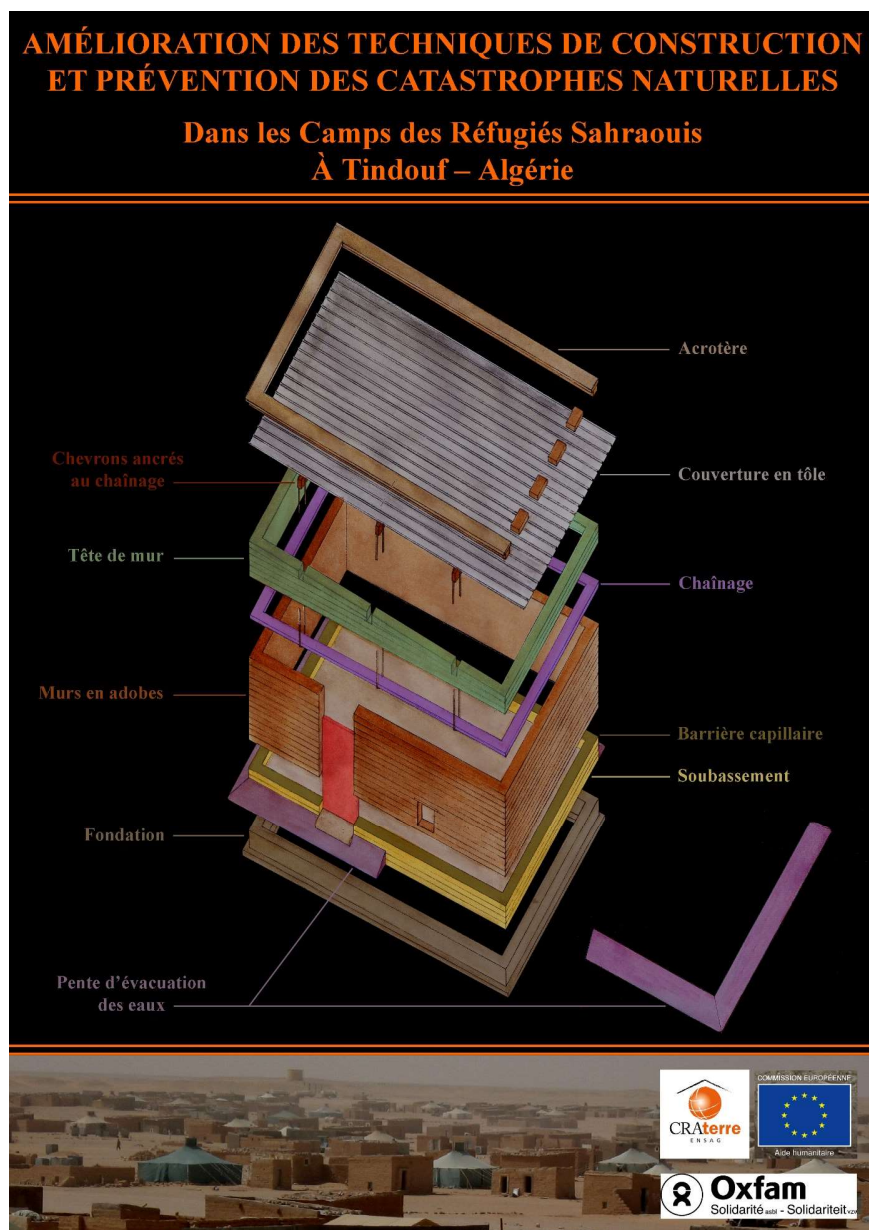


MALETTE PEDAGOGIQUE, CONSTRUIRE EN TERRE DANS LES CAMPS SAHRAOUI



Olivier Moles, Razika BENBEGHILA | CRATerre
2010 - 2015

Ref: **DZA 017 – 018 – 020 – 023 – 024 – 025 & 027**

ENSEIGNEMENT DE LA PRODUCTION

LISTE DES CONTENUS

1. La terre, matière première

- 1.1 Origine et composants
- 1.2. État hydrique
- 1.3. Test d'identification

2. L'adobe

- 2.1. Présentation générale
- 2.2. Convenance de terre
- 2.3. Moules et formes d'adobes
- 2.4. Production
- 2.5. Test de contrôle

3. L'adobe stabilisée

- 3.1. Utilisation
- 3.2. Production
- 3.3. Contrôle de qualité
- 3.4. Adobes stabilisée en U

4. Dalettes acrotères

- 4.1. Utilisation
- 4.2. Production

5. Matériaux à base de ciment

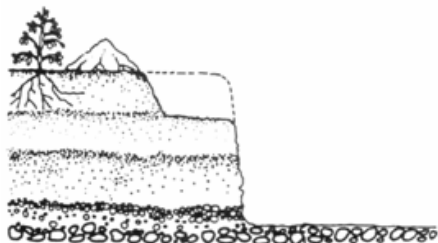
Session N°1 : Origine et composant

Objectifs : Les étudiants connaissent la nature, les caractéristiques et l’origine des composants de la terre. Ils sont plus à même de sélectionner des terres spécifiques en fonction des caractéristiques qu’ils recherchent.		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Faire découvrir aux étudiants les différents composant de la terre. Leur demander de découvrir certaines propriétés de chacun des composant, ceci au travers de diverses manipulations..		Lieu : Salle de réunion ou de classe
THÉORIE	<u>Composant</u> Matières organiques : Matières inertes : Matières actives : Gaz : Eau : <u>Principales caractéristiques</u> Granulométrie : Cohésion :	Temps : 1 Heures
	Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique – Matériel ZOPP	
	Contrôle des acquis : Quels sont les constituants de la terre ? Quelles sont les caractéristiques physiques de chacun ? Comment ces différents constituants se rangent (ou s’organisent) entre eux dans une terre ? Qu’est ce qui colle ces constituants entre eux ?	
Organisation avant:		
Après formation :		

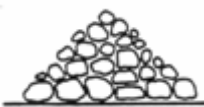
1. LA TERRE, MATIÈRE PREMIÈRE

1.1. ORIGINE ET COMPOSANTS

ORIGINE (voir traité de construction en terre P 27 à 29):



COMPOSANTS (voir traité de construction en terre P 30 à 39):

 Les Cailloux 200 – 20 mm		Ces éléments sont inertes à l'eau. Ils constituent la structure (le squelette) du matériau terre Les grains peuvent être soit roulés (issus de l'érosion en mers, rivière, ruisseaux...) soit concassés.
 Les Graviers		
 Les Sables		
 Les Silts 0,02 – 0,002 mm		
 Les Argiles $\varnothing < 0,002$ mm.		• Leur force de cohésion est réversible avec l'eau. • Les argiles sont le liant qui donne la cohésion aux éléments en terre crue.

Session N°2 : Etat hydrique

Objectifs : Maîtrise du comportement du matériau à l’eau		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : découvrir les effets de l’eau sur le matériau au travers de diverses manipulations.		
THÉORIE	Compressibilité ; teneur en eau optimum Plasticité ; teneur en eau adapté au type de mise en œuvre Cohésion, l’effet de l’eau sur les argiles Retrait et gonflement.	Lieu : Salle de réunion ou de classe Temps : 1 Heures Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique
	Quelques tests de terrain pour mieux appréhender les caractéristiques spécifiques des terres.	
	Contrôle des acquis : Quel rôle joue l’eau lors de la production d’adobe ? Quel rôle joue l’eau dans la production d’adobe stabilisé ? Quels sont les effets de la quantité d’eau mélangée à la terre sur la qualité des produits finis (adobe ou adobe stabilisé)?	
Organisation avant:		
Après formation :		

1. LA TERRE, MATIÈRE PREMIÈRE
1.2. ÉTAT HYDRIQUE

ÉTATS HYDRIQUES (voir traité de construction en terre P 32 à 33):

Session N°3 : Test d'identification

Objectifs : Etre capable d’appréhender le comportement d’une terre utilisé de façon spécifique. Savoir choisir une terre en fonction de l’utilisation que l’on souhaite en faire. Savoir utiliser une terre de façon optimale, ceci en fonction de ses caractéristiques.		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Manipulation de terre, pratique d’essais de terrain. Production et analyse d’échantillons		Lieu : Salle de réunion ou de classe
THÉORIE	Quelques tests de terrain pour mieux appréhender les caractéristiques spécifiques des terres.	Temps : 1 Heures
	Démonstration des tests puis mise en pratique par les étudiants.	
	Corrélation tests de terrain et tests de laboratoire	
	Analyse des terres et convenance.	
	Contrôle des acquis : Ces acquis sont contrôler au travers de la capacité de l’apprenant à utiliser ces tests pour répondre aux exercices données dans le cadre des autres thèmes étudiés.	
Organisation avant:		
Après formation :		

1. LA TERRE

1.3. TESTS D'IDENTIFICATION : VUE ET TOUCHER – ODEUR – LAVAGE DES MAINS

Sans essais de laboratoire et avec une expérience importante, les essais de terrain suffisent. Ils permettent de déterminer les caractéristiques d'un sol

(Voir traité de construction en terre P 53 à 77)

Session N°1 : l'adobe

Objectifs : Permettre aux étudiants de maîtriser la filière de la production d’adobe		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya Lieu : Atelier Temps : 1 Heures Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique
Méthode : Mise en pratique		
THÉORIE	Intérêt de ce type de matériau Choix de la terre Choix des équipements Etapes de la production Démarche qualité	
	Contrôle des acquis : Quelles sont les caractéristiques demandées d’une terre pour produire une bonne adobe ? Citer les différentes étapes de production d’adobe en précisant le rôle de chacune ? Dans le processus de production, Qu’est sont les points importants qui permettent d’obtenir une adobe de qualité ? Dans le cadre d’une production d’adobe en quantité, quels sont pour vous les caractéristiques que doivent avoir les équipements de production (moules en particulier) ? Quels sont les tests de contrôle possible sur les adobes une fois finis. (possibilité de donner le tableaux « 2-5 » en laissant l’apprenant compléter la parties correction).	
Organisation avant:		
Après formation :		

2. L'ADOBE

2.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Voir « Adobe, manual de produccion » de WilfredoCARAZAS AEDO ; Alexandre DOULINE

AVANTAGES

- Matière première disponible facilement et localement.
- Équipement de production de base très peu coûteux.
- Savoir-faire accessible à tous.
- Pas de combustible de cuisson.

INCONVÉNIENTS

- Consommation d'eau élevée.
- Aire de séchage étendu.
- Temps de séchage tributaire du climat.
- Bloc de faible résistance à l'eau, mais améliorable.

2. L'ADOBE

2.2. CONVENANCE DE TERRE POUR LA PRODUCTION D'ADOBE

Voir « Adobe, manual de produccion » de WilfredoCARAZAS AEDO ; Alexandre DOULINE

2. L'ADOBE

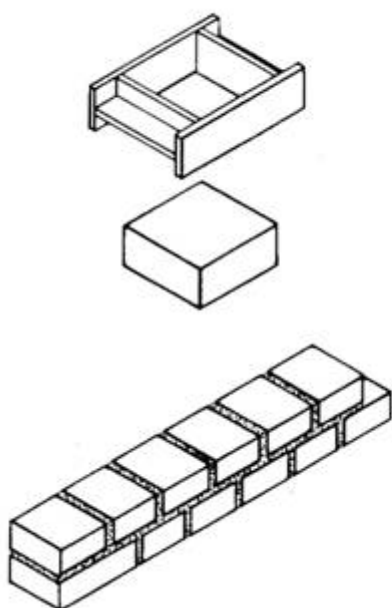
2.3. MOULES ET FORMES D'ADOBES

Les moules utilisés pour la fabrication d'adobes sont généralement de forme rectangulaire ou carrée, réalisés en bois, (parfois en métal).

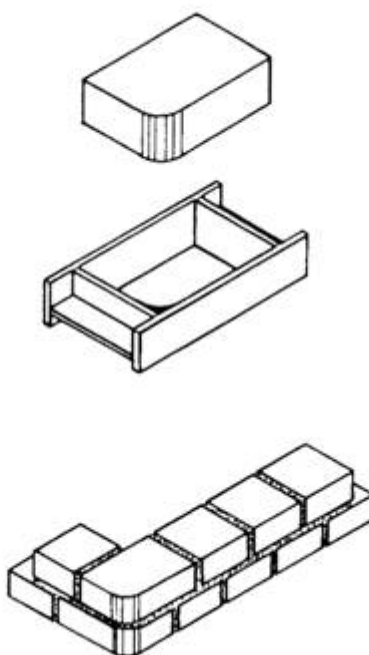
Ils sont agrémentés de poignées qui permettent, en soulevant le moule, de faciliter le démoulage de la brique.

Afin d'accélérer la production, des moules multiples peuvent être utilisés : un même moule permet alors de former plusieurs adobes à la fois ; une plaque de contre-plaqué vient seulement diviser le cadre initial.

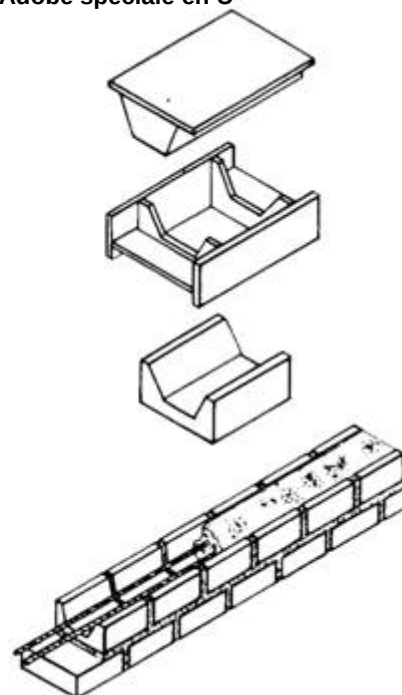
Carré



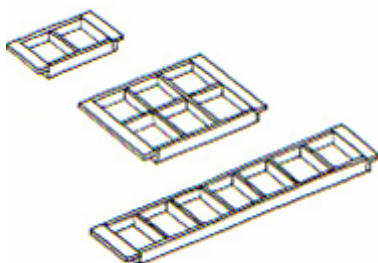
Angle arrondi



Adobe spéciale en U

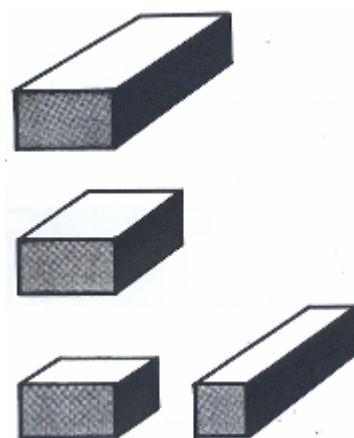


Carré ou rectangulaire pour production multiple



Il est possible de fabriquer des blocs spéciaux (en U, demi, trois quarts et arrondis) pour éviter de tailler ou de couper les adobes entières sur le chantier. Ceci est surtout intéressant pour les adobes stabilisées qui coûtent cher.

Adobes spéciales : demi et trois quarts



2. L'ADOBE

2.3. MOULES ET FORMES DE BLOCS

Forme des moules utilisés dans les Camps des réfugiés Sahraouis



Forme d'adobes produites dans les Camps des réfugiés Sahraouis



2. L'ADOBE

2.4. PRODUCTION ; MÉLANGE

Voir « Adobe, manual de produccion » de WilfredoCARAZAS AEDO ; Alexandre DOULINE

2. L'ADOBE

2.4. PRODUCTION ; MOULAGE ET DÉMOULAGE

Voir « Adobe, manual de produccion » de WilfredoCARAZAS AEDO ; Alexandre DOULINE

2. L'ADOBE

2.4. PRODUCTION ; PRÉCAUTIONS DE PRODUCTION

Voir « Adobe, manual de produccion » de WilfredoCARAZAS AEDO ; Alexandre DOULINE

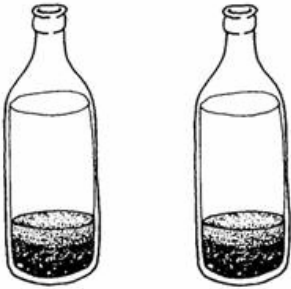
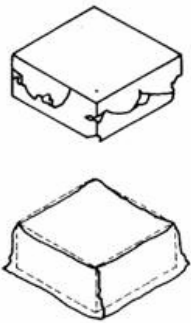
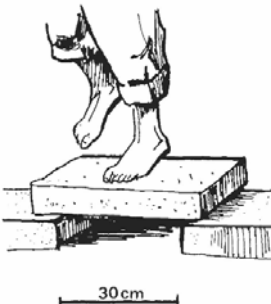
2. L'ADOBE

2.4. PRODUCTION ; STOCKAGE ET TRANSPORT

Voir « Adobe, manual de produccion » de WilfredoCARAZAS AEDO ; Alexandre DOULINE

2. L'ADOBE

2.5. TESTS SIMPLES DE CONTRÔLE

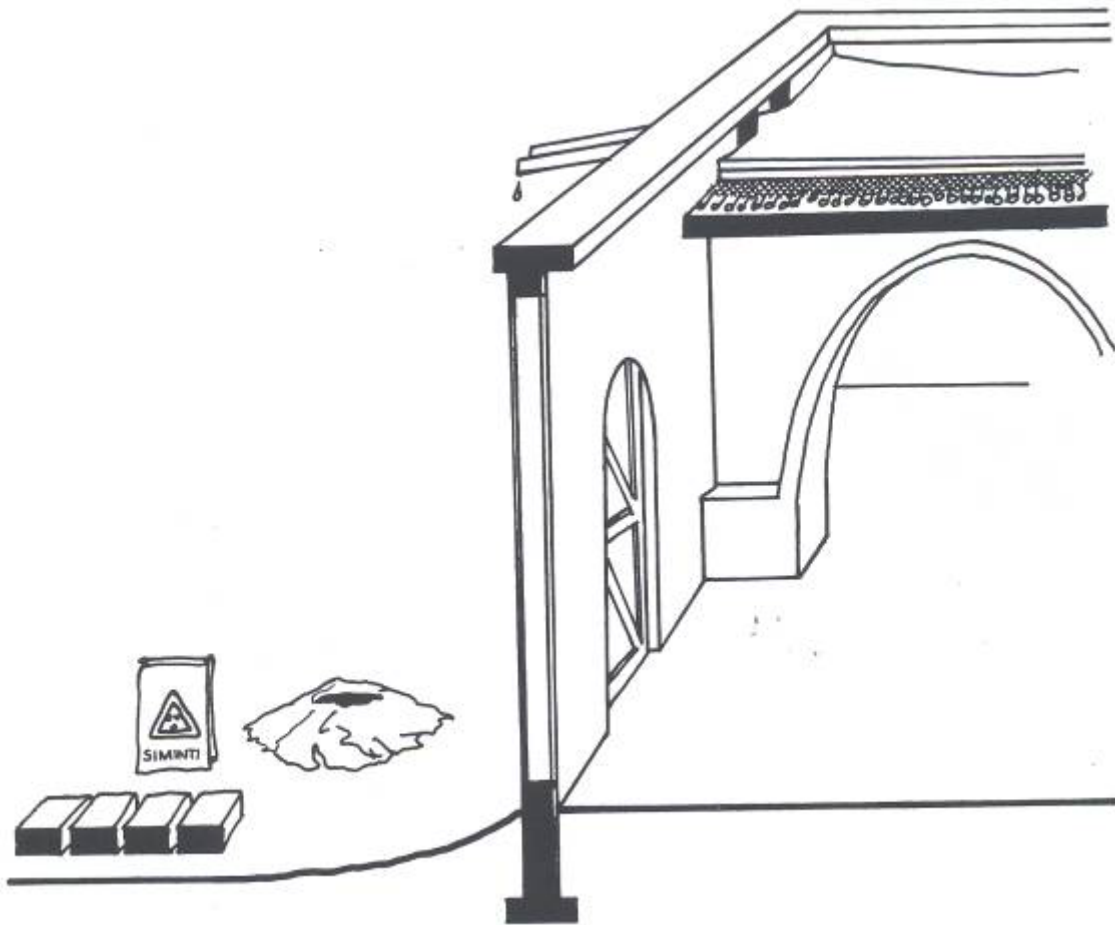
CONTRÔLE DE LA TERRE  Référence Échantillon	<u>A l'extraction :</u> Vérifier chaque semaine que la nouvelle terre est identique à celle sélectionnée au départ. Effectuer un test de "la bouteille" (décantation de la terre dans l'eau après agitation). Comparer la répartition des différentes couches avec celles de la bouteille de référence.	<u>CORRECTION :</u> quand les 2 bouteilles ne présentent pas le même aspect, refaire les analyses de terre pour vérifier ses propriétés.
CONTRÔLE DE LA FORME 	<u>Au démoulage :</u> - Aucun vide n'est accepté au niveau des arêtes. - La base ne doit pas augmenter de plus de 5 %.	<u>CORRECTION :</u> - Meilleur tassement dans les angles du moule. - Réduire la quantité d'eau du mélange.
CONTRÔLE DU RETRAIT 	<u>Après démoulage :</u> - Apparition rapide de fissures sur la surface. <u>Après séchage :</u> - Pas de fissures supérieures à 5 cm.	<u>CORRECTION :</u> - Protéger du soleil. - Stabiliser la terre avec du sable ou de la terre sableuse.
CONTRÔLE DE LA RESISTANCE  30cm	<u>Après séchage complet :</u> Choisir au hasard 3 adobes du stock journalier. Les 3 adobes doivent être de résistance supérieure à celle exigée par le "contrat-client". o les blocs doivent résister au poids d'un homme pendant une minute.	<u>CORRECTION :</u> Vérifier la terre Vérifier le processus de production Intervenir

Session N°2 : l'adobe stabilisé _____

Objectifs : Permettre aux étudiants de maîtriser la filière de la production d’adobe stabilisé		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Mise en pratique		Lieu : Atelier
THÉORIE	Intérêt de ce type de matériau Choix de la terre Choix des équipements Etapes de la production Démarche qualité	Temps : 1 Heures Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique
	Contrôle des acquis : Quelles sont les caractéristiques demandées d’une terre pour produire une bonne adobe stabilisé ? Citer les différentes étapes de production d’adobe stabilisée en précisant le rôle de chacune ? Dans le processus de production, Quels sont les points importants qui permettent d’obtenir une adobe stabilisée de qualité ? Quels sont les moyens de contrôle (qualité) possible à chacune des étapes de la production d’ adobes stabilisés. Dans le cadre d’une production d’adobe stabilisé en quantité, quels sont pour vous les caractéristiques que doivent avoir les équipements de production (moules en particulier)? Quels sont les tests de contrôle possible sur les adobes stabilisés une fois finis Quels sont les endroits d’une construction où l’emploi d’adobe stabilisé est judicieux et pourquoi ?	
Organisation avant:		
Après formation :		

3. L'ADOBE STABILISÉE

3.1. UTILISATION



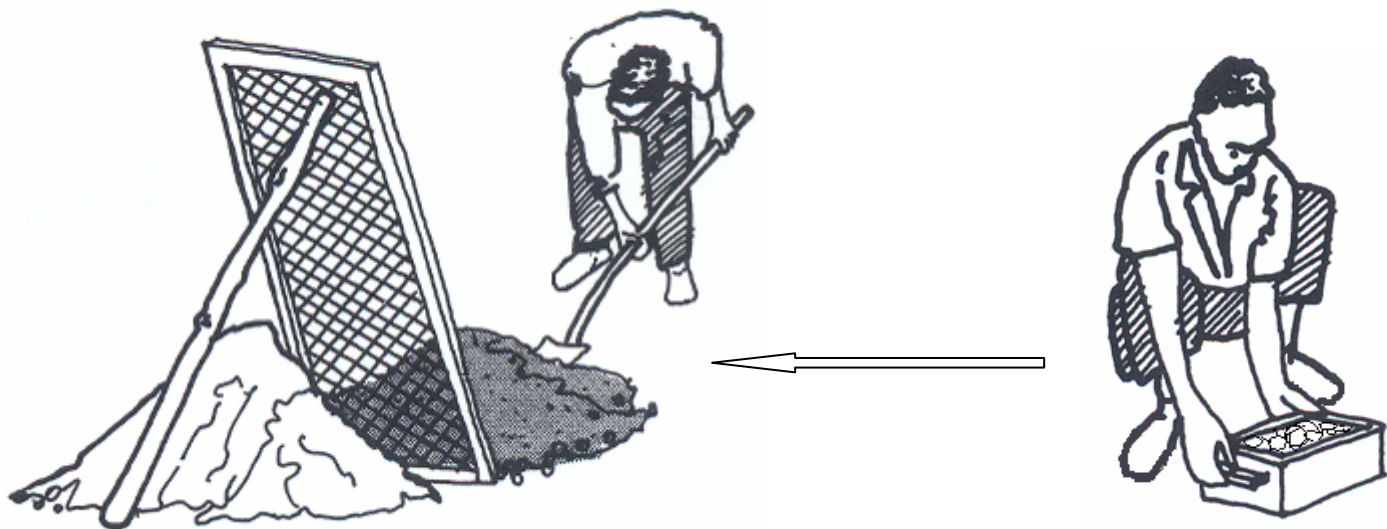
Certaines parties des bâtiments subissent des contraintes et sollicitations particulières.

- Les parties enterrées (Contact avec les eaux d'infiltration et de remontées capillaires)
- Le mur de soubassement (Cycle d'humidification et de séchage ; érosion mécanique).
- L'assise sur dalle (remontées capillaires).
- L'assise sous toiture (infiltration des eaux de pluies, érosion au vent).
- L'acrotère (érosion dues à l'impact de la pluie, cycle humidification / séchage) .
- Les angles des murs (érosion mécanique ; chocs)
- Le cadre des ouvertures (cycles de traction, érosion mécanique)

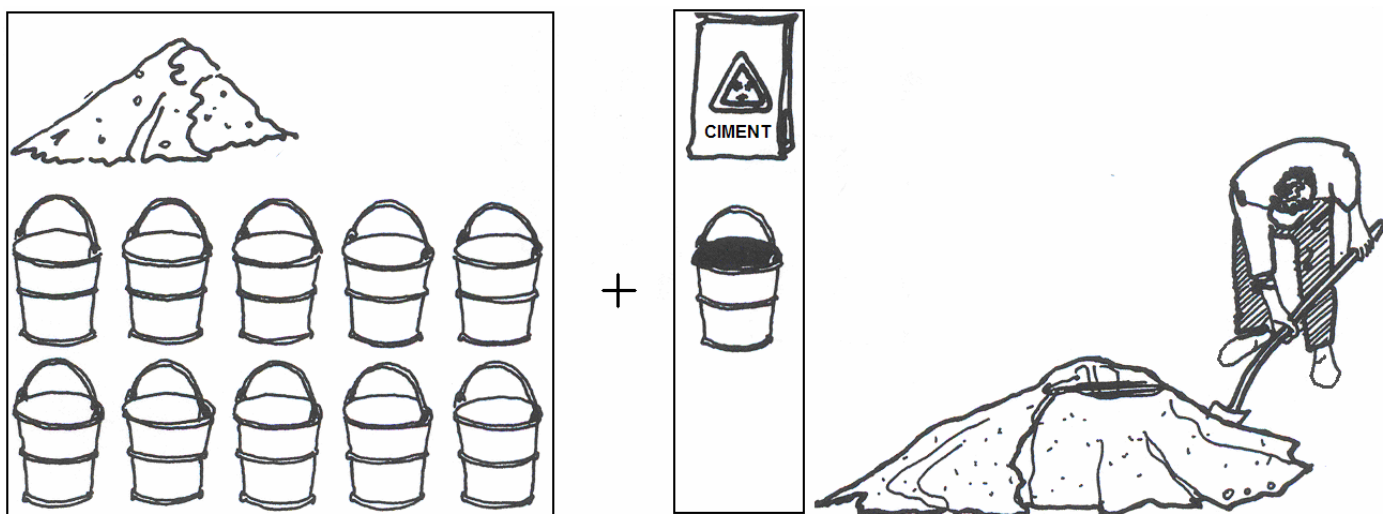
Les adobes stabilisées ont une résistance à l'eau et à l'abrasion supérieure aux adobes normales mais elles coûtent plus cher. Leur utilisation peut donc être réduite aux endroits les plus exposés.

3. L'ADOBE STABILISÉE

3.2. PRODUCTION



- Tamisage nécessaire si le diamètre des plus gros grains présent dans la terre est incompatible avec la dimension des éléments à produire. Tamiser donc à 1,5 cm et la mélanger à sec.



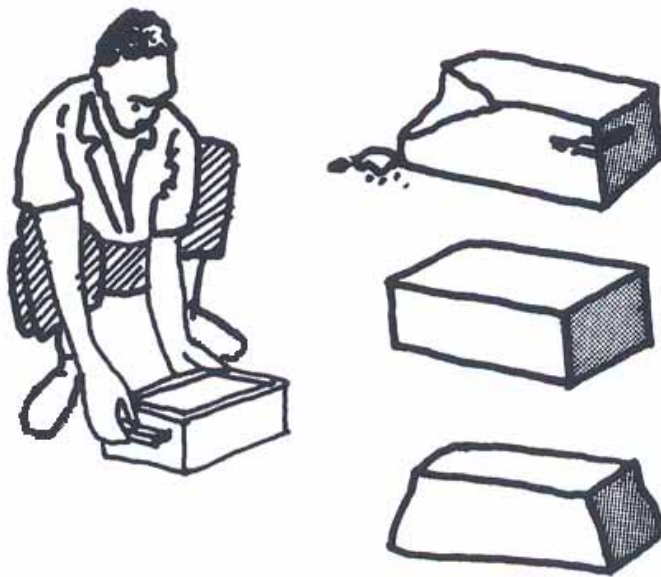
- Rajouter le stabilisant (ciment) à la terre sèche, le dosage est de 1 volume de ciment pour 10 volumes de mélange sec.
- Mélanger la terre et le ciment à sec pour homogénéiser l'ensemble.

3. L'ADOBE STABILISÉE

3.2. PRODUCTION ; MÉLANGE HUMIDE



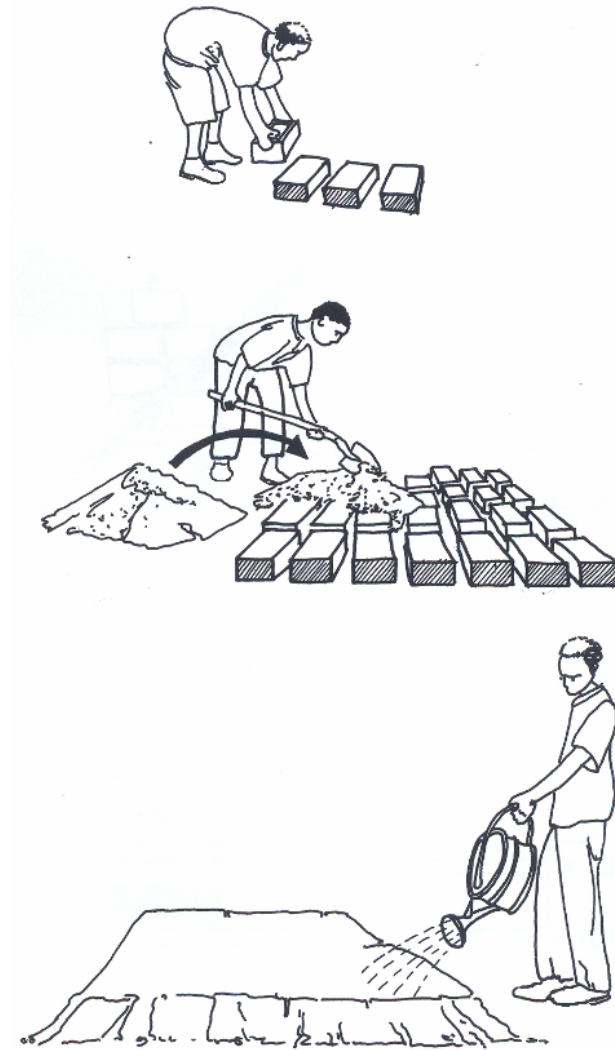
- Rajouter de l'eau avec un arrosoir à la terre / ciment et mélanger jusqu'à l'état plastique.
- Utiliser le mélange dans les trente minutes qui suivent l'arrosage.



- Le moulage doit se faire sur une aire plane, dressée avec du sable humide pour éviter le collage au sol et les irrégularités.
- Il est important de maîtriser la quantité d'eau, le moulage et le bloc en dépendent. Si le mélange est trop sec, le bloc se casse, si le mélange est trop humide, le bloc se déforme.

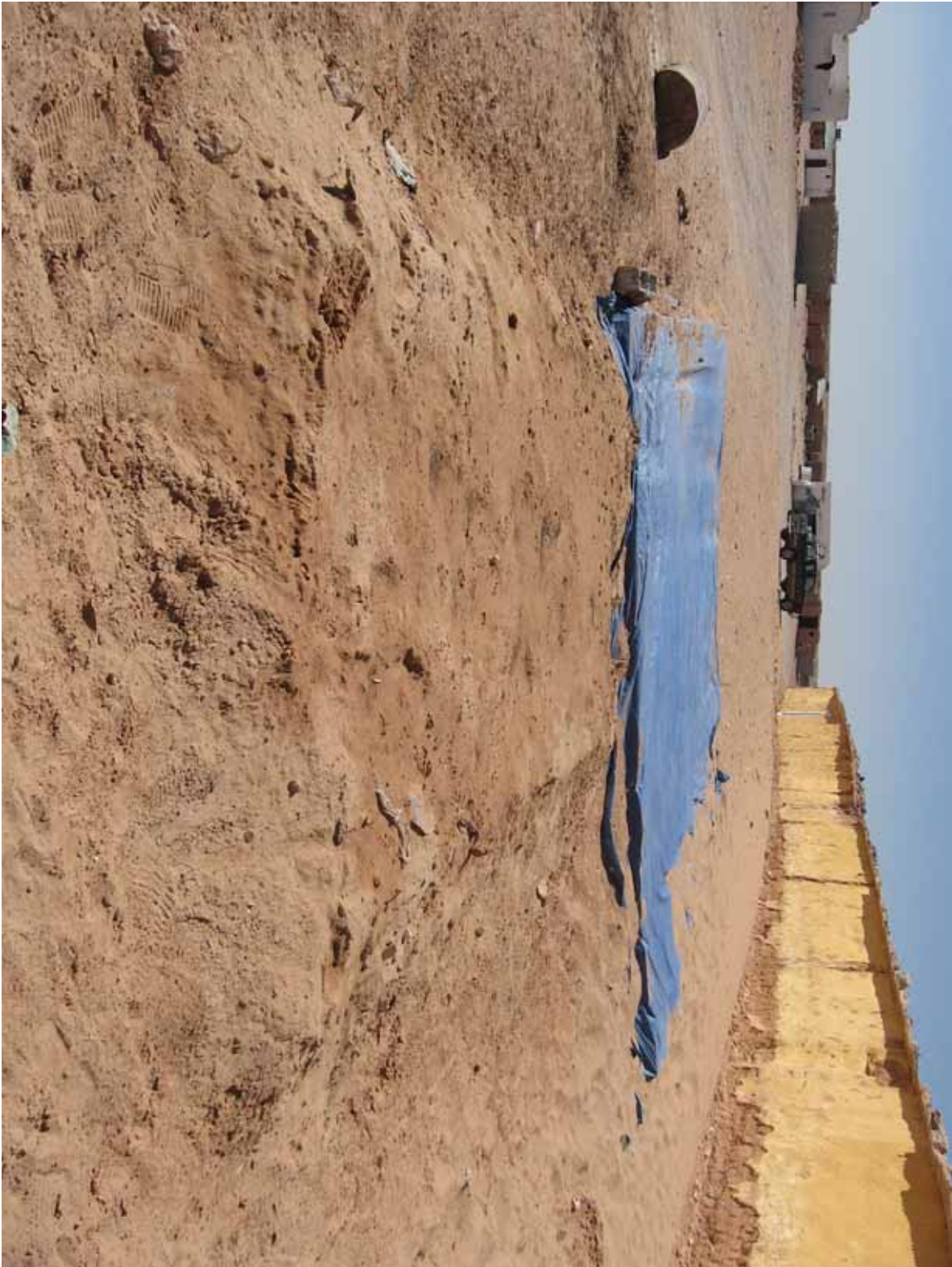
3. L'ADOBE STABILISÉE

3.2. PRODUCTION ; CURE



La cure humide se fait dès que les briques ne se déforment plus au toucher.

- Arroser les adobes et les couvrir de 4 cm de sable et humidifier le sable immédiatement puis matin et soir pendant une semaine.
- Ou couvrir avec une bâche plastique afin de maintenir les adobes stabilisés dans une ambiance humide



3. L'ADOBE STABILISÉE

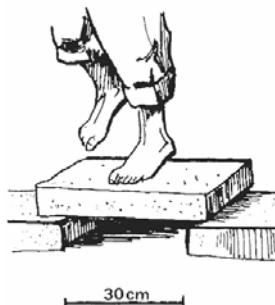
3.3. CONTRÔLE DE QUALITÉ

Vérifier le comportement des adobes stabilisé en milieu humide :

Après la fin de la cure humide, immerger une sélection d'adobe stabilisé dans l'eau pendant au moins 24 heures de façon à ce qu'elle soit saturée d'eau. Dans cet état de saturation, vérifier les qualités du produit (résistance mécanique, érosion, abrasion)

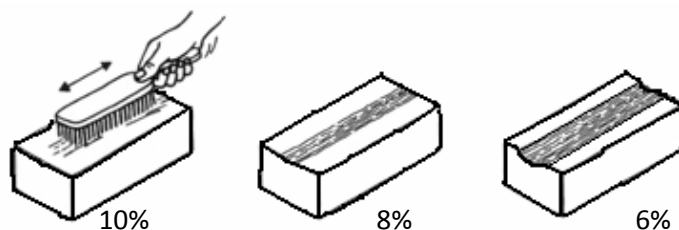
Test simple de résistance mécanique :

Pour contrôler la qualité des adobes stabilisées, il faut en prendre trois au hasard et les tester au casse bloc un mois après la production. Si elles résistent à 7 blocs sans céder, la qualité est satisfaisante.



