguettes un peu plus courtes (65 cm de longueur). Dans le cas d'un moule avec deux battées de 5 cm, les baguettes peuvent reposer sur ces battées.

Ne pas trop tasser les blocs dans les moules. Vu la quantité d'eau, laisser sécher suffisamment longtemps (figure 4b).



Les blocs séchés auront une densité de 300 à 400 kg/m³. Il ne faut pas de blocs plus lourds, car le plafond risquerait de s'écrouler lors d'un tremblement de terre.

Chape de terre :

Lorsque tous les blocs sont placés et bien séchés, (sauf une ouverture de 60 x 60 cm pour le passage d'un ouvrier), on coule alors une chape (couche) de mélange terre-paille de 6 cm d'épaisseur. Ce mélange est identique à celui qui a servi à faire les blocs.

La couche de terre doit être armée soit d'un treillis métallique léger (appelé « treillis de poule »), soit de fins branchages dans toutes les directions. Prévoir un coffrage en bois autour de l'ouverture.

Cette couche de terre (chape) améliore l'isolation et maintient tous les blocs ensemble. Elle améliore la résistance en cas de tremblement de terre.

Par précaution, il est nécessaire de prévoir des supports provisoires sous les poutres et les blocs en adobe. Pour ce faire, on prévoit à mi-portée du plafond (à 2 m des murs si les poutres ont 4 m) des poteaux en bois ou autre matériaux, tous les 1.40 m (il y en aura 4 ou 5 pour une maison de 6 m). Entre les poteaux et le plafond, on interpose des plaques de bois, morceaux de poutres ou autres pour répartir la charge et bien fixer les poteaux.

Ceux-ci peuvent être enlevés après 1 semaine, lorsque la couche de terre-paille aura suffisamment séché.

L'ouverture laissée libre pour l'entretien sera bouchée par deux blocs d'adobe reposant sur les poutres et non recouverts de la chape.

Si on dispose de panneaux isolants (comme ceux décrits au § 1.3), on peut les placer sur la couche de terre (chape) pour améliorer l'isolation.

Si la construction du toit le permet, il est aussi possible d'accéder à l'espace au-dessus du plafond en démontant une des tôles situées en partie supérieure de la toiture.

3- Isoler le sol.

3.1 maisons neuves.

En général, il n'y a pas de plancher, mais simplement une couche d'argile lissée et séchée.

Vérifier d'abord si le sous-sol est bien sec et si le terrain sur lequel on construit n'est pas situé dans une zone où de l'eau peut s'écouler en cas de pluie violente. Si tel est le cas, il faut soit déplacer la maison, soit la construire un peu plus haut que le terrain alentour (20 cm par exemple, avec une marche en pierre ou en bois sous la porte d'entrée.

En cas de forte pluie, il ne peut y avoir d'eau ruisselante à moins de 2 mètres de la maison.

Il faut prévoir cette couche d'argile à 20 cm sous le niveau du sol fini.

On coule sur cette couche un mélange de terre argileuse et de paille sur 15 cm d'épaisseur. Le mélange est composé de 70 kg de paille / m³.

Après lissage et séchage complet de cette couche isolante, ajouter 5 cm de terre argileuse sans paille, bien lissée. Cette terre aura la même composition que les blocs de terre pour les murs. Bien tasser, lisser et laisser sécher.

Pour gagner du temps on peut remplacer la couche de 15 cm de terre-paille par des blocs d'adobe déjà séchés. Ils sont posés sur la couche de support en argile, joints contre joints, puis lissés avec une brosse humide.

3.2 maisons existantes.

Le sol existant est souvent en terre battue.

Si c'est possible, on peut creuser le sol sur 20 cm et remplir le vide par 15 cm de mélange terre-paille + 5 cm de terre argileuse comme pour une maison neuve. Eviter cependant de creuser le sol le long des murs : laisser une zone de 50 cm libre pour ne pas affaiblir les murs.

Si la hauteur des plafonds et de la porte le permettent, on peut bien entendu ne pas creuser mais ajouter la terre-paille sur le sol existant, après s'être assuré qu'il est bien sec. Dans ce cas, il y a une marche à prévoir devant la porte d'entrée.

Au cas où l'on dispose de panneaux isolants durs et résistants à l'humidité (polyuréthane, polystyrène dense), on peut les utiliser comme isolants. Ils seront recouverts d'une couche de 10 cm de terre argileuse.

Vérifier également que l'eau de pluie ne ruisselle pas trop près de la maison, (à savoir à moins de 2 m). Si tel est le cas, il faut prévoir une petite digue en terre pour maintenir la zone sèche.

3.3 Dans les deux cas.

On a vu plus haut que la toiture en tôle doit dépasser les murs pour les protéger. De même, la toiture protège le sol au pied des murs.

Il faut éviter que l'eau de pluie ne coule vers les murs : il y aura toujours une petite pente qui rejette l'eau vers l'extérieur.

4- Isoler la porte.

La porte d'entrée est une source importante de froid. Il est important de bien l'isoler mais aussi de veiller à supprimer les courants d'air au travers des joints.

4.1 maisons neuves

La porte ne sera ni trop haute ni trop large : le panneau extérieur aura idéalement 1.90 m de hauteur et 90 cm de largeur. On verra ci-après que les butées dans le cadre fixe réduisent l'ouverture de passage à 1.84 m sur 80 cm.

Si la maison est déjà existante, il est nécessaire de conserver la hauteur de porte existante. Une petite porte a comme avantage une meilleure isolation.

Le panneau de la porte proprement dite est en bois. Les planches sont bien jointives. Sur ce panneau, on fixe un caisson, c'est-à-dire un cadre de 10 cm d'épaisseur et un second panneau légèrement plus petit que la porte (4 cm tout autour). Le vide de 10 cm dans le caisson est rempli de paille séchée et très fortement comprimée, avant de clouer le second panneau.

Le chambranle (le cadre autour de l'ouverture) sera bien fixé aux murs. L'ouverture dans le mur sera minimale, en tenant compte des dimensions de la porte, des butées et du chambranle.

Exemple : porte de 90 cm sur 190 cm de hauteur.

Cadre fait de planches de 2 cm d'épaisseur : ouverture dans le mur : 94 / 192 cm.

Butées de 4 cm sur 15 cm de largeur.

Caisson isolé de 14 cm au total (planche extérieure de 2 cm, 10 cm de paille, planche de 2 cm)

Panneau de porte intérieur : 88 cm sur 188 cm.

Caisson extérieur : 80 cm sur 184 cm.

Le chambranle aura une largeur de 20 cm, et sera placé à ras de la face intérieure des murs, de manière à permettre l'ouverture de la porte-caisson décrite ci-après. Pour fixer les charnières dans le mur, on prévoit également des blocs de bois 20/20/10 cm d'épaisseur ancrés dans le mur (trois au minimum : deux dans la partie supérieure, une au-dessous).

Pour fixer le cadre (chambranle), on prévoit quelques petits blocs 10/10/10 cm (5, répartis autour de l'ouverture).

