

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de la culture

# CONSTRUCTION EN TERRE



Office de Protection et de Promotion de la Vallée du M'zab



# Construction en Terre

Guide de Construction en Terre à la Vallée du M'zab

Office de Protection et de Promotion de la Vallée du M'zab

---

**2010**

# Prologue

---

L'intérêt grandissant à valoriser les traits et l'identité de l'architecture nationale et locale au niveau international est une réaction spontanée aux standards impersonnels, en vigueur dans la construction et le mouvement architectural modernes. Il aide aussi à faire face aux systèmes de planification et d'urbanisme actuels et aux modes d'habitation importés qui nécessitent une notion claire sur le milieu urbain et tout ce qu'y est afférent. En fait, ces idées et modes urbains ont négligé l'importance des aspects environnementaux et sociaux et se sont éloignés de l'expression locale et humaine. Cette réaction se traduit également par la progression de l'utilisation des symboles et formes distinctifs liés à la mémoire qu'ont les peuples de leurs édifices nationaux et locaux, ainsi que du style urbain qui leur est propre. C'est pourquoi, le thème de la construction en terre et son développement suscitent ce vif intérêt.

## Introduction :

Il est indéniable que la terre est le milieu naturel et la matière qui a accueilli le premier homme. La terre a fourni à l'Homme la nourriture et l'abri nécessaires, et de la terre l'homme a tiré force et confiance. En effet, il a trouvé refuge dans ses creux dans les moments difficiles, et avec elle il s'est lié et a interagi à travers les siècles. De cette union, de cette interactivité a surgi l'idée d'utiliser l'argile comme matériau de construction facile à modeler, à façonner pour couvrir tous ses besoins, dont l'essentiel étant de se donner un abri, un foyer.

En utilisant la terre pour en faire de l'argile, l'homme primitif a accompli un exploit dans l'histoire de l'humanité. C'était là pratiquement la première expérience de l'homme vers la création, l'innovation et la fabrication.

Il semble qu'il y ait une dimension spirituelle qui lie l'être humain à l'argile, cette matière qui serait essentielle dans sa création. L'argile permet une cohésion et une harmonie entre l'homme et son milieu naturel, qui ont permis à la construction en argile de survivre à travers les millénaires.

## Introduction historique

Les références historiques indiquent que l'argile était la première matière utilisée dans le domaine de la construction avec d'autres matières accessoires comme la pierre, le bois, le roseau et les feuilles de palmier.

L'étude de l'histoire de l'urbanisme humain révèle que la construction en argile était la construction la plus répandue dans le monde. Ses premiers signes distinctifs sont apparus et se sont définis dans les civilisations orientales, selon les recherches effectuées : fouilles archéologiques, récits et témoignages historiques, ainsi que les sciences anthropologiques, pour ensuite se répandre dans l'ensemble du monde. De nos jours encore, la construction durable demeure la plus courante, la moins coûteuse et la plus facile à réaliser. De ce fait, elle constitue l'héritage humain le plus étendu.

Il est devenu commun d'utiliser l'argile comme matériau de construction dans la plupart des pays, notamment dans les colonies d'habitations, situées près des fonds de vallées et des rivières, des versants de montagnes, au milieu des oasis et autres régions dans lesquelles on trouve la terre appropriée. En effet, depuis que l'homme s'est sédentarisé dans les colonies rurales, l'argile était l'une des principales matières qu'il a utilisées pour construire un abri qui le protège des différents impacts de l'environnement, des animaux sauvages et des attaques ennemies.

Dans les temps reculés, l'argile était largement utilisée, notamment dans les civilisations de la Mésopotamie et en Egypte. Plus tard chez les romains et les peuples de la Méditerranée, l'Inde et les Empereurs de Chine. Au Moyen-âge la construction en argile ne se pratiquait pas seulement en Europe, mais également en Amérique du Nord par les Amérindiens, au Mexique, et dans la région des Andes. Cet art architectural était aussi pratiqué chez diverses civilisations en Afrique, et actuellement plus d'un tiers de la population mondiale vit toujours dans des habitations d'argile. Les vestiges de plusieurs villes et villages, dans différentes régions du monde, témoignent de l'importance qu'avait cette matière, dans la construction des dites colonies, dont l'essentiel a été bâti en argile brute non cuite.

Les progrès faits au cours de la dernière partie du vingtième siècle dans la production de matériaux de construction modernes, et dans les moyens de transport et de communication, a eu un grand impact sur la diminution de l'utilisation des matériaux et techniques de bâtiment classiques dans beaucoup de pays. Néanmoins, la construction en argile brute n'a pas perdu sa popularité, notamment dans les pays en voie de développement (continent africain), étant donné les nombreux avantages de cette matière dont sa grande disponibilité et son bas coût. Dans les régions rurales, la construction en argile est toujours répandue dans plusieurs pays en Asie, en Afrique et en Amérique Latine. Elle l'est un peu moins en Europe, en Amérique du Nord et en Australie.

En dépit des usages multiples de l'argile – et sa matière d'origine, la terre – anciennement dans la construction des éléments architecturaux comme les murs, les pyramides, les tours de contrôle, les lieux de culte tels que les mosquées et autres, ainsi que son utilisation actuelle dans la construction des barrages, des aéroports, des voies d'approvisionnement, des dortoirs des soldats comme l'a fait l'armée américaine dans la deuxième guerre mondiale, il reste que l'usage principal de cette matière dans le domaine de la construction et du bâtiment demeure la construction des maisons. En effet, l'argile avec ses caractéristiques a défini la personnalité de différentes sociétés dans leurs aspects culturel, social, économique, politique, à travers une architecture simple et originale, en harmonie avec le climat et l'environnement.



## ➔ Qu'est-ce que l'argile ?

L'argile est une matière disponible partout sur le globe terrestre. Elle est composée d'un agrégat naturel de particules minérales multidimensionnelles, et contient naturellement de l'eau et de l'air. Ajouter ou réduire l'un ou ces deux composants dans l'argile nous donne un matériau de construction que l'homme a su maîtriser et avec lequel il a construit ses bâtiments.

## ➔ Son origine

Cette matière se caractérise par sa grande diversité en fonction de la variété infinie des rocs dont elle provient à travers les périodes géologiques. En effet, la terre s'est constituée sous l'effet du phénomène d'érosions physique et chimique du socle rocheux, par lequel se forme un agrégat naturel de particules minérales de différentes dimensions allant des pierres jusqu'au limon.

## ➔ Ses composants

La terre se compose globalement de matières minérales et de matières organiques. Les matières organiques proviennent en général de la décomposition des plantes et des êtres vivants, ce qui constitue la couche de la terre agricole. Cette dernière se concentre dans la couche

superficielle de la terre, qui est impropre à la construction. Les matières minérales sont un mélange de gravats et de pierres de différentes dimensions, tailles et couleurs, ainsi que de sable, silt et limon.

## ➔ Ses types

De par ses composants, il est possible de classer les terres en plusieurs types :

### Terre organique

Qui se compose essentiellement de matières organiques provenant de la décomposition des organismes vivants, surtout les végétaux.

### Terre agricole :

C'est celle qui généralement couvre la couche superficielle de la terre, et comme il ressort de son nom, c'est la terre sur laquelle se pratique l'agriculture et où se trouvent les végétaux en général.