Ou tout simplement, prendre un bloc et monter dessus, si le bloc résiste au poids d'un homme, la qualité est satisfaisante pour de petits ouvrages

Test simple de résistance abrasion:

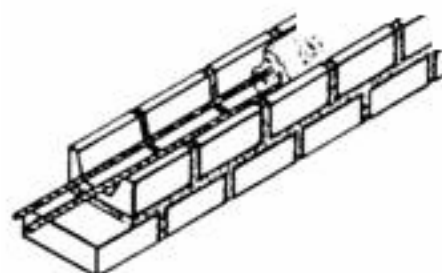
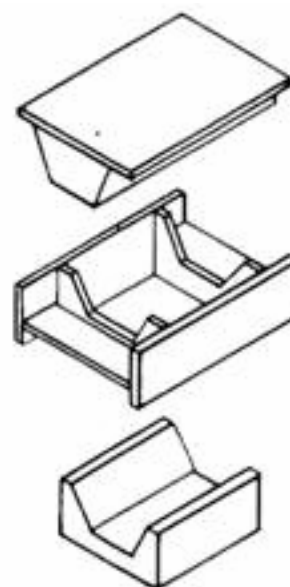
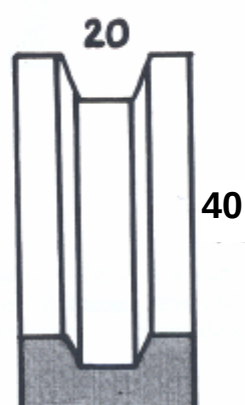
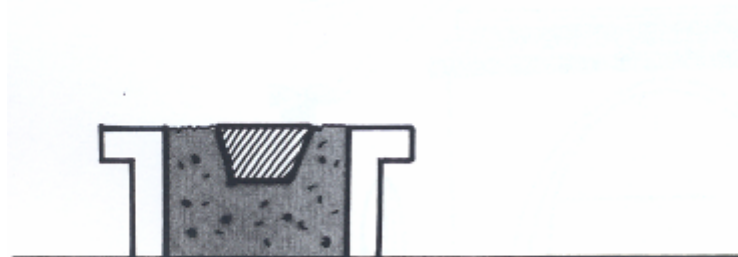
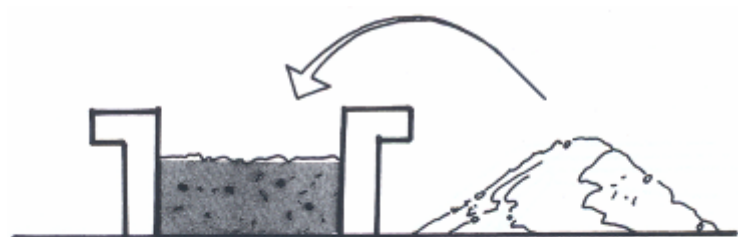


Test simple de résistance érosion



3. L'ADOBE STABILISE

3.4. ADOBES EN U



La mise en œuvre de certaines parties du bâtiment, telles que le chaînage, peut être facilitée par l'utilisation d'adobes évidés qui jouent le rôle de coffrage perdu.







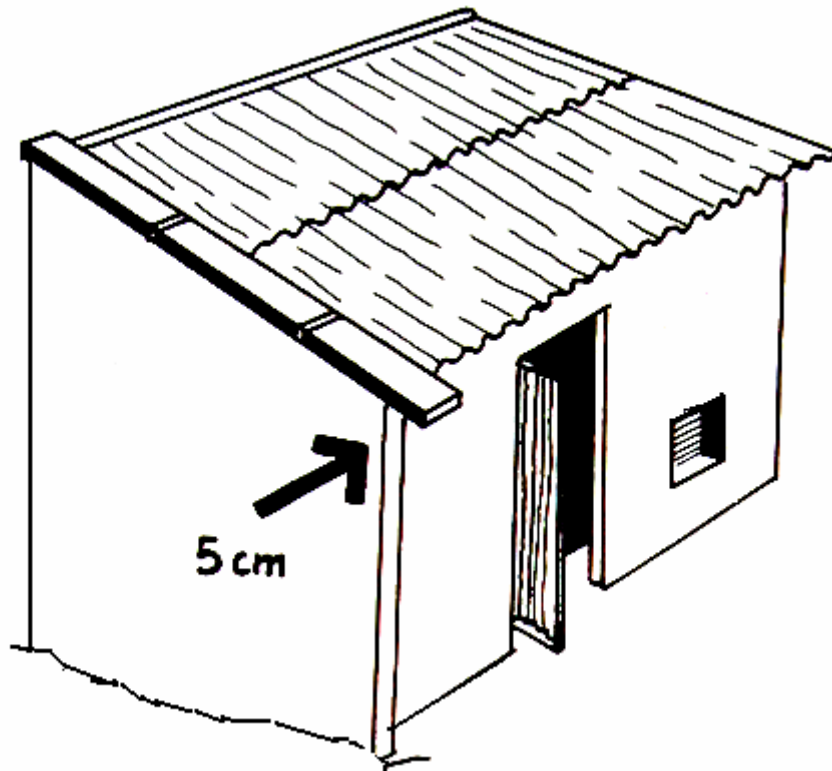


Session N°3 : les dalles acrotères _____

Objectifs : Permettre aux étudiants de maîtriser la filière de la production d’adobe stabilisé		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Mise en pratique		Lieu : Atelier
THÉORIE	Intérêt de ce type de matériau Choix des intrants Choix des équipements Etapes de la production Démarche qualité	Temps : 1 Heures Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique
	Contrôle des acquis : Quel peut être le rôle de ce type d’élément de construction ?	
Organisation avant:		
Après formation :		

4. DALETTES ACROTÈRES

4.1. PRODUCTION

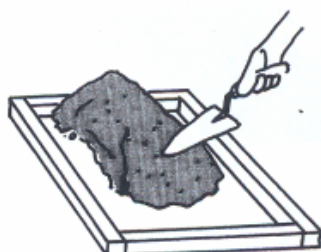
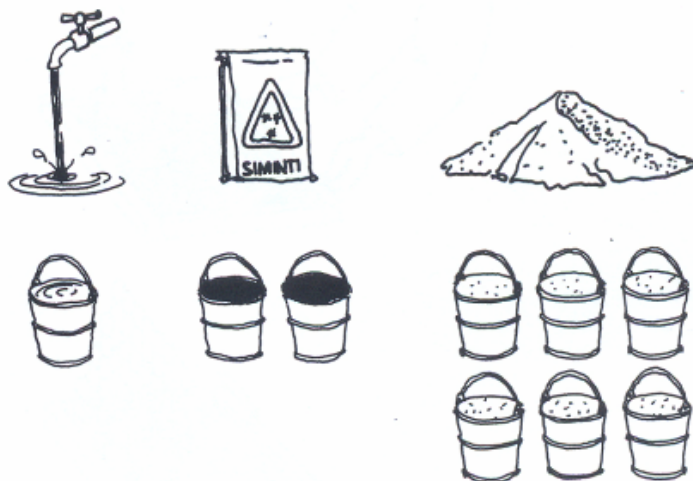


Le rôle des dalles acrotère est de protéger l'acrotère de l'érosion directe liée aux pluies et aux vents.

En évacuant l'eau au delà des murs, Elles aident aussi à diminuer les risques d'infiltration des eaux de pluies entre les enduits et la tête des murs.

4. DALETTES ACROTÈRES

4.1. PRODUCTION : PRÉPARATION ET MÉLANGE



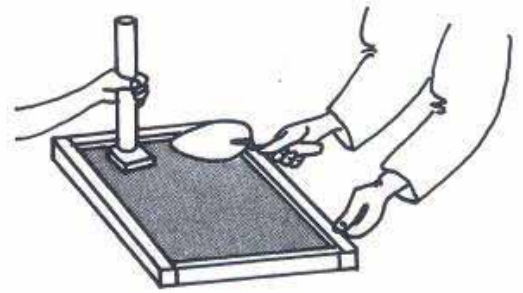
Les dalettes sont produites avec un mélange de 1 volume d'eau, 2 volumes de ciment et 6 volumes de sable,

- Préparer le mélange et mouler sur une aire plane et dressée avec du sable pour éviter le collage au sol et les irrégularités.

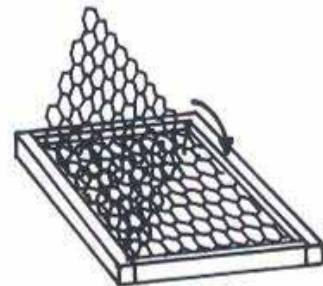
4. DALETTES ACROTÈRES

4.1. PRODUCTION : MOULAGE

- Remplir le moule à mi-hauteur et damer le mélange.



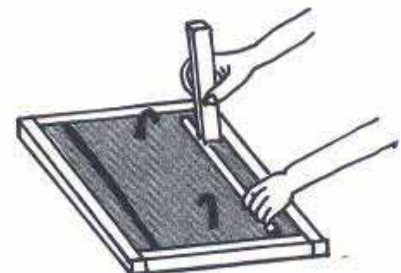
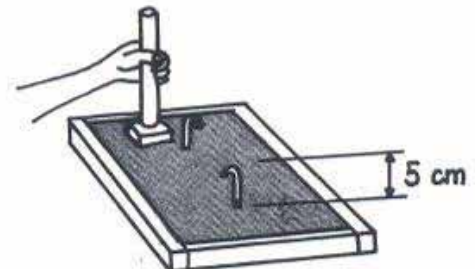
- Mettre en place l'armature et les crochets



- Remplir complètement le moule

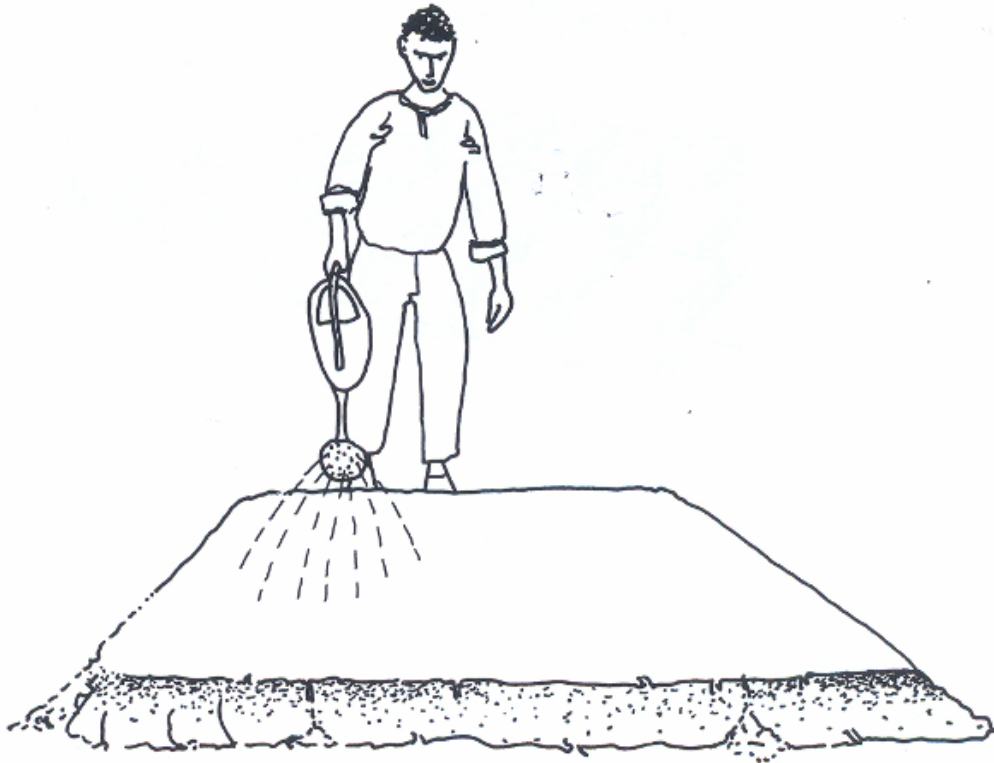
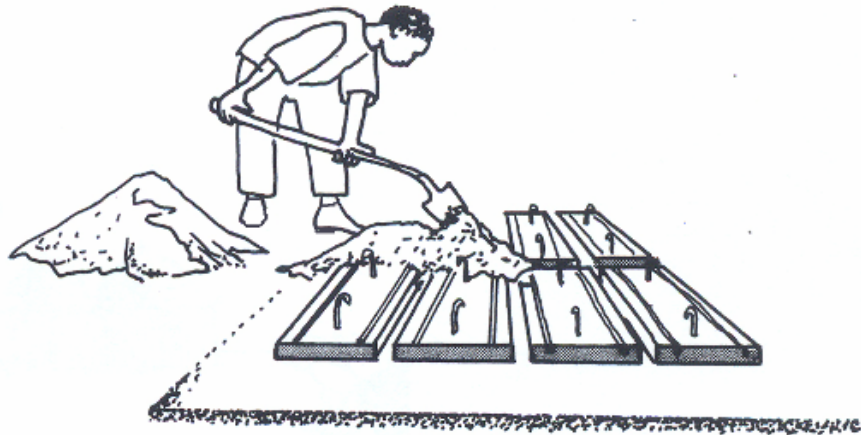


- Faire une rainure à 3 cm des bords extérieurs pour la goutte d'eau



4. DALETTES ACROTÈRES

4.1. PRODUCTION : CURE HUMIDE



- La cure humide se fait dès que les dalettes ne se déforment plus au toucher (environ 1 heure après leur production).
- Arroser les dalettes et les couvrir de 4 cm de sable propre.
- Humidifier le sable immédiatement puis matin et soir pendant une semaine.







Session N°4 : les produits en béton et béton armé _____

Objectifs : Permettre aux étudiants de constituer un béton de qualité, apte à répondre aux attentes prédéfinies		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Mise en pratique		Lieu : Atelier
THÉORIE	Intérêt de ce type de matériau Choix des intrants Choix des équipements Etapes de la production Démarche qualité	Temps : 1 Heures Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique
	Contrôle des acquis : Enumérer les différents intrants d’un béton et préciser quelles doivent être leurs caractéristiques ? Quelle est la finalité de mélanger du sable et du gravier ? A quoi faut il faire attention lors de la mise en œuvre des ferrailage ?	
Organisation avant:		
Après formation :		

MATÉRIAUX À BASE DE CIMENT

LES MORTIERS SABLE / CIMENT

Matériaux :

Les sables :

Ils constituent le squelette des mortiers

Ils doivent avoir une courbe granulométrique la plus homogène possible, ceci a la fois pour des raisons de résistance et d'esthétique

Pour la plupart des usages du mortier, les sables doivent être propre (pas d'argile, pas de matière organique).

L'eau:

Pour la plupart des usages du mortier, elle doit être propre (potable). Le volume d'eau dépend de la quantité de ciment utilisé. Trop d'eau nuit à la qualité du produit final (résistance, fissuration).

Les ciments :

Ils doivent être exempts de grumeaux (être jeune et n'avoir jamais été en contact avec l'humidité).

Les dosages :

Usage	Volume de ciment	Volume de sable	Equivalence approximative en Kg de ciment / m3 de sable
Mortier de terre stabilisé, Enduit ciment sur murs en terre (faire des tests avant application à grande échelle)	1	8	150 kg/m3
Mortier pour blocs ciment	1	6	200 Kg/m3
Mortier pour enduits sur blocs ciment	1	4,5	270 Kg/m3
Mortier de chape, de dalles acrotères	1	3,5	350 Kg/m3

MATÉRIAUX À BASE DE CIMENT

LES BÉTONS DE CIMENT

Matériaux :

Les graviers et les sables :

Ils constituent le squelette des mortiers

Ils doivent avoir une courbe granulométrique la plus homogène possible, ceci a la fois pour des raisons de résistance et d'esthétique

Pour la plupart des usages du mortier, les sables doivent être propre (pas d'argile, pas de matière organique).

L'eau :

Pour la plupart des usages du mortier, elle doit être propre (potable). Le volume d'eau dépend de la quantité de ciment utilisé. Trop d'eau nuit à la qualité du produit final (résistance, fissuration).

Le ciment:

Pour la plupart des usages du mortier, elle doit être propre (potable). Le volume d'eau dépend de la quantité de ciment utilisé. Trop d'eau nuit à la qualité du produit final (résistance, fissuration).

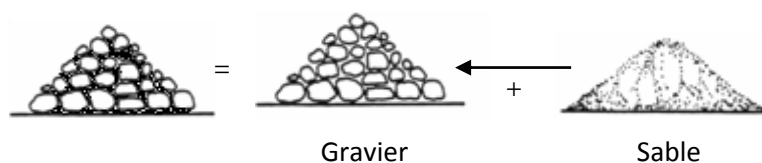
Les dosages :

Il est tout d'abord nécessaire de définir quelle sera la meilleure proportion de sable et de gravier à mélanger pour permettre au béton d'avoir la meilleure structure possible.

Pour cela, il y aura lieu de trouver le pourcentage de vide qu'il existe dans un volume du gravier à employer

- Remplir à raz bord un volume donné (seau par exemple) de gravier
- Verser dans ce seau l'eau nécessaire pour combler les vides entre les graviers. Comparer le volume d'eau versé et le volume du seau de gravier, cela vous permet d'obtenir le pourcentage des vides compris dans un volume de gravier.

Le sable ajouté dans le gravier doit remplir tous les vides entre les graviers, mais éviter de prendre la place de ces mêmes graviers. Dans la plupart des cas, pour obtenir un béton de qualité, la quantité de sable à rajouter au gravier correspond au volume de vide que comprennent les graviers.



Les dosages en ciment sont exprimé en volume de ciment par rapport à un volume de granulats (gravier et sable déjà mélangé dans de bonnes proportions).

Usage	Volume de ciment	Volume de sable	Equivalence approximative en Kg de ciment / m3 de sable
Béton de propreté	1	8	150 kg/m3
Dalles sur remblais Parpaings de ciment pour maçonnerie porteuse	1	5	250 Kg/m3
Béton de structure en compression	1	4	300 Kg/m3
Béton de structure en flexion	1	3,5	350 Kg/m3

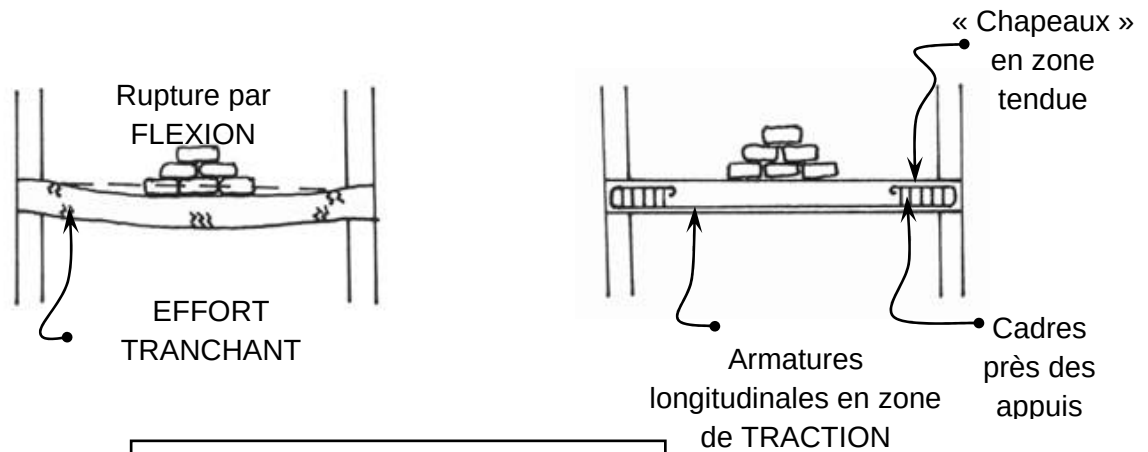
Important : Le ciment commence sa prise ½ heure après avoir été mélangé avec de l'eau. Il faut donc l'avoir entièrement mis en place ½ heure après avoir commencé à le mélanger avec de l'eau.

Après coulage, il est nécessaire de garantir une cure humide des bétons, soit en les protégeant de l'évaporation, soit en les arrosant régulièrement.

MATÉRIAUX À BASE DE CIMENT

LES BÉTONS ARMÉS

- C'est un matériau récent : en 1903 a lieu la 1^{ère} normalisation.
- Son principe est simple : utiliser la grande résistance à la compression du béton associée à la haute résistance en traction de l'acier.

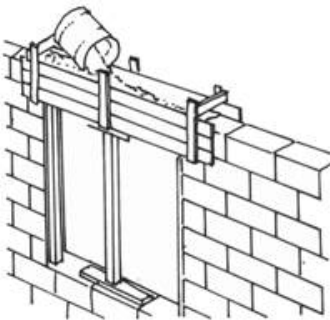


MISE EN ŒUVRE :

1) Le ferrailage :



3) Le coulage :

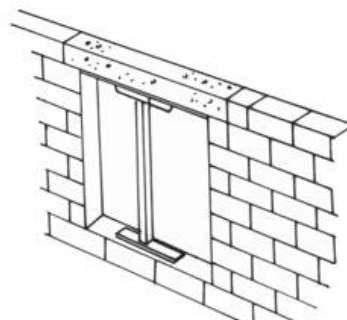


Bien vibrer le béton pour assurer un enrobage correct des aciers surtout si le gravier est concassé.

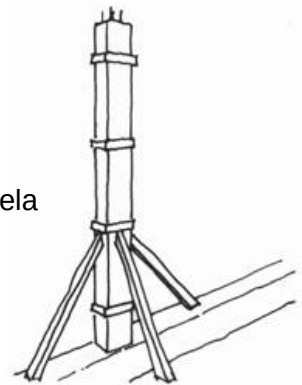
2) Le coffrage :

Il doit être stable et étanche et résister à la poussée du béton plastique. Pour faciliter le décoffrage et si cela est possible, les planches seront huilées.

4) Le décoffrage :



Décoffrer après 48 heures, sauf les poutres soumises à des contraintes de flexion qui seront étayées pendant 28 jours. Arroser pendant 7 jours.



ENSEIGNEMENT DE LA CONSTRUCTION

LISTE DES CONTENUS : MAÇONNERIE

1. Préalable à la construction

- 1.1. Choix du site
- 1.2. Orientation

2. Implantation du bâtiment

- 2.1. Préparation du terrain : nettoyage et repérage des niveaux
- 2.2. Tracé au sol

3. Base du bâtiment

- 3.1. Excavation ; principes et préparation des fondations

3.2. Fondations

- Dimensionnement
- Différents types de fondations
 - Fondations en adobes avec masse d'usure
 - Fondation en adobes stabilisées
 - Fondations en pierres maçonnées
 - Fondations en agglomérés de ciments

3.3. Remblai des fondations

- Généralités
- Principe
- Traitement des abords

3.4. Soubassement

- Généralités
- Technique et matériaux

3.5. Barrière capillaire

- Généralités
- Rôle
- Technique et matériaux
 - Mortier étanche
 - Film plastique

4. Élévation

- Généralités
- Principes de base ;
 - stabilités des murs
 - appareillage
 - callepinage
 - mortier de terre
 - traitement des angles et extrémités des murs
 - maçonnerie
 - o pose des adobes
 - o maçonnerie avec et sans pige d'angle

5. Détails constructifs

5.1 Ouvertures

- Généralités
- Linteau
 - Linteau en bois
 - Linteau en béton armé
- Mur d'allège
- Ancrage
 - Traitement des ancrages et pose des cadres en bois

5.2. Chainage

- Généralités
- Chaînage en béton armé coffré
- Utilisation de blocs de coffrage
- Chaînage en bois

5.3 Contreforts

- Généralités

5.4. Angles des murs

5.5. Tête de mur

6. Toiture

- 6.1. Généralités
- 6.2. Ancrage de toiture ; ancrage ponctuel et via les chaînages
- 6.3. Acrotères
- 6.4. Pose de couverture en tôle

7. Traitement de surface

- Généralités
- 7.1. Enduit au mortier terre
 - Enduit de sous couche
 - Enduit de finition
- 7.2. Enduit stabilisé
 - Enduit à la chaux, dosage et coloration
 - Mur en terre offrant une bonne surface
- 7.3. Enduit ciment armé
 - Enduit ciment grillagé ou cloué.
- 7.4. Peintures à la chaux
 - Badigeons et eaux fortes

Session N°1 : Risques liés aux sites

Objectifs : Prise de conscience des risques liés à la nature du sol où le bâtiment est implanté. Prise de conscience des risques liés aux inondations. Connaître les différents facteurs qui rentrent en compte		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya Lieu : Salle de réunion ou de classe
Méthode : Modération de débat de groupe sur les différents facteurs qui causent les dégâts (30 mn). Synthèse de ces différents facteurs (15 mn). Discussion de groupe (15 mn). Exposition des supports photographiques.		Temps : 1 Heures
THÉORIE	Urbanisme : – Construction en zone inondable – Ruelle formant un lit d’écoulement des eaux, sans possibilité pour l’eau de sortir des zones bâties – Ouvrages faisant barrage aux écoulements des eaux Concession : – Gestion des eaux de ruissellement à l’intérieur de la concession – Gestion des eaux de ruissellement en dehors de la concession Technique : – Protection de la base des ouvrages – Qualité de la toiture – Protection des murs – Qualité des matériaux Social : – Précarité, peu d’investissement dans l’habitat – Volonté de récupérer les matériaux Géologie : – Nature des sols – Caractéristiques des nappes phréatiques	Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique – Matériel ZOPP
	Contrôle des acquis : Identifier zone à risque aux alentours de la salle de cours pour organiser une visite de terrain en fin de cursus de formation. L’analyse de la zone en question peut servir de contrôle des acquis.	
	Organisation avant: Préparer le support photographique illustrant les différents facteurs causant des dégâts aux bâtiments (fiches implantation)	
	Actualiser support pédagogique en rapport aux résultats des sessions précédentes	
	Après formation :	
Compléter liste des facteurs par les nouveaux problèmes identifiés par la population.		

Session N°2 ; Choix du site et orientation des bâtiments _____

	Objectifs : Appréhender les risques liés au choix du site afin de les prévoir et d'y apporter une réponse si nécessaire Disposer d'une grille d'analyse permettant d'aider aux choix du site	Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya
	Méthode : Cour magistral / visite de terrain commentée	
THÉORIE	– Les risques d'inondation (référence à session n°1) – Les risques liés à la stabilité et à la qualité des sols - o Nature des sols - o Caractéristiques des nappes phréatiques – L'exposition du bâtiment et ses conséquences - o pluies - o soleil - o vents – La gestion des pièces en fonction de leurs usages	Lieu : Salle de réunion ou de classe <u>Ou sur terrain</u> Temps : 15 mn Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique
VISITE	Préparation : Répertoire les habitations à visiter qui illustrent le contenu du cours. Afficher fiches pédagogiques accompagnant la session ;	
	Application : Ce cours peut se faire à l'occasion d'une visite de terrain. Observation et documentation d'un site qui illustre le cours. Analyse des risques liés à ce site précis	
	Contrôle des acquis : Idem session n°1 ; commenter les choix fait dans une concession témoin. Quels sont les facteurs qui aggravent les risques d'inondations sur un terrain ? Expliquer en quelques mots, pourquoi la nature du sol où le bâtiment est implanté est elle importante ? Quels sont les facteurs importants à prendre en compte avant toute construction (Site et orientation du bâtiment)?	
Organisation avant: Support photographique		
Identifier zone pertinente pour effectuer une visite de terrain.		
Après formation :		

Grille d'analyse d'un site

Risques	Remarques	Tassement	Érosion	Inondations	Ruissellement	Remontée capillaire	Exposition			Gonflement des sols
							Soleil	Vents	pluies	
Caractéristiques										
Topographie										
Environnement urbain										
Position du bâtiment										
Nature du sol										
Sol remanié ou non										
Nappe phréatique										
Particularité géologique										

1. PRÉALABLE À LA CONSTRUCTION

1.1. CHOIX DU SITE

La durabilité d'une construction dépend en grande partie des spécificités du site où il est construit.

Avant de construire, il est nécessaire de considérer plusieurs facteurs tels que :

- Les particularités géologiques du terrain
- La nature du sol
- Le climat (pluies, vents, soleil)
- La topographie du site
- La fonction et le futur usage du bâtiment.

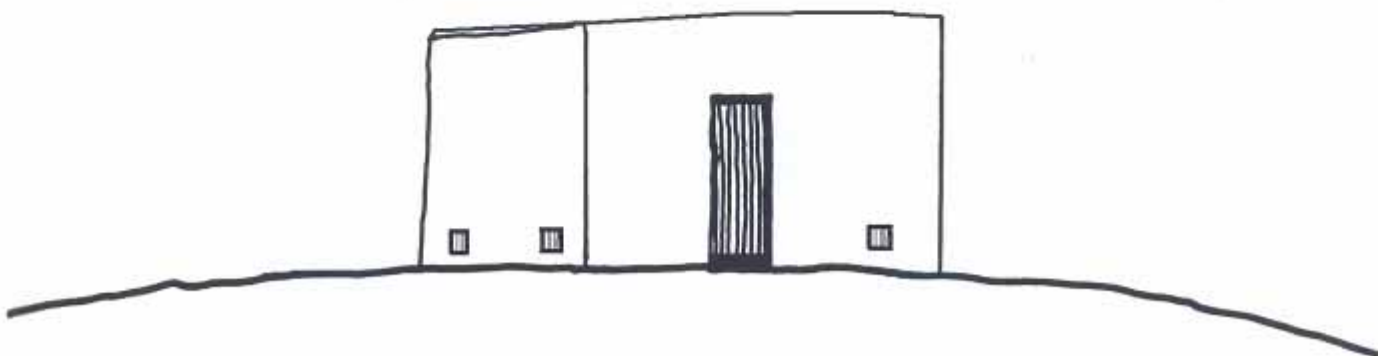
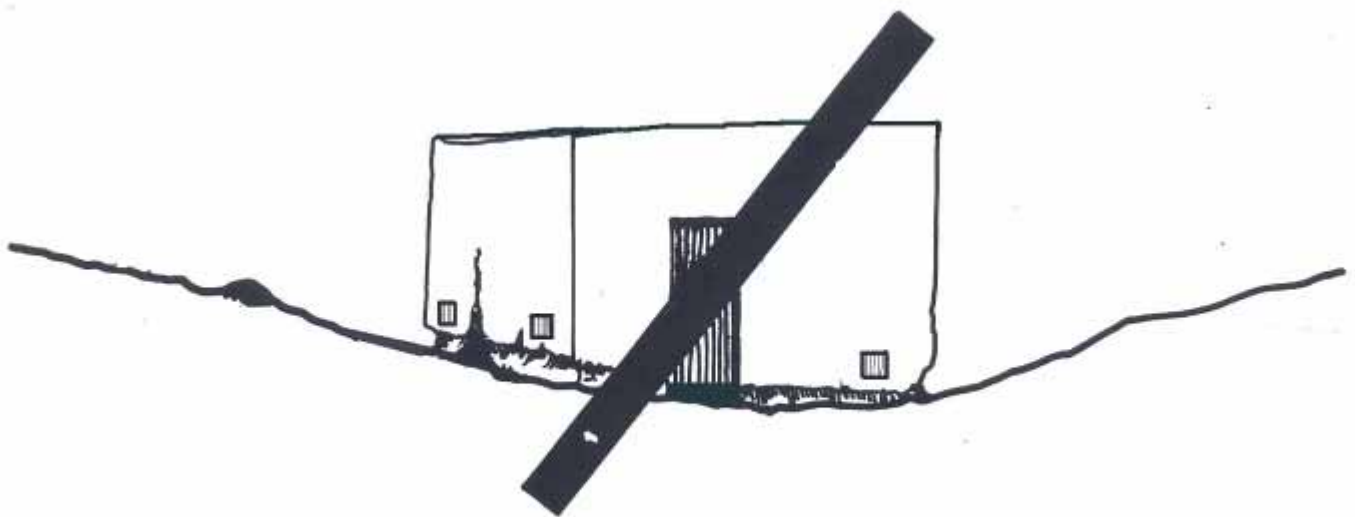
Le choix du site où sera construit le bâtiment et l'orientation donnée au bâtiment devront être choisis avec la plus grande attention.

Une sélection correcte du site est d'une importance majeure :

- Le terrain doit être de préférence surélevé et légèrement en pente, ceci pour éviter les risques d'eau stagnantes, et les risques d'érosion de la base des bâtiments par les eaux de ruissellement.
- Il faut éviter de construire sur un terrain remblayé, dans une cuvette, sur un terrain sujet à l'érosion aux vents ou à la pluie.
- La nature du sol sur lequel le bâtiment est fondé doit avoir la capacité de supporter le poids de l'ouvrage que l'on va bâtir dessus.

1. PRÉALABLE À LA CONSTRUCTION

1.1. CHOIX DU SITE





1. PRÉALABLE À LA CONSTRUCTION

1.2. ORIENTATION DU BÂTIMENT

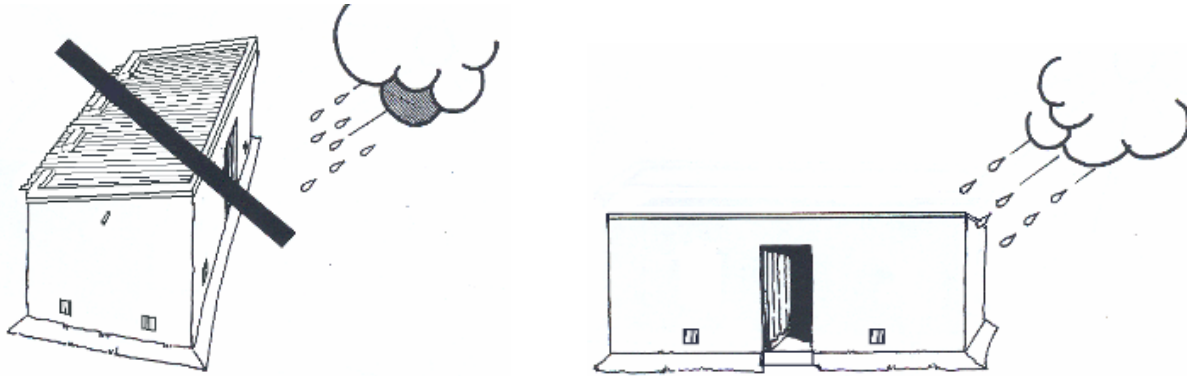
La durabilité de la construction dépend aussi de son orientation.

- Les vents dominants ainsi que les pluies les plus fortes viennent souvent de la même direction. Il est donc nécessaire d'attacher une importance particulière à la face de la construction qui sera principalement exposée à ces intempéries :
 - o Il y aura lieu d'éviter de créer des ouvertures sur cette face.
 - o De façon à réduire les surfaces d'érosion aux vents et aux pluies, il sera recommandé d'orienter la construction de façon à ce que ce soit les plus petites faces qui soient exposées.
- Il sera moins cher pour le client de ne traiter spécifiquement que cette face du mur par rapports aux contraintes qu'elle reçoit. Les autres faces étant naturellement protégées car non exposées.

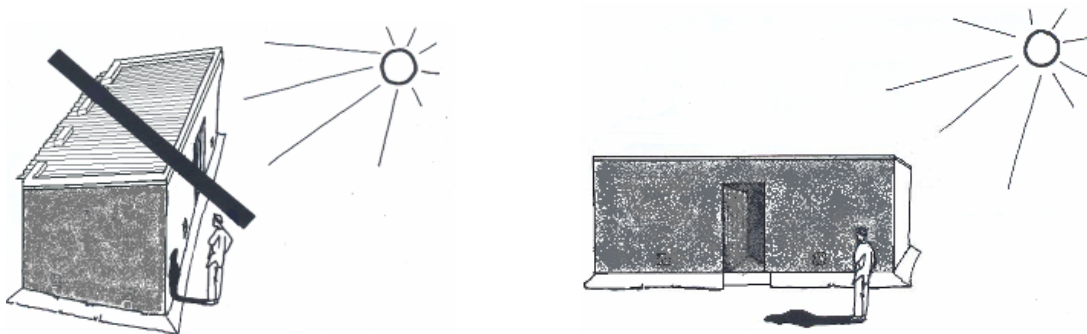
En fonction de ce qui est recherché (maintenir la maison fraîche ou profiter du soleil pour assurer le chauffage de la maison) Il y aura lieu de positionner les ouvertures en fonction de l'exposition au soleil.

1. PRÉALABLE À LA CONSTRUCTION

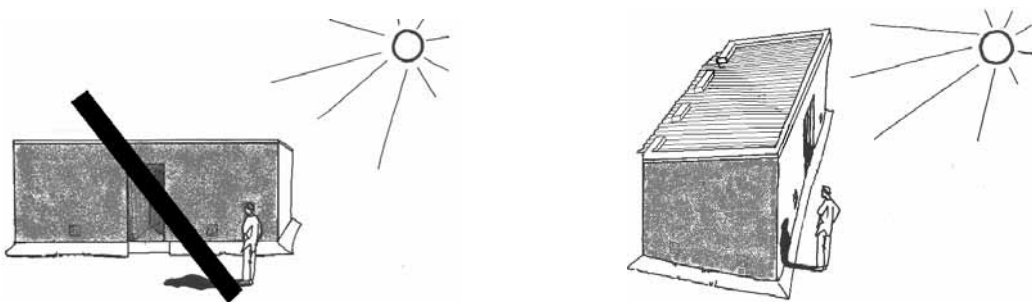
1.2. ORIENTATION DU BÂTIMENT



Éviter d'exposer la façade qui a le plus d'ouvertures face aux pluies.



Si vous voulez éviter les fortes chaleurs, il faut éviter d'exposer la façade qui a le plus d'ouvertures face au soleil.



Si vous cherchez plutôt du soleil, exposer la façade du bâtiment qui a le plus d'ouvertures face au soleil.

Session N° 1 Implantation des bâtiments

Objectifs : Prendre conscience de l'importance des travaux de préparation du terrain. Acquérir les bases techniques nécessaires pour réaliser et contrôler l'implantation correcte d'une construction. Connaître les bonnes pratiques pour tracer les fondations.		Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya Formateurs maîtrisant les aspects techniques à traiter
Méthode : Débats avec les participants en salle ou sur le terrain. Démonstration. Exercices d'application sur le terrain		Lieu : Sur site
THÉORIE	Préparation du terrain : - Facilite le travail - Permettre de trier puis de récupérer les matériaux - Éviter les attaques d'insectes - Gérer les problèmes de stabilité du sol (excavation, racines, etc.) Verticalité ; contrôle des niveaux : - Influence sur la qualité de la maçonnerie - Influence sur la rapidité d'une mise en œuvre de qualité Équerrage : - Liaison avec la toiture - Usage des pièces, finition et esthétique.	Temps : 15 mn débats 45 mn démonstration 1,5 heure exercice
	Documents : Mallette pédagogique	
PRATIQUE	Préparation : La partie pratique se fait sur site. Les participants sont répartis en groupe de 3 personnes. Il est nécessaire de prévoir un set complet d'équipement (piquets, pointes, décamètre, fil de chantier, massette, niveau à eau) pour chaque groupe de 3 personnes.	
	Application : Exercice de terrain ; - Réalisation de quatre angles droits (règle 3-4-5) constituant une pièce (6*4 mètres). Chaque participant doit avoir réalisé un des angles droits. - Contrôle des niveaux verticaux, matérialiser un niveau de référence sur les piquets permettant le tracé de la fondation.	
	Contrôle des acquis : Contrôle pratique en fin d'application sur la maîtrise de la règle 3/4/5. Pourquoi les travaux de préparation du terrain sont elles importantes Quelles sont les règles qui permettent de réaliser et contrôler l'implantation correcte d'une construction Quels sont les outils du maçon qui vous devez avoir pour réaliser et contrôler votre implantation	
Organisation avant:		
Identification du nombre de groupe Sélection d'un terrain ou chaque groupe pourra avoir l'espace nécessaire pour réaliser les travaux pratiques Préparer les set d'équipement et outillage pour chaque groupes de 3 personnes. Préparer les fiches de contrôle des acquis (nominatif et par groupe)		
Après formation :		
Noter les erreurs les plus fréquentes.		
Remplir les fiches individuelles des acquis de chaque participant.		

