

MANUEL DU MAÇON NUBIEN

Règles professionnelles
du Concept Technique Voûte Nubienne



AVERTISSEMENT

Ce manuel, produit et diffusé par l'association « la Voûte Nubienne » (AVN), regroupe les règles et recommandations techniques de base devant orienter la construction de bâtiments en Voûtes Nubiennes (VN) dans les pays où le marché VN se diffuse, et plus généralement en zones de type sahéliennes.

L'utilisation du concept technique VN sous des climats plus humides et tropicaux n'est pas validée par AVN et supposerait au préalable de procéder à des expérimentations in situ en vue de son adaptation.

Ces informations représentent la somme des expériences acquises par AVN et les maçons VN depuis l'ouverture du programme de vulgarisation du concept VN en 2000. Elles s'inscrivent dans les contraintes techniques précises proposées par AVN afin de garantir le maximum de sécurité des réalisations VN et une transmission optimum du savoir faire VN.

Ce manuel s'adresse principalement aux artisans et maçons VN et vient compléter, renforcer et rappeler les connaissances acquises sur les chantiers. Il sert également de support dans le cadre de la formation des nouveaux apprentis.

Il ne peut être considéré comme une «méthode de construction» et ne peut remplacer la formation acquise sur des chantiers et transmise par des maçons VN expérimentés. L'utilisation de ce document ne peut donc en aucun cas garantir une mise en oeuvre correcte et une construction de qualité. Ainsi la diffusion et l'utilisation de ce document ne peut engager la responsabilité d'AVN quand à des malfaçons ou sinistres constatés sur des chantiers VN.

Thomas Granier
Fondateur - Directeur général



- 0 sommaire
- 0 parties d'une construction en voûte nubienne

NOTIONS PRÉALABLES

1 - les matériaux utilisés

- 1.1 fiche générale (BASE)
- 1.2 blocs spéciaux (BASE)
- 1.3 ★ sélection des terres : tests basiques (ADITIONNELLE)
- 1.4 préparation des terre (BASE)
- 1.5 ★ tableau d'analyse des terres (ADITIONNELLE)
- 1.6-A dimensions des briques (BASE)
- 1.6-B moule pour les grandes briques (BASE)
- 1.6-C moule pour les petites briques (BASE)
- 1.7 préparation des briques (BASE)
- 1.8 contrôle des grandes briques (BASE)
- 1.9 ciment (BASE)

2 - le matériel de chantier

- 2.1 gros matériel (BASE)
- 2.2 petit matériel et câble compas (BASE)

3 - règles d'implantation

- 3.1 positionnement (BASE)
- 3.2 niveaux et drainage au sol (BASE)
- 3.3 dimensions d'une voûte (BASE)
- 3.4 hauteur de naissance de voûte (BASE)

DIMENSIONNEMENTS ET MISE EN OEUVRE DU GROS OEUVRE

4 - fondations

- 4.1 fondations des murs porteurs, pignons, refends et cloisons (BASE)
- 4.2 implantation - traçage (BASE)
- 4.3 fouilles (BASE)
- 4.4 fondation en pierre et mortier de terre (BASE)
- 4.5 ★ fondations en pisé (ADITIONNELLE)

5 - mur

- 5.1 dimensionnement des murs (BASE)
- 5.2 contrôle des alignements et aplombs (BASE)
- 5.3 principes d'appareillages des murs (BASE)
- 5.4 type d'appareillages des murs courants - base (BASE)
- 5.5 type d'appareillages des murs courants - variantes (BASE)
- 5.6 ★ type d'appareillages des murs mixtes (ADITIONNELLE)
- 5.7 ★ production de BBSC et appareillage en mur mixtes (ADITIONNELLE)
- 5.8 ★ pieds de murs renforcés (ADITIONNELLE)
- 5.9 ★ pieds de murs renforcés en béton (ADITIONNELLE)
- 5.10 aérations dans les murs pignons (BASE)

6 - ouvertures

- 6.1 ouvertures dans les murs - règles (BASE)
- 6.2 ouvertures dans les murs - règles (BASE)
- 6.3 type d'appareillages des portes et fenêtres (BASE)
- 6.4 type d'appareillages des niches (BASE)
- 6.5 ★ grands arcs dans les murs pignons - règles (ADITIONNELLE)
- 6.6 ★ grands arcs dans les murs pignons - mise en oeuvre (ADITIONNELLE)
- 6.7 ★ arcades en blocs de béton dans un mur porteur (ADITIONNELLE)
- 6.8 ★ portiques poteaux-poutres béton armé dans porteur (ADITIONNELLE)

7 - le câble compas

- 7.1 le câble-compas - fabrication (BASE)
- 7.2 le câble-compas - mise en place (BASE)

8 - voutains (ou les arcs)

- 8.1 coffrages pour les voutains (BASE)
- 8.2 voutains (BASE)

9 - voûte

- 9.1 départ de voûte (BASE)
- 9.2 avancée de la voûte (BASE)
- 9.3 fermeture de voûte (BASE)

10 - contreforts

- 10.1 mise en oeuvre des contreforts (BASE)
- 10.2 mise en oeuvre des contreforts (BASE)

11 - toiture

- 11.1 orientation de la pente de toiture (BASE)
- 11.2 pente maçonnée (BASE)
- 11.3 pente maçonnée (BASE)
- 11.4 gouttières (BASE)
- 11.5 étanchéité - bache plastique et couche de terre (BASE)
- 11.6 ★ descentes d'eau encastrées (ADDITIONNELLE)

12 - acrotères

- 12.1 ★ protection en dalettes de ciment (ADDITIONNELLE)
- 12.2 ★ protection en béton armé (ADDITIONNELLE)
- 12.3 balustrades maçonnées (BASE)
- 12.5 ★ balustrade en acier ou en bois (ADDITIONNELLE)

13 - escalier extérieur

- 13.1 ★ exemples d'escaliers (ADDITIONNELLE)
- 13.2 ★ dimensions et traçage (ADDITIONNELLE)
- 13.3 ★ mise en oeuvre des escaliers (ADDITIONNELLE)

14 - escalier intérieur

- 14.1 ★ escalier intérieur à une volée (ADDITIONNELLE)
- 14.2 ★ escalier intérieur à deux volées (ADDITIONNELLE)

15 - voûte avec un étage

- 15.1 ★ voûte en étage (ADDITIONNELLE)
- 15.2 ★ maçonnerie en étage (ADDITIONNELLE)
- 15.3 ★ ajout d'un étage (ADDITIONNELLE)
- 15.4 ★ ouverture dans les étages (ADDITIONNELLE)

16 - extensions

- 16.1 prolongement d'une voûte (BASE)
- 16.2 ajout d'une voûte latérale (BASE)

SECOND OEUVRE

17 - petite maçonnerie

- 17.1 cloisons en maçonnerie lourde (BASE)
- 17.2 étagères maçonnées (BASE)
- 17.3 ★ cloisons légères (ADDITIONNELLE)

18 - menuiserie

- 18.1 ★ appuis de fenêtre (ADDITIONNELLE)
- 18.2 ★ pose des menuiseries courantes (extérieur) (ADDITIONNELLE)
- 18.3 ★ pose avec appui en béton armé (intérieur) (ADDITIONNELLE)

19 - électricité

- 19.1 ★ passage des gaines et saignées (ADDITIONNELLE)
- 19.2 ★ fixations des plafonniers et des ventilateurs (ADDITIONNELLE)

20 - plomberie

- 20.1 ★ distribution et eaux usées (ADDITIONNELLE)
- 20.2 ★ traitement des étages (ADDITIONNELLE)

21 - traitement des sols

- 21.1 ★ traitement des sols - exemples (ADDITIONNELLE)
- 21.2 ★ chape ciment et carrelage (ADDITIONNELLE)
- 21.3 ★ décaissement du niveau intérieur (ADDITIONNELLE)

22 - enduits

- 22.1 fiche introductive (BASE)
- 22.2 préparation des supports (BASE)
- 22.3 enduits traditionnels à base de terre (BASE)
- 22.4 ★ enduit bitume pour les murs - extérieur (ADDITIONNELLE)
- 22.5 ★ enduit bitume pour les toitures - extérieur (ADDITIONNELLE)
- 22.6 ★ enduits sable ciment pour murs BBSC - extérieur (ADDITIONNELLE)
- 22.7 ★ enduits sable ciment pour murs - intérieur (ADDITIONNELLE)
- 22.8 ★ carrelages muraux (ADDITIONNELLE)

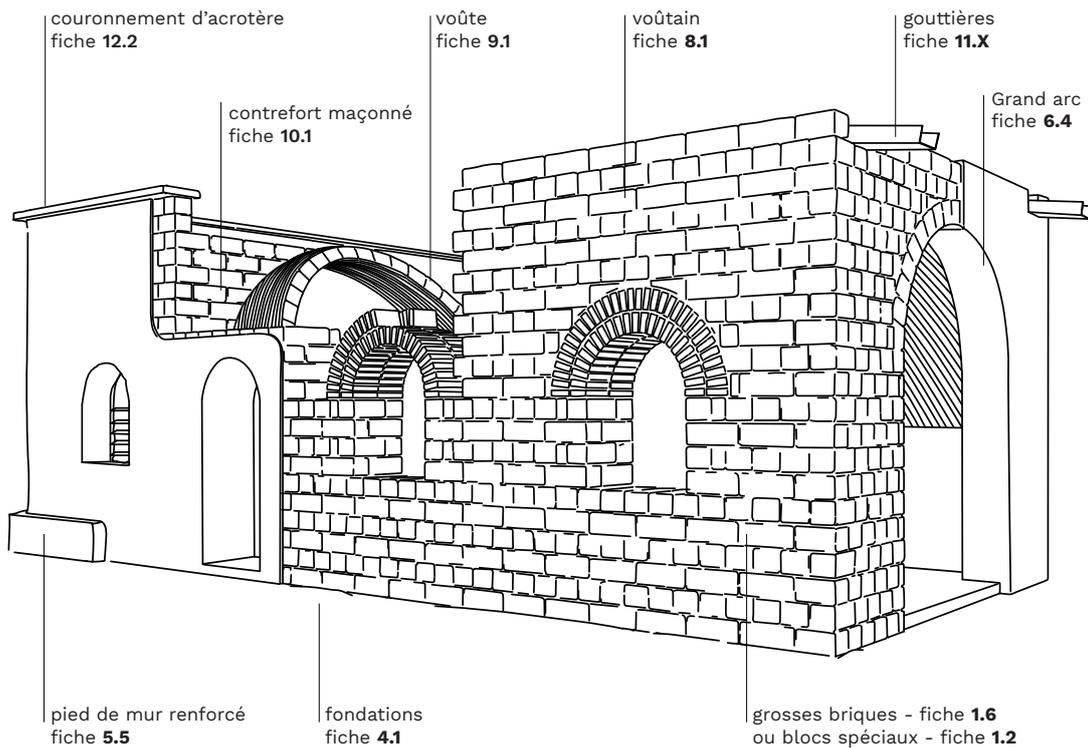
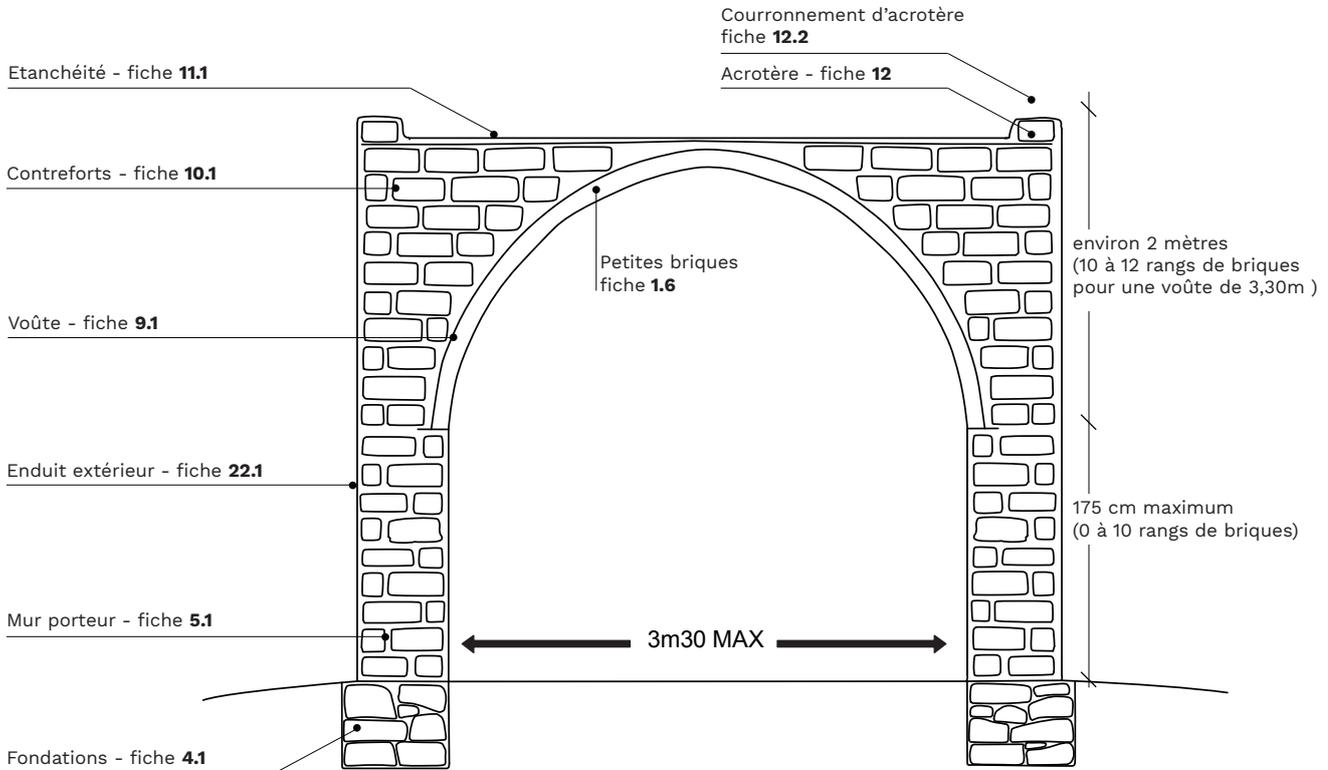
24 - peintures

- 24.1 badigeons de chaux et peintures intérieures (BASE)
- 24.2 ★ peintures extérieures (ADDITIONNELLE)

0

NOTIONS DE BASE

PARTIES D'UNE CONSTRUCTION EN VOÛTE NUBIENNE



1.1

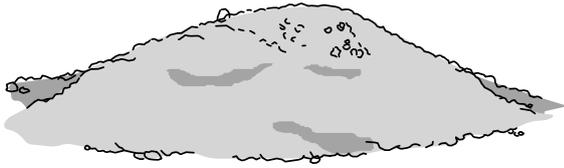
LES MATERIAUX

FICHE GÉNÉRALE

1

La terre à bâtir

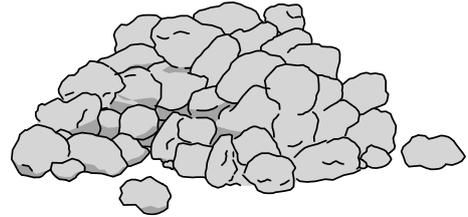
Elle est utilisée pour produire les briques, pour les mortiers (banco) et pour certains enduits. C'est une terre qui ne doit être ni trop sableuse, ni trop argileuse.



