



La Construction Sans Bois

Guide des formateurs

Version 11a
Octobre 2008



Guide édité par

Development Workshop France

Dans le cadre de
projets financés par



Development Workshop France (DWF)

B.P. 13

82110 Lauzerte

France

Tél: + 33 (0) 563 95 82 34; Fax +33 (0) 563 95 82 42

E-mail : dwf@dwf.org

Web: <http://www.dwf.org>

© Development Workshop - Tous droits réservés

SOMMAIRE

Premier cycle

Module 1 : Généralités préparatifs

Fiche 1.1	Préparatifs
Fiche 1.2	Qui participe dans un stage de formation de maçons ?
Fiche 1.3	Sélection des participants
Fiche 1.4	Analyse des capacités d'un stagiaire candidat
Fiche 1.5	Contrats & fiches d'Inscription; photos
Fiche 1.6	Fiche d'Inscription
Fiche 1.7	Contrat
Fiche 1.8	Créer les équipes de travail
Fiche 1.9	Les structures de formation (SF)

Module 2 : Ouverture et introduction

Fiche 2.1	Introduction et ouverture officielle
Fiche 2.2	Philosophie et attitude pour le travail
Fiche 2.3	Visite des bâtiments CSB
Fiche 2.4	Compter et mesurer

Module 3 : Terres et briques

Fiche 3.1	Convenance des terres
Fiche 3.2	Sélection de la terre : le taux d'humidité
Fiche 3.3	Tableau d'analyse des terres
Fiche 3.4	Production des briques
Fiche 3.5	Quelles dimensions choisir pour la brique?
Fiche 3.6	Les moules et le retrait

Module 4 : Implantation ; angle droit

Fiche 4.1	Choix de site et d'orientation
Fiche 4.2	Implantation d'un angle droit
Fiche 4.3	Implantation d'un rectangle
Fiche 4.4	Implantation d'un rectangle en utilisant des briques pour en déterminer les dimensions
Fiche 4.5	Principe des axes

Module 5 : Fondations et niveau '0.00'

Fiche 5.1	Choix des fondations
Fiche 5.2	Planter les fondations – creuser les fouilles
Fiche 5.3	Le niveau '0.00m' (Zéro)

Module 6 : Maçonnerie

Fiche 6.1	Les dimensions des briques et des joints déterminent les dimensions du bâtiment
-----------	---

Fiche 6.2	L'appareillage des briques dans les coins et intersections
Fiche 6.3	Le mortier et la pose des briques
Fiche 6.4	Maçonnerie - pose horizontale et verticale des briques

Module 7 : Les ouvertures

Fiche 7.1	La forme des ouvertures
Fiche 7.2	Tracé de l'arc surbaissé : le rayon de 0,80m
Fiche 7.3	Construction des arcs
Fiche 7.4	Des ouvertures plus large qu'un nombre de briques

Module 8 : Poussées et le point de naissance

Fiche 8.1	Principes des poussées
Fiche 8.2	Point de naissance

Module 9 : La coupole ; guide mobile

Fiche 9.1	Formes de base de coupoles
Fiche 9.2	Guide mobile
Fiche 9.3	Ajuster le guide mobile

Module 10 : La construction de la coupole

Fiche 10.1	Construction et forme des murs sommiers
Fiche 10.2	Tailler l'appui des briques pour le pendentif
Fiche 10.3	Pose des briques de toit - pendentifs
Fiche 10.4	Remblayage derrière le pendentif
Fiche 10.5	Monter les rangées dans la coupole

Module 11 : Tracée de la voûte normale

Fiche 11.1	La voûte - présentation
Fiche 11.2	Tableau de correspondance - la portée d'une voûte et la hauteur maximum du point de naissance
Fiche 11.3	Tracée de la voûte normale

Module 12 : Démarrage de la voûte normale

Fiche 12.1	Préparer les murs 'tableaux et de côté
Fiche 12.2	Monter le mur 'tableau'
Fiche 12.3	Démarrage de la voûte normale

Module 13 : Construction et fermeture de la voûte

Fiche 13.1	Ficelles guides
Fiche 13.2	Fermeture de la voûte
Fiche 13.3	Ceinture entre les murs pignons et une voûte

Module 14 : Protection des toitures

Fiche 14.1	Protection des toitures - présentation
------------	--

Fiche 14.2	Deuxième couche; montage des acrotères
Fiche 14.3	Remblais
Fiche 14.4	Choix et pose des gargouilles

Module 15 : Protection des bâtiments ; enduits, pose des menuiseries

Fiche 15.1	Choix des enduits
Fiche 15.2	Application des enduits
Fiche 15.3	Evacuation de l'eau autour des bâtiments
Fiche 15.4	Pose des menuiseries

Module 16 : Case ronde

Fiche 16.1	Implantation d'un mur circulaire
Fiche 16.2	Monter les murs de la case ronde

Module 17 : Guide d'entretien des bâtiments CSB

Révision / Tests pratiques

Deuxième cycle

Module 18 : Voûtes excentrées et surbaissées

Fiche 18.1	Les toitures excentrées et surbaissées
Fiche 18.2	Démarrage de la voûte excentrée
Fiche 18.3	Tracée de la voûte surbaissée

Module 19 : Toitures plates

Fiche 19.1	Voûtes et coupoles secondaires
------------	--------------------------------

Module 20 : Finitions en ciment – semi-dur

Fiche 20.1	Revêtement semi-dur
-------------------	---------------------

Module 21 : Cahiers de chantier

Fiche 21.1	Le cahier de chantier : fonction et symboles
Fiche 22.2	Le cahier de chantier
Fiche 23.3	Exemple : cahier de chantier

Module 22 : Compréhension des plans

Fiche 22.1	Lecture de dessins
Fiche 22.2	Lecture de dessins (suite)
Fiche 22.3	Implanter des bâtiments à partir des plans

Révision / Tests pratiques

Règles d'or

Le guide des formateurs est destiné aux responsables et aux maçons formateurs qui organisent un stage de formation CSB.

Il contient une fiche pour chaque séance de travail .

Avant tout : apprendre les règles d'or des formateurs :

Etre bien préparé!

Avant le stage, et jour par jour, étudiez le contenu de chaque fiche pour le travail que vous allez faire

Faites les travaux de préparation avant les séances

Notez jour par jour les progrès et les difficultés rencontrés

Faites parler les maçons stagiaires: demandez leur des explications pour vérifier qu'ils comprennent

Le calendrier

Avant le stage, il faut établir le calendrier en précisant les activités à réaliser chaque jour. Vous trouverez dans les pages suivantes un exemple pour le stage pour maçons débutants, et un pour un stage de recyclage et perfectionnement.

Les fiches

Chaque fiche contient des instructions:

1. **Préparation** – elle vous explique les actions à faire un ou deux jours avant la démonstration de la fiche aux stagiaires, et les matériaux à préparer
2. **Démonstration** – elle vous explique des points clés à mentionner et à montrer aux stagiaires

Les codes

- ***SF01, SF02, SF03 etc. :*** font référence aux **Structures de Formation (SF)** qui permettent aux stagiaires de s'exercer grandeur nature sur chaque aspect de la CSB. Chaque **SF** a son numéro. Elles sont préparées avant le début du stage.
- ***DESSIN-01, DESSIN-02, DESSIN-03, etc. :*** il s'agit des dessins utilisés pour apprendre à utiliser des plans.

Fiche 1.1 : Préparatifs

Il est très important de bien préparer la formation.

Si les préparatifs ne sont pas faits à temps, la formation deviendra très difficile.

2 à 4 mois avant le stage :

- **Des séances d'animation destinées à tout le village, plusieurs mois à l'avance du stage :**

Au moins 28 jours avant le démarrage de la formation il faut organiser les actions:

Une séance d'animation et...

- **la sélection des participants** doit être faite, à partir des fiches d'analyse des capacités (voir exemple rempli Fiche 1.4) et selon l'évaluation de l'équipe CSB;
- **choix du lieu** où se déroulera la formation; au besoin, obtenir la permission du propriétaire/village, qui doit savoir les dates et le déroulement de la formation;
- **la commande des briques** pour les **Structures de Formation** ; **s'assurer de la disponibilité de l'eau**;
- **informer les villageois combien de briques ils doivent fabriquer** et transporter au site de construction *avant le démarrage de la formation*

14 jours avant le démarrage de la formation :

S'assurer que tout est prêt :

- *Les participants sont disponibles*
- *Le site de la formation est prêt*
- *Les briques pour les Structures de Formation sont faites et sur le site de la formation*
- *Les outils nécessaires sont disponibles et les maçons savent ce qu'ils doivent apporter eux-mêmes*
- *les clients pour la deuxième phase "chantiers", sont-ils prêts? ont-ils préparé leurs sites et leurs matériaux (briques...)?*

Fiche 1.2 : Qui participe à un stage de formation de maçons ?



Le coordinateur du stage :

La personne chargée de l'organisation du stage. Il n'est pas présent en permanence sur le site du stage..

Le Formateur principal : FP

- il assure la formation, supervise les travaux; après discussion, c'est lui qui prend la dernière décision.
- Il est responsable de la conduite quotidienne du stage.
- il travaille en étroite collaboration avec l'équipe d'encadrement, composée des personnes responsables de la gestion du stage.



Les Chefs d'équipe :

- le chef d'une équipe de maçons est un maçon expérimenté responsable d'une équipe de maçons stagiaires, sous la supervision du formateur principal (FP);
- il est aussi présent au cours du stage comme stagiaire, pour apprendre le rôle de chef de chantier et formateur.
- sur les chantiers, il est responsable de la qualité des travaux.

Les Equipes de maçons stagiaires

- une équipe est composée (normalement) de quatre maçons, qui travailleront sous la supervision étroite d'un chef d'équipe, comme superviseur.
- Deux stagiaires partagent une structure de formation.
- Les Chefs d'équipes veilleront à ce que chaque stagiaire participe pleinement aux séances et pratique, à son tour, sur les Structures de Formations.

Les apprentis

- Chaque stagiaires sélectionné doit amener au stage un apprentis avec lequel il a l'habitude de travailler.
- Les apprentis travailleront à côté des maçons et fourniront la main-d'œuvre pendant le stage.
- A la suite du stage il est souhaité que les apprentis continueront de travailler avec les maçons formés et que les maçons les instruiront dans les techniques CSB.

Les clients

- Les clients sont des stagiaires ou d'autres villageois qui fournissent les matériaux et la main d'œuvre -avec l'entraide des participants ou des familles - pour la construction d'une maison d'une ou deux pièces pendant la deuxième partie du stage (travaux pratiques).
- Assurez-vous que tous les matériaux (briques, terre, eau) sont sur le site avant de démarrer la construction.
- Prêtez attention au client, qui est un partenaire dans le stage.

Fiche 1.3 : Sélection des participants

Sélectionner les Stagiaires

- De l'expérience en maçonnerie est souhaitable, mais n'est pas obligatoire pour la sélection des participants. Fiche 1.4, *Analyse des capacités d'un stagiaire candidat*, représente qu'un des moyens d'évaluation des candidats, mais il n'en est pas le seul.
- Il est aussi important que le candidat ait une capacité et volonté à apprendre. Il devrait être enthousiaste, motivé et travailleur.
- La CSB demande une certaine force physique car la maçonnerie est un métier laborieux. Donc, un candidat devrait être suffisamment fort et ne devrait pas être trop âgé (plus que 40 ans).
- Il doit être disponible pendant toute la durée de la formation, et prêt à assister à toutes les séances y compris la phase de construction.
{XE "Fiche 2\\: Vidéo et diapositives"}{XE "Fiche 2: Vidéo et diapositives"}

Fiche 1.4 : Analyse des capacités d'un stagiaire candidat

Nom : Domicile : Age :

Langues:	Faible	Moyen	Bon
Langue 1 :			
Langue 2 :			
Autres :			
Notez sa compétence en lecture et écriture :			
Chiffres : demander au maçon d'écrire des chiffres de 1 à 10 : indiquer le niveau de connaissance			

Situer les compétences du maçon	Faible	Moyen	Bon
Connaissance de la construction locale: pratiques de construction, dimensions de briques, problèmes (bois, termites, etc.) : demander que le maçon vous parle de ce qu'il connaît			
Notes:			
Notez sa connaissance des terres locales, carrières, briquetiers:			
Notes:			
Notez sa connaissance des enduits locaux:			
Notes:			
Notez des exemples de son travail (si possible):			
Demandez son avis sur la construction sans bois:			
Notes:			
Faites construire (sans mortier) un coin de mur avec trois rangées de briques. Faites et noter les résultats du test pratique:			
Faire poser trois rangées de briques : Noter si l'appareillage est on ou non :			
Pose de briques – vérifier la verticalité des trois rangées et l'utilisation d'un fil à plomb:			
Angle droit : observer ses notions d'un angle droit			
Attitude générale			
Notes			
Totaliser les cases cochés pour chaque colonne; Additionner les colonnes 'moyen' ou 'bon.' Sélectionner les participants parmi les maçons qui obtiennent une note de 5 ou plus.			

Fiche 1.5 : Contrats & fiches d'Inscription; photos

{XE "Fiche 0\\: Contrats & fiches d'Inscription; photos; badges"}{XE "Fiche 0\\: Contrats & fiches d'Inscription; photos; badges"}{XE "Fiche 0\\: Contrats & fiches d'Inscription; photos; badges"}

Préparation

1. Inscription

Préparer les **contrats** pour chaque type de participant: Chef d'équipe, maçons, manœuvres, etc. En faire des photocopies **plusieurs jours à l'avance**.

Tirer aussi des copies de la **fiche d'inscription**.

Informez les participants, **au moins une semaine avant le début du stage**, du lieu, des conditions de participation, de la date du début, et de la durée du stage.

Photos d'identité

- Faites faire une photo d'identité de chaque participant, et la coller sur sa fiche d'inscription. Il y a deux options, selon le contexte:
 - prévoir le matériel nécessaire pour qu'un membre de l'équipe puisse faire les photos: pellicules noir et blanc, appareil photo et trépied;
 - embaucher un photographe local pour faire les photos: dans ce cas, négocier un tarif pour une commande globale ; et préparer un **bon de commande pour une photo** pour chaque stagiaire lui permettant d'aller se faire photographier.

Fiche 1.6 : Fiche d'Inscription

NOM:

DATE DE NAISSANCE:

DOMICILE:

ETAT CIVIL:

LIEU DE TRAVAIL HABITUEL:

TYPE ET NIVEAU EDUCATION:

NIVEAU DE FORMATION EN MACONNERIE:

ANNEES D'EXPERIENCE EN MACONNERIE EN BANCO:

INDIQUEZ L'EXPERIENCE AVEC D'AUTRES MATERIAUX:

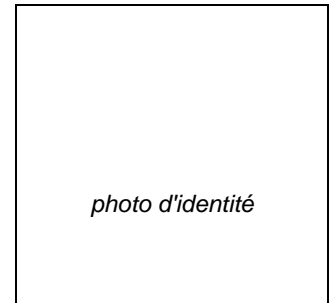
AUTRES METIERS:

LANGUES PARLEES:

LANGUES ECRITES:

COMPREHENSION DE CHIFFRES:

REMARQUES:



Fiche 1.7 : Contrat

Accord pour la participation d'un maçon

au programme d'apprentissage des techniques de construction sans bois.

Par la présente (l'organisation)
accepte la participation du maçon pour un stage de formation en techniques de construction sans bois:

Nom:

N° de pièce d'identité (si possible):

Domicile:

Le stage commencera le : (jour).....(mois).....(année).....

Le contrat aura une durée d'environ semaines

Il est entendu par ce contrat que vous participerez avec un statut de maçon stagiaire aux programme d'apprentissage des techniques de construction sans bois.

Ce stage comprendra des explications techniques, des exercices pratiques, et du travail sur la construction de bâtiments avec les techniques CSB.

Vous bénéficierez d'une prime forfaitaire pour la participation à ce stage. Vous recevrez cet argent en tranches sous réserve d'une participation active à la totalité du programme. Seront pris en compte:

1. Bonne acquisition des techniques ;
2. Comportement actif et positif sur les sites du stage ;
3. Ponctualité - des retards répétitifs ou des périodes de repos pendant la journée de travail seront pénalisés.

Vous serez payé selon les montants indiqués dans ce tableau :

Montant total:..... Périodicité des paiements:	Avance	Deuxième tranche	Troisième tranche		Tranche finale
%					
Montant					

Les frais de maladie et d'accident sont à la charge du maçon individuel. Chaque maçon est responsable pour ses frais de déplacement locaux.

Chaque maçon stagiaire doit apporter les outils suivants :

- Truelle ;
- Fil à plomb ;
- Marteau ;
- Hache pour couper les briques, ou outil équivalent ;
- Mètre.

Le programme apportera le matériel nécessaire pour la CSB.

A la fin du programme, sous réserve d'avoir bien maîtrisé les techniques de base de la construction sans bois, vous recevrez un carnet de maçon CSB avec mention du grade atteint.

Fait àle19....

Signature/émargement du maçon

Signature du représentant de l'organisation

Fiche 1.8 : Créer les équipes de travail

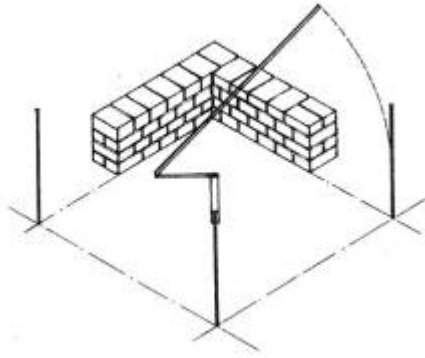
A partir des informations sur la fiche d'inscription:

- identifier les groupes **de maçons (4)** (si possible des personnes habituées à travailler ensemble);

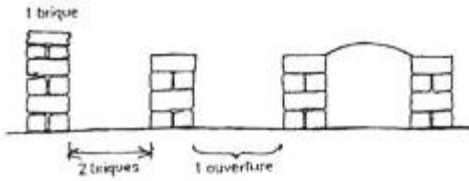
 - créer des équipes **de travail de 4 maçons** (soit 2 paires) selon leur lieu de domicile et leur langue;

 - attribuer **un Chef d'équipe (maçon assistant formateur) à chaque équipe** selon les mêmes critères.
- {XE "Fiche 1\\: Introduction et ouverture officielle"}{XE "Fiche 1\\: Introduction et ouverture officielle"}{XE "Fiche 1\\: Introduction et ouverture officielle"}

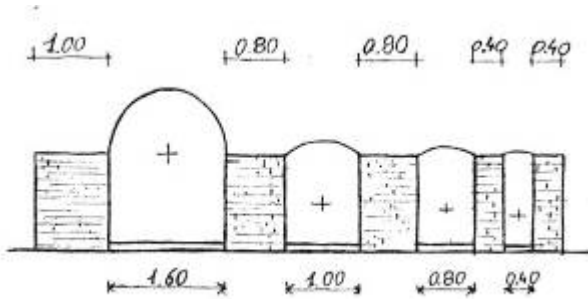
Fiche 1.9 : Structures de formation



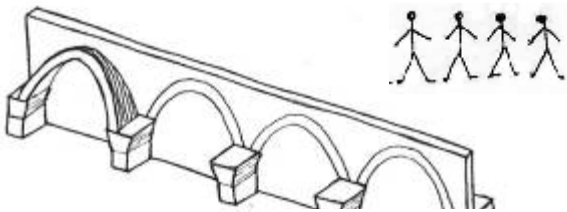
SF 1 : Structure pour le coin de la coupole :
et formation en maçonnerie



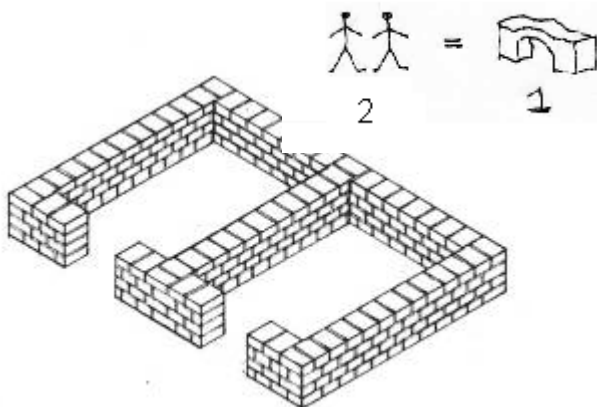
SF 2 : Structure pour la construction des arcs



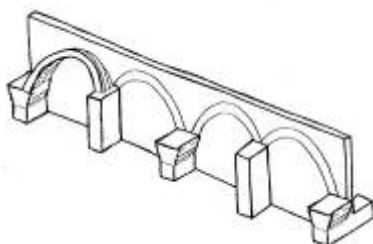
SF 3 : Structure de démonstration/pratique pour
des arcs différents



SF 4 : Structure pour le démarrage des voûtes
normales



SF 5 : Structure pour la construction des voûtes



SF 6 : Structure pour les voûtes excentrées et
surbaissées.

Fiche 2.1 : Introduction et ouverture officielle

Préparation

Quelques jours à l'avance, inviter des représentants villageois à l'ouverture officielle.

Déroulement de la séance

A présenter -
mot de bienvenue au participants de la part d'un représentant du village et de la part du responsable du stage. (Coordonnateur d'antenne PCSB ou le formateur principal).

Parole du Chef de l'équipe PCSB:

expliquer les objectifs du stage:

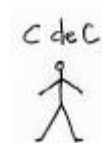
- problèmes de l'habitat et de l'environnement;
- le potentiel de la CSB;
- qu'est ce qui sera offert aux maçons stagiaires:
 - une formation de base aux techniques de Construction Sans Bois;
 - un suivi et un appui technique pour leurs futurs chantiers;
 - la possibilité de suivre des stages de formation ultérieurs pour améliorer leurs compétences.

expliquer le déroulement du stage:

- les étapes dans la formation
- la durée du stage.

A la fin de la séance

expliquer aux stagiaires l'organisation des maçons en équipes, puis attribuer les chefs des équipes.



1 chef de chantier + 4 stagiaires

Chaque chef de chantier/assistant formateur travail avec quatre stagiaires.

Faites une revue des équipes après trois ou quatre jours, et si besoin, changer des personnes pour obtenir des équipes plus compatibles.

Fiche 2.2 : Philosophie et attitude pour le travail

{XE "Fiche 3\\: Philosophie du travail"}{XE "Fiche 3\\: Philosophie du travail"}

Préparation

Responsable et le FP:

- Faites une lecture des points ci-dessous et discuter comment vous allez présenter ces points aux stagiaires et aux manœuvres;
- Avant la séance : Discuter l'attitude pour le travail avec les **Chefs d'équipe**.

Note:

Cette discussion est importante:

Elle(doit permettre au FP de s'assurer que les Chefs d'équipe comprennent bien le message.

Déroulement de la séance

FP:

Expliquer aux participants les points suivants

- Apprendre et comprendre demande beaucoup de patience de la part des formateurs comme des stagiaires. *Il faut respecter les formateurs et les autres stagiaires.*
- Chacun est responsable de ses actions et de son propre travail.

Si vous rencontrez une difficulté dans l'exécution des travaux (exemple : manque de compréhension) vous devez en parler et agir.

Signalez le problème au chef d'équipe et au formateur (FP) pour en discuter. Ensuite la décision du FP devra être acceptée par tous.

- Chacun est responsable de son propre apprentissage: ***Si vous, le stagiaire, ne comprenez pas quelque chose, c'est à vous de le signaler.*** Par exemple, les stagiaires doivent poser des questions s'ils n'ont pas compris une explication ou une démonstration. Au besoin, demandez des démonstrations supplémentaires.
- Le stage doit être *un échange de connaissances entre formateurs et stagiaires*: le savoir-faire local de *chacun* est aussi important, pour adapter les nouvelles techniques au contexte local.
- *L'apprentissage de la CSB est progressif*. On commence par un stage de base; on peut ensuite participer à d'autres stages pour améliorer ses compétences.
- *On doit apprendre aussi en observant des bâtiments existants*: comment ils ont résisté aux intempéries? quelles sont les qualités du sol et de la terre locale? quelles sont les conditions climatiques?

Fiche 2.3 : Visite des bâtiments CSB (facultatif)

Préparation

- avant le stage, visiter tous les bâtiments que vous voudriez montrer aux stagiaires et prévoir un circuit qui vous permettra d'aborder le maximum des éléments mentionnés ci-dessous (points clés);
- préparer un circuit, et tenir compte:
 - du contenu de la formation;
 - des moyens de transport disponibles (visites par petits équipes si il le faut);
 - des distances à parcourir.



Note:

Il faut essayer d'avoir au moins **un bâtiment en CSB à proximité du village avant de faire un stage.**

Si la formation se déroule dans une région où il y a peu d'exemples de CSB, le FP devra donner plus de détails lors des commentaires qu'il donnera avec la projection des diapositives. Il y a lieu d'amener quelques personnes à des sites plus lointains.

Pratique

Les visites peuvent se faire par petites équipes selon les moyens de transport disponibles.

Les stagiaires seront accompagnés par le FP et leurs Chefs d'Equipe respectifs.

Points clés

Pour chaque bâtiment, étudier la forme du bâtiment et la forme des toits ; voir ensemble —

- les choix entre la voûte et la coupole ;
- l'orientation du bâtiment, et l'effet des pluies et de quelle direction elles viennent ;
- l'emplacement des gouttières et le remblayage du toit ;
- la qualité de la maçonnerie si elle est visible, et les méthodes utilisées ;
- la différence entre le niveau du sol intérieur et les niveaux du sol extérieur ;
- le remblayage autour du bâtiment ;
- le choix du site et des défauts éventuels ;
- la qualité de la terre.

Fiche 2.4 : Compréhension des chiffres et des mesures

Objectif

Vérifier que tous les participants comprennent les chiffres et comprennent l'idée des dimensions métriques.

Préparation

- préparer *soit* un tableau noir et une craie, *soit* une grande feuille de papier et un feutre (pour écrire des chiffres);
- sélectionner des objets à mesurer (briques, largeur des ouvertures, etc.);
- prévenir chaque stagiaire qu'il **devra apporter son mètre**.

Démonstration

Chef d'équipe:

- surveiller chaque stagiaire de son équipe.

FP:



- présenter les unités m (mètre) et cm (centimètre);
- expliquer qu'il y a 100 cm dans 1 m et que chaque centimètre est marqué sur le mètre par un trait et un chiffre;
- expliquer que pour une longueur de plus de 1m, les mesures sont données en mètre(s) et en centimètres (ex: 1m et 80 cm est appelé "un mètre quatre-vingt");
- expliquer que "un mètre, quatre-vingt" s'écrit *1,80m*: *les mètres et centimètres sont séparés par une virgule*.
- souligner qu'après la virgule, il y a toujours deux chiffres – ex. *1,00 m* que 1 mètre + 1 centimètre m s'écrit *1,01m* et (non *1,1*, ni *1,10* ce qui représente 1 m 10 cm);
- écrire au tableau noir plusieurs mesures sous cette forme (*0,20m*; *1,35m*; *2,59m*; etc.) et demander aux stagiaires de les lire, un par un dans chaque équipe, à voix haute;

Exercices par les stagiaires avec leur Chef d'équipe:

- demander aux stagiaires de mesurer des objets avec leur mètre et de noter les dimensions sur un papier;
- demander aux stagiaires de lire à voix haute les mesures écrites sur le tableau noir et de les indiquer sur leur mètre; corriger les erreurs;
- répéter jusqu'à ce que chaque personne comprenne.