2. IMPLANTATION DU BÂTIMENT

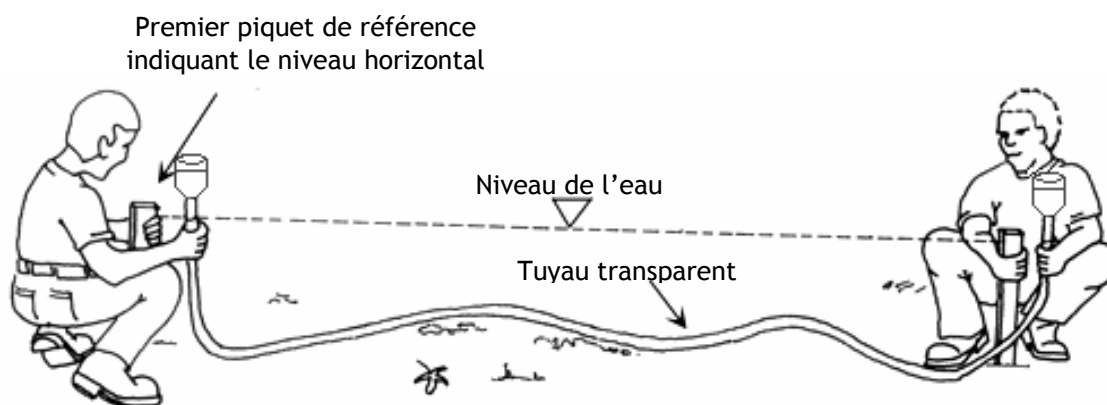
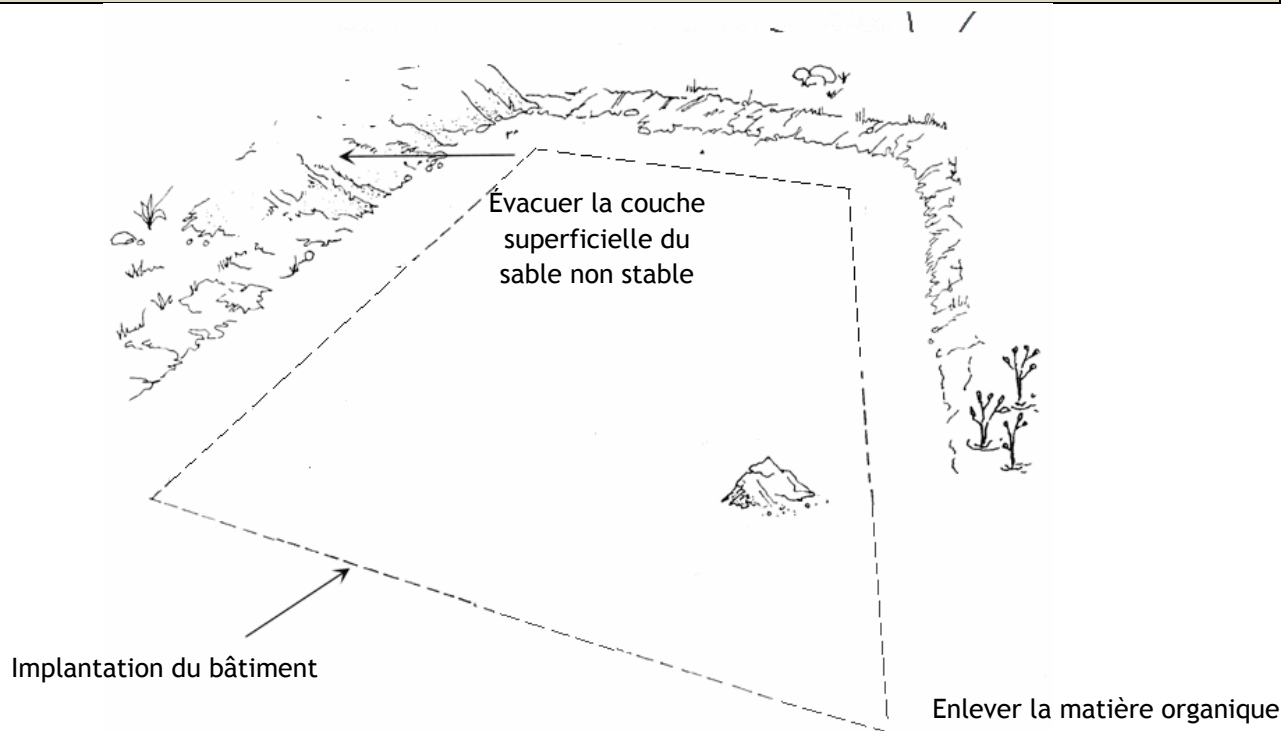
2. 1. PRÉPARATION DU TERRAIN

Avant la construction, il est nécessaire de nettoyer le terrain:

- La couche de terre non stable doit être enlevée. Cela aidera la construction à reposer sur un sol ferme et stable.
- Enlever les matières organiques qui pourraient éventuellement se trouver sur le site choisi. Ces matières vont pourrir et attirer les animaux (rongeurs, termites).
- Mettre le terrain de niveau pour garantir de démarrer la construction sur une surface parfaitement horizontale.

2. IMPLANTATION DU BÂTIMENT

2. 1. PRÉPARATION DU TERRAIN : NETTOYAGE ET REPÉRAGE DES NIVEAUX



- A l'aide d'un tuyau transparent, il est très facile de reporter le niveau horizontal de référence sur tous les autres points du terrain.
- Une fois l'eau stabilisée dans le tuyau, faire une marque sur les autres piquets. Cette marque indiquera le niveau horizontal de référence.

2. IMPLANTATION DU BÂTIMENT

2.2. TRACÉ AU SOL

Définition

Le tracé au sol d'une construction est le marquage (repérage) de sa position (fondations, largeurs des murs, poteaux, etc.) sur le terrain.

Fonction

Cette étape est très importante et exige beaucoup de précision. Elle permet d'éviter les problèmes de liaison entre les murs du bâtiment, entre ses mêmes murs et la toiture. Elle permet aussi de garantir une esthétique correcte du bâtiment.

Méthode

- Installer quatre ficelles représentant les axes des murs.
- Utilisez la règle de « 3-4-5 » pour l'équerrage des murs. Cette règle permet de positionner les angles droits.
- Après avoir défini les quatre angles et une fois les piquets sont plantés aux angles, vérifiez les longueurs des diagonales pour être sûr qu'elles ont les mêmes mesures.
- Lorsque les angles sont à 90°, prolongez les ficelles et fixez les piquets loin du lieu des travaux.
- Autour des 4 ficelles représentant les axes des murs, dessinez les limites des excavations avec une pioche ou un outil semblable.

2. IMPLANTATION DU BÂTIMENT

2.2. TRACÉ AU SOL : LA RÈGLE DU « 3-4-5 » ET DES DIAGONALES

Étape 1 : Choisir un axe de façade

Étape 2 : matérialiser un des murs

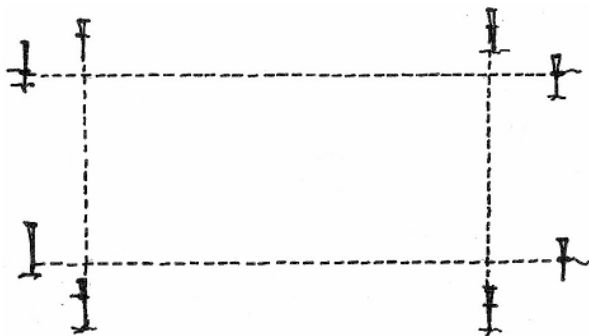
Étape 3 : Tracé les axes des deux murs perpendiculaires à ce mur (3,4,5)

Étape 4 : Matérialiser le quatrième mur

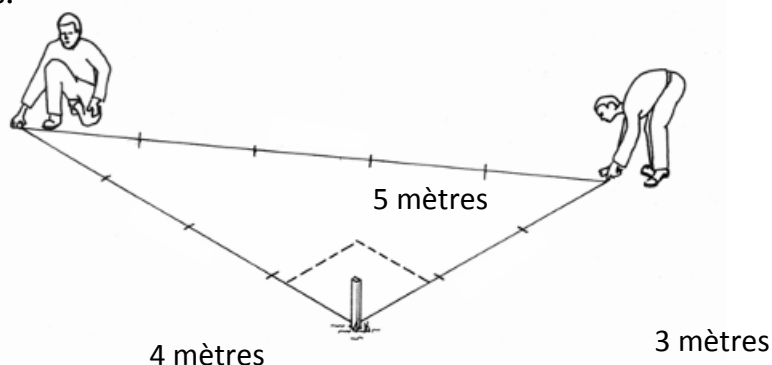
Étape 5 : Contrôler les diagonales

Étape 6 : Prolonger les axes, mettre en place les points de références de l'implantation ; protéger ces points de références

- Installer quatre ficelles représentant les axes des murs

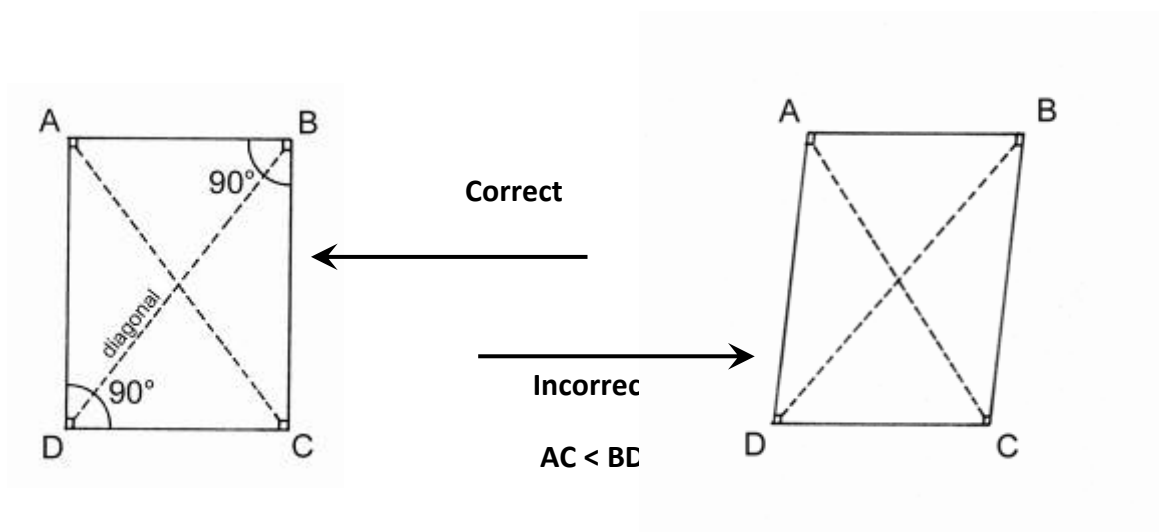


- Utilisez la règle de « 3-4-5 » pour l'équerrage des murs. Cette règle permet de positionner les angles droits.



- Après avoir défini les quatre angles et avoir planté les piquets aux angles, vérifiez les diagonales : leurs longueurs doivent être égales.

- Lorsque les angles sont à 90° , prolonger les ficelles et fixez les piquets loin du lieu du travail.



Camps Sahraouis, Smara Implantation, tracé au sol



Session N°1; _____

Objectifs : Connaître les différents éléments constituant un bâtiment et comprendre leur rôle et les contraintes auxquelles ils sont soumis. • la fondation, • Le soubassement • Les murs et ses différentes parties • Le toit		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Maquette et illustration des différentes parties et contraintes lors d’un échanges avec les apprenants. Question sur les contraintes qui affectent ses différentes parties. Les risques de dégradations.		Lieu : Atelier
THÉORIE	– Présenter les différentes parties des bâtiments – Déterminer le rôle de chacune de ces parties. - o Modération des débats des participants – Déterminer les contraintes auxquelles sont soumises chacune de ces parties. - o Modération des débats des participants – En tirer les conséquences sur les caractéristiques des matériaux où des solutions constructives appliquées à ces différentes parties.	Temps : 1 heure
	Documents : Mallette pédagogique	
	Préparation : Afficher photos des différentes pathologies (sillon destructeur, remontée capillaire, effondrement des murs...)	
	Application : Débats avec les apprenants à partir d’une perspective de bâtiment vierge.	
	Contrôle des acquis : Lister les différentes parties d’un bâtiment simple et leur fonction ? Quelles sont les parties du bâtiment à protéger en priorité et contre quelles contraintes?	
Organisation avant:		
Après formation :		

Ajouter une perspective d'un bâtiment en identifiant les différentes parties et les contraintes auxquelles elles sont soumises.

Session N°1; Généralité

THÉORIE	Objectifs : Connaître les différents éléments constituant la base d'un bâtiment et comprendre leur rôle. Comprendre le rôle de la fondation, – Comprendre l'importance d'adapter le type de fondation aux caractéristiques du sol sur lequel le bâtiment est fondé – Comprendre la nature des sollicitations auxquelles les matériaux constituant une fondation peuvent être soumis. Comprendre le rôle du soubassement	Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya Lieu : Atelier Temps : 1 heure
	Méthode : Modération débat participants en salle Démonstration en atelier. Visite sur site urbain.	Documents : Mallette pédagogique
	– Présenter les différents constituants - o Le sol recevant la fondation - o La fondation elle-même - o Le soubassement – Déterminer le rôle de chacun de ses éléments. - o Modération des débats des participants – En tirer les conséquences sur l'importance de connaître les caractéristiques du sol sur lequel cette fondation est posée. - o Faire le lien entre la nature du sol porteur et la typologie des fondations à réaliser : ▪ Recherche d'un « bon » sol (profondeur à déterminer) ▪ Répartition des charges (surface portante à déterminer) – Contraintes auxquelles sont soumis les matériaux constituant la fondation : - o Compression - o Humidité – Contraintes auxquelles sont soumis les matériaux constituant le soubassement et influence sur les parties supérieures: - o Compression - o Humidité : ▪ Pluies (direct et rejaillissement) ▪ Remontées capillaires - o Érosion ▪ Eau de ruissellement ▪ Action mécanique (homme animaux, vents)	

	Préparation : Afficher photos des différentes pathologies (sillon destructeur, remontée capillaire, effondrement des murs...)
	Application : Montrer la différence entre creuser un sol sec et un sol mouillé. En tirer les conséquences en rapport avec la portance des sols en cas de pluies et les risques liés à la stabilité de la structure. Montrer effet de la largeur de la fondation sur la capacité portante du sol. Montrer les effets de la capillarité (blocs en partie enterré dans du sable saturé en eau). Montrer hauteur de remontée capillaire. Montrer rôle des barrières capillaire. Si possible, prévoir visite de terrain pour contextualité.
	Contrôle des acquis : Quels sont les différents éléments constituant la base d'un bâtiment et à quel est leur rôle ? Quelles sont les différentes techniques que vous connaissez pour réaliser des fondations et soubassement ? Quelles sont les sollicitations auxquelles les matériaux constituant une fondation peuvent être soumis ?
	Organisation avant: trouver des bâtiments qui illustrent le contenu
	Après formation :

Session N°2; Excavations

Objectifs : Acquérir les bonnes pratiques de réalisation des fouilles		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Cours magistral avec l’aide d’illustration		
THÉORIE	- Largeur de la fouille en fonction du type de fondation à réaliser - Stockage des déblais - Contrôle des niveaux - Respect du tracé - Traitement des fonds de fouilles - Sécurité - Rappel des codes de bonne pratique	Lieu : Salle de classes
	Contrôle des acquis : Quelles sont les bonnes pratiques pour permettre la réalisation de fouille correctes Décrire les caractéristiques du sol sur lequel la fondation va reposer.	Temps : 15 mn Documents : Mallette pédagogique
Organisation avant: Préparer fiches didactiques montrant les étapes de réalisation		
Après formation :		

3. BASE DU BÂTIMENT

3.1. EXCAVATIONS; PRINCIPES ET PRÉPARATION DES FONDATIONS

Définition

L'excavation est le trou ou la tranchée faite dans le sol afin de recevoir les fondations du bâtiment.

Fonction

Les excavations permettent d'atteindre le niveau du terrain sur lequel le bâtiment viendra reposer.

Caractéristiques

L'excavation doit être dimensionnée de façon à permettre la mise en œuvre correcte des fondations. Les ouvriers et artisans doivent pouvoir avoir la place de travailler confortablement. Ceci en limitant ces dimensions au strict minimum nécessaire (temps de travail, traitement des abords par la suite, etc.).

Le fond de l'excavation doit être propre de façon à éviter que d'éventuelles impuretés ne viennent polluer les matériaux choisis pour réaliser les fondations. Il peut parfois être nécessaire de mettre en place un béton de propreté en fond de fouille.

Les parois de l'excavation doivent être réalisées de façon à éviter les éboulements ;

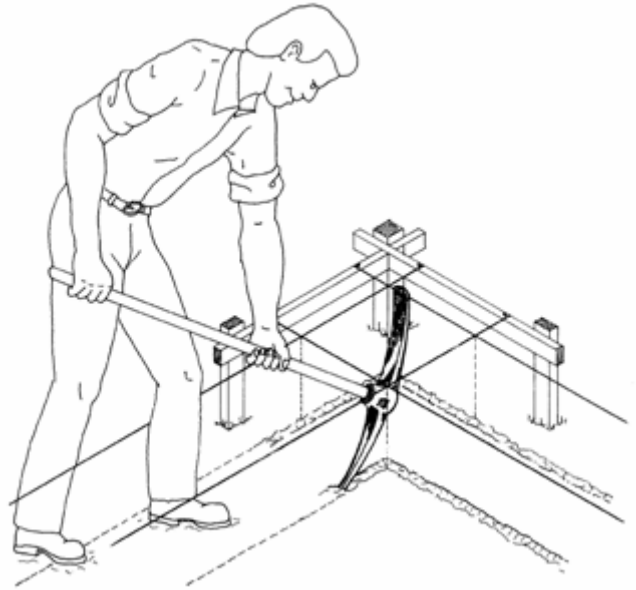
- sécurité des artisans,
- prévention de la pollution de la fondation, au moment de sa réalisation, par des matériaux non désirés.

Les matériaux d'excavation éventuellement réutilisables (terre végétale, terre de remblais) seront stockés de façon séparée (en fonction de leur nature) et dans des lieux permettant de limiter les transports lors de leur réutilisation.

3. BASE DU BÂTIMENT

3.1. EXCAVATIONS; PRINCIPES ET PRÉPARATION DES FONDATIONS

1. **Marquer** la position de la fondation avec la pioche ou mettez de l'huile pour tracer les limites.
2. **Creuser** jusqu'au sol choisit.



3. **Stocker** les terres réutilisables (végétales et terre de remblais) près du chantier.



Camps Sahraouis, Smara

Excavation, mouiller le sol pour creuser plus facilement



Session N°3; Fondations

Objectifs : Avoir un aperçu des différentes solutions techniques permettant de réaliser des fondations Comprendre l'importance des drainages périphériques	Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya
Méthode : Explication autour des murets de démonstrations (si fondation visible) et avec l'aide des photos prises lors de leurs réalisations. Exposé d'après les fiches didactiques.	Lieu : Site de réalisation des murets de démonstration Temps : 30 mn
THÉORIE - Type de fondations - Fondation en adobe avec masse d'usure - Fondations en béton cyclopéen - Fondation en pierre maçonnée - Fondation en adobe stabilisée - Fondation en blocs de ciment plein - Fondation en blocs de ciment creux et béton filant - Fondation en pisé stabilisé - Comment la fondation répond aux différentes contraintes auxquelles elle doit faire face. - Données contextuelles liées à chaque option - o Disponibilité des matériaux - o Entretien possible ou non - Remblais - Coûts - Entretien spécifique - Rappel résultats session 1	Documents : Mallette pédagogique
Contrôle des acquis : Décrire deux types de solutions techniques et expliquer leurs spécificités.	
Organisation avant:	
Afficher les fiches pédagogiques et les photos illustratives	
Après formation :	

3. BASE DU BÂTIMENT

3.2. FONDATIONS

Définition

Ensemble des travaux et ouvrages destinés à assurer à la base la stabilité d'une construction

Fonction

Les fondations permettent de transférer au sol les charges générées par le bâtiment et son usage.

Caractéristiques :

Le dimensionnement des fondations doit prendre en compte les caractéristiques du sol et les spécificités de l'ouvrage construit (rapport charges de l'ouvrage et capacité portante des sols ; stabilité, risque d'érosion et risque de gonflement / retrait des sols).

Les matériaux utilisés en fondations sont soumis à des contraintes d'écrasement. Ils doivent donc avoir des caractéristiques de résistance à la compression adaptée au système constructif choisi.

Ces matériaux peuvent être amenés à être en contact avec l'eau d'infiltration ou avec l'eau des nappes phréatiques. Il faut donc que ces matériaux gardent leur cohésion et une capacité portante suffisante en présence d'eau, ou à défauts, soient correctement isolé de tout contact possible avec l'eau.

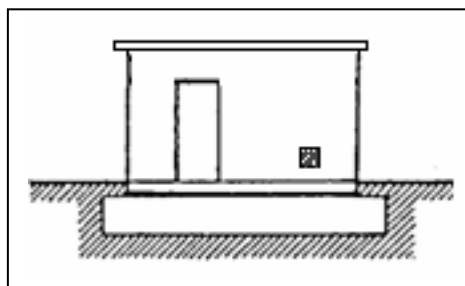
3.2. FONDATIONS

DIMENSIONNEMENT

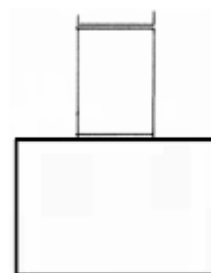
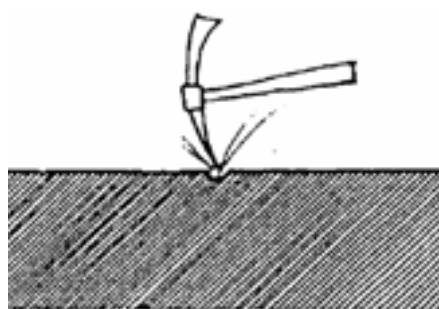
Dimensions pour des bâtiments simples.

Dans un sol très sableux les fondations sont plus larges et plus profondes que dans un sol sableux argileux.

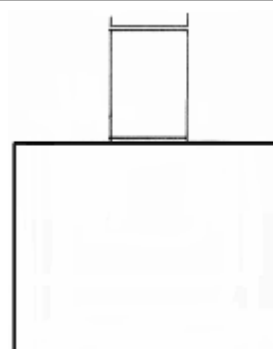
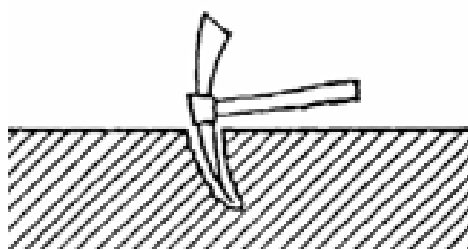
1 NIVEAU



SOL DUR :



SOL MOU :



ATTENTION :

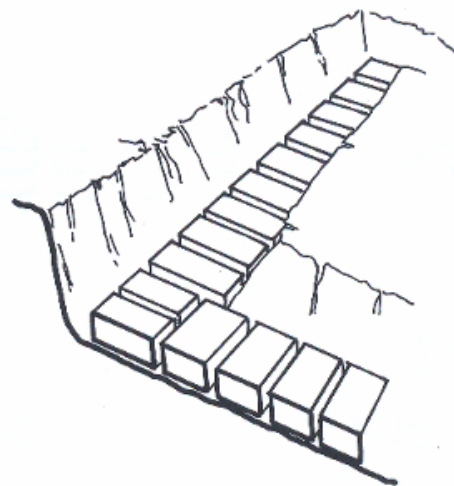
Un bâtiment sans fondations ou avec des fondations de mauvaise qualité ou construites sur un mauvais sol, est un bâtiment non stable qui risque de s'effondrer facilement.

DIFFÉRENTS TYPES DE FONDATIONS

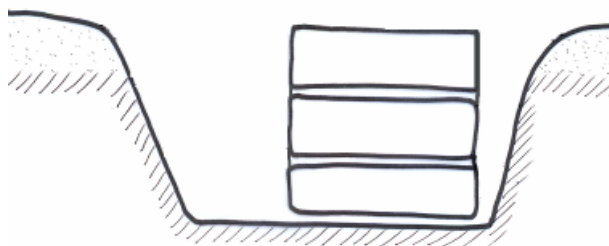
FONDATIONS EN ADOBES : MUR ÉPAIS EN ADOBES AVEC MASSE D'USURE

- Les fondations en adobes sont souvent les plus économiques.

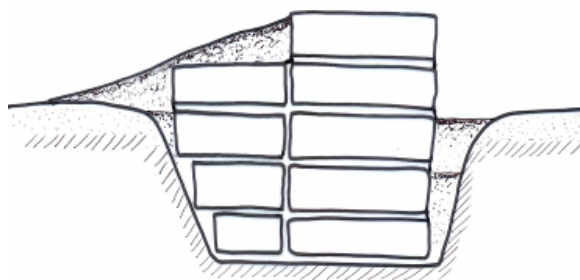
La première assise doit être posée à sec pour vérifier ou définir l'appareillage et le callepinage.



- **Maçonner** les adobes avec un mélange identique à celui utilisé pour mouler les adobes.



- **Protéger** les fondations par une nouvelle maçonnerie d'adobes qui jouera le rôle de masse d'usure.



Masse d'usure :

La fondation du mur est réalisée avec un matériau perdant sa consistance en présence d'eau et qui est sujet à l'érosion. Pour pallier à cela, cette partie, essentielle à la stabilité du mur est protégée du contact avec l'eau et de l'érosion aux vents par l'interposition d'une maçonnerie en blocs de terre. L'usure de cette dernière devra être régulièrement vérifiée pour éviter sa disparition totale et que le bâtiment ne se retrouve de ce fait sans aucune protection. Lorsque l'usure de cette masse sacrificielle sera trop avancée, il y aura lieu de la démonter et d'en reconstruire une nouvelle.

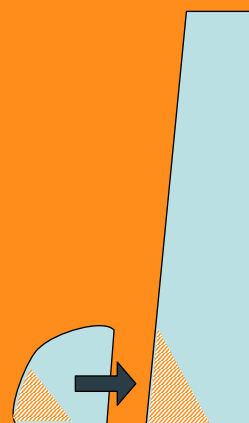
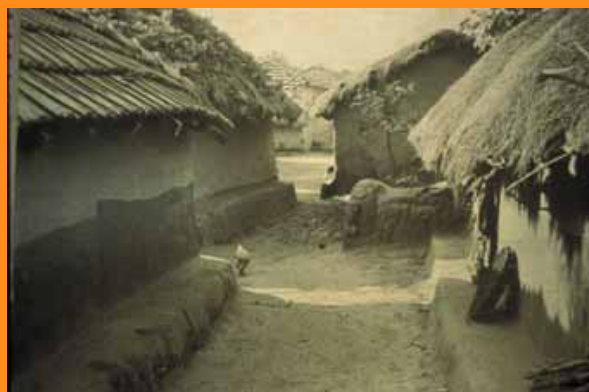
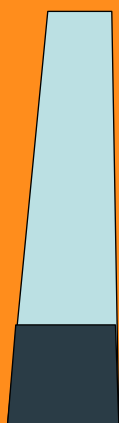
DIFFÉRENTS TYPES DE FONDATIONS

FONDATIONS EN ADOBES : *MUR ÉPAIS EN ADOBES AVEC MASSE D'USURE*

details

general principle

To stabilise... or to control erosion?

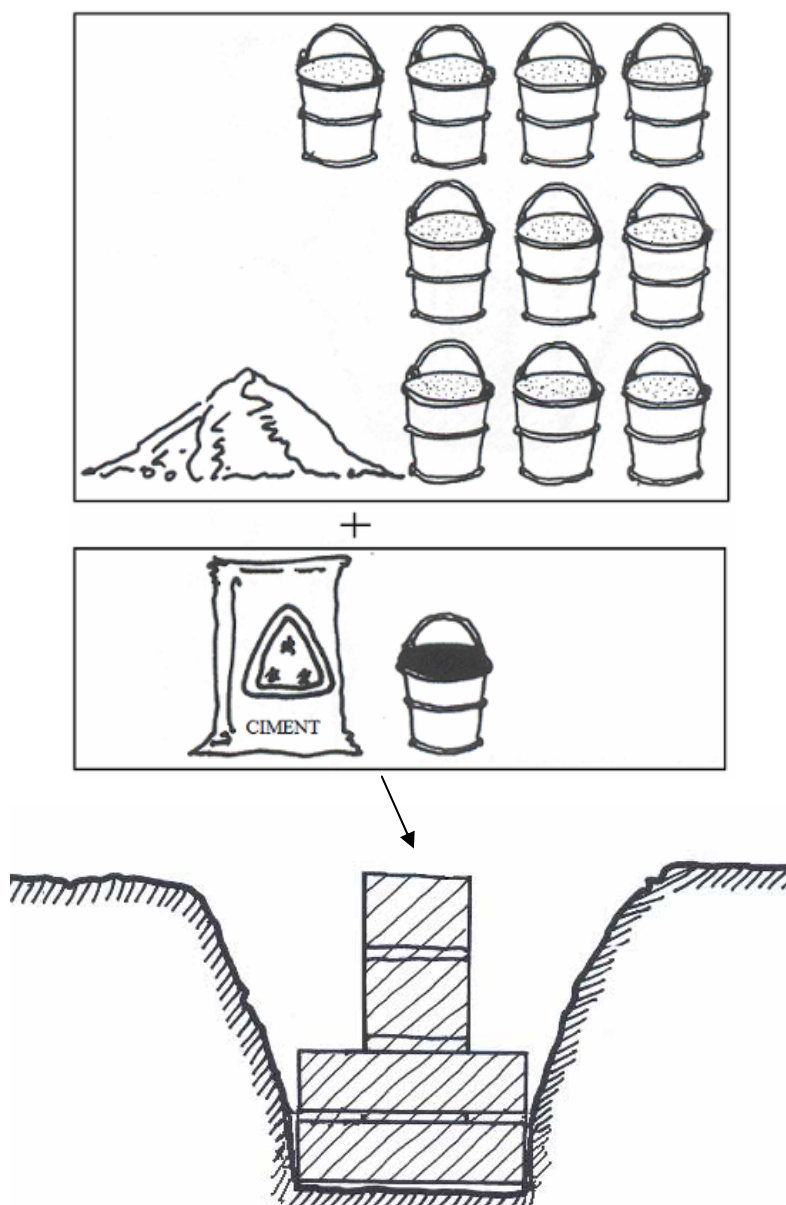






DIFFÉRENTS TYPES DE FONDATIONS

FONDATIONS EN ADOBES : *MUR FIN EN ADOBES STABILISÉES*



- Vérifier l'appareillage à sec d'abord.
- Maçonner les adobes stabilisés avec un mortier identique à celui qui a permis de les confectionner.
- Humidifier les adobes avant la pose.

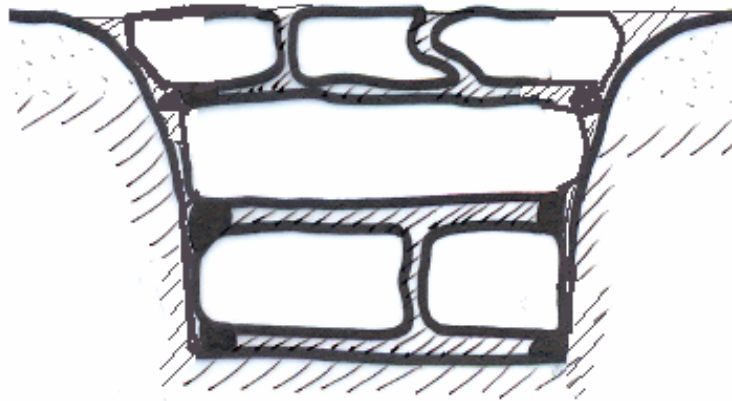
Camps Sahraouis, Smara

Fondations en adobes stabilisées, première assise large



DIFFÉRENTS TYPES DE FONDATIONS

FONDATIONS EN PIERRE MAÇONNÉE



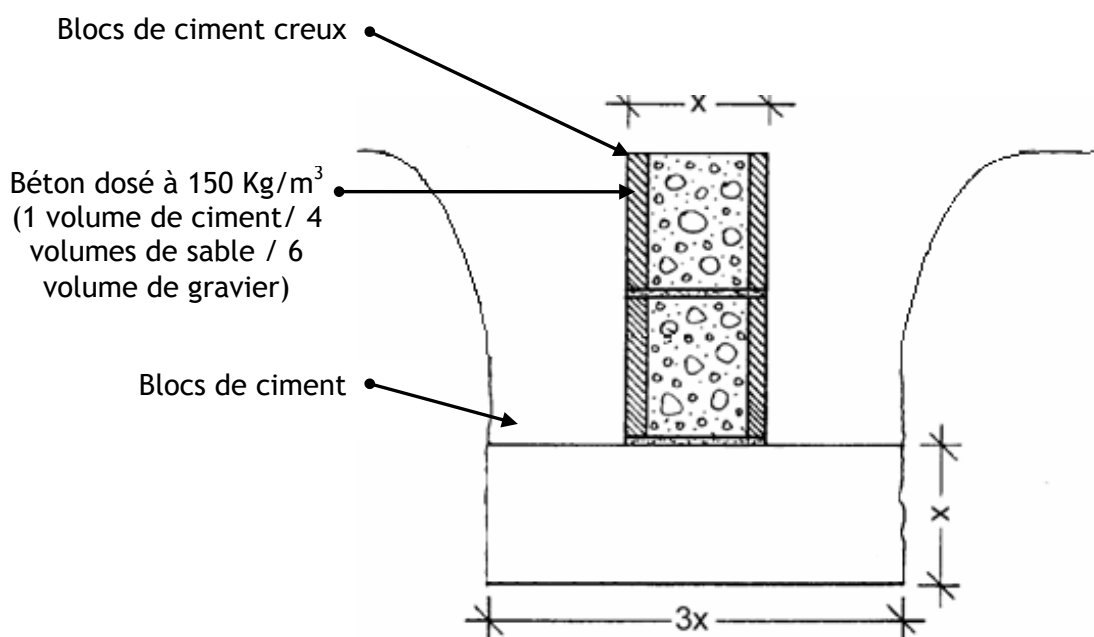
- Déposer les pierres à plat pour une meilleure répartition des charges.
- Alternner les grosses pierres avec les petites pierres.
- Ne pas faire se toucher les pierres entre elles
- Joindre les pierres avec un mortier de terre et les angles avec un mortier bâtard.
- Éviter les joints trop épais, leur épaisseur ne doit pas dépasser 3 cm.
- Régler horizontalement la surface en mesurant depuis le cordeau.

Camps Sahraouis, Smara
Fondations en adobes pierres avec du mortier en terre



DIFFÉRENTS TYPES DE FONDATIONS

FONDATIONS EN AGGLOMÉRÉS DE CIMENTS

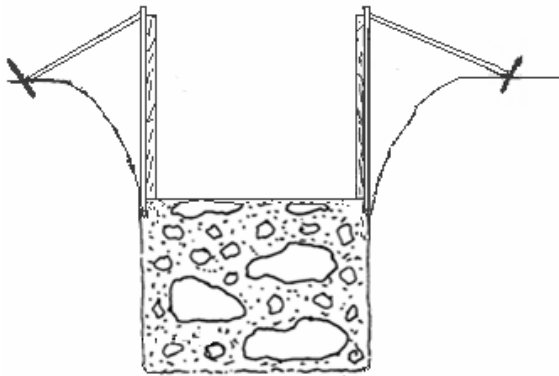


- Poser en largeur les blocs ciment de la première assise.
- Poser les autres blocs en joignant avec du mortier terre.
- Régler horizontalement le dessus des fondations.

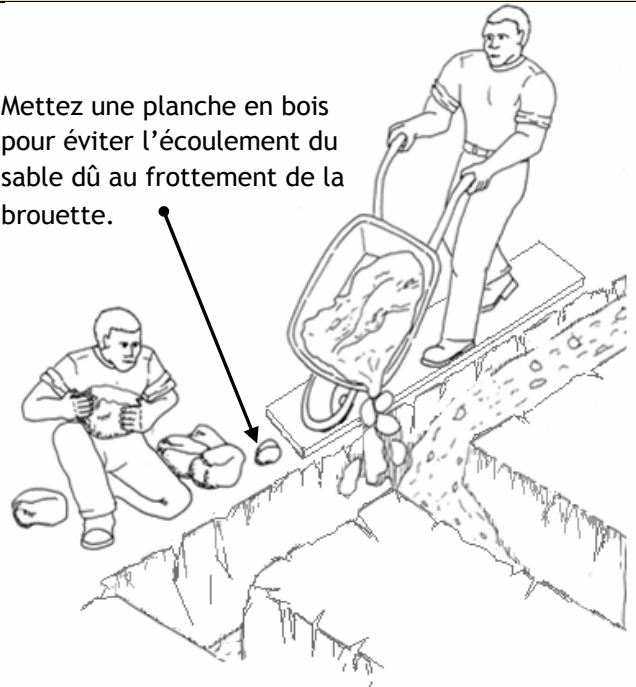
DIFFÉRENTS TYPES DE FONDATIONS

FONDATEMENTS EN BÉTON CYCLOPÉEN

- Lorsque les pierres sont trop petites pour réaliser une maçonnerie au mortier de sable / ciment, alors il est possible de les noyer dans un béton faiblement dosé. L'ensemble s'appelle le **béton cyclopéen**.



Mettez une planche en bois pour éviter l'écoulement du sable dû au frottement de la brouette.