2

Les pierres sauvages

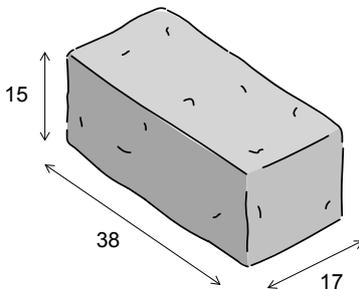
Elles sont utilisées dans les fondations (maçonnerie de blocage). Elles peuvent être remplacées par du pisé en cas d'indisponibilité.



3

Les blocs utilisés pour les murs

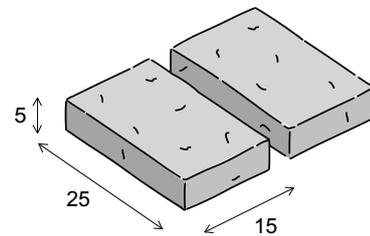
Ce sont des briques de terre crue (adobe) produites à l'aide de moules, puis séchées au soleil. Les dimensions recommandées pour un bon appareillage des murs sont 38x17x15cm avec des joints verticaux de 4cm, mais d'autres dimensions sont possibles.



4

Les blocs des voûtes et des voutains

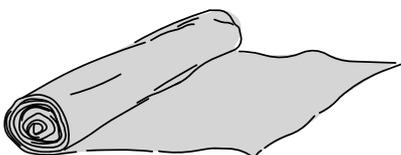
Ce sont des briques de terre crue (adobe) de petite taille, produites à l'aide de moules, puis séchées au soleil. Les dimensions sont 25x15x5cm. La terre utilisée doit toujours être d'excellente qualité. Elles sont généralement produites sur le chantier sous le contrôle du chef maçon.



5

La bâche plastique

Elle participe de l'étanchéité de la toiture (posée sous la couche de terre d'étanchéité) et peut aussi être utilisée comme barrière contre l'humidité au niveau des fondations et des dalles de sols.



6

L'eau

elle est nécessaire en quantité importante pendant toute la durée d'un chantier VN



1.2

LES MATERIAUX

BLOCS SPÉCIAUX

Si le budget le permet et que les matériaux sont disponibles, il est possible d'utiliser des blocs spéciaux pour la maçonnerie extérieure des murs ou certaines parties sensibles du bâti (pieds de murs, acrotères...).

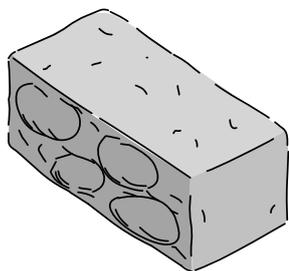
Parmi ces blocs spéciaux, il y a notamment :

- Les Briques de Banco Surfaces Cailloux (BBSC – voir fiche 5.7) qui permettent de réaliser des enduits ciment bien accrochés
- Les Blocs de Latérite Taillés (BLT) ou d'autres types de blocs (pierre, béton) qui permettent de se passer d'enduit.

En général, les dimensions des blocs spéciaux ont intérêt à être les mêmes que celles des briques de terre classique.

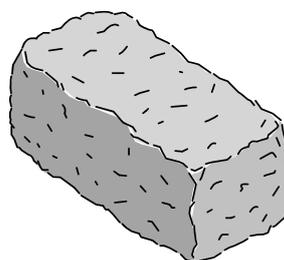
1 BBSC

Brique de Banco Surface Cailloux
Voir fiche 22.6

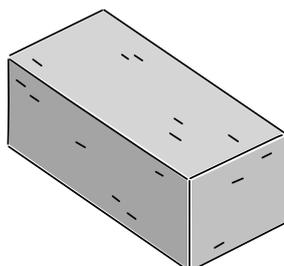


2 BLT

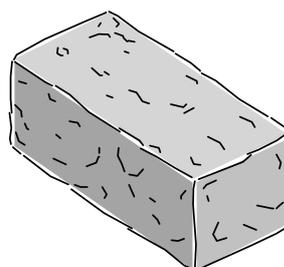
Brique de Latérite Taillée
(principalement au Burkina Faso)



3 Bloc béton plein



4 Bloc de pierre



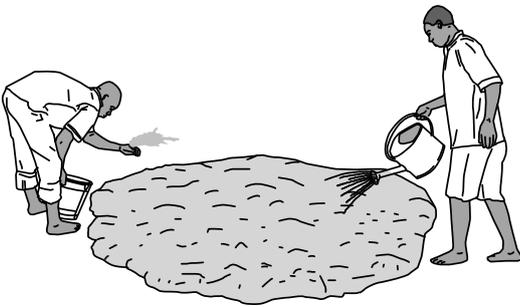
1.4

LES MATERIAUX

PRÉPARATION DES TERRES

La terre doit être mouillée [1] et piétinée au minimum 24 heures avant d'être utilisée [2], pour qu'elle ait bien le temps de boire.
L'opération doit être répétée plusieurs fois pour obtenir un banco de qualité, tant pour la confection des briques que pour le mortier.
Il est donc conseillé de faire le mortier de banco sur plusieurs jours.

1
Mouiller la terre

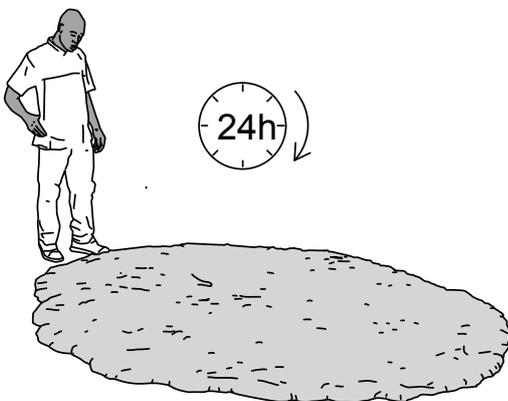


2
Piétiner la terre



3
Attendre 24 heure

Conseil : utiliser une bâche pour faciliter le travail et éviter le séchage de la terre.



4
Re-piétiner la terre
Penser à remouiller.



1.6 - A

LES MATERIAUX

DIMENSIONS DES BRIQUES

Les grandes briques, composant les murs, et les petites briques composant les voutains et les voutes, n'ont pas le même dimensions et doivent être conçues avec des moules différents.

On peut concevoir des moules doubles ou triples pour les petites briques. mais les moules simples sont plus pratiques pour les grosse briques.

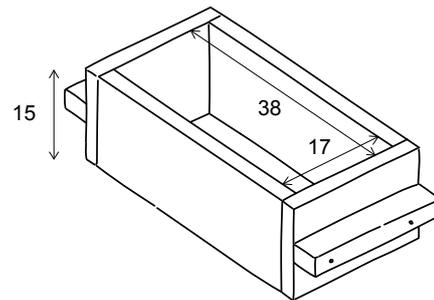
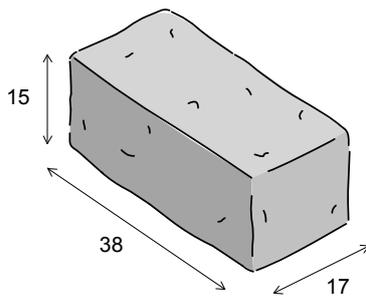
RAPPEL :

Quand la terre sèche, il y a du retrait, plus ou moins important selon les terres. Attention !

1

Grandes briques de banco

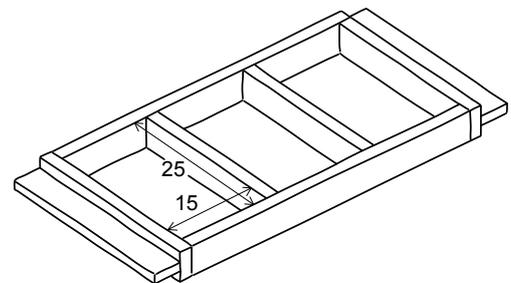
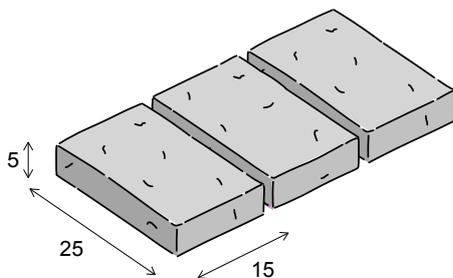
Une brique et son moule en bois :



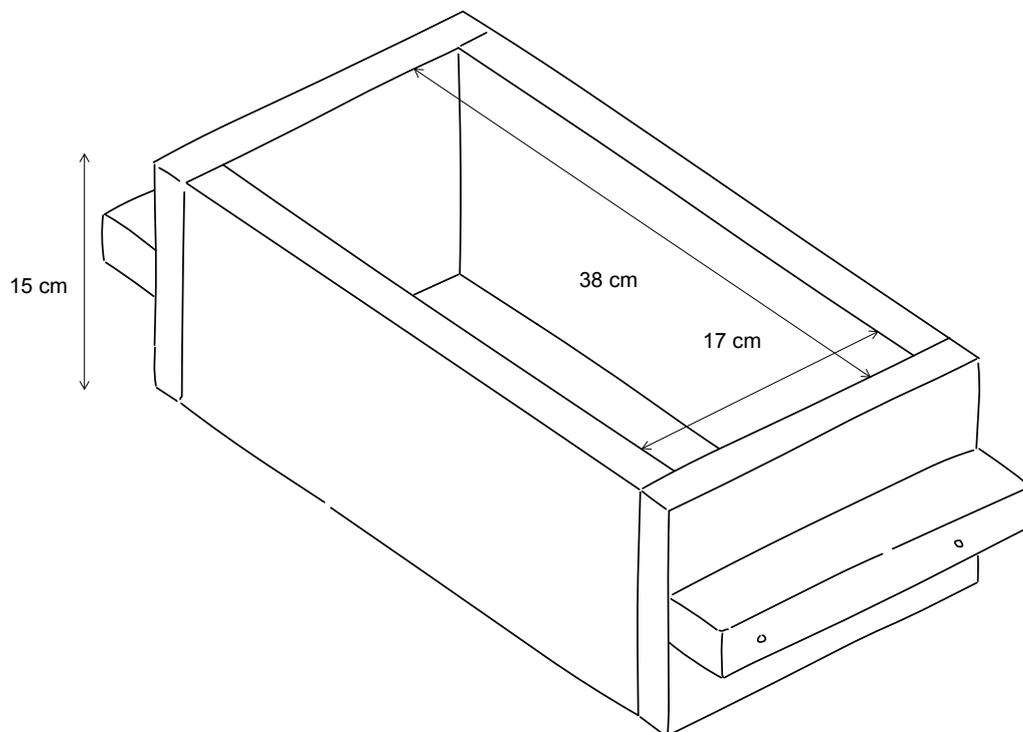
2

Petites briques de banco (voûte)

Les briques et leur moule en bois :



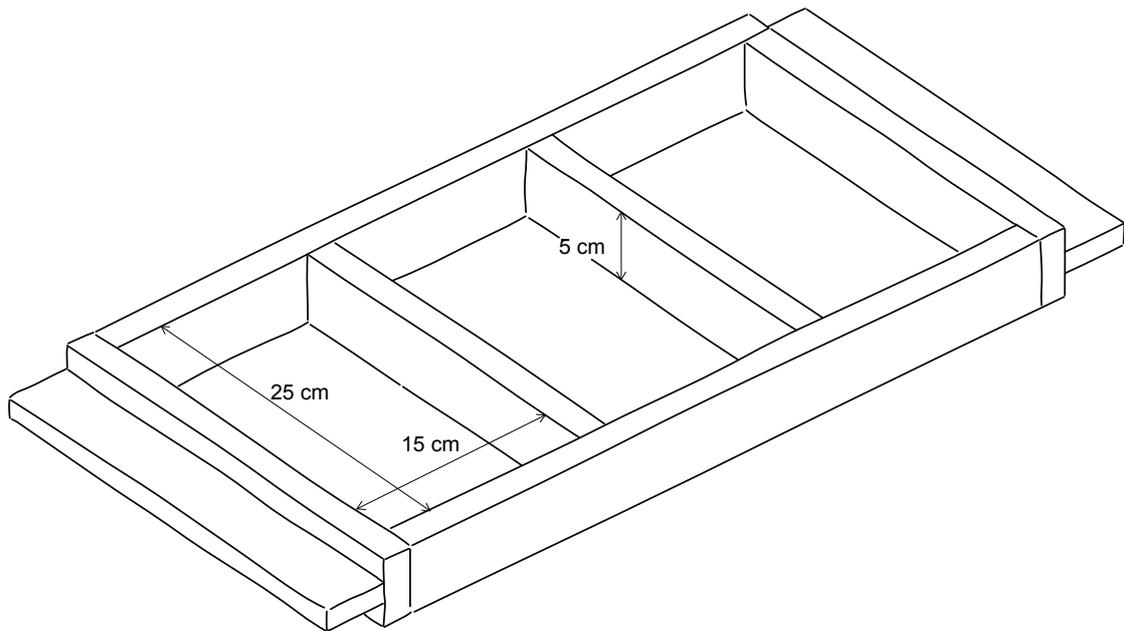
1.6 - B
LES MATERIAUX
MOULES POUR LES GRANDES BRIQUES



1.6 - C

LES MATERIAUX

MOULES POUR LES PETITES BRIQUES



1.7

LES MATERIAUX

PRÉPARATION DES BRIQUES

(grosses et petites)