Veiller à bien fermer les vides avec de l'argile et de la paille.

Pour éviter les courants d'air sur les deux côtés et au-dessus de la porte, on prévoit dans ce cadre une butée de 4 cm d'épaisseur qui correspond au creux de 4 cm prévu dans le caisson de la porte. La butée aura 15 cm de largeur pour correspondre au cadre fixe (voir figure 5).

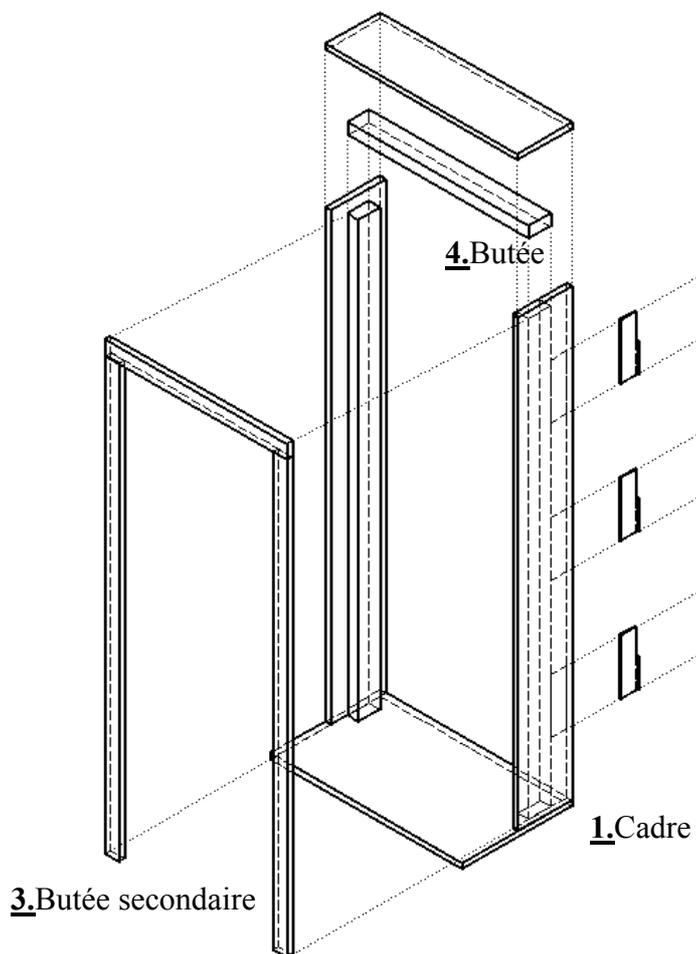
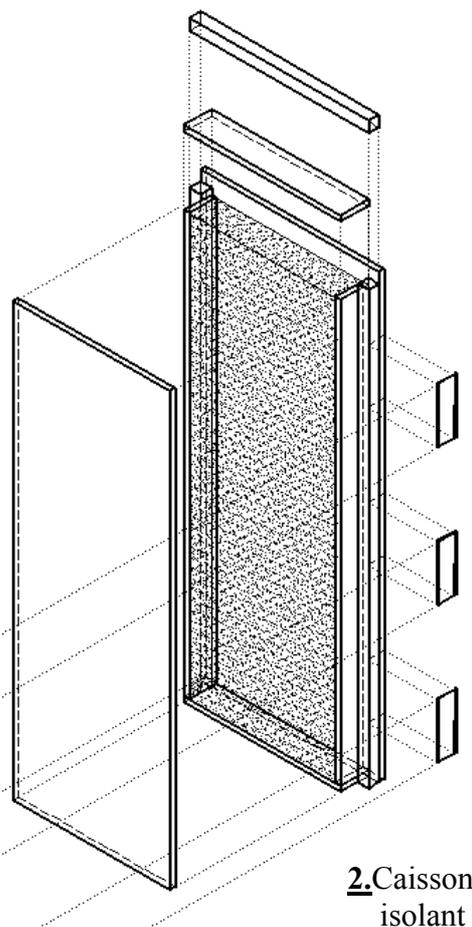
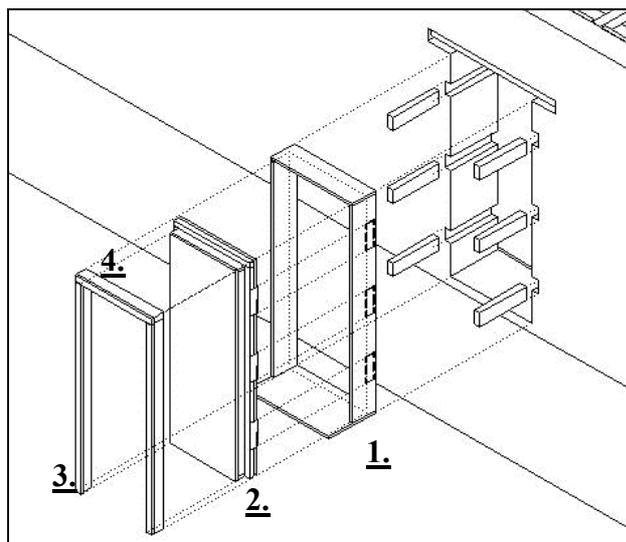


Figure 5

Sur le cadre ainsi formé et sur les bords de la porte, on cloue un tissu de laine de lama qui permettra de bien fermer la porte et d'éviter les courants d'air.

Sous la porte, on place une planche ou une pierre bien horizontale, de manière à limiter le vide à 0.5 cm.

Lorsque la porte est fermée, on place contre cette fente un boudin fait de laine de lama rempli de paille. Le boudin aura +/- 10 cm de diamètre et 1m de longueur.

Les charnières seront en métal, suffisamment longues pour être fixées dans le caisson de la porte et dans les blocs de bois ancrés dans le mur. On en prévoit au minimum deux en partie supérieure, et une en partie inférieure.

La porte s'ouvre vers l'intérieur, comme le montre la figure 5.

On peut aussi prévoir des charnières en cuir, c'est-à-dire une bande de cuir clouée dans la porte et sur le mur ou le chambranle, sur toute la hauteur de la porte.

4.2 maisons existantes.

Après avoir réparé la porte existante pour qu'il n'y ait plus de fente par où le vent peut passer, réaliser un caisson comme expliqué ci-dessus.

Le chambranle ne sera probablement pas si épais que la porte-caisson. : ajouter une planche pour qu'il ait 20 cm de largeur au moins.

Y clouer la laine de lama.

Prévoir également le boudin décrit ci-dessus.

5- Isoler la fenêtre.

5.1 maisons neuves

La fenêtre sera de petites dimensions (40 à 50 cm de côté).

La fenêtre est faite d'un cadre en bois de 20 cm d'épaisseur (comme pour la porte) dans lequel on fixe une plaque de verre ou de plastique. Pour améliorer l'isolation, on peut prévoir deux panneaux, fixés à 2 cm l'un de l'autre.