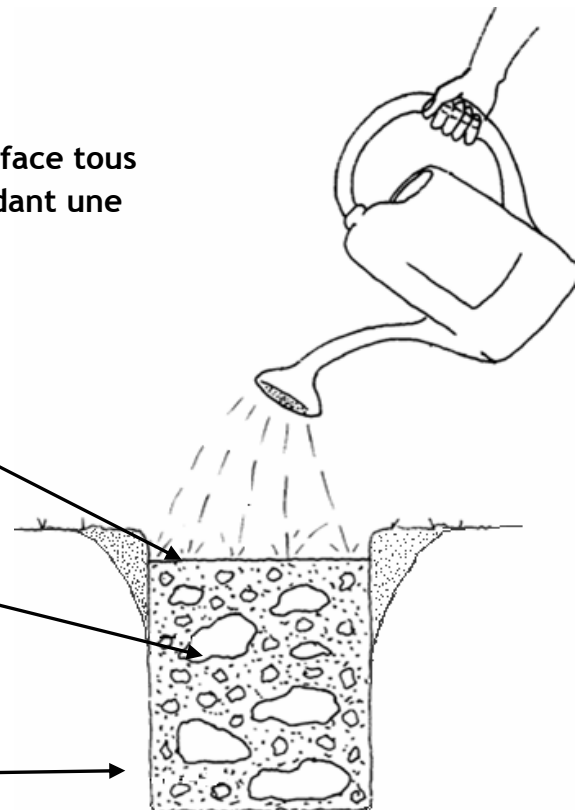


Arroser la surface tous les jours pendant une semaine.

Régler horizontalement la surface en mesurant depuis le cordeau

Les pierres sont positionnées dans le béton en évitant qu'elles soient en contact entre elles.

Béton dosé à 200 Kg / m³
Prendre soin que le béton enrobe parfaitement chaque pierre, notamment près de la paroi.

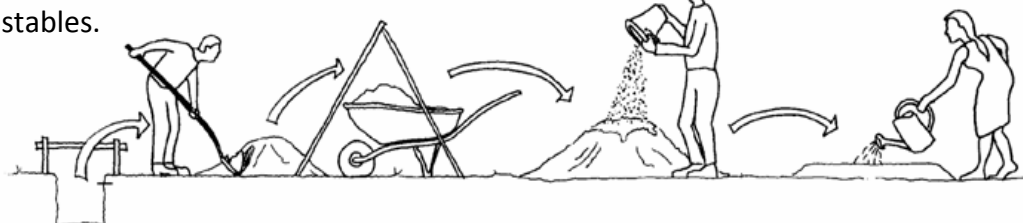


DIFFÉRENTS TYPES DE FONDATIONS

FONDATIONS EN TERRE STABILISÉE COMPACTÉE

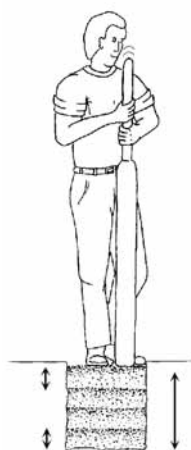
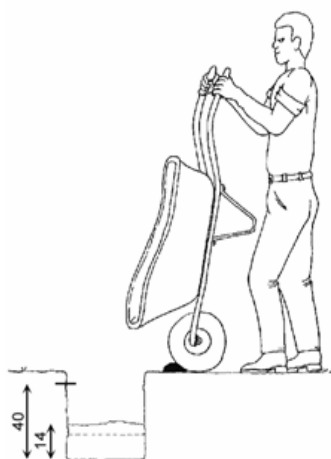
La fouille est utilisée comme coffrage. Les parois doivent être stables.

La terre d'extraction est utilisée comme **matériau de remplissage** quand ses qualités granulométriques et cohésives sont adéquates.

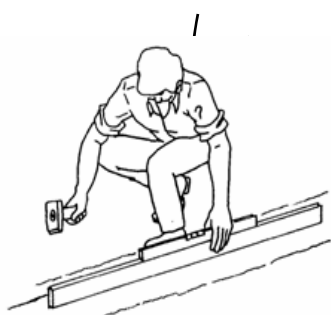


Repère du niveau horizontal

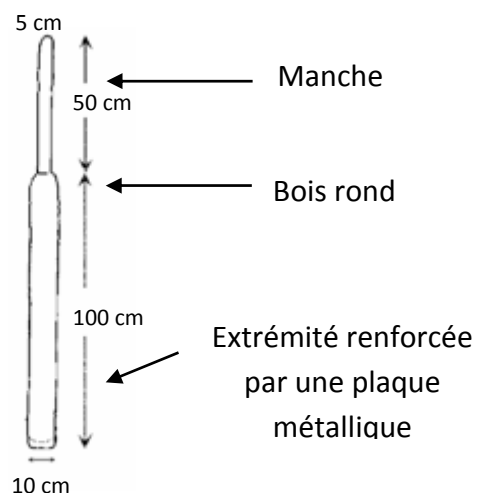
Stabiliser la terre à **5 % de ciment**. 1 volume de ciment pour 20 volumes de terre.

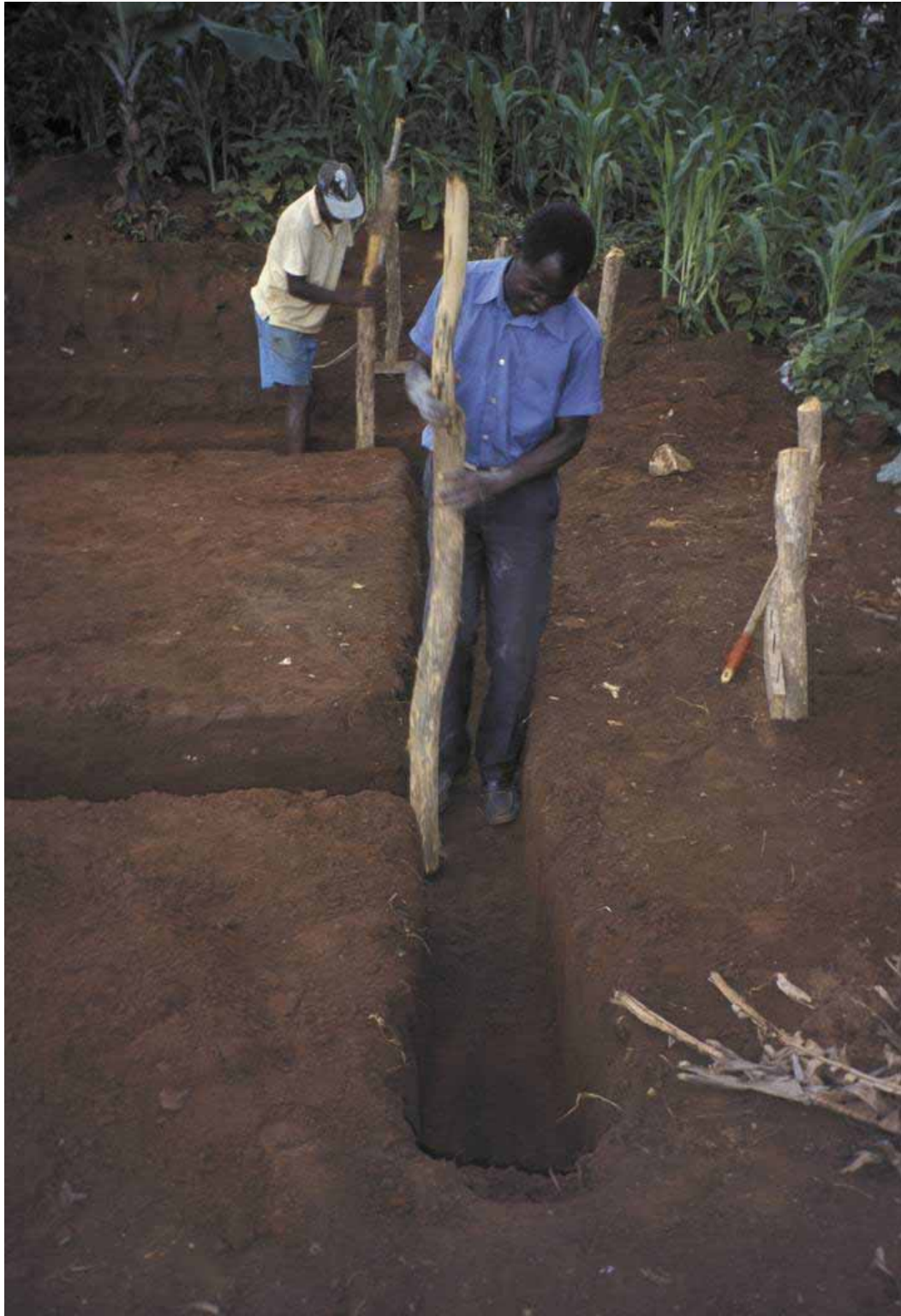


- **Compacter** chaque couche jusqu'à la réduire à 10 cm d'épaisseur.
- **Contrôler** les épaisseurs par rapport au repère horizontal



Cale pour protéger le bord de la fouille.





Camps Sahraouis, Smara
Fondations en terre stabilisée compactée



3.3. REMBLAI DES FONDATIONS

GÉNÉRALITÉS

Définition

Le remblai est le fait de combler une excavation ou de surélever un terrain.

Fonction

Les remblais intérieurs permettent de surélever le niveau intérieur des bâtiments, cela afin d'éviter les risques de pénétration des eaux de surface et de diminuer les risques de remontée des eaux dans le bâtiment par voies capillaire.

Les remblais extérieurs permettent de combler le vide créé au moment de la construction des fondations. Ils permettent aussi de protéger la fondation et la base sur laquelle elle repose des infiltrations d'eau.

Caractéristiques

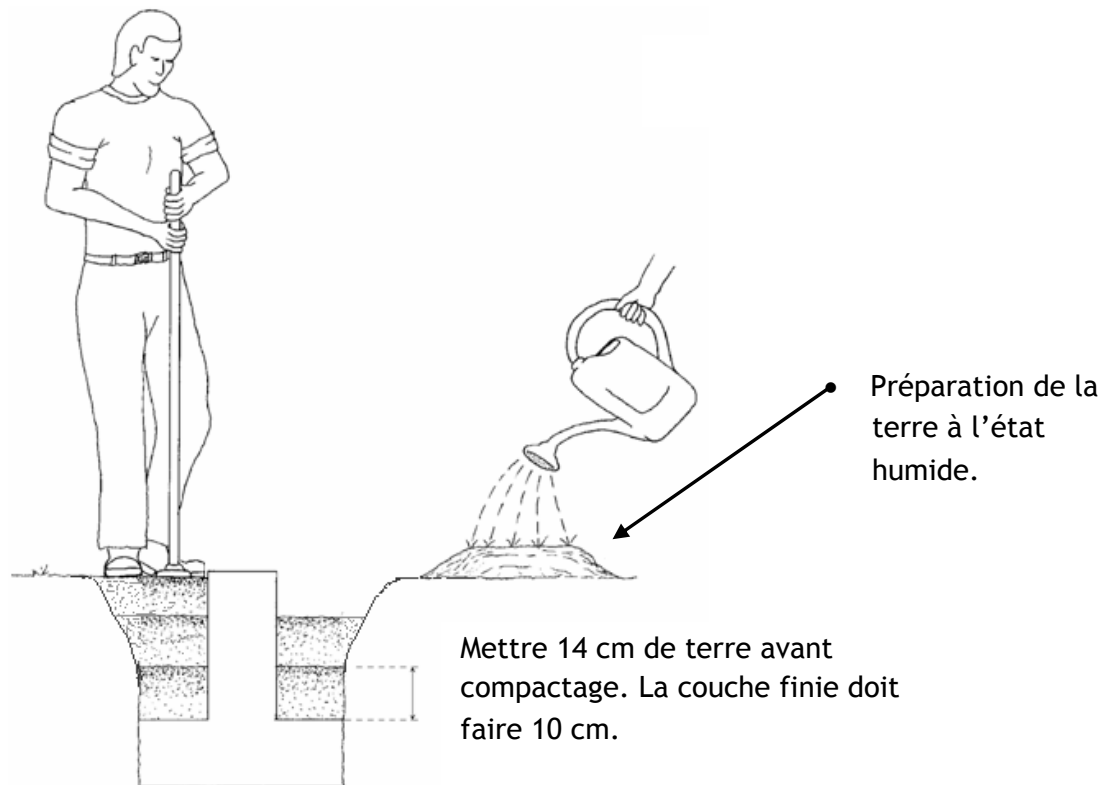
Les matériaux utilisés pour réaliser les remblais sont amenés à être en contact avec l'eau de pluie ou de remontée capillaire. Il est donc essentiel que ces matériaux soient stables en volume au contact avec l'eau.

Pour les remblais intérieurs, ces matériaux seront soumis à des contraintes de compression. Leur choix et le type de leur mise en œuvre devront donc garantir que le matériau en place ne puisse pas se tasser dans le temps.

Pour les remblais extérieurs, ces matériaux seront soumis à l'érosion des vents, de la pluie (impact et écoulement) et mécanique (activité humaine et animale). Ils devront donc avoir une dureté ou une cohésion suffisante pour éviter d'être trop vite érodés par les éléments naturels. Les remblais extérieurs devront éviter aux eaux de surface de pénétrer vers la base de la fondation tout en permettant l'évaporation des eaux qui aurait réussi à pénétrer sous le bâtiment et ses abords. La forme des remblais devra donc être correctement réfléchi pour diriger les eaux loin des fondations. Les matériaux utilisés devront garantir une certaine étanchéité.

3.3. REMBLAI DES FONDATIONS

PRINCIPES



- Humidifier légèrement cette terre.
- Remplir l'intérieur et l'extérieur des excavations par couches de 14 cm de terre et damez-la. La couche finie doit faire 10 cm.
- À l'extérieur du bâtiment, le remblai doit être plus haut que le niveau du sol, en créant une légère pente qui rejettera l'eau vers l'extérieur.
- À l'intérieur du bâtiment, le remblai doit également être surélevé par rapport au niveau du sol.

Camps Sahraouis, Smara
Remblais



Session N°5; Soubassement

THÉORIE	Objectifs : Avoir un aperçu des différentes solutions techniques permettant de réaliser des soubassement (en fonction du type de fondations exécutées, du contexte des camps Sahraoui, du public cible : population à revenu faible ou moyen des camps). Importance des drainages périphériques	Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya Lieu : Site de construction des murets de démonstration
	Méthode : Explication autour des murets de démonstrations (si existant) et d'après les photos prises lors de leurs réalisations. Exposé d'après fiches didactiques. Visite sur site bâti.	Temps : 30 mn (suite session fondations)
	Soubassement - Rappel résultats session 1 - Rappel des contraintes - Soubassement en adobe avec masse d'usure - Soubassement en matériaux résistants aux contraintes - o Adobes stabilisées - o Pierre - o Blocs ciment - Problèmes des remontées capillaires - Hauteur de soubassement - Barrières capillaires - Transfert d'humidité au travers des soubassements. Réduire les hauteurs de remontées capillaires, évacuer l'humidité. Données contextuelles liées à chaque option - Coûts - Entretien spécifique Remblais et drainage.	Documents : Mallette pédagogique
Contrôle des acquis : Demander de décrire deux types de solutions techniques et expliquer leurs spécificités		
Organisation avant: Afficher les fiches didactiques		
Après formation :		

3.4. SOUBASSEMENT

GÉNÉRALITÉS

Définition du soubassement

Le soubassement est la partie de maçonnerie qui fait le lien entre la partie enterrée du bâtiment et l'élévation.

Fonction

Le rôle du soubassement est de protéger la base des murs de se fragiliser au contact des eaux issues des remontées capillaires et des risques de dégradations dues aux érosions mécaniques (animaux, vents, etc).

Caractéristiques

Le soubassement est soumis aux contraintes suivantes :

- Érosions à l'eau, aux vents, aux actions humaines et animales.
- Contact avec les eaux des remontées capillaires et avec les eaux de ruissellement.
- Compression.

Si les matériaux utilisés n'ont pas les caractéristiques adéquates pour répondre correctement à ces différentes agressions et contraintes, il y aura lieu de créer une masse d'usure qui protégera la partie structurelle du soubassement et qui sera reconstruite à partir d'un certain niveau d'usure.

Les matériaux les plus courants utilisés en soubassement sont :

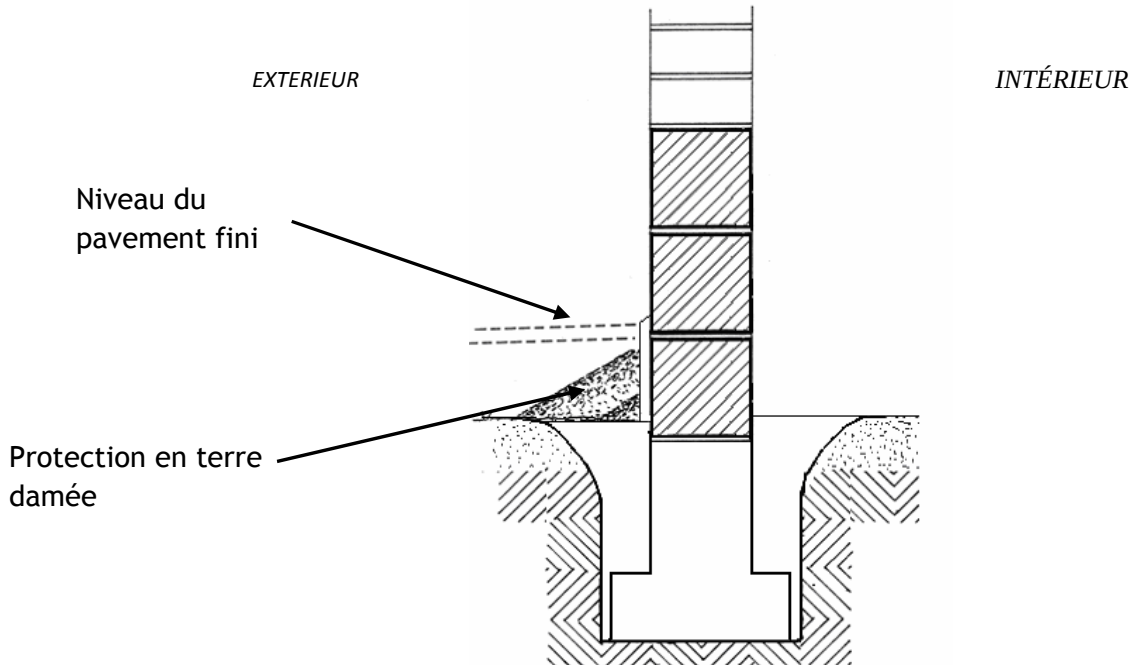
- Adobes intégrant une protection de type masse d'usure
- Pierre
- Terre ou sable stabilisé
- Brique cuite

Dans le cas où il n'y a aucune barrière capillaire, la hauteur de soubassement est définie par la hauteur maximale des possibles remontées capillaires (celles-ci étant en particulier en relation avec les caractéristiques des matériaux utilisés pour réaliser le soubassement)

Le soubassement doit permettre à l'humidité issue des remontées capillaires de s'évaporer avant de se trouver en contact avec la base des murs en terre.

3.4. SOUBASSEMENT

TRAITEMENT DES ABORDS



À l'extérieur,
aucune surface horizontale ne doit permettre la stagnation de l'eau.
Cela pourrait, favoriser les infiltrations d'eau vers les fondations.

Les abords extérieurs du soubassement doivent être traités avec :

- Une masse de terre

Cette masse d'usure sera renouvelée régulièrement, dès qu'il le sera nécessaire pour assurer son rôle de protection des murs.

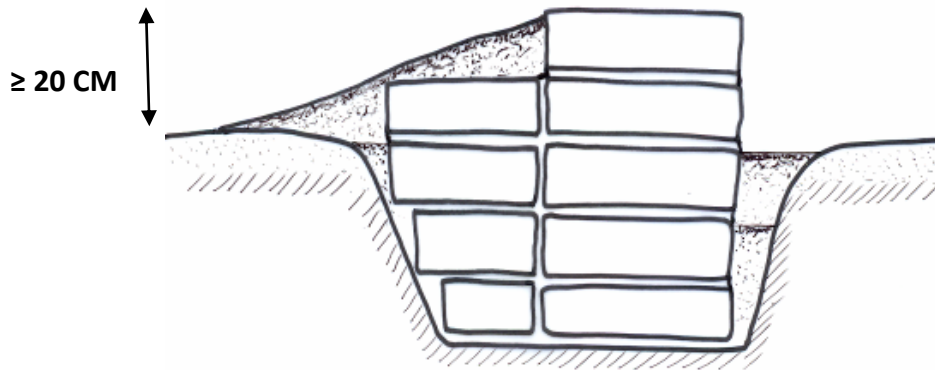
- Un trottoir

Pour un meilleur écoulement des eaux de ruissellement, un matériau de protection (pierres, briques, etc.) est mis en place à la base du mur. Le système constructif ainsi mis en place doit être réfléchi pour permettre une bonne évaporation des eaux infiltrées

3.4. SOUBASSEMENT

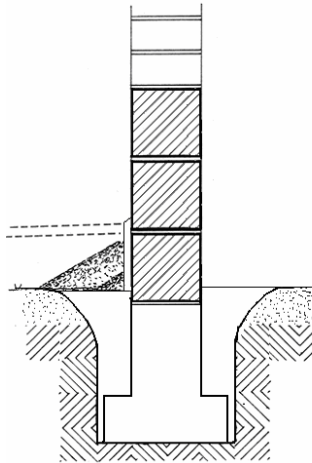
TECHNIQUE ET MATÉRIAUX

SOUBASSEMENT PROTEGE PAR UNE MASSE D'USURE



- Dans le cas d'une fondation en adobes avec masse d'usure, le soubassement est construit de la même façon que la fondation. La masse d'usure est construite contre le mur de soubassement jusqu'à une hauteur minimum de 20 cm au dessus du terrain naturel.

SOUBASSEMENT SANS BARRIERE CAPILLAIRE



La hauteur de soubassement est définie par la hauteur maximale des possibles remontés capillaire (celles-ci étant en particulier en relation avec les caractéristiques des matériaux utilisés pour réaliser le soubassement)

Le soubassement doit permettre à l'humidité issue des remontés capillaire de s'évaporer avant de se trouver en contact avec la base des murs en terre.

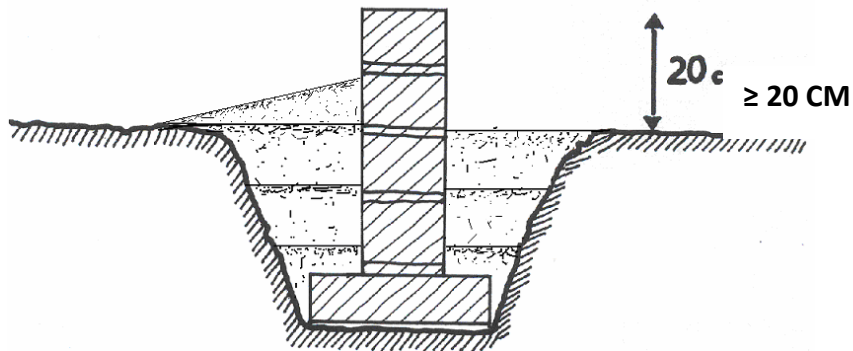
3.4. SOUBASSEMENT

TECHNIQUE ET MATÉRIAUX

SOUBASSEMENT AVEC BARRIÈRE CAPILLAIRE

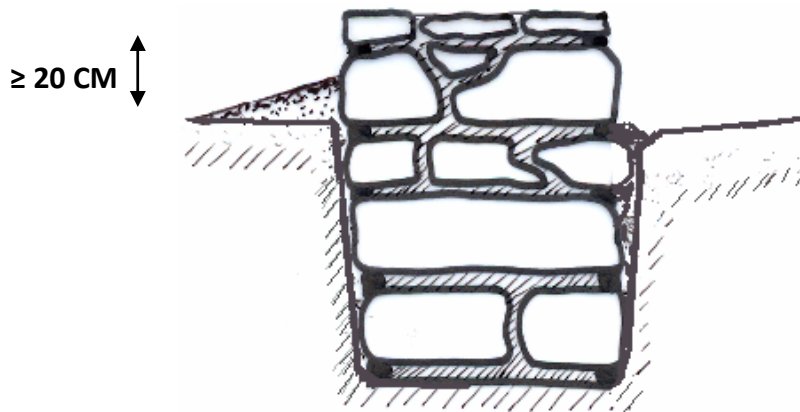
Fondation en adobes stabilisés,

Il est possible de continuer la maçonnerie par un soubassement en adobes stabilisés, jusqu'au moins 20 centimètres au-dessus du niveau du terrain naturel.



Fondation en pierre,

La maçonnerie en pierre peut être prolongée pour constituer le soubassement (20 centimètres au-dessus du niveau du terrain naturel)



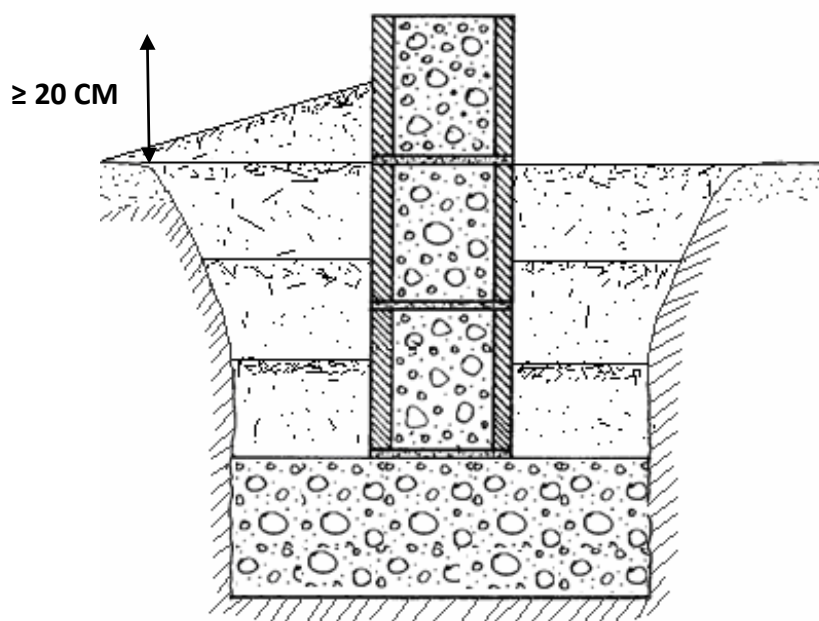
Il est aussi possible de réaliser le soubassement avec des blocs stabilisés.

3.4. SOUBASSEMENT

TECHNIQUE ET MATÉRIAUX

Fondation en agglomérés ciment,

Le soubassement est réalisé par les blocs ciment, en continuité avec la maçonnerie enterrée.



Camps Sahraouis, Smara

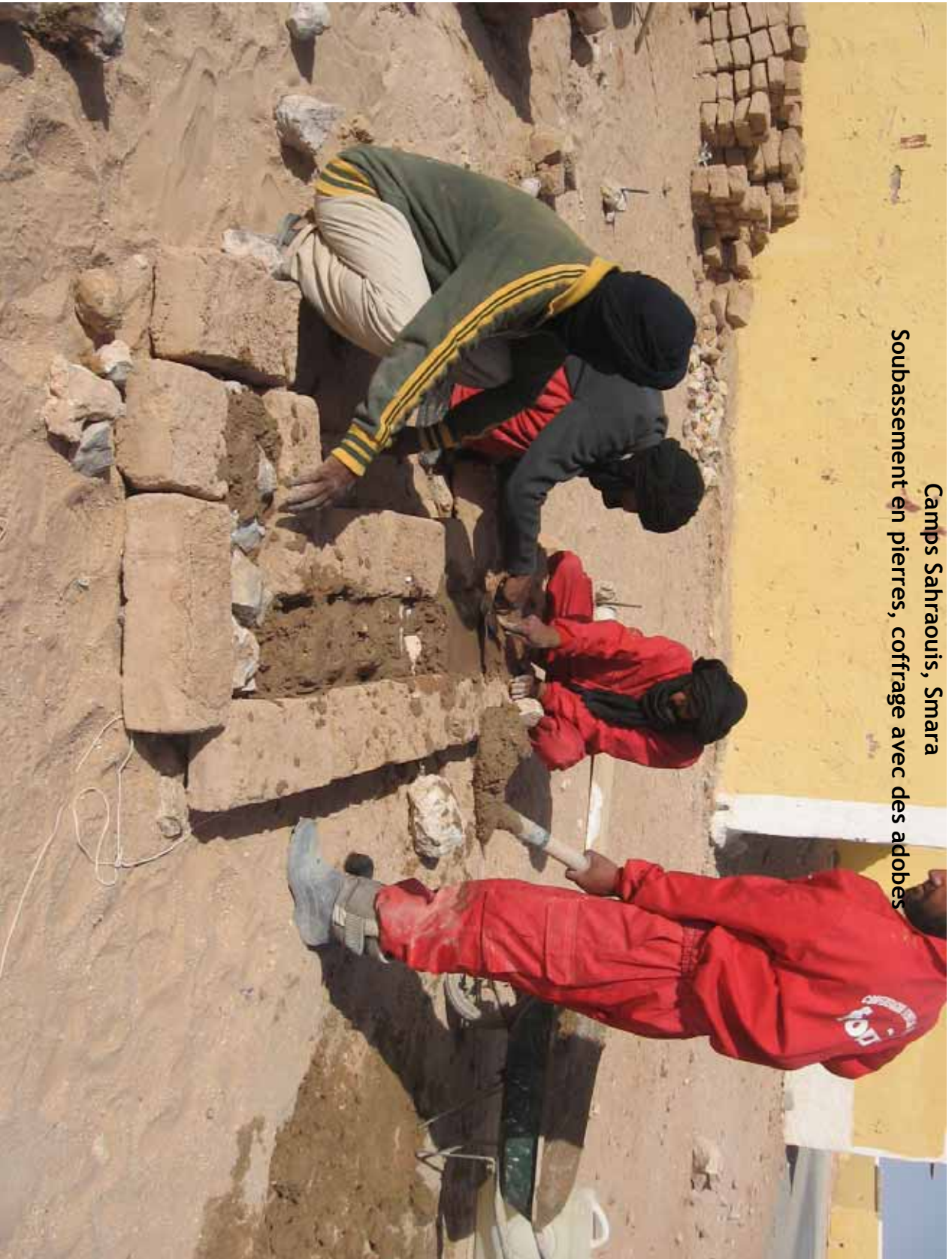
Soubassement en adobes avec masse d'usure, assises larges

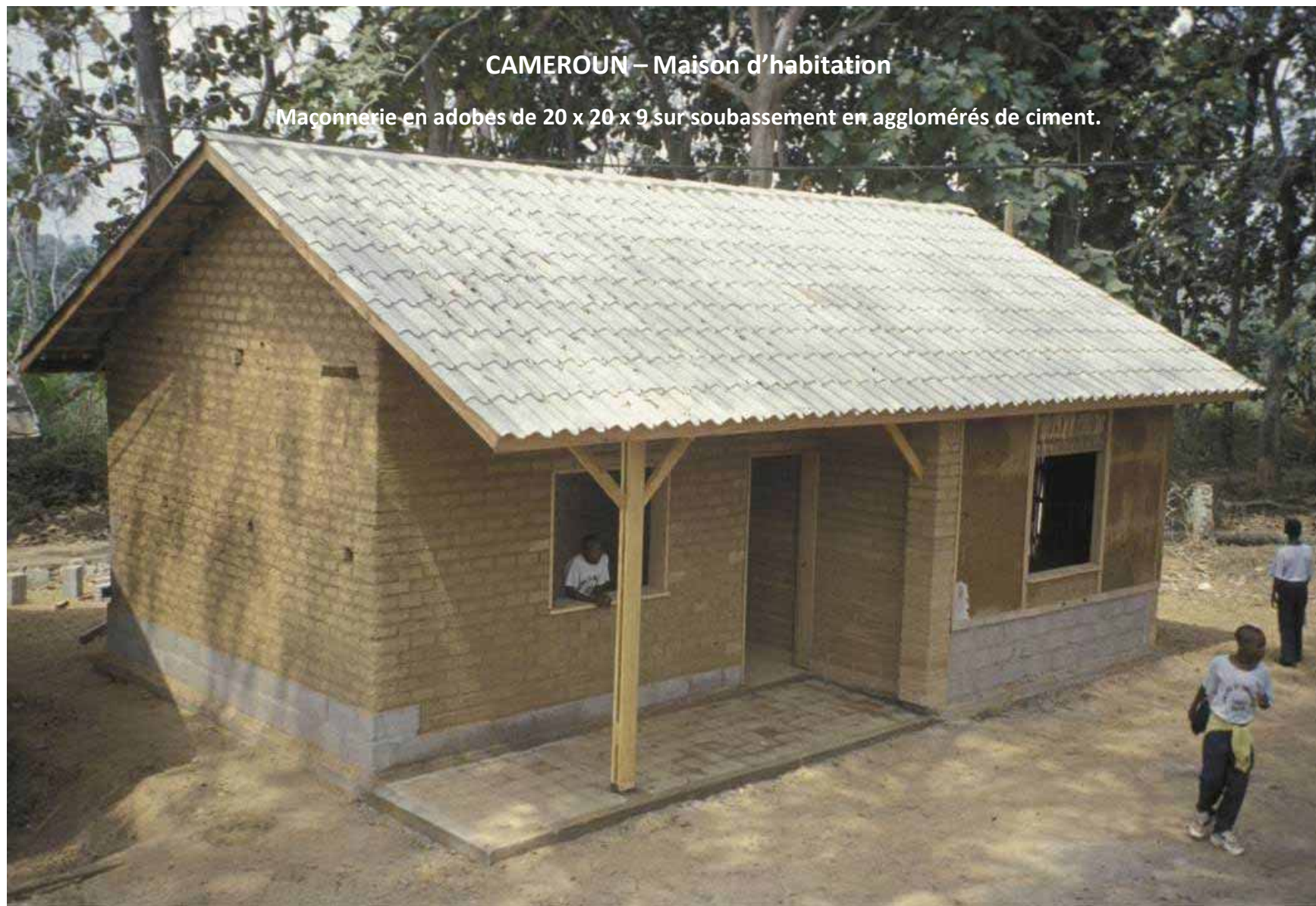


Camps Sahraouis, Smara
Soubassement en adobes stabilisés



Camps Sahraouis, Smara
Soubassement en pierres, coffrage avec des adobes





RWANDA - Construction en adobe
Soubassement en brique cuite





Soubassement en pierre

Session N°4; Remontées capillaires

Objectifs : Avoir un aperçu des différentes solutions techniques permettant de réaliser des barrières capillaire (contextes des camps Sahraoui, public cible étant la population à revenu faible ou moyen des camps). Acquérir les bonnes pratiques de réalisation.		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Explication autour des murets de démonstrations (si existant) et d’après les photos prises lors de leurs réalisations. Exposé d’après les fiches didactiques.		Lieu : Site de réalisation des murets de démonstration
THÉORIE	• Rappel résultats session 1 • Présentation des différents types de barrières capillaires • Solutions proposées - o Plastiques - o Mortier de ciment • Positionnement par rapport aux niveaux de sols finis, intérieur et extérieur. • Données contextuelles liées à chaque option • Coûts • Entretien spécifique	Temps : 10 mn
	Documents : Mallette pédagogique	
PRATIQUE	Préparation :	
	Application : Demander de décrire deux types de solutions techniques et expliquer leurs spécificités.	
	Contrôle des acquis :	
Organisation avant:		
Après formation :		

3.5. BARRIÈRE CAPILLAIRE

GÉNÉRALITÉS

Définition :

La barrière capillaire est une couche imperméable placée sur le mur du soubassement, elle constitue un obstacle contre la remontée capillaire de l'eau dans les murs.

Fonction :

Les murs en terre sont sensibles à l'eau.

Il y a un risque de contact avec de l'eau à l'interface entre la base de ces murs et le haut du soubassement, ceci lié aux remontées capillaires au travers du soubassement.

La barrière capillaire est une des solutions constructives qui permet ce risque de contact.

Caractéristiques :

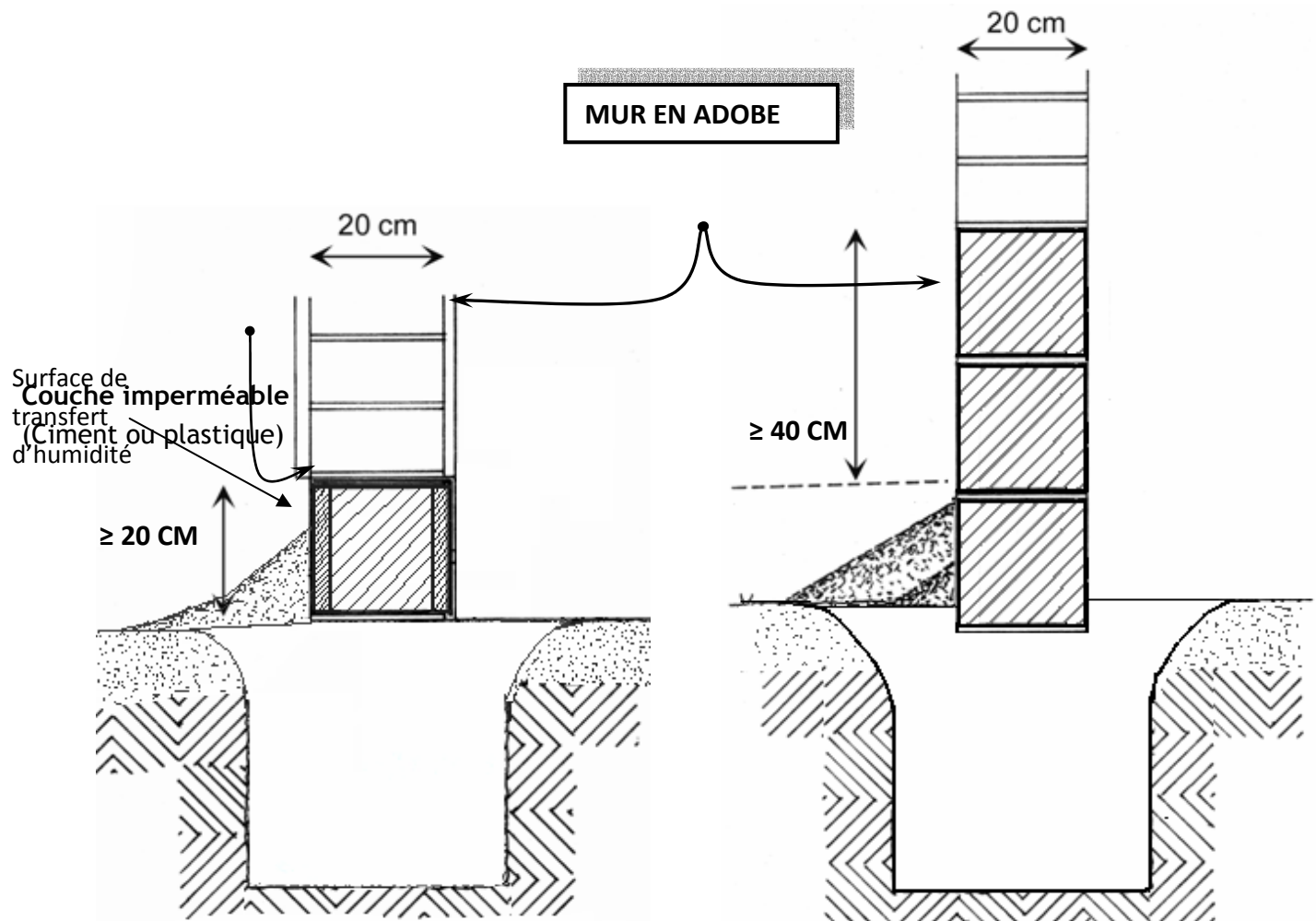
Le matériau sera en contact avec l'eau, recevra des contraintes de compression, de poinçonnement et éventuellement de flexion (tassement différentiel du bâtiment).