1

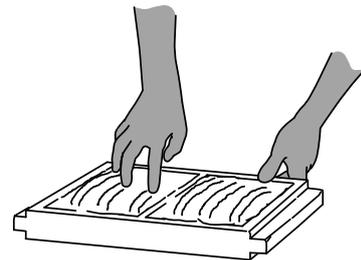
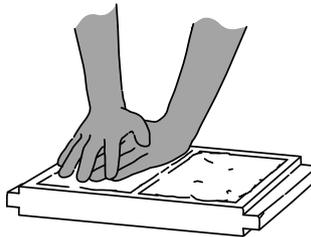
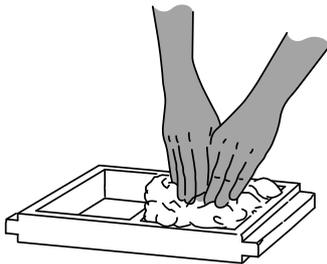
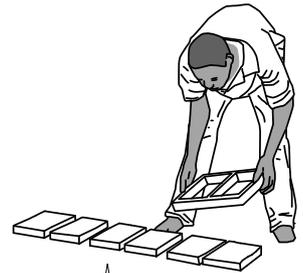
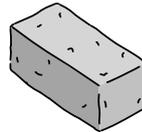
Nettoyage et préparation du sol
afin d'avoir une surface aussi plane
et propre que possible.



2

Moulage des briques

Le temps de séchage moyen pour les grandes briques
est d'au moins quatre jours. Le temps de séchage moyen
pour les petites briques est d'au moins deux jours



Installer le moule sur le sol ; le remplir de banco ; lisser la surface ; démouler délicatement. Pour les petites briques, la surface peut être griffer afin de permettre une meilleure adhérence lors de la mise en oeuvre de la voûte.

4

Après un temps de séchage à plat,
les briques sont mises debout.



5

Grattage et nettoyage des briques

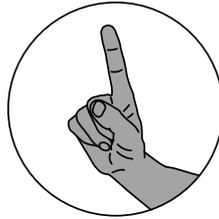


1.8

LES MATERIAUX

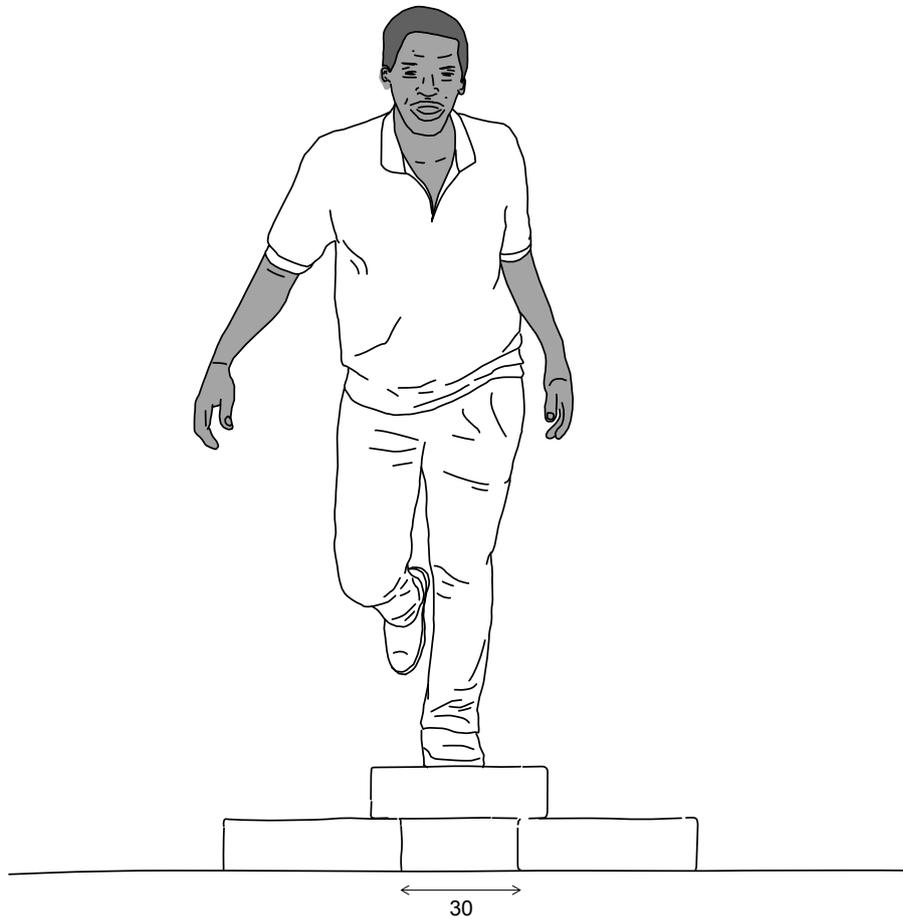
CONTRÔLE DES GRANDES BRIQUES

Les briques doivent toujours être confectionnées avec beaucoup d'attention. En cas d'achat de lots de briques déjà moulées/séchées, le Chef de Chantier doit obligatoirement réaliser des tests de résistance et en cas de résultats non concluants ne pas accepter les lots de mauvaise qualité, ou ne les utiliser que dans des parties de la construction qui tolèrent des briques de moindre qualité : les contreforts tout particulièrement.



TEST DE SOLIDITÉ D'UNE BRIQUE :

Une personne de poids moyen monte sur une brique posée entre deux autres briques écartées de 30 cm.
> La brique ne doit pas casser !



1.9

LES MATERIAUX

MATÉRIAUX - DOSAGES CIMENT DIVERS

DOSAGE CIMENT POUR OUVRAGES BÉTON :

	Ciment 	Sable fin 	Gravier 	Eau 
Béton de propreté 150Kg/m ³	50 kg	200 litres (3 brouettes 60 l + 2 seaux 10 l)	280 litres (4 brouettes 60 l / 4 seaux 10 l)	25 litres (2,5 seaux 10 l)
Béton pour semelles cyclopéennes et petits ouvrages (couronnements acrotères...) 250 kg/m ³	50 kg	120 litres (2 brouettes 60 l)	250 litres (4 brouettes 60 l + 1 seau 10 l)	25 litres (2,5 seaux 10 l)
Béton pour massifs (dallages, blocs...) 300 kg/m ³	50 kg	90 litres (1,5 brouettes 60 l)	120 litres (2 brouettes 60 l)	25 litres (2,5 seaux 10 l)
Béton pour ossature en béton armé (semelles, poteaux, poutres...) 350 kg/m ³	50 kg	70 litres (1 brouette 60 l + 1 seau 10 l)	100 litres (1,5 brouettes 60 l + 1 seau 10 l)	25 litres (2,5 seaux 10 l)
Mortier 400 kg/m ³	50 kg	125 litres (2 brouettes 60 l + 0,5 seau 10 l)	-	30 litres (3 seaux 10 l)

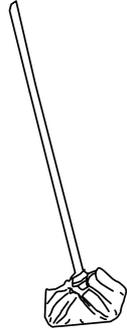
2.1

LE MATÉRIEL

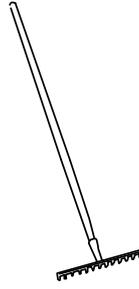
GROS MATÉRIEL



Pelle



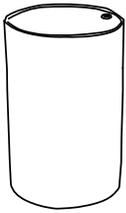
Dame



Rateau



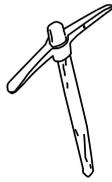
Seau



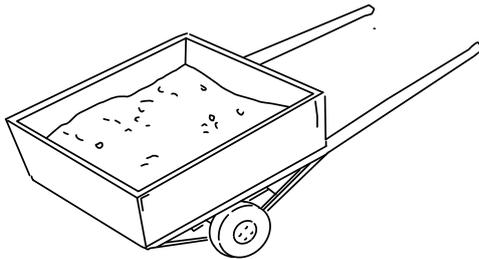
Barrique



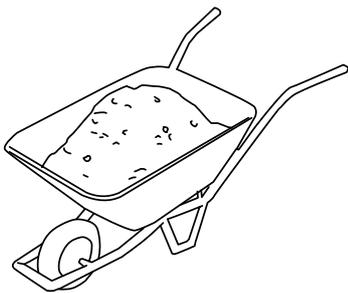
Dabat



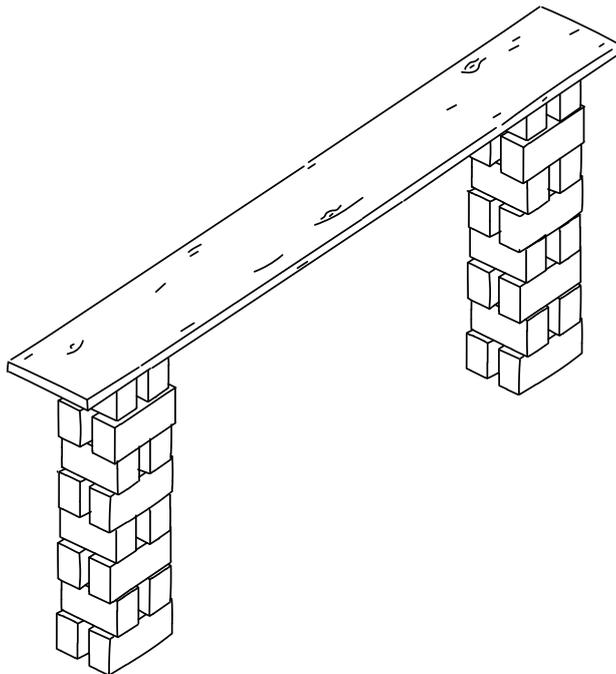
Pioche



Charette



Brouette

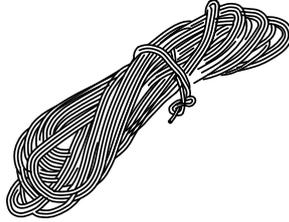


Planches pour échafaudage

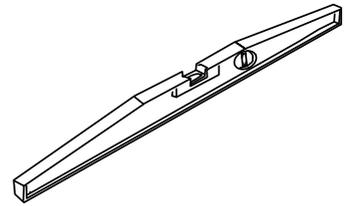
2.2

LE MATÉRIEL

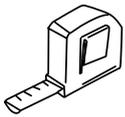
PETIT MATÉRIEL ET CÂBLE COMPAS



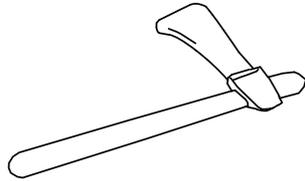
Cordeau



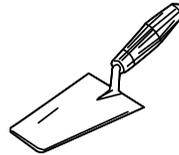
Niveau



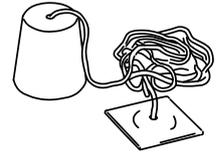
Mètre



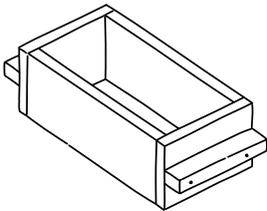
Hachette



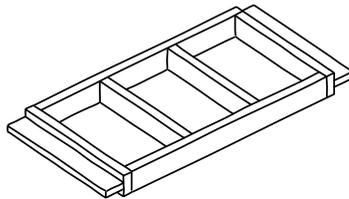
Truelle



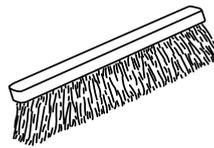
Fil à plomb



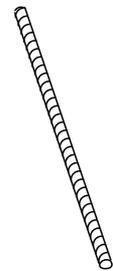
Moule grande brique
voir fiche 1.6



Moule petite brique
voir fiche 1.6

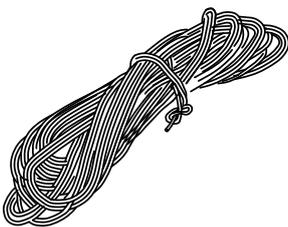


Brosse



Piquet
(fer à béton)

Outils pour la conception du câble compas



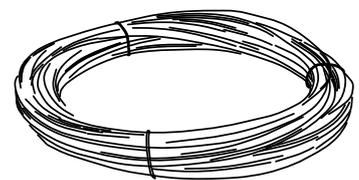
Cordeau



Anneaux



Clous



Fil de fer

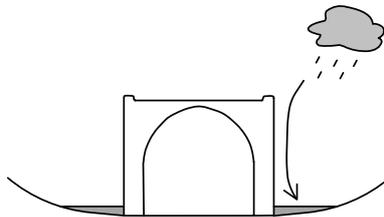
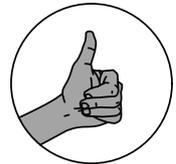
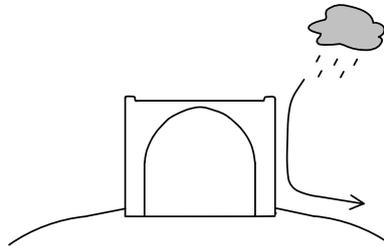
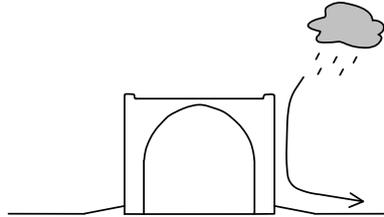
3.1

RÈGLES D'IMPLANTATION ET DE DIMENSIONNEMENT DES VOÛTES POSITIONNEMENT

Bien observer le terrain avant d'implanter la maison.
Il ne faut jamais construire dans un bas fond
ou dans une zone où l'eau stagne !