### Terre graveleuse

La terre dans laquelle le gravât domine les autres composants.

### Terre silteuse

La terre dans laquelle le silt domine les autres composants.

### Terre argileuse

La terre dans laquelle l'argile ou le limon dominent les autres composants.

## ➔ Son hydraulité

En fonction de sa contenance en eau, l'argile peut exister en quatre états principaux :

### Etat sec

Lorsque le taux en eau est très faible, elle est dans ce cas difficile à façonner, et par conséquent, impropre à la construction.

### Etat humide

Le taux en eau est faible mais elle est partiellement modelable. Il existe deux techniques de construction en argile utilisant cette matière : la technique d'argile compactée et la technique de brique de terre pressée.

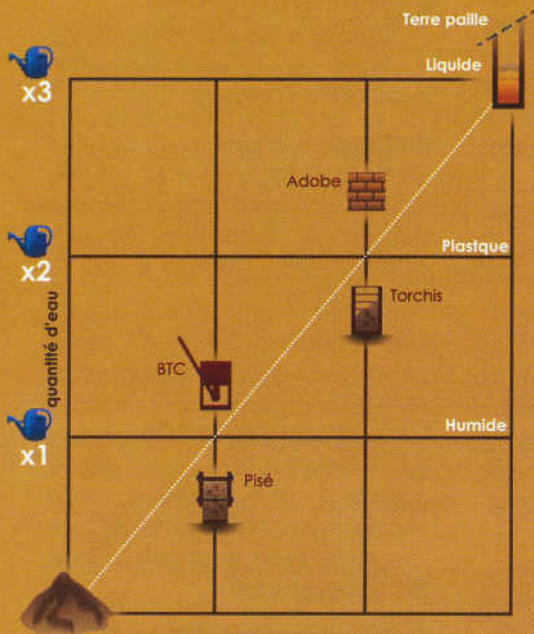
### Etat malléable (plastique)

Le taux d'eau est relativement élevé et l'argile est modelable. La technique la plus répandue dans ce cas est celle des adobes.

### Etat Liquide

Le taux d'eau est très élevé. Il est apparue récemment une nouvelle technique utilisant l'argile dans cet état, il s'agit de la terre coulée.

Son utilisation selon chaque état et selon la qualité de la terre, donne de nombreuses possibilités de composition, utilisées pour donner une variété dans les styles de construction en argile et diversifier ainsi son utilisation générale.



### Corrélation entre la technique de construction et le taux en eau

#### → Ses caractéristiques essentielles

Les caractéristiques de la terre diffèrent d'un endroit à un autre en fonction de ses composants et notamment la qualité de l'argile qu'elle contient. On peut mentionner :

- La Texture
- La Plasticité
- La Cohésion
- La Compressibilité
- La Couleur

#### → Cohésion



L'argile a une caractéristique importante qui est la cohésion. Pour préparer les adobes, on compte essentiellement sur cette caractéristique qui se fait en deux étapes :

**La première étape :** la terre absorbe des quantités d'eau et l'argile qui se trouve dans l'agrégat commence à gonfler selon un processus lent.

**La deuxième étape :** La terre commence à sécher sous l'effet de son exposition aux rayons de soleil et à l'air, par conséquent, le volume de la matière argileuse diminue attirant ainsi les autres composants vers elle.

**Force de cohésion :** la consistance de la terre réside dans la qualité des plaques d'argile qu'elle contient. Ces plaques représentent le lien entre les différentes autres particules.

**Caractéristiques de l'argile en tant que matériau de construction :** il y a beaucoup d'avantages à cette matière enracinée dans l'histoire de la colonisation humaine sur terre. Nous en avons extrait cette matière, sur laquelle elle se base et vers laquelle elle retourne pour s'y décomposer. Ces caractéristiques peuvent être résumées dans les points suivants :

- La disponibilité de cette matière dans la plupart des sites d'exécution, ce qui facilite l'opération de construction.
- La facilité des opérations de préparation et de construction avec cette matière en utilisant le minimum d'outils et d'équipements simples.
- La diversité des modes de construction en argile, qui permet à l'investisseur et au maître d'ouvrage une grande possibilité de choix pour le style de construction idéal dans la région en question, par l'étude de la qualité de la terre et de la main d'œuvre disponibles ainsi que les techniques de construction.
- La grande économie dans les opérations de transport : en effet, dans la plupart des cas, la terre est disponible dans la plupart des sites d'exécution.
- L'économie dans la consommation d'énergie, tant au cours des opérations d'édification des bâtiments en argile qu'au cours de l'utilisation desdits bâtiments aux différentes fins.

- Les autres caractéristiques architecturales comme l'isolation phonique ou la résistance aux incendies.
- La facilité du recyclage des éléments d'argile afin de les rendre à leur état d'origine, à savoir, la terre. Il n'en résulte aucun gaz toxique, matière chimique ou résidus susceptibles de polluer l'environnement.

## ➔ Les modes de construction en argile

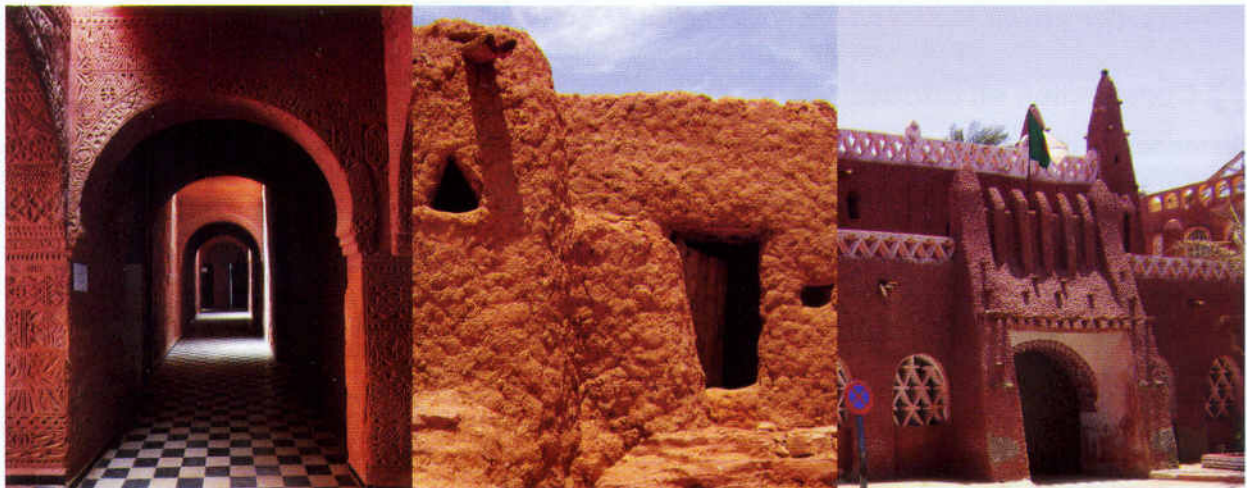
Il existe plusieurs modes de construction en argile, anciens et actuels. En observant la construction en argile dans différents pays du monde, on peut dénombrer plus de 15 modes de construction avec ce matériau. Ces modes varient entre l'usage complet de l'argile dans les différents éléments du bâtiment, telle que la façon de creuser la terre pour l'ensemble du projet, et la façon d'utiliser la brique argileuse dans la construction de l'ensemble du bâtiment, y compris les murs et le plafond en utilisant les coupoles et voûtes. Entre ces deux modes existent de nombreuses techniques de construction en argile, en l'utilisant seule ou en complémentarité avec les autres matériaux.