La barrière capillaire devra être étanche ou tout du moins être capable de bloquer les remontées capillaires.

Les matériaux et systèmes constructifs choisis devront donc permettre étanchéité (dans le temps), et souplesse tout en gardant un bon comportement à la compression.

3.4. BARRIÈRE CAPILLAIRE

TECHNIQUE ET MATÉRIAUX

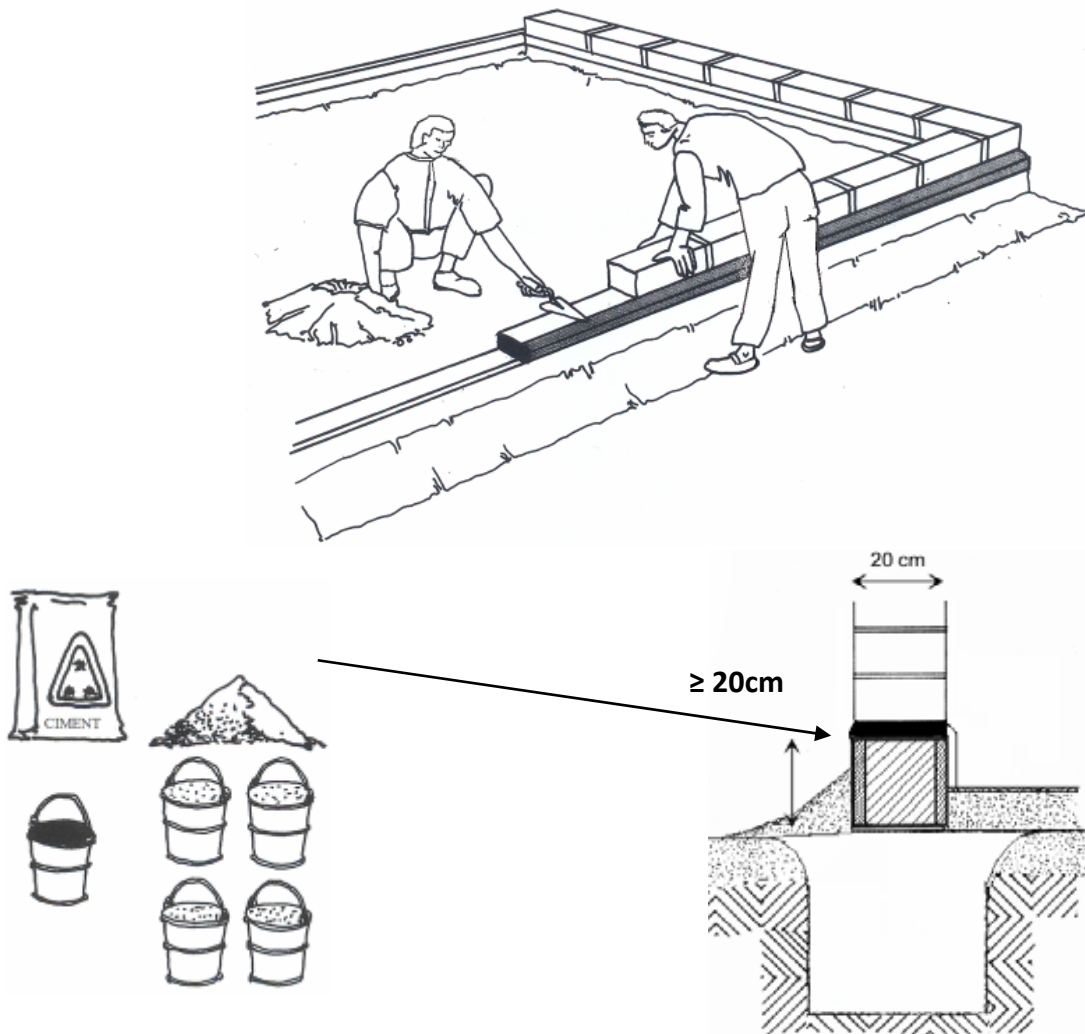


La barrière anti-capillaire stoppe les remontées d'humidité dans le mur. La hauteur du soubassement peut être réduite.

Sans barrière capillaire, La hauteur du soubassement doit permettre d'éviter aux remontées capillaires d'atteindre le niveau des premières assises de briques en terre.

3.5. BARRIERE CAPILLAIRE

TECHNIQUE ET MATÉRIAUX ; MORTIER ÉTANCHE



- Couvrir le mur de soubassement d'une couche de mortier étanche de 4 à 6 cm en deux couches de 2 à 3 cm. Le dosage est de **1 volume de ciment pour 4 volumes de sable propre**.
- Ne pas trop mouiller le mélange de manière à éviter les risques de fissuration.
- **Faire un chanfrein à l'extérieur** de façon à ce que les eaux de ruissellement soient évacuées vers l'extérieur du mur.
- **Poser** la première couche d'adobes directement sur la barrière capillaire.
- Pour éviter que les remontés capillaires ne se fassent aux travers des enduits, il est conseillé de **laisser** la barrière capillaire apparente.

Camps Sahraouis, Smara

Barrière capillaire en mortier étanche au ciment



Camps Sahraouis, Smara
Barrière capillaire en plastique



Session N°1 ; Généralités

Objectifs : Comprendre la fonction des murs, les contraintes auxquels ils sont soumis, les règles qui garantiront la bonne mise en œuvre, la qualité et la durabilité de l'ouvrage.		Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya
Méthode : Modération d'un débat participatif. Le modérateur note les réponses des participants et synthétise. Exposé d'après les fiches didactiques		Lieu : Salle de réunion ou de classe
THÉORIE	Le rôle des murs – Intimité – Support de la toiture – Esthétique – Protection contre les éléments extérieurs (chaud, froid, vent, pluies...) Contraintes auxquelles les murs sont soumis – Compression – Flambement (stabilité) – Retrait (en fonction grandes longueur) – Érosion (vents, mécanique) - o Les parties les plus exposées – Érosion à l'eau (pluies, etc.) Solutions pour améliorer les performances des murs (par famille de contraintes). Les éléments augmentant les risques ; les ouvertures – Stabilité de l'élévation – Charge différentielle et risques de fissuration	Temps : 1 heure
	Contrôle des acquis : Quels sont les différents rôles des murs ? Quelles sont les contraintes spécifiques auxquelles les murs sont soumis ?	Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique Matériel Zopp : Affichette, Punaises, Panneaux. Si ce matériel n'est pas disponible, tableaux et craies, ou Paper board et marqueurs.
Organisation avant:		
Afficher le support photographique et les fiches pédagogiques		
Après formation :		

Objectifs : Comprendre les éléments de base qui assure ou améliore la stabilité d'un mur		Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya Lieu : Salle de cour Temps : 1 heures (30 mn si les murets sont préparés par le modérateur) Documents : Mallette pédagogique
Méthode : Exercices pratiques		
THÉORIE	Règles de base : largeur > hauteur / 10 Renforcement de la stabilité par les contreforts ou la disposition des murs de partition Le chaînage Les règles de maçonnerie ; - Notion d'appareillage - Notion de callepinage - Format de travail horizontal et vertical. - Influence sur le coût - Rôle et qualité du mortier - o Risque de tassement (épaisseur) - o Retrait - o Hauteur de maçonnerie « fraîche »	

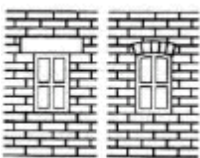
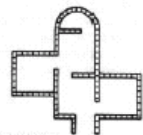
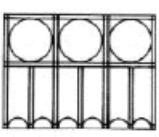
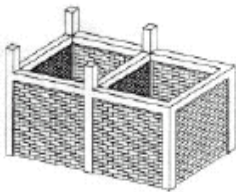
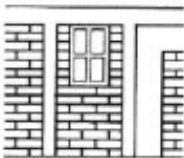
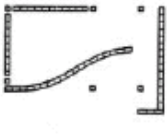
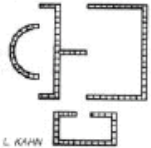
PRATIQUE	Préparation : Stockage des blocs adobe avec ½ et ¾. Possibilité d'utiliser des briquettes en bois de petit format.
	Application : Déterminer quelques types de maçonnerie à réaliser et demander aux participants de faire le mur le plus haut possible qu'ils peuvent (à tester) : - Mur fin appareillé correctement - Mur fin non appareillé correctement - Mur épais - Mur fin avec un contrefort - Mur fin avec chaînage positionné à 9 fois la largeur (notion de charger le chaînage)
	Conclusions de l'exercice. (Si manque de temps, les murets en briquettes peuvent être réalisés par le modérateur avant la séance. Les participants étant invité à constater la stabilité des échantillons proposés) Débat autour du rôle du mortier Visite des murets de démonstration (si disponibles) Données contextuelles liées à chaque option - Bonnes pratiques - Coûts - Entretien spécifique
	Contrôle des acquis : Quels sont les éléments de base qui assure ou améliore la stabilité d'un mur ?
	Organisation avant: Déterminer les exercices à réaliser Vérifier pertinence des exercices proposés Vérifier disponibilité des briquettes (elles doivent être d'une hauteur rigoureusement identique). Éventuellement, préparer les murets de briquettes. Après formation :

4. ÉLÉVATION DES MURS

PRINCIPES DE BASE ; STABILITÉ DES MURS

Pour assurer la stabilité des murs il faut respecter les points suivants :

- mur épais ; relation épaisseur et hauteur du mur respectée (ratio 1/10 respecté)
- murs fins avec contrefort ou murs de refends ou forme
- chaînage

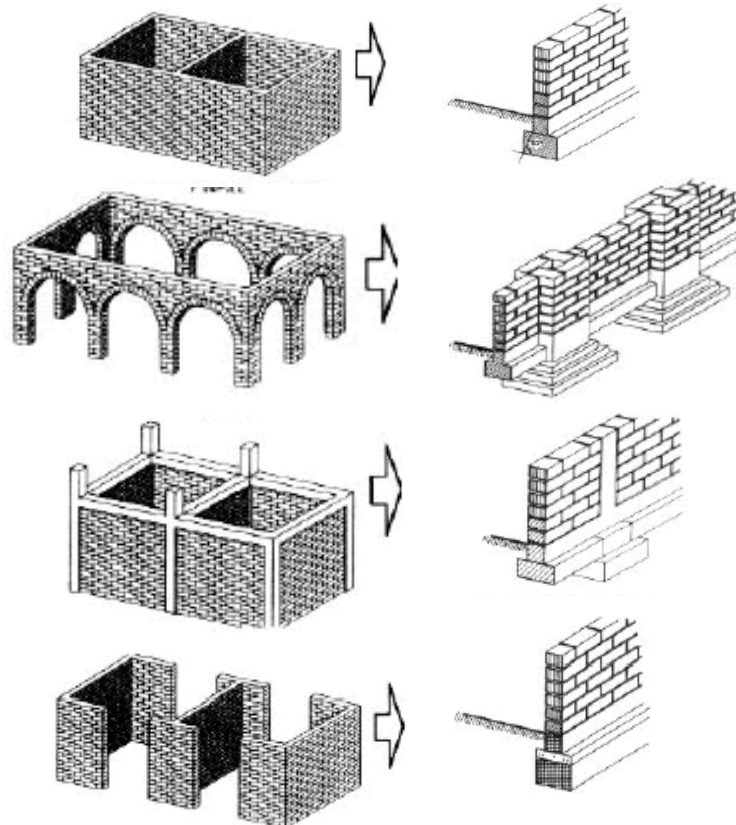
	MURS	OUVERTURES	PLANS	
Enveloppe monolithique				Espace contenu, lumière ponctuelle, murs continus
Structure maçonnée + remplissage			 HAIDAN FATHY	Espace tramé, lumière ponctuelle, murs épais symétriques
Ossature porteuse + remplissage			 LE CORBUSIER	Espace tramé, lumière uniforme, murs = cloisons
Blocs autosatbles			 L. KAHN	Espace cerné ou fluide, lumière uniforme ou ponctuelle, murs épais

4. ÉLÉVATION DES MURS

PRINCIPES DE BASE ; STABILITÉ DES MURS

Choix des systèmes constructifs:

- Incidences spatiales
- Incidences constructives

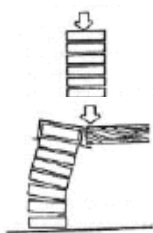


4. ÉLÉVATION DES MURS

PRINCIPES DE BASE ; STABILITÉ DES MURS

TYPES DE CONTRAINTES

Ecrasement



Charges
excentriques
verticales

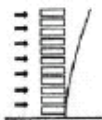
Charges
excentriques
horizontales



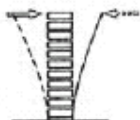
Flambement



Charges horizontales:
Pression uniforme (vent)



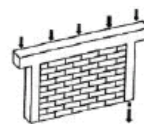
Pression concentrée
(séisme)



TYPES DE SOLUTIONS

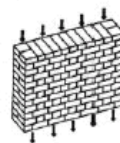
Murs non porteurs

Maçonnerie de
remplissage

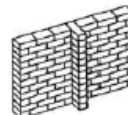


Murs porteurs

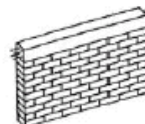
Murs épais



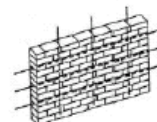
Murs minces avec
contreforts



Murs minces avec
chaînages



Maçonnerie armée



Session N°3 ; Traitement des angles

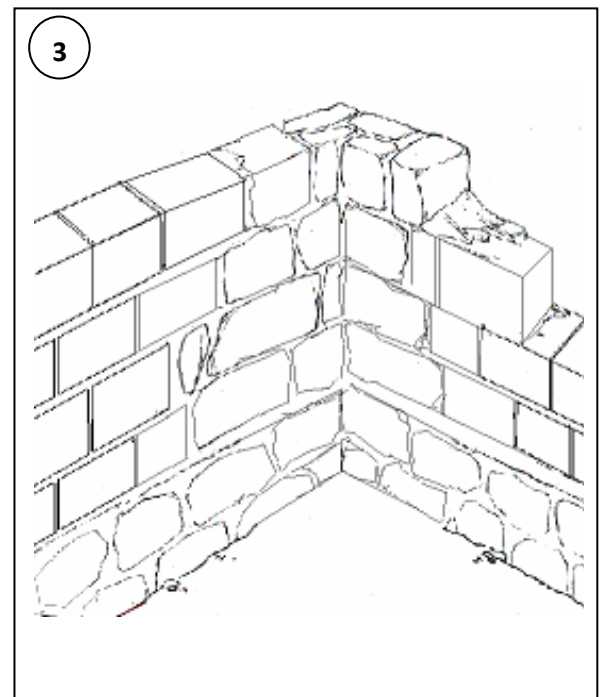
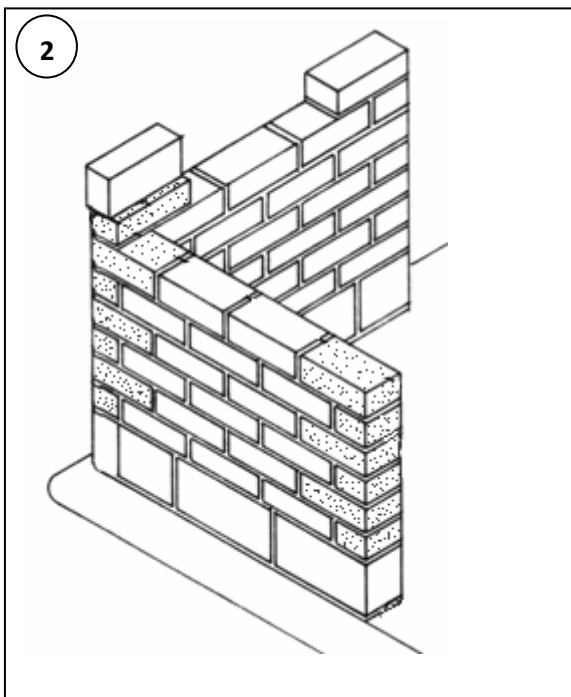
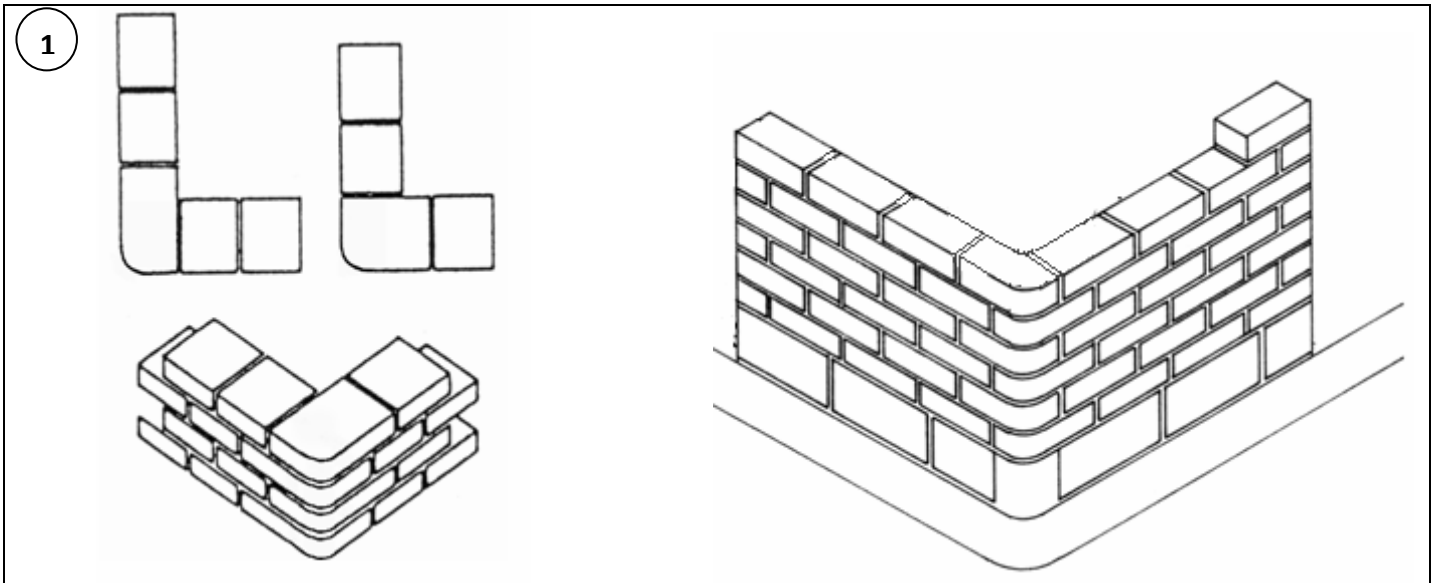
Objectifs : Connaître les différentes solutions permettant de renforcer les angles de maçonnerie, contre les phénomènes d’usure.		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Exposé avec visite de bâtiments et utilisation des fiches pédagogique.		Lieu : Site de construction des murets de démonstration
THÉORIE	Réduire les risques d’érosion par la forme des angles (chanfreiner ou arrondies) Mise en place de harpage en matériaux résistant à l’érosion ; (bonnes pratiques, avantages et inconvénients de chaque option) – Pierre – Terre stabilisée – Blocs ciment Données contextuelles liées à chaque option – Coûts – Entretien spécifique	Temps : 30 mn Documents : Mallette pédagogique
	Contrôle des acquis : A quels risques spécifiques sont soumis les angles des constructions ? Quelles sont les différentes solutions qui permettent de renforcer les angles des murs contre les phénomènes d’usure ?	
Organisation avant:		
Après formation :		

4. ÉLÉVATION DES MURS

PRINCIPES DE BASE ; TRAITEMENT DES ANGLES ET EXTRÉMITÉS DES MURS

Pour avoir des angles et extrémités des murs plus résistants aux chocs et aux agressions extérieurs, on peut opter pour un traitement spécifique de ces endroits en vu de les renforcer:

1. Utilisation des blocs en formes arrondies ou brisées.
2. Renforcement par des adobes stabilisés.
3. Renforcement par des pierres.



ANGOLA ; angle du mur en adobe arrondie



Camps Sahraouis ; angles du muret en adobe stabilisée arrondie



Session N°4 ; Mortier

Objectifs : Savoir mettre au point un mortier permettant une bonne mise en œuvre, un bon transfert des charges et une parfaite cohésion des blocs, sans risques de tassements ; afin que la maçonnerie est un bon comportement dans le temps.		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Démonstration courte ou pratique en atelier et analyse des résultats obtenus		Lieu : Atelier
THÉORIE	- Caractéristiques du mortier pour une facile mise en œuvre (état hydrique, cohésion, granulométrie) - Résistance mécanique des mortiers (granulométrie) - Cohésion amenée par le mortier entre les briques (risque de retrait) - Comportement de la structure dans le temps (plus de similitude possible entre blocs et mortier) - Tassement (teneur en eau, épaisseur, granulométrie, retrait)	Temps : 15 mn (si préparé) 1 heure (si participants pratiques) Documents : Mallette pédagogique
PRATIQUE	Préparation : Préparer des blocs support.	
	Application : Réaliser une série d’essais de mortier en collant 2 blocs et en faisant varier le composants sableux du mortier (de plus en plus sableux)	
	Contrôle des acquis : Décrire le rôle et les caractéristiques d’un bon mortier Quelles sont les conséquences de l’utilisation d’un mauvais mortier sur le comportement d’un bâtiment Décrire un procédé de mise au point d’un mortier	
Organisation avant:		
Après formation :		

4. ÉLEVATION DES MURS

PRINCIPES DE BASE ; MORTIER DE TERRE

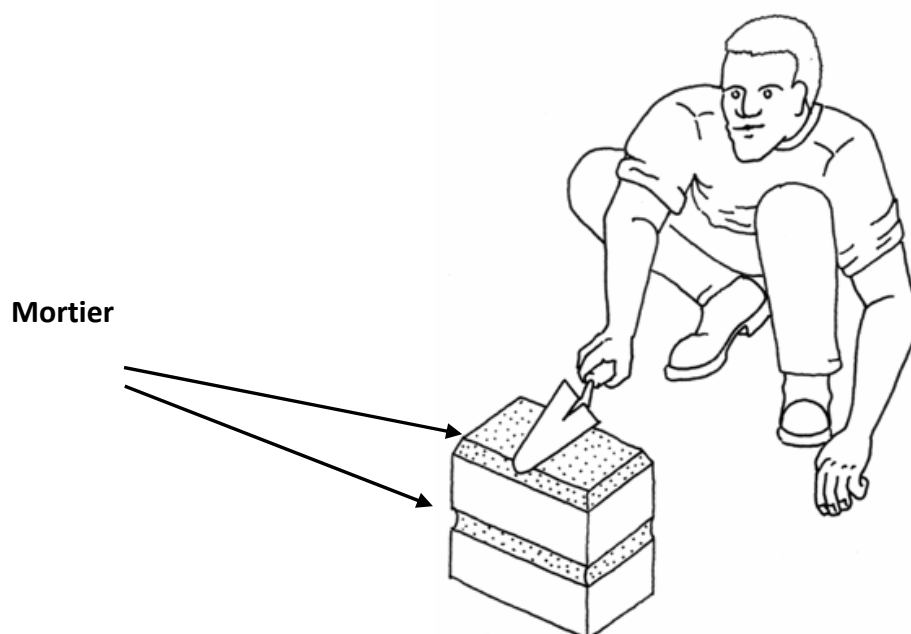
OBJECTIF DE L'ESSAI : Déterminer le meilleur dosage entre la terre et le sable.

PROCEDURE :

- Préparer sur 2 blocs de terre, différents mélanges de mortier avec, à chaque fois, un peu plus de sable.
- Attendre le séchage complet du mortier.

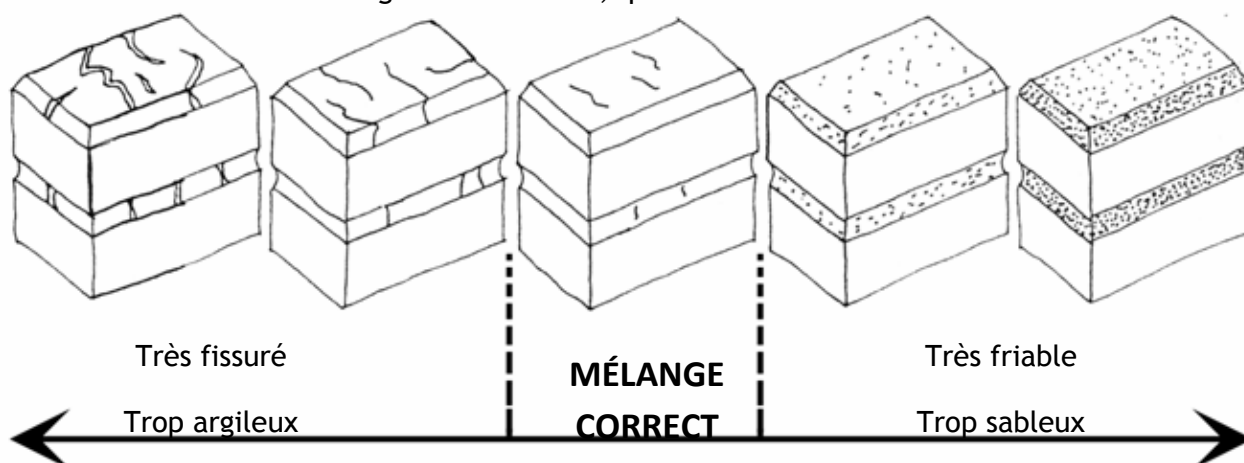
EXEMPLES :

- terre seule.
- 8 Terre / 2 Sable
- 6 Terre / 4 Sable
- 5 Terre / 5 Sable
- 4 Terre / 6 Sable
- 2 Terre / 8 Sable



RESULTAT :

Choisir le mortier dur et très légèrement fissuré, qui assure la meilleure adhésion entre 2 blocs.



TESTS DE MORTIER STABILISÉ

Identification du meilleur dosage entre terre et sable.



Objectifs : Acquérir les bonnes pratiques de la maçonnerie		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Pratique sur chantier, ou démonstration sur chantier avec l’aide des fiches didactiques		
THÉORIE	– Pose des blocs – Contrôle de la verticalité – Contrôle de l’horizontalité – Les outils et techniques du maçon – Les organisations du travail qui peuvent aider.	Lieu : Atelier
		Temps : 1 heure (si théorique) 4 heures (si pratique)
	Documents : Mallette pédagogique	
PRATIQUE	Préparation : Construire un mur (en L) d’une hauteur permettant de travailler debout. L’emplacement du mur sera choisi pour que tous les participants puissent voir la démonstration.	
	Application : Montrer les bons gestes, les expliquer. Expliquer les outils et l’organisation du travail qui permettent d’arriver aux résultats espérés. Si le temps le permet, confier la réalisation de petits murets démontables à des groupes de deux participants.	
	Contrôle des acquis : Enumérer les différents outils utilisés pour contrôler les niveaux lors de la construction.. Expliquer leurs fonctions.	
Organisation avant:		
Prévoir matériaux, matériel et équipement en fonction de l’approche pédagogique privilégié et en fonction du nombre de participants.		
Après formation :		

4. ÉLÉVATION DES MURS

GÉNÉRALITÉS SUR LA MAÇONNERIE

Définition

La maçonnerie est l'assemblage de petits éléments avec du mortier, ceci afin de réaliser les murs.

Fonction

La maçonnerie permet de construire des murs fin ou épais qui serviront comme murs porteur ou de séparation (cloisons).

Caractéristiques

Les murs sont soumis à des efforts de compression (charge propre et charge des toitures). Ils doivent être stable (résistance au flambement). Ils sont sujet à des phénomènes de retrait et gonflement, ceci lié à la nature des éléments qui les composent et à la façon dont ils sont exposés. Ils peuvent être soumis à des efforts de cisaillement (charges ponctuelles, charges différentielles, tassement différentiel du bâtiment, etc.).

Les murs sont soumis à des contraintes d'érosion (naturelle, mécanique), ceci surtout en certains de leurs points (angles, ouvertures, zone de passage, etc.).

Enfin, les murs sont soumis aux agressions des pluies (impact, vents, écoulement des eaux).

Il est nécessaire de choisir les matériaux, les systèmes constructifs et les détails constructifs de façon à répondre aux mieux à ces différentes contraintes.

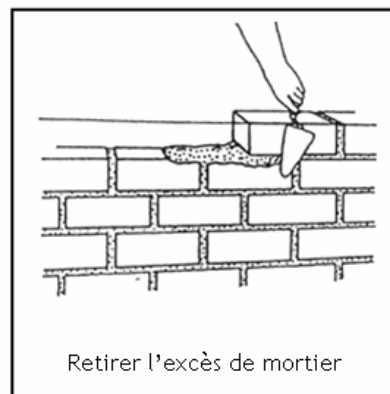
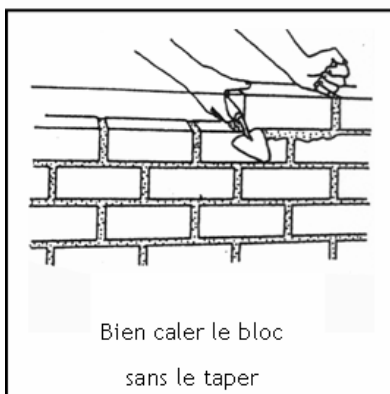
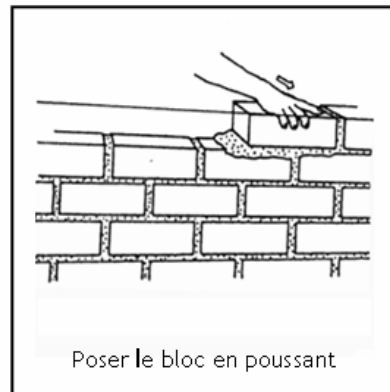
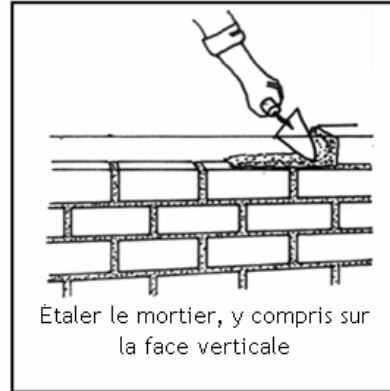
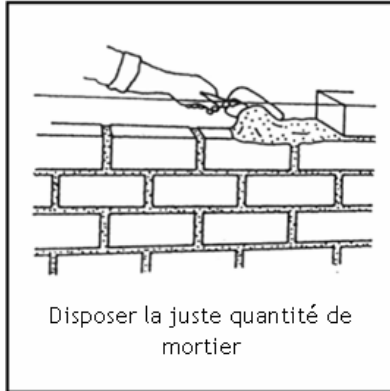
➤ Principes :

Les dimensions des murs en terre doivent respecter certaines règles :

- La relation épaisseur et hauteur du mur doit être inférieure à 1/10. Au-delà, le mur risque de perdre sa stabilité et des détails constructifs devront être mis en place pour éviter cela.
- La distance maximale entre les joints verticaux (joints de retraits) sur un même mur est de 5 mètres.

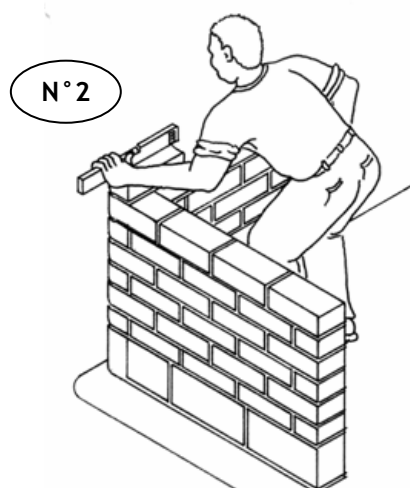
4. ÉLÉVATION DES MURS

PRINCIPES DE BASE ; POSE DES ADOBES



4. ÉLEVATION DES MURS

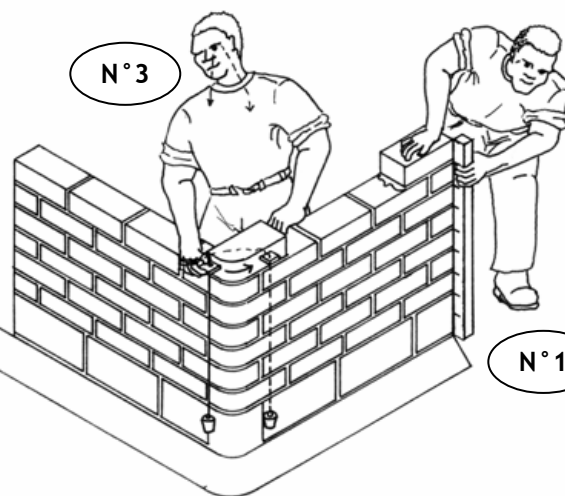
PRINCIPES DE BASE ; MAÇONNERIE SANS LES PIGES D'ANGLES



N°2

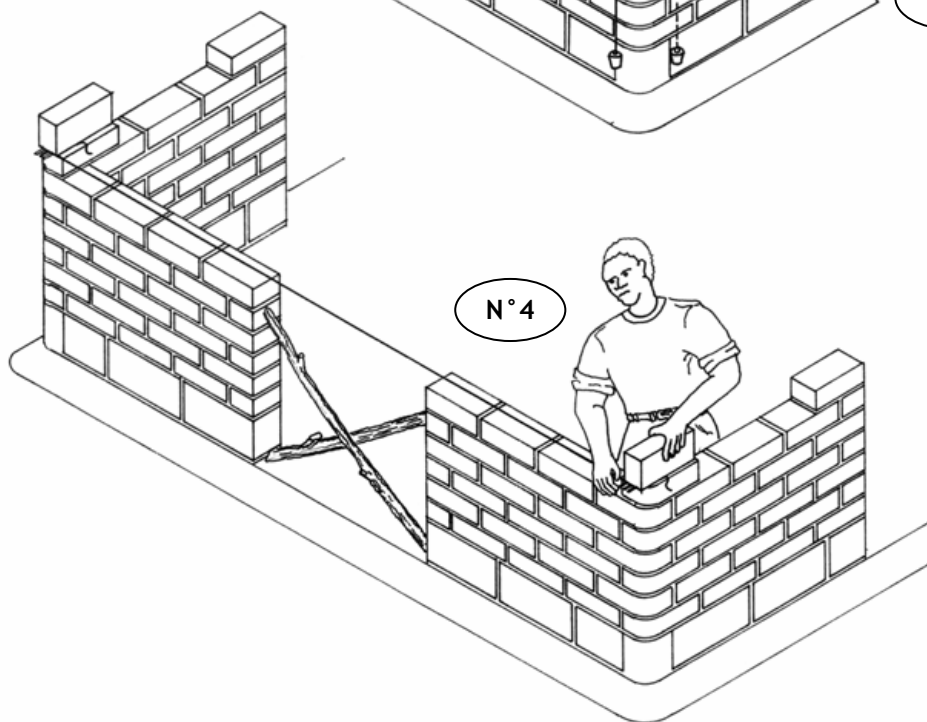
A chaque assise, commencer par poser les blocs d'angle en contrôlant :

- N°1 - Hauteur : ⇒ avec la pige.
- N°2 - Horizontalité : ⇒ avec le niveau.
- N°3 - Verticalité : ⇒ avec le fil à plomb.
- N°4 - Alignement : ⇒ avec le cordeau.



N°3

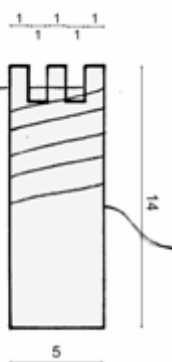
N°1



N°4

Pose de la
ficelle :

Ne pas
utiliser de
clous, mais
des bridous.



Session N°6 ; Appareillage

Objectifs : Connaître les principes d'appareillages.		Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya
Méthode : Exercice pratique		
THÉORIE	Rappel des notions développées en session n°1 de ce module Les différents contextes d'applications (ceci pour format courant des blocs disponibles localement): - Murs fin / murs épais - Extrémité de murs - Connexion de murs a. En angle b. En forme de T c. En croix - Poteaux	Lieu : Salle de cour Temps : 1 heures (30 mn si les exercices sont préparés par le modérateur) Documents : Mallettes pédagogiques
	Préparation : Stockage des blocs adobe avec ½ et ¾. Possibilité d'utiliser des briquettes en bois de petit format.	
PRATIQUE	Application : les participants réalisent des exercices d'appareillage par groupe de 2 ou 3. Leur permettre d'acquérir une méthode	
	Contrôle des acquis : Demander aux étudiant de proposer des solutions d'appareillage dans une configuration de murs données.	
Organisation avant:		
Préparer l'énoncé de l'exercice et s'assurer de la disponibilité des briquettes en bois ou des adobe.		
Après formation :		

4. ÉLÉVATION DES MURS

PRINCIPES DE BASE ; APPAREILLAGE

Définition

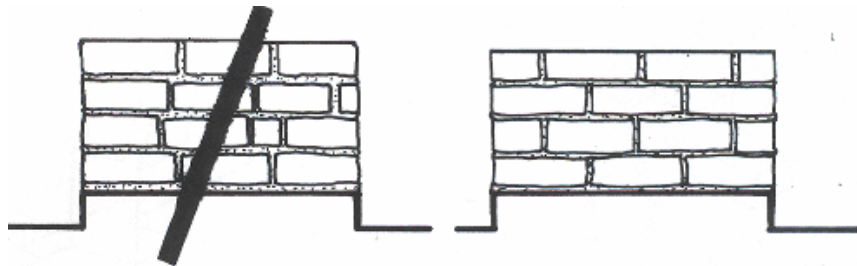
C'est la manière d'assembler et lier les blocs entre eux, dans toutes les directions (horizontale, verticale, épaisseur du mur).

Fonction

Un bon appareillage assure la solidité, la stabilité et l'esthétique des murs.