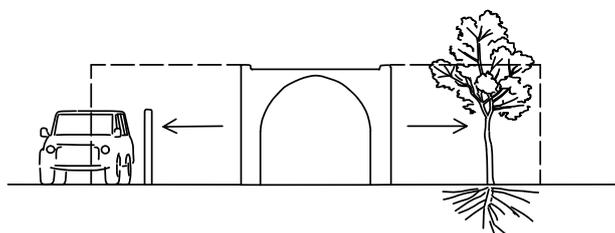
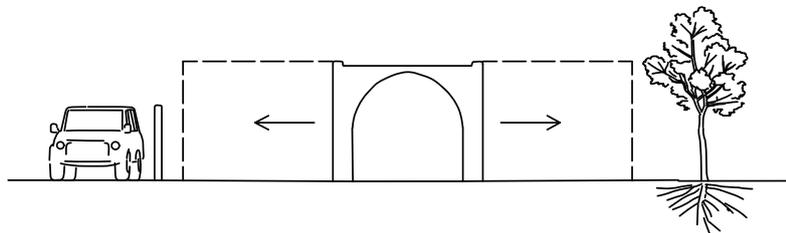
1

Bon terrain et mauvais terrain



2

Il faut anticiper les extensions futurs et faire attention à la présence d'éventuels obstacles : limites de parcelle, arbres, fosses, puits perdus...

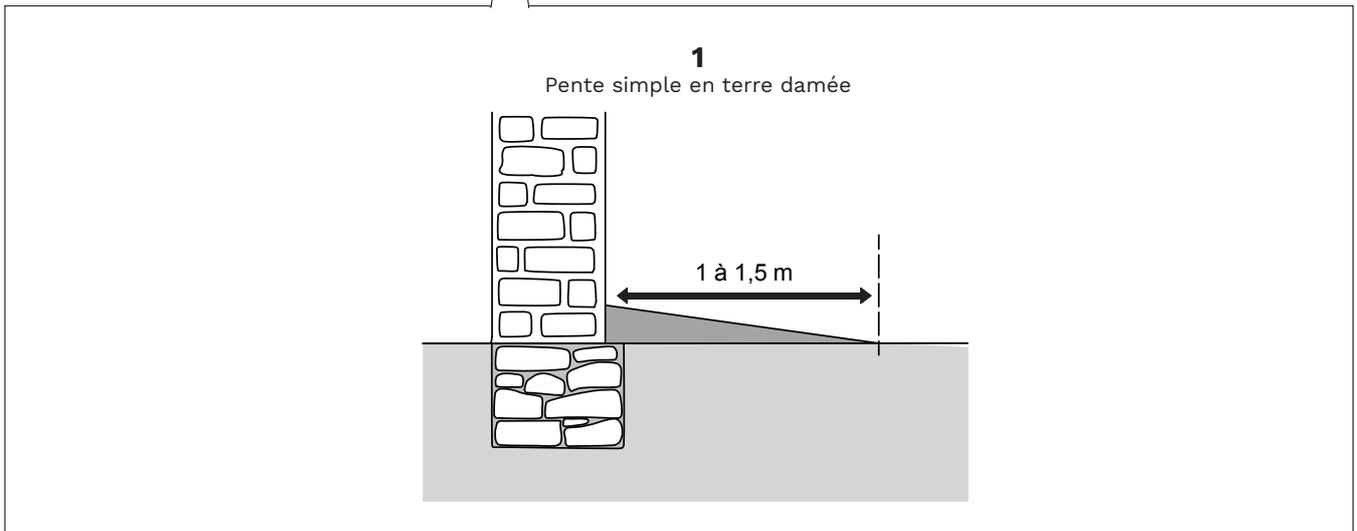
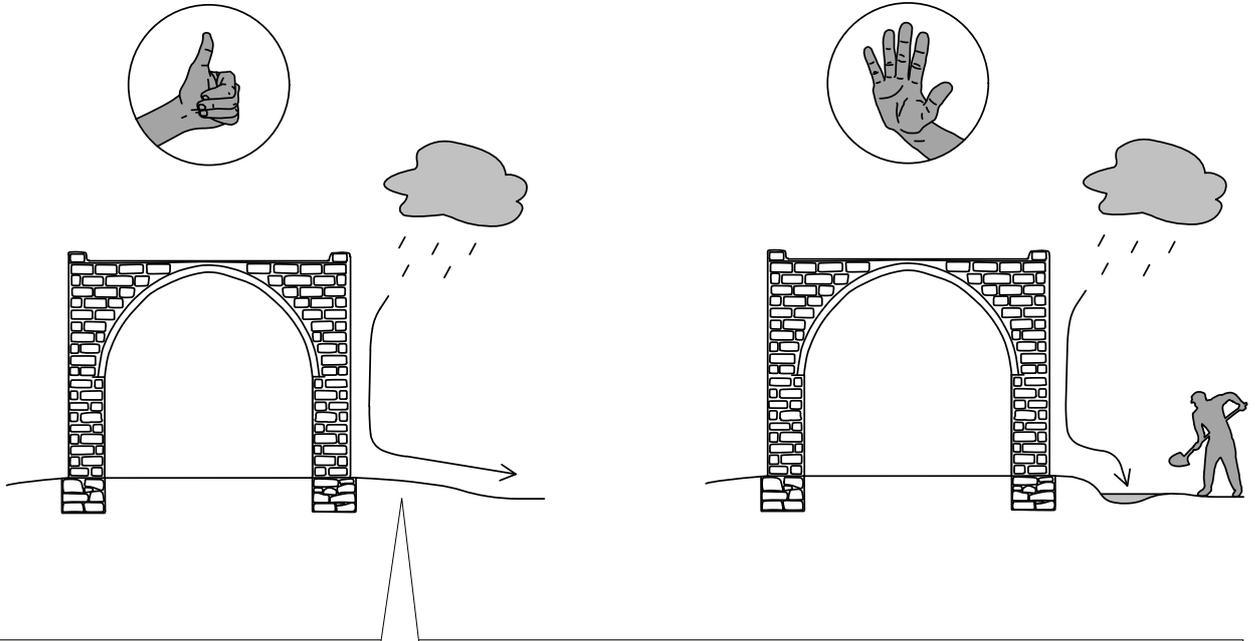


3.2

RÈGLES D'IMPLANTATION ET DE DIMENSIONNEMENT DES VOÛTES NIVEAUX ET DRAINAGE AU SOL

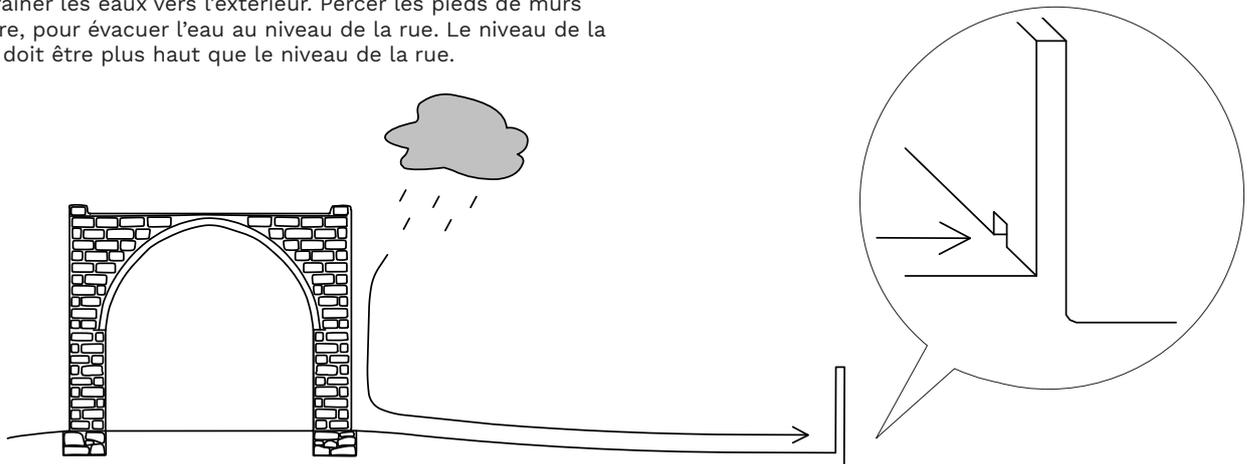
Protéger la voûte de l'eau en faisant des pentes propres en terre damée à sa base

RAPPEL :
Ne jamais creuser la terre à proximité du chantier !
Même pour la fabrication des briques ou du banco.



CAS DES PARCELLES FERMÉES :

il faut drainer les eaux vers l'extérieur. Percer les pieds de murs de clôture, pour évacuer l'eau au niveau de la rue. Le niveau de la parcelle doit être plus haut que le niveau de la rue.



3.3

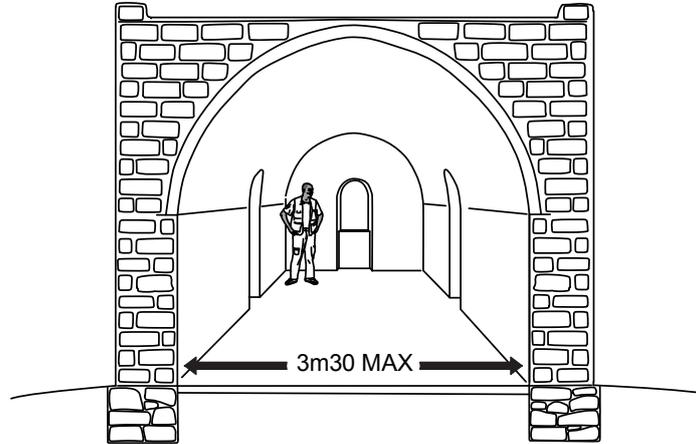
RÈGLES D'IMPLANTATION ET DE DIMENSIONNEMENT DES VOÛTES

DIMENSIONS D'UNE VOÛTE

1

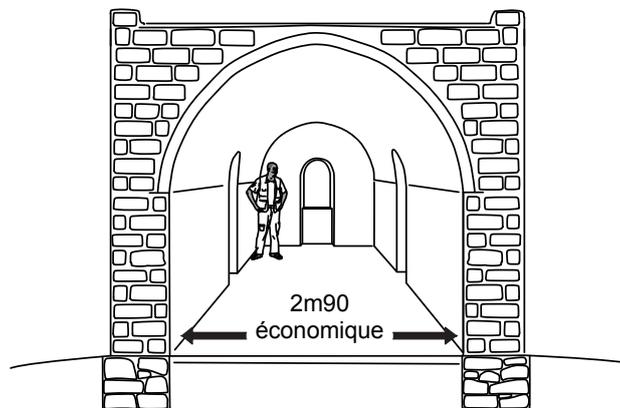
Avant de commencer le travail d'implantation, le maçon doit avoir choisi avec son client les dimensions intérieures de la ou des voûtes.

LA LARGEUR NE DOIT JAMAIS DÉPASSER 3M30.



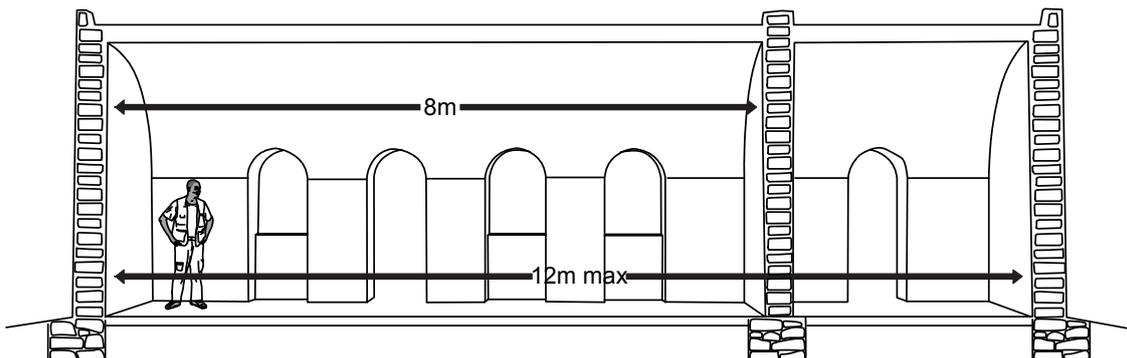
2

En réduisant la largeur d'une voûte à 2m90, le client peut économiser jusqu'à 30% de matériaux.



3

La longueur est très variable, avec un maximum de 12 mètres. Un mur de refend est conseillé tous les 8 mètres.



3.4

RÈGLES D'IMPLANTATION ET DE DIMENSIONNEMENT DES VOÛTES HAUTEUR DE NAISSANCE DE VOÛTE

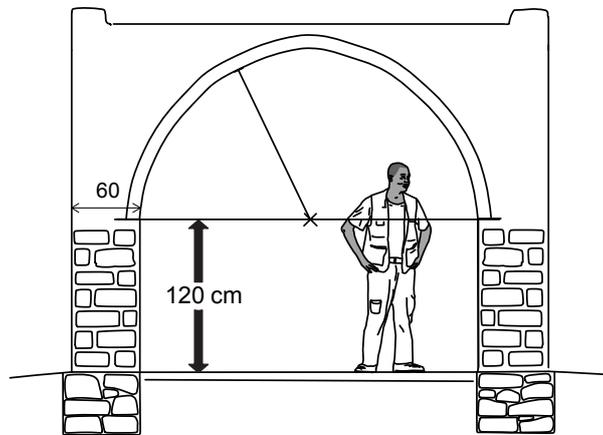
1

Economique : 120cm

Ce petit format permet d'économiser beaucoup de matériaux, pour une maison confortable.