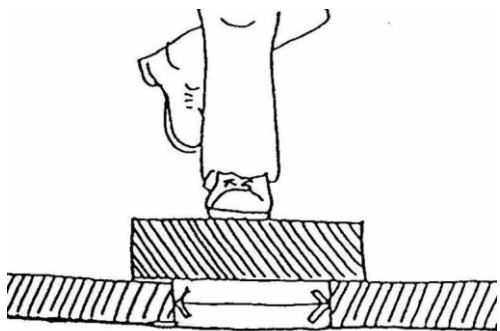
Fiche 3.1 : Convenance des terres

Préparation

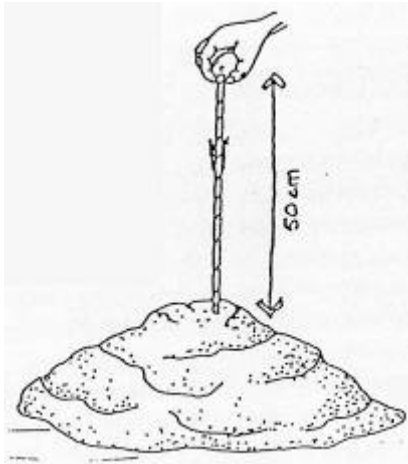
- trouver un maçon expert local et discuter avec lui des avantages et des problèmes des briques en terre;
- identifier et prélever des échantillons (un petit sac plastique par échantillon) de la terre disponible pour la construction, prenez des échantillons de terre indiqués par le maçon local;
- avant la séance, fabriquer une brique avec de la mauvaise terre (ex. trop sablonneuse) et une brique avec de la bonne terre "banco".
- étudier l'état des vieilles constructions locales pour donner des exemples de bonnes et de mauvaises terres.

Démonstration

- expliquer que toutes les terres ne conviennent pas:
 - une bonne terre** produira des briques solides et résistantes;
 - une mauvaise terre** produira des blocs fragiles et friables, ce qui risque d'entraîner des problèmes dans la structure du bâtiment.
- présenter 5 étapes pour choisir de la bonne terre:
 1. examiner des bâtiments existants en terre; prendre de la terre là où l'on a fabriqué les briques pour des bâtiments qui ont visiblement résisté aux intempéries;
 2. consulter les vieux maçons - ils ont souvent une très bonne connaissance des terres pour la construction;
 3. tester les différentes terres (voir fiche 3.4) et fabriquer quelques briques ;
 4. **faire des essais en montant dessus une fois qu'elles sont sèches pour voir si elles se cassent;**
 5. examiner les briques qui sont actuellement produites dans la localité; faire le même essai (**monter dessus**); prendre la terre là où on l'a prise pour fabriquer des bonnes briques.



Fiche 3.2 : Sélection de la terre : le taux d'humidité



Test de la boule

Pour comparer, prenez une boule de terre *humide* dans votre main. Tenez votre bras à l'horizontal. Laissez tomber la boule sur le sol. Regardez comment la boule réagit :

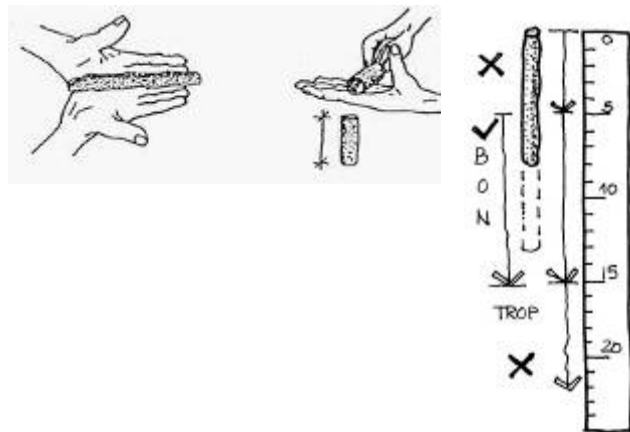
- si elle reste intacte, la terre est trop sèche ;
- si la boule se sépare en beaucoup de petits morceaux, la terre est trop humide ;



- si la boule se sépare en quelques morceaux, c'est bon !

Test du cigare

Montrez ensuite un essai simple pour déterminer si la terre convient pour la confection de briques en terre crue. Pour chaque type de terre :



1. Prenez une motte de l'échantillon humide de terre, assez pour en faire une boule qui remplira la paume de votre main.
2. Roulez la boule entre vos deux mains afin d'obtenir un rouleau de terre de la largeur de votre pouce **et aussi long que possible**.
3. Posez ce rouleau en travers de la paume de votre main gauche.
4. Avec l'autre main, poussez le rouleau lentement pour le faire dépasser du bord de votre main.
5. Quand la partie du rouleau qui dépasse de votre main casse, estimez la longueur du morceau qui tombe.

Les résultats






- la longueur du morceau qui tombe est moins de 5 cm: la terre est trop sableuse.
- la longueur du morceau mesure plus de 15 cm: la terre est trop argileuse.

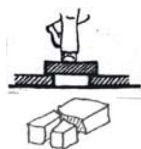
Ces terres ne font pas de bonnes briques. Un morceau d'une longueur d'entre 5 et 15 cm est normalement bon pour faire des briques, mais les morceaux longs peuvent vous donner des briques fissurées.

Fiche 3.3 : Tableau d'analyse des terres

1. Observez les bâtiments en terre dans la localité. Sont-ils en bon état?
2. Demandez où se trouve la bonne terre pour bâtir.
3. Prenez plusieurs échantillons; procédez aux tests suivants en cochant le tableau.

Nom du village/Localité :	No d'échantillon :	Date :
Nom de la carrière :		

Terre No :	Vous avez trois réponses possibles par test; cochez A, B, ou C.				
Prélèvement	A	B		C	
Observation – regarder l'échantillon  Cochez (✓)	très fin et poudreux	Bon mélange allant de gros à fin		fin et grumeleux	
Toucher à sec  Cochez (✓)	pas très rugueux s'effrite facilement	rugueux, facile à écraser		difficile à écraser	
Toucher humide : frotter la terre humide avec le doigt  Cochez (✓)	se désagrège rapidement, colle	s'effrite rapidement, ne colle pas beaucoup		se désagrège lentement, très collant	
Rinçage des mains avec terre humide  Cochez (✓)	difficile à rincer	facile à rincer		savonneux, difficile à rincer	
Additionner le total pour chaque colonne					
Cochez (✓) la colonne avec le score le plus élevé					
	Arrêter, ne convient pas.	Continuer ...		Continuer ...	
Faire le test du cigare sur chaque échantillon Cochez le bon résultat (✓) 		moins de 5 cm	plus de 5 cm	de 5 à 15 cm	15 cm ou plus
		Trop sableux	bon mélange	terre mixte avec risque de limon	trop argileux
		bloc fragile	bon bloc	bloc possible	non utilisable



	Potentiel		oui bon	faire tests de compression	non
	Résultats finals				

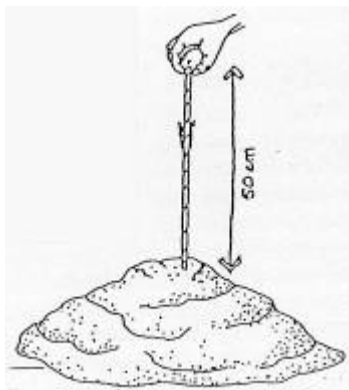
Vérifier vos résultats : faites des briques avec la meilleure terre, et testez-les en montant dessus.

Fiche 3.4 : Production des briques

Présentation

A partir des tests, utiliser des terres qui donnent de bons résultats.

- Si la terre est trop argileuse, on peut ajouter du sable: dans ce cas, répéter encore une fois les tests.
- Si elle est trop sablonneuse, on peut ajouter de l'argile.
- **Parfois on ajoute de la paille, de balles de mil ou de riz, etc. qui servent surtout à réduire l'apparition de fissures dans les briques argileuses, et pour les briques de toit, servent à réduire le poids des briques.**
- **Mais faites attention — les matières organiques attirent les termites; si possible, éviter de les utiliser.**



Essayer de faire des briques sans ajouter de matière organique, et tester les résultats.

Pour confectionner des briques, mélanger de la terre avec de l'eau; la terre doit être trempée pendant au moins trois jours ; chaque jour malaxer le mélange.

La terre doit être bien mélangée, et elle doit avoir une consistance homogène, sans mottes qui ne se sont pas encore désagrégées dans l'eau.

Vérifier la bonne quantité d'eau avec le test de la barre Ø10 avant de mouler les briques.

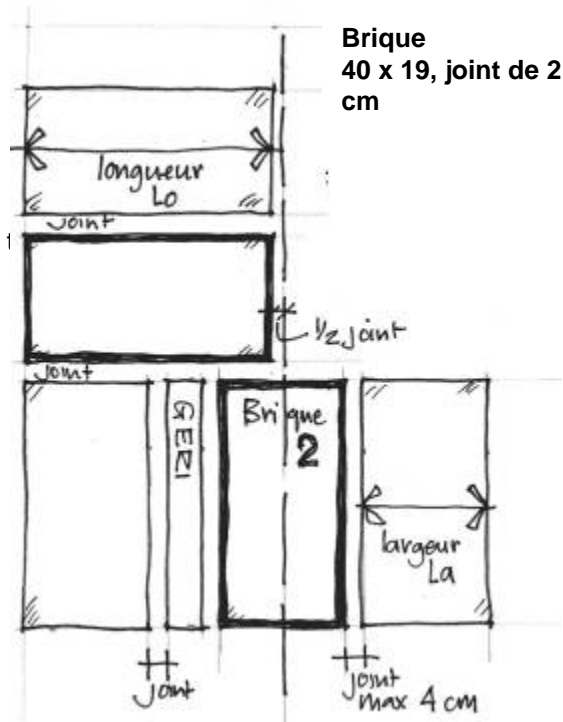
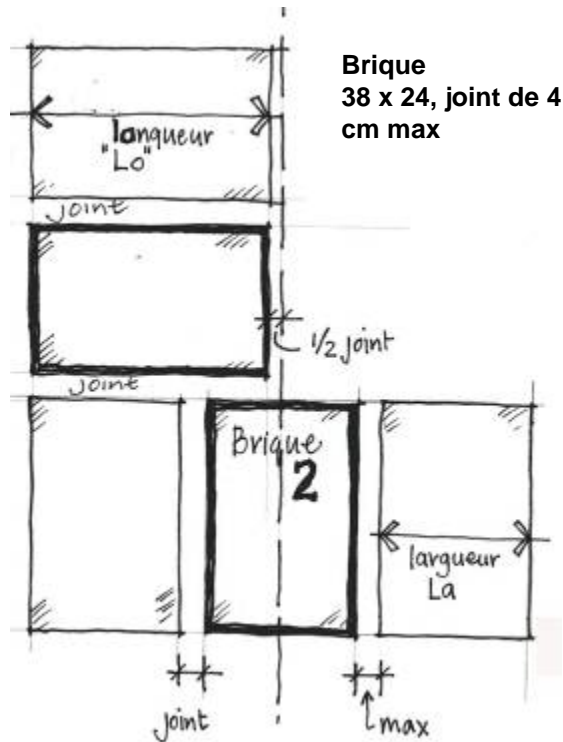
Préparer un terrain plat avec une surface dure pour la fabrication des briques.

Exercices

Demander aux équipes d'identifier de la terre qui à leur avis est suffisamment mélangée et homogène; faites contrôler la qualité – vérifier l'absence de mottes dans ce mélange.

- La qualité de la CSB dépend en grande partie de la qualité des briques et de la façon dont elles sont posées.
- Si les briques sont mauvaises, vous ne pouvez pas obtenir un bon bâtiment.
- Ainsi, il faut toujours vérifier que les briques sont bonnes et qu'elles sont de la bonne dimension.

Fiche 3.5 : Quelles dimensions choisir pour la brique des murs?



Préparation

- Avoir des briques de 38 x 24 x 12 cm
- Et des briques aux dimensions d'environ 40 x 19 x 12 cm

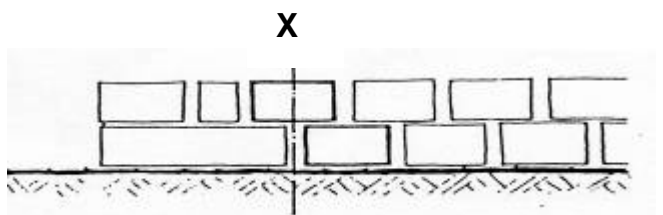
Explication et démonstration

Pour la construction des murs de 40 cm de largeur, la Construction Sans Bois préconise la pose de briques en boutisse dans le mur. Chaque brique est posée à travers la largeur du mur.

Dans l'appareillage, les joints sont centrés sur les briques dans l'assise dessous.

Pour obtenir ce résultat, il faut suivre une règle de base qui est indiquée dans le dessin ci contre.

Le centre de la brique 2 doit toujours tomber sur la ligne X.



Pour poser des briques correctement, vous pouvez travailler

- soit avec une brique de type 'sans geri' dont les dimensions sont proportionnelles, ex. 38 x 24 cm.
- soit avec des briques (par exemple 40 x 19 cm) qui conviennent aussi à la construction des murs de 60 ou 80 cm;

Etudier les configurations différentes, pour comprendre l'appareillage des coins et le choix des briques.

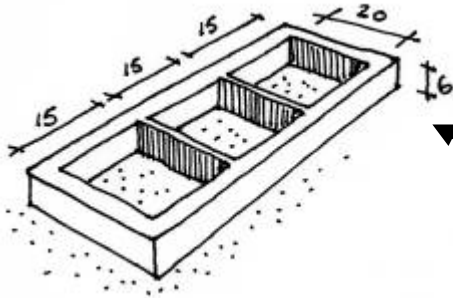
Exercices :

Les équipes pratiquent la pose des briques dans le coin, en sélectionnant des briques correctes parmi un tas de briques mélangées ('sans geri' et modulaire).

Fiche 3.6 : Les moules, et le retrait de la terre dans la moule

Préparation

- Disposer des moules pour les grandes briques et les briques de toit.
- Préparer un moule pour des grandes briques, et confectionner dedans une brique avec une terre argileuse, et ensuite avec une terre sablonneuse.
- *Il est important de pouvoir voir la différence entre les dimensions des deux briques, qui ont pourtant été produites dans le même moule.*



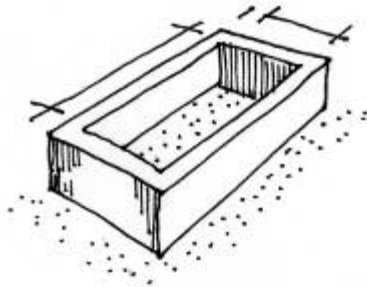
Explication et Démonstration

Choix des moules

Les blocs de terre crues sont fabriqués dans des moules en bois ou métal.

Les moules pour les briques du toit permettent d'en fabriquer trois à la fois.

Les moules des grandes briques sont prévus pour des briques soit de 38 x 24 x 12, soit 40 x 19 x 12 cm. Ne mélanger pas des moules de taille différente pour un chantier.



Le retrait

Expliquer que quand la terre humide séchera, dans un moule, il y aura un retrait : **la brique sera plus petite que les dimensions du moule.**

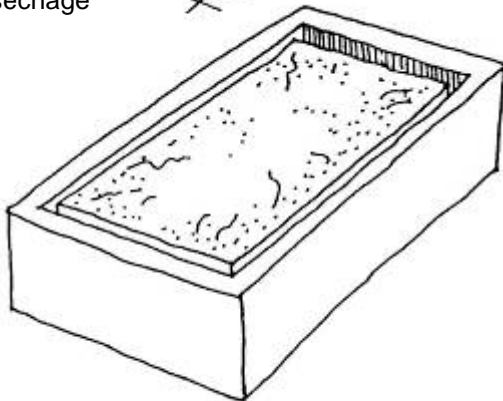
Pour obtenir une brique de 40 cm de longueur, il faut un moule d'entre 41 et 42cm de longueur, selon la composition de la terre. **Le retrait est variable, selon la terre.**

Les dimensions des briques peuvent donc varier d'un endroit à un autre, même si on utilise le même moule. Pour déterminer les dimensions d'un bâtiment, il faut donc déterminer les dimensions des briques qui seront en fonction de la terre locale.

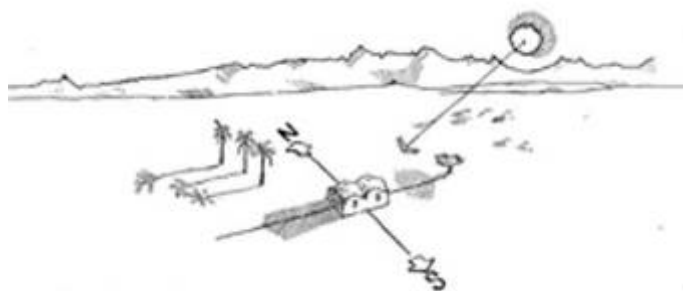
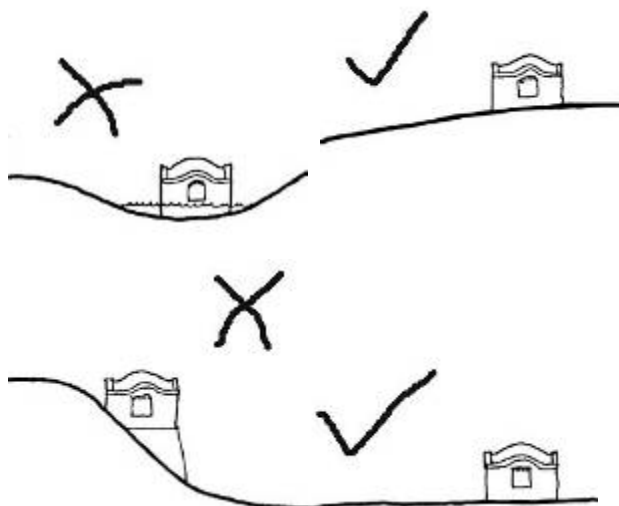
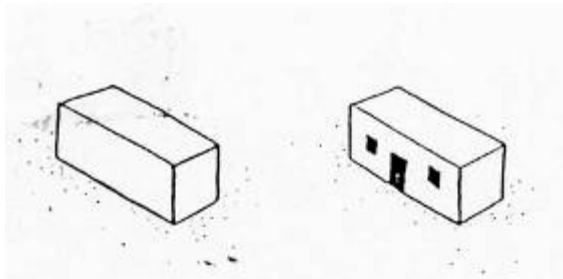
Il faut aussi décider quelle sera la largeur des joints verticaux entre les briques, qui peuvent aussi varier de 0,5 cm à 4 cm, selon les pratiques locales.

C'est pourquoi dans l'implantation des bâtiments il faut respecter les dimensions des briques et des joints pour obtenir un appareillage correct.

Retrait pendant le séchage



Fiche 4.1: Choix de site et d'orientation



Préparation

- identifier (si possible) des mauvais sites: par exemple, avec un risque d'inondation; avec un sol gonflant indiqué par des fissures dans le sol et les bâtiments, etc. Ils sont à éviter !
- chercher des personnes dans la localité qui se souviennent d'inondations et d'autres phénomènes naturels qui peuvent influencer le choix des sites; poser leur des questions.
- préparer une grande brique, sur laquelle il faut marquer (ou creuser) des portes et des fenêtres qui servira de "maison" pour la démonstration;
- identifier des murs et façades érodés par la pluie.

Démonstration

choix de site

- expliquer qu'il faut observer les conditions locales, et choisir le site et orienter le bâtiment en fonction de ces observations, et en fonction de certaines règles de base;
- se référer au dessin ci-contre "le choix d'un site";
- souligner qu'il faut **éviter** :
 - les bas-fonds et les lits des rivières;
 - les zones marécageuse;
 - les sols où on voit des grandes fissures ;
 - les sols très instables, comme les dunes de sable;
- demander aux stagiaires de citer de bons et de mauvais exemples dans la région et rappeler des exemples qui ont été visités.

orientation

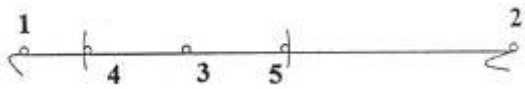
- demander aux stagiaires d'indiquer d'où viennent les vents de pluies et de suggérer des exemples d'une bonne protection contre ces vents;
- utiliser les murs de la concession et des bâtiments pour *montrer* les effets des vents de pluie;
- utiliser la brique avec les 'ouvertures' pour montrer une bonne et une mauvaise orientation: **l'échauffement** et **les dégâts causés par les pluies** peuvent être réduits si le bâtiment est orienté sur un axe **est-ouest**, c'est à dire pour diminuer la superficie des façades exposées à l'est et à l'ouest;
- souligner que la construction d'une maison à quelques mètres du mur de la concession (plutôt que directement sur la rue) améliore considérablement la qualité de vie des habitants et la protection des murs.

Fiche 4.2 : Implantation d'un angle droit

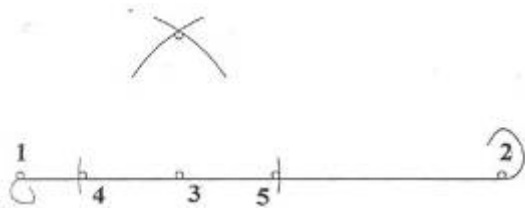
Enfoncer les piquets 1 & 2 pour qu'il soient à une distance l'un de l'autre plus longue que le mur voulu. Tirer une ficelle entre les deux. Enfoncer piquet 3 là où sera le premier coin.



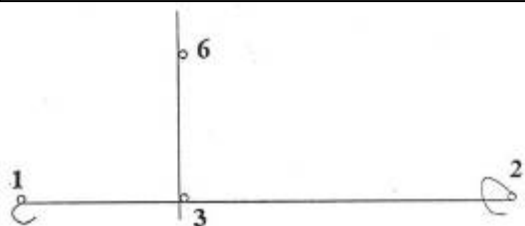
A partir du piquet 3, tracer deux arcs à distance égale de P3. Enfoncer les piquets 4 & 5 où les arcs croisent la ficelle 1 - 2.



A partir de 4, puis de 5, tracer deux arcs qui se croisent sur le sol. Enfoncer piquet 6 là où les deux arcs se croisent.



Tirer une ficelle qui touche et dépasse les piquets 3 et 6. La ficelle doit être tirée plus loin que la longueur du mur voulu.



Préparation

- s'assurer qu'un **terrain plat** est disponible; et amener les piquets, le fil de fer, la ficelle, le marteau et le mètre.
- prévenir les stagiaires qu'il **doivent apporter** leurs piquets, fil de fer, ficelle, marteau et mètre.

Démonstration

FP:

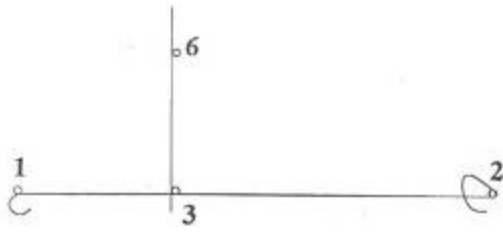
- Expliquer qu'il existe d'autres méthodes pour établir un angle droit, mais que ce système est simple et fiable ;
- **faire une démonstration sur le sol en se référant au schéma ci-contre**
- Suivre les quatre étapes.

Chef d'équipe:

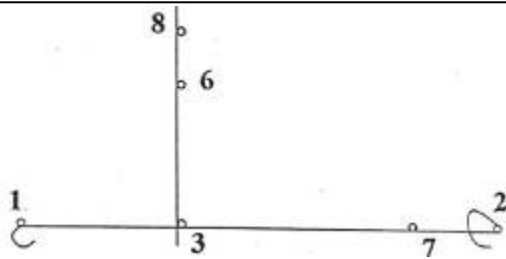
- répéter la démonstration sur le sol avec leurs équipes;
- demander à chaque maçon de son équipe de faire le tracé d'un angle droit sur le sol;
- répéter au besoin la démonstration ;

Cet exercice peut être répété à plusieurs reprises.

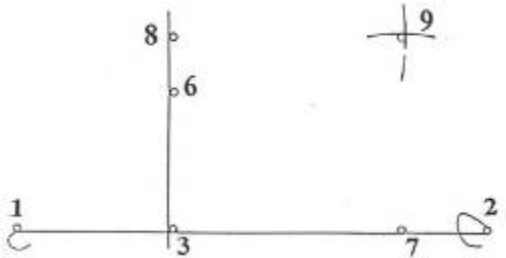
Fiche 4.3 : Implantation d'un rectangle



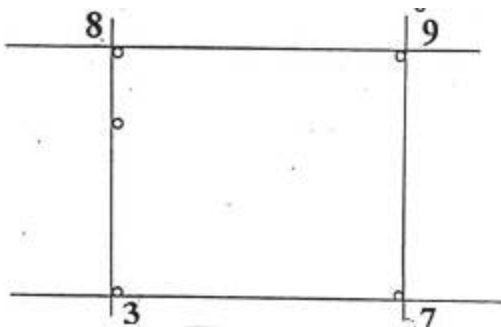
Mesurer à partir de 3 la longueur voulue du mur sur l'axe 3 – 6, et enfoncer le piquet 8. Répéter sur l'axe 3 – 2, pour cette longueur de mur, et enfoncer piquet 7.



A partir des piquets 7 & 8, tracer deux arcs qui se croisent à au point 9. Enfoncer un piquet à ce point 9.



Tirer une ficelle qui touche et dépasse les piquets 8 & 9.



Préparation

- s'assurer qu'un **terrain plat** est disponible; et amener les piquets, le fil de fer, la ficelle, le marteau et le mètre.
- prévenir les stagiaires qu'il **doivent apporter** leurs piquets, ficelle, marteau et mètre.

Démonstration

FP:

- faire une démonstration sur le sol en se référant au schéma ci-contre;
- **vérifier en contrôlant la longueur des côtés et des diagonales.**

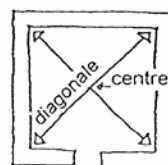
Chef d'équipe:

- répéter la démonstration sur le sol avec leurs équipes;
- faites faire à chaque équipe l'implantation d'un rectangle sur le sol;
- répéter au besoin la démonstration.

Cet exercice peut être répété à plusieurs reprises.

Vérifier les angles, en mesurant les deux diagonales : elles doivent être égales.

Si cela n'est pas le cas, recommencer.