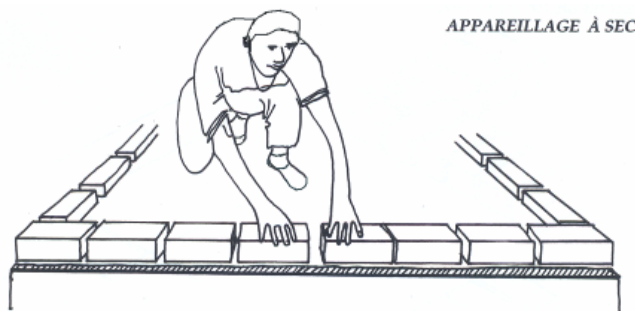
Un mur correctement appareillé ne fissure pas facilement et résiste mieux à la poussée des vents et aux mouvements du terrain.

➤ Principes



Pour obtenir un bon appareillage, il est nécessaire de respecter les règles suivantes :

1. Le recouvrement entre deux briques d'une assise à l'autre doit être au minimum le $\frac{1}{4}$ la longueur de la brique.
2. Avant de lier les blocs de la première assise, il est recommandé de les poser à sec d'abord, pour bien vérifier leur positionnement et avoir des joints verticaux d'une épaisseur régulière. Cette pose à sec permet de réfléchir aux solutions d'appareillage à mettre en œuvre pour l'assise en cours et les assises qui suivront.



➤ Mise en œuvre des adobes

- Utiliser un mortier dont les caractéristiques sont les plus semblables à celles des éléments de maçonnerie à mettre en œuvre.
- Contrôler le niveau horizontal et vertical à chaque rang avec des niveaux, piges, etc.).
- Ne pas monter plus de 5 rangs de briques par jour afin d'éviter les risques d'affaissement lié à la plasticité du mortier frais.

Session N°7 ; Calepinage

Objectifs : Comprendre le principe de calepinage horizontal et vertical. Comprendre l'intérêt du calepinage du plan.		Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya
Méthode : Exercice pratique		
THÉORIE	Le format de travail horizontal, bloc + joint Le format de travail vertical, bloc + joint Le calepinage : relation entre longueur des mur et format de travail horizontal. Relation entre hauteur de mur et format de travail vertical Avantages du calepinage : – Facilite l'appareillage (gain de qualité) – Éviter les pertes de matériaux (gain d'argent) – Permet un travail plus rapide (gain de temps)	Lieu : Salle de cours
		Temps : 30 mn
		Documents : Mallette pédagogique
PRATIQUE	Préparation : Possibilité d'avoir des briquettes en bois pour jouer le rôle des briques. Prévoir un exercice montrant les inconvénients d'un plan non calepiné. Prévoir un exercice montrant les avantages d'un plan calepiné Prévoir images illustrant le propos.	
	Application : Faire réaliser les exercices par les participants (groupe de trois) ; leur demander d'analyser les deux exercices à la lumière des sessions précédentes. Synthétiser les réponses et conclure. Appuyer les conclusions sur photos illustrant le propos.	
	Contrôle des acquis : Définition du calepinage. Intérêt et inconvénient d'un plan calepiné.	
Organisation avant:		
Produire support d'exercice et s'assurer de la disponibilité des briquettes en bois ou des briques en terre.		
Après formation :		

4. ÉLÉVATION DES MURS

PRINCIPES DE BASE ; *CALLEPINAGE*

Définition

- Une maçonnerie est calepinée lorsque toutes les longueurs de murs et d'ouvertures correspondent à un nombre entier de blocs avec tous les joints verticaux de la même épaisseur.

Fonction

- Facilite la lecture du plan.
- Supprime la taille des blocs en petits morceaux.
- Simplifie les appareillages.
- Augmente la vitesse de pose des blocs.

Méthode

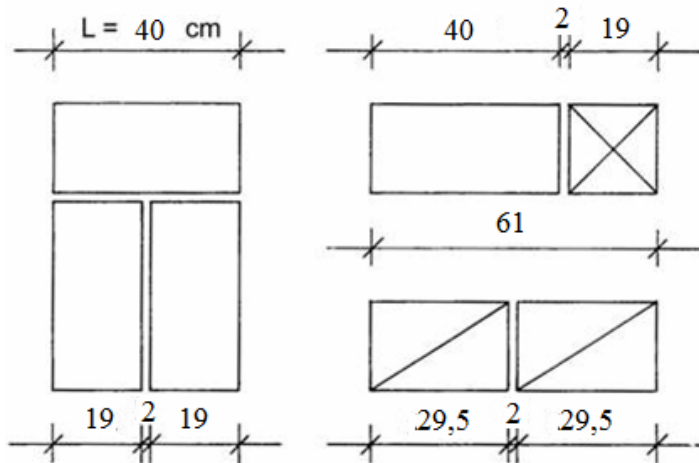
Pour réussir un calepinage il est important de respecter la modulation entre le bloc entier et ses dérivés (demi-bloc, bloc $\frac{3}{4}$, etc.).

Les plans sont calepinés : tous les blocs sont dessinés. Les cotations sont calculées en fonction du nombre de « bloc + joint ».

4. ÉLÉVATION DES MURS

PRINCIPES DE BASE ; CALLEPINAGE

- Respecter la modulation entre le bloc entier et ses dérivés (demi-bloc, bloc $\frac{3}{4}$, etc.).



Exemple :

Pour un bloc de dimension (L)40 x (l)19 x 9 :

L'épaisseur du joint est fixée à :

$$L - 2 \ell = 2 \text{ cm.}$$

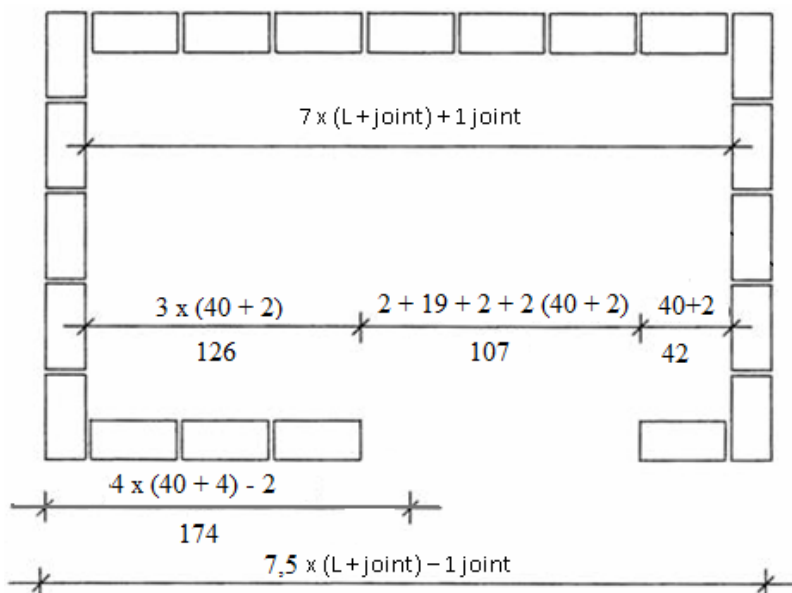
La longueur du bloc $\frac{3}{4}$ est égale à :

$$(L + \ell) / 2 = 29,5 \text{ cm.}$$

La longueur du bloc $\frac{1}{2}$ est égale à :

$$(L - \text{joint}) / 2 = 19 \text{ cm.}$$

- Les plans sont calepinés : tous les blocs sont dessinés. Les cotations sont calculées en fonction du nombre de « bloc + joint ».



Exemple :

Pour les adobes 40 x 19 x 9 :

Format de travail
= Longueur + joint
= 40 + 2 = 42 cm

4. ÉLÉVATION DES MURS

PRINCIPES DE TABLE DE CALLEPINAGE

Dimensions en cm en fonction du nombre de briques et de la côte recherchée pour des briques de surface 40*19cm (joints de 2 cm)			
Nombre de briques	De mur extérieur à mur extérieur	De mur extérieur à mur intérieur	De mur intérieur à murs intérieurs
0,50	0,19	0,21	0,23
1,00	0,40	0,42	0,44
1,50	0,61	0,63	0,65
2,00	0,82	0,84	0,86
2,50	1,03	1,05	1,07
3,00	1,24	1,26	1,28
3,50	1,45	1,47	1,49
4,00	1,66	1,68	1,70
4,50	1,87	1,89	1,91
5,00	2,08	2,10	2,12
5,50	2,29	2,31	2,33
6,00	2,50	2,52	2,54
6,50	2,71	2,73	2,75
7,00	2,92	2,94	2,96
7,50	3,13	3,15	3,17
8,00	3,34	3,36	3,38
8,50	3,55	3,57	3,59
9,00	3,76	3,78	3,80
9,50	3,97	3,99	4,01
10,00	4,18	4,20	4,22
10,50	4,39	4,41	4,43
11,00	4,60	4,62	4,64
11,50	4,81	4,83	4,85
12,00	5,02	5,04	5,06
12,50	5,23	5,25	5,27
13,00	5,44	5,46	5,48
13,50	5,65	5,67	5,69
14,00	5,86	5,88	5,90
14,50	6,07	6,09	6,11
15,00	6,28	6,30	6,32
15,50	6,49	6,51	6,53
16,00	6,70	6,72	6,74
16,50	6,91	6,93	6,95
17,00	7,12	7,14	7,16
17,50	7,33	7,35	7,37
18,00	7,54	7,56	7,58
18,50	7,75	7,77	7,79
19,00	7,96	7,98	8,00
19,50	8,17	8,19	8,21
20,00	8,38	8,40	8,42

Session N°1 ; Chaînages _____

Objectifs : Connaître les différentes solutions de réalisation de chaînage.		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Visite sur chantier, démonstration et cours magistral à l’aide de photos		
THÉORIE	Généralité (rappel session n°1) Chaînage en béton armé dans coffrage perdu Chaînage en béton armé dans coffrage en bois Chaînage bois Données contextuelles liées à chaque option – Bonnes pratiques – Coûts – Entretien spécifique	Lieu : Sur site des murets de démonstration Temps : 1 heure si pas de pratique Documents : Mallette pédagogique
	VISITE Préparation : Répertorier les habitations à visiter qui illustrent le contenu du cours. Réaliser des échantillons de chaînage pour permettre d’illustrer les bonnes pratiques (positionnement des coffrages, recouvrement des armatures, enrobage des armatures / Fixation et continuité des chaînage en bois). Faire des photos lors de la réalisation des murets qui illustreront le cours. Application : Accompagner la visite par l’illustration des bonnes pratiques et donner les éléments de coût et éventuellement d’entretien. Contrôle des acquis : Quelle est la fonction du chaînage ; quelles sont ces caractéristiques principales ? Lister les principales méthodes de chaînages que vous connaissez ?	
Organisation avant:		
Après formation :		

5.2. CHÂÎNAGE

GÉNÉRALITÉS

Définition

Le chaînage est un lien continu périphérique qui sert à renforcer la stabilité des murs.

Fonction

Le rôle principal des chaînages est de lier entre eux les différents murs d'une construction, ceci afin de renforcer la stabilité de l'ensemble de la structure.

Caractéristiques :

Le chaînage est essentiellement soumis à des efforts de traction. Il subit aussi des efforts de compression et éventuellement des efforts de flexion ou de cisaillement si des tassements différentiels se produisent dans la structure située dans sa partie inférieure (ou si le chaînage est aussi utilisé comme linteaux ou comme point d'ancrage de la toiture).

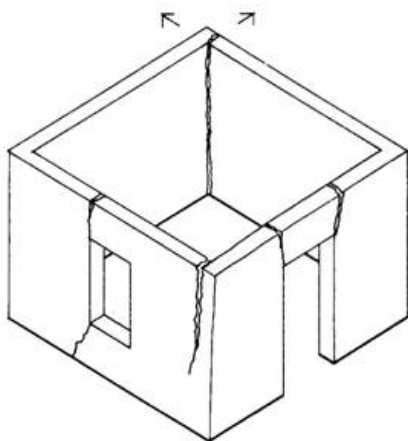
Pour jouer son rôle de lien entre les murs, le chaînage doit être chargé par la maçonnerie ou la toiture.

Principale méthode :

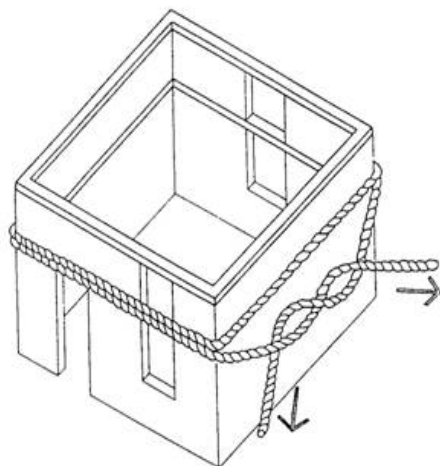
- Chaînages coffrés coulés en place.
- Chaînages coulés dans un coffrage perdus.
- Chaînage bois

5.2. CHÂÎNAGE

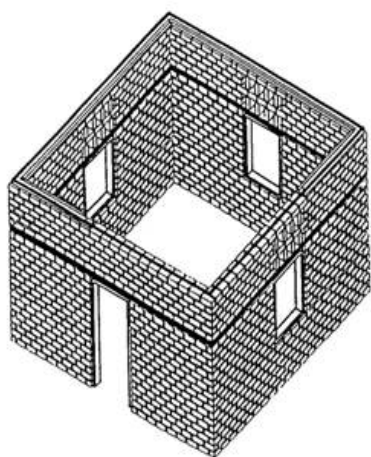
GÉNÉRALITÉS



Les mouvements du terrain ou la poussée d'une toiture peuvent déchirer les murs au niveau des angles.



Le chaînage permet de maintenir les murs, de les « *liaisonner* » entre eux.



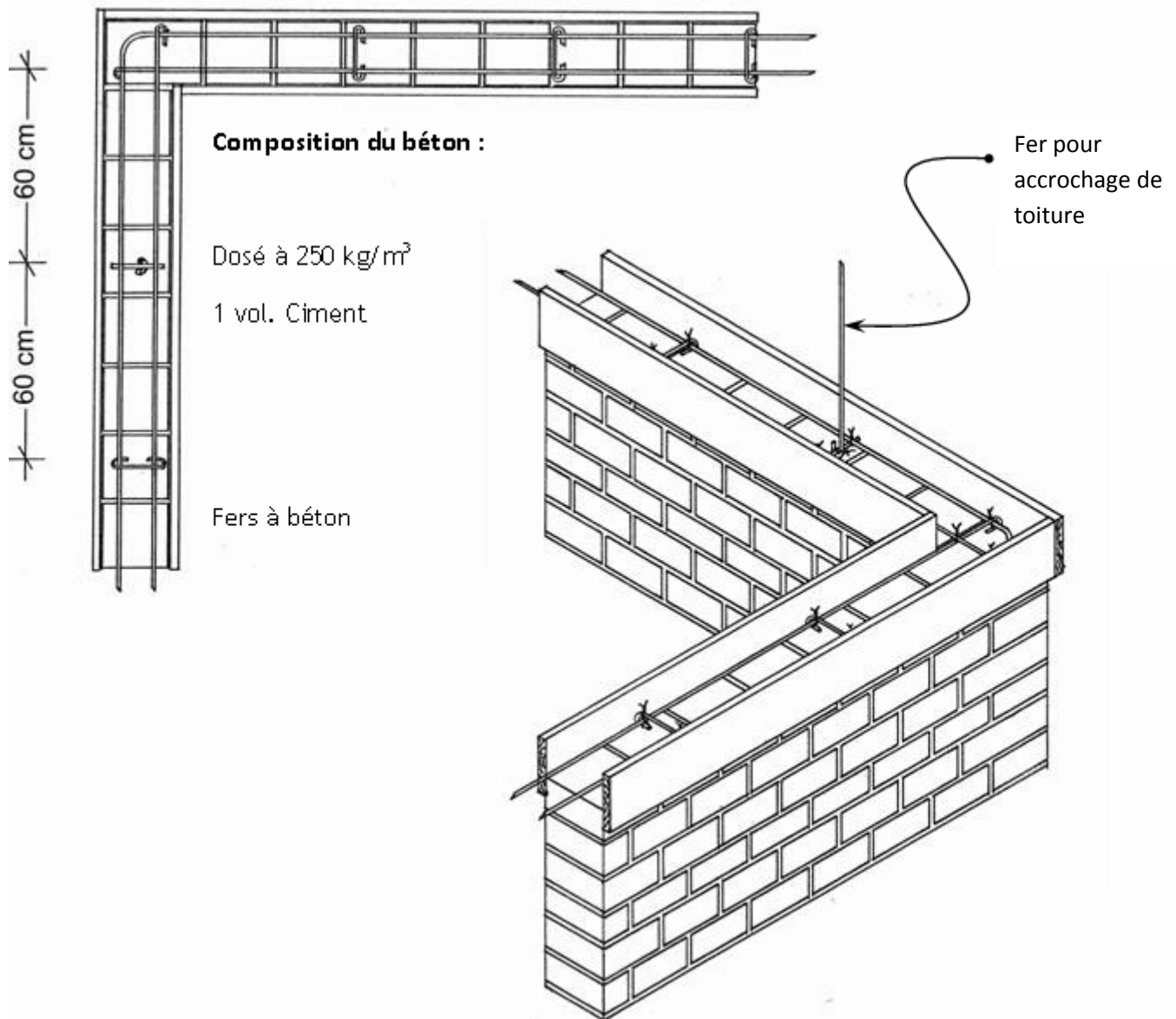
Important :

Le chaînage se place avant les derniers rangs maçonnés.

Ainsi le chaînage se retrouve chargé par le poids des blocs, ce qui lui permet de liaisonner par

5.2. CHÂÎNAGE

CHÂÎNAGE EN BÉTON ARMÉ COFFRÉ

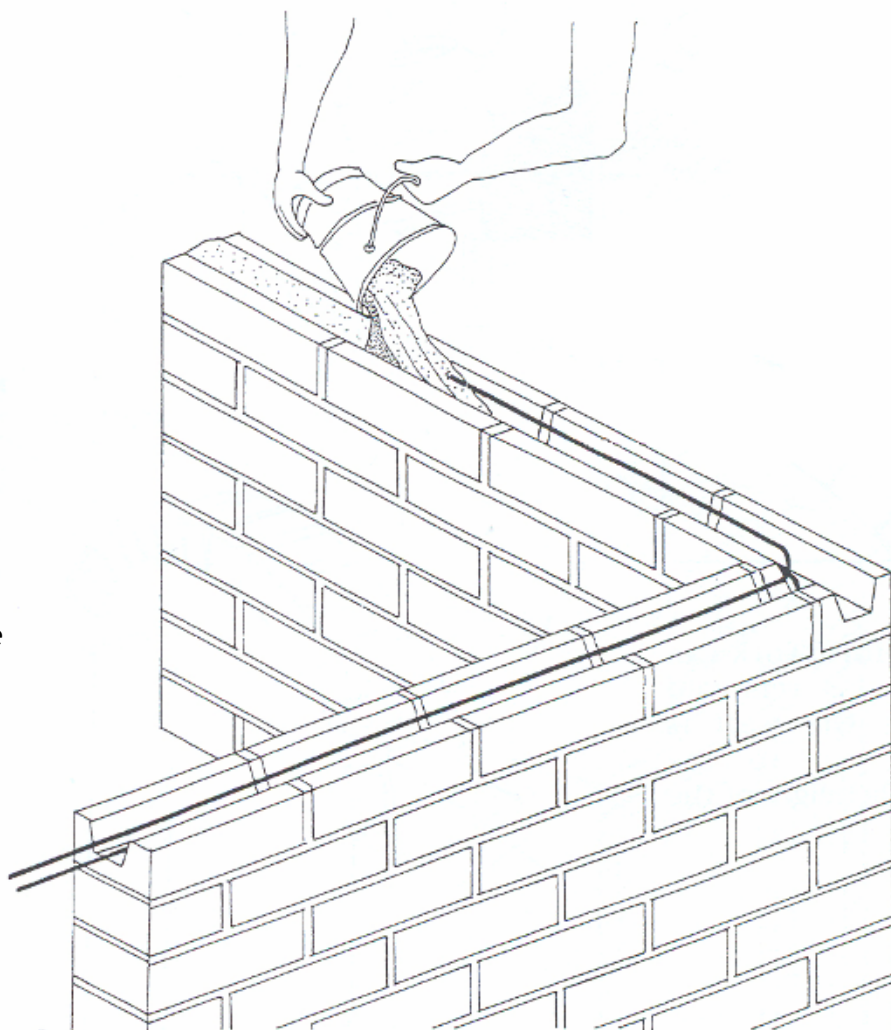


5.2. CHAÎNAGE

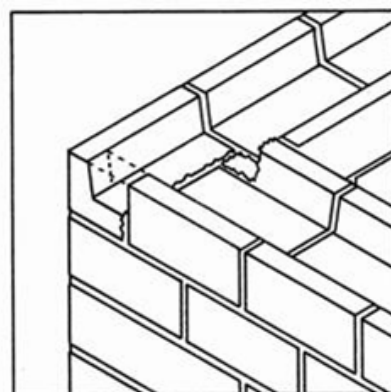
UTILISATION DE BLOCS DE COFFRAGE EN FORME DE U

Avantages des blocs « U » :

- Réduisent la quantité de béton.
- Évitent les salissures.
- Suppriment le bois du coffrage et le temps nécessaire à son montage et démontage.
- Permettent de continuer de maçonner dès que le béton a été coulé.



- Dans les angles, casser avec précaution les blocs U.
- Boucher la petite cavité avec du mortier.

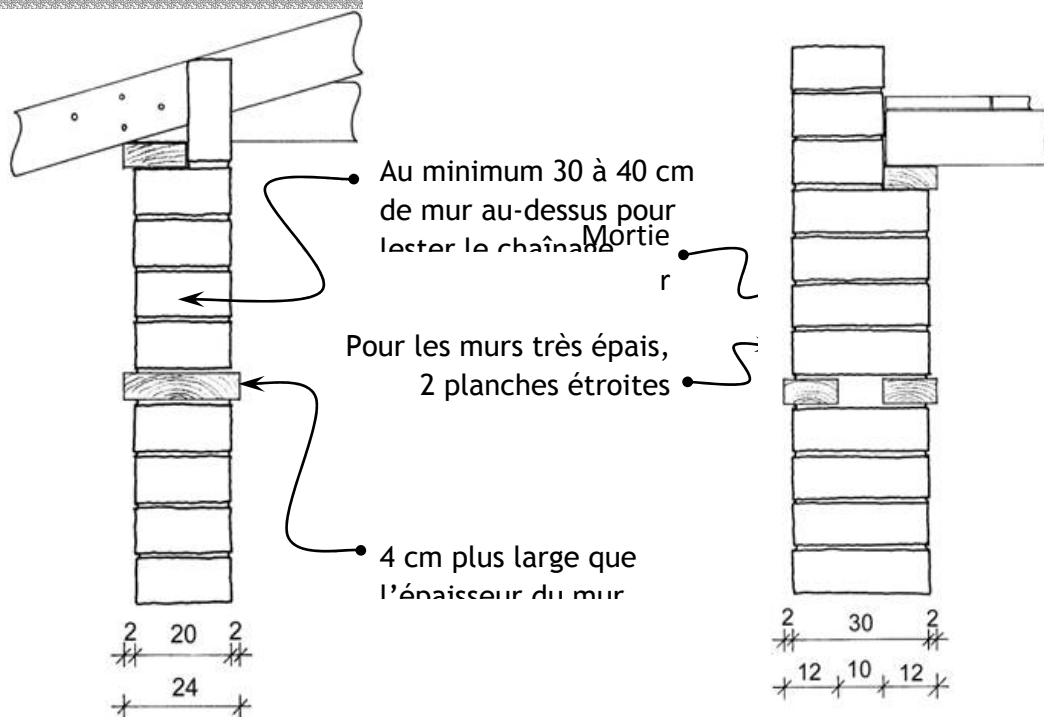
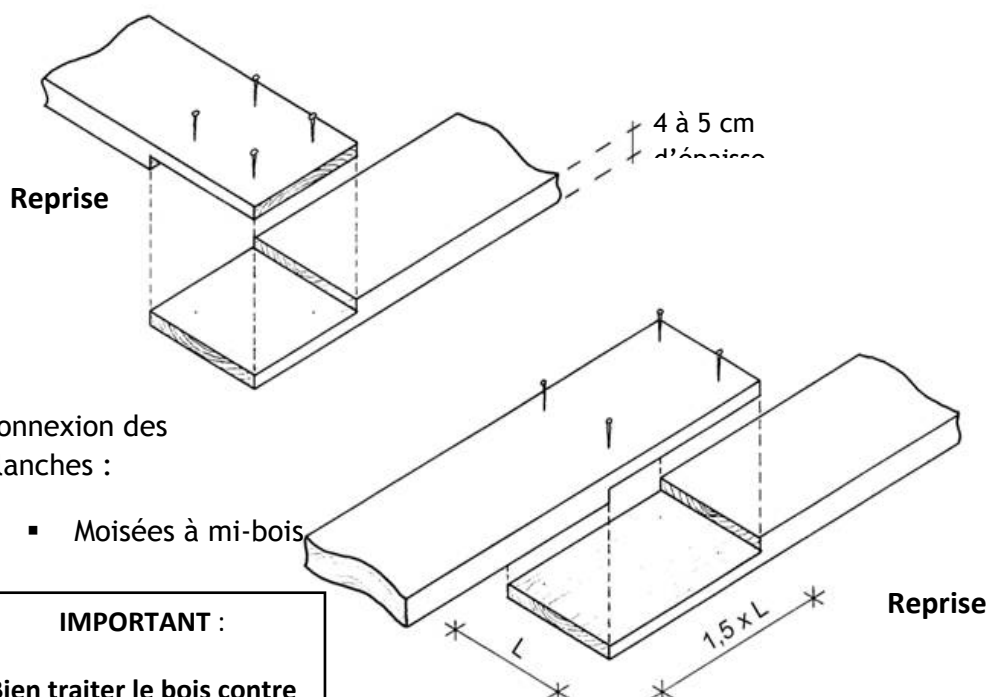


Châinage en béton armé. Utilisation de blocs en forme « U ».



5.2. CHÂINAGE

CHAÎNAGE EN BOIS



RWANDA - Construction en adobe
Chaînage en planche de bois.



CONGO DEMOCRATIQUE – construction en adobe de 22 cm d'épaisseur

Le chaînage en bois est fait en planches de 4 cm d'épaisseur et 25 cm de large. Il est placé 4 assises plus bas que le haut du mur.



5.2. CHÂÎNAGE

MAÇONNERIE RENFORCEE

5.3. CONTREFORT

GÉNÉRALITÉS

Définition

Pilier qui sert de support à un mur

Fonction

Sert à améliorer la stabilité d'un mur ou à aider ce dernier à reprendre les charges auxquelles il est soumis.

Caractéristiques

Maçonnerie massive. Elle peut être prévue dans la construction d'origine ou réalisée à posteriori pour assurer ou renforcer la stabilité d'un bâtiment existant.

Typologie Systèmes constructifs: Maçonnerie ponctuelle



Camps Sahraouis, Smara
Contrefort central



Session N°1 ; Les ouvertures

	Objectifs : Connaître les détails constructifs nécessaire à la réalisation des ouvertures (bonne pratique, données qualitative et quantitative, entretien nécessaire).	Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya
	Méthode : Visite sur chantier, démonstration et cours magistral avec l'aide de photos	
THEORIE	Risques lié aux tassements du bâtiment - Au niveau du mur d'allèges : - Au niveau du linteau le dormant : pose pendant ou après la maçonnerie, avantages et inconvénients. Influence sur les types de finitions. les différentes techniques d'ancrages des ouvertures - Ancrage dans la maçonnerie - Ancrage dans blocs spéciaux (bois, blocs U...) - Ancrage via pré cadre Données contextuelles liées à chaque option - Bonnes pratiques - Coûts - Entretien spécifique	Lieu : Sur site des murets de démonstration Temps : 30mn si pas de pratique Documents : Mallette pédagogique
VISITE	Préparation : Répertoire des habitations à visiter qui illustrent le contenu du cours, bonnes et mauvaises pratiques. Réaliser des exemples d'ouvertures qui illustrent les bonnes pratiques (positionnement des blocs spéciaux, Mise en place des menuiseries avant ou après la construction, bonne pratique d'ancrage). Faire des photos lors de la réalisation des murets qui illustreront le cours. Application : Accompanyer la visite par l'illustration des bonnes pratiques et donner les éléments de coût et éventuellement d'entretien. Contrôle des acquis : Quels sont les problèmes qui peuvent apparaître au niveau des ouvertures ? A quels détails doit-on faire attention au niveau des ouvertures pour éviter des problèmes de fissuration ou de stabilité du bâtiment ? Quelles sont les contraintes spécifiques qui existent au niveau des points d'ancrages des ouvertures et comment peut on y remédier ?	
	Organisation avant:	
	Après formation :	

5.1 OUVERTURES

GÉNÉRALITÉS

Définition

L'ouverture est l'espace vide créée dans la maçonnerie des murs pour placer une porte, une fenêtre, une aération, etc.

Fonction

Les ouvertures permettent les circulations, l'éclairage et la ventilation à l'intérieur du bâtiment.

Pathologies les plus récurrentes

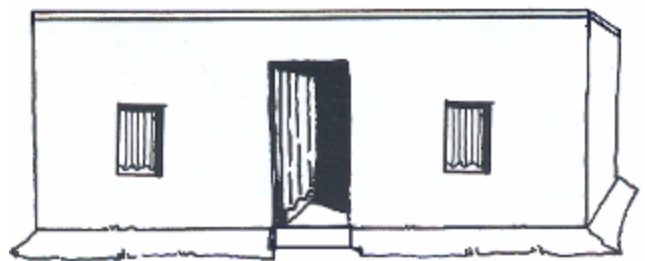
Les ouvertures représentent un point faible pour la structure de la construction. C'est souvent à ce niveau que l'on voit des fissures de retrait ou de tassement. Pour cela, il est nécessaire d'assurer leur solidité.

Méthode

➤ Bonne pratique

Il est nécessaire de respecter quelques règles dans la réalisation des ouvertures :

- Ne pas faire des ouvertures très rapprochées (minimum 1 mètre entre deux ouvertures)
- Ne pas placer l'ouverture à moins d'1 mètre de l'angle du bâtiment.
- Bien ancrer le linteau dans le mur : le placer sur un minimum de 20 cm à l'intérieur du mur de chaque côté.



5.1 OUVERTURES

MUR D'ALLÈGE

Définition

L'allège est la partie de maçonnerie située en dessous des fenêtres ou des ouvertures.

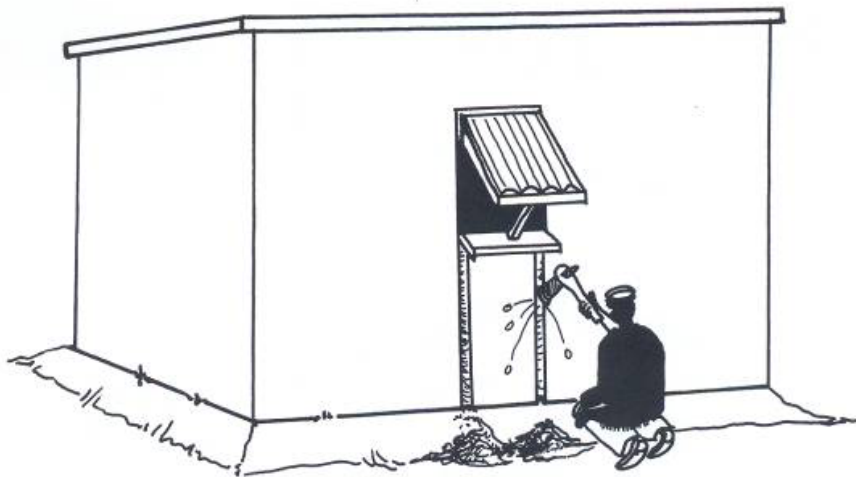
Fonction :

C'est une partie du mur

Caractéristiques :

L'allège reprend une charge verticale inférieure à celles reprises par les éléments de maçonnerie verticaux qui l'entoure. Une attention particulière doit être portée à prévoir le tassement différentiel qui peut se créer de ce fait et ainsi éviter les fissurations qui pourrait en résulter.

Pour éviter des fissures non contrôlées au niveau des allèges, il est possible de créer des pré fissurations, en réalisant des joints droits (coups de sabre) sous la fenêtre, ceci pendant ou après la construction.

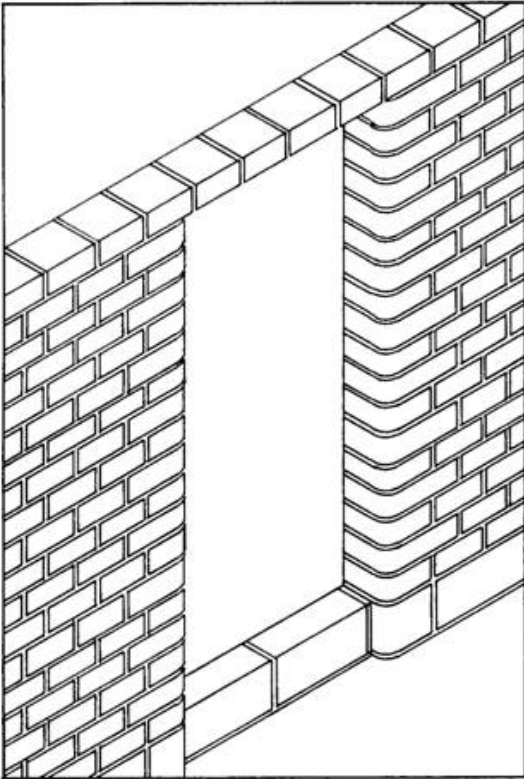


Construire les murs d'allège en fin de chantier offre 2 avantages :

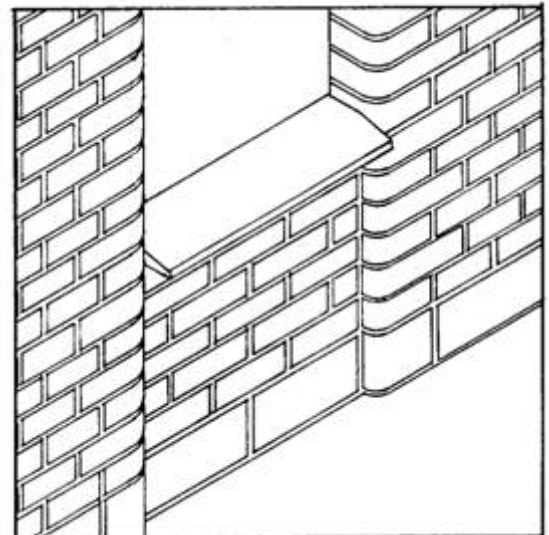
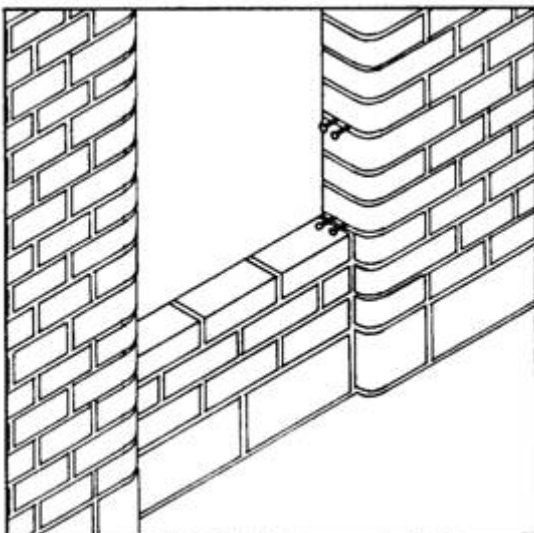
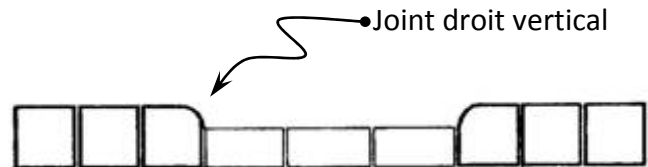
- Faciliter la circulation des matériaux et des équipements sur le chantier en utilisant les fenêtres comme portes d'accès.
- Réaliser 2 joints verticaux où les fissures de structure entre allège et trumeaux sont plus faciles à maquiller.

5.1 OUVERTURES

MUR D'ALLÈGE



Exemple : mur épais de 20 cm,
allège épaisse de 14 cm



5.1 OUVERTURES

ANCRAGE

Définition:

Les ancrages sont les points de fixation des cadres des ouvertures ou des ouvertures elles-mêmes dans la maçonnerie.

Fonction :

Permettent d'assurer la bonne tenue des ouvrants et dormants dans la maçonnerie.

Caractéristiques :

Les vibrations et les chocs qui résultent des manipulations des portes et des fenêtres peuvent causer des fissures dans les murs.

Types d'ancrage

Il y a plusieurs possibilités d'ancrage :

- Mettre en place les cadres des portes et des fenêtres avant de monter les murs, et fixer-les avec des clous ou câbler au niveau du joint en mortier.
- Mettre en place de la même manière, les cadres avant la construction des murs, mais fixer-les dans la maçonnerie avec des blocs en U qui permettent l'écoulement du béton pour un meilleur ancrage.
- Autour des fenêtres, intégrer dans la maçonnerie quelques blocs en bois qui serviront plus tard à clouer ou visser les cadres.

details constructifs

Scellement des cadres



Scellement des cadres pendant la construction des murs :

- Clous dans le cadre
- Pattes de scellement soudées
- barbelés cloués ou soudés au



details constructifs

Scellement des cadres



Scellement des cadres pendant la construction des murs :

- délicat



Scellement des cadres

Scellement des cadres après la construction des murs :

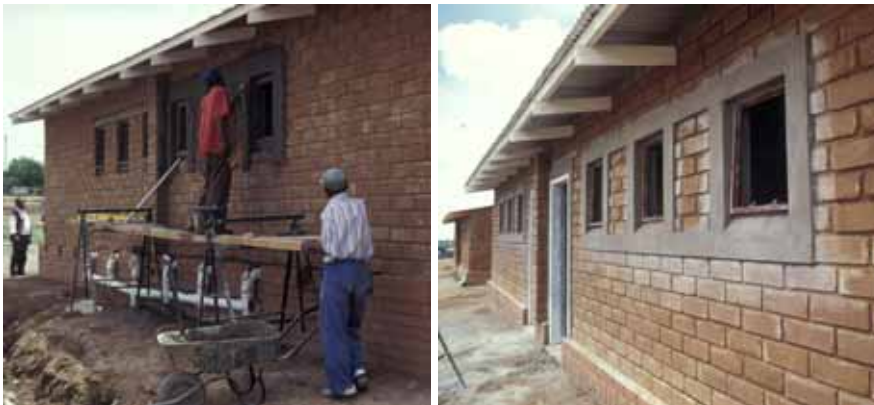
→ nécessite des points d'accroche solides



Scellement des cadres

Scellement des cadres après la construction des murs :

Enduit des cadres pour cacher les dégâts occasionnés par le scellement



Bonne pratique

Pour un meilleur ancrage :

- Fixer les fenêtres en 4 points (2 clous de chaque côté) et les portes en 6 points (3 clous de chaque côté).
- Fixer les cadres avec du mortier stabilisé en ciment pour une meilleure résistance.