RAPPEL :

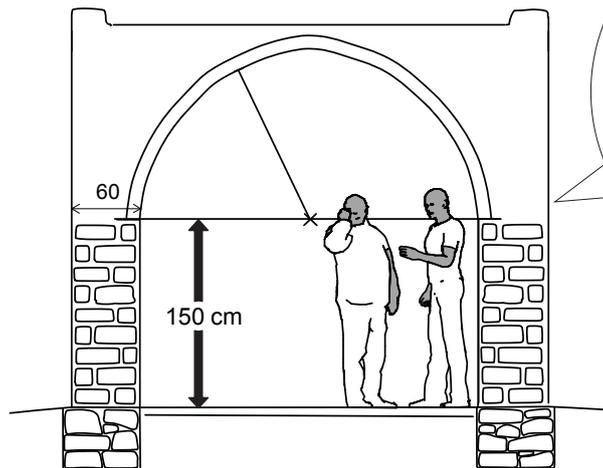
Il n'y a pas de hauteur minimum.



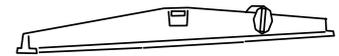
2

Standard : 150cm

Une naissance de voûte à 150cm est un bon rapport qualité d'espace / coût de la construction pour une maison d'habitation.



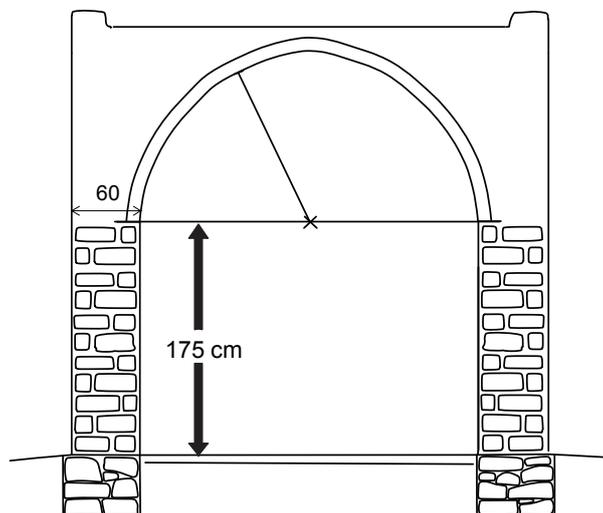
RAPPEL :
Toujours vérifier le niveau
des murs porteurs



3

Maximum : 175cm

Une naissance de voûte à 175cm est la hauteur ne devant pas être dépassée. Au delà la voûte ne serait pas stable.

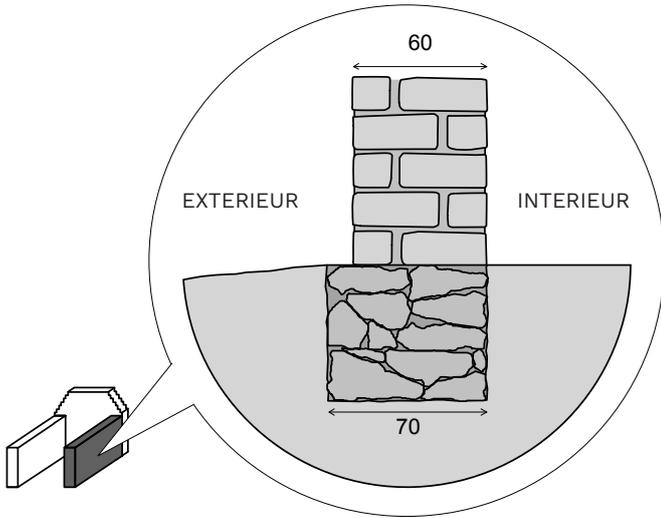


4.1

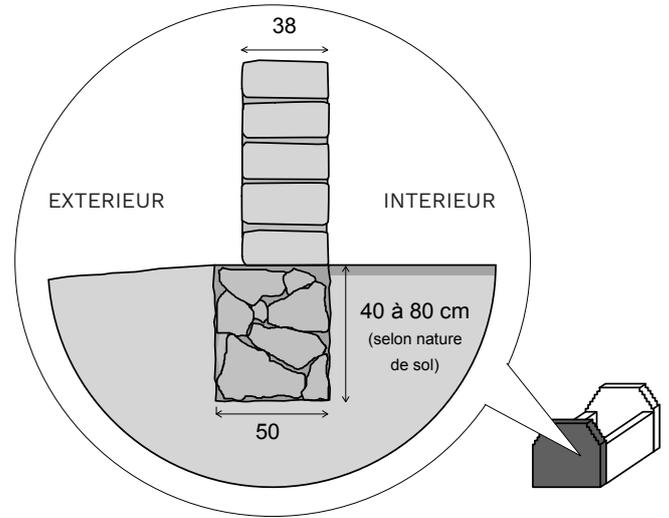
FONDATIONS

FONDATIONS DES MURS PORTEUR, PIGNONS, REFENDS ET CLOISONS

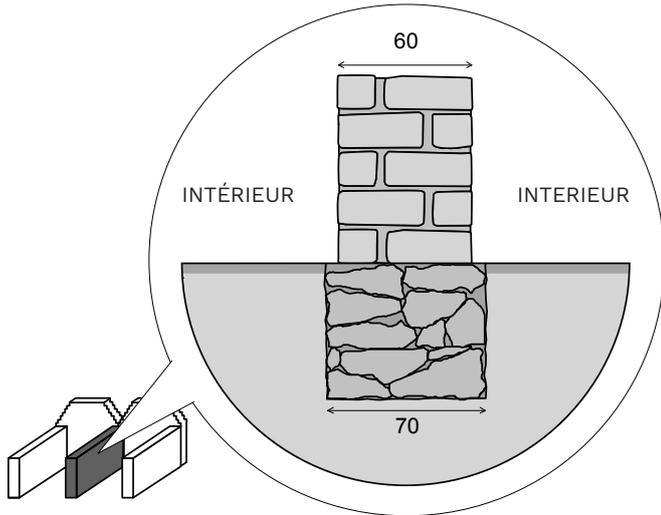
1
mur porteur extérieur



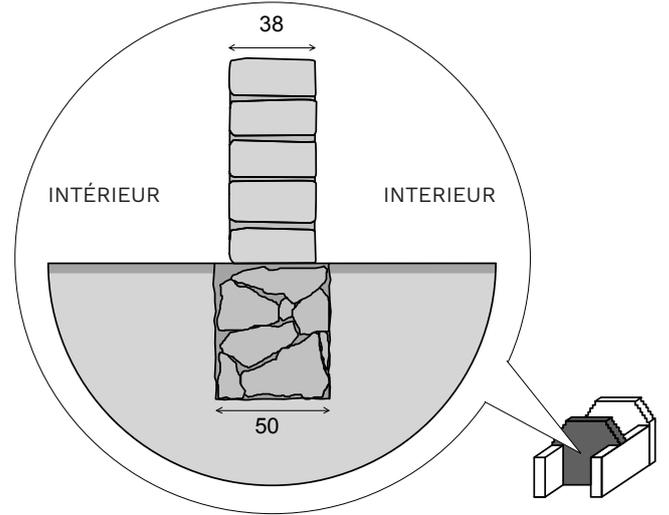
4
mur pignon



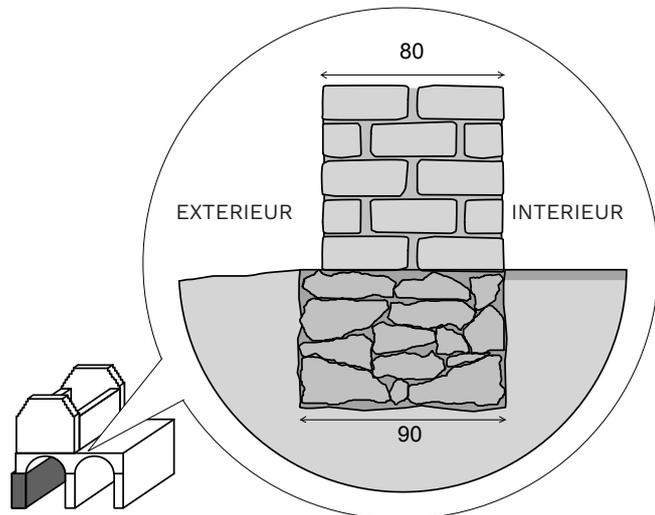
2
mur porteur intérieur
(entre deux voûtes)



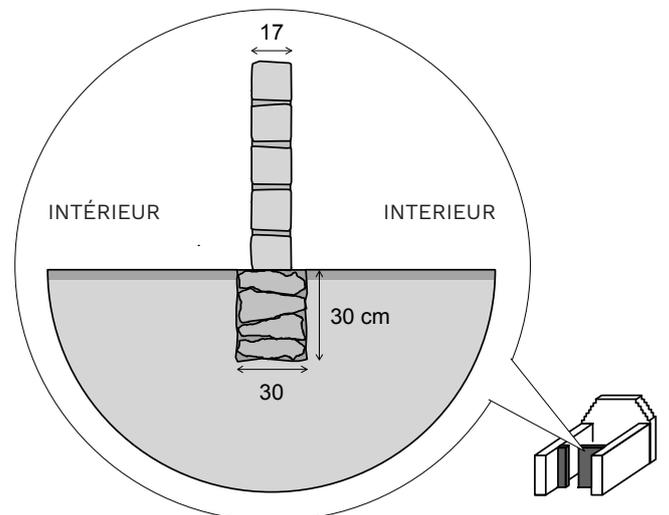
5
refend intérieur



3
mur porteur renforcé
(sous un étage, ou HNV > 175cm)



6
cloison lourde

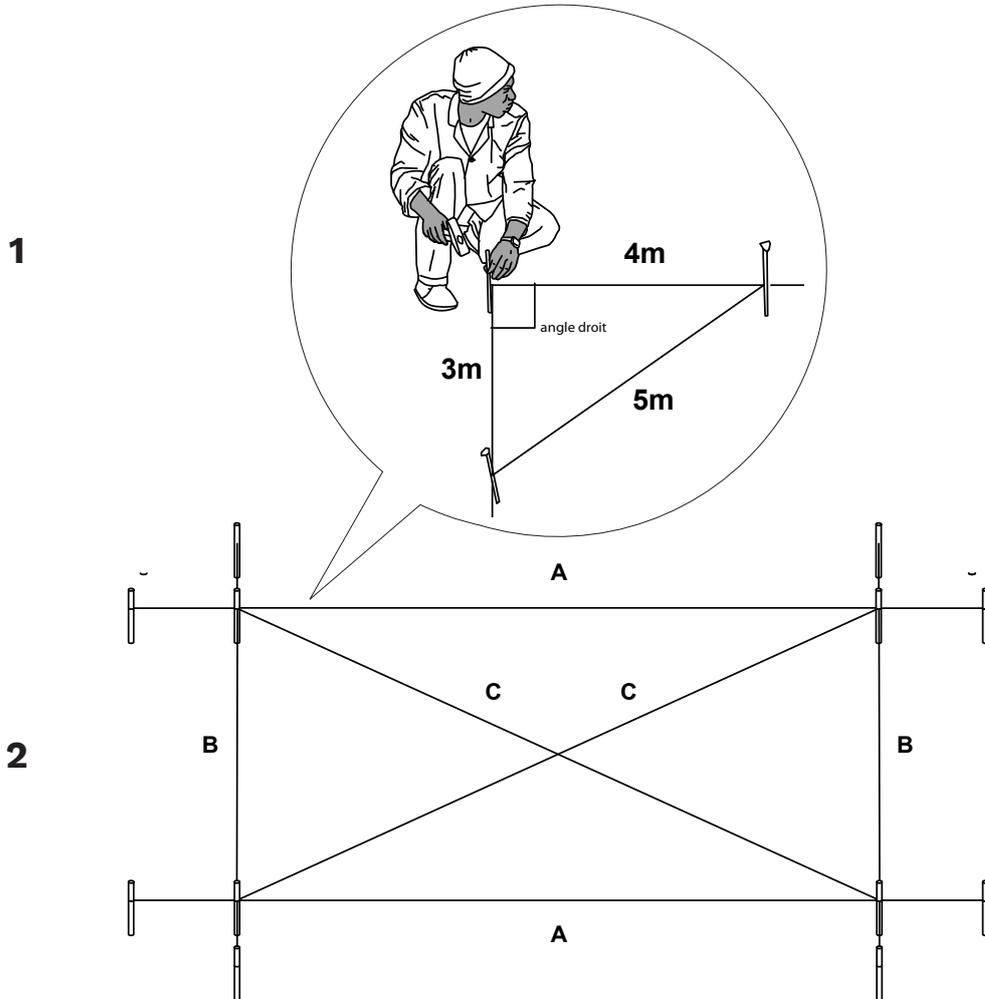


4.2

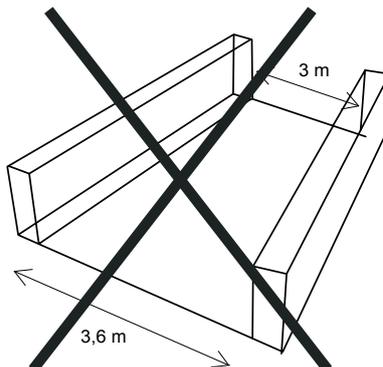
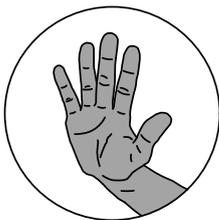
FONDACTIONS

IMPLANTATION

- [1]** Pour positionner les ficelles qui guideront la construction, appliquer la règle du 3, 4, 5.
Cette règle permet de positionner les angles droits.
- [2]** Prolonger les ficelles et vérifier que $A=A$, $B=B$, $C=C$
Bien planter les piquets pour qu'ils ne soient pas arrachés. Les ficelles indiquent l'extérieur de la fondation.