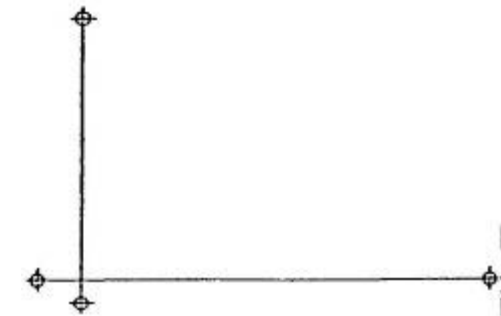
Fiche 4.4 : Implantation d'un rectangle en utilisant des briques pour en déterminer les dimensions

Préparation

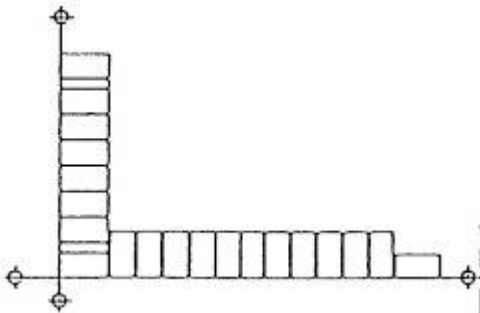
- briques de murs disponibles sur le site;
- prévenir les stagiaires qu'ils doivent apporter leurs piquets, ficelle et marteau;

Démonstration

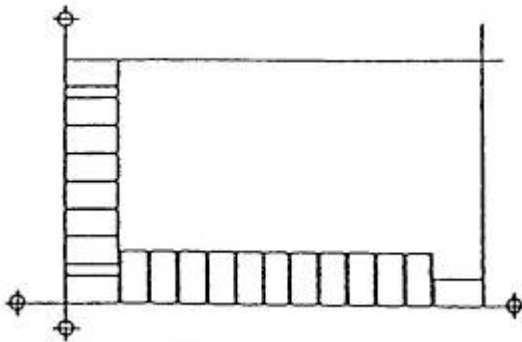
FP:



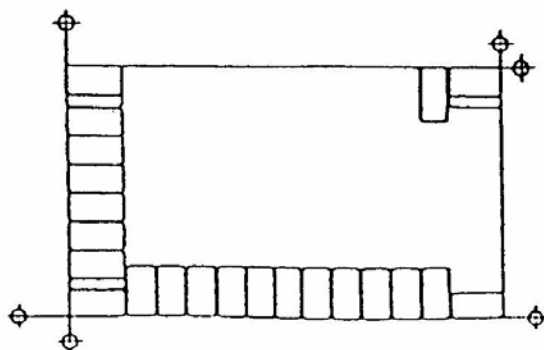
- ← • installer piquets et ficelles pour faire l'implantation d'un angle droit;



- ← • à l'intérieur des ficelles, placer 8 briques en boutisse (avec géri au coin si nécessaire pour assurer l'appareillage correct) sur un axe, et 12 sur l'autre;



- ← • mesurer la longueur des deux murs avec une ficelle;

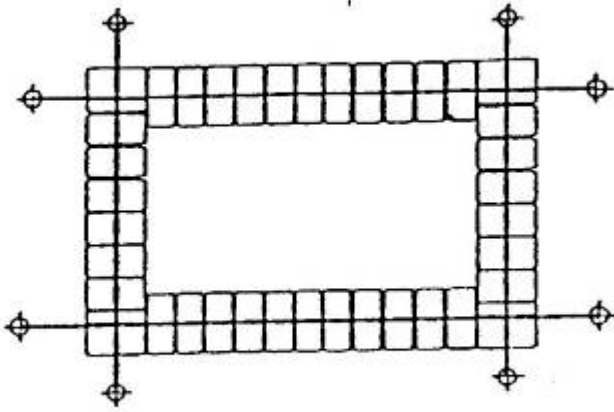


- ← • utiliser ces deux longueurs pour déterminer le quatrième coin;
- poser 3 briques dans le quatrième coin.

Chef d'équipe:

- superviser la répétition de cet exercice par leur équipe.

Fiche 4.5 : Principe des axes



Préparation

- travail basé sur le rectangle tracé dans l'exercice Fiche 5.4

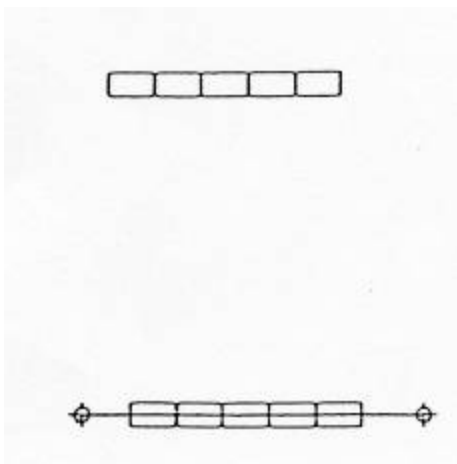
Démonstration

FP:

- expliquer et démontrer que l'axe est une ligne tracée le long du centre du mur ou de la fondation et qu'on l'utilise pour être sûr de **construire le mur au centre de la fondation**.
- L'axe se situe au centre de la largeur du mur.
- Faire l'implantation, et ne laisser à la fin que les piquets des axes.
- Après, mesurer la largeur des fouilles, la largeur des fondations et l'emplacement des briques de mur à partir de l'axe central.

Chef d'équipe:

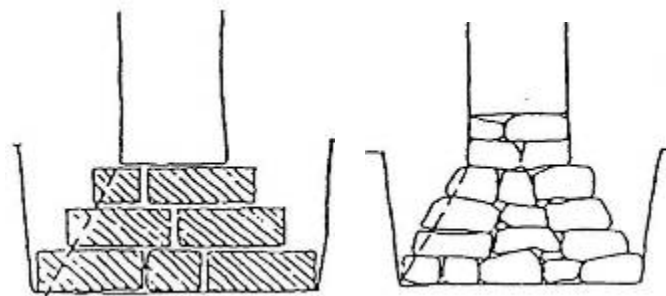
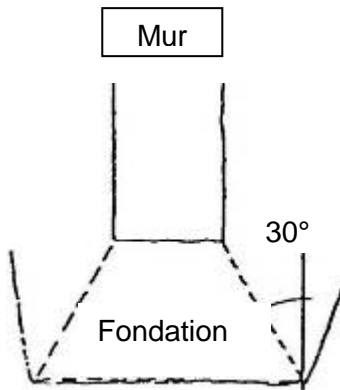
- montrer à son équipe l'implantation de l'axe central;



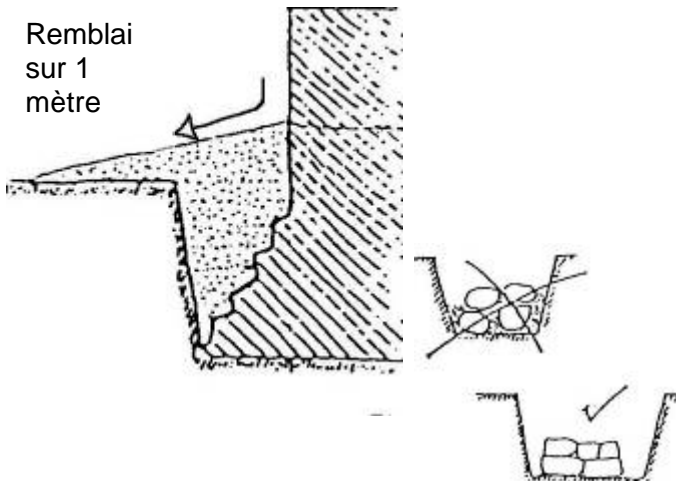
- aligner cinq briques en panerese;
- déterminer le milieu des deux briques à chaque bout (utilisant la moitié de la longueur);
- poser un piquet sur l'axe à chaque bout;
- tirer une ficelle entre 2 piquets (cette ficelle marque le milieu des fondations et les murs);
- faire répéter la démonstration par chaque équipe, sous surveillance étroite.

□

Fiche 5.1 : Choix des fondations



Il est impératif que la fouille à l'extérieur des fondations soit remblayée jusqu'au pied des fondations, avec des couches compactées d'un mélange d'argile sablonneux. Ne remplissez jamais avec des briques, ni du sable ou gravillons - ces matériaux affaibliront les fondations.



Préparation

Préparer une fouille au moins 1,00m de large, et 3,00 mètres de long, et creuser **jusqu'au bon sol** ;

Poser des grandes briques en au moins trois assises, d'une largeur d'environ 0,80m, 0,60m et 0,40m, centrées sur l'axe central du mur.

Explication et Démonstration

FP:

- les fondations sont la **base solide** pour le bâtiment;
- *Montrer* dans la fouille avec des grandes briques, que les fondations **larges** distribuent le poids sur une étendue grande et forment une base stable évitant le tassement du sol. Ceci est très important pour les bâtiments CSB dont la structure lourde exerce des poussées latérales et importantes;
- on doit creuser jusqu'au **sol ferme** et solide – 'le bon sol';
- **ne jamais poser les briques de fondation sur de la terre foisonnée.**
- n'utiliser des fondations en terre que si elles doivent toujours rester sèches; à cette fin faire un remblai en pente au pied des murs pour l'écoulement des eaux.

FP - Expliquer :

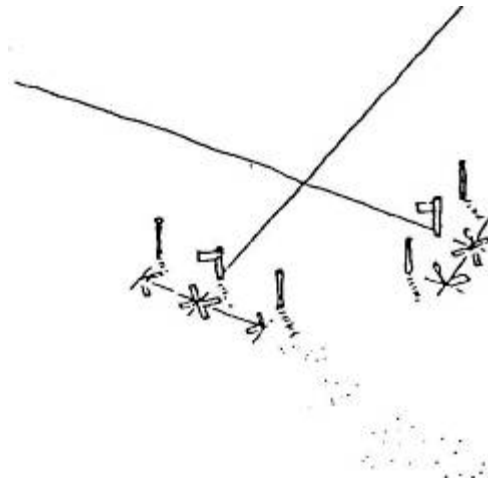
- les fondations en pierres sont très solides (bonne solution si les pierres sont disponibles localement): il faut pouvoir les poser à sec sans utiliser de mortier de terre ou de ciment pour les stabiliser.
- il n'existe pas de fondation standard: il faut choisir **des fondations qui conviennent** aux sols, et aussi à la pluviométrie, aux risques d'éventuelles inondations et au type de bâtiment à construire;
- examiner le comportement des bâtiments et discuter avec les maçons locaux les fondations utilisées dans la localité;

Si des doutes persistent concernant les capacités portantes du sol:

- soit construire de grandes fondations, ce qui coûtera plus cher mais renforcera la solidité du bâtiment.
- soit diviser un grand bâtiment en plusieurs petites unités de deux ou trois pièces;

Chefs d'équipes : Demander à l'équipe de monter des exemples de fondations en respectant la recouvrement des joints.

Fiche 5.2 : Implanter les fondations – creuser les fouilles



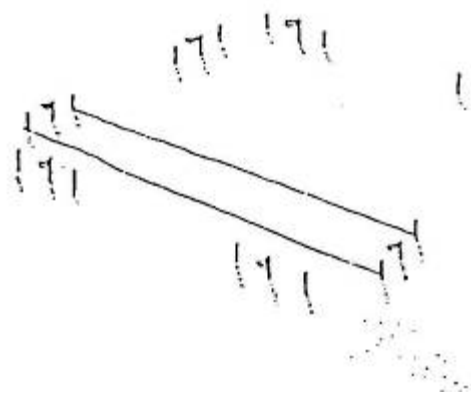
Préparation

Préparer une fouille, comme indiqué à la fiche 6.1. mais sans briques. Poser deux piquets axiaux à un mètre de chaque bout de la fouille. Disposer des piquets, de grandes briques, de la ficelle, et un décimètre.

Démonstration

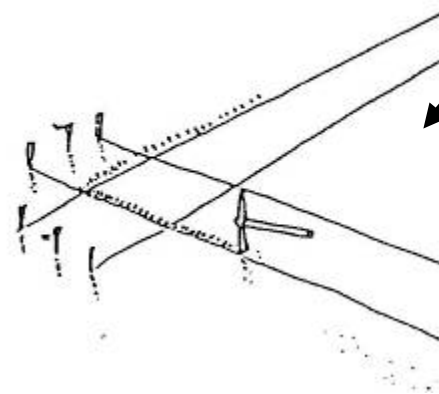
FP

Avant de commencer l'implantation, faite un sondage pour voir la condition du sol et pour déterminer le type de fondation à construire.

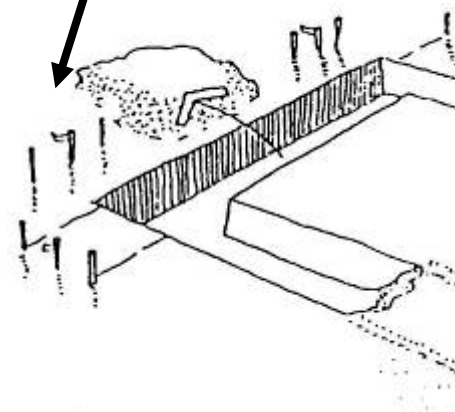


- Expliquer que chaque piquet axial indique le milieu des fondations.
- Déterminer la largeur des fondations, en fonction du sol, et des dimensions des briques.

- Diviser cette largeur en deux pour connaître l'écart par rapport au piquet axial, et enfoncer à côté de chaque piquet axial deux piquets pour marquer les bords de la fondation et le tracé de la fouille.



- Tirer des ficelles entre les piquets opposés : deux par coin.
- Prendre une pioche, et suivre les ficelles pour tracer les bords de la fouille sur le sol ;
- Enlever les ficelles (mais garder les piquets) et creuser les fouilles entre les traces sur le sol.
- Creuser jusqu'au bon sol.



Fiche 5.3 : Le niveau '0.00m' (Zéro)

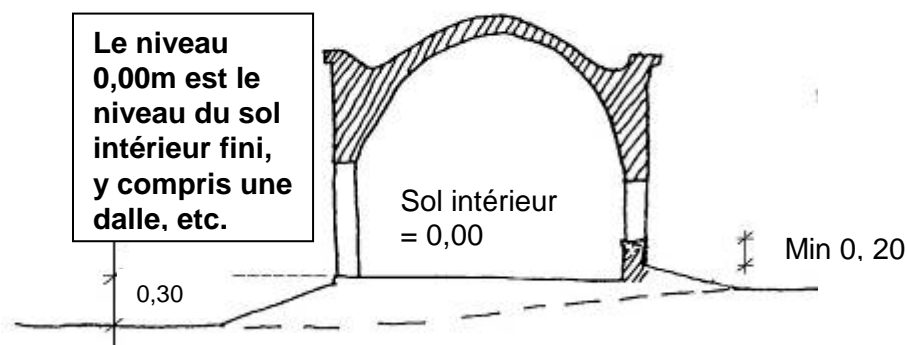
Préparation

Préparer une copie du dessin sur le tableau noir/tableau à papier.

Préparer avec des briques des assises de briques pour indiquer que le niveau 0,00m est au moins 0,30m au dessus du sol.

Explication et démonstration

Montrer sur le dessin :



Le niveau sol intérieur du bâtiment doit être au moins 0,30m plus haut que le niveau du sol devant chaque porte d'entrée.

- Sur un terrain en pente, attirer l'attention sur le fait que l'appui d'une fenêtre doit aussi être à au moins 0,20 m au dessus du sol extérieur adjacent. Si on a besoin de fenêtres très basses, il faut parfois faire remonter le niveau 0,00m intérieur par rapport au sol extérieur.
- Insister sur le fait que la hauteur des toits et leur point de naissance est établi à partir du niveau 0,00m.

Sur le terrain, montrer avec les briques ces niveaux.

- Enfoncer un piquet à quelque mètres des fouilles futures pour marquer la hauteur du seuil de la porte (0,00) – y attacher un chiffon pour permettre d'identifier ce piquet.
- Utiliser cette hauteur pour déterminer les points de naissance des toitures

Chefs d'équipes :

Contre un mur, demander à chaque maçon d'indiquer où se situe le niveau 0,00m par rapport au sol.

Répéter l'explication et l'exercice si nécessaire.

Fiche 6.1 : Les dimensions des briques et des joints qui déterminent les dimensions du bâtiment

Préparation :

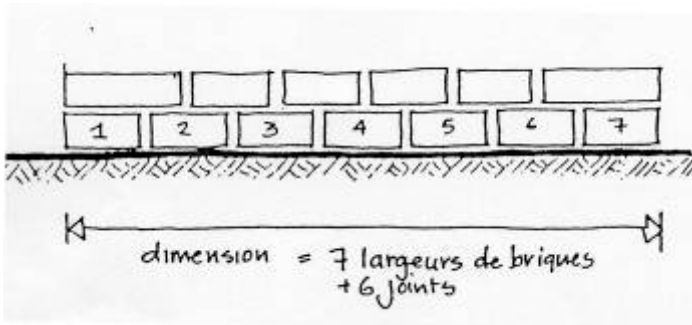
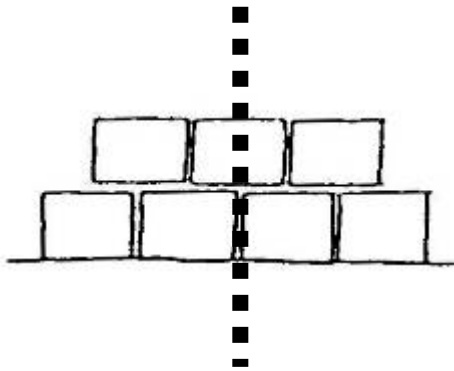
Des grandes briques ; un mètre
Poser deux rangées de briques avec un appareillage correcte.

Explication et démonstration

FP

Expliquer :

- L'appareillage des briques dans les murs d'un bâtiment CSB est d'une grande importance : c'est l'appareillage qui assure la résistance des murs contre les poussées latérales exercées par les voûtes et les coupes.
- Un bon appareillage permet de poser les briques d'une assise correctement.
- **Les briques d'une rangée doivent être centrées sur le joint entre les deux briques de l'assise en-dessous.**
- Pour un bâtiment, toujours conserver les mêmes dimensions de joints et de briques. Pour un bon appareillage, il faut utiliser des briques de dimensions uniformes, et un joint vertical uniforme



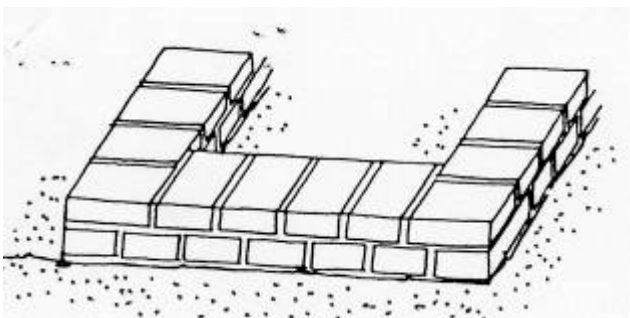
Les briques qui déterminent les dimensions des bâtiments.

- La brique sert comme unité de mesure.
- Etablir les longueurs des murs en fonction d'un nombre de briques + les joints entre les briques.
- Toujours déterminer les dimensions exactes du bâtiment en fonction d'un nombre de briques et de joints dans le mur.

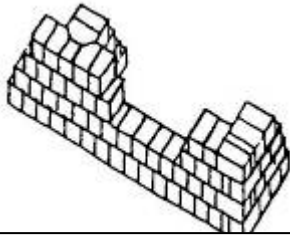
Note :

Si, au contraire, on essaie d'implanter le bâtiment en fonction de dimensions métriques (un nombre précis de mètres et centimètres), il y a de fortes chances que le maçon doive couper les briques pour obtenir les dimensions voulues..... et il n'arrivera pas à faire un bon appareillage.

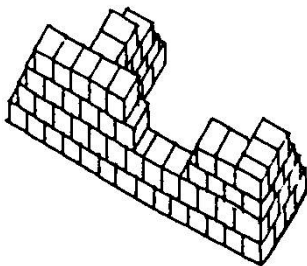
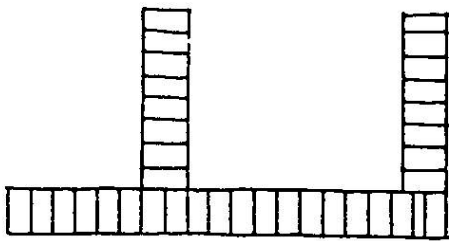
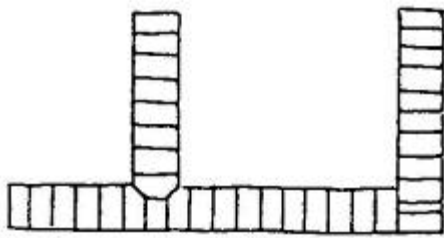
Alors, le bâtiment sera moins solide.



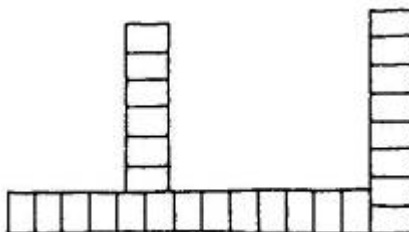
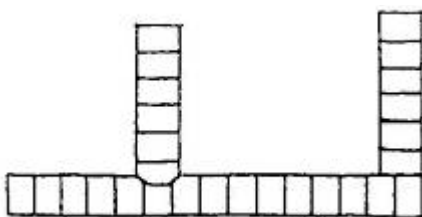
Fiche 6.2 : L'appareillage des briques dans les coins et intersections



Plan des rangées alternées, avec l'emploi des gérés au coins, briques de 40 x 19



Plan des rangées alternées avec briques de 38 x 24



Préparation

- petites briques de maquette;
- briques de mur et gérés (briques de largeur faible) pour la démonstration;
- coupe-coupe pour couper les briques.

Démonstration

FP:

- expliquer que l'appareillage est particulièrement important pour la construction des voûtes et des coupôles qui poussent fortement sur les murs.

L'absence d'un bon appareillage peut provoquer des fissures, et affaiblira les murs : ils ne résisteront pas aux poussées des toits.

- faire la démonstration **des coins et des intersections** en utilisant:
 - une brique de 40 x 18cm (avec géri) et un joint de 4cm ;
 - les briques 'larges' 38 x 24cm (sans gérés) et des joints de 4cm.
- **insister pour que la deuxième brique pleine sur l'assise soit posée centrée sur le joint inférieur** ; cela vous donnera la largeur du géri.
- insister sur la nécessité de poser toutes les briques centrées sur le joint de l'assise inférieure ;

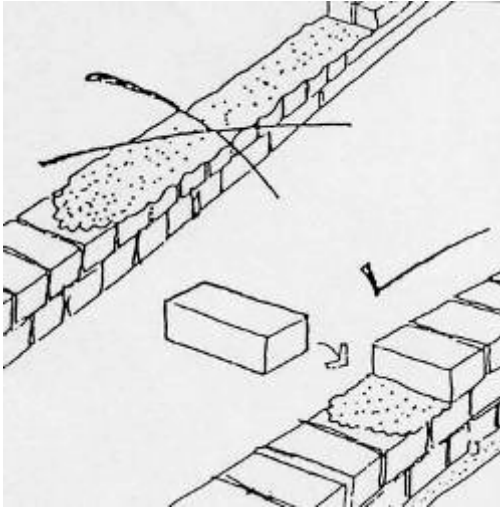
Les équipes des stagiaires, sous la supervision de leur Chef d'équipe:

- s'exercent à ces appareillages en utilisant des briques de murs **posées sans mortier**.
- Vérifier que chaque maçon peut poser des briques de coin correctement.

Fiche 6.3 : Le mortier et la pose des briques

Préparation

- Préparer une assise de briques, sur 3 mètres.
- Préparer des briques, du mortier, de la ficelle et le fil à plomb

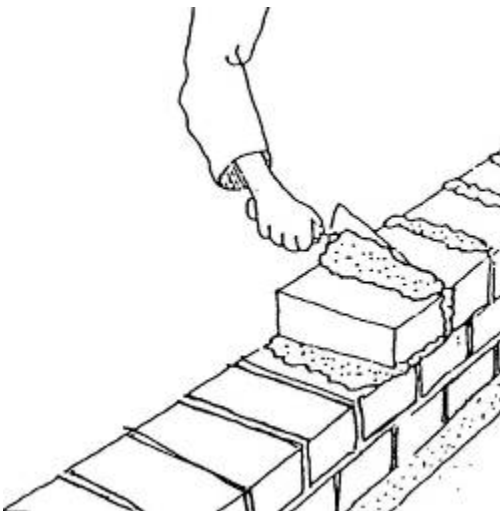


Démonstration

FP

Expliquer et montrer :

- On pose les briques avec un mortier de terre.
- Il faut **éviter** de poser beaucoup de mortier, et en suite revenir pour poser les briques sur plusieurs mètres, car le mortier séchera et il y aura moins d'adhésion entre la brique et le mortier.
- Étaler le mortier sur une longueur d'environ un mètre à la fois.
- Quand il y a des joints verticaux ouverts, il faut toujours remplir le joint avec du mortier. Ces joints ne doivent jamais dépasser 4cm.
- Les joints horizontaux doivent être uniforme et pas trop épais.
- Noter qu'il y a des régions où on pose des briques sans laisser d'espace entre chaque brique.
- Ne jamais mélanger des briques de dimensions différentes.



Fiche 6.4 : Maçonnerie - pose horizontale et verticale des briques

Objectif

Etre sûr que chaque participant sait poser la maçonnerie correctement.

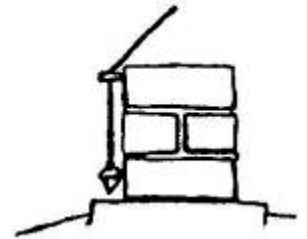
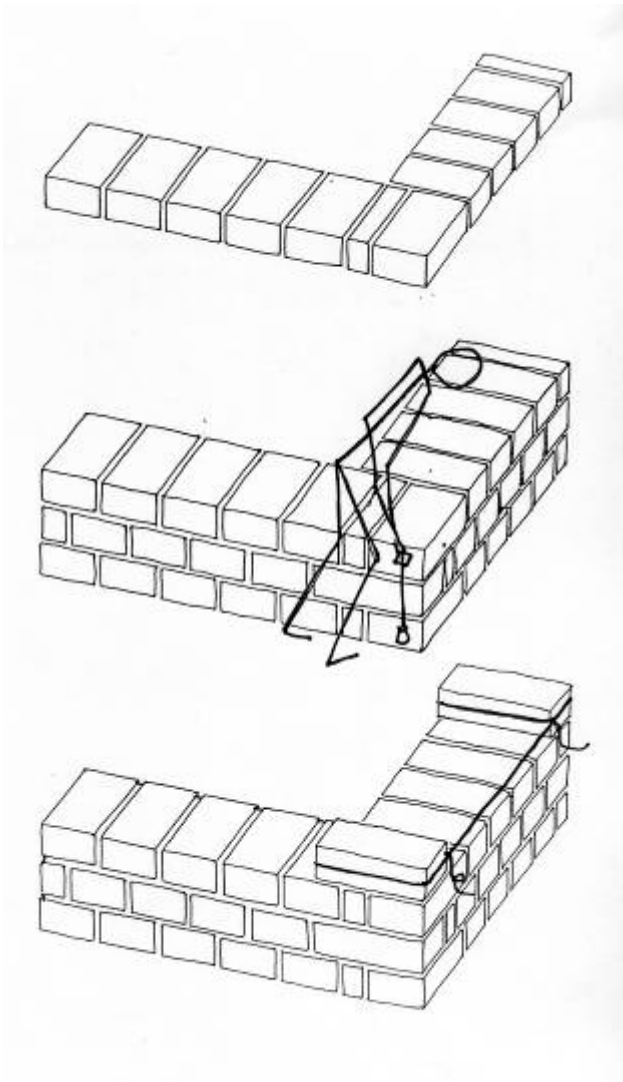
Préparation

- des **briques** de mur disponibles sur le site,
- du **mortier**;
- chaque stagiaire *doit apporter*
 - son **fil à plomb**,
 - sa **ficelle**

Démonstration

SF01 : Coin de pendentif

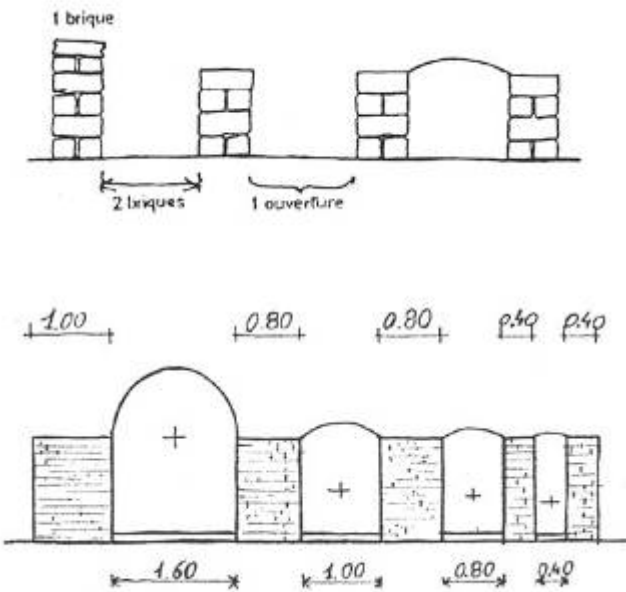
- implanter un angle droit et poser une première assise des briques d'une SF01
- sur la première assise poser les briques du coin et la brique à chaque bout du muret ; vérifier leur bon emplacement et la verticalité du mur à l'aide du fil à plomb;
- souligner qu'il faut toujours vérifier la verticalité en utilisant comme référence **la première assise** en bas du bâtiment;
- tendre une **ficelle** du coin à l'autre bout du muret; suivre la ficelle pour poser les briques ;
- vérifier l'horizontalité d'une assise en mesurant à plusieurs endroits la hauteur à partir de la première assise;
- compléter la rangée suivant la ficelle guide;
- attirer l'attention sur les joints verticaux (max. 4cm), remplis de mortier.
- Monter d'abord les angles



Exercice

Sous la supervision des chefs d'équipe, les stagiaires construiront les SF01, *une structure pour 3 stagiaires*

Fiche 7.1: La forme des ouvertures



{XE "Fiche 4A\ Construction des arcs"}Préparation avant le début du stage SF02: Construire aussi des **petits murets/piliers** en briques, prêts pour s'exercer à la construction des arcs: voir plan et schéma. *Portée = la longueur de deux briques.*
Prévoir **une ouverture entre les piliers** pour chaque équipe de maçons (ex. 32 maçons = 8 équipe = 8 emplacements)

SF03 : Une structure avec un nombre d'ouvertures (sans arcs) équivalent au nombre d'équipes. On va y construire des arcs de taille et de forme différentes. Prévoir une largeur des ouvertures entre 0,40 et 1,60m.