La construction en argile consiste généralement à choisir la bonne terre, qui est mélangée avec la quantité nécessaire d'eau, et qui se forme conformément au mode de construction pour donner une unité solide et forte. La cohésion escomptée de l'agrégat de terre est obtenue, soit par l'évaporation naturelle de l'eau dans l'agrégat,

tel qu'il est pratiqué pour les adobes séchés au soleil avant utilisation dans les constructions ; soit par le séchage de l'agrégat argileux, directement dans son emplacement, comme c'est le cas dans le mode de la bauge. Par ailleurs, la cohésion peut être obtenue par la compression extérieure d'un agrégat de terre mouillée dans des moules spéciaux comme c'est le cas pour le mode du pisé, et la plupart des types de blocs de terre comprimée.

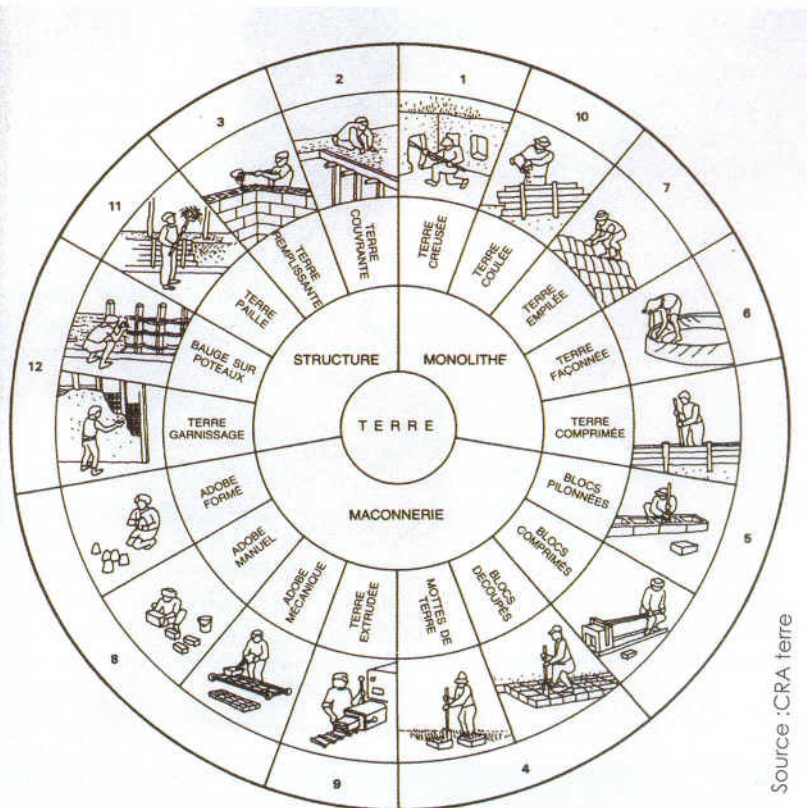
Il existe un autre mode appelée « torchis ». Ce mode est utilisé dans les maisons en mettant en place une structure en bois à partir de troncs écorcés. On remplit les cavités par des petites briques, ensuite on procède au revêtement.

Ces modes suscitent beaucoup d'intérêt, en raison de leur grande diffusion et leurs avantages. Le mode suivi dans la Vallée du M'zab, et dans la plupart des k'sour sahariens en Algérie, est le mode de construction en briques ou en briques argileuses. Nous avons pris le parti d'en parler de façon plus détaillée.



## ➔ Les différentes techniques utilisées dans la construction en terre

La construction en terre diffère quant aux techniques utilisées d'une région à une autre. La figure ci-dessous résume une série de modes connus de techniques de construction, qui sont classés en trois groupes principaux.



## ➔ Construction en adobes

On rencontre ce mode de construction dans la plupart des k'sour sahariens. Dans le Sud algérien, en Egypte, en Iraq, en Syrie, au Yémen et dans les régions de Nadjd et Ahsaa (Arabie Saoudite). La construction en briques argileuses se répand dans les pays occidentaux, notamment aux Etats-Unis d'Amérique et particulièrement dans les Etats du Sud-Ouest (Californie, Texas, Nouveau Mexique, Arizona) et dans les régions Est de la Grande-Bretagne, notamment dans le centre et le sud de la région de Norfolk et enfin en Europe.

Dans le passé, les briques étaient préparées en mélangeant la terre, qui contient généralement une grande quantité d'argile, avec l'eau et en y ajoutant de la paille ou d'autres fibres végétales. L'ensemble est bien malaxé avec les pieds ou à l'aide de taureaux et vaches, ensuite l'argile est formée en utilisant un moule en bois sans fond. Les dimensions de ce moule et le nombre de vides qu'il contient varient d'une région à une autre. Le moule est posé à terre avant d'être rempli d'agrégat

argileux et tassé à la main pour s'assurer que tous les vides dans le moule soient remplis, et pour obtenir une masse homogène. Le moule est ensuite retiré. La brique obtenue est mise à sécher pendant plusieurs jours. Le moule est nettoyé des résidus d'argile avec de la terre sèche, un outil en bois ou en le lavant à l'eau pour éviter que l'argile n'y colle lors de la répétition de l'opération. La fabrication des briques se fait en rangs alignés, séparés par une petite distance de manière à permettre de circuler entre elles, les observer et les ramasser. Elles sont laissées au soleil pour sécher, en tournant la brique sur le côté, afin de garantir le passage d'air tout autour, et par conséquent son séchage complet avant son utilisation dans la construction.

Ce procédé prédomine dans la plupart des pays qui utilisent ce type de construction. Néanmoins, dans quelques pays développés et aux Etats-Unis en particulier, la mécanisation a été introduite dans la fabrication afin de produire des briques en grande quantité, vu la demande grandissante de ce mode de construction, notamment dans l'Etat du Nouveau Mexique, où sont installés quelques producteurs spécialisés dans la production de ce matériau.



## ➤ Tests et essais pour choisir la terre appropriée

Outre les tests et essais de laboratoire qui sont généralement longs et coûteux, on procède à des tests sur chantier qui permettent de connaître quelques caractéristiques de la terre afin de juger de sa conformité pour ce type de construction.

Pour les réalisations simples, un diagnostic de classification de la terre sur la base de ces tests, peut être suffisant. En cas de doute, il sera nécessaire de recourir aux tests en laboratoire.

La terre est jugée idéale si elle contient du sable, du silt et du limon aux taux suivants : sable (55% - 75%), silt (10% - 28%), limon (15% - 18%). La terre organique est à éviter.

### 1 test du toucher (figure 1)

Ce test consiste à concasser un échantillon de terre après l'avoir débarrassé de tous les gravats tant à l'état sec qu'humide, les toucher et les remuer entre les doigts :

- La terre est sableuse si elle est grossière et passe grossièrement entre les doigts.
- La terre est silteuse si elle est fine, douce au toucher et colle aux doigts.
- La terre est argileuse si elle est dure à concasser, longue à se dissoudre, très collante et très douce.