RAPPEL: LES MURS PORTEURS DOIVENT ETRE PARALLELES !

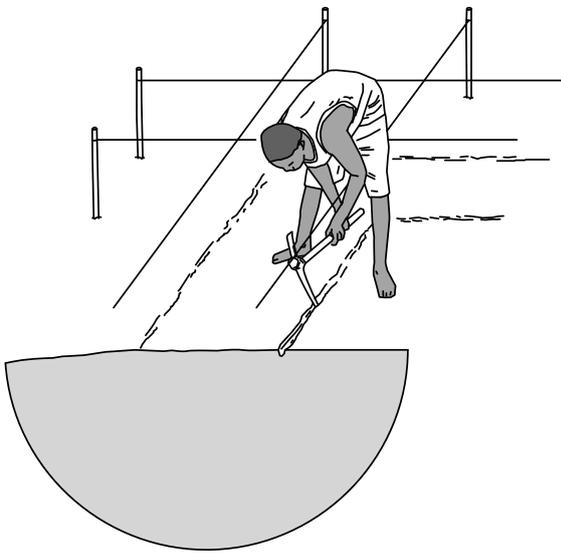


4.3

FONDATEMENTS
FOUILLES

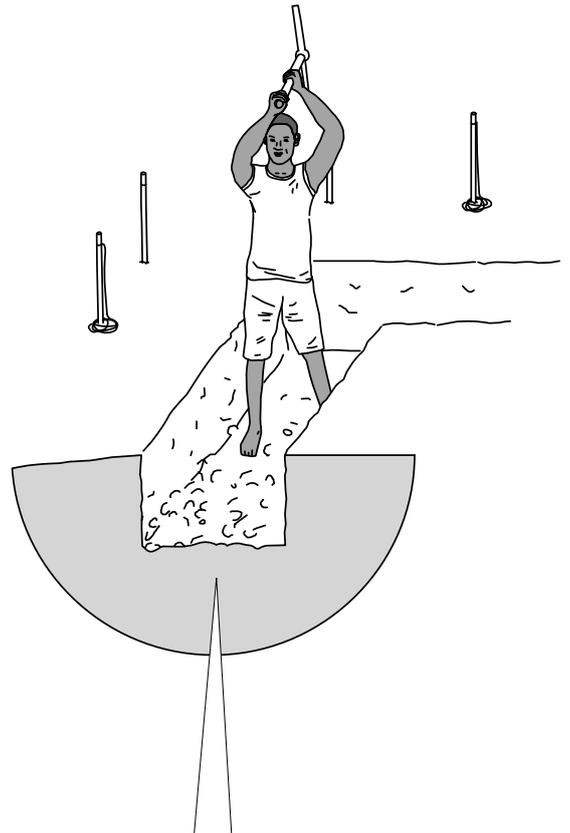
1

Tracer les fondations avec une pioches en se guidant des ficelles.
Il est aussi possible d'utiliser de la cendre pour tracer.



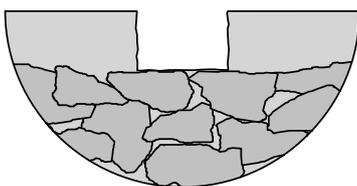
2

Une fois tracées, retirer les ficelles et creuser les trous des fondations.
Avoir un fond bien plat.

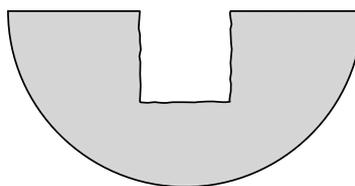


La profondeur des fouilles dépend de la dureté du sol.
ATTENTION : si dans une même fondation, il y a de la pierre et de la terre,
il faut creuser la terre et laisser la pierre.

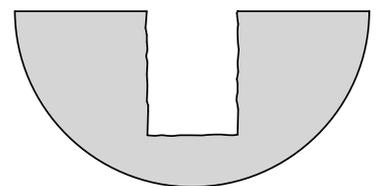
sol dur :
fondations peu profondes



sol normal :
fondation de **60cm** de profondeur minimum



sol tendre :
fondations au minimum aussi
profonde que large



4.4

FONDACTIONS

FONDATION EN PIERRE ET MORTIER DE TERRE

Dans ce type de fondations, les pierres forment une maçonnerie de blocage sur laquelle est déversé le mortier de terre. Pour garantir la stabilité de ces fondations, les pierres doivent être placées dans les fouilles avec grand soin.

REMARQUE :

En cas d'installation de plomberie, des réservations doivent être insérées en traversée de fondations afin de permettre les raccordements ultérieurs.

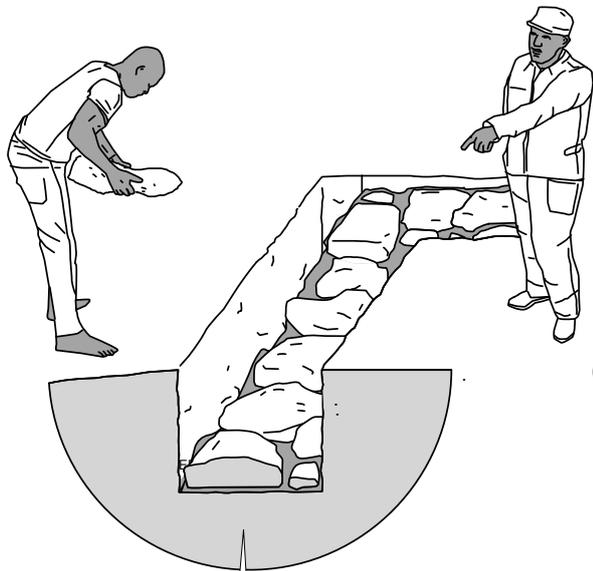
1

Pierres sauvages

Poser les grandes pierres sur leur côté plat à l'extérieur.
Comblar les vides avec du banco et des cailloux.

RAPPEL :

Le chef maçon ne doit pas laisser la réalisation des fondations aux apprentis seuls.

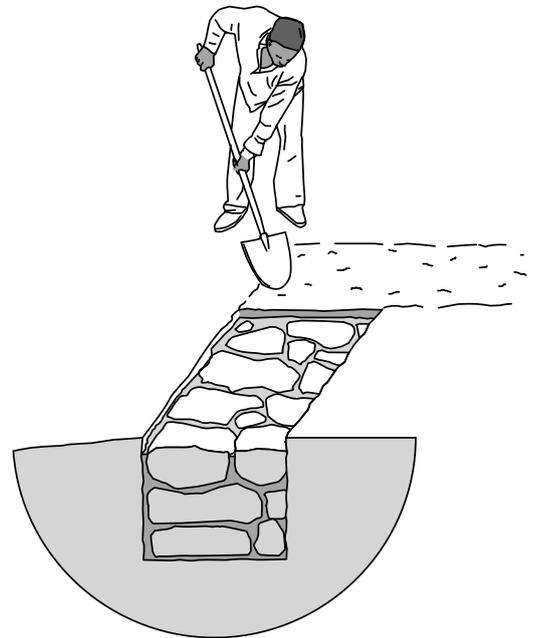


C4

2

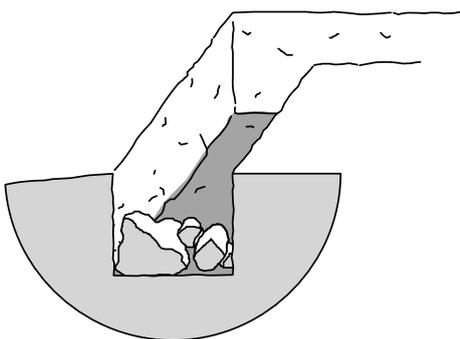
Remblais

Remblais des pierres de la couche supérieure et des vides entre les pierres, en banco.



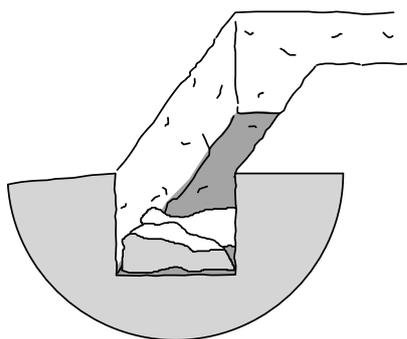
1

Gros côté sur les parois



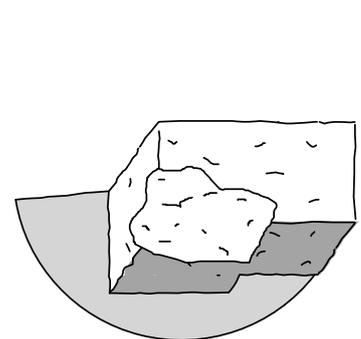
2

Longueur perpendiculaire à la fondation



3

Grosses pierres dans les angles



4.5 ★ AD

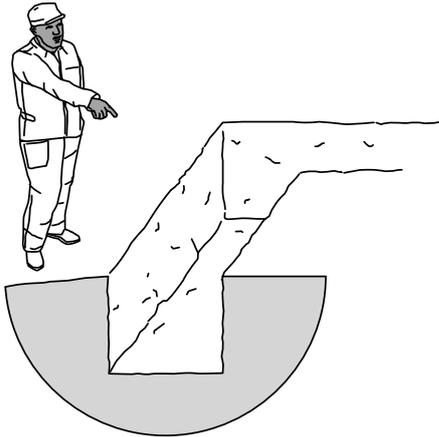
FONDACTIONS

FONDATION EN PISÉ

Lorsqu'on les cailloux nécessaires aux fondations classiques ne sont pas disponibles, il est possible de réaliser des fondations en pisé.
La réalisation de fondations en pisé appelle un savoir faire particulier. Les maçons VN qui y ont recours doivent en maîtriser la mise en œuvre qui doit se faire de façon très précise !

1

Fondations de mêmes dimensions que les fondations classiques
Si le sol le permet, fondation toujours aussi profonde que large !



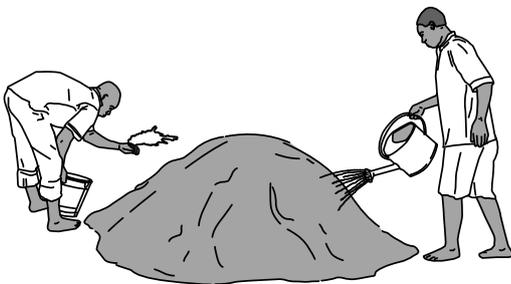
2

Matériel particulier :
bâche plastique, dames (manuelles ou pneumatiques)



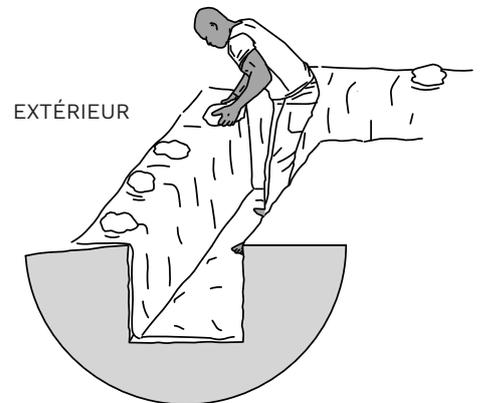
3

Préparation de la terre
Mouillage : la terre doit être humide,
mais pas collante à la prise en main
La terre doit comporter +/- 20% de gravier



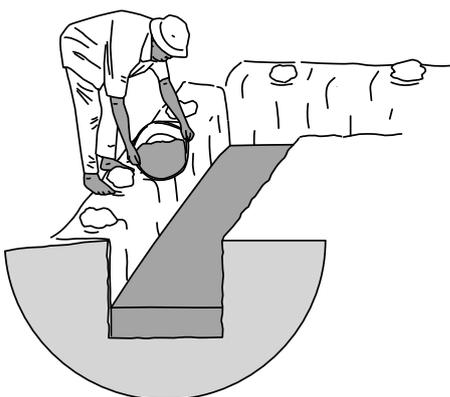
4

Mise en place de la bâche
en périphérie et en fond de fouilles



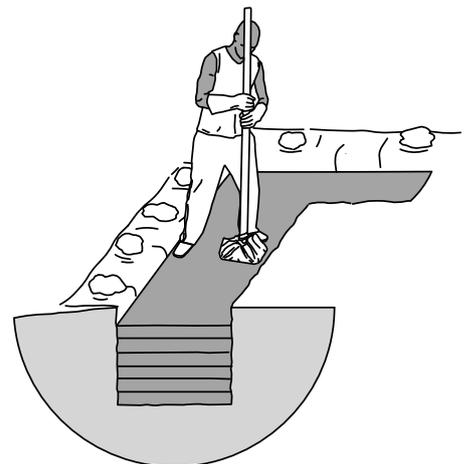
5

Remplissage des fouilles
par couches successives de 20cm.



6

Chaque couche est damée fortement
pour former une couche compacte.