Préparer dans SF03 **deux exemples de coffrages** (avec briques à sec et terre):

- arcs surbaissés;
- arcs en plein cintre (sur l'ouverture de 1,60m).

Construire **un exemple de chaque type d'arc avec petites briques (SF 03):**

- arc surbaissé
- arc en plein cintre

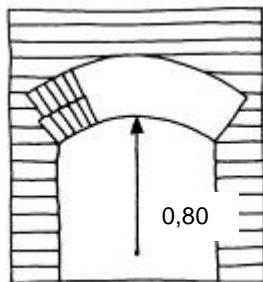
Préparation la veille

- mortier sans cailloux
- briques de toiture et briques de mur
- ficelles (une par stagiaire)
- pointes pour tracer l'arc

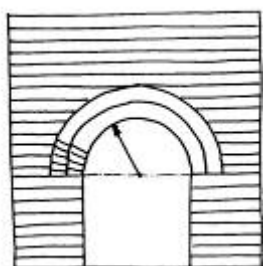
Explication

Avec des arcs on peut construire des ouvertures avec des briques uniquement, sans bois, sans béton ni fer.

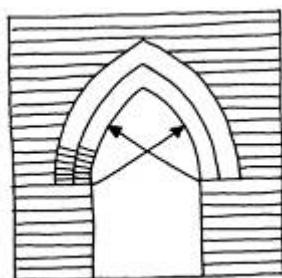
- Le plus souvent deux formes d'arcs sont utilisées:
 - **l'arc surbaissés**
 - **l'arc en plein cintre**
- le coffrage se fait avec deux méthodes:
 - le coffrage temporaire fait de briques à sec et de la terre;
 - le coffrage temporaire fait d'une planche et de la terre.



Arc surbaissé



Arc plein cintre



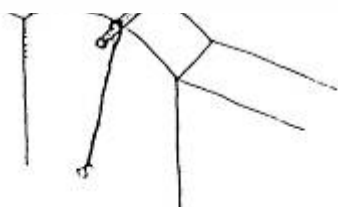
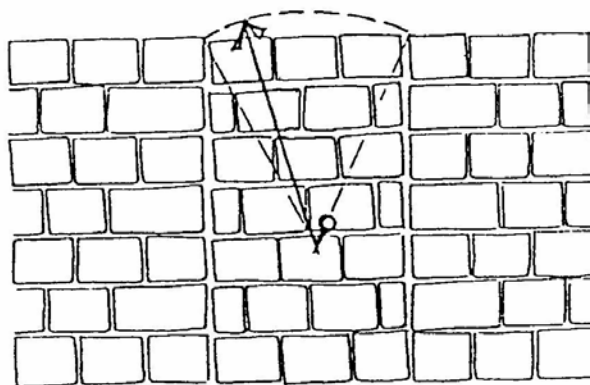
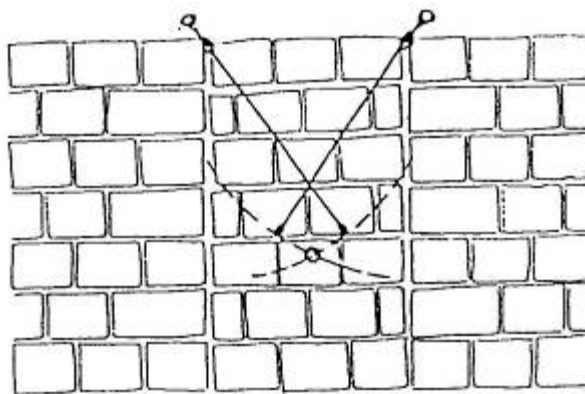
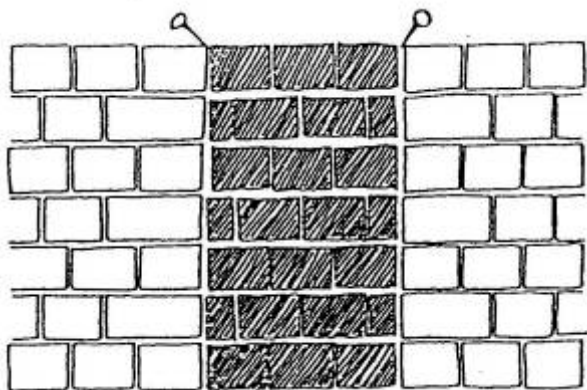
D'autres formes d'arcs sont possibles

Démonstration – FP :

- montrer les deux types de coffrage réalisés avec des briques:
- montrer que la courbe des coffrages est tracée à partir d'un point (pour les arcs en plein cintre ou surbaissé);

- **Construire un arc de démonstration devant les stagiaires.**

Fiche 7.2 : Tracé de l'arc surbaissé : le rayon de 0,80m



Préparation

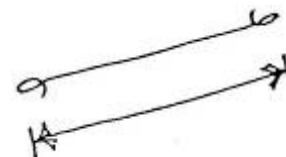
- Une ouverture, remplie de briques de coffrage jusqu'au niveau du point de naissance de l'arc surbaissé.
- 4 points, du fil de fer (5mètres), une barre Ø8 de 60cm.

Démonstration

FP:

Expliquez que cette méthode permet de tracer un arc surbaissé qui est solide, pas trop plat, et qui convient pour des ouvertures de portes et fenêtres normales.

- Sur les deux faces du mur, mettez une pointe au bord de chaque côté de l'ouverture au niveau du point de naissance de l'arc.
- Préparez deux longueurs de fil de fer et faire une boucle à chaque bout (à 80cm de distance l'une de l'autre).
- Sur chaque face du mur, fixez la boucle d'un fil de fer à l'une des pointes.
- Tendre le fil de fer vers le bas, et tracez un rayon marquant le centre de l'ouverture; répétez de l'autre côté, tracez le rayon et enfoncez la pointe dans le coffrage au point d'intersection.
- Attachez le fil de fer à cette pointe centrale: vous pouvez ensuite tracer l'arc surbaissé. Répétez sur l'autre face du mur.
- Pour s'assurer de l'horizontalité du coffrage, fixez une barre de fer aux boucles du haut de chaque côté du mur, et lui faire décrire la courbe du coffrage pour bien niveler sa forme.
- Si votre coffrage repose sur une planche, fabriquez deux jeux de fils de fer, attachés ensemble à un bout. Attachez deux des fils de fer aux deux pointes du haut, ensuite tendre les fils de fer vers le bas (utiliser un poids pour bien tendre ces fils de fer); ensuite, tirez le troisième fil de fer (80cm) vers le haut pour tracer l'arc.



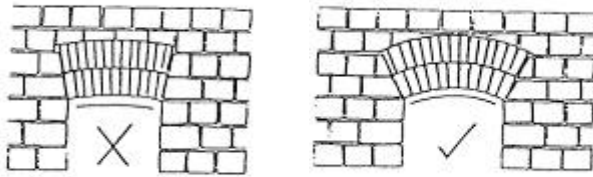
Fabriquez des menuiseries qui correspondent à votre tracé:

- N'oubliez pas de donner ces dimensions à votre menuisier, avec la largeur de l'ouverture, et il tracera le même arc.

Fiche 7.3 : Construction des arcs

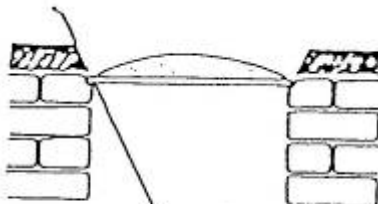
{XE "Fiche 4B\\: Construction des arcs"}**Démonstration et exercice en équipes**
Chef d'équipe:

- montrer à leur équipe les arcs construits sur coffrage; souligner que *l'angle des briques de l'arc est celui du rayon de l'arc*;



- le profil des linteaux ne doit pas être trop plat. S'assurer qu'il y a une bonne courbe. Le Chef d'équipe montrera de bons exemples. Attention: des arcs trop plats risquent d'être moins stables.

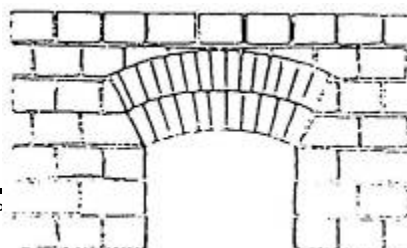
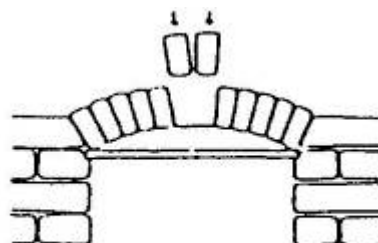
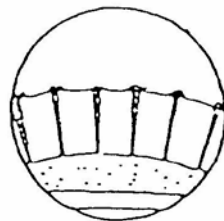
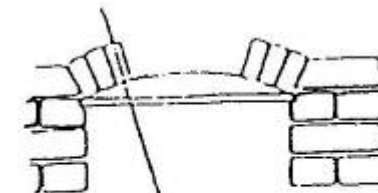
- les poussées latérales de l'arc doivent être reprises par suffisamment de maçonnerie de chaque côté. Sans de tels contreforts les poussées provoquent des mouvements horizontaux pouvant provoquer la chute de l'arc.



Par équipe : Sur la structure SF2, demander à une paire de maçons de construire un arc de 0,80m. Demander à l'autre paire de construire sur SF3+++++ un arc à dimensions différentes.

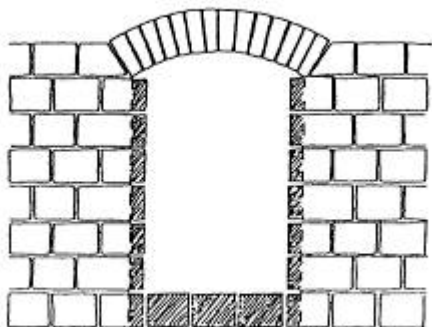
Montrer à l'équipe comment construire un arc;

- utiliser des **petites briques** propres et régulières, pour des ouvertures à dimensions modestes;
- tailler la première brique de chaque côté pour obtenir l'angle nécessaire; cet angle s'aligne sur le rayon de l'arc;
- monter les deux côtés simultanément;
- poser les briques bien plates sur le coffrage et orientées vers le centre de l'arc;
- les briques doivent se toucher en bas et le mortier doit déborder en haut;
- on peut utiliser une ficelle pour vérifier que toutes les briques sont dans le même plan que le mur;
- les deux dernières briques sont taillées au plus juste - *ne jamais utiliser que du mortier pour boucher le dernier vide*;



ATTENTION – SECURITE !! ne pas enlever le coffrage avant qu'il y ait des rangées de briques posées là-dessus. Sinon, l'arc peut tomber.

Fiche 7.4 : Des ouvertures plus large qu'un nombre de briques



Fabriquez une scie à banco avec du fil de fer torsadé et deux manches;



Préparation

- Faites monter, avec des briques posées avec le mortier, une vraie ouverture dimensionnée par un nombre de briques (2 ou 3 briques).
- Avoir une fenêtre avec cadre qui est un peu plus large que l'ouverture
- Préparer une 'Scie à Banco'

Démonstration et explication

Expliquez qu'il ne faut jamais modifier l'appareillage des briques pour obtenir une largeur d'ouverture spécifique.

Si l'appareillage correct des briques donne une ouverture trop petite par rapport au cadre de la menuiserie, vous pouvez agrandir l'ouverture avec une scie à banco avant de construire l'arc au-dessus de l'ouverture.

- Construisez l'ouverture en respectant l'appareillage donné par un nombre de briques exact;
- Tailler l'ouverture aux dimensions voulues avec la scie.
- Construire l'arc au-dessus comme d'habitude.

Faites une démonstration, et laissez chaque équipe essayer avec la scie sur une partie d'un mur ou une brique.

Fiche 8.1 : Principes des poussées

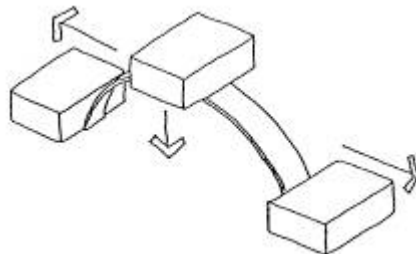
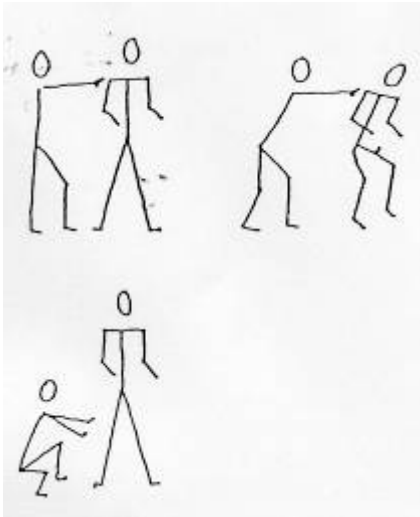
Préparation

- quelques briques;
- longue règle en plastique ou une baguette en bois qu'on peut plier.

Démonstration

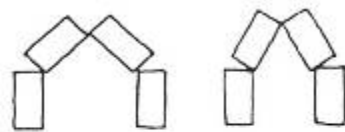
FP:

- rappeler qu'on a déjà parlé des poussées exercées vers l'extérieur par les arcs en parlant de l'appareillage;
- pousser contre un stagiaire pour montrer l'effet des forces horizontales: au niveau de l'épaule; au niveau des genoux;
- faire remarquer l'effet de ces forces sur la position du stagiaire; si on le pousse au niveau des épaules – il est facile à bouger ; mais si on le pousse au niveau des genoux, il reste debout ;



- utiliser une règle en plastique ou une lame ou baguette souple en bois retenue par des briques pour représenter une voûte.

- charger la règle pour illustrer l'effet des poussées.



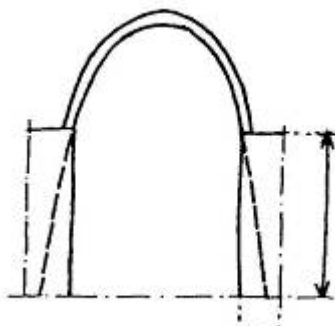
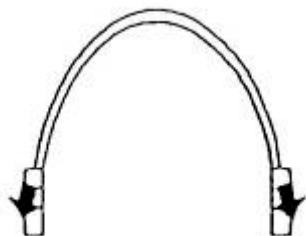
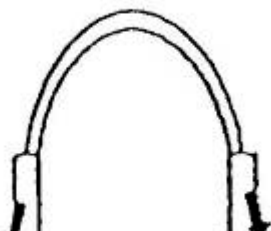
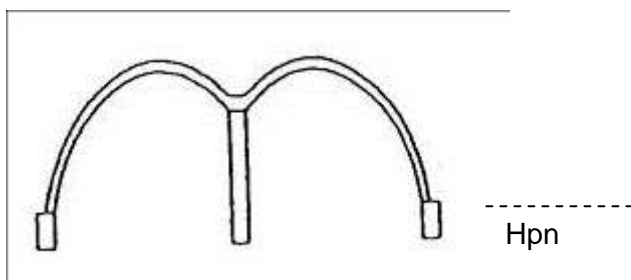
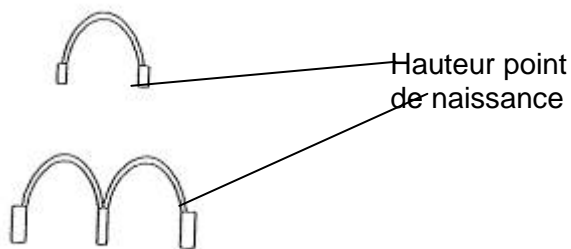
- souligner que la stabilité de ce dernier dépend de l'angle et de la hauteur d'application de la poussée. Illustrer avec des briques – si les briques sont écartées, la structure va tomber.

Cette structure est possible



- Par contre, si on peut transférer les forces vers le sol, la structure résistera.

Fiche 8.2 : Point de naissance



On peut baisser la
a Hpn (Hauteur
point de naissance

On peut varier l'épaisseur du
mur

Préparation

- construire un des démarrages de voûtes sur SF05;
- construire le coin d'un pendentif avec le guide mobile en place

Démonstration

FP:

- la hauteur où commence la voûte sur les murs latéraux est appelé le **point de naissance de la voûte**. C'est toujours le côté bas de la voûte pleine qui indique le point de naissance.
- le haut du tuyau du guide mobile se situe au **point de naissance de la coupole**.

Points clés

- pensez aux poussées latérales:
plus le point de naissance est haut, plus cette force des poussées latérales exercées par le toit risque de renverser les murs;
- **de même, plus une coupole ou une voûte est grande, plus les forces qu'elle exerce sur les murs sont grandes;**

Dans ces deux cas, il faudra:

- garder le point de naissance (Hpn) le plus bas possible;
- penser à utiliser deux toits adjacents comme des contreforts, pour égaliser les forces des poussées latérales;
- si les deux options ci-dessus ne sont pas possibles, construire des murs plus épais; (des murs épais peuvent être percés par des alcôves et des ouvertures pour faire des économies de matériau dans la structure).

Fiche 9.1: Formes de base de coupoles

Préparation

- 3 hémisphères (des grandes boules coupées en deux) en terre sablonneuse humide;
- couteau.

Démonstration

FP:

Utiliser les hémisphères pour démontrer que la forme de la coupole ne change pas, mais que c'est la position des murs qui change, et peut donner des effets différents:

1. Montrer une coupole ronde, comme sur une pièce ronde.

2. Ensuite, couper une des hémisphères pour montrer la même coupole sur une base carrée et ensuite, couper une autre boule pour montrer la base rectangulaire;

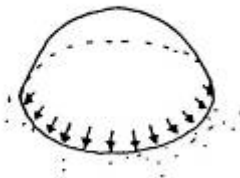
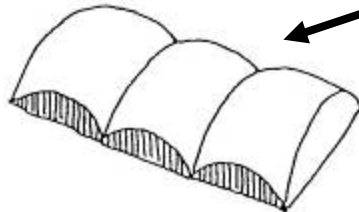
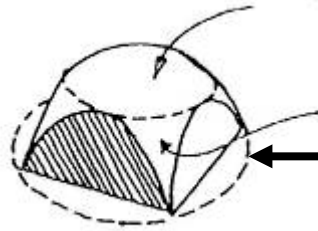
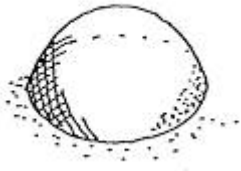
Souligner que c'est la stabilité qui dicte la forme qui pourra être construite - **les poussées de la toiture doivent être reprises par les murs ou par un toit adjacent,**

- avec les boules de terre coupées, faire une démonstration d'assemblage de deux coupoles, et un assemblage de trois coupoles.

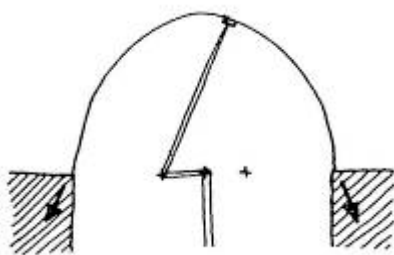
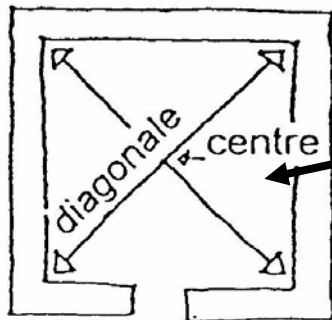
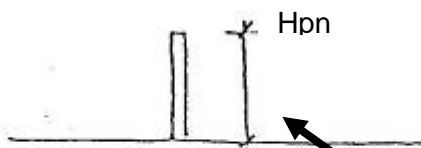
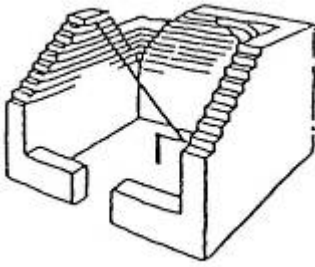
- avec la boule coupée pour faire une base rectangulaire, montrer que la partie de la coupole qui descend entre deux murs dans un coin s'appelle le pendentif. Il permet de construire des coupoles rondes sur des bases rectangulaires.

Quelques conseils:

- la forme ronde est bien résistante car les charges sont également réparties sur les murs; il n'y a pas de concentration de forces dans les coins;
- les coupoles sur base carrée poussent davantage vers les coins: il faut donc prêter une attention particulière à l'appareillage des coins;
- par mesure de sécurité éviter de couvrir avec coupoles les pièces rectangulaires très étroites et longues, sans que *les poussées soient reprises par un toit adjacent* ou que les murs latéraux soient très épais.



Fiche 9.2 : Guide mobile



Préparation

- Un guide mobile
- Le coin d'une pièce avec des rangées de petites briques posées à l'aide du guide mobile ; et le guide mobile en place.

Explication

FP

Mettez vous à côté du guide mobile et de la structure de formation.

Montrer que le guide mobile sert à positionner exactement chaque brique dans la coupole.

- Le guide donne la position de la brique par rapport au centre du pièce ;
- Le guide donne l'angle d'élévation de chaque brique ;
- Le guide donne l'alignement de chaque brique.

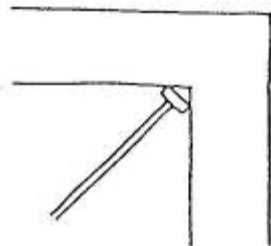
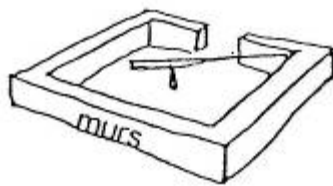
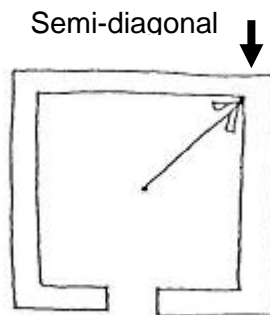
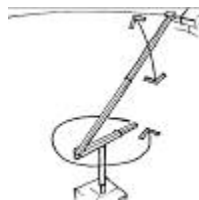
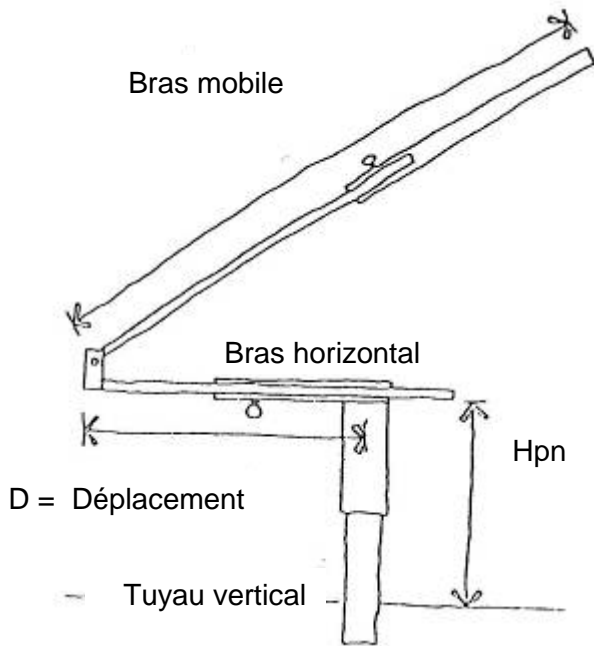
Le guide mobile tourne autour d'un tuyau central, , situer à la hauteur équivalent de la Hpn, et dans la majorité des cas, au centre de la pièce.

Le guide mobile est prévu pour construire des coupoles d'une forme un peu pointue, car cette forme sert à mieux canaliser les forces dans le toit vers le sol.

Dans l'absence d'un guide mobile métallique, on peut construire des coupoles à forme hémisphérique à l'aide d'un fil de fer attaché à un poteau central, mais la forme de ces coupoles augmente les poussées latérales. Ici il n'y a pas de déplacement.



Fiche 9.3 : Ajuster le guide mobile



Préparation

Obligatoire :

- **SF01** développée (4 assises), avec des piquets pour marquer les trois autres coins d'une 'pièce' imaginaire. Situer le guide au centre.

Démonstration

FP:

montrer le guide mobile et expliquer:

- qu'il faut ajuster le tuyau vertical (H) pour le fixer au niveau d'un point de naissance (**Hpn**) voulu;
- qu'il faut ajuster **le bras horizontal** du guide mobile afin que **le déplacement (D)** soit égal à **1/3 de la distance entre le centre et le coin de la pièce** (soit la moitié de la diagonale de la pièce, qu'on appelle **la demi-diagonale**); ou 1/3 du rayon pour une pièce circulaire. Pour obtenir cette distance, mesurer du centre au coin avec un fil, et le plier en trois.
- une fois le déplacement ajusté, ensuite ajuster le **bras mobile** du guide mobile de façon à ce que, **à l'horizontal**, il atteigne le coin (pièce rectangulaire).

Vérifier les ajustement : le bout du bras devrait toucher chaque coin. S'il ne touche pas, c'est que le poteau soit n'est pas au centre, soit n'est pas vertical.

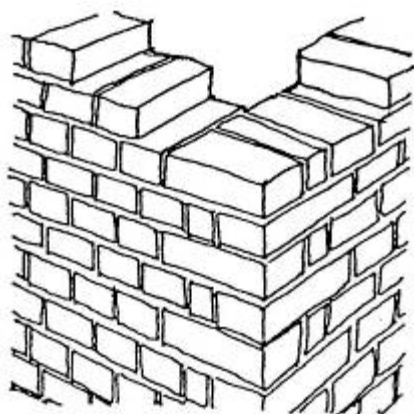
Pour une pièce circulaire, le bras atteindra le rayon du cercle.