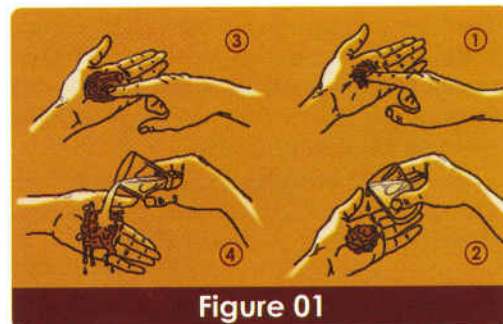


Figure 01

## 1 Test de cohésion – test du cigare (figure 02)

### La première méthode

Préparer un échantillon d'une pâte de terre sélectionnée (état souple) et la laisser reposer au moins une heure (afin de permettre au limon d'interagir avec l'eau), ensuite on forme un cigare à partir de ladite pâte :

- La pâte ne doit pas tacher les mains.
- Sur une planche, on forme un cigare de 3 cm de diamètre et 20 cm de longueur au moins.
- Pousser ce cigare doucement et subtilement du bout du plancher vers le vide.
- Mesurer la partie qui se détache.
- Reprendre l'expérience trois fois et nous calculons la moyenne de mesure de la partie détachée. Si la partie qui se détache est :
  - De 10 à 15 cm, la qualité de la terre est appropriée pour la préparation des adobes.
  - Moins de 5 cm, la terre est très sableuse.
  - De 15 cm et plus, le taux de limon dans cette terre est très important.

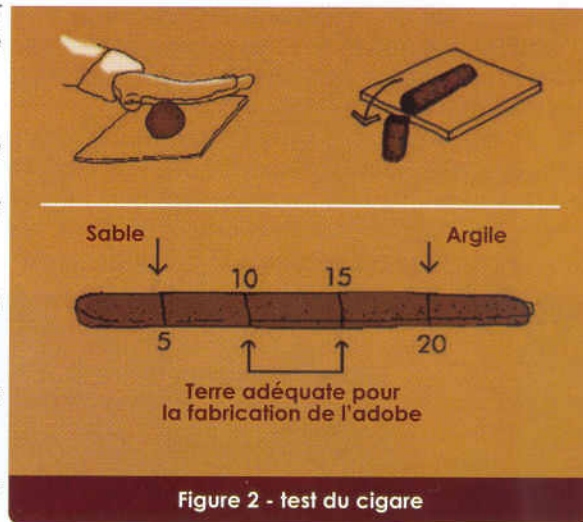


Figure 2 - test du cigare

### Test de cohésion

#### La deuxième méthode (figure 3)

Tortiller un échantillon de terre fine jusqu'à obtenir une forme de cigare, d'un diamètre de 12 millimètres.

- L'échantillon ne doit pas coller aux doigts de la main, et il doit être possible de le tortiller continuellement jusqu'à obtention d'une corde en terre étendue d'un diamètre de 3 millimètres.
- Poser la corde formée sur la paume de la main. La tenir ensuite entre l'index et le pouce et appuyer soigneusement et prudemment à partir de l'un de ses bouts pour essayer de former un ruban fin d'une largeur de 3 à 6 millimètres et pour obtenir la plus grande longueur possible.
- Mesurer la longueur du ruban formé directement dès qu'il se détache de la corde d'origine, et procéder à la déduction des résultats.

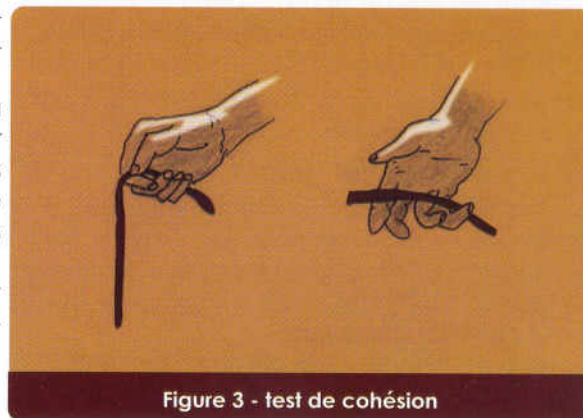


Figure 3 - test de cohésion

## Les résultats (test de cohésion) deuxième méthode

### A- une longue corde de terre

De 25 cm à 30 cm, cela indique que l'échantillon testé contient une quantité considérable d'argile.

### B- une courte corde de terre

De 5 à 10 cm, se formant difficilement, cela indique que l'échantillon contient une petite quantité d'argile.

### C- la corde ne peut être formée.

Cela indique que l'échantillon ne contient pas de terre argileuse, ou que le taux de la terre argileuse est très petit.

## Analyse de la terre par l'observation sensorielle et visuelle

Les tests suivants ont été effectués sur des échantillons de terre fine, extraite par le criblage gradué d'une terre brute. Le diamètre des granulats ne doit pas dépasser 0,4 millimètres.

### 3 Test de résistance à sec (fig. 04)

- Préparer des petites rondelles à partir d'une terre molle.
- Les mettre à sécher en les exposant aux rayons de soleil ou en les mettant au four.
- Ecraser les rondelles de terre à la main entre l'index et le pouce avec force en essayant de les transformer en poudre.
- Déduire les résultats.



Figure 4 - test de résistance à l'état sec

### Déduction des résultats

#### Test de résistance à l'état sec

##### A- une grande résistance à l'état sec

La rondelle qui représente l'échantillon est très dure et difficile à casser. Si elle casse, elle produit le son de craquement d'un biscuit. L'échantillon ne peut être écrasé entre l'index et le pouce mais il peut être concassé sans être transformé en poudre. Par conséquent, l'échantillon est une sorte d'argile presque pure.

##### B- moyenne résistance à l'état sec

L'échantillon n'est pas très résistant aux cassures et nous pouvons le transformer en poudre en l'écrasant entre l'index et le pouce. Par conséquent, l'échantillon est une terre argileuse silteuse ou argileuse sableuse.

### C- faible résistance à sec

L'échantillon se casse facilement et se transforme en poudre rapidement en l'écrasant entre l'index et le pouce. Par conséquent, l'échantillon est une terre silteuse ou une terre sableuse, donc à faible taux d'argile.



-A-



-B-



-C-

### 4 Test de consistance (fig. 05)

- Préparer une bille à partir d'un agrégat de terre de granulats fins d'un diamètre de 2 à 3 centimètres.
- Mouiller la bille de manière à la rendre consistante sans qu'elle colle aux doigts.
- Tortiller la bille sur une surface plane, polie et propre jusqu'à obtenir une forme qui ressemble à une corde fine.
- S'il arrive que la corde se coupe avant que son diamètre n'atteigne 3 millimètres, c'est que l'échantillon de terre est considéré comme très sec. Par conséquent, il faut y ajouter un peu d'eau.
- Le bon résultat est que la corde ne se coupe que lorsqu'elle atteint les 3 millimètres en la tortillant.
- Former après la coupure de la corde, une petite bille à partir du même échantillon et essayer l'écraser entre l'index et le pouce. Déduire ensuite les résultats obtenus.