5.1 OUVERTURES

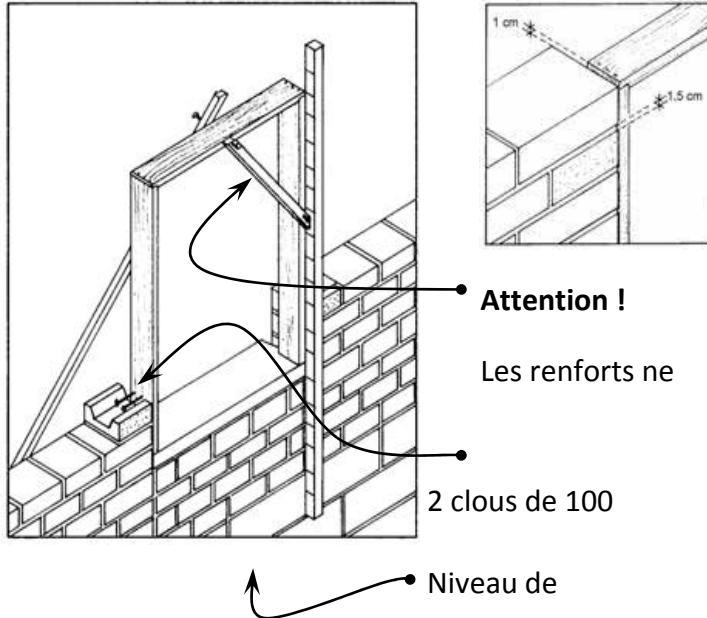
TRAITEMENT DES ANCRAGES ET POSE DE CADRE EN BOIS

Position du cadre :

La pign verticale permet de vérifier que le haut du cadre posé sur l'annui de

Scellement du bas :

Il est réalisé dès la pose du cadre avec

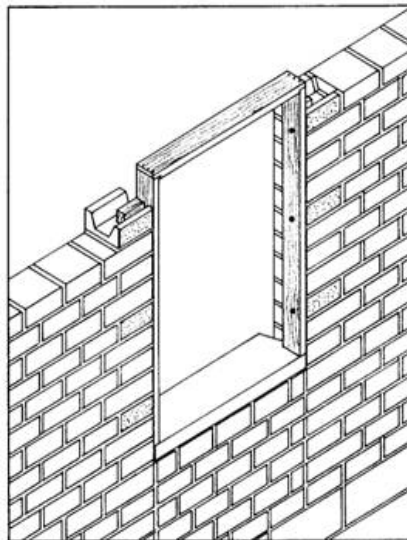
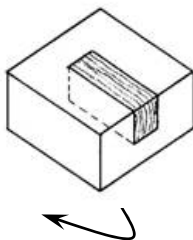


Scellement du haut :

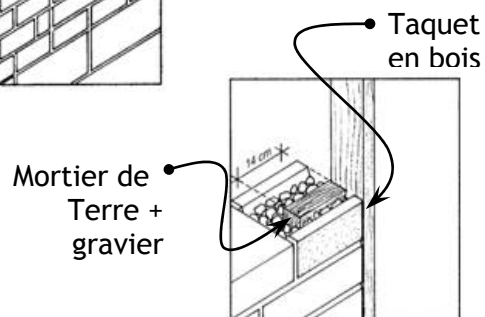
- Attendre que la maçonnerie ait fini son retrait (léger tassement).
- Faire un essai

Variante :

Utilisation d'adobe de scellement.



Au moment de placer le taquet dans les blocs "U", faire une marque sur le cadre à



Taquet en bois noyé dans la masse pendant la phase

5.1 OUVERTURES

TRAITEMENT DES ANCRAGES ET POSE DE CADRE EN BOIS

Position du cadre :

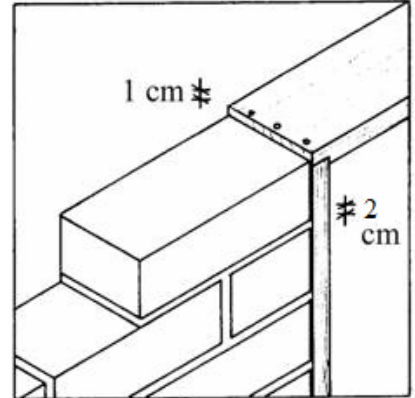
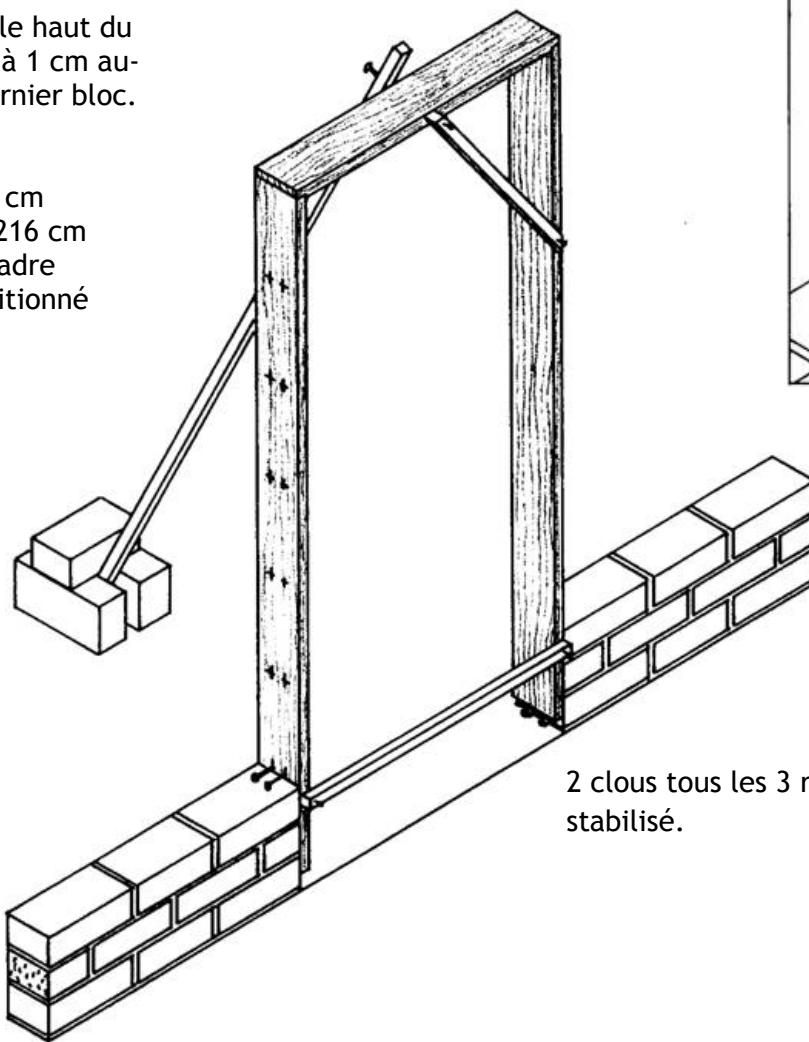
Vérifier que le haut du cadre arrive à 1 cm au-dessus du dernier bloc.

Exemple :

1 assise = 12 cm

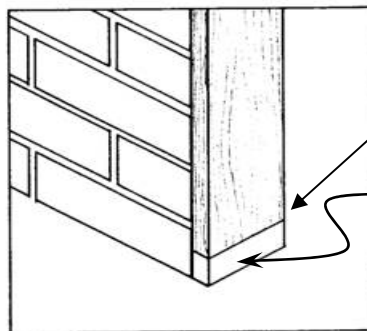
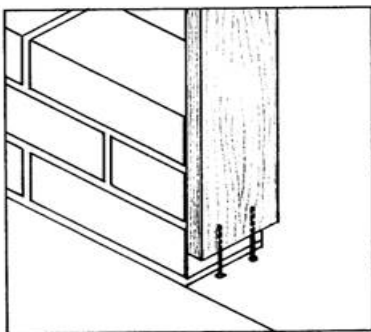
18 assises = 216 cm

Le haut du cadre est donc positionné à 217 cm.



Quand le mortier stabilisé a un très faible retrait, il est possible de fixer le cadre en même temps que la progression de la maçonnerie :

2 clous tous les 3 rangs, noyés dans le mortier stabilisé.



À la base :
Le bois ne touche pas le sol.

Socle en mortier de ciment.

Session N°3 ; Passages des vides

Objectifs : Connaître les solutions techniques permettant de réaliser des linteaux.		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Visite de terrain, exercices pratiques et cours magistral illustré de photos.		
THÉORIE	Rôle des linteaux Contraintes spécifiques au niveau des linteaux (arc de décharge) Différentes solutions techniques permettant de réaliser des linteaux (dimensionnement et bonnes pratiques) – Linteaux droits - o Coulés en place - o Préfabriqués ▪ Une pièce (bois, béton armé…) ▪ Blocs U – Arcs - o Plein cintre - o Surbaissé	Lieu : Sur site des murets de démonstration Temps : 1 heure si pas de pratique Documents : Mallette pédagogique
	PRATIQUE Préparation : Répertorier les habitations à visiter qui illustrent le contenu du cours, bonnes et mauvaises pratiques. Réaliser un muret « permanent » prêt à recevoir des linteaux de différentes formes et nature. Réaliser les différents linteaux préfabriqués adaptés aux dimensions du muret. Préparer le matériel et les matériaux nécessaires à la réalisation de linteaux faits en place (arcs, béton coulé sur place). Application : Montrer les différents types de linteaux, expliquer le processus de réalisation et les bonnes pratiques de mise en œuvre Si le temps est disponible, montrer la réalisation de linteaux en arcs. Si certains participants le souhaite (hors session) leur proposer de réaliser les linteaux qu’ils souhaitent (hors coulage de béton ; trop cher, s’arrêter à l’étape précédent le coulage). Ou achat des intrants par participants pour linteaux préfabriqués. Contrôle des acquis : Expliquer la fonction des linteaux et lister leurs caractéristiques.	
Organisation avant:		
Après formation :		

5.1 OUVERTURES

LINTEAU

Définition

Le linteau est une poutre transversale horizontale posée au-dessus d'une ouverture.

Fonction

Le linteau permet de franchir un vide et de répartir les forces liées aux charges de la partie de maçonnerie située au dessus des ouvertures vers les jambages de ces ouvertures.

Caractéristiques

Le linteau doit reprendre des efforts de compression et les transmettre au niveau de leurs points d'appuis. Suivant sa conception il est soumis à des efforts différents :

Linteau horizontal :

Efforts de flexion.

Efforts de cisaillement au niveau de ses appuis.

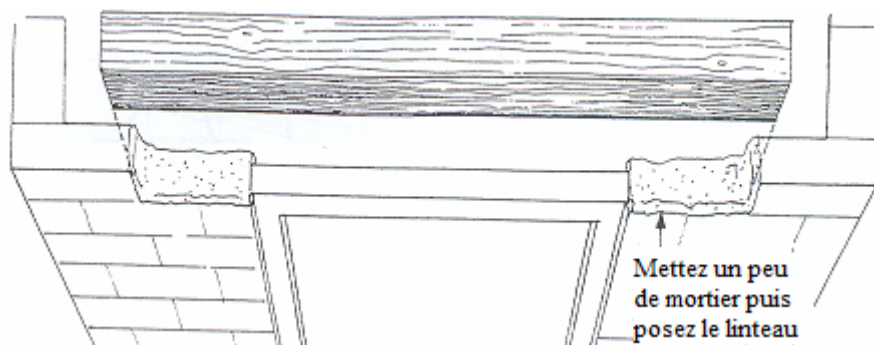
Linteau en arcs :

Efforts de compression

5.1 OUVERTURES

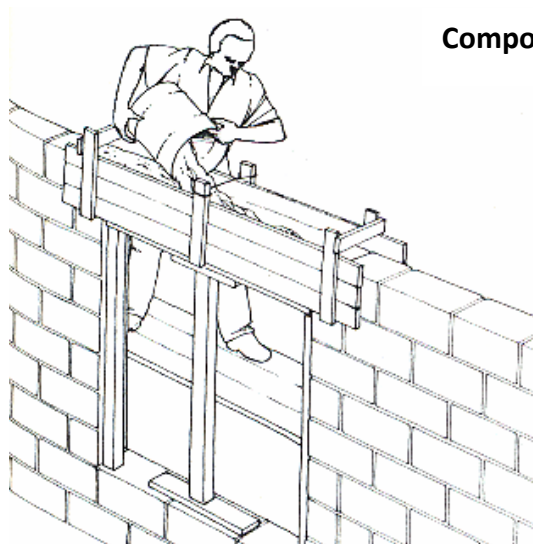
LINTEAU EN BOIS

Le linteau est posé avec du même mortier utilisé pour la pose des briques.



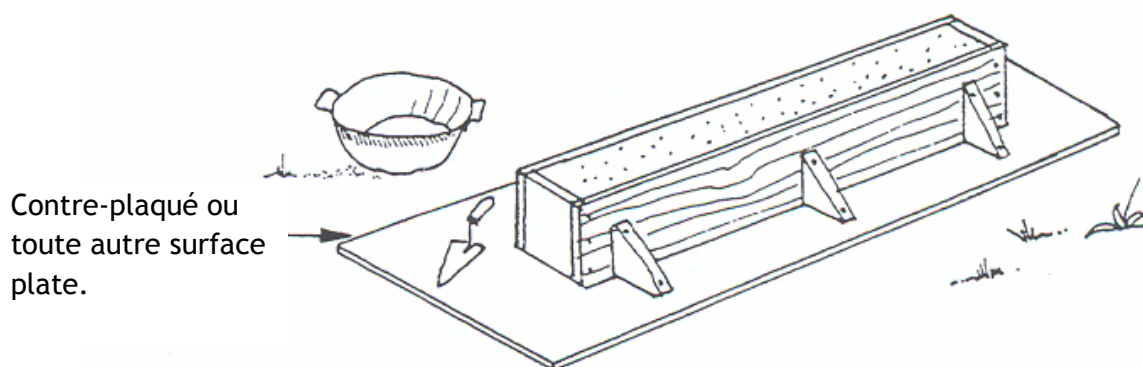
5.1 OUVERTURES

LINTEAU EN BÉTON ARMÉ



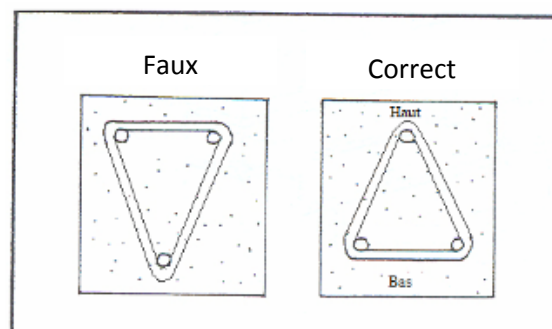
Composition du béton :

- Les linteaux préfabriqués sont plus faciles à réaliser et exigent moins de bois pour le coffrage.
- Avant de mouler un linteau, calculez son poids pour s'assurer que les ouvriers peuvent le soulever sans prendre de risque. La masse volumique du béton armé est de 2300 kg/m^3 .
Par exemple, un linteau de $(1,8 \times 0,14 \times 0,2) \text{ m}$, pèse : $(1,8 \times 0,14 \times 0,2) \times 2300 = 116 \text{ kg}$.



Contre-plaqué ou
toute autre surface
plate.

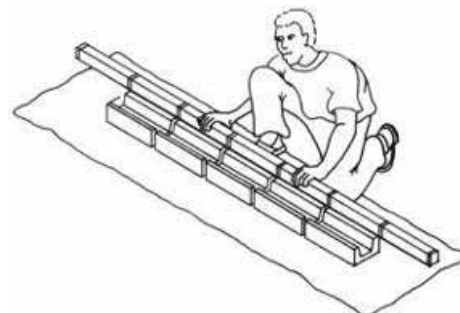
Les barres de renforcement doivent être placées toujours en bas du linteau. Donc pour les linteaux préfabriqués, il faut toujours marquer le dessus pour ne pas se tromper lors de la mise en place.



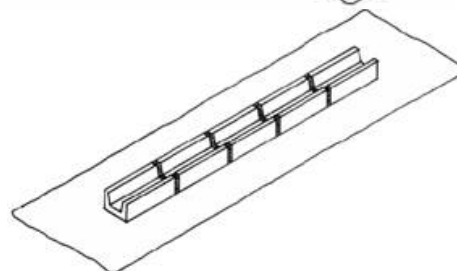
5.1. OUVERTURES

LINTEAUX : UTILISATION DE BLOCS « U »

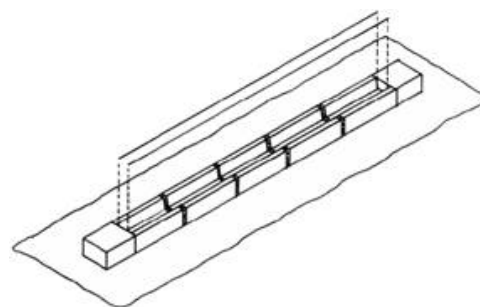
1. ⇒ Préparer la surface sur laquelle le linteau va être réalisé. Elle doit être plate et bien damée.
⇒ Positionner les blocs en utilisant la pige de callepinage horizontal.



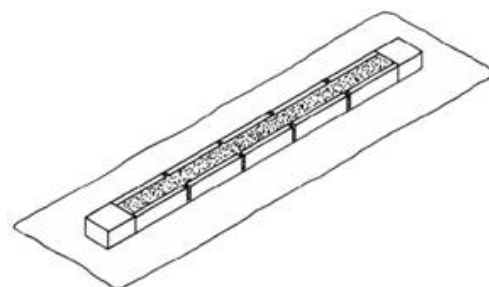
2. Remplir les joints avec du mortier de ciment et de sable grossier (5mm).



3. ⇒ Préparer les armatures longitudinales en les laissant plus courtes que le linteau.
⇒ Boucher les extrémités avec 2 blocs.



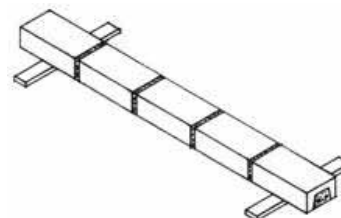
4. Remplir de béton le coffrage bien à ras sans salir les blocs. S'assurer que les armatures soient bien enrobées par le béton.



IMPORTANT !

Le béton doit être légèrement mouillé et bien tassé pour éviter tout retrait.

5. Après coulage, recouvrir les linteaux d'un plastique bien fermé sur les côtés pour maintenir une ambiance humide.
6. Après 2 semaines, RETOURNER les linteaux pour les stocker sur 2 appuis, les fers vers le bas.

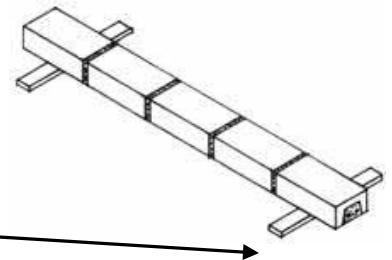


5.1. OUVERTURES

POSE DE LINTEAU PRÉFABRIQUÉ

Stockage sur chantier :

- Les fers toujours vers le bas
- Sur 2 appuis aux extrémités.



Transport :

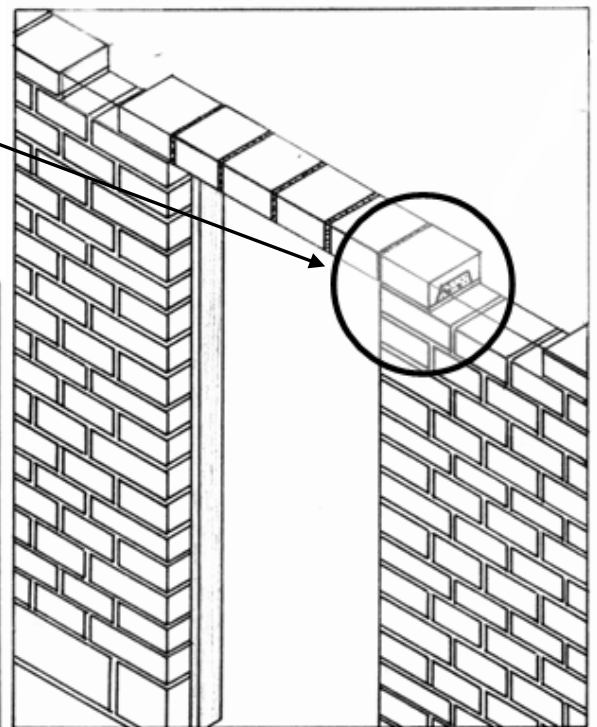
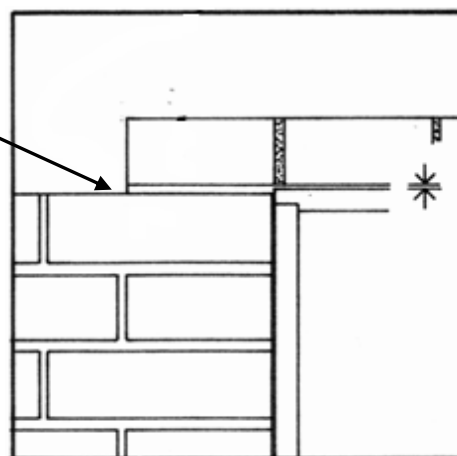
- Ne pas soulever avec les blocs, mais avec le béton.
- Le béton doit toujours être vers le bas ou sur la tranche.



ATTENTION !

L'espace de 5 mm voir cohérences avec autres fiches sur ce détail ; je préfère 5 mm partout au-dessus du cadre permet au linteau de descendre de quelques millimètres après le tassement de la maçonnerie. (Séchage du mortier avec retrait)

Vérifier qu'il n'y ait pas de mortier entre le cadre et le linteau.



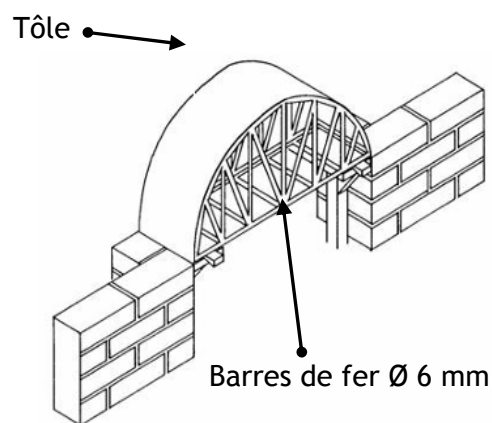
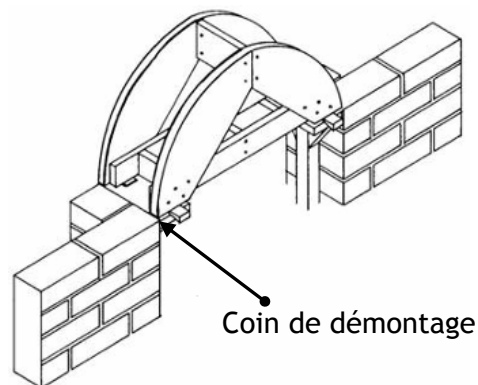
5.1. OUVERTURES

LINTEAUX / ARCS : DIFFÉRENTS TYPES DE COFFRAGE

Les arcs sont réalisés sur des coffrages. Lorsqu'il y a plusieurs arcs de même dimension à maçonner, il est conseillé d'utiliser plusieurs fois le même coffrage.

Le coffrage doit être solide et léger.

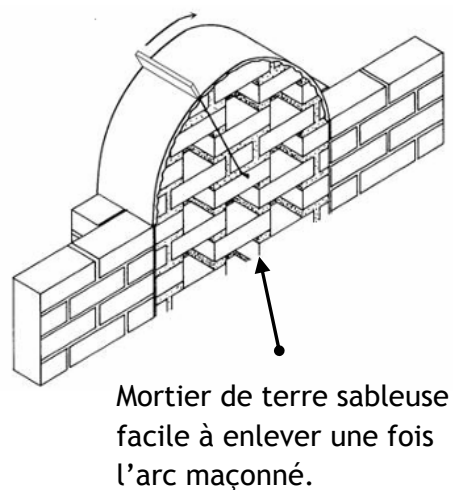
Il peut être en bois ou en acier.



AUTRE SOLUTION : LE GABARIT.

Il s'agit d'un empilement de blocs avec un mortier de terre mis en forme au-dessus.

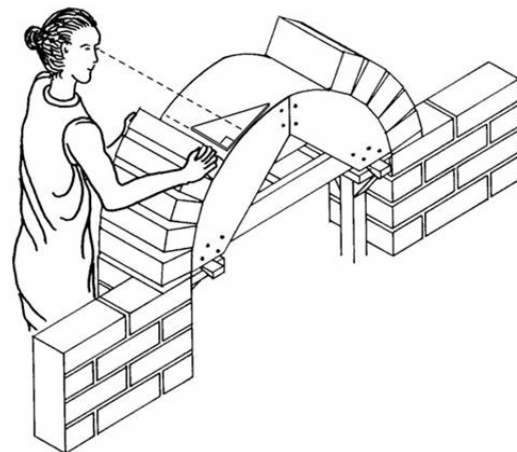
Une fois l'arc maçonné, le gabarit est démonté et les blocs réutilisés.



5.1. OUVERTURES

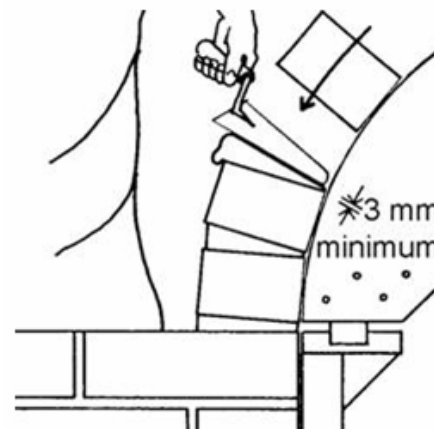
LINTEAUX / ARCS : POSE DE BLOCS

- Maçonner les blocs simultanément des 2 côtés.
- Vérifier à l'œil que les blocs restent perpendiculaires au bord du coffrage.
- Ne pas coincer les blocs avec des cailloux, mais avec des morceaux de blocs (important pour les arcs en adobe).



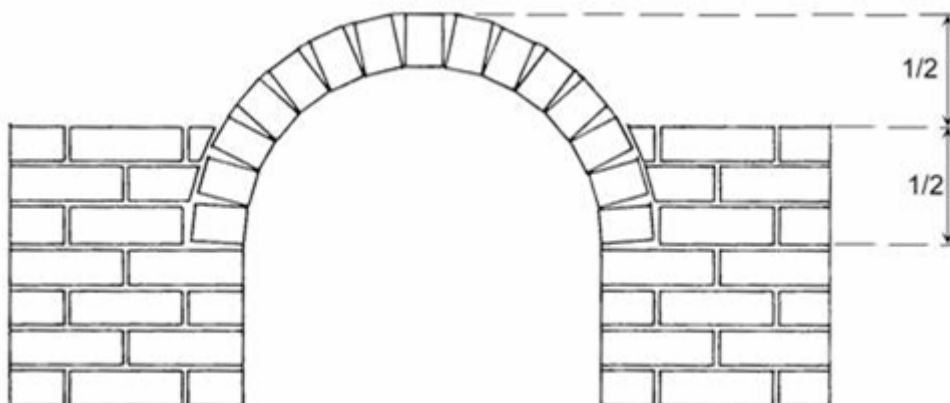
La clef de voûte

- Les 6 derniers blocs sont posés à sec, en jouant sur l'épaisseur des joints (de 3 à 8 mm), pour trouver leurs positions sans avoir à les tailler.



- Retirer le coffrage dès que l'arc est fini. (Mise en compression du mortier humide).

Pour les arcs plein cintre, il est nécessaire de maçonner le mur sur les côtés des arcs avant de procéder au décoffrage.



Session N°1 ; Généralités

THÉORIE	Objectifs : Comprendre la fonction des toitures, les contraintes auxquelles elles sont soumises, les règles qui garantissent la bonne mise en œuvre, la qualité et la durabilité de cette partie d'ouvrage ainsi que de l'ouvrage dans son ensemble.	Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya
	Méthode : Débat participatif. Le modérateur synthétise et complète, pour chaque élément et leurs contraintes les apports des participants. Cours magistral	Lieu : Salle de réunion ou de classe
	Fonction des toitures : – Protection contre les éléments (vents, pluies, froid, chaud, poussière, bruits, etc.) – Intimité – Esthétique – Protection de l'ouvrage (murs, périphérie du bâtiment) Les différentes parties constituant « l'ensemble toiture » – L'étanchéité – Les isolations – La structure porteuse – Les éléments recevant la structure porteuse – Les éléments assurant la stabilité de la structure porteuse Contraintes auxquelles sont soumises les toitures – Arrachement / déplacement – Surcharge – Impact – Usure naturelle Solutions contextuelles par rapport aux contraintes identifiées et aux rôles à tenir – Ancrage / Acrotères / Masses de stabilisation / Système de pose – Pentes de la toiture / Dimensionnement de la structure / Évacuation des eaux – Sécuriser les parties structurelles du bâtiment en cas de défaut au niveau de l'étanchéité (prévoir les problèmes) – Faux plafonds	Temps : 1 heure Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique Matériel Zopp : Affichette, Punaises, Panneaux. Si ce matériel n'est pas disponible, tableaux et craies, ou Paper board et marqueurs.
	Contrôle des acquis : Lister les différentes fonctions des toitures ? Lister les différentes parties constituant l'ensemble de la toiture ? Décrire les différentes contraintes auxquelles les toitures sont soumises et donner des solutions pour permettre à la toiture de bien se comporter. Quelles sont les différentes solutions qui permettent d'éviter l'arrachement de la toiture en cas de vents violents ? Qu'elle est l'importance de l'ancrage de la toiture ?	
	Organisation avant:	
	Après formation :	

6. TOITURE

6.1. GÉNÉRALITÉS

Définition

La toiture est la partie qui couvre le bâtiment. Elle peut être plate ou en pente.

Fonction

- Protection contre les éléments (vents, pluies, froid, chaud, poussière, bruits, etc.)
- Intimité
- Esthétique
- Protection de l'ouvrage (murs, périphérie du bâtiment)

Caractéristiques

- Arrachement / déplacement
- Surcharge
- Impact
- Usure naturelle
- Étanche

➤ Toiture en tôle

Les toitures en tôles doivent avoir une pente de 10 à 20% pour permettre une bonne évacuation des eaux et éviter tout risques d'accumulations des sables sur la toiture.

- **Ancrage**

L'ancrage de la toiture dans les murs est indispensable pour réduire les risques de déformation et du soulèvement de la toiture sous la pression des vents forts.

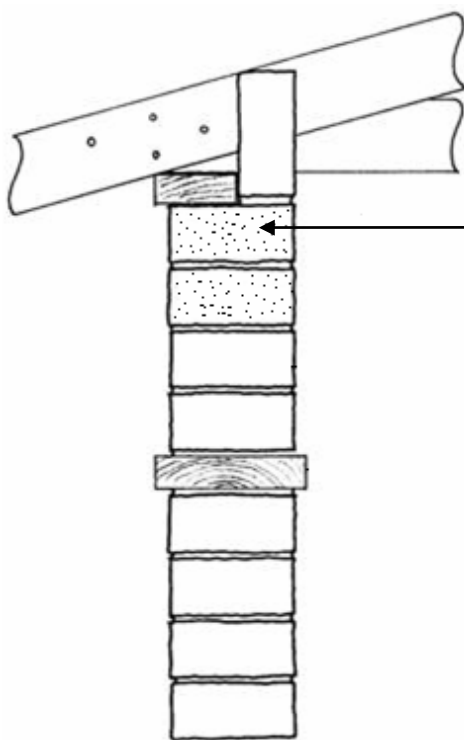
- Il est nécessaire d'ancrer la toiture aux murs extérieurs et aux murs intérieurs.

Objectifs : Comprendre les agressions subies par les têtes de mur. Disposer de solutions adaptées au contexte.		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Visite de terrain et cours magistral		
THÉORIE	Le rôle de l’acrotère ; rappel session n°1 Les différents types d’acrotères, avantages et inconvénients, bonne pratiques, données contextuelles. – Masse sacrificielle – Construction résistante à l’érosion à l’eau – Chapeaux sur acrotères	Lieu : Sur site des murets de démonstration Temps : 30 mn si pas de pratique Documents : Mallette pédagogique
	Le rôle des parties de murs recevant la toiture ; rappel session n°1 Les différents types de traitement, avantages et inconvénients, bonne pratiques, données contextuelles. – Comportement à l’eau (absorption, résistance à l’eau, etc.). – Résistance à l’érosion mécanique (frottement tôle). – Répartition des charges.	
VISITE	Préparation : Répertorier les habitations à visiter qui illustrent le contenu du cours. Faire des photos lors de la réalisation des murets pour illustrer les fiches didactiques. Produire les fiches contextuelles pour chacune des techniques proposées.	
	Application : Explications données lors des visites des murets. Si absence de murets, utiliser fiches didactiques illustrées.	
	Contrôle des acquis : Quelles sont les contraintes que les têtes des murs peuvent être amené à subir, comment peut-on éviter ce type de problèmes ? Quel est le rôle des acrotères ? Quelles sont les différentes techniques de réalisation d’acrotère que vous connaissez.	
Organisation avant:		
Après formation :		

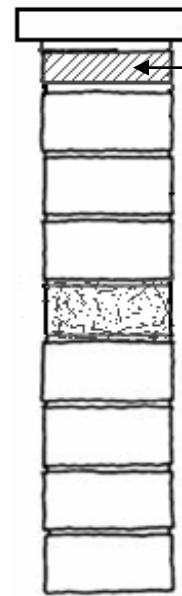
5.5. TÊTE DE MUR

GÉNÉRALITÉS

Au-dessus du chaînage, les derniers rangs doivent être maçonnés avec des matériaux résistant à l'érosion et à l'abrasion. Ces derniers rangs constituant la tête du mur peuvent être en adobes stabilisées, mortier stabilisé, blocs ciment, dalettes béton, pierres plates, etc.



Tête de mur en
adobes stabilisées



Tête de mur en
bloc ciment

Session N°3 ; Ancrages des toitures

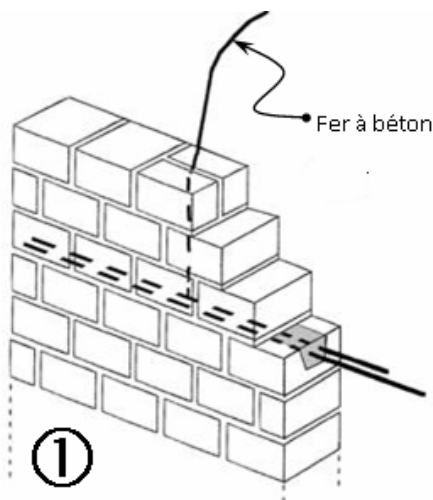
Objectifs : Comprendre l'importance d'un bon ancrage de toiture et les conséquences éventuelles d'une mauvaise réalisation de ce détail technique. Disposer de solutions techniques appropriées au contexte.		Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya
Méthode : Visite de terrain et cours magistral.		Lieu : Sur site des murets de démonstration
THÉORIE	Spécificités liés aux points d'ancrage ; rappel session n°1 – Stabilité de l'ancrage dans le temps – Répartition des charges (éviter les risques de poinçonnement) Les différentes solutions, avantages et inconvénients, bonnes pratiques, données contextuelles. – Ancrage aux chaînages – Ancrage ponctuel dans la maçonnerie – Répartition des charges. – Finition	Temps : 20 mn si pas de pratique
		Documents : Mallette pédagogique
VISITE	Préparation : Répertorier les habitations à visiter qui illustrent le contenu du cours. Faire photos lors de la réalisation des murets pour illustrer les fiches didactiques. Produire fiches contextuelles pour chacune des techniques proposées.	
	Application : Identifier les effets de la non application des bonnes pratiques dans les environs du lieu où est donné la formation, ceci pour illustrer le contenu de la session. Explications données lors des visites des murets. Si absence de murets, utiliser fiches didactiques illustrées.	
	Contrôle des acquis : Quelles sont les spécificités des points d'ancrages ? Quels détails techniques particulier doit on prendre en compte au niveau des points d'appuis de la toiture sur les murs ? Quels sont les différents systèmes d'ancrages de la toiture que vous connaissez ?	
Organisation avant:		
Après formation :		

6. TOITURE

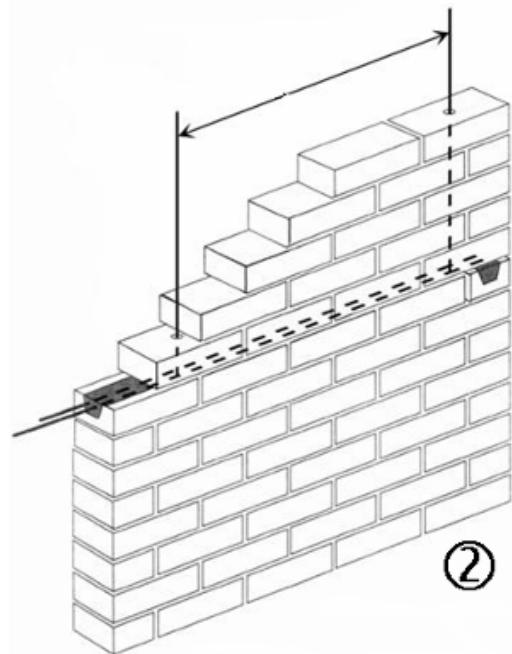
6.2. ANCRAGE VIA LE CHÂÎNAGE

Pour les blocs creux tels que les parpaings, il est facile de faire passer un fer d'accroche à l'intérieur des blocs depuis le chaînage jusqu'à la toiture en pente.

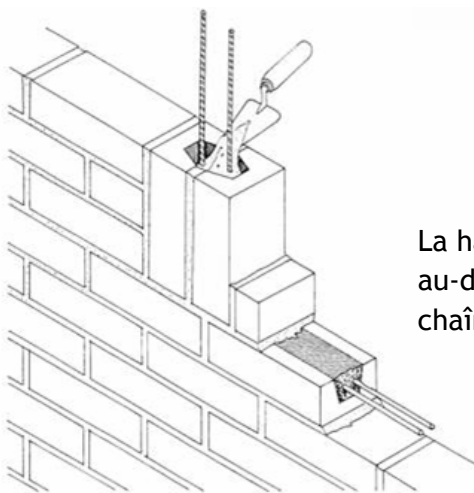
Pour les blocs pleins, différentes solutions sont possibles :



Le fer d'accroche passe verticalement entre les blocs car ils sont carrés.