Exercice :

1. Les équipe : établir d'abord un rectangle 4 mètres sur 4 dont le coin en maçonnerie fait partie, les autres coins marqués par des piquets.
2. Situer le guide mobile au centre du rectangle, à l'aide des diagonales.
3. Ajuster la hauteur du poteau central :
4. Ajuster le bras horizontal avec son déplacement ;
5. Ajuster le bras mobile ;
6. Vérifier que les ajustements soient corrects.
7. Répéter pour une maîtrise parfaite.

Fiche 10.1 : Construction et forme des murs sommiers

Démonstration



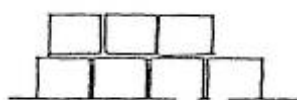
FP:

expliquer et montrer:

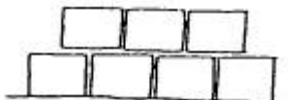
- L'assise de la coupole est taillée dans et sur les murs sommiers ;
Le guide mobile donnera le tracé des parties à tailler.

Avant de commencer, il faut faire monter les murs sommiers et les coins en maçonnerie normale.

- **les murs dans les coins doivent être construits plus haut que le point de naissance, soit 8 à 10 rangées de briques au dessus de la Hpn**

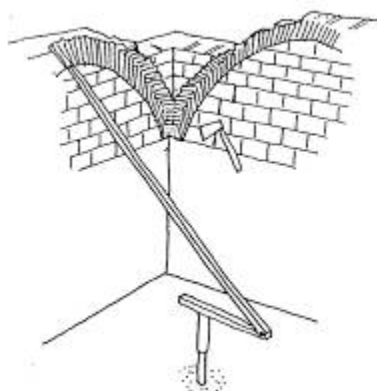


Mauvais appareillage



Bon appareillage

- **vu de l'extérieur, l'appareillage des briques dans le mur sommier doit toujours être parfait ;**



- **ensuite l'emplacement pour les briques du pendentif sera taillé dans le coin du mur et sur le mur sommier.**

Dans la partie haute du mur sommier, tailler la face intérieure à l'angle exact indiqué par le guide mobile.

Exercice

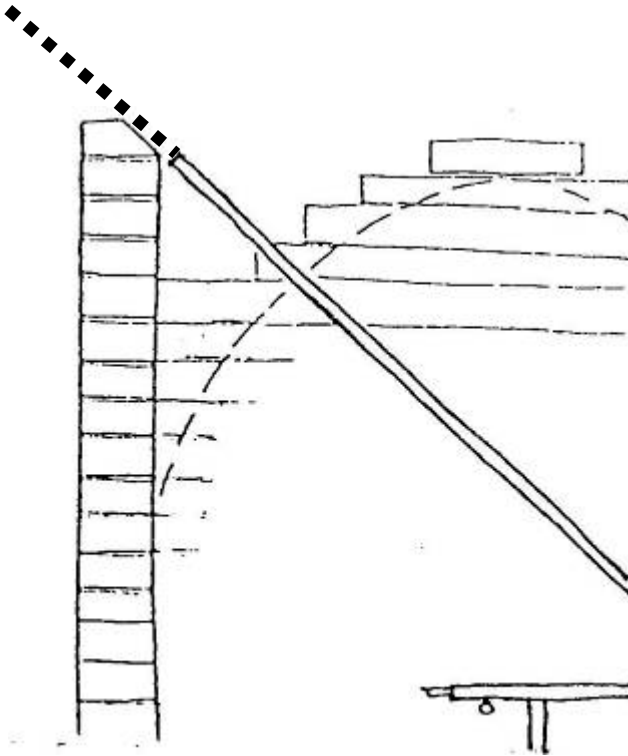
- chaque équipe suit les fiches 10.5 à 10.8 sur la structure SF01.

Le guide mobile sert à indiquer où tailler uniquement les briques qui vont recevoir le pendentif. Une erreur fréquente est de poser les briques des murs en utilisant le guide mobile pour indiquer la position de chaque brique. Il en résulte un mauvais appareillage et des joints verticaux superposés dans les coins.

Attention: Beaucoup de maçons font un mauvais appareillage des briques dans le mur sommier.

Cette pratique est dangereuse. Il faut insister pour que les règles ci-dessus soient respectées.

Fiche 10.2 : Tailler l'appui des briques pour le pendentif

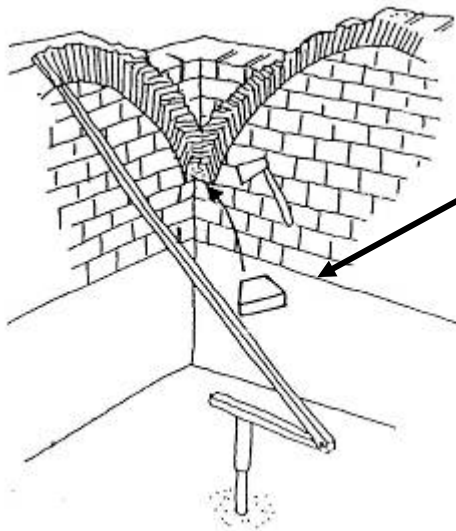


Préparation

- un guide mobile et une hache par équipe;
- Les briques dans le coin sont montées sur une structure de démonstration, pour permettre au FP de faire une démonstration de la taille de l'assise du pendentif.

Démonstration

- le guide mobile détermine la forme des murs sommiers et les parties à tailler : avec le bout du guide mobile, tracer sur les deux murs sommiers, jusque dans le coin, la forme de l'assise du pendentif à construire.
- Avec une hache, tailler dans les briques du coin l'espace pour poser la première brique du pendentif. Respecter l'angle.
- Ensuite, suivant le tracé du guide, tailler les murs sommiers pour recevoir les petites briques de coupole.



- Noter que le pendentif doit démarrer par une brique entière quelques assises plus haut que le point de naissance, au niveau ou l'écart entre les deux tracés est entre 15 et 20 cm.
- Ensuite, utiliser le guide pour donner l'angle d'élévation des briques ;

Exercice

Faites répéter ces étapes par chaque équipe, et surveiller avec beaucoup d'attention.

Fiche 10.3 : Pose des briques de toit - pendentifs

Préparation

- Maquette de base de la coupole pour la démonstration
- **SFO1, avec l'assise des briques du toit taillée dans les murs sommiers,**
Prévoir un coin par équipe;
- briques de murs et de toiture;
- mortier.

Démonstration

FP et ensuite Chef d'équipe:

- rappeler que le bras du guide vous donnent l'emplacement exact de chaque brique dans la coupole, c'est à dire l'angle de chaque brique (qui est alignée sur le bras) et la distance de chaque brique par rapport au milieu de la coupole;

•

Poser une première grande brique entre les deux murs sommiers, à l'aide du guide.

- Ensuite poser les autres rangées avec des petites briques.

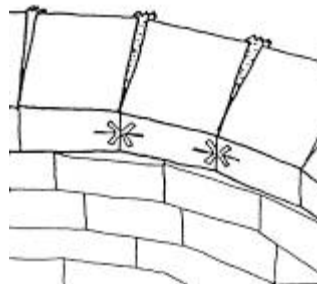
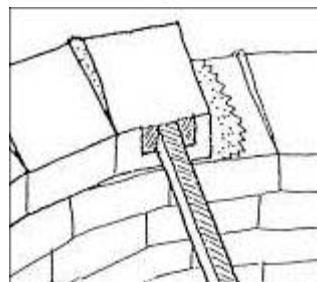
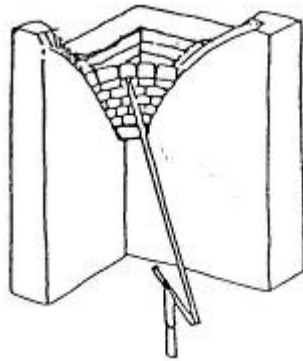
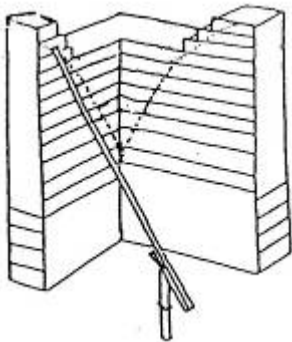
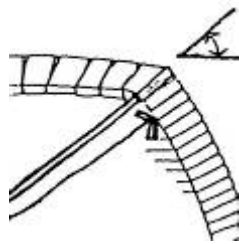
•

insister sur les points suivants relatifs à la pose des briques de toit:

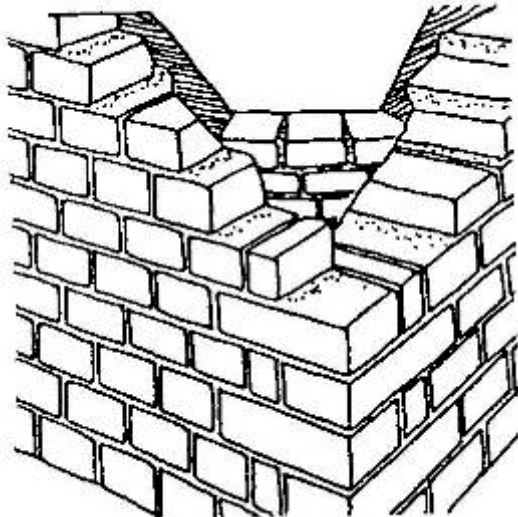
- le mortier doit déborder des joints quand on pose une brique;
- les faces internes de briques adjacentes doivent se toucher;
- les briques doivent être taillées de façon à ce que chaque cercle de briques soit horizontal.

Exercice

Chaque équipe assistée par son Chef d'équipe dispose d'un coin pour s'exercer sur la construction d'un pendentif.



Fiche 10.4 : Remblayage derrière le pendentif



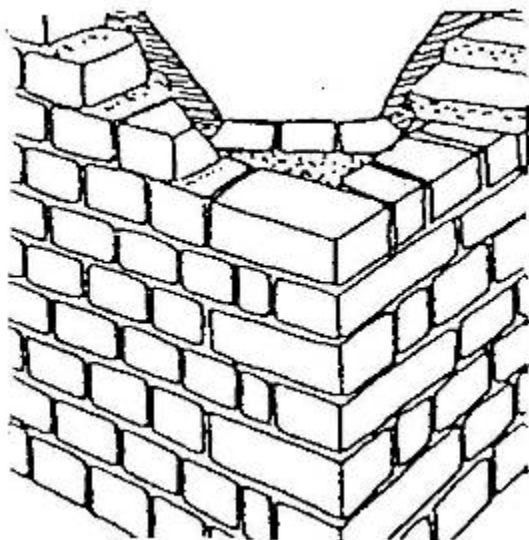
Préparation :

Préparer un mélange humide de terre assez sableuse (avec le moins d'eau possible);

Démonstration

FP

Expliquer que l'espace entre les briques du pendentif et les briques du coin du mur (derrière) doit être rempli avec un remblai compacté.



Démontrer le Remblais

- utiliser un mélange humide de terre assez sableuse (avec le moins d'eau possible);
- compacter par plusieurs couches minces, de 5 centimètres d'épaisseur;
- compacter chaque couche avec une dame ou un pilon;
- prendre garde en damant de ne pas frapper trop fort au point de secouer les murs.

Le remblai doit être très dur quand il est sec, mais sans fissures.

Si le remblai s'enlève quand on le frotte, changer de terre pour un mélange plus ou moins sablonneux, selon le cas.

Exercice

Demander à chaque équipe de remblayer derrière le pendentif. Contrôler le travail pendant son exécution, et ensuite le lendemain matin pour vérifier sa qualité.

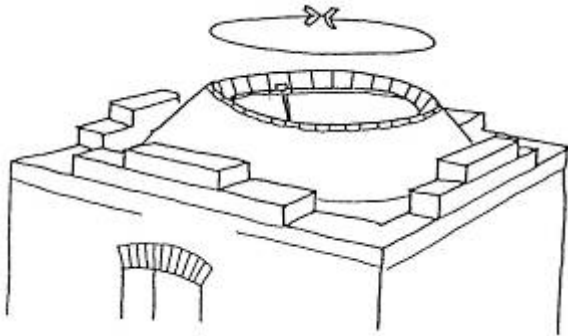
Fiche 10.5 : Monter les rangées dans la coupole

Préparation

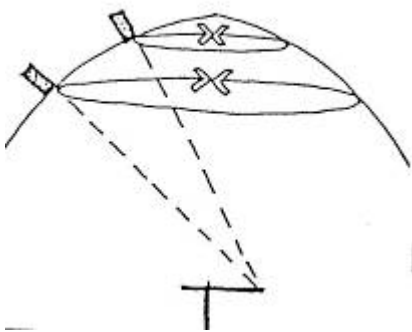
Si possible, trouver un exemple d'une coupole terminée, avec les rangées apparentes.
Sinon, utiliser les dernières rangées dans un des pendentifs construits dans le stage

Explication et démonstration

FP



Souligner que les briques doivent être taillées de façon à ce que les assises soient horizontales.



Montrer sur les exemples (coupole existante ou pendentifs) qu'une des difficultés dans la coupole est de garder l'alignement horizontal de chaque rangée circulaire de briques de la coupole.

Il faut faire attention que les briques soient de dimensions uniforme et alignées correctement.

Exercices

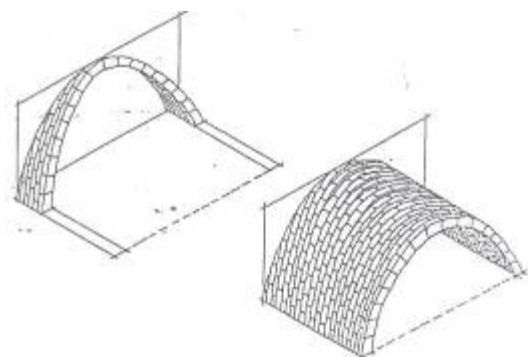
Surveiller la construction des coupoles par chaque équipe sur les vrais chantiers liés au stage.

Fiche 11.1 : La voûte



Présentation

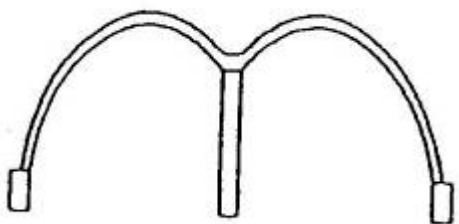
La voûte est adaptée à la couverture des pièces rectangulaires, et si besoin, des pièces longues.



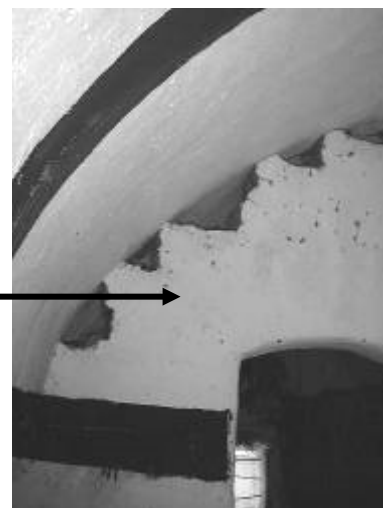
Comme la coupole, la voûte est construite sans coffrage.



Elle permet de construire des bâtiments économiques, simples et de faible hauteur.



On peut mettre une partition à l'intérieur d'une pièce voûtée, pour en faire deux chambres – par exemple, une chambre et une anté-chambre. Et vous pouvez construire deux voûtes, l'une à côté de l'autre



Fiche 11.2 : Tableau de correspondance entre la portée d'une voûte et la hauteur maximum pour le point de naissance

Présentation:

Expliquer le tableau :

Le tableau ci-dessous présente la **hauteur** maximum pour le **point de naissance** (Hpn) d'une **voûte** par rapport à la portée (largeur) de la voûte.

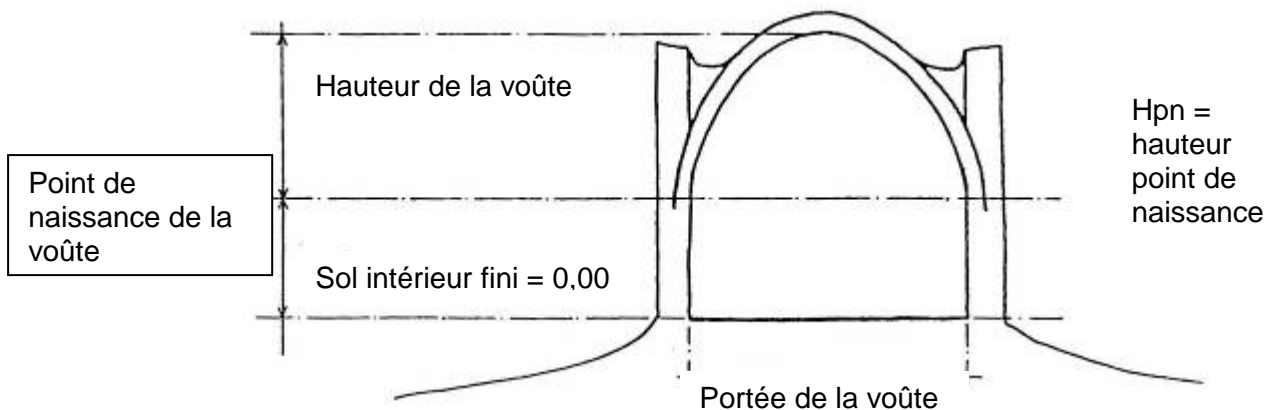
Plus la voûte est large, plus il faut baisser le point de naissance.

Sur les dessins, **Hpn** = Hauteur point de naissance

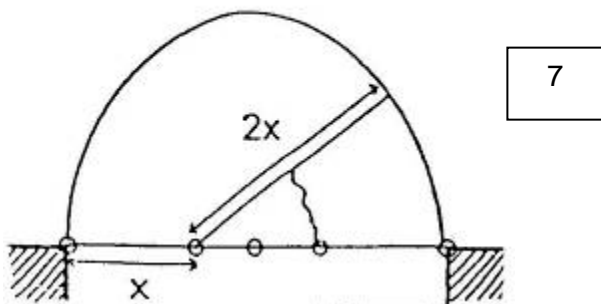
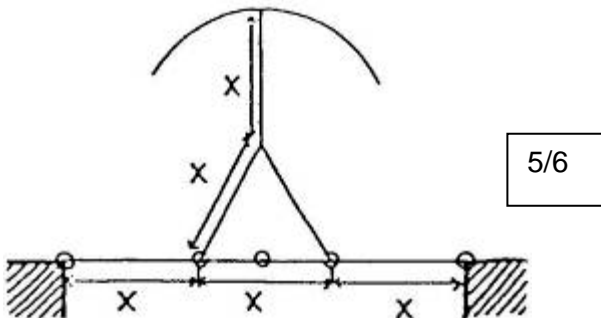
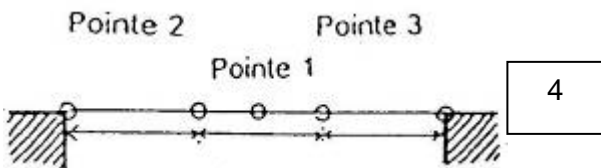
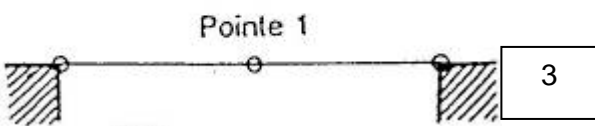
Le tableau donne la hauteur **Hpn** pour des murs de 40 cm et pour des murs d'environ 60 cm.

Ces chiffres sont valables pour une voûte dont la hauteur fait 62% de sa portée.

Chiffres pour une voûte à 62% de sa portée							
Portée de la voûte	Mètres	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Point de naissance maximum pour un mur de 40cm	Hpn ≤	2,00	1,60	1,40	1,20	1,10	1,00
Point de naissance maximum pour un mur de 60cm	Hpn ≤	3,70	3,35	3,00	2,75	2,50	2,10



Fiche 11.3 : Tracé de la voûte



Préparation

- murs disponibles pour démonstration et exercices;
- ficelle
- 3 pointes et fil de fer.
- 1 ensemble de fil de fer pour chaque équipe de maçons.

Démonstration

FP:

Explication:

Le tracé de la voûte normale est très simple. Il faut suivre les étapes suivantes:

1. Fixez deux pointes, un de chaque côté de la voûte future au niveau du point de naissance;
2. Tirez une ficelle entre ces deux pointes et l'attachez aux deux pointes.
3. Avec une autre ficelle, mesurez la largeur de la voûte; ensuite, pliez cette ficelle en deux pour situer le centre de la voûte. Plantez-y la **pointe 1**.
4. Avec la ficelle, mesurez encore la largeur de la voûte. **Pliez cette ficelle en trois**. Utilisez cette longueur pour mettre des deux points marquant un tiers de la largeur. Mettez-y les **pointes 2 et 3**. Vérifiez qu'elles sont à distance égale du point central (pointe 1).
5. Fabriquez trois fils de fer, dont la longueur nœuds compris à chaque bout de chaque fil de fer est égale à un tiers de la portée de la voûte.
6. Attachez un fil de fer à chacune des pointes 2 et 3.
7. Tracez la voûte. Les fils de fer vont vous donner sa forme et sa hauteur.

Démonstration

- faire la démonstration du tracé d'une voûte de 2,00m de portée (en se référant au diagramme);
- faire une deuxième démonstration avec une largeur (portée) différente

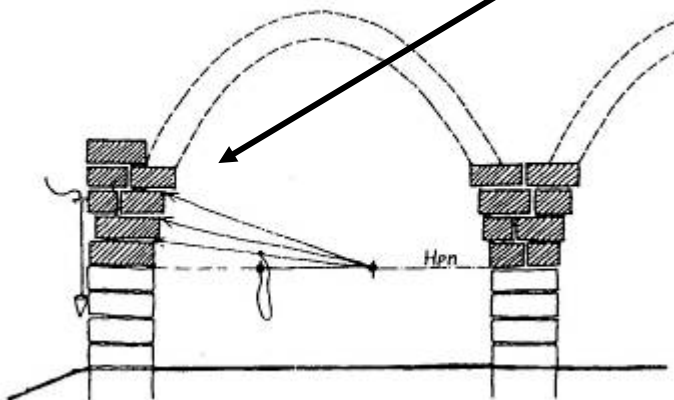
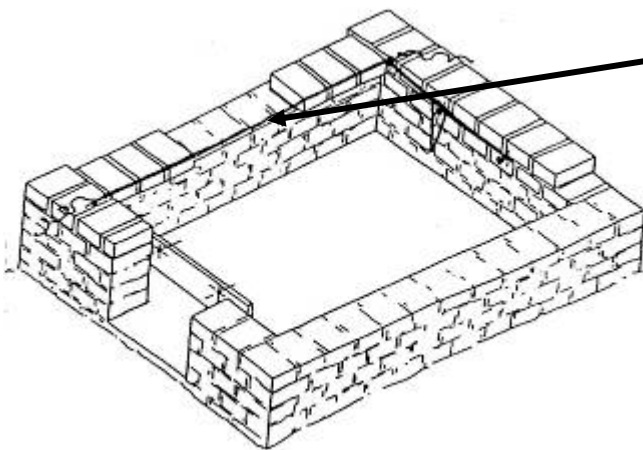
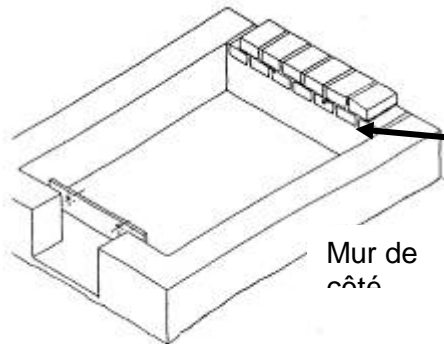
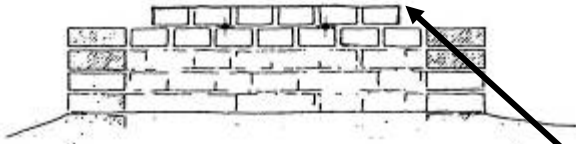
Exercices

Guidés par les Chef d'équipe, **chaque stagiaire**:

- préparera les fils de fer et tracera une voûte ; faites le pour des portées différentes
- Répéter pour des largeurs différentes.

Fiche 12.1 : Préparer les murs 'tableaux et de côté

Exercices sur les structures de formation : un emplacement pour une voûte par équipe



Préparations

Préparer un emplacement pour la construction de la voûte pour chaque équipe. Voir le plan. Monter les briques sur deux assises.

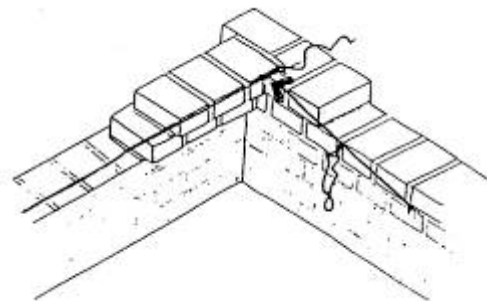
Exercice

FP :

Expliquer cette étape dans la construction :

Les équipes :

- Monter la partie centrale des 'murs tableaux' une rangée plus haute par rapport au Hpn ;
- Mettre en place les pointes et les trois fils de fer pour tracer la voûte ;
- Suivant le tracé, monter les murs 'tableaux', et **en même temps poser des rangées de grandes briques en boutisse sur les murs de côté, de façon à ce qu'ils débordent vers l'intérieur du mur de la distance indiquée par les fils de fer.**
- A cette fin, poser pour chaque rangée une ficelle guide tendue entre les deux murs 'tableaux', à l'endroit indiqué par le système de tracé de la voûte.
- Faites monter les assises de briques sur les murs de côté, chacune un peu plus vers l'intérieur de la pièce, à l'aide du fil de fer.
- Vérifier que l'alignement de ces assises est parfait par rapport au tracé de la voûte.
- Varier l'emplacement des joints entre les briques coupées
- Arrêter de monter les assises de grandes briques lorsque le débord par rapport à l'assise inférieure mesure 5 ou 6 cm.

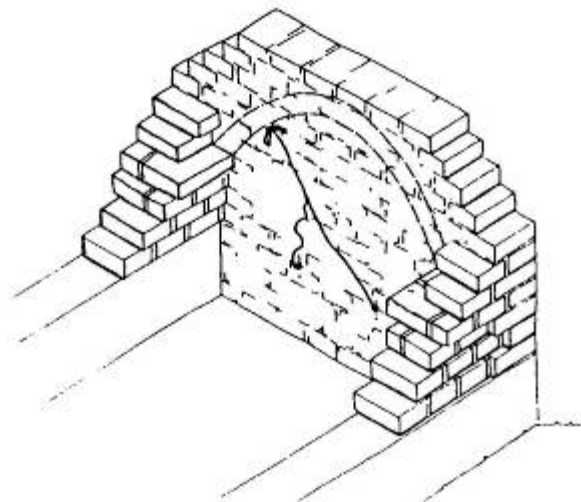


Dans le cas de deux voûtes opposées, faites monter des briques sur les murs de côté en débordement sur chaque face : voir le dessin

Fiche 12.2 : Monter le mur 'tableau' et les murs de côté

Suite des exercices sur la voûte

Travail des équipes, suivant l'instruction du FP :

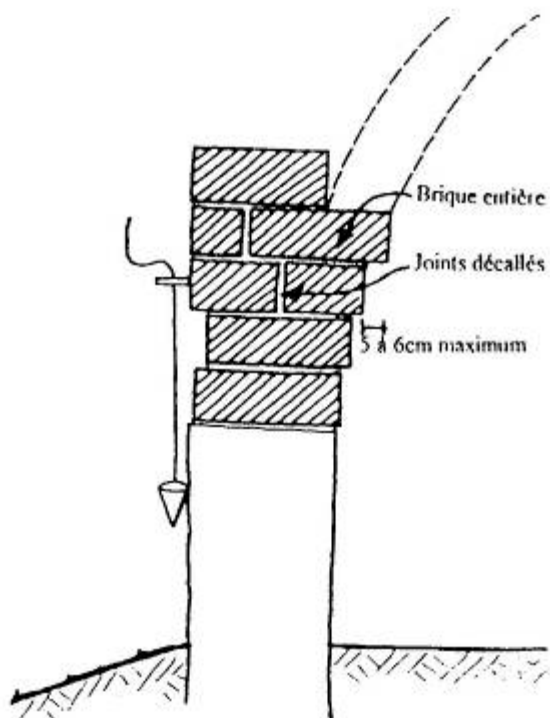


- Faites monter le reste du mur 'tableau', en laissant des escaliers en prévision pour le reste des murs de côté.
- Tracer la voûte.