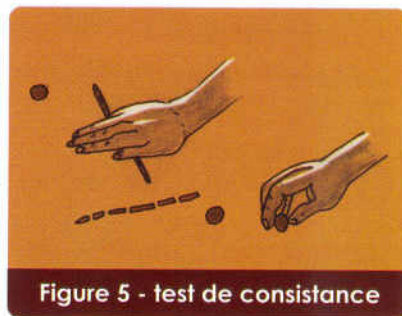


Figure 5 - test de consistance

### Déduction des résultats

#### Tests de consistance

##### A- cordon dur

La bille formée à nouveau se brise difficilement, elle ne se fissure pas et ne se morcèle pas. Cela indique qu'il y a une quantité considérable d'argile.

##### B- cordon mi-dur

La bille formée à partir de la terre se fissure et se morcèle. Cela indique qu'il y a une quantité faible de terre argileuse dans l'échantillon.

##### C- cordon fragile

Nous ne pouvons pas former la bille sans qu'elle ne se brise ou ne se morcèle. Cela indique qu'il y a une grande quantité de terre sableuse et silteuse dans l'échantillon, alors que la terre argileuse est faiblement présente.

##### D- cordon mou et spongieux

Les billes formées avec ce type de terre sont molles et spongieuses, c'est-à-dire souples, et non dures. Cela indique que l'échantillon est une terre organique.

# Les composants de la terre



**Terre brute**

Composant actif constituant le lien

Matière  
organique

Composants neutres constituant la structure du mélange



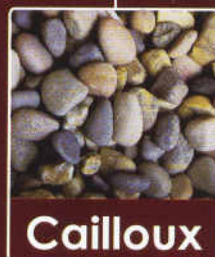
**Argile**



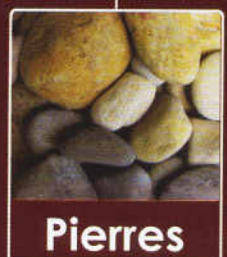
**Silt**



**Sable**



**Cailloux**



**Pierres**



**Adobe**

## ➔ Préparation de la terre

En général, il doit y avoir un travail de préparation dans la texture et la structure de la terre. Ce travail de préparation peut être effectué à la main ou à l'aide d'appareils mécaniques.

### Le tri :

Cette étape est très laborieuse et se fait en enlevant les gravats.

### Le criblage :

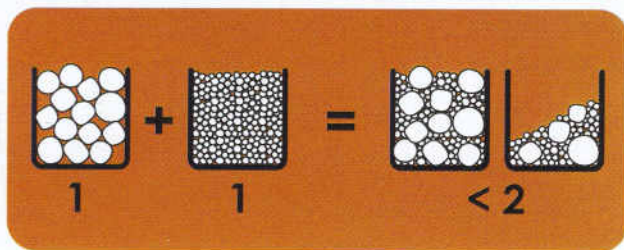
Il est réalisé sur le même principe que l'enlèvement des grandes particules. À cet effet, on utilise le crible à grandes ouvertures, puisque nous aurons besoin de particules d'un diamètre de moins de 1 cm.

Les tri et criblage de la terre sont une question de pratique, car avec l'expérience nous découvrons que les grandes particules de gravats causent des perturbations structurales notamment lorsque le moule est petit.



## ➔ Mélange de la terre à sec

Il est préférable de bien mélanger la terre afin d'aboutir à un mélange homogène. L'opération de mélange se fait dans un espace plat, mouillé préalablement. Lorsque la terre a été mélangée, nous la modelons en une masse et nous creusons un trou en son centre, puis nous y mettons de l'eau. Il est important de bien remuer la masse



obtenue, sinon on aura une séparation et un isolement entre les particules de terre et nous n'obtenons pas un mélange homogène.

### Alignement des particules :

On obtiendra plus de cohésion dans le mélange s'il est constitué de particules de différentes dimensions. En effet, les petites particules s'incrustent entre les particules plus grandes, ainsi les pores sont moindres dans le mélange et la résistance est plus forte.

## ➔ Mélange de la terre à l'état mouillé

Il est recommandé de mouiller la terre criblée entre 12 et 24 heures avant son utilisation afin de saturer les plaques de limon en eau, les réarranger et les redistribuer. Et par conséquent couvrir l'ensemble des particules, dissoudre et détériorer les agrégats de terre restés collés. Ainsi la résistance des adobes devient plus forte et il sera possible de contrôler le rétrécissement et les fissures pouvant les affecter.

### Quantité de l'eau :

Contrairement aux autres techniques de construction en argile, afin de préparer les adobes, l'argile peut être à plusieurs degrés de flexibilité (selon sa teneur en eau) selon le moule utilisé.

### Le mélange humide :

Cette étape est décisive dans la construction des adobes, de ce fait, il est important de la maîtriser. En effet, à cette étape se base l'opération de déversement et la résistance de l'adobe plus tard. Dans cette étape on introduit l'élément de cohésion de l'argile qui est l'eau.

Les caractéristiques de la terre dépendent grandement des quantités d'eau et d'air. Le « test de la colonne » met en relief la transformation de l'état liquide à l'état sec, à travers deux états : l'humide et le flexible.

La technique d'adobe exige que la terre soit à l'état flexible (plastique), de ce fait, elle doit contenir suffisamment d'eau, soit environ un tiers. Le taux de mélange à l'eau est important, il est préférable que la zone de production soit à proximité d'un point d'eau.

## ➔ Comment connaître la teneur en eau dans un mélange

Afin de connaître la quantité appropriée d'eau, former une boule de terre et la mettre sur la paume de la main avant de la secouer :

Si la boule se déforme jusqu'à devenir complètement plate, la quantité d'eau dans le mélange est élevée. Par contre, si la boule maintient sa forme malgré le secouement, la quantité d'eau dans le mélange n'est pas suffisante. Pour que la quantité d'eau soit jugée appropriée, la boule doit se déformer un peu sans devenir plate.

## ➔ Fixation

La fixation de l'argile consiste à la traiter par une matière qui améliore sa force mécanique et sa consistance, ou réduit son gonflement lors de l'humidification et son rétrécissement lors de son séchage.

Dans la construction en argile, la fixation se fait par des moyens traditionnels en fonction de la région, et ce par l'ajout de fibres végétales ou animales et/ou le sable.

On utilise aujourd'hui en plus des fixateurs traditionnels d'autres fixateurs, tels que le ciment, la chaux et le bitume. Dans tous les cas, il est très important de bien mélanger la terre.

## ➔ Coulage de l'adobe

### Lieu de fabrication de l'adobe :

Avant d'entamer le coulage des adobes, il faut préparer un espace de production et de séchage. Il doit être plat et d'un même niveau pour assurer une épaisseur uniforme des adobes. D'autre part, il est possible d'étaler une couche fine de sable sec, de cendre, de sciure pour s'assurer que les adobes ne collent pas à la terre. Cela permet de les retourner facilement, sinon il peut être difficile de les détacher ou les retourner. Il est également possible que l'adobe s'endommage gravement car il adhère à la terre ou alors au contraire, il se peut qu'une couche de terre supplémentaire soit ajoutée à l'épaisseur de l'adobe ce qui impose un travail supplémentaire pour le nettoyer, lui redonner son volume d'origine et l'aplatir.



la quantité d'eau n'est pas suffisante



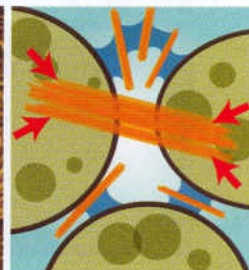
la quantité d'eau est élevée



la quantité d'eau est appropriée



Ajout de fibres végétales pour fixer les briques (adobes)



Cohésion de la matière par l'effet des fibres végétales après séchage



Adhésion de l'adobe à la terre à cause de l'absence de matière isolante comme du sable ou de la cendre

## ➔ Le moule

Pour la fabrication de l'adobe, on utilise généralement des moules rectangulaires ou carrés, fabriqués en bois imputrescible, et quelques fois en métal, ce qui les rend facile à laver, et facilite l'extraction des briques.