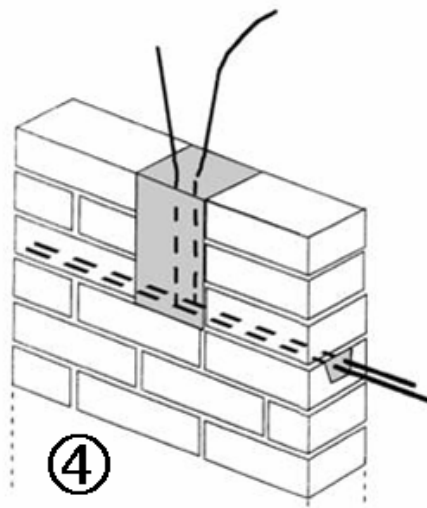


1 assise sur 2, le fer passe dans un bloc perforé.



Les fers sont bloqués par du béton coulé dans des blocs « U » disposés verticalement.

La hauteur du mur au-dessus du chaînage est fixée



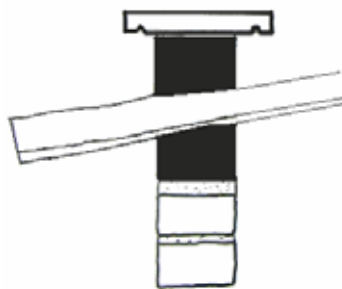
Un béton est coulé entre les blocs.

6. TOITURE

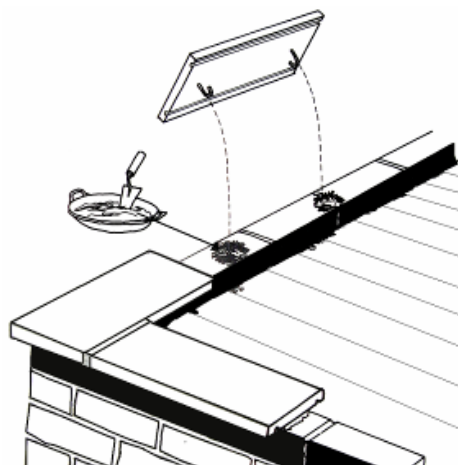
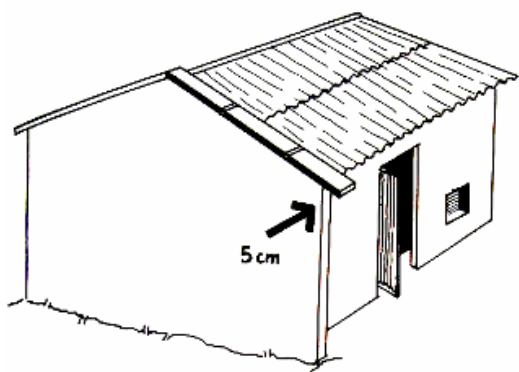
6.2. / ANCRAGE PONCTUEL

6. TOITURE

6.3. ACROTÈRES



Les dalettes d'acrotère ont une section de 34 x 4 cm. Elles sont produites avec un mélange de **2 volumes de ciment et 6 volumes du sable** [vérifier charte](#). Leur longueur doit être calculé en fonction de la dimension des murs à couvrir.



- Il faut prévoir 5 cm de débord par rapport au mur fini. Les dalettes doivent comporter un goûte d'eau.
- Pour assurer leur bonne fixation au mur, sceller les dalettes au dernier rang d'adobes stabilisées à l'aide des crochets.

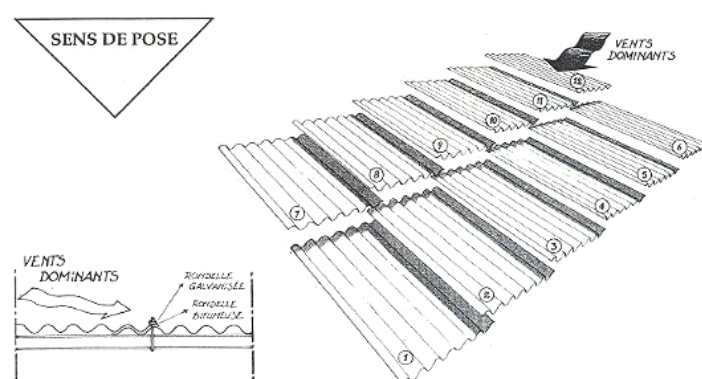
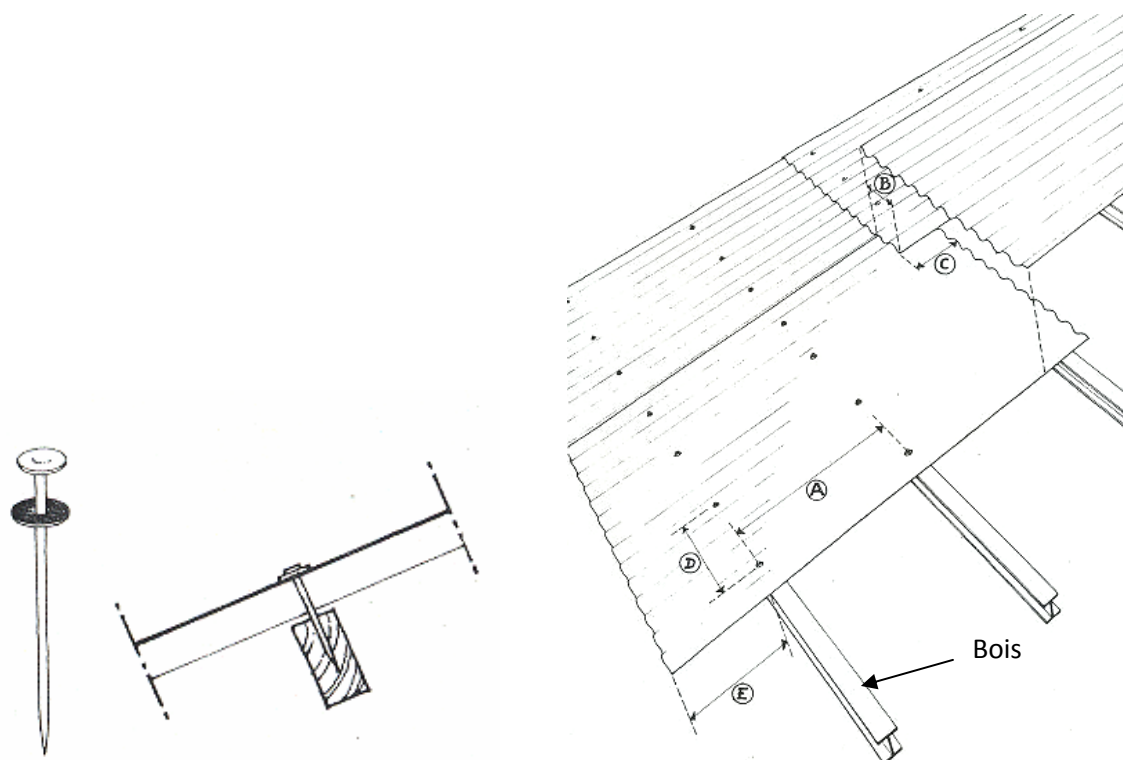
Session N°4 ; Pose des tôles

Objectifs : Comprendre l’importance de la pose correcte de la couverture et les conséquences éventuelles d’une mauvaise réalisation de ce travail. Disposer de solutions techniques adaptées au contexte.		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Visite de terrain et cours magistral		Lieu : Sur site des murets de démonstration
THÉORIE	Règles de pose des tôles ; rappel session n°1 – Pente de la toiture – Évacuation des eaux – Éviter l’accumulation du sable, surcharge. – Sens de pose (arrachage, étanchéité) – Ancrage de la couverture sur sa structure (masse, clouage, vissage) – Débords des toitures et renforcement de la protection à l’arrachement Dimensionnement de la structure porteuse : Les différents types de traitement, avantages et inconvénients, bonne pratiques, données contextuelles.	Temps : 20 mn si pas de pratique Documents : Mallette pédagogique
VISITE	Préparation : Faire maquettes à l’échelle 1/10 ^{ème} . Répertorier les habitations à visiter qui illustrent le contenu du cours. Préparer fiche didactiques illustrant les bonnes pratiques et les conséquences d’une mauvaise application.	
	Application : Identifier les effets de la non application des bonnes pratiques dans les bâtiments environnants où est donné la formation, ceci pour illustrer le contenu de la session. Explications données avec le support de la maquette.	
	Contrôle des acquis : Quelles sont les règles à observer lors de la pose d’une couverture en tôle ?	
Organisation avant:		
Après formation :		

6. TOITURE

6.4. POSE DE COUVERTURE EN TOLE

Les tôles peuvent être clouées pour les fixer, et réutilisées (si elles sont en bon état) pour un autre usage en les clouant au travers des trous déjà existants.



Session N°1 ; Généralités

Objectifs : Connaître les objectifs des traitements de surface extérieure et intérieure Connaître les critères de qualité d'un enduit et d'un badigeon. Connaître les propriétés des mortiers à enduire en fonction du liant.	Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya
Méthode : Débat participatif. Le modérateur note et classe les informations d'après l'expérience des participants. Il pourra s'aider de différents échantillons et images.	Lieu : Salle de réunion ou de classe Temps : 1 heure
THÉORIE Les objectifs des traitements de surface : - Embellir le mur suivant les valeurs culturelles du milieu: planéité des surfaces, couleur, dessin, texture. - Protéger le mur de ses propres faiblesses : matériau de faible résistance, mauvaise exécution, mauvaise stabilisation. - Protéger le mur des agressions : intempéries, animaux, insectes, activité humaine... - Réhabiliter le mur : réparation de vieux murs, travaux d'encastrement d'équipements techniques, salissures... Les différences entre protection et finition Les principaux traitements de surface : - Badigeons à l'eau, à la chaux - Mortier à enduire Les principaux constituants des enduits et badigeons : - Les liants (argile, ciment, chaux, plâtre), les sables, l'eau, les fibres, les pigments, les adjuvants. Les critères de sélection d'un mortier à enduire : - L'état du mur, l'exposition du mur, utilisation du mur Les qualités recherchées d'un enduit : - adhésion au support, adhésion entre les couches, résistance, couleur, texture, perméabilité La structure d'un enduit : - nombre de couche, - fonction, composition épaisseur de chaque couche. Principales pathologies : - Humidité, fissuration, décollement, effritement.	Documents : - Support photographique - Support mallette pédagogique Matériel Zopp : Affichette, Punaises, Panneaux. Si ce matériel n'est pas disponible, tableaux et craies, ou Paper board et marqueurs.
Contrôle des acquis : Quel est l'objectif des traitements de surface extérieure et intérieure ? Quels sont les critères de sélection d'un enduit en fonction du type de mur sur lequel il doit être appliqué ?	
Organisation avant:	
Après formation :	

7. TRAITEMENT DE SURFACE

7.1. GÉNÉRALITÉS

1- LES DIFFÉRENTS TRAITEMENTS DE SURFACE EXISTANTS:

- mortiers
- badigeons
- peintures
- imprégnations

2 - LES OBJECTIFS D'UN TRAITEMENT DE SURFACES :

Embellir le mur suivant les valeurs culturelles du milieu :

- planéité des surfaces
- couleur
- dessin
- texture...

Protéger le mur de ses propres faiblesses :

- matériau de faible résistance
- mauvaise exécution
- mauvaise stabilisation

Protéger le mur des agressions extérieures :

- intempéries
- animaux, insectes
- activité humaine...

Réhabiliter le mur :

- réparation de vieux murs
- travaux d'encastrement d'équipements techniques
- salissures persistantes...

3 - NE PAS CONFONDRE PROTECTION ET FINITION :

Un mur ne nécessite pas forcément une protection de surface pour être durable.

De même, il ne nécessite pas une finition de surface pour être jugé esthétique.

Par contre, si elle est utile, une protection peut être aussi une finition mais une finition n'est pas toujours une protection de surface.

4 - LE CHOIX D'UN BON TRAITEMENT DE SURFACE EST ESSENTIEL :

- une bonne solution garantit la durabilité du bâtiment.
- une mauvaise solution peut fortement endommager le mur, surtout s'il est en terre.

5 - LES MORTIERS À ENDUIRE ET LES BADIGEONS :

Les techniques d'enduits et de badigeons sont les plus répandues et aussi, généralement, les plus économiques. Toutes deux peuvent jouer le rôle de protection et de finition... si elles sont appliquées suivant les règles de l'art.

Session N°2 : les enduits extérieurs

Objectifs : Savoir choisir une structure d’enduit extérieur, suivant l’exposition des murs. Connaître toutes les étapes de mise en œuvre d’un enduit extérieur.		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Cours magistrale. Démonstration aidée de différents échantillons et images. Visite de bâtiments		Lieu : Salle de réunion ou de classe
THÉORIE	Les critères de sélection des mortiers à enduire : - L’état du mur, l’exposition du mur, - Traitement spécifique de détails constructifs Caractéristiques de la structure d’enduit choisi : - Type du liant : ciment, chaux, argile, plâtre - Rôle de chaque couche - Dosage des différents constituant pour chaque couche Mise en œuvre : - Préparation du support - Système d’accroche de l’enduit - Préparation des mélanges - Application des différentes couches Pathologies et entretiens	Temps : 1 heure Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique
	Préparation : Répertorier les habitations à visiter qui illustrent le contenu du cours. Avoir des échantillons d’enduits extérieurs déjà secs pour permettre d’illustrer les bonnes solutions Préparer les séances de démonstration pour permettre d’illustrer les bonnes pratiques de mise en oeuvre	
VISITE	Contrôle des acquis : Quels sont les différents types d’enduits extérieurs adaptés pour être appliqués sur des murs en terre ? décrire leurs caractéristiques principales ? Quels sont les liants utilisés pour les enduits extérieurs? Citer les différentes étapes principales de mise en œuvre d’un enduit extérieur ?	
	Organisation avant:	
Après formation :		

7.2. ENDUIT AU MORTIER TERRE

ENDUIT DE SOUS-COUCHE

■ UTILISATION :

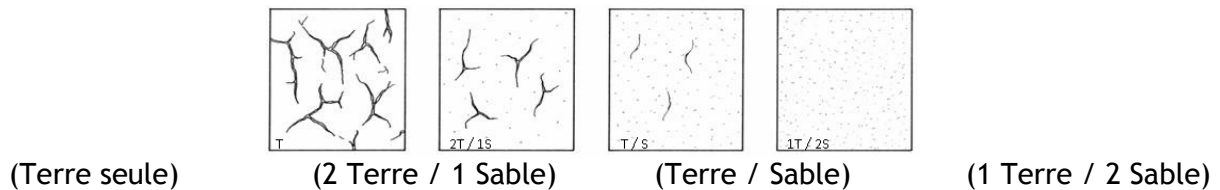
- ➔ Permet de réhabiliter la surface d'un mur en terre abîmé.
- ➔ Permet de préparer une surface de mur (pas forcément en terre), avant finition.

■ ESSAIS DE MISE AU POINT :

- ➔ Trouver le meilleur dosage entre une terre argileuse et un sable afin que le mélange étalé en couche de 10 mm colle bien au support sans trop fissurer après séchage.
- ➔ Réaliser plusieurs échantillons d'enduits de 10 mm sur un mur panneau de 40 cm x 30 cm minimum.
Identification du mélange sur chaque panneau.

Attendre le séchage complet.

- ➔ Choisir le mélange qui fissure très légèrement.



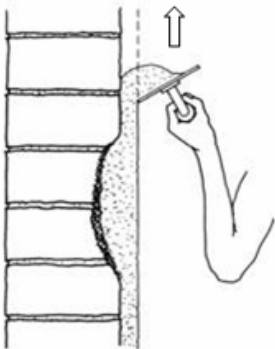
Exemple :

Terre argileuse (test du cigare = 15 cm) mélangée à différentes proportions avec un sable tamisé à 5 mm.

Dans ce cas, le meilleur mélange est 1 vol. Terre / 1 vol. Sable :

- ✓ bonne résistance aux frottements
- ✓ présence de fissures négligeables (3 cm)

■ POSE DE L'ENDUIT :



- ➔ dépoussiérer et humidifier le support.
- ➔ Appliquer l'enduit de bas en haut à l'aide d'une plâtrière.
Pour la couche épaisse (≥ 4 cm) ou pour boucher des cavités :
- ➔ Appliquer en fond une fine couche.
Attendre 30 minutes avant de poser le reste.

7.2. ENDUIT AU MORTIER TERRE

ENDUIT DE FINITION

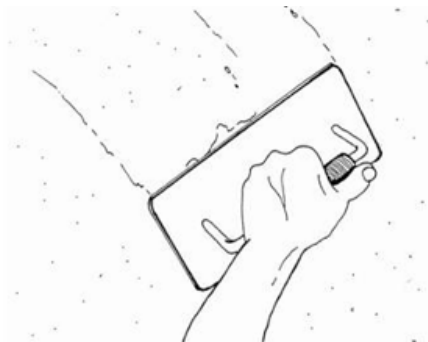
▪ UTILISATION :

- ➔ Sur les murs et plafonds protégés de l'eau, des chocs et des frottements.
- ➔ La majorité des surfaces intérieures et le sommet des murs extérieurs sous toitures.

▪ ESSAI DE MISE AU POINT :

- ➔ Choisir des terres argileuses et des terres sableuses en fonction de leurs couleurs.
- ➔ Tamiser à 2mm. Préparer les terres à l'état plastique et laisser reposer 2 heures.
- ➔ Trouver le meilleur dosage entre une terre argileuse et une terre sableuse afin que le mélange étalé en enduit de 2 mm d'épaisseur offre après séchage :
 - une bonne résistance aux frottements.
 - aucune fissure de retrait.
 - une belle couleur.
 -

▪ POSE DE L'ENDUIT :



- ➔ Sous-couche en terre, plane, dépoussiérée et humidifiée.
- ➔ Appliquer le mortier de terre à l'aide d'une plâtrière en une couche de 2 à 3 mm d'épaisseur.
- ➔ Uniformiser la surface à l'aide d'une taloche en bois et d'une éponge.
- ➔ La texture finale est soit lissée (plâtrière) soit rugueuse (laver les grains à l'éponge).

- ➔ Après séchage, vérifier que l'argile ne salisse pas la main au contact. Dans le cas contraire, passer une éponge humide sur le mur pour enlever le surplus d'argile.



le cas

▪ ENTRETIEN:

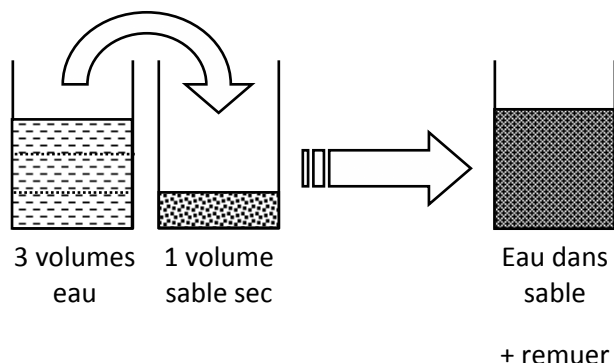
- ➔ Une éponge humide permet de revenir à tout moment réparer d'éventuelles fissures.

sures.

7.3. ENDUIT STABILISÉ

ENDUIT À LA CHAUX : DOSAGE

▪ LE SABLE :

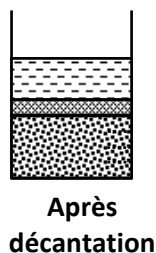


Mieux vaut un sable « poussiéreux » que trop propre :

- ➔ Meilleure onctuosité.
- ➔ Meilleure imperméabilité à l'eau.
- ➔ Coloration possible par les fines.

Attention :

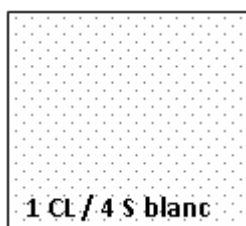
Trop de fines entraînent des fissures.



Test de contrôle des fines :

- | | | |
|--------------------------------|---|-----------------|
| ✓ Rapport de hauteur F/S = 1/4 | ⇒ | Correct. |
| Rapport de hauteur F/S = 1/3 | ⇒ | Trop « sale » |
| Rapport de hauteur F/S = 1/5 | ⇒ | Trop « propre » |

▪ LA CHAUX AERIENNE : CL (Calcique Lime)



Avant d'enduire le bâtiment, procéder à des échantillons d'enduit afin de vérifier et de corriger :

- ➔ La résistance à l'érosion suivant les dosages Chaux / Sable de 1 CL / 3 S à 1 CL / 5 S.
- ➔ La texture due à la granulométrie du sable et à la technique de pose.
- ➔ Le retrait (éventuelles fissures).
- ➔ La coloration.

Exemple :

1 vol de chaux
pour 4 vol de sable
blanc.

7.3. ENDUIT STABILISÉ

ENDUIT À LA CHAUX : COLORATION

▪ LA COULEUR DE L'ENDUIT :

Il existe 3 façons de colorer dans la masse un enduit à la chaux :

- ➡ Utilisation d'un sable dont les grains sont colorés. *Exemple* : blanc, beige, jaune.
- ➡ Utilisation d'un sable « sale » dont les fines sont des pigments naturels.
Les ocres = terres très fines provenant de l'oxydation naturelle d'éléments métalliques.

Exemple : ocres jaunes, rouges, bruns.

- ➡ Utilisation de pigments artificiels : les oxydes. Moins de 3 % du poids du liant.
Oxyde = pigment obtenu avec des processus industriels et chimiques sur des métaux.

Exemple : Fer ⇒ rouge, jaune - Cuivre ⇒ vert, bleu, ...

Il existe 2 façons de colorer en surface un enduit à la chaux :

- ➡ A FRESCO : Sur un enduit fin encore frais, peindre directement avec des pigments dilués à l'eau ou avec une peinture à la chaux « eau forte ».
- ➡ A SECO : Sur un enduit sec, peindre avec des peintures à la chaux colorées (eau forte ou badigeon).

CUBA – habitat en adobe

Enduit à la chaux en 2 couches. Badigeon de ciment sur le soubassement



7.3. ENDUIT STABILISÉ

MUR EN TERRE OFFRANT UNE BONNE SURFACE

BON SUPPORT :

- Planéité du mur correct
- Surface dure
- Présence de gros sable

Préparation du support :

- Brosser
- Humidifier abondamment dès la veille

1^{ère} couche : « l'accrochage »

- 3 CL / 1 Ciment / 12 Sable
ou 1 Ciment / 8 Sable
- sable tamisé à 5 mm
- projeter une couche de 5 mm
- égaliser avec le tranchant de la truelle
- laisser durcir 2 jours
- maintenir une ambiance humide

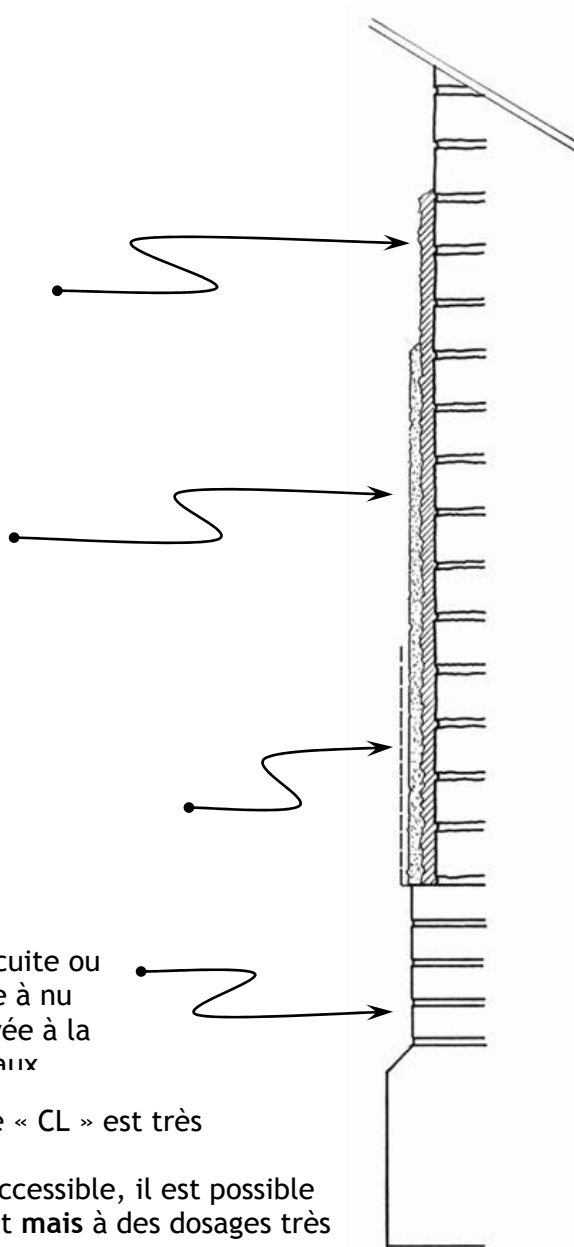
2^{ème} couche : « le corps »

- 1 CL / 3 Sable
ou 1 Ciment / 7 Sable / 2 terre fine
- sable tamisé à 3 mm
- projeter une couche de 5 mm
- égaliser avec le tranchant de la truelle
- niveler avec une petite taloche
- ne pas trop talocher

Brique cuite ou
pierre à nu
jointoyée à la
chaux

Points forts :

- La Chaux Aérienne « CL » est très recommandée.
- Si la chaux est inaccessible, il est possible d'utiliser le ciment **mais** à des dosages très faibles.
- Epaisseur ≤ 10 mm (réduit le poids de



7.3. ENDUIT STABILISÉ

MUR EN TERRE OFFRANT UNE MAUVAISE SURFACE

MAUVAIS SUPPORT :

- Maçonnerie irrégulière
- Terre friable
- Absence de sable
- Surface fortement érodée

NÉCESSITÉ DE REALISER UN

NOUVEAU SUPPORT EN TERRE :

- Planéité correcte
- Surface dure
- Présence de gros sable

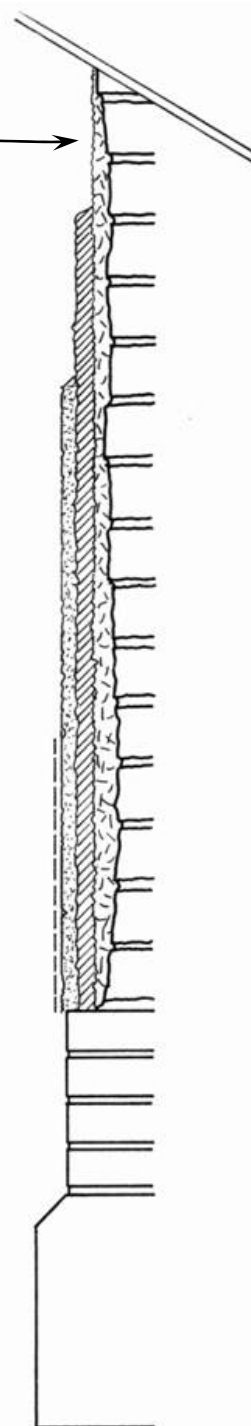
Préparation du support :

- Brosser
- Humidifier

Application de la couche de terre :

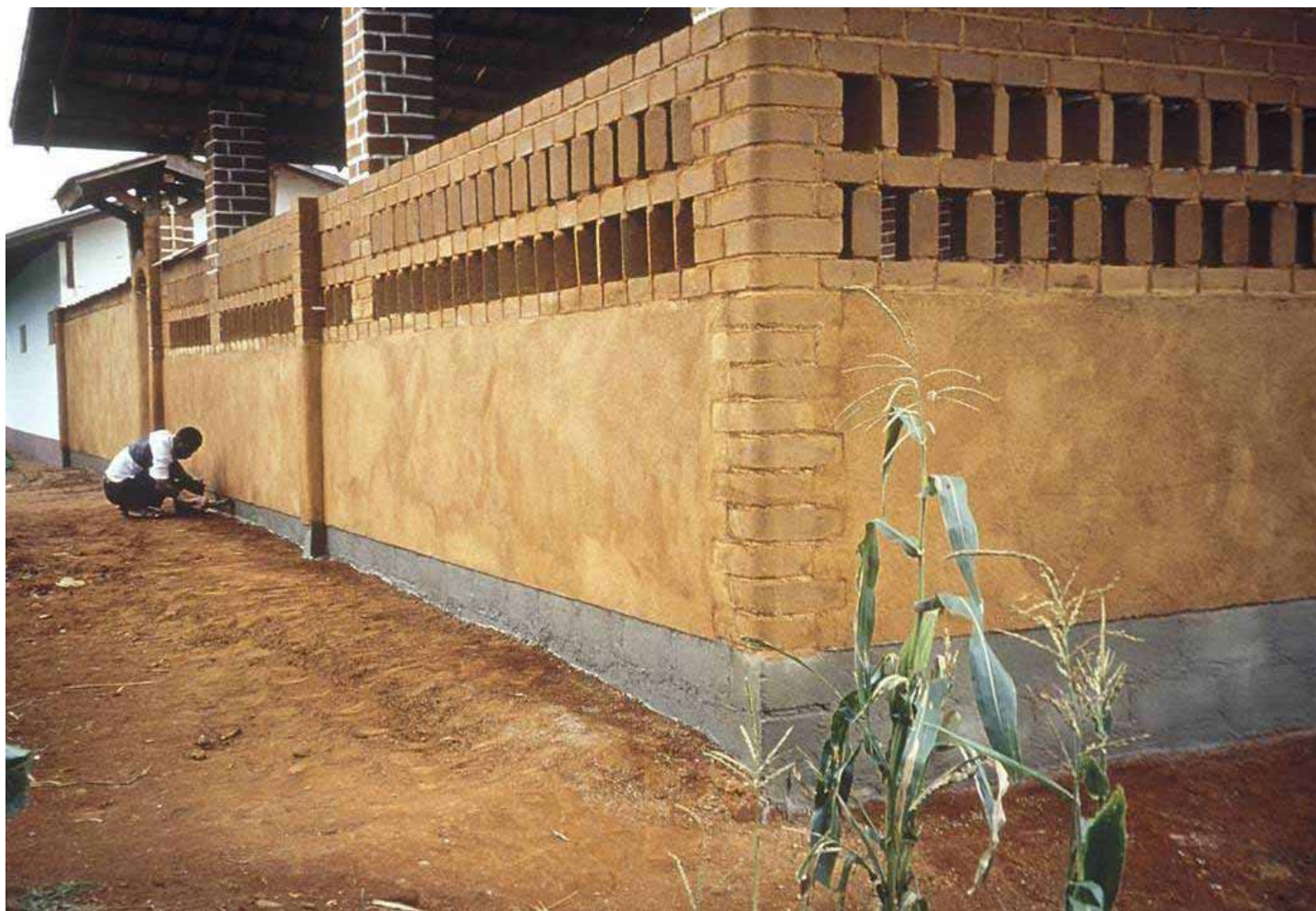
- Terre argilo-sableuse (gros sable)
- Légère fissuration admise
- Stabiliser à la paille pour une épaisseur supérieure à 2 cm.

Avant séchage complet et après avoir lavé les sables en surface, le nouveau support humide est prêt à recevoir la 1^{ère} couche stabilisée à la chaux,



ANGOLA – crépissage du mur de clôture en adobe

Gobetis : 1 Ciment / 8 Sable. Couche de corps : 1 Ciment / 7 Sable / 2 Terre. Soubassement : badigeon au ciment



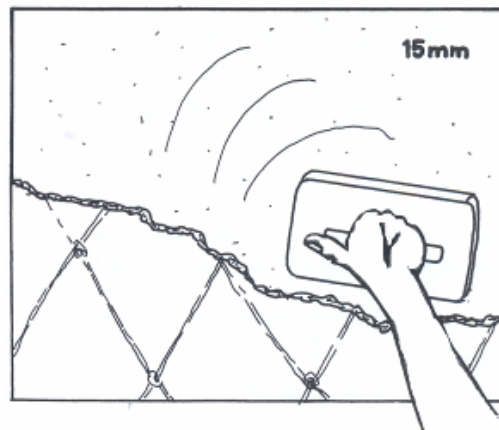
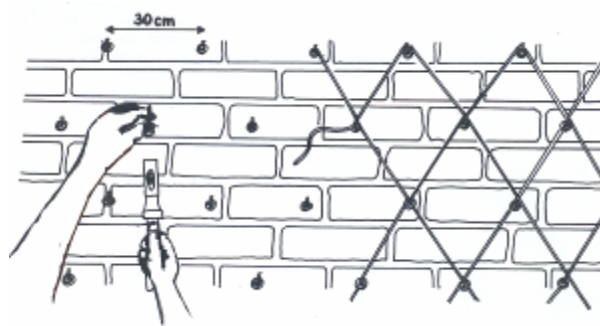
7.4. ENDUIT CIMENT ARMÉ

ENDUIT CIMENT CLOUÉ OU GRILLAGÉ

Les enduits classiques au ciment appliqués sur des murs extérieurs en terre doivent être ancrés dans ces murs. C'est l'armature faite soit d'un grillage à poule soit de fil de fer galvanisé ou recuit ? Cette armature est liée au mur par :

- Projeter une première couche d'enduit sur le mur (gobetis)
- **Placer** l'armature en la clouant sur le mur ou planter les clous selon une trame carrée de 30 cm x 30 cm.
- **Si l'armature est réalisée en fil de fer, Laisser dépasser** les clous de 5 à 10 mm.
- **Entortiller** le fil de fer autour de chaque clous en le tendant bien.

- Projeter la seconde couche de l'enduit en recouvrant l'armature d'au moins 5 mm.
- **Appliquer** en deux couches. La première couche est épaisse de 5 mm. Faire-la très liquide et projeter-la à la truelle.
- La deuxième couche faite du même mélange est épaisse de 15 mm. Elle doit recouvrir le fil de fer. **Appliquer**-la de façon classique. Lisser sans trop appuyer .



Session N°3 : les badigeons

Objectifs : Savoir choisir un type de badigeon en fonction de l'exposition et du rôle du mur. Connaître les étapes de mise en œuvre d'un badigeon.		Intervenants : Direction de l'habitat dans les Wilaya Lieu : Salle de réunion ou de classe Temps : 1 heure Documents : – Support photographique – Support mallette pédagogique
Méthode : Cours magistrale. Démonstration aidée de différents échantillons et images. Visite de bâtiments.		
THEORIE	Les critères de sélection des badigeons : - L'état du mur, la fonction du mur, - Traitement spécifique de détails constructifs Caractéristiques du badigeon choisi : - Type du liant : argile, chaux - Rôle de chaque couche - Dosage liant / eaux, pour chaque couche - Cas particulier du badigeon à l'eau qui utilise l'argile du mur comme liant (le « bouche à l'eau »). Mise en œuvre : - Préparation du support - Préparation des mélanges - Application des différentes couches Pathologies et entretiens	
VISITE	Préparation : Répertorier les habitations à visiter qui illustrent le contenu du cours. Avoir des échantillons de badigeon déjà secs pour permettre d'illustrer les bonnes solutions. Préparer les séances de démonstration pour permettre d'illustrer les bonnes pratiques de mise en oeuvre	
	Contrôle des acquis : Décrire les différentes étapes nécessaires à une application correcte d'un badigeon.	
Organisation avant:		
Après formation :		

7.5. PEINTURES À LA CHAUX

BADIGEONS ET EAUX FORTES

■ PRÉPARATION DE LA CHAUX AÉRIENNE:

- ➔ En poudre industrielle : La chaux aérienne est mélangée à l'eau 3 jours minimum avant utilisation.
- ➔ En pâte : La chaux aérienne n'est utilisable que si la chaux vive est dans l'eau depuis plus de 6 mois. Tamiser la pâte au tamis de 1 mm.

■ DOSAGE DE LA CHAUX:

Attention : Ne pas mettre trop de chaux dans l'eau car sinon la peinture laisse des traces blanches quand on la touche.

Pour 1 vol. chaux	Chaux en pâte	Chaux en poudre
Badigeon	2 vol. eau	3 à 4 Vol. eau
Eau forte	4 vol. eau	5 à 6 Vol. eau

■ COLORATION DES PEINTURES A LA CHAUX:

Les pigments permettent de teinter les peintures mais il ne faut pas dépasser le pourcentage de saturation au-delà duquel :

- ➔ L'intensité de couleur ne change pas.
- ➔ la peinture risque de tacher, après séchage.

Le % du pigment est défini par rapport au poids de la chaux.

% de saturation	OCRE	OXYDE
Badigeon	25%	15%
Eau Forte	65%	35%

7.5. PEINTURES À LA CHAUX

BADIGEONS ET EAUX FORTES

▪ APPLICATION:



- ➔ **Mouiller** le mur la veille.
- ➔ Toujours **peindre** sur enduit humide. Les eaux fortes peuvent s'appliquer à fresco (sur enduit frais).
- ➔ **Utiliser** un pinceau large.
- ➔ 1 couche de badigeon = 1 passage vertical et 1 passage horizontal.
- ➔ 1 couche d'eau forte = 8 passages maximum en alternant le sens vertical et horizontal.
- ➔ **Attendre** 24 heures que la chaux ait pris avant de refaire une deuxième couche.
- ➔ Humidifier le mur avant d'appliquer une nouvelle couche de peinture.

Session N°4 : les enduits intérieurs

Objectifs : Savoir choisir une structure d’enduit intérieur suivant l’utilisation de la pièce. Connaître toutes les étapes de mise en œuvre d’un enduit intérieur.		Intervenants : Direction de l’habitat dans les Wilaya
Méthode : Cours magistrale. Démonstration aidée de différents échantillons et images. Visite de bâtiments.		Lieu : Salle de réunion ou de classe
THÉORIE	Les critères de sélection des mortiers à enduire : - L’état du mur, la fonction du mur, - Traitement spécifique de détails constructifs Caractéristiques de la structure d’enduit choisi : - Type du liant :argile, chaux, plâtre - Rôle de chaque couche - Dosage des différents constituant pour chaque couche Mise en œuvre : - Préparation du support - Système d’accroche de l’enduit - Préparation des mélanges - Application des différentes couches Pathologies et entretiens	Temps : 1 heure
	Documents : - Support photographique - Support mallette pédagogique	
VISITE	Préparation : Répertorier les habitations à visiter qui illustrent le contenu du cours. Avoir des échantillons d’enduits extérieurs déjà secs pour permettre d’illustrer les bonnes solutions Préparer les séances de démonstration pour permettre d’illustrer les bonnes pratiques de mise en œuvre	
	Contrôle des acquis : Décrire les différentes étapes nécessaires à une application correcte d’un enduit intérieur ?	
Organisation avant:		
Après formation :		