- Faites monter le reste du mur 'tableau', en laissant des escaliers en prévision pour le reste des murs de côté.
- Tracer la voûte sur les murs 'tableaux';
- A partir des murs de côté qui sont penchés vers l'intérieur, continuer la construction des voûtes avec des petites briques ;

- Monter en même temps le mur de côté.

- A partir de la troisième rangée, retrouvez l'aplomb extérieur, pour cela utiliser deux briques retaillées aux bonnes dimensions.



Règles d'or

- Le débord ne doit pas dépasser 6 cm par rapport à l'assise inférieure ;
- Décaler les joints verticaux ;
- Utiliser que des bonnes briques ;
- Le nombre d'assises décalées dépend de la portée de la voûte ;
- Ne pas utiliser des petites morceaux de briques.

Répéter l'exercice pour s'assurer de la bonne compréhension des stagiaires

Fiche 12.3 : Démarrage de la voûte normale

Démonstration

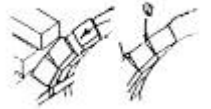
FP fera une démonstration, le Chef d'équipe contrôlera le travail de chaque équipe.

Notez: la voûte est forte une fois construite, mais elle est fragile pendant sa construction, et peut tomber si l'on ne respecte pas les points clés ci-dessous:

Points clés:

• Suivre le tracé de la voûte exactement ;

- pour chaque brique, le mortier doit déborder du joint quand on pose la brique; mettre des cales (cailloux) dans l'extérieur des joints
- **seule la face des briques qui touche le mur 'tableau' ainsi que celle qui touche le mur de côté devront être taillées**, tout autre découpage indique qu'elles ont été mal posées;
- toutes les briques d'une assise doivent être dans un même plan et avoir la même inclinaison, comme si la voûte avait été tranchée par un sabre.



✋ Dès que trois briques de la première rangée sur chaque mur 'tableau' sont posées, vérifiez l'inclinaison, et posez la première ficelle guide.

Pour vérifier la forme de la voûte:

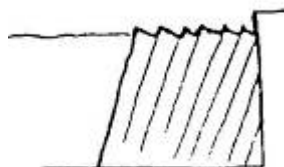
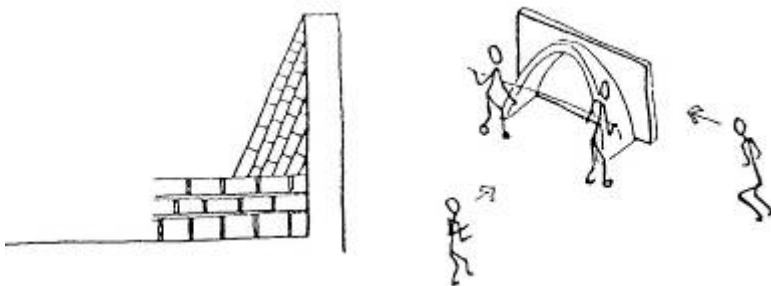
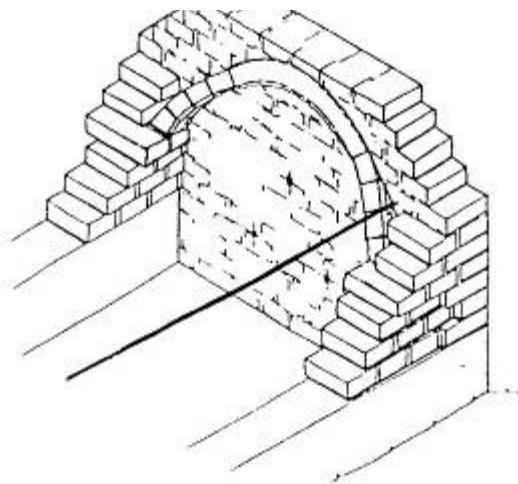
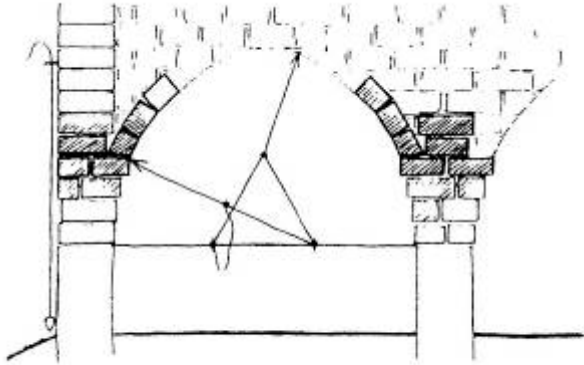
- s'éloigner de la voûte et la regarder de côté;
- vérifier que la voûte ne tend ni vers le haut ni vers le bas (comparer l'inclinaison des briques contre le mur 'tableau' à celle de la voûte réalisée par le FP); comparer contre les joints horizontaux du mur 'tableau' pour vérifier que les deux côtés de la voûte ont la même inclinaison :

tendre une ficelle horizontalement entre les deux côtés de la voûte, en la tenant à l'extérieur de la voûte: si la ficelle ne touche pas toute la face des briques des 2 côtés de la voûte, c'est qu'elles n'ont pas la même inclinaison. Démolir la rangée et recommencer.

- éloignez-vous de la voûte et regardez-la de face pour contrôler l'horizontalité; posez les ficelles guides le plus tôt possible, et vérifiez l'alignement des briques.

Note:

En haut de la voûte, les arrêtes de chaque rangée doit arriver au même niveau; éviter que les rangées successives de la voûte ne montent progressivement plus haut.

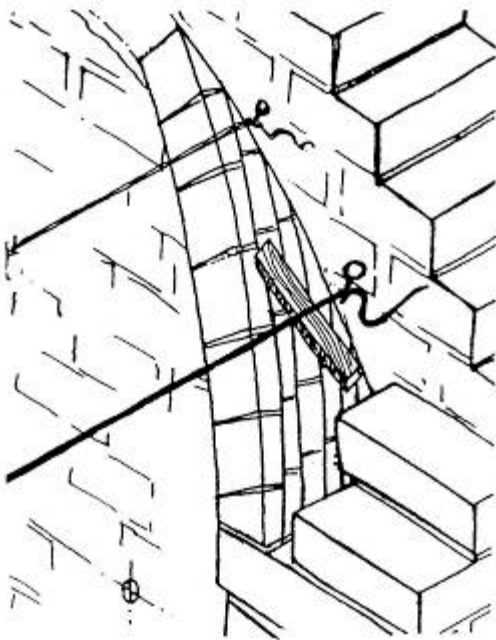
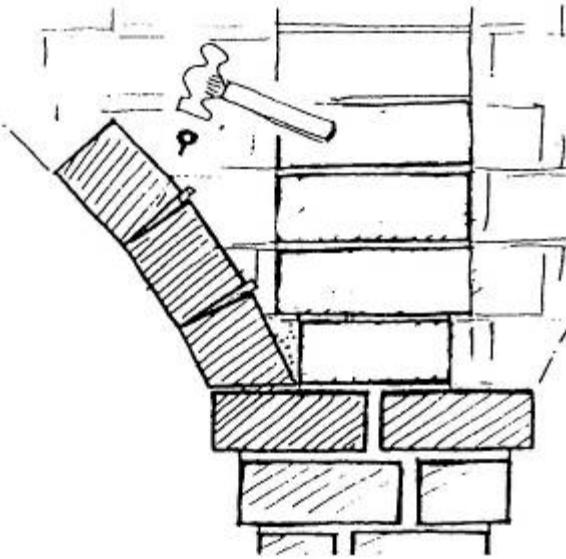


Fiche 13.1 : Ficelles guides

Suite sur les voûtes

Points clés

- ✎ Dès que trois briques de la première rangée sur chaque mur 'tableau' sont posées, vérifiez l'angle, et posez la première ficelle guide. N'attendez jamais d'avoir posé une rangée complète de briques.
- ✎ Faites monter en même temps le mur extérieur avec des briques alignées sur la façade extérieure (travail avec le fil à plomb).
- ✎ Respectez toujours l'appareillage des briques dans le mur



Démonstration et exercices

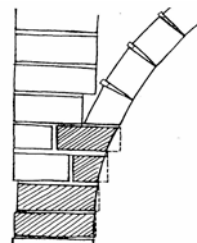
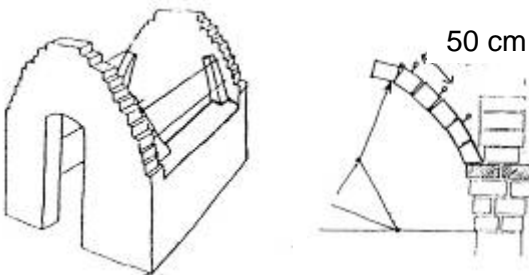
Démonstration par les Chefs d'équipes et exercices par les stagiaires.

Etape 1

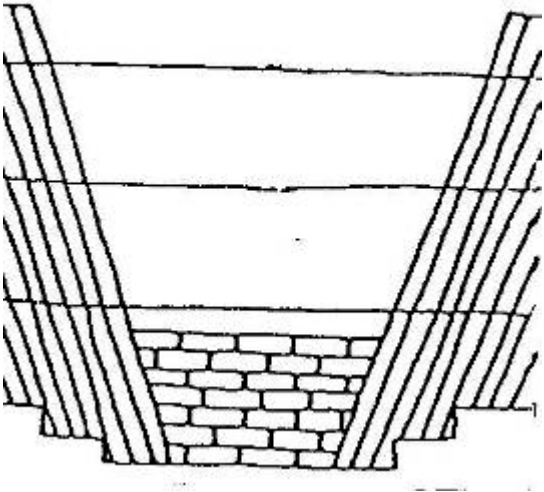
- enfoncez une pointe dans chaque mur 'tableau', de manière à pouvoir attacher les ficelles guides horizontalement entre les murs 'tableaux' avec un écart de la largeur d'environ deux doigts entre la ficelle et la voûte;
 - chercher un bâton en bois de deux doigts d'épaisseur environ pour contrôler la distance entre la brique de la voûte et la ficelle guide;
 - contrôler l'horizontalité de la voûte, en vérifiant que le bâton passe entre la brique et la ficelle, en touchant à peine les deux.
- *Au fur et à mesure de l'avancement, ajouter des pointes le long de la ficelle guide pour la garder tendue.*

N'oubliez pas de retendre les ficelles chaque matin, car elles se détendent pendant la nuit à cause de la fraîcheur et aussi régulièrement dans la journée.

- **En même temps que vous construisez la voûte, faites monter l'extérieur du mur de côté, pour résister aux poussées latérales de la voûte.**
- **Dès que ce sera possible, le mur de côté devra retrouver la largeur et l'aplomb identiques à la base, soit une brique entière.**



Fiche 13.2 : Fermeture de la voûte



Préparation

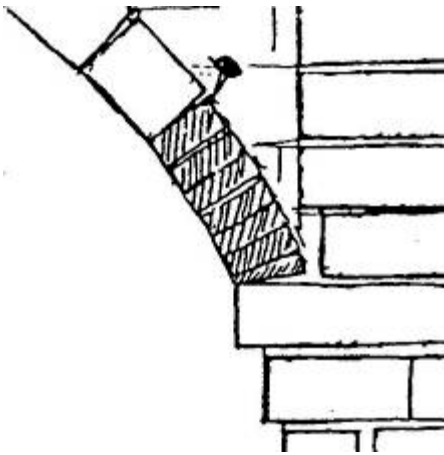
Une voûte presque fermée

Explication et démonstration

FP

Démontrez que quand deux voûtes s'approchent au milieu, il est plus facile de fermer l'espace avec quelques rangées horizontales.

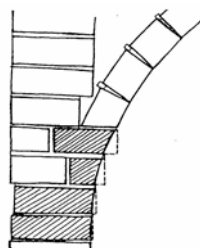
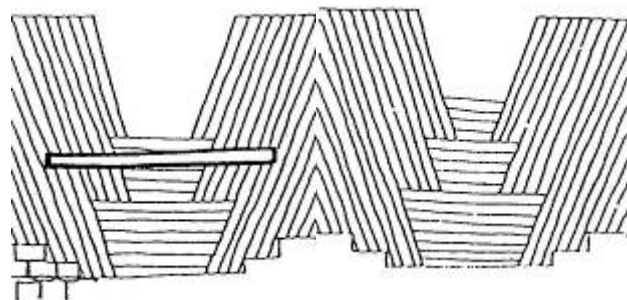
Suivre les illustrations.



Utilisez un bâton pour bien maintenir l'alignement des briques.

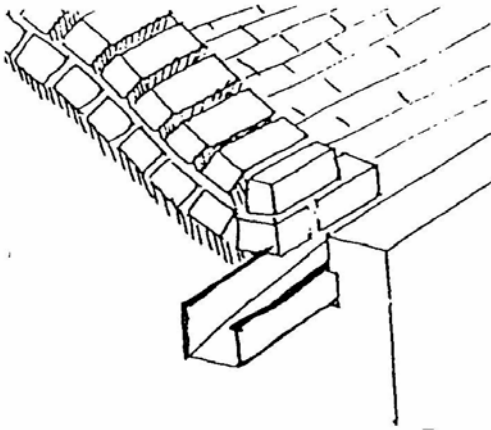
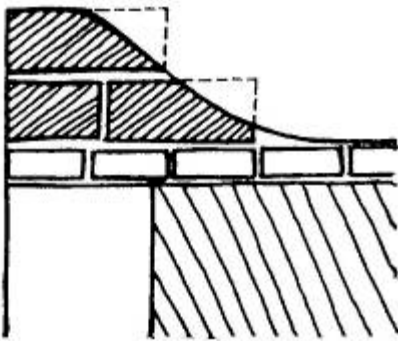
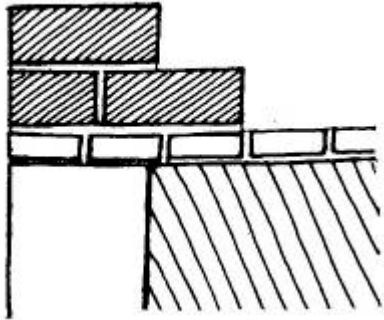
Cette fermeture peut vous donner des formes décoratives intéressantes à l'intérieur.

Faites monter les murs de support en même temps, et remblayer entre ce mur et les briques de voûte.



Une fois la voûte terminée, il faudra tailler les arrêtes des rangées décalées dans les murs de côté tout en suivant la forme de la voûte.

Fiche 13.3 : Ceinture entre les murs pignons et une voûte



Préparation

- Une exemple des deux couches de briques qui sont posées sur le mur pignon, pour couvrir le joint entre la voûte et le mur pignon.

Explication et démonstration

- Expliquez qu'il est important de couvrir le joint entre le mur pignon et la voûte, qui sinon peut laisser pénétrer de l'eau. On couvre avec au moins deux couches de briques.
- Ces briques peuvent être taillées après pour donner une forme plus arrondies

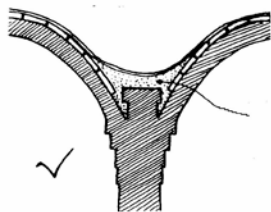
La ceinture aide aussi à tenir la gargouille en place

Fiche 14.1 : Protection des toitures - présentation

Explication

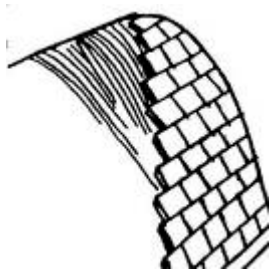
FP:

- expliquer devant SF01 pour coupoles ou SF05 pour voûtes, que:
 - **les toitures plates** absorbent souvent l'eau, deviennent lourdes et risquent de s'effondrer;
 - La forme des **voûtes et coupoles** permet une évacuation de l'eau, sous réserve qu'on respecte les règles de base.

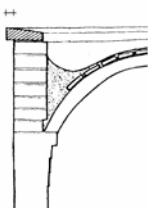


Points clés:

- les eaux de pluie doivent s'écouler rapidement pour éviter l'infiltration;
- un écoulement trop rapide creuse et érode les vallées;**
- un écoulement trop lent provoque des blocages et forme des flaques;**
- ajuster la pente en ajoutant ou enlevant du remblai;



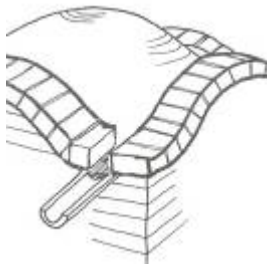
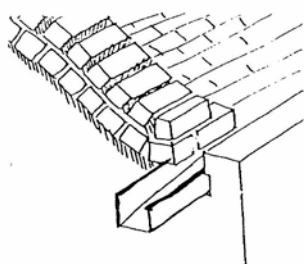
- couvrir la coupole ou la voûte par une **deuxième couche** de briques posées à plat sur le toit; c'est une protection importante contre l'infiltration ; dans des zones de fortes pluies, poser une **troisième couche**.



- Les acrotères sont un élément de protection du toit ;**
- les acrotères doivent être montés assez hauts pour contenir le remblai et protéger le toit de la pluie ;**
- les acrotères sont aussi des éléments décoratifs;



- les gargouilles longues et ouvertes sont à placer de façon à ne jamais empêcher l'écoulement de l'eau;
- ne pas utiliser des tubes et des tuyaux en PVC, qui se bloquent;
- essayer de situer les gargouilles sur les façades non exposées aux vents de pluies.



Fiche 14.2 : Deuxième couche; montage des acrotères

Préparation

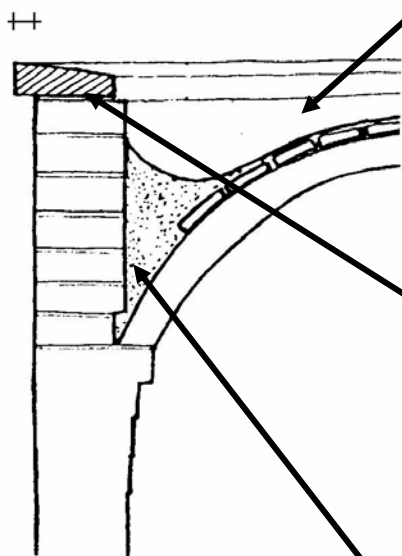
- SF01 pour coupôles ou SF05 pour voûtes aménagées avec les vallées remblayées;
- des briques de toiture et du mortier;
- matériaux de remblayage.

Démonstration

FP:

Deuxième couche

- la deuxième couche de briques de toit donne une protection importante contre des infiltrations;
- la deuxième couche est posée **avant** le remblayage;
- les briques sont posées à plat sur un lit de mortier;
- bien remplir les joints entre les briques avec du mortier.



Acrotères

- au bords du toit, les acrotères doivent être montés assez hauts pour contenir le remblai;
- laisser l'ouverture pour placer la gargouille;
- la dernière assise de l'acrotère ne doit pas dépasser du mur de plus de 10 cm; il est même mieux d'éviter que cette assise dépasse le mur;
- cette dernière assise doit être inclinée vers l'intérieur - l'eau sur l'acrotère coulera aussi vers la vallée;
- En zone de forte pluies, penser à couvrir l'acrotère avec un chaperon en pavés de ciment.
- **les acrotères doivent être montés assez hauts pour contenir le remblai et protéger le toit de la pluie.**

Finition du remblai

- une fois la deuxième couche terminée et l'acrotère terminé, remettre du remblai pour retrouver une surface lisse sur laquelle l'eau coulera vers les gargouilles.

Exercice

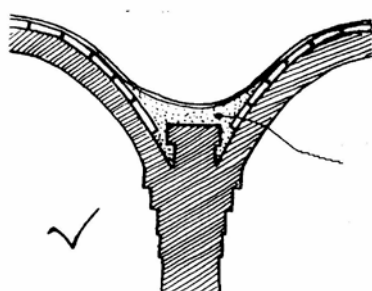
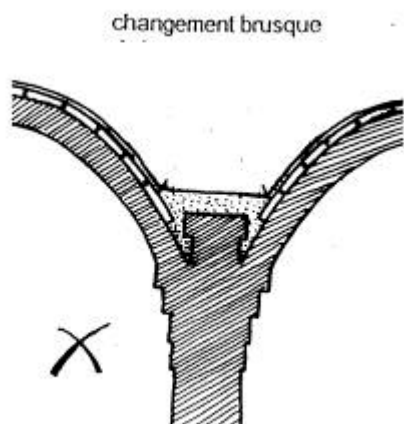
Stagiaires, par équipe avec leur Chef d'équipe:

- répéter jusqu'à perfectionnement.

Fiche 14.3 : Remblais

Préparation

- **SF01** pour coupoles ou **SF05** pour voûtes;
- matériaux de remblayage;
- dames.



Démonstration

FP:

- utiliser un mélange humide d'argile et un peu de sable, (mettez le minimum d'eau);
- compacter par plusieurs couches minces épaisses de 5 centimètres.
- compacter chaque couche avec une dame ou un pilon; attention de ne pas damer trop fort.
- **arrondir toutes les formes pour éviter des changements brusques entre les épaisseurs différentes d'un toit mince et d'un remblai épais; le remblai doit créer des courbes lisses et peu raides.**

Points clés:

- un mélange contenant trop d'argile et/ou trop d'eau se fissurera en séchant;
- un mélange contenant trop de sable et pas assez d'argile se transformera en sable si on le frotte;
- un mélange correct de sable, d'argile et d'eau ne se fissurera pas et sera très résistant (les maçons sont familiers avec ces dosages, grâce à leur expérience d'enduits intérieurs en terre).

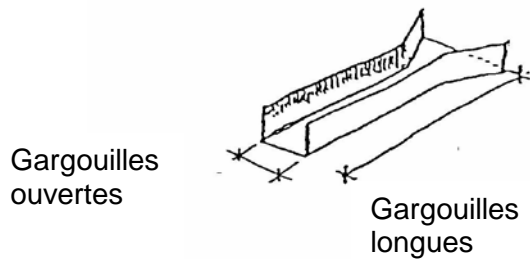
Ne jamais utiliser des bouts de maçonnerie cassée pour le remblai: ils permettraient à l'eau de pénétrer dans les toits.

Ne jamais utiliser de ciment pour le remblayage: il se fissurerait et laisserait pénétrer l'eau.

Test:

Le remblai doit être très dur quand il est sec. Grattez, et si le remblai ne résiste pas, changez la terre.

Fiche 14.4 : Choix et pose des gargouilles



Préparation

- SF01 pour coupoles ou SF05 pour voûtes, aménagées avec remblai et deuxième couche dans les vallées
- gargouilles pour chaque équipe selon modèle indiqué ci-contre;
- mortier;
- grandes briques.

Explication

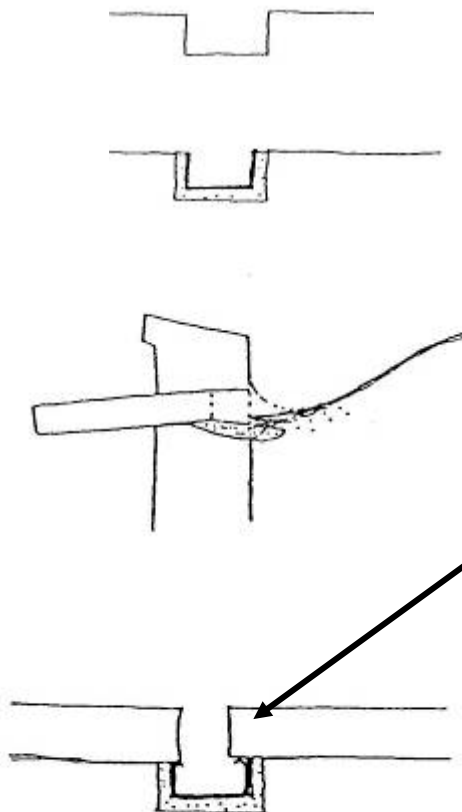
FP:

- les gargouilles seront placées de façon à ne jamais empêcher l'écoulement de l'eau;
- des gargouilles larges, longues et ouvertes sont à utiliser;
- éviter des tubes et des tuyaux en PVC, qui se bloquent;
- essayer de situer les gargouilles sur les façades non exposées aux vents de pluies.

Démonstration

FP:

1. prévoir l'espace dans l'acrotère pour la gargouille;
2. dégager le remblai pour faire de la place pour la cuvette de la gargouille;
3. poser la gargouille dans un lit de ciment, si possible;
4. poser la gargouille de façon à ce que le remblai, une fois remis, permette à l'eau de couler **sur** la cuvette; le remblai doit passer au-dessus du ciment;
5. poser au moins encore une rangée de briques sur l'acrotère, et utiliser ces briques pour caler la gargouille;



Stagiaires, par équipe avec leur Chef d'équipe:

- répéter jusqu'à perfectionnement.

Fiche 15.1 : Choix des enduits

Préparation

- recueillir des échantillons d'enduits.

Démonstration

FP:

- discussion menant à un choix d'enduit;
- souligner que beaucoup d'enduits traditionnels ont été très durables et ont permis d'importantes décorations de bâtiments, mais au cours des dernières années ces techniques ont été abandonnées car elles demandent beaucoup de travail;
- pour protéger des bâtiments de terre, des **enduits de terre** peuvent être utilisés dans presque tous les cas;
- éviter d'utiliser un autre type d'enduit sauf si il existe des exemples locaux qui ont réussi: par exemple, des enduits à base d'huile ou de bitume peuvent être utilisés mais pas avant d'avoir observé l'état de cet enduit sur un petit toit après une année d'exposition aux intempéries;
- attention aux fissures, elles permettent à l'eau d'entrer mais pas à la terre de sécher;
- **les enduits stabilisés au ciment ne devraient jamais être utilisés pour les toitures. L'enduit au ciment fera des petites fissures, qui laisseront l'eau s'infiltrer, et l'humidité restera sous l'enduit, ce qui pourra causer de sérieux dégâts;**
- les enduits en semi-dur (ciment sur grillage) peuvent être utilisés, si les moyens sont disponibles, **sur des murs** où il n'y a pas de problèmes d'infiltration: ce type d'enduit semi-dur peut être utile pour protéger les murs exposés aux pluies dominantes;
- Demander au client dès le début d'un chantier les matériaux pour préparer l'enduit.

Chef d'équipe/stagiaires

- discuter en détail de ce sujet, revoir tous les points ci-dessus.
- demandez aux stagiaires de proposer des enduits qu'ils connaissent et d'expliquer (1) pourquoi c'est un bon enduit, et (2) comment on prépare l'enduit.

Fiche 15.2 : Application des enduits

Préparation

- Préparer des exemples d'enduits différents à base de terre. Préparer, sur un mur, un échantillon de chacun de ces enduits.
- Préparer des enduits humide, prêts à appliquer.
- Prévoir des échantillons des produits qu'on peut ajouter dans l'enduit, comme des gousses d'acacia.