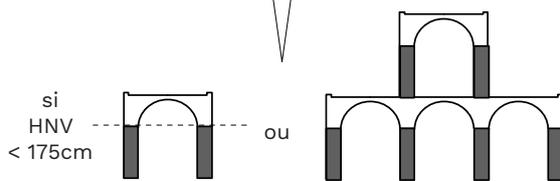
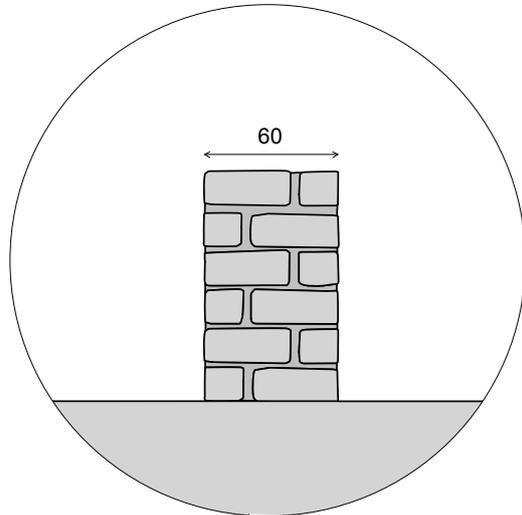
5.1

LES MURS

DIMENSIONNEMENT DES MURS

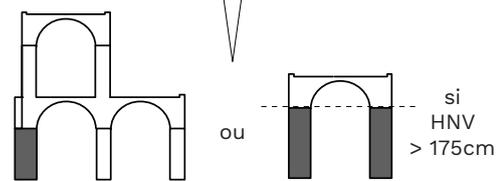
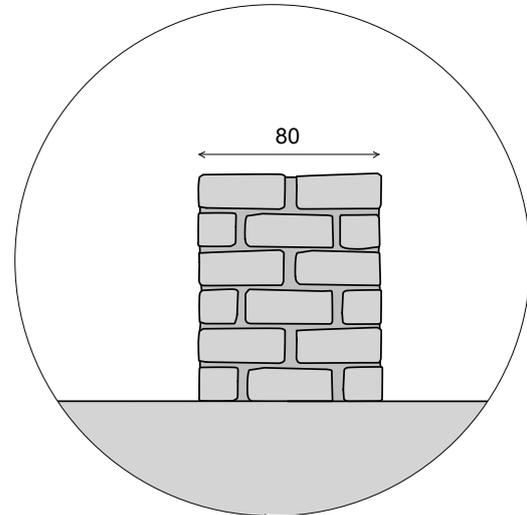
1

- mur porteur 60cm :
- si HNV inférieure à 175cm
- si étage, uniquement mur porteur intérieur
(entre 2 voûtes)



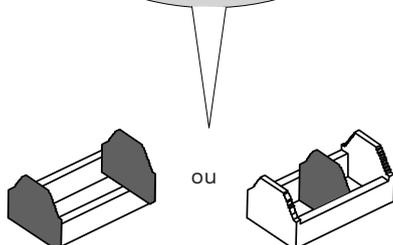
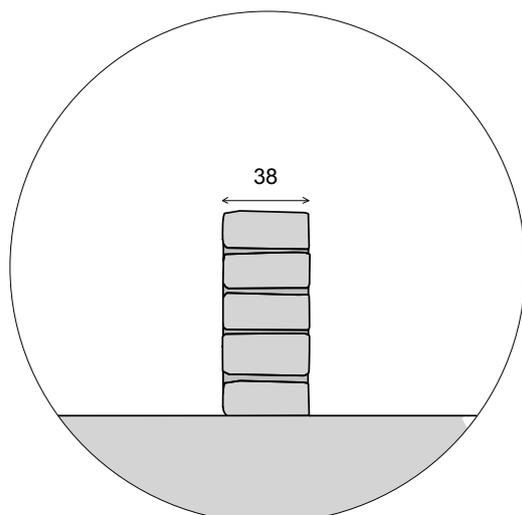
2

- mur porteur 80cm :
- si HNV supérieure à 175cm
- si étage, mur porteur extérieur



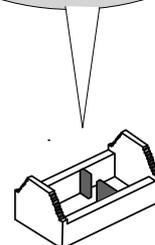
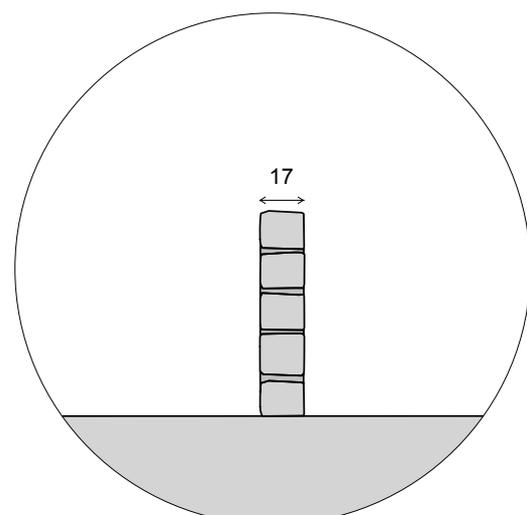
3

- mur pignon et refends
38 cm



4

- cloison lourde
17 cm



5.2

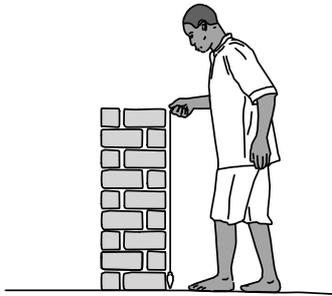
LES MURS

CONTROLE DES ALIGNEMENTS ET DES APLOMBS

1

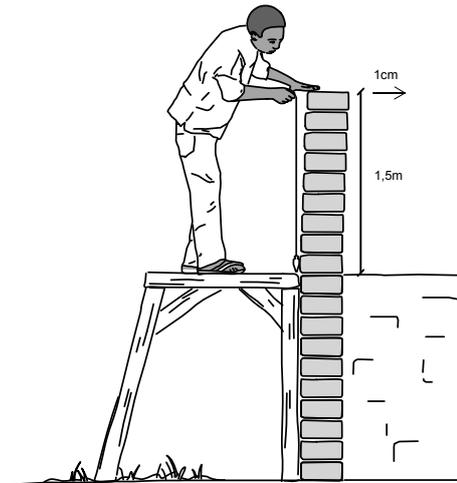
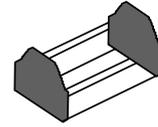
Aplomb

Pour contrôler l'aplomb, utiliser un fil à plomb (ou simplement un poids au bout d'une ficelle). Les murs porteur, les refends, les cloisons sont montés droit.



2

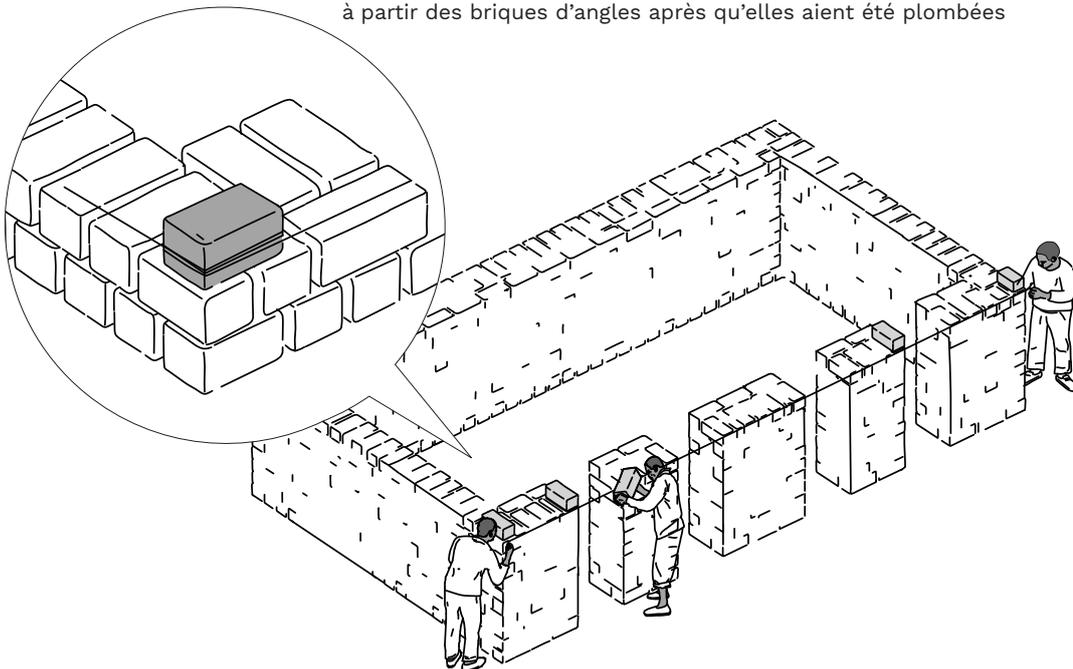
Les murs pignons doivent être un peu penchés vers l'intérieur de la voûte.
Décalage de 1cm pour 150cm de haut à partir de la hauteur de naissance de voûte



3

Alignement

Rang après rang, on contrôle l'alignement des briques en positionnant un cordeaux sur l'extérieur du rang en construction, à partir des briques d'angles après qu'elles aient été plombées



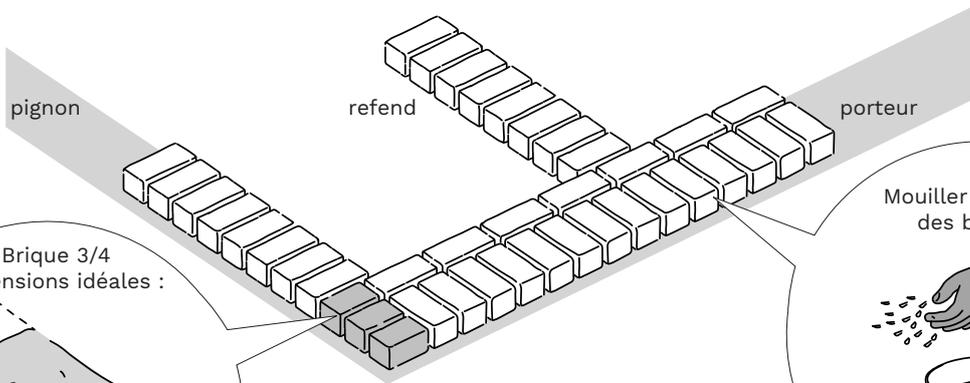
5.3

LES MURS

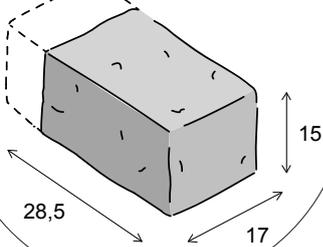
PRINCIPES D'APPAREILLAGES DES MURS

1

Première rangée de briques

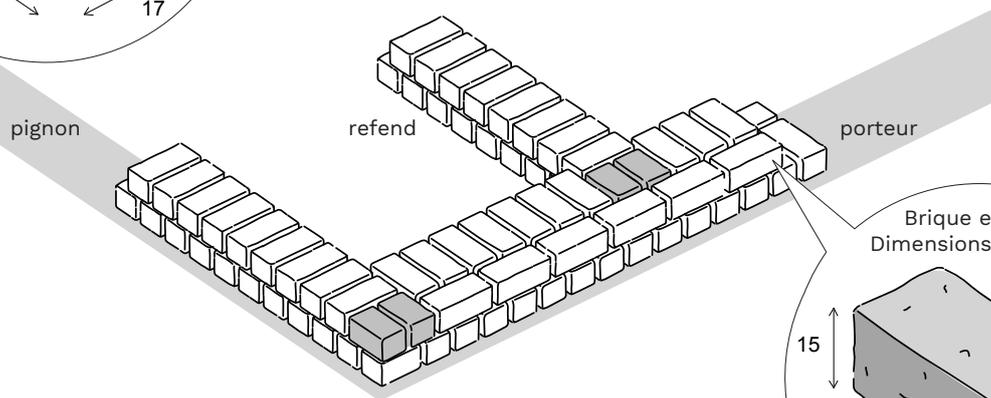


Brique 3/4
Dimensions idéales :

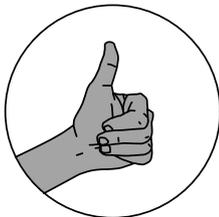
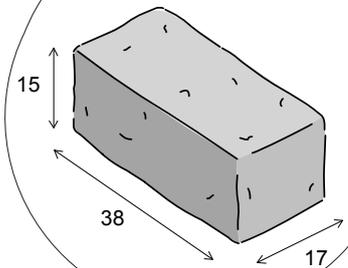


2

Deuxième rangée,
en inversant le sens des briques.
Attention au croisement des rangs dans les angles

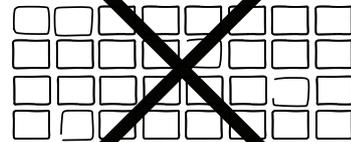
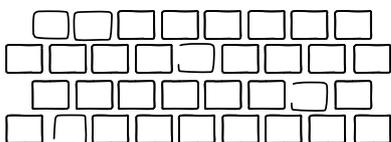


Brique entière
Dimensions idéales :