Les moules sont généralement munis de poignets qui favorisent la prise et l'extraction des briques.

Pour accélérer la production, il convient d'utiliser un moule unique qui aide à fabriquer plusieurs adobes à la fois, dans lequel une planchette est glissée pour diviser le cadre primaire en plusieurs espaces à la taille d'un adobe.



## ➔ Le coulage

Pour que la pâte ne colle pas, et pour faciliter son extraction, il faut mouiller le moule avec de l'eau ou de l'huile avant de faire couler les adobes.

Remplir le moule avec la pâte, compresser avec la main pour évacuer l'air du mélange et intensifier l'adobe, et concentrer plus sur les angles, qui sont les parties les plus vulnérables dans l'adobe. Après le remplissage du moule, niveler la surface à l'aide d'une planche.



## ➔ Le séchage

Juste après l'extraction de la brique, il faut laisser sécher l'adobe durant deux ou trois jours au minimum avant de le déplacer. Cette période pourrait être prolongée jusqu'à plusieurs semaines selon le climat. Il faut renverser l'adobe pour laisser sécher l'autre face.

Pour savoir si l'adobe peut être déplacé, on s'assure qu'il ne se déforme pas dès qu'on le saisit avec les doigts, et qu'il ne s'aplatisse pas lorsqu'on essaye de le renverser. La couleur pourrait également donner quelques indications sur la teneur en eau de l'adobe.

Lorsqu'on constate que la partie supérieure de l'adobe a séché, on le met sur le côté pour permettre à l'autre partie de sécher. Le séchage des briques dépend de la teneur en eau de la pâte et de l'épaisseur de l'adobe (plus l'adobe est petit et fin, plus vite il sèchera et sera utilisable). Mais ce sont en premier lieu les conditions climatiques locales, à savoir l'humidité, la chaleur, le soleil et le vent qui détermineront le temps nécessaire pour le séchage.

## Les mesures nécessaires qui accompagnent la fabrication des adobes

Pour obtenir un matériau de bonne qualité et prêt à l'utilisation, suivant les caractéristiques de la terre d'une manière générale, et particulièrement celles de l'argile, la fabrication et la production des adobes nécessitent le concours de circonstances spécifiques et adéquates qui les protègent des eaux pluviales, du froid extrême ainsi que des températures très élevées.



### Les eaux pluviales

Le séchage des adobes se fait par leur exposition au soleil, mais il faut qu'ils soient également protégés des eaux de pluies. Par temps pluvieux on les couvre pour éviter leur dilution. Un taux élevé d'humidité peut empêcher le bon séchage des adobes et les détériorer.

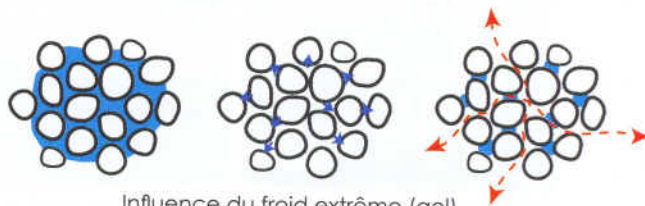


Influence des eaux pluviales



### Le froid extrême

Le froid extrême entrave la fabrication des adobes, en raison du ralentissement du processus naturel de séchage. Il peut également être à l'origine de leur fragilité en cas de gel (basses températures). Pour contrarier l'avènement de cette éventualité, il faut arrêter définitivement les travaux durant la période hivernale.

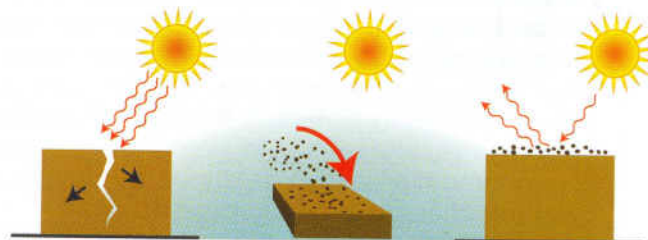


Influence du froid extrême (gel)



### La grande chaleur

Les températures élevées sont à l'origine de l'apparition de fissures sur les adobes, suite au rétrécissement (diminution dans le volume) qui survient au niveau des adobes à cause de la déshydratation rapide. Pour contrarier ce phénomène il faut éviter la fabrication des adobes durant les jours de canicule, ou adopter, dès le démoulage, des mesures telles que les couvrir avec une couche de sable, de cendre ou de feuilles de plantes. Il convient également de laisser les adobes à l'ombre durant les premiers jours qui suivent le démoulage pour éviter le séchage rapide.



Influence de la chaleur extrême

Plus les adobes sont épais, plus il y a de chances que ce phénomène intervienne. Cela est imputé à l'écart de températures existant entre la surface de l'adobe et son centre. Résultat, plus l'adobe est épais, plus il y aura de fissures.



L'écart de température entre la couche d'adobe et le centre

## → La construction en adobe (la brique) à la Vallée du M'zab

L'utilisation optimale des ressources naturelles est l'un des principes fondamentaux de la construction à la Vallée du M'zab, et spécifiquement les ressources abondantes sur le site de la construction. C'est pour cette raison que les constructions du KSAR sont réalisées en pierres et en chaux, alors que la majorité des constructions dans la palmeraie, spécialement celle de Ghardaïa, sont en argile, vue l'abondance et la facilité d'exploitation et d'utilisation de cette matière sur ce site, où la technique de construction en adobe était très répandue, comme c'est le cas dans la plupart des K'sour dans le Sahara algérien.

Il faut noter que la construction en argile à la Vallée du M'zab ne pourrait avoir lieu sans le concours d'un système d'irrigation traditionnel, qui, outre le fait qu'il soit à l'origine de l'instauration des palmeraies artificielles à partir du néant, avait activement contribué à la fourniture de la terre sur ce site rocheux par l'intermédiaire des barrages et des digues qui ont réduit le débit des eaux et les ont -par moments- emmagasinées, ce qui a favorisé la sédimentation de la terre portée par ces eaux. Cette terre qui a été -outre son usage pour l'agriculture- utilisée dans la construction des habitations dans les palmeraies.

Généralement, la partie inférieure et les fondations des constructions traditionnelles en argile à la Vallée du M'zab sont en pierres et en chaux, à cause de la sensibilité de l'argile au phénomène de la montée de l'humidité, ainsi que la localisation de quelques constructions dans des zones inondées par les crues. Quant aux toits, ils sont identiques à ceux des habitations des K'sour.