Démonstration

FP

- Souligner que les enduits doivent être préparés plusieurs jours à l'avance, et qu'il faut les laisser les ingrédients tremper dans l'eau pour bien les mélanger.
- Montrer l'application des enduits sur le mur en couches minces ;

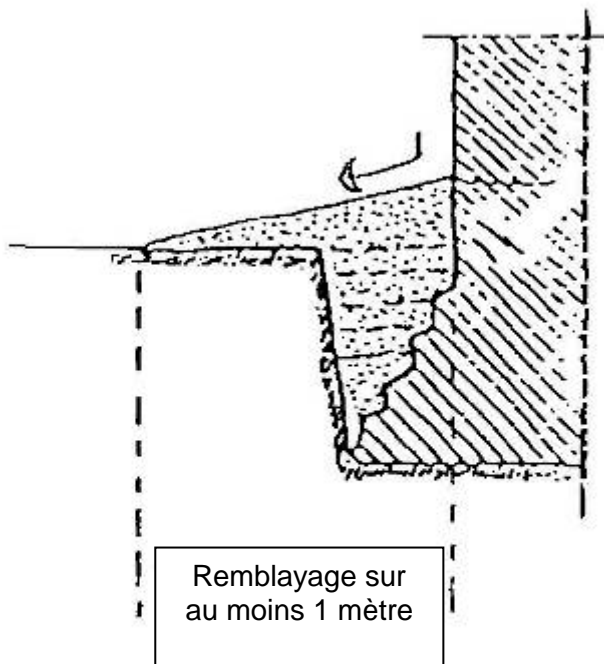
Exercice

Equipes :

- Préparation des enduits différents par les équipes ;
- Application d'un enduit déjà préparé.



Fiche 15.3 : Evacuation de l'eau autour des bâtiments



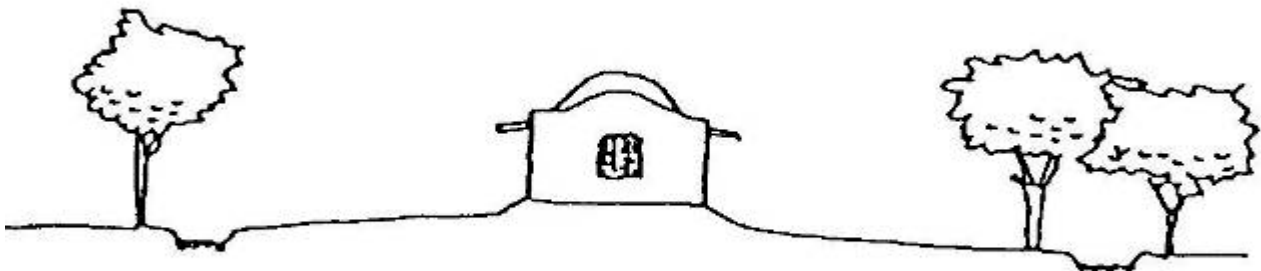
Préparation

- matériaux de remblayage disponibles;
- dames;
- SF01 (pour coupoles) ou SF05 (pour voûtes).

Démonstration

FP:

- l'eau ne doit pas s'accumuler autour des bâtiments, pour éviter l'infiltration et la remontée de l'eau dans les murs;
- remblayer et compacter le sol en couches de 5cm autour du bâtiment pour assurer une bonne évacuation de l'eau;
- remblayer en profondeur contre les fondations
- **ne jamais utiliser des briques pour faire cette protection, elles peuvent au contraire retenir l'eau.**
- Prévoir un système de drainage autour du bâtiment, par exemple vers des arbres



Exercice

- préparer des exemples de remblayage contre les structures.

Fiche 15.4 : Pose des menuiseries

Préparation

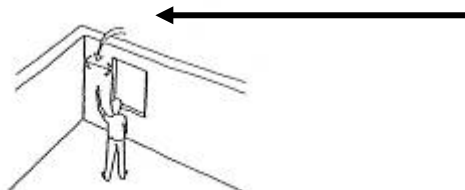
- un échantillon d'une fenêtre;
- une ouverture aux mêmes dimensions que cette fenêtre;
- mortier de ciment.

Démonstration

FP:

- souligner une règle de base: Les ouvertures doivent être situées à au moins 60 centimètres d'un coin intérieur.

Vérifier que l'emplacement de l'ouverture ne crée pas de conflit avec la forme du toit



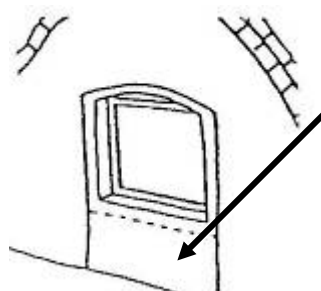
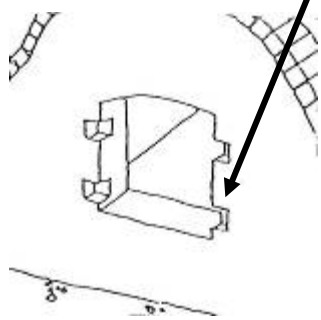
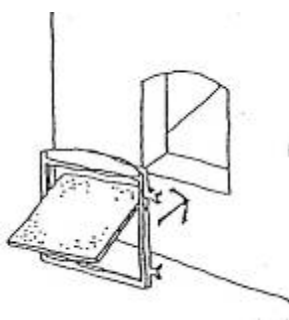
montrer le problème causé par la mauvaise pose d'une menuiserie: le battant pivote contre l'angle du mur et la charnière tire sur son scellement.

N'oubliez pas l'épaisseur des enduits, pour éviter que la porte pivote contre le crépis.

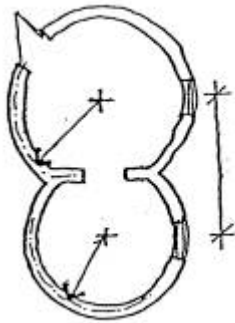
- montrer la pose correcte de la fenêtre de façon à éviter le descellement des charnières;

Conseils

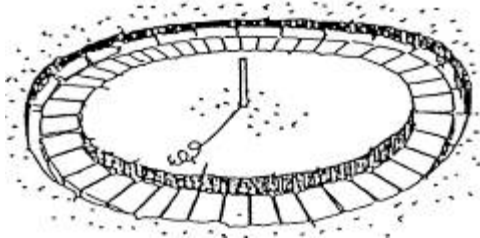
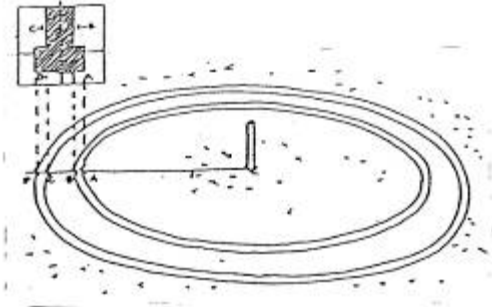
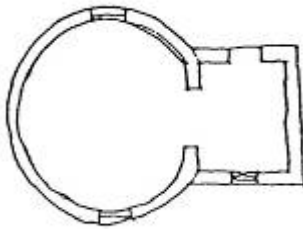
- éviter les cadres en bois, qui sont détruits par les termites: utiliser des cadres métalliques ou poser les charnières directement dans le mur;
- éviter des ouvertures sur les façades est et ouest, exposées au soleil ce qui contribueraient à chauffer le bâtiment.
- si possible, éviter de poser des ouvertures sur la façade exposée aux vents de pluies, ou alors les protéger soit par un mur soit en plantant des arbres.
- remblayer en profondeur contre les fondations
- Si vous souhaitez entourer une fenêtre avec un enduit en ciment, il est important de faire descendre l'enduit jusqu'au sol, pour diminuer l'érosion sous la fenêtre.



Fiche 16.1: Implantation d'un pièce circulaire



Distance entre le centre de deux pièces rondes



Préparation

- tuyau central du guide;
- fil de fer;
- grandes briques.

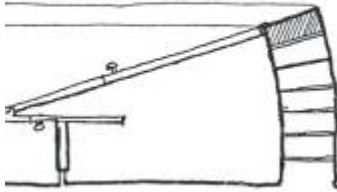
Démonstration

Des murs ronds sont utilisés pour la construction des cases rondes, mais aussi pour des grandes salles, parfois jumelées avec des pièces rectangulaires.

FP:

- montrer comment fixer le poteau et un fil de fer;
- préparer le fil de fer comme guide;
- utiliser le guide axial pour poser quelques briques:
 - de fondations (en boutisse et en panneresse);
 - une assise en boutisse;
 - une assise en panneresse.

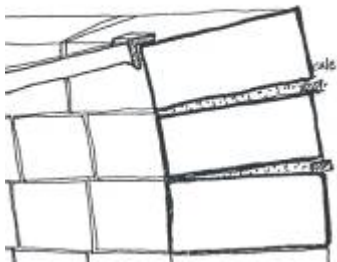
Fiche 16.2 : Monter les murs de la case ronde



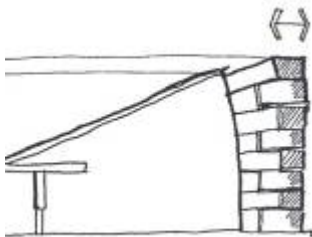
Démonstration :

Travailler avec des grandes et petites briques.

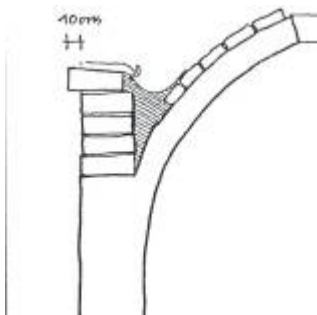
Le guide mobile montre la distance entre le centre de la pièce et chaque brique (les grandes briques en bas, et les petites briques plus haut dans le toit).



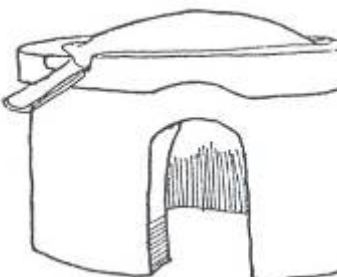
Le guide mobile montre l'angle selon lequel chaque brique doit être posée. Calez les briques du côté extérieur du mur avec des cailloux.



A l'entrée, au moment de poser chaque assise de briques, montez aussi un petit mur droit de chaque côté de l'ouverture.



Montez un acrotère droit autour de la coupole. L'acrotère sert à contrôler l'évacuation des eaux de pluie.



Remplissez entre l'acrotère et la coupole avec de la terre sableuse damée. Prévoir des gargouilles.

Module 17 : Guide d'Entretien des Bâtiments CSB

Ce guide est destiné non seulement aux maçons, mais aussi aux clients et propriétaires des bâtiments CSB. Chaque propriétaire doit recevoir une copie de ce Guide d'Entretien.

- L'entretien des bâtiments est essentiel.
- Entretien la Construction sans Bois est simple, et ne coûte pas cher.


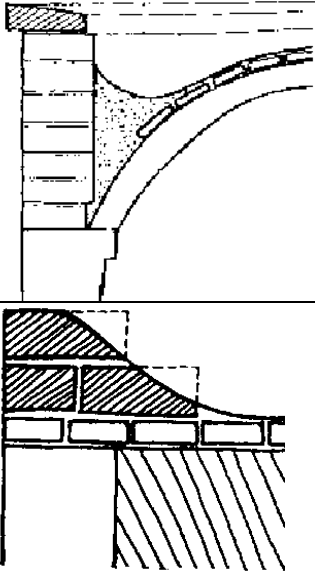
Ce qu'il faut savoir...

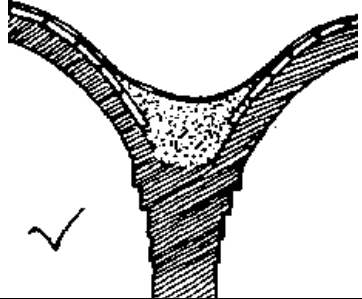


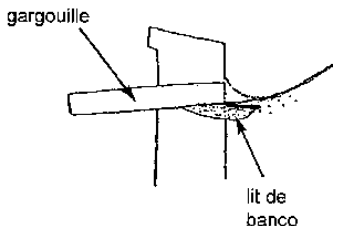

- L'entretien préventif coûte moins cher que les réparations des bâtiments endommagés;
- C'est votre bâtiment, et c'est votre responsabilité !

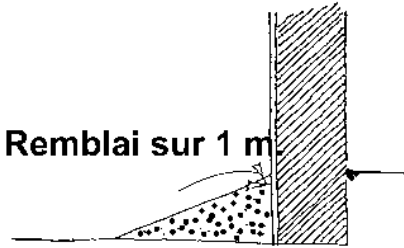
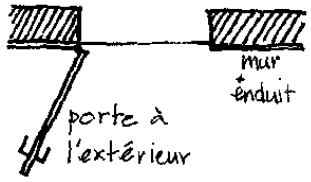
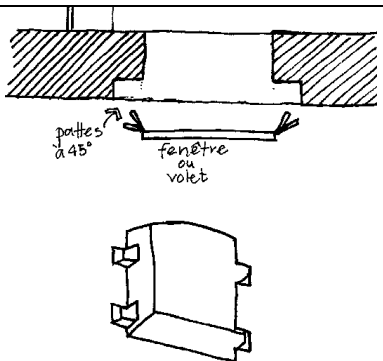
Que faire ?

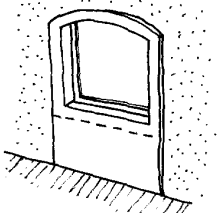

1. Nettoyage général – enlever les feuilles mortes et les ordures
2. Crépissage avant la saisons de pluies
3. Inspection régulière, et surtout suite à un orage
4. Réparation des problèmes identifiés

En cas de difficulté, faites appel à un maçon CSB, qui peut aussi contacter un technicien CSB si besoin.

N.	Problèmes	Causes	Actions	Observations
1	Structure fissurée	Tassement du bâtiment ; Gonflage du remblai sur le toit Parfois un défaut dans la structure	Si c'est au niveau d'un arc, colmater les fissures avec des cailloux ou de la poterie bien enfoncés ; sur les murs, remplir les fissures avec un mortier en banco et reprendre l'enduit. Vérifier le remblai (voir ci-dessous) sur le toit.	Des petites fissures sont assez fréquentes, mais sont généralement sans gravité. Elles sont des signes des mouvements naturels dans la structure, souvent par saison. Cependant, si une fissure évolue, contacter un maçon CSB
		Problèmes structurels	Faire appel à un maçon CSB.	
2	Infiltration dans le toit	Crépissage insuffisant ou lessivé Galeries de termites Des mauvaises herbes poussent dans le toit Trous dans le remblai (souvent autour ou en-dessous des gouttières)	Rajouter de l'enduit. Evacuer le remblai infesté. Remplacer avec un remblai propre mélangé avec du poison anti-termite. Enlever les mauvaises herbes et leurs racines, reprendre le remblai, bien compacté en couches peu épaisses Enlever et reprendre le remblai. Re-sceller les gouttières si nécessaire.	
3	Infiltration entre le toit et le mur	Acrotère érodé Ceinture insuffisante L'eau s'est infiltrée dans le remblai, le remblai a gonflé et a poussé le mur	Reconstruire les acrotères. Reprendre le remblai derrière l'acrotère. Reprendre l'enduit. Reprendre la ceinture pour bien couvrir le joint entre le mur et la voûte ou la coupole. Refaire l'enduit. Evacuer tout le remblai ; reprendre le remblai, bien compacté en couches peu épaisses.	L'acrotère peut être protégé par du ciment  Eviter l'utilisation d'une terre trop argileuse. N'utilisez jamais de briques en banco pour remplir le vide entre le mur et le toit.
4	Briques	Manque d'entretien	Reprendre le	Préparer le mélange pour le

	visibles sur le toit, Toit érodé		crépissage : N'utiliser jamais de ciment sur le toit.	crépissage entre deux et quatre semaines en avance ; garder une réserve de ce mélange pendant la saison de pluies.
		Crépissage insuffisant	Reprendre le crépissage ; au besoin, reprendre la deuxième couche des briques (posées à plat).	
5	Ravins dans la surface du toit	Remblai érodé par un écoulement d'eau trop rapide	Enlever le remblai autour du ravin. Remplacer le remblai, bien compacté. S'assurer que la pente est relativement faible. Les ravins sont causés par l'eau qui coule trop vite : réduire la pente dans les vallées.	
6	Gouttière cassée	Gouttière trop fragile	Remplacer la gouttière. Note : les gouttières céramiques sont à éviter.	
		Gouttière trop longue	Démonter la gouttière ; Gouttière métallique : raccourcir sa longueur.	Une gouttière trop longue peut être déstabilisée par le vent.
7	Mur érodé sous la gouttière	Gouttière posée sur les façades contre le vent	Reprendre crépissage ; si nécessaire déplacer la gouttière.	
		Infiltration sous une gouttière	Refaire le remblai autour ou en dessous de la gouttière ; re-sceller-le.	
		Gouttière bouchée	Déboucher la gouttière ; couper les branches surplombant le toit.	Eviter des gouttières en forme de tube.
		Gouttière descellée	Enlever la gouttière et re-sceller-la dans un lit de mortier. Caler la gouttière avec les briques de l'acrotère	
8	Infiltration à travers la façade / le mur	Manque de mortier dans les joints ; Absence d'enduits sur les façades	Boucher les trous avec un mortier de terre ; Appliquer un enduit sur la façade.	

9	Enduits extérieurs dégradés	Enduit de mauvaise qualité ; Manque d'entretien	Refaire l'enduit sur murs ; tester des mélanges différents.	Note : pendant la première saison de pluies, les enduits sont souvent très érodés – garder en réserve un mélange pour permettre de reprendre l'enduit.
	Murs érodés/ briques du mur visibles	Absence d'enduits ; manque d'entretien	Refaire enduit sur les façades érodées.	Penser à appliquer un enduit à base de goudron sur les façades exposées aux pluies. Dosage : 1 brouette de terre latéritique tamisée/ 3 brouettes de sable tamisé/ 4 litres de goudron (liquide).
	Fissures dans un enduit en semi-dur	Mauvaise qualité de travail ; Effets climatiques	Le semi-dur est difficile à réparer. Boucher fissures et trous avec un mortier en ciment.	Option : remplacer le semi-dur par un enduit à base de goudron.
10	Remblayage autour du bâtiment érodé	Notamment sous les gouttières, effet de la descente d'eau	Refaire un remblayage (terre compactée avec un mélange d'argile et de sable).	 <p>Remblai sur 1 m</p>
11	Infiltration d'eau au pied des murs	Absence de remblayage ; Remblayage composé de briques en banco Plantation de fleurs / arbustes au pied des murs	Refaire un remblayage (terre compactée avec un mélange d'argile et de sable). Enlever ces plantes ; refaire un remblayage (terre compactée argile/sable). Ne jamais planter au pied des murs en terre.	
12	Porte détachée	Porte mal positionnée, qui pivote sur les charnières. Pattes de scellement mal intégrées dans la maçonnerie	Repositionner la porte à l'extérieur du mur (voir dessin). Poser un galet dans le sol pour éviter que la porte ne s'ouvre trop.	
13	Fenêtre détachée	Descellement des pattes.	Sortir le cadre ; Plier les pattes de scellement à 45° ; Approfondir l'emplacement pour recevoir les pattes. Sceller les pattes avec du ciment.	

14	Erosion sous fenêtre entourée du ciment	L'écoulement rapide de l'eau sur le ciment entraîne une érosion sous la fenêtre	Appliquer un enduit en semi-dur sous la fenêtre jusqu'au sol.	
15	Infiltration sous porte	Niveau du sol intérieur trop bas	Créer un seuil de 2 cm derrière le battant.	
16	Termites	Matière organique dans la structure ; Site humide/ site infesté	Traitement régulier avec produits anti-termites ; Inspection fréquente ; Aération des pièces.	
17	Enduits intérieurs dégradés	Attaque par termites ; Infiltration d'eau	Enlever les traces des termites ; reprendre l'enduit.	
18	Sol en ciment dégradé	Dosage en ciment trop faible ; épaisseur de la dalle ou de la chape trop faible	Reprise des parties endommagées.	

Fiche d'inspection d'un bâtiment en CSB

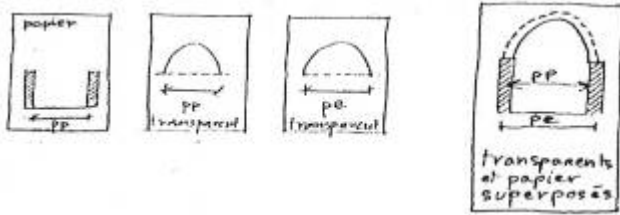
Nom du bâtiment.....Lieu/quartier/village.....

Nom du propriétaire.....

Nom de la personne faisant l'inspection..... Date :

Nb	Identification des Problèmes	Problème identifié ? Oui ou non ?	Réparation effectuée ? Oui ou non ?
1	Structure fissurée		
2	Infiltration dans le toit		
3	Infiltration entre le toit et le mur		
4	Briques visibles sur le toit Toit érodé		
5	Ravins dans la surface du toit		
6	Gouttière cassée		
7	Mur érodé sous la gouttière		
8	Infiltration à travers la façade / le mur		
9	Enduits extérieurs dégradés		
10	Murs érodés ; briques du mur visibles		
11	Fissures dans un enduit en semi-dur		
12	Remblayage autour du bâtiment érodé		
13	Infiltration d'eau au pied des murs		
14	Porte détachée		
15	Fenêtre détachée		
16	Erosion sous fenêtre entourée de ciment		
17	Infiltration sous porte		
18	Termites		
19	Enduits intérieurs dégradés		
20	Sol en ciment dégradé		

Fiche 18.1 : Les toitures excentrées et surbaissées



Préparation

- 1 dessinez sur une feuille deux murs, ayant une portée 'Pp';
- 2 dessinez sur deux feuilles transparentes, le tracé de deux voûtes différentes : un avec une portée 'Pp' ; l'autre avec une portée 'Pp' x 1.2 = Pe;

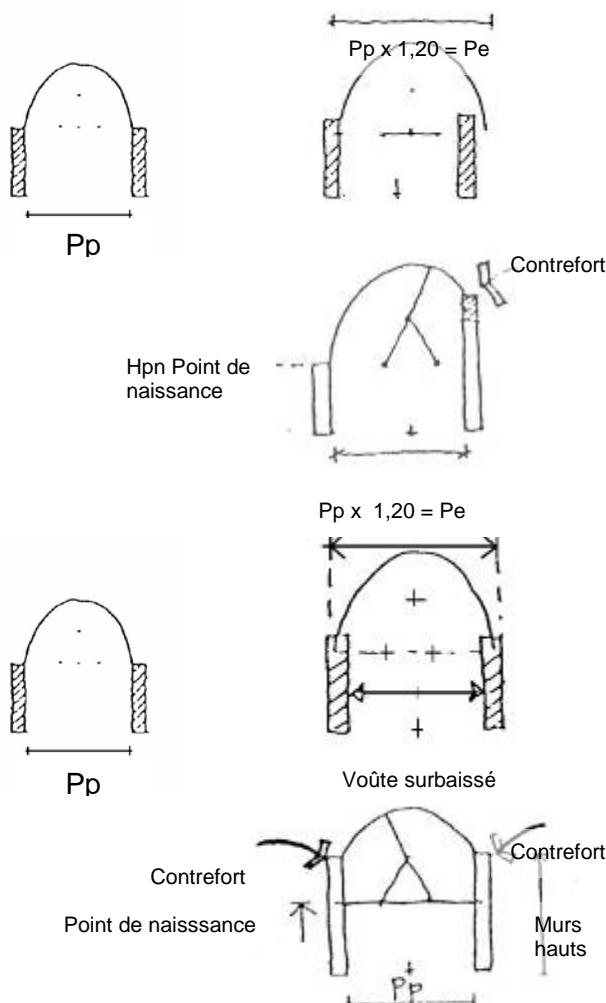
Explication

Il existe plusieurs formes de voûte et coupole. Dans la Construction sans Bois nous travaillons normalement avec

- une seule forme de voûte d'une hauteur de 62% de sa largeur;
- une seule forme de coupole, avec un déplacement à $\frac{1}{3}$ de la longueur de la demi-diagonale.

La portée de la voûte ou de la coupole peut être plus ou moins grandes, jusqu'à une portée de 4,50 m pour les voûtes, et jusqu'à une portée de 6,00 m sur la diagonale d'une pièce pour les coupoles.

Pour gagner en hauteur dans une pièce, sans que le point de naissance soit plus haut, on peut utiliser des voûtes excentrées, ou des voûtes surbaissées – c'est à dire, construire une voûte de grande portée sur deux murs qui sont plus proche. Le tracé de la voûte ne change pas. C'est juste la largeur de la pièce qui est réduite.



- Un toit excentré est un toit (une voûte, et parfois une coupole) dont le centre n'est plus au milieu de la pièce à couvrir. Le centre se situe quelques centimètres vers le côté **intérieur** de la pièce. **L'excentricité n'est jamais vers un mur extérieur d'un bâtiment, et la poussée exercée par la partie haute du toit doit toujours être reprise par un contrefort ou compensée par un toit adjacent.**

- Utilisez une voûte excentrée pour obtenir un **Hpn** bas sur le mur extérieur, car cela résistera mieux aux poussées latérales de la voûte. Sur le mur intérieur, profitez de la hauteur d'une voûte excentrée pour mettre des ouvertures et alcôves dans ce mur.

- Un toit surbaissé est un toit dont la portée est plus grande au niveau du point de naissance que la portée de la pièce à couvrir. **Un toit surbaissé doit toujours avoir un contrefort de chaque côté.**

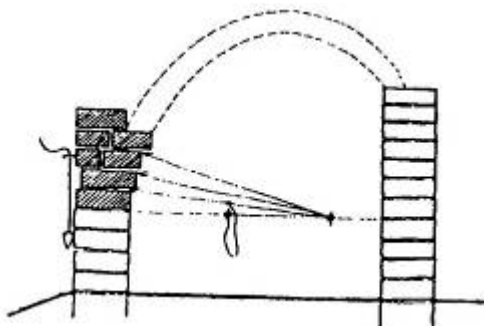
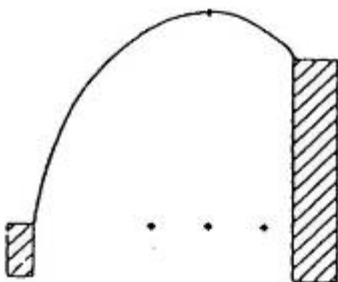
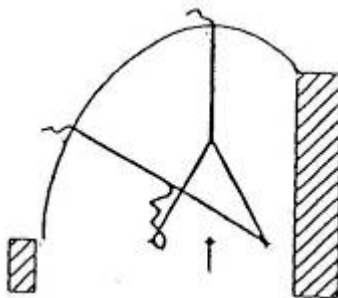
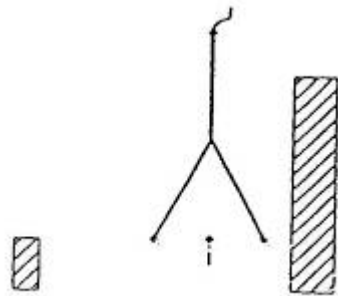
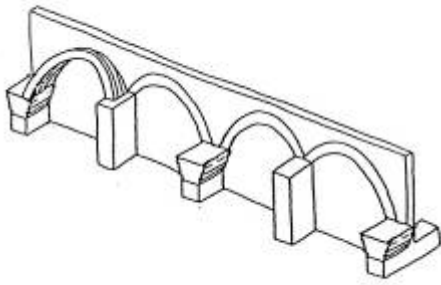
- Utilisez un toit surbaissé au milieu d'un bâtiment, quand il y a toujours au moins une pièce de chaque côté. Le toit surbaissé permet de réduire la hauteur du toit et de placer des ouvertures dans les murs d'appui.