Important :
Décaler les joints à chaque rang

Epaisseurs idéales :
Joints verticaux : 4cm
Joints horizontaux : 2cm



5.4

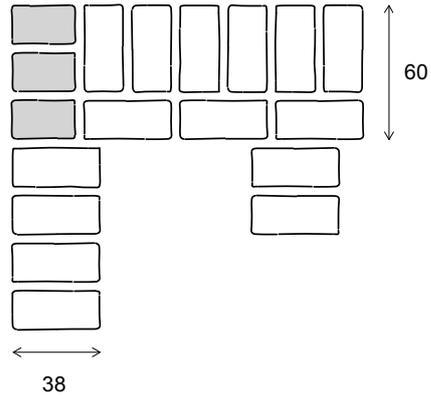
LES MURS

TYPES D'APPAREILLAGE DES MURS COURANTS - BASE

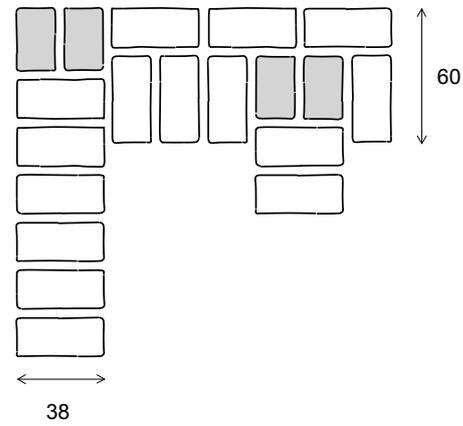
1

Murs base : porteur 60 + pignon 38

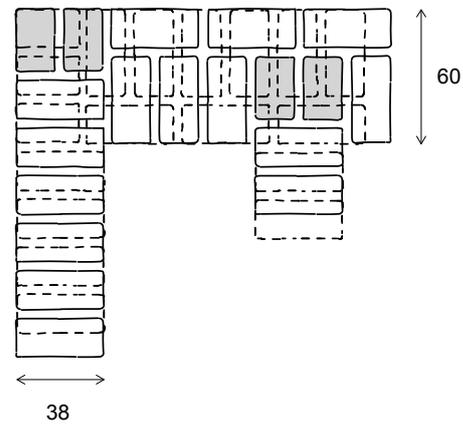
RANG 1



RANG 2



SUPERPOSITION



5.5

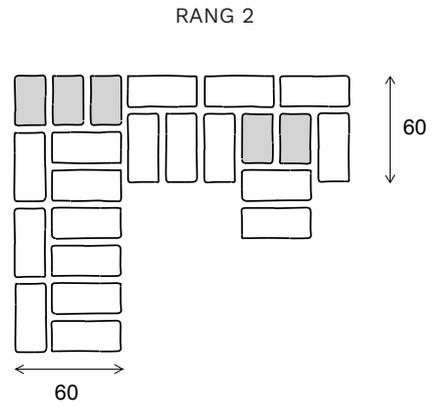
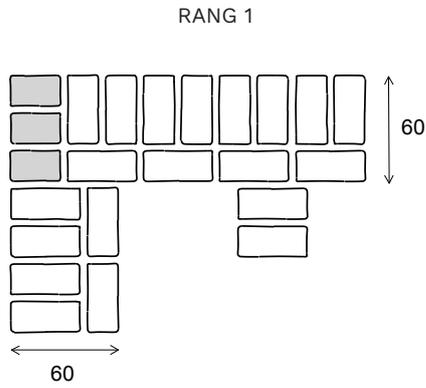
LES MURS

TYPES D'APPAREILLAGE DES MURS COURANTS - VARIANTES

AVN propose ces types d'appareillages, qui couvrent les différents cas de figures courants rencontrer sur les chantiers VN.

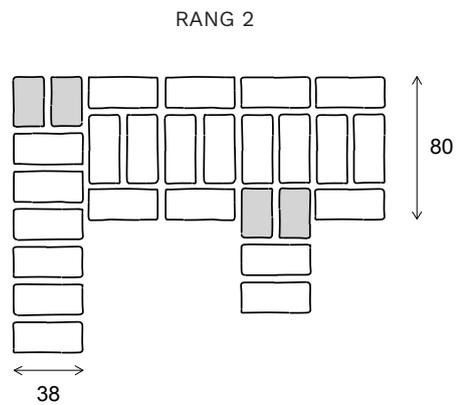
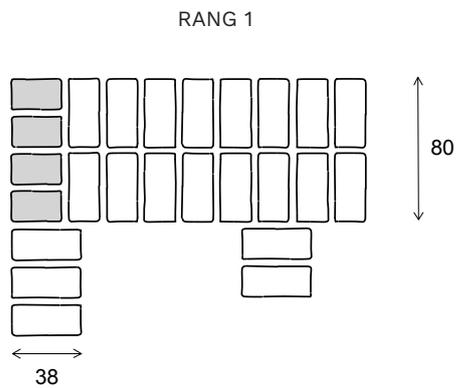
1

porteur 60 + pignon 60



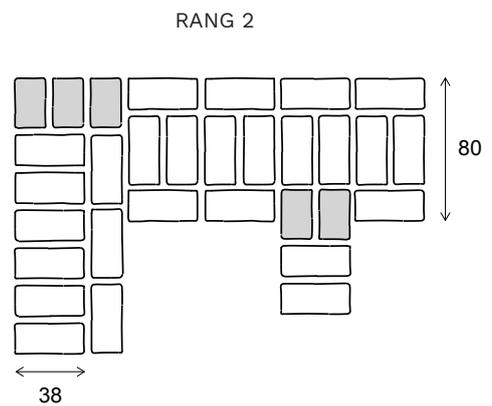
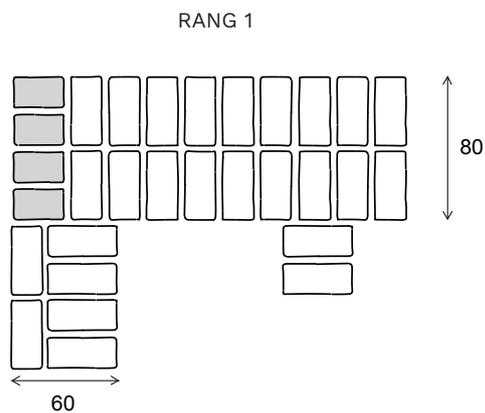
2

Porteur 80 (renforcement étage) + pignon 38



3

Porteur 80 (renforcement étage) + pignon 60 (renforcement pignon)



5.6 ★ AD

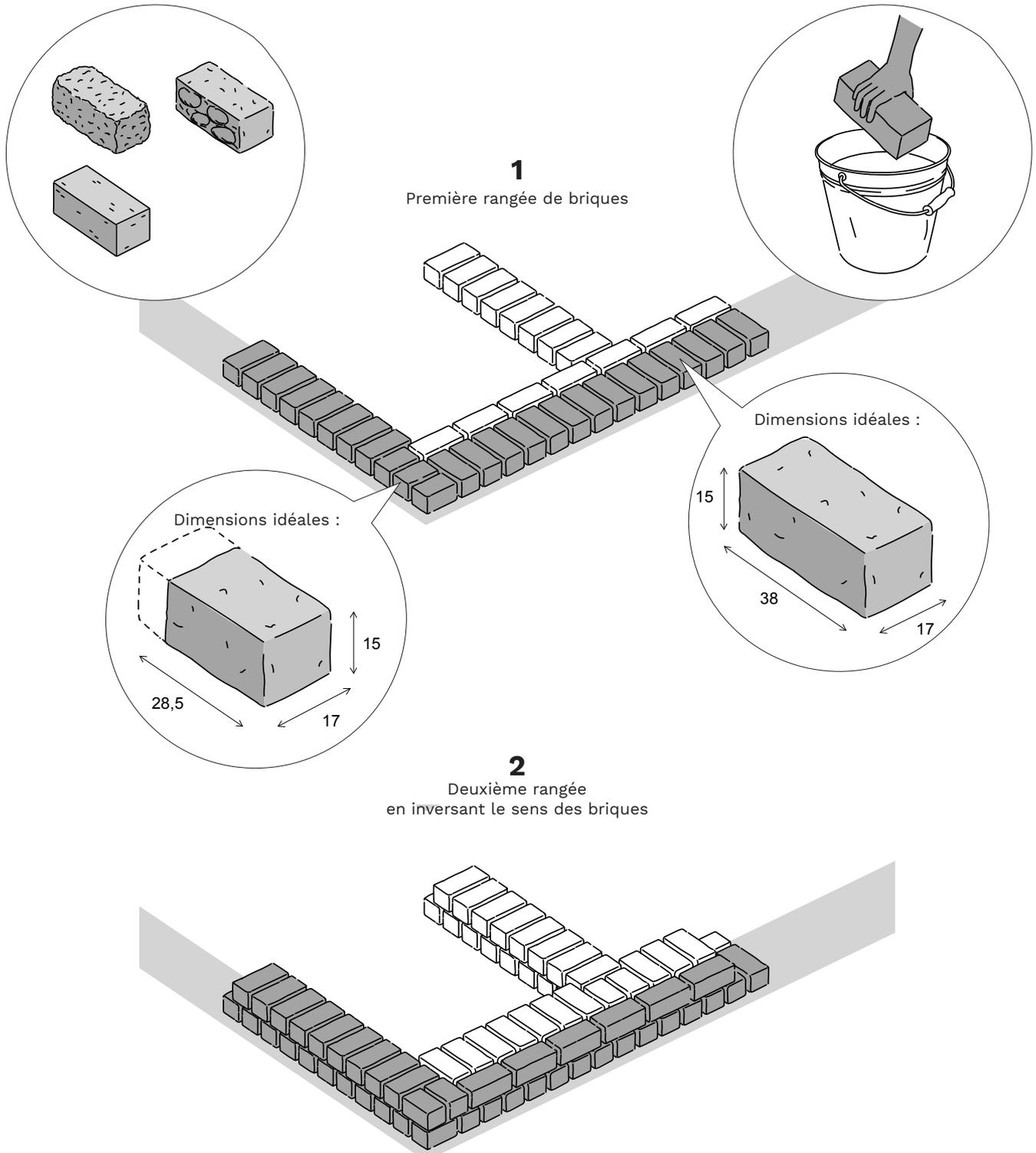
LES MURS

TYPES D'APPAREILLAGE DES MURS MIXTES

Afin de permettre une bonne accroche des enduits ciment (BBSC), ou de supprimer tout besoin d'enduit (blocs de pierre) sur les murs extérieurs, il est possible de réaliser des murs dits « mixtes ». Cela consiste à maçonner dans la partie extérieure des murs (celle qui est exposée aux intempéries) des matériaux autres que la brique de banco.

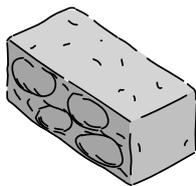
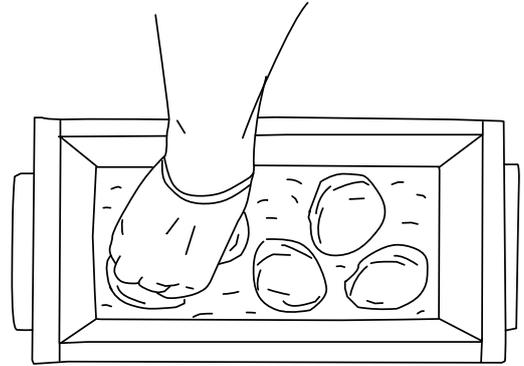
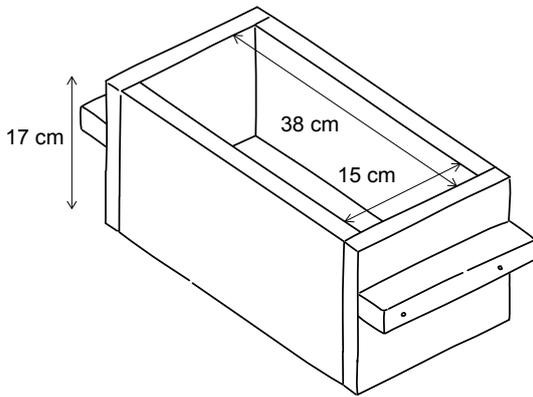
Les blocs doivent avoir la même épaisseur que les briques de banco, et sont maçonnes au mortier de terre. En fin de construction, les BBSC recevront un enduit ciment et les blocs de pierre seront jointoyés au mortier de ciment.

RAPPEL : Pour la pierre, plonger les blocs dans l'eau avant de les mettre en place, pour éviter qu'elles ne pompent l'eau du mortier.

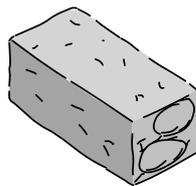


PRODUCTION DE BBSC ET APPAREILLAGE EN MURS MIXTES

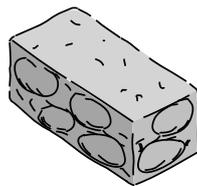
Les cailloux utilisés doivent avoir la taille d'une orange, soit environ 10cm de diamètre. Pour les cailloux sur paneresses (grande face), les cailloux sont déposés dans le fond du moule avant versement du banco. Pour les cailloux en boutisse (petite face), les cailloux sont placés dans le moule en même temps que le banco. Le reste du processus est le même que pour les briques classiques.



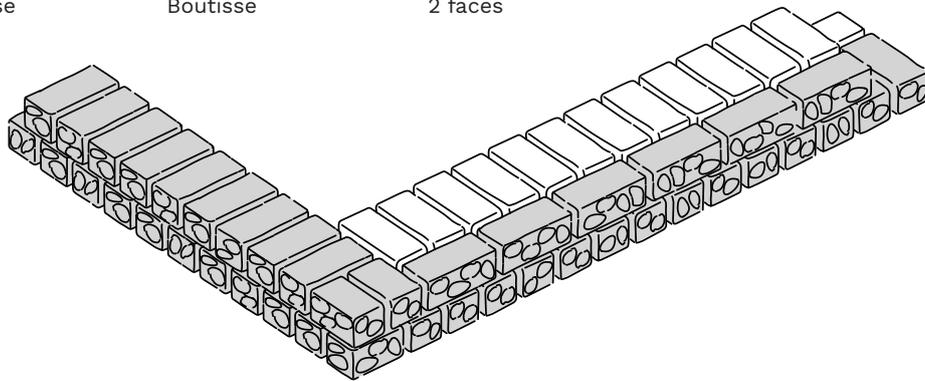
Paneresses



Boutisse



2 faces



1

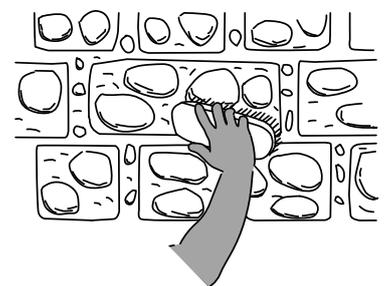