Pour permettre l'ouverture du volet-caisson décrit ci-après, on veillera à placer le cadre à ras des murs côté intérieur.

Les vitres sont placées du côté extérieur du cadre.

La nuit, il est intéressant de pouvoir fermer la fenêtre avec un caisson isolant construit exactement comme la porte décrite plus haut, mais avec des dimensions moindres (figure 6).

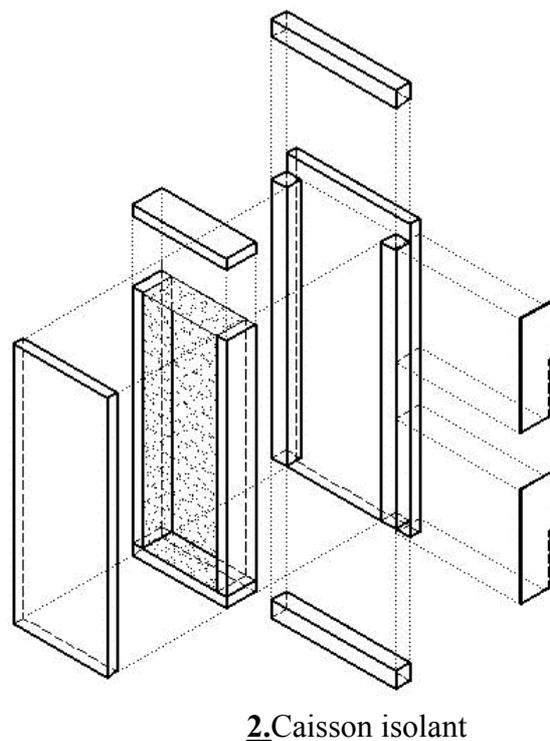
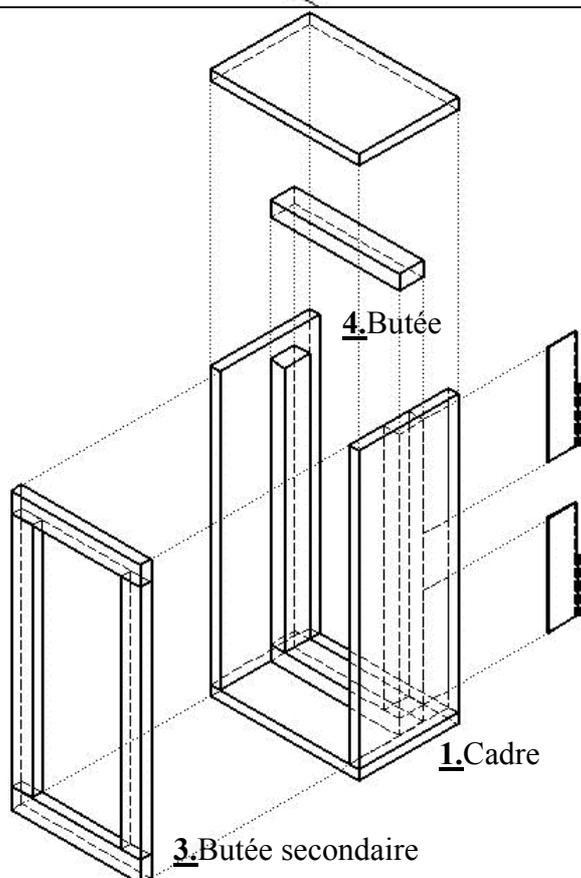
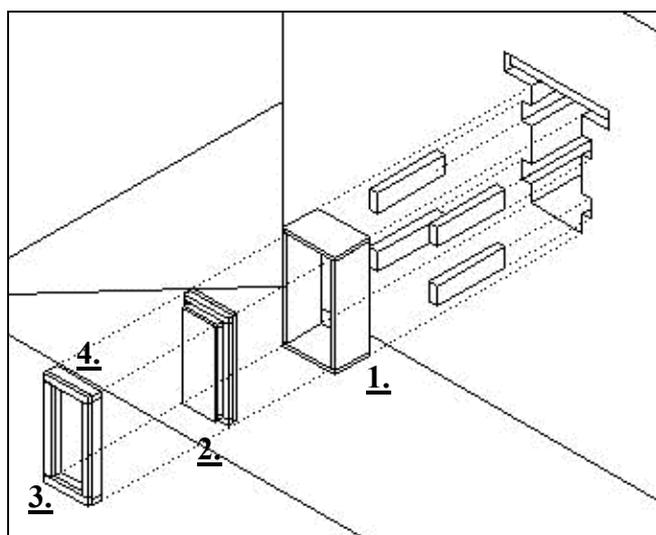


Figure 6

Exemple : fenêtre de 50 cm de côté.

Cadre fait de planches de 2 cm : ouverture dans le mur de 54 cm.

Butées de 3 cm d'épaisseur sur 15 cm de largeur.

Caisson isolé de 10 cm d'épaisseur totale (planches extérieurs, cadre + paille, planches intérieures).

Caisson : planche intérieure de 48 cm de côté et caisson de 42 cm.

Ce caisson sera fixé au cadre au moyen par des charnières ou à défaut de celles-ci, par des courroies de cuir clouées.

On peut aussi prévoir un caisson libre à placer manuellement dans l'ouverture de la fenêtre. Pour le prendre facilement en mains, prévoir deux poignées sur la face intérieure.

5.2 maisons existantes.

On peut ajouter un deuxième vitrage ou plastique translucide derrière celui existant.

Pour avoir une isolation maximale, il faut fixer sur l'ouverture de la fenêtre un caisson comme décrit ci-dessus.

Si le cadre existant ne permet pas de fixer aisément un caisson, on peut prévoir un simple caisson non fixé au mur, à placer dans l'ouverture de la fenêtre dès que la nuit est tombée.

Ce caisson aura 15 cm d'épaisseur totale, rempli de paille bien tassée, et sera entouré d'un boudin de laine de lama.

La butée de 3 cm ne sera pas prévue. Elle serait en effet difficile à installer.

Sa dimension sera légèrement plus petite que celle de l'ouverture à fermer : prévoir un jeu de 1 cm pour la laine de lama.

6- Construire et isoler le foyer.

6.1 Le foyer.

Si la maison est neuve, ou s'il n'y a pas de foyer à proprement parler dans la maison, il faut en construire un de la manière suivante :

- choisir un emplacement devant un des deux murs pignons (les murs en pointe sous la toiture). Le mur doit nécessairement être un mur extérieur.

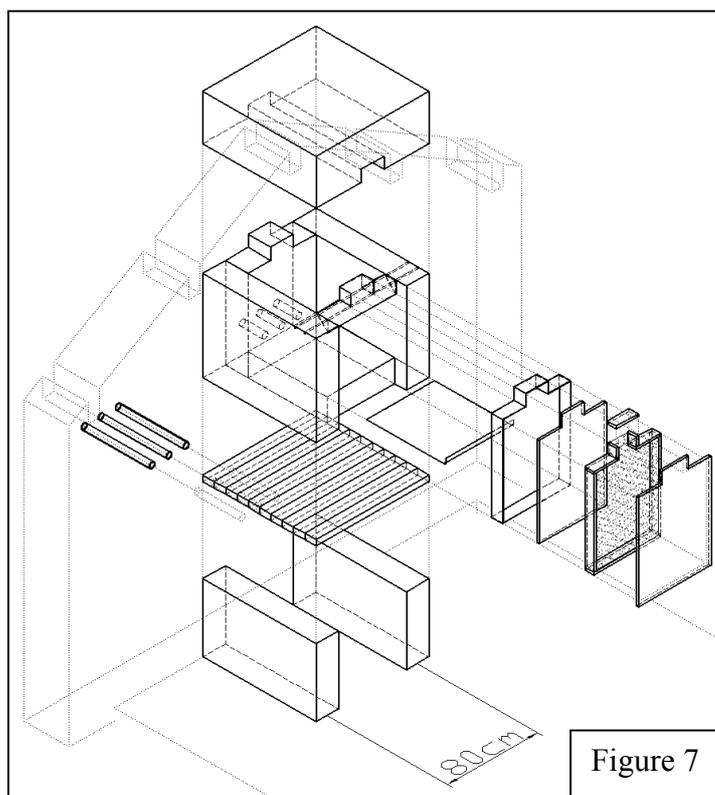


Figure 7

- construire à l'intérieur de la maison deux murs de 1.60 m de hauteur, 80 cm de largeur et 30 cm d'épaisseur. Ils sont distants de 80 cm (figure 7).

- à mi-hauteur (70 cm), insérer une tôle épaisse ou des barres de fer pour supporter une couche de 20 cm de terre argileuse sans paille. Elle servira de tablette au foyer. Après séchage, elle doit pouvoir supporter une personne assise.

- la partie inférieure ainsi créée servira de rangement pour les bûches à brûler.

- au-dessus des murs, créer une voûte en briques de terre argileuse (adobe) de grande dimension, avec renforcement de

barres de fer si on peut en trouver. Ne jamais utiliser de bois. La surface supérieure de cette voûte doit être horizontale.

Sans renforcement, l'épaisseur de la voûte sera de 30 cm au centre et de 50 cm au-dessus des deux murs.

- si on peut se procurer une tôle épaisse similaire à celle placée sous la tablette ou des barres de fer, on peut remplacer cette voûte difficile à construire par une couche de terre argileuse d'épaisseur constante (40 cm) posée sur la tôle ou armée en partie inférieure de barres de fer. Sur la partie avant, prévoir une retombée en tôle mince de 20 cm (bidon déroulé). Ceci pour éviter que la fumée ne rentre dans la chambre.

Épaisseur de la tôle de support : si possible 5 mm.

Variante : barres de fer : 5 barres de 10 mm. Longueur 1.30 m, pliée aux extrémités pour bien s'ancrer dans les murs.

- si on ne dispose pas de tôle ni de barres de fer, il faut construire une vraie voûte plus épaisse avec des blocs de grande dimension, armés à l'intérieur. La voûte aura 50 cm d'épaisseur au-dessus des murs et 30 cm au milieu. Ne jamais utiliser de bois !

- le foyer se situera entre la tablette et la voûte : il a une hauteur de 70 cm, une largeur de 80 cm et une profondeur de 80 cm.

- le mur du fond sera protégé par des briques de terre de 20 cm d'épaisseur, ce qui réduit la profondeur du foyer à 60 cm.

- poser sur la tablette du foyer une tôle de protection.

Pour ce faire, découper dans un bidon déroulé un carré de 70/70 cm. Plier deux des bords sur 5 cm pour créer un bourrelet. Arrondir l'arête supérieure pour éviter de se blesser. Un des plis (bourrelets) maintiendra les cendres dans le foyer et l'autre protégera l'arrière du foyer.

Le bord de la tablette (soit +/- 10 cm) restera libre pour recevoir plus tard un caisson isolant (voir § 6.4).

6.2 La cheminée.

Les fumées doivent pouvoir être évacuées sans gêner les personnes habitant dans la maison.

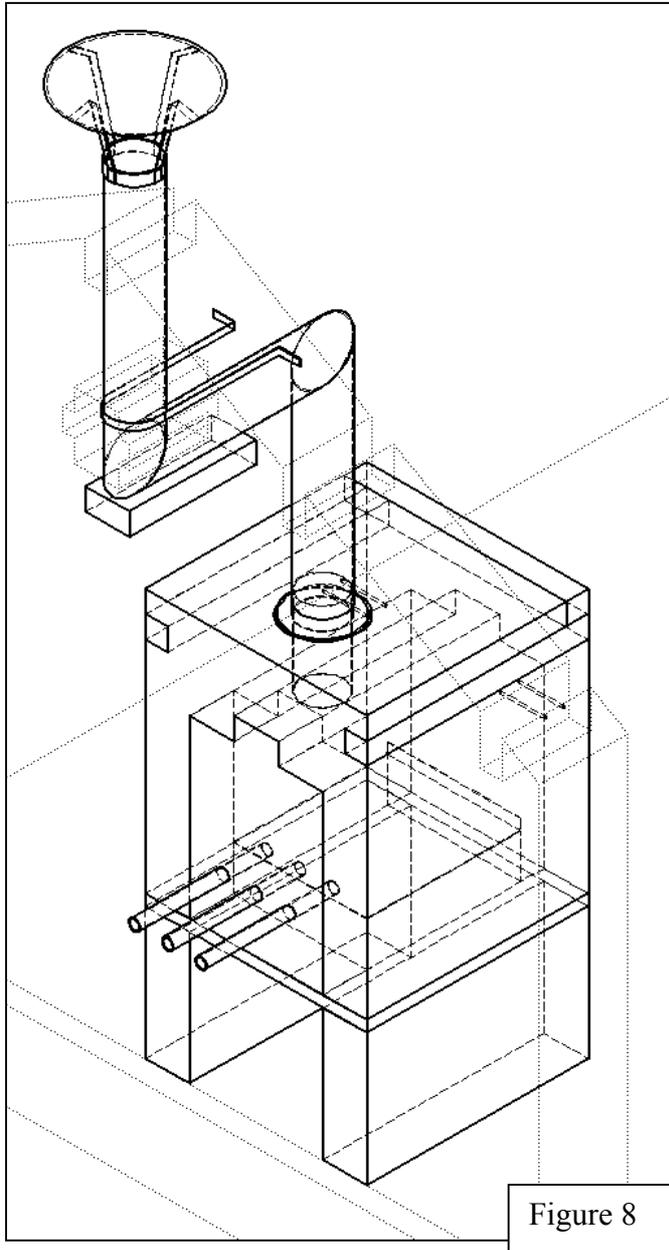
a- première solution: cheminée en métal avec coudes

La cheminée est située à l'intérieur de la maison (elle participe au chauffage).

Se procurer des sections de tuyau métallique de 25 cm de diamètre, sur une longueur totale de 3 à 4 mètres.

Si de tels tuyaux ne sont pas disponibles, on peut en fabriquer en superposant des bidons en fer de 10 litres dont on aura enlevé le fond et le couvercle. Ces morceaux doivent s'emboîter : on découpera des petites fentes latérales dans le bidon supérieur pour recouvrir en partie le bidon inférieur sur au moins 5cm.

Pour bien fixer les tronçons les uns aux autres, percer deux petits trous entre chaque joint et y passer une agrafe en fil de fer. Etanchéifier les joints avec un pâte faite d'argile et d'un peu d'huile. On obtient ainsi un bon mastic qu'il faut entretenir régulièrement.



Le placer sur la voûte du foyer, dans l'axe, contre le mur de la maison donnant sur l'extérieur. Faire un trou de 25 cm dans la voûte et la tôle inférieure sans abîmer celle-ci.

Renforcer le dessus de la voûte avec quelques barres de fer. Bien fermer le joint entre la voûte et le tuyau avec de l'argile sur une épaisseur de 10 cm.

Percer le plafond en terre-paille pour laisser passer le tuyau. Bien fermer autour avec du mélange terre-paille.

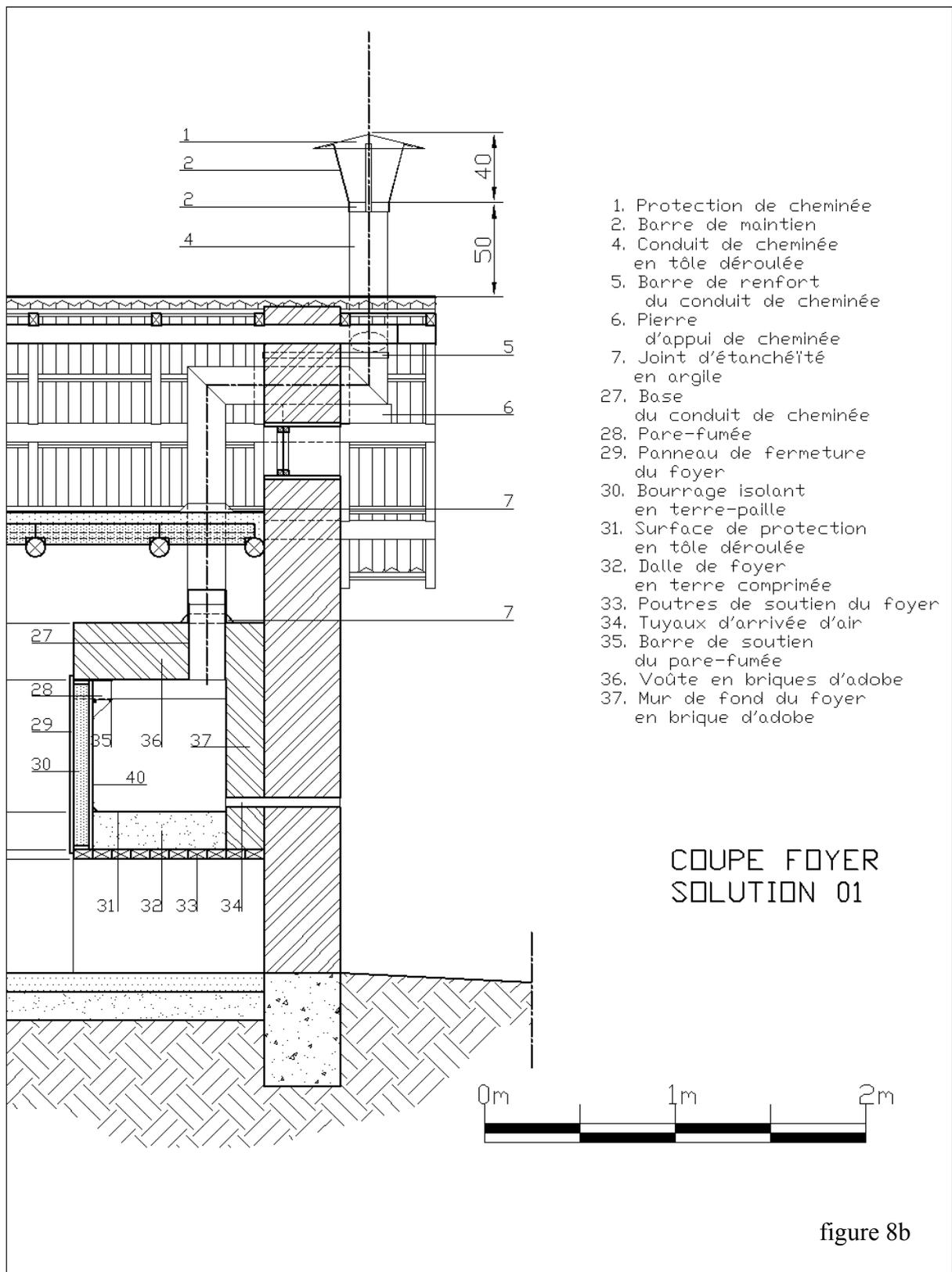
Percer le mur extérieur sous la pointe de la toiture et y introduire un double-coude métallique de même diamètre. Raccorder à la cheminée comme décrit plus haut (encoches, encastrement, mastic d'argile).

Continuer la cheminée verticale à l'extérieur, jusqu'à 50 cm au-dessus du sommet de la toiture. Le morceau de tuyau métallique extérieur aura donc +/- 1 m de longueur. Il sera fixé au moyen de petites barres de fer pliées et ancrées dans le mur.

Le coude extérieur sera supporté par une pierre ou des barres de fer (5 barres de grand diamètre) bien ancrées dans le mur. L'ancrage doit se faire sur 30 cm de profondeur.

Sur les barres, on fixe deux blocs de terre 40/30/8 cm recouverts d'une tôle de protection.

L'ensemble est renforcé par un fil de fer ou des barres de petit diamètre pour résister au vent (figure 8).



Ne pas fermer le trou au-dessus de la cheminée. Pour éviter que la pluie ne rentre dans la cheminée, l'idéal est de placer une tôle de protection à 40 cm au-dessus de son sommet, fixée avec 4 barres de fer.

Le tuyau sera maintenu fixe contre le mur au moyen de fils ou de barres de fer ancrées dans le mur.

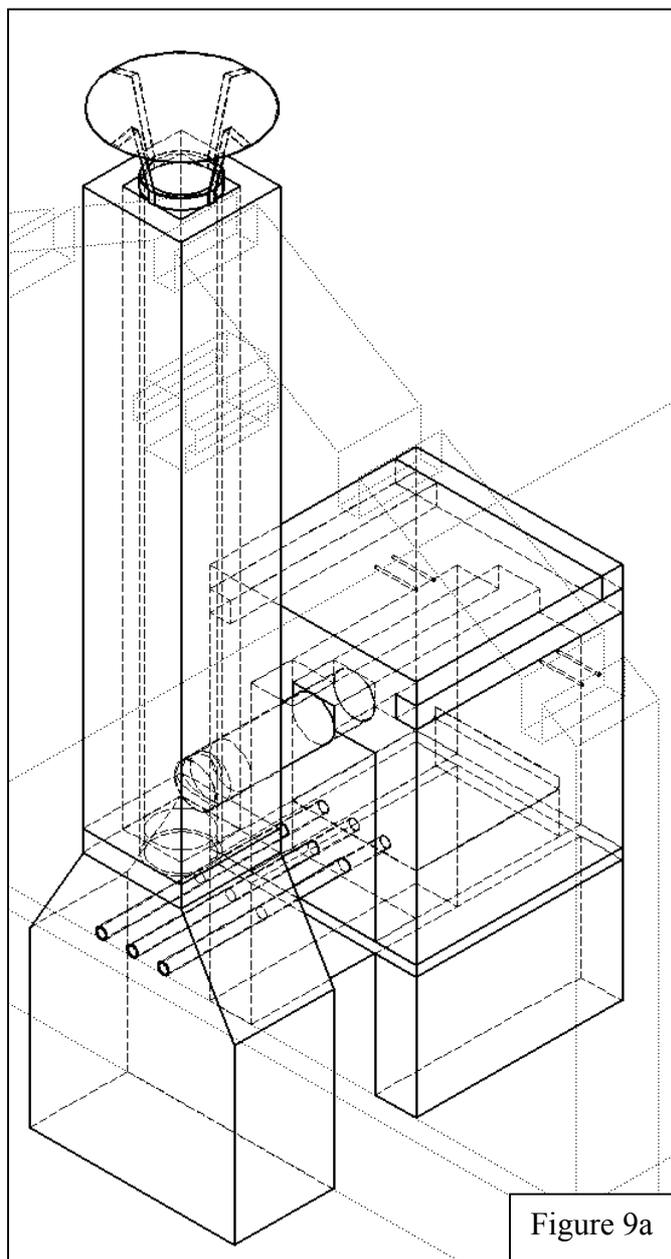
Lorsque les travaux sont terminés, faire un feu de paille humide dans le foyer et vérifier qu'aucune fumée ne s'échappe de la cheminée, sauf bien entendu par l'ouverture supérieure.

Variante : on peut aussi placer la cheminée totalement en-dehors de la maison, contre le mur extérieur. La méthode est décrite au paragraphe suivant pour une cheminée en béton. Les détails sont similaires pour une cheminée métallique.

Une cheminée métallique ne sera pas aussi résistante que le béton, mais par contre, les matériaux nécessaires pour la fabriquer sont plus facilement disponibles.

b- deuxième solution : cheminée en béton.

La cheminée est située à l'extérieur de la maison (solution plus résistante).



Se procurer des éléments de tuyaux en béton (tuyaux utilisés pour les égouts par exemple) pour une longueur totale de 2.50 à 3.5 m.

Contre le mur extérieur, dans l'axe du foyer, construire un socle en briques de terre de 1.40 m de hauteur. Les dimensions du socle seront 80 x 60 cm.

Les éléments de tuyau en ciment sont placés sur le socle, contre le mur, superposés les uns sur les autres. Les joints seront tournés vers le bas pour éviter les infiltrations d'eau et sont étanchéifiés avec de l'argile.

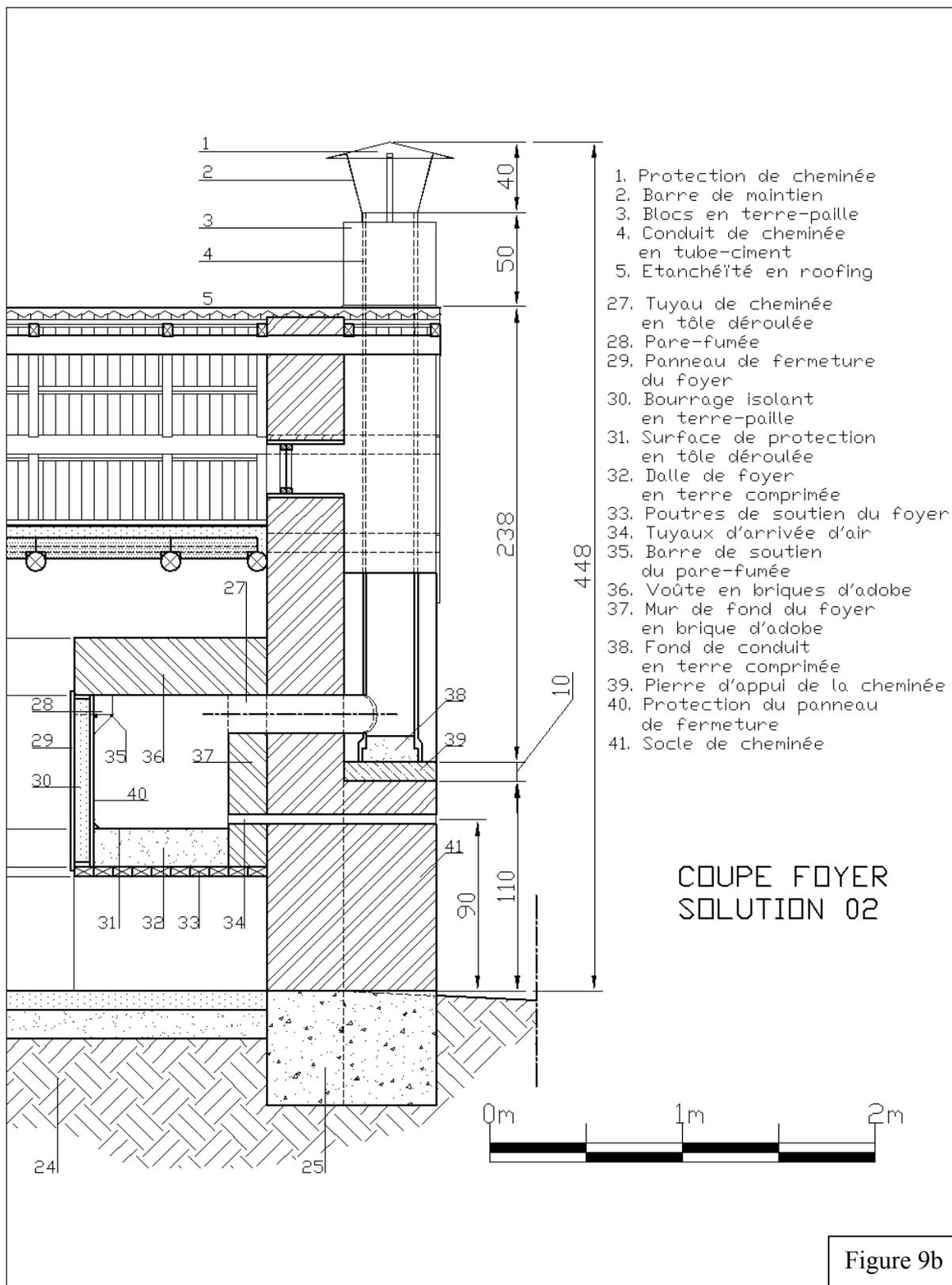
Le dernier élément aura une hauteur égale à celle de la maison + 50 cm.

Les éléments seront fixés contre le mur au moyen de barres de fer pliées, ancrées dans le mur.

Dans le fond du foyer, en partie supérieure, percer un trou de 25 cm de diamètre dans le mur et dans la base du tuyau. Y placer un tube métallique de 25 cm de diamètre, fabriqué à partir d'un bidon déroulé. Le tube ne peut dépasser ni dans le foyer ni dans la cheminée : il aura +/- 90 cm de longueur (figure 9).

Une coupe est donnée à la figure 9b.

Figure 9a



Le tuyau extérieur en béton sera isolé au moyen de blocs d'adobe légers, maçonnés tout autour jusqu'au-dessus. Leur épaisseur peut être limitée à 20 cm.

On peut placer une tôle de protection à 40 cm de son sommet, fixée sur 4 barres de fer, mais ce n'est pas indispensable.

Lorsque les travaux sont terminés, faire un feu de paille humide dans le foyer et vérifier qu'aucune fumée ne s'échappe de la cheminée, sauf bien entendu par l'ouverture supérieure.

Variante : il est aussi possible de construire la cheminée à partir de tuyaux ou de tôles métalliques au lieu de béton (c'est moins efficace, mais les matériaux sont probablement plus aisés à se procurer).

Dans ce cas, l'isolation de la cheminée au moyen de blocs d'adobe est indispensable.

6.3 L'arrivée d'air.

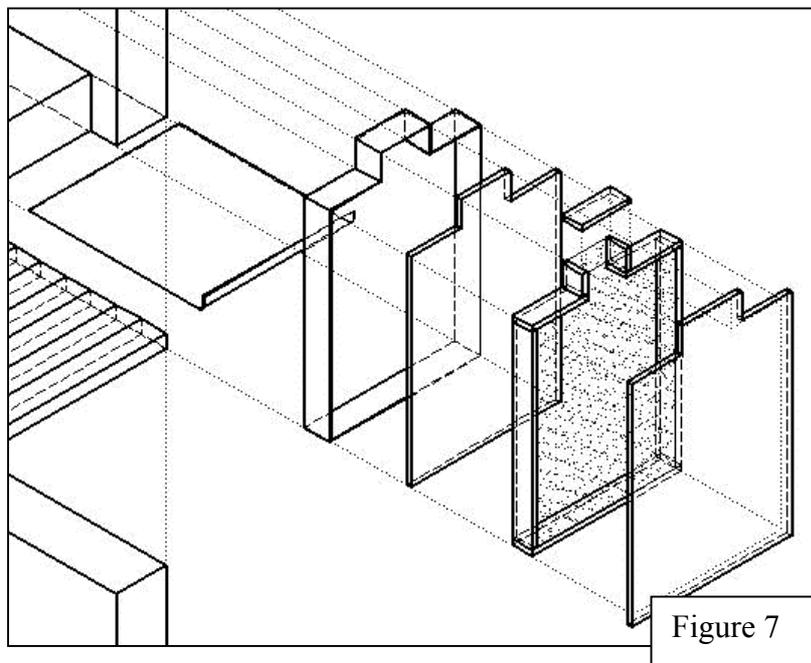
Si on ne prévoit pas d'arrivée d'air, c'est l'air de la maison qui va partir avec les fumées et le foyer va refroidir la maison plutôt que de la réchauffer.

Dans le fond du foyer, le plus bas possible au niveau de la tablette, percer le mur extérieur de trois trous de 5 à 8 cm de diamètre. Renforcer ces trous au moyen de tuyaux en fer ou de tôle roulée.

Le feu a besoin d'air frais pour bien chauffer. L'air et les fumées sont évacués par la cheminée.

6.4 L'isolation du foyer.

Lorsque le feu ne fonctionne pas, il faut éviter que l'air de la maison ne sorte par la cheminée.



Pour ce faire, on construira un caisson de 15 cm d'épaisseur (deux panneaux de bois et 10 cm de terre-paille entourés d'un cadre en bois). Les dimensions du caisson sont telles qu'il puisse s'insérer exactement dans l'ouverture du foyer.

Il viendra buter contre le bourrelet de tôle dont il a été question au § 6.1.

La face intérieure et les bords du caisson seront recouverts d'une tôle métallique (boîtes à conserve ou bidons dépliés).

On ne peut pas utiliser de laine de lama ou autre pour fermer les joints.

Pour prendre facilement le caisson avec les mains, placer du côté visible deux poignées en bois.

7- Matériaux nécessaires à l'amélioration de l'isolation.

Dimensions de la maison prise en exemple: voir figure 1 (4 x 6 m).

Les matériaux nécessaires pour la construction elle-même ne sont pas repris ici.

- isolation des murs

. terre argileuse grasse	100 litres
. panneaux isolants en paille comprimée	50 m ²

- isolation du plafond

. poutres en bois 10 x 20cm (L= 4.50 m)	10 p
. blocs en adobe 70 x 30 cm	126 blocs
terre	{ 1.0 m ³ 280 kg. 378 p de 65 cm
paille	
armatures bois	
. chape en adobe 6 cm	1.4 m ³
terre	{ 0.28 m ³ 90 kg
paille	
- cadre de l'ouverture 60/60 cm hauteur : 6 cm	1p

- isolation du sol

. mélange terre-paille	3.6 m ³
terre	{ 0.9 m ³ 250 kg
paille	
. panneaux isolants au lieu de cette couche	24 m ²
. marche en bois ou en pierre	90 cm
. terre argileuse	1.2 m ³

- isolation de la porte (ouverture de +/- 192 x 94 cm)

. panneau intérieur 1.88 x 0.88m	1p
. panneau extérieur 1.84 x 0.80m	1p
. caisson : bois de 4 x 10 cm	5.6m
. paille	200 litres.
. chambranle 20 cm	4.7m
. butée 4 x 15 cm	4.7m
. blocs dans le mur 20 x 20 x 10 cm	3p
. blocs pour le cadre 10 x 10 x 10 cm	5p
. charnières	3p
. boudins de laine de lama à clouer	5.6m
. clous	-
. terre argileuse	10 litres
. système de fermeture	-

. seuil en bois ou en pierre	cité plus haut.
. boudin non fixé (diamètre 10 cm)	1m

- isolation de la fenêtre (ouverture carrée de +/- 54 x 54 cm)