Choisir une portée effective **Pe**, toujours plus large que la portée de la pièce **Pp**.

Comme règle de base pour des toitures excentrées et surbaissées, choisir une valeur pour

Pe = 1,2 x Pp. Pour avoir **Pe**, plier **Pp** en cinq et ajouter une longueur de plus

Fiche 18.2 : Démarrage de la voûte excentrée



Préparation

- SF06 (travées de la SF04 dont les murs latéraux sont rehaussés selon le dessin ci-contre) pour permettre la construction de voûtes excentrées;
- briques de toiture;
- mortier.

Démonstration

FP:

- montrer une voûte excentrée, qui commence plus bas sur le mur extérieur par rapport au mur intérieur - voir croquis et montrer ceci sur l'exemple bâti;
- signaler qu'une voûte excentrée permet des économies dans la structure de certaines configurations de bâtiment;
- réaliser un exemple du tracé d'une voûte d'une portée de 4m sur deux murs distants de 3,00m: le centre de la voûte se situe vers le mur 'haut' - il n'est plus au milieu du mur 'tableau'.

Exercices

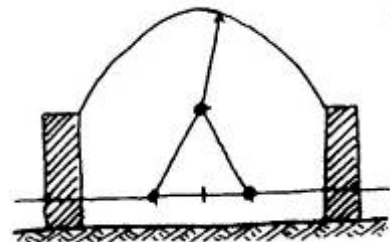
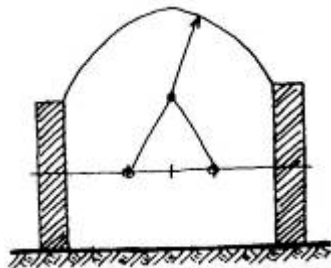
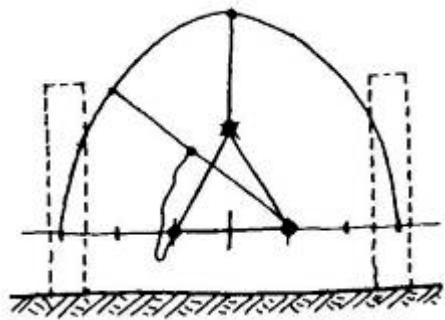
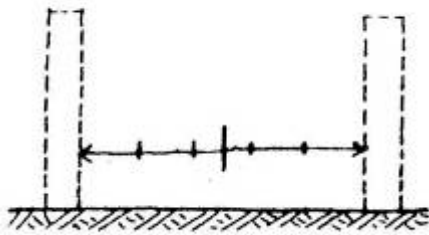
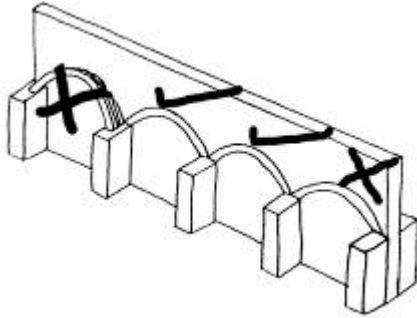
Chaque équipe, guidée par son Chef d'équipe:

- positionnera et tracera une voûte excentrée avec des fils de fer fabriqués pour tracer une voûte de 4,00m sur des murs écartés de 3,00m;
- répétera cet exercice avec des fils de fer pour une voûte de 3,00m, ensuite il tracera une voûte excentrée sur les murets de SF04;
- sur SF04, les stagiaires construiront jusqu'aux deux premières rangées achevées de la voûte excentrée ;
- si ce travail est jugé acceptable, ils entreprendront le démarrage d'une autre voûte.

Chef d'équipe:

- attirer l'attention sur la différence de hauteur des deux côtés des voûtes;
- noter que la pratique du tracé est celle des voûtes normales;
- vérifier et faire recommencer si nécessaire.

Fiche 18.3 : Tracé de la voûte surbaissée



Préparation

- disposer d'un mur en banco sur lequel vous pouvez tracer deux murs, trois mètres à part, et ensuite tracer une voûte surbaissée.

Démonstration

FP:

- tracer contre le mur l'emplacement de deux murs verticaux.

Ensuite, trouver et marquer le point central de la portée entre les deux murs.

Mesurer la portée entre ces deux murs avec une ficelle ;

Plier la ficelle en cinq, et ensuite, ajouter une longueur supplémentaire, pour faire un total de 6 longueurs. C'est la portée effective de la voûte surbaissée. Marquer cette longueur totale avec un nœud.

A partir du point central de la portée de la pièce, avec la ficelle toujours pliée en six, marquer les deux points ou fixer les pointes pour le tracé de la voûte surbaissée.

Préparer les fils de fer pour la voûte, avec des longueurs d'un tiers de la portée effectif de la voûte.

Faire un essai pour voir à quelle hauteur la voûte va toucher les deux murs de côté.

Si besoin, sans changer la voûte, fait monter ou descendre la Hauteur Point de Naissance (Hpn).

Une fois la Hpn déterminée, tracer la voûte sur le mur tableau.

Exercices

Chaque équipe, guidée par son Chef d'équipe :

- positionnera et tracera une voûte surbaissée

Chef d'équipe:

- noter que la pratique du tracé est celle des voûtes normales;
- vérifier et faire recommencer si nécessaire.

Fiche 19.1 : Voûtes et coupôles secondaires

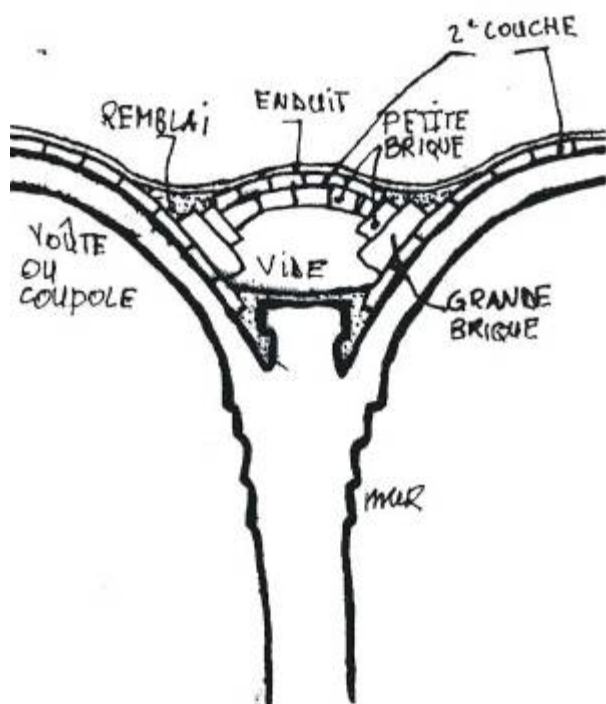
Préparation

- **SF04** pour la démonstration
- **SF05** pour la pratique
- **briques de toiture et mortier**

Démonstration

FP:

- expliquer le concept des voûtes et des coupôles secondaires -
 - elles permettent de réduire la masse de remblai
 - elles rendent possible la construction de toitures plates.



Au-dessus des voûtes:

- les murs porteurs des voûtes ou des coupôles secondaires sont construits dans les vallées entre les voûtes principales;
- les voûtes secondaires sont des voûtes surbaissées, leur point de naissance est situé sur les murs porteurs;
- elles sont construites sans guide, leur forme est contrôlée à l'œil;
- la courbe doit être régulière, pas trop plate, et ne doit pas dépasser la hauteur des voûtes principales.

Au-dessus de coupôles:

- on peut construire des voûtes ou des coupôles secondaires pour combler l'espace entre coupôles ou entre coupôles et acrotères;
- pour guider la construction des coupôles secondaires, utiliser un fil de fer guide ancré le plus bas possible, au point central sous la coupole secondaire.

FP:

montrer à l'aide de la **SF05** comment placer le fil de fer guide pour la coupole secondaire et comment commencer la construction.

Fiche 20.1 : Revêtement semi-dur

Un revêtement semi-dur peut être appliqué sur les façades exposées aux intempéries (eaux et vents) ou sur l'ensemble des murs sur demande du client. Cet enduit doit être appliqué en respectant les exigences suivantes:

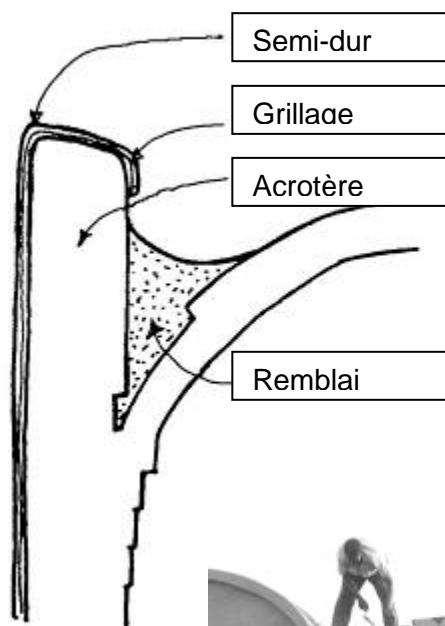
Mortier: utiliser un mortier de ciment dosé à 250kg/m³ (c'est à dire de 4 brouettes de sable pour 1 sac de ciment).

Garder l'humidité: pendant trois jours, jeter de l'eau contre le revêtement, pour garder le ciment humide et assurer un bon durcissement.

Grillage: Toujours fixer au mur un grillage ou du fil de fer à l'aide d'un grand nombre de pointes (une pointe par brique).

Appliquer le mortier de ciment :

- Fixez d'abord le grillage en s'assurant qu'environ 1cm sépare le grillage de la surface du mur (utiliser des cales), faire particulièrement attention pour les coins que le grillage ne soit pas serré contre le mur. L'arrondissement des coins (à l'intérieur et à l'extérieur) a des avantages pratiques et esthétiques: l'enduit est moins susceptible d'être endommagé par les usagers et dure plus longtemps.
- **Appliquer une couche de ciment, qui doit passer à travers du grillage, de manière à enrober le grillage de ciment, avec une épaisseur d'environ 2 cm.**
- Sur une grande surface, prévoir des joints verticaux tous les 3 mètres.
- Talocher le ciment, et si besoin, appliquer une couche de finition ou une finition à la tyrolienne.



- les couches d'enduit doivent couvrir toute la surface du mur, jusqu'en dessous du niveau du remblai au pied du mur.
- arroser le ciment en prenant soin de ne pas humidifier le banco du mur. Cet enduit en ciment nécessite de l'humidité, mais s'il est trop humide, le mur de banco se dilatera...et décollera le ciment du mur. Pensez à travailler sur les murs au moment de la journée où ils ne sont pas exposés au soleil.
- après l'application de l'enduit faire un remblai qui couvrira le joint inférieur du ciment pour éviter l'érosion.

Sur l'acrotère, continuez le grillage et le ciment jusqu'au côté intérieur de l'acrotère.

Un alternatif sur l'acrotère: fabriquer un chaperon avec des pavés de ciment : il protégera l'acrotère.

Note : il ne faut jamais faire d'enduit en ciment sur le toit.

Note : grillage et fil de fer ne sont pas nécessaires pour les murs intérieurs

Fiche 21.1 : Le cahier de chantier : fonction et symboles

Date/jour =	
Activité/tâche =	
Heures M.O (manœuvres) =	
Heures maçons =	
Heures chef de chantier =	
Autres (personnes) =	
No. de grandes briques =	
No. de petites briques =	
Chargements de terre/banco =	
Gravier =	
Eau =	
Fumier =	
Sable =	
Ciment =	
Matériaux divers =	
Description (des matériaux divers) =	?
Menuiserie =	
Transport =	
Imprévu =	

Préparation

Une fiche du cahier de chantier à remplir:

- fiches où sont inscrites les tâches accomplies, les matériaux et la main d'œuvre consommés chaque jour, ceci par tâches réalisées.

Démonstration

FP:

- Expliquer : que le cahier de chantier sert à contrôler l'utilisation des matériaux et des manœuvres sur un chantier. Ces informations vous donneront de meilleures bases sur lesquelles on peut établir les devis pour la construction sans bois à l'avenir.
- Expliquer : qu'ils peuvent copier la fiche dans leur cahier.
- Expliquer que sur la fiche du cahier de chantier, on utilise des symboles pour identifier les différents colonnes ;
- Expliquer qu'il faut noter les tarifs.... en F Cfa et les volumes ou unités, par exemple 'brouette' etc.

Exercice :

Demander aux participants de nommer les symboles.

Fiche 21.2 : Le cahier de chantier

Préparation

- fiches du cahier de chantier, dont des copies non remplies et une copie remplie

Démonstration

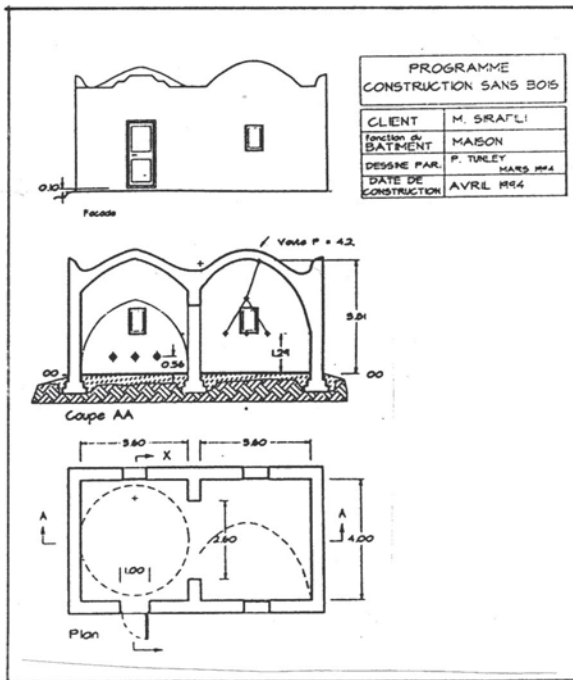
FP:

- montrer comment remplir le cahier de chantier
- à l'aide d'exemples, préparer avec chaque équipe un cahier de chantier qui servira pour le suivi des chantiers.

Pratique pour les maçons:

- A la fin de chaque jour, compter le nombre de briques posées, le nombre de charrettes de banco ou sable, etc. utilisés.
- Il est important de vérifier le volume de matériaux transporté par une charrette, exemple, en nombre de brouettes remplies par une charrette.

Fiche 22.1 : Lecture de dessins



Préparation

Préparer deux briques, dont une coupée en deux. Préparer sur le tableau noir (ou tableau papier) les trois dessins de 'l'homme'.

Préparer sur une grande feuille de papier une copie de ces trois dessins.

- un grand plan d'un bâtiment simple (deux pièces);

- une façade du même bâtiment.

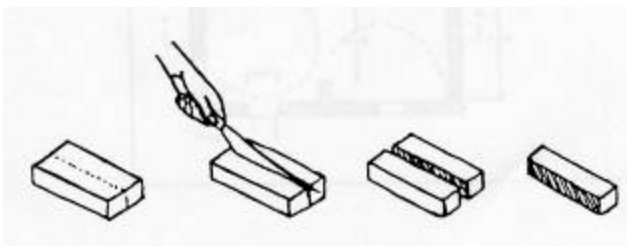
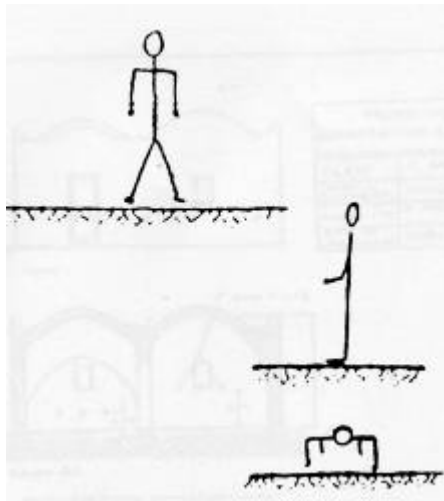
- une coupe du même bâtiment.

Démonstration

FP:

utiliser une personne pour animer la présentation, et les dessins ci-contre, pour expliquer un plan, une façade (vue de face, et vue de côté).

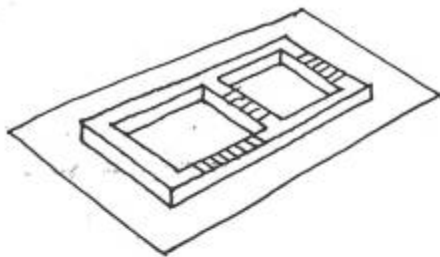
- une façade - la vue de face;
- une autre façade - la vue de côté;
- le plan – le vue d'en haut.



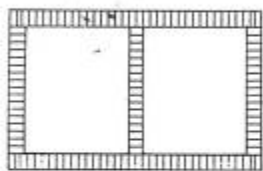
La coupe est ce qu'on verrait si on avait coupé une brique en deux d'en haut en bas.

Couper d'une brique en deux parties : mettre les deux ensemble, puis les séparer pour montrer que la coupe est une vue de l'intérieur d'un objet. Expliquer que c'est la même chose pour un bâtiment.

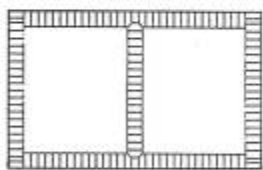
Fiche 22.2 : Lecture de dessins (suite)



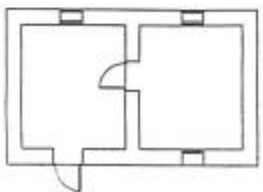
TP01



TP02



TP03



Préparation

- **grande brique; petites miniatures;**
- **exemples de dessins format A4).**
- **DESSIN-01:** plan de la première assise de la maquette 01 avec l'axe central sur les murs;
- **DESSIN-02:** plan de la deuxième assise de la maquette 01
- **DESSIN-03:** plan du même bâtiment avec ouvertures (sans détail de briques);
- Fabriquer **maquette 01** en briques miniature de terre/bois, présentant la première assise et la deuxième assise d'une maison rectangulaire;

Démonstration

FP:

Commenter tous les éléments énumérés plus haut;

Expliquer que sur le premier plan, chaque petit cadre représente une brique en miniature.

Le plan représente le bâtiment en miniature, à une échelle réduite.

Les dimensions métriques sont marquées sur le plan.

Quand on fait l'implantation, il faut ajuster les dimensions métriques aux vraies dimensions données par un nombre de briques.

Equipes de maçons:

à tour de rôle, accompagnés de leur Chef d'équipe, revoir Dessins et maquettes, obtenir des explications supplémentaires et en discuter.

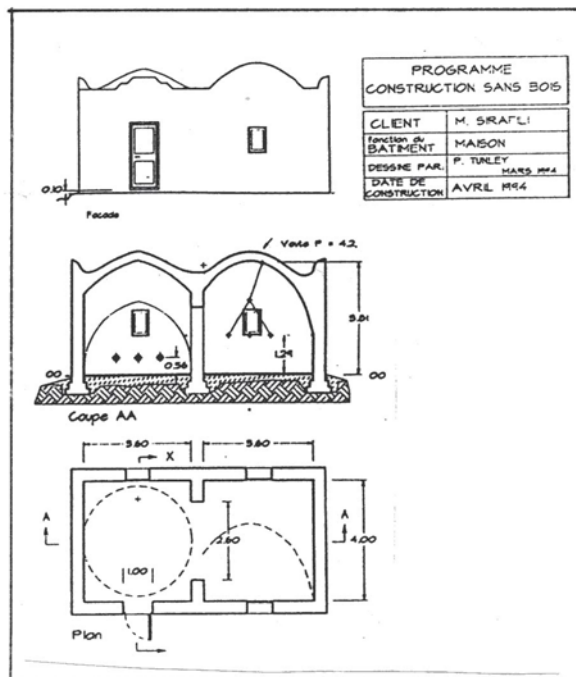
Chef d'équipe:

- vérifier que chaque maçon a compris, en demandant de répéter les explications.

Note

Tous les dessins et les maquettes doivent rester disponibles pendant toute la durée du stage.

Fiche 22.3 : Implanter des bâtiments à partir des plans



Préparation avant le début du stage

Très important:

- confirmer que les sites proposés pour la construction des bâtiments dans le cadre du stage soient disponibles ; faire confirmer l'acceptation des plans par les clients ;
- préparer des copies des plans du bâtiment qui sera construit par chaque équipe;

Préparation la veille

- préparer sur le site du stage un terrain plat (ou sur des vrais sites à proximité) ; s'assurer que le site soit **nettoyé** et prêt pour l'implantation;
- prévenir les stagiaires qu'ils **doivent apporter** leurs piquets, ficelles et mètre.

Pratique: implanter à l'aide des plans

Si les sites sont très dispersés, chaque équipe fera un exercice d'implantation à partir du plan ; Si les vrais sites sont à proximité, attendre le démarrage des chantiers pour l'implantation des bâtiments

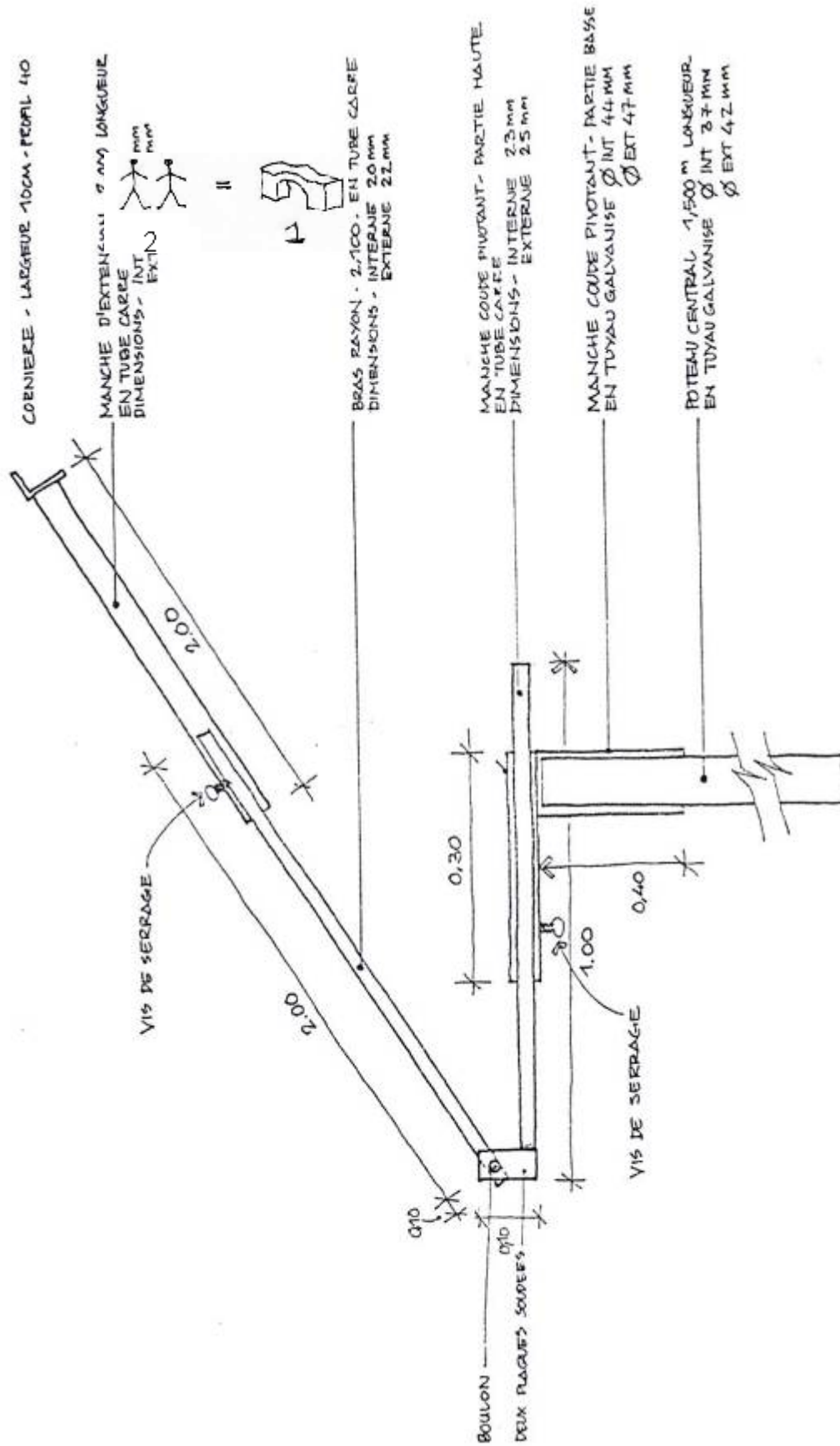
Chaque équipe (avec leur Chef d'équipe):

- implanter le bâtiment qui lui est attribué à partir du plan ;
- Faites l'implantation jusqu'à l'emplacement des piquets axiaux.

FP: visiter chaque site

- vérifier le travaux ci-dessus;
- au besoin faire refaire l'implantation par l'équipe concerné.
- Attirer l'attention des stagiaires sur les variations entre des sites différents, et notamment que la pente peut nécessiter des fondations à profondeur différente.

Fiche : Fabrication du guide mobile



Fiche de contrôle des maçons stagiaires.

REMPLISSEZ CETTE FICHE POUR CHAQUE STAGIAIRE. LES GRADES SERONT BASEES SUR CES RESULTATS

Nom : Date :

Premier cycle (première formation)

Deuxième cycle (recyclage)

Nom de la personne qui remplit ce formulaire :

Module COCHEZ (✓) les résultats des exercices de révisions et les niveaux de compréhension	Faible	Moy en	Bon	Très Bon
Module 3 : Terres et briques				
Module 4 : Implantation ; angle droit	<u>Tests pratiques</u>			
▪ Implantation d'un angle droit (Fiche 4.2)				
▪ Implantation d'un rectangle (Fiche 4.3)				
▪ Implantation d'un bâtiment utilisant des briques (Fiche 4.4)				
Module 5 : Fondations et niveau '0.00'				
Module 6 : Maçonnerie	<u>Tests pratiques</u>			
▪ Appareillage des briques dans les coins (Fiche 6.1)				
▪ Le mortier et la pose des briques (Fiche 6.2)				
Module 7 : Les ouvertures				
Module 8 : Poussées et le point de naissance				
Module 9 : La coupole ; guide mobile	<u>Tests pratiques</u>			
▪ Ajuster le guide mobile (9.3)				
Module 10 : La construction de la coupole				
Module 11 : Protection des toitures - coupoles				
Module 12 : Protection des bâtiments				
Module 13 : Case ronde				
Module 14 : Entretien des bâtiments CSB				
Module 15 : Tracée de la voûte normale	<u>Tests pratiques</u>			
▪ Tracée d'une voûte normale				
Module 16 : Démarrage et construction de la voûte normale				
Module 17 : Construction et fermeture de la voûte				
Module 18 : Voûtes excentrées et surbaissées	<u>Tests pratiques</u>			
▪ Tracée d'une voûte excentrée				
Module 19 : Protection des toitures – voûtes				
Module 20 : Toitures plates				
Module 21 : Cahiers de chantier				
Module 22 : Compréhension des plans				
Total des points cochés (✓)				
Grade (la colonne avec le plus grand nombre de points cochés)	4	3	2	1

*Si le module n'a pas fait partie de la formation, marquez 'S.O.' ('Sans Objet') et ne le comptez pas

Notes :