L'enduit entre les adobes est fabriqué en argile ou à partir de la chaux. Le revêtement et la bordure au-dessus des murs, sont généralement en enduit de chaux, et contribuent grandement à la protection de la construction en argile.

Quant aux toits, ils sont identiques aux toits des constructions en pierres ou en chaux, c'est-à-dire composés généralement de poutres en bois comme charpentes principales, fixées sur des murs porteurs ou sur des colonnes épaisses en forme circulaire ou carré. Les poutres portent une couche de feuilles de palmier. Cette couche est utilisée comme un renforcement pour le toit. Une couche de pierre ou d'enduit est posée dessus avec soin, suivie d'une couche de terre propre, et à la fin une couche de chaux bien préparée est appliquée sur la surface de manière correcte qui respecte l'inclinaison adéquate pour l'évacuation des eaux de pluies.



## ➔ Les causes de la détérioration des constructions en argile :

Les facteurs naturels : les précipitations, vent, tremblements de terre et facteurs humains.

### 1 L'eau

Un des inconvénients majeurs de l'utilisation de l'argile dans la construction est sa faible résistance à l'influence des eaux (eaux de pluie ou de crues, eaux qui jaillissent des sols et des fondations par le phénomène de capillarité, fuites des sanitaires construits d'une manière non adéquate). Ainsi, l'infiltration des eaux dans les constructions en argile est considérée comme l'une des principales causes de leur délabrement, voire l'accélération de leur effondrement ; spécialement pour les toits qui absorbent les eaux, ce qui augmente leurs poids et contribue considérablement à la surcharge exercée sur les éléments de support de la construction, et mène à son effondrement. L'influence des eaux sur les constructions pourrait être classée comme suit :

#### La remontée capillaire :

Elle est caractérisée par la montée des eaux souterraines chargées de sels, par le phénomène de capillarité. Elle commence par s'infiltrer dans les fondations et finit par atteindre la partie construite en argile située juste au-dessus. Lorsque ces eaux s'évaporent, les sels se sédimentent sur la surface de la matière, et contribuent au fil du temps à sa dégradation et son affaiblissement.



#### Les ornières :

Elles se forment généralement sous le mur en argile et sont considérées comme la première conséquence de la remontée capillaire au niveau des murs en argile. Elles se manifestent directement sur les premiers adobes posés, juste au-dessus du sol ou sur les fondations bâties de matières autres que l'argile ; si ce phénomène n'est pas traité à temps, il finira par causer des creux qui transperceront le mur de part en part, et constitueront par conséquent un énorme danger sur la totalité de la construction voire provoquer son effondrement.



#### Les effritements causés par les eaux pluviales :

Un des défauts majeurs de la construction en argile par rapport à l'eau est la facilité par laquelle elle peut être sculptée par les eaux pluviales. Toutes ses parties exposées -sans protection- directement ou indirectement aux précipitations sont susceptibles d'être sculptées et de s'effriter.



## La construction non adéquate des sanitaires et de leurs canalisations :

Lorsque les sanitaires et leurs canalisations ne sont pas conçues de manière adaptée à la nature du bâtiment en général et de la construction en argile en particulier, et lorsque l'évacuation des eaux de pluies est lente et inefficace, cela permet à l'eau de s'infiltrer dans les bâtiments en argile. Ce qui conduira à un changement dans le volume des murs. L'argile passera ainsi d'un état sec à un état humide ; avec tous les changements dans les caractéristiques physiques qu'il induit, et surtout les toits qui absorbent ces eaux, leur poids augmente et contribue considérablement à la surcharge exercée sur les éléments de support de la construction, et mènera à son effondrement.

## Les eaux des crues :

Il est rare que les crues soient à l'origine de l'effondrement des constructions en argile, surtout les constructions traditionnelles, grâce à la connaissance préalable de leurs bâtisseurs de la grande sensibilité de cette matière à l'eau. Ils évitent de bâtir ce genre de construction dans les régions exposées aux inondations, et prennent les mesures nécessaires pour limiter leurs impacts, comme construire par exemple la partie inférieure avec une autre matière qui résiste à l'eau.

En cas d'inondation diluvienne et en présence d'obstacles, les parcours des crues peuvent changer et les zones inondées s'élargir, ces constructions seront alors plus exposées au risque d'effondrement que les autres. Par contre, l'opération de leur reconstruction se fait avec les mêmes matériaux et ne nécessite pas l'achat d'autres composants ni l'évacuation des décombres.



## 2 Les autres matériaux utilisés avec l'argile

Le défaut de la cohésion entre l'argile et les autres matériaux ainsi que la différence dans leurs caractéristiques fait de la construction en argile avec d'autres matériaux un procédé très sensible et le soumet à des règles obligatoires, pour que l'usage d'autres matériaux ne soit pas une cause de la détérioration des constructions.

### La structure porteuse :

L'usage d'une structure porteuse ainsi que des toits en béton armé dans les constructions en argile est actuellement très en vogue à la Vallée du M'zab et surtout dans l'oasis de Ghardaïa. Mais le contraste qui existe entre les caractéristiques des deux matières rend leur usage combiné pas très profitable à la construction en général et à l'argile en particulier ; joindre ces deux matières doit donc se faire selon des critères qui limitent les inconvénients éventuels, et qui sauront tirer profit des avantages des deux matières.



### Le mortier utilisé entre les adobes :

Le mortier utilisé entre les adobes doit ressembler, quant aux caractéristiques, le plus possible à la matière même de l'adobe afin de garantir sa cohésion et sa consistance. Plus les matières sont différentes, plus il y a déséquilibre, et par conséquent, plus la détérioration du bâtiment est à l'avenant. Parmi les pratiques dans la Vallée du M'zab actuellement, l'utilisation du mortier de chaux entre les adobes. Vu la différence entre leurs paramètres physiques et chimiques, cette matière n'augmente pas toujours la solidité de la construction en argile, voire au contraire, accélère parfois sa détérioration.



### Le revêtement et la peinture :

Le revêtement et la peinture sont des opérations efficaces dans la protection du bâtiment en général et la construction en argile en particulier. Néanmoins, l'utilisation de certains matériaux ne remplit pas le rôle attendu dans la protection et la dissimulation du matériau de construction, en construction traditionnelle notamment, dans laquelle le revêtement et la peinture doivent être de matières poreuses et non étanches, permettant l'aération des matériaux de construction utilisés. Parmi les matières les plus utilisées dans le revêtement actuellement, et particulièrement dans les parties de construction qui souffrent de l'humidité, nous trouvons le ciment. Cependant cette matière remplit le rôle contraire attendu d'elle, car elle se détache aussitôt de la surface, augmente également l'humidité qui monte des sols et des bases par capillarité et monte dans le mur engendrant des effets indésirables.



### Les portes et les fenêtres



### 3 Autres causes

#### Les autres causes - méthode de revêtement



### Les plantes



### Les restaurations et interventions aléatoires :

Les expansions verticales : la construction structurale intensive et les expansions verticales donnent des poids supplémentaires qui mènent à des chutes. Spécialement durant la saison des pluies, ce qui donne parfois lieu à des fissurations et des effondrements .