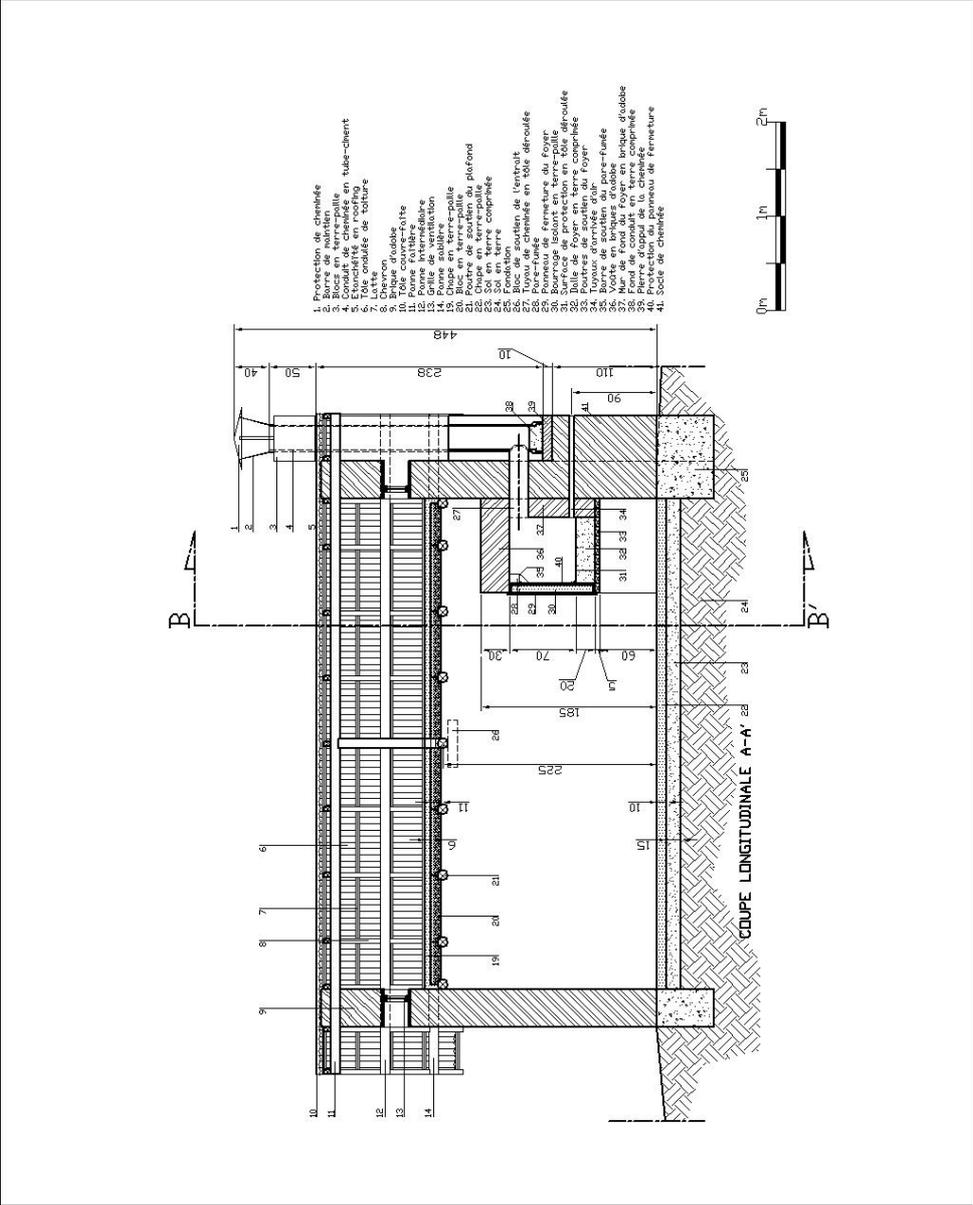
. vitre ou plastique transparent 50 x 50 cm	2p
lattes de fixation 2 x 2 cm	2 m
. panneau intérieur 48 x 48 cm	1p
. panneau intérieur 42 x 42 cm	1p
. caisson : bois de 4 x 10 cm	2 m
. paille	30 litres.
. poignées bois	2p
. cadre en planches 20 cm	2m
. butée 4 x 15 cm	2m
. blocs dans le mur 10 x 10 x 10 cm	4p
. boudins de laine de lama à clouer	2m
. clous	-
. terre argileuse	3 litres

- construire et isoler un foyer (choix 1 : cheminée en acier)

. blocs de terre argileuse 40 x 30 x 8 cm	80 p
. blocs de terre argileuse 40 x 20 x 8 pour le fond du foyer	20 p
. mortier d'argile pour les joints entre blocs	150 litres
aussi pour fermer les joints	200 litres
. terre pour la tablette et la voûte	600 litres
pas de paille	-
. barres de renforcement diamètre 10 mm (ou tôle épaisse si disponible)	24 mètres
. bidon 200 L à dérouler	2 pièces
. barres minces pour ancrage cheminée	5 m
. cheminée métallique diam 25 cm	5m
couvercle (le fond du bidon déroulé)	-
barres de support	4m
fixation : fils de fer, barres minces	3m
. caisson isolant	
panneau bois 80 x 60 cm	2p
cadre en bois 4 x 10 cm	3m
paille	60 L
tôle pour protection (bidon) carré de	1.1*1.1m
. poignées en bois	2 p
. clous	

- construire et isoler un foyer (choix 2 : cheminée en béton)

. blocs de terre argileuse 40 x 30 x 8 cm pour les deux murs	80 p
. blocs de terre argileuse 40 x 20 x 8 cm pour le fond du foyer	20 p
. blocs de terre argileuse 40 x 30 x 8cm pour le socle extérieur	72 p
. blocs de terre-paille 40 x 20 x 8 cm pour isolation de la cheminée (pas indispensable)	170p
. mortier d'argile pour les joints entre blocs	250 litres
aussi pour fermer les joints	200 litres
. terre pour la tablette et la voûte	600 litres
pas de paille	-
. barres de renforcement diamètre 10 mm	12 mètres
(ou tôle épaisse si disponible)	
. bidon 200 L à dérouler	3 pièces
. barres minces pour ancrage cheminée	8m
. cheminée en béton diam 25 cm	3.5 m
couvercle (le fond du bidon déroulé)	-
barres de support	4 m
fixation : fils de fer, barres minces	4 m
. caisson isolant	
panneau bois 80 x 60 cm	2 p
cadre en bois 4 x 10 cm	3 m
paille	60 L
tôle pour protection (bidon) carré de	1.1*1.1m
. poignées en bois	2 p
. clous	1 p



1. Protection de cheminée
2. Blocs en terre-paille
3. Carreaux en tôle ondulée en tube-chénet
4. Étanchéité en mortier
5. Tôle ondulée de toiture
6. Chevron
7. Linteau
8. Tôle couverture
9. Plaque
10. Plaque
11. Plaque
12. Plaque
13. Plaque
14. Plaque
15. Plaque
16. Plaque
17. Plaque
18. Plaque
19. Plaque
20. Plaque
21. Plaque
22. Plaque
23. Plaque
24. Plaque
25. Plaque
26. Plaque
27. Plaque
28. Plaque
29. Plaque
30. Plaque
31. Plaque
32. Plaque
33. Plaque
34. Plaque
35. Plaque
36. Plaque
37. Plaque
38. Plaque
39. Plaque
40. Plaque