Les travaux de réhabilitation :

L'exécution des travaux de réhabilitation n'est souvent pas précédée d'une étude technique. Vu la perte des connaissances dans le domaine de la construction traditionnelle, cette opération se traduit par un déséquilibre pour la structure, horizontalement ou verticalement, ou dans les deux sens à la fois. De ce fait les conséquences sont considérables, menant à des fissures difficiles à réparer.

### Absence de l'entretien régulier :

Si l'entretien ne se fait pas continuellement, les eaux des pluies rempliront les parties contenant les adobes et la structure, faisant en sorte que les uns se détachent des autres.

La tendance des surfaces de l'argile à se découvrir est considérable en raison des effets environnementaux tels que : les pluies, les vents de sable ou l'érosion en raison de l'utilisation par les habitants ou usagers. Ce qui contribue à la fragilité de cette matière, et nécessite la réparation et l'entretien continuel. Cela est connu dans les bâtiments en argile, dans les pays à haute précipitation, car les propriétaires renouvellent les revêtements et peinture chaque année après chaque saison de pluie.

### Construction de la partie inférieure du mur en argile



### La surcharge



## ➔ Les recommandations relatives à la conservation de la construction en argile

Afin de conserver la construction en argile il faut respecter certaines règles simples qui permettent de réunir les conditions appropriées pour garantir que la construction soit capable de résister aux charges et d'éviter le déséquilibre. Pour rendre le bâtiment plus résistant aux différents facteurs naturels, notamment l'humidité et les eaux, les vents et les végétaux, ainsi que le facteur humain qui ne peut être ignoré, on fera attention aux points suivants :

- Maintenir le plancher de la construction dans un bon état.
- Poser la construction sur des fondements solides.

- Éviter tout contact direct entre les murs d'argile et le sol. C'est-à-dire que les murs d'argile doivent s'appuyer sur une partie inférieure construite en pierres.

- Éviter tout changement dans le plan du bâtiment sans étude spécialisée.

- Éviter d'ouvrir de nouvelles fenêtres ou portes au niveau des murs.

- Garantir qu'il n'y ait pas de plantes à proximité du bâtiment.

- Ne pas utiliser de matériaux de construction qui ne conviennent pas à l'argile tels que le ciment.

- Évaluer les poids appliqués à la structure du bâtiment qui ne doivent pas être excessifs.

- Les dimensions du bâtiment, notamment les parties porteuses, doivent être bien étudiées.

- Le respect des règles relatives à la préparation des matériaux de construction, notamment le pourcentage des composants et le temps nécessaire à la préparation. Cela s'applique à l'enduit et les liants ainsi que les adobes.

- L'entretien régulier du bâtiment.

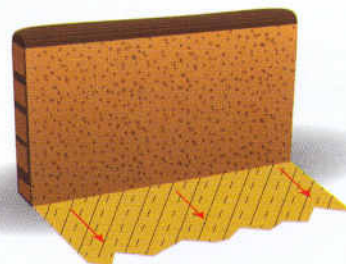
- Le mode de construction en adobes doit respecter le chevauchement entre les adobes afin d'assurer leur cohésion, et par conséquent, former une masse alignée sans points faibles qui peuvent causer l'apparition de débuts de fissures verticales. Ces fissures se traduiront forcément par le détachement de grandes parties du bâtiment. (voir la figure)



- Construire la partie inférieure des murs avec des pierres et de l'enduit de chaux bien préparé. Ensuite, on y pose des lignes d'adobes de manière entrecroisée pour assurer une bonne cohésion entre elles. Cette manière est censée permettre que les adobes soient loin de tout contact avec l'humidité qui aurait une influence négative sur le bâtiment, si jamais les adobes étaient posés directement à même le sol.



- Appliquer aux murs d'argile une couche d'enduit argileux ou d'enduit de chaux bien préparé. Mettre aussi une couche de chaux de forme convexe sur le mur pour le préserver des eaux de pluie. Quant au sol extérieur adjacent au mur, son inclinaison doit être vers l'extérieur loin du bâtiment de façon à ce que les eaux s'éloignent de sa base.



## Table des matières

Prologue .....	04
Introduction .....	05
Introduction historique .....	05
Qu'est-ce que l'argile .....	07
Son origine .....	07
Ses composants.....	07
Ses types .....	07
Son hydraulité.....	07
Cohésion .....	08
Modes de construction en argile .....	09
Les différentes techniques utilisées dans la construction en terre .....	10
Construction en adobes .....	10
Tests et essais pour choisir la terre appropriée .....	11
Les composants de la terre .....	15
Préparation de la terre .....	16
Mélange de la terre à sec .....	16
Mélange de la terre à l'état mouillé.....	16
Comment connaître la teneur en eau dans le mélange .....	17
La fixation.....	17
Le coulage des adobes.....	17
Le moule .....	18
Le coulage .....	18
Le séchage .....	18
Les mesures nécessaires qui accompagnent la fabrication des adobes .....	19
La construction en adobe à la Vallée du M'zab.....	20
Les causes de la détérioration de la construction en argile ....	21
Les recommandations relatives à la conservation de la construction en argile .....	25

## Bibliographie

- Traité de construction en terre, L'encyclopédie de la construction en terre- volume 1, Hugo Houben, Hubert Guillaud, éditions Parenthèses , Marseille, 1989
- Terre crue, techniques de construction et de restauration, Bruno Pignal, éditions groupe Eyrolles, Paris 2005.
- Bâtir en terre (2ème édition), Technique américaine, Centre Régional des Editions Techniques (CRET), Paris
- Construire en adobes : base de données documentaires, Ravi KOLA-CHANA, mémoire de CEAA Terre 1990-92, Ecole d'architecture de Grenoble.
- Adobe guide de construction parasismique, Wilfredo Carazas Aedo, MISEREOR éditions : CRATerre.
- The adobe story, a global treasure, Paul G. Mc Henry, JR. University of New Mexico Press edition reissued 2000.

Références et photos de l'Office de Protection  
et de Promotion de la Vallée du M'zab

## Préparation et coordination

**BABA NEDJAR Younes**

Architecte – Directeur de l'Office de Protection et de Promotion de la Vallée du M'zab

**BOUAROUA Nouredine**

Ingénieur Principal de l'Habitat et de l'Urbanisme

## **Office de Protection et de Promotion de la Vallée du M'zab**

---

Depuis sa création en 1970 sous l'appellation de « l'Atelier des études et de restauration de la Vallée du M'zab », jusqu'à sa promotion en 1992 en « Office de Protection et de Promotion de la Vallée du M'zab », cette institution a toujours travaillé sous la tutelle du Ministère de la Culture, pour informer et sensibiliser l'environnement sur la nécessité de participer à la préservation de la Vallée du M'zab, patrimoine de la civilisation qui constitue un élément fondamental du développement durable. L'OPVM tente sans relâche de rapprocher le citoyen de ce patrimoine en le faisant connaître et en dévoilant ses secrets. Œuvrer ensuite pour sa préservation à travers les multiples opérations de restauration, lutter pour sa valorisation et son exploitation conformément aux textes de lois promulgués à cet effet.

**32, rue de Palestine, Ghardaïa, Algérie**

**Tél : +213 29 88 44 54**

**Fax : +213 29 88 25 48**

**e-mail : [opvm@m-culture.gov.dz](mailto:opvm@m-culture.gov.dz)**

**[www.opvm.dz](http://www.opvm.dz)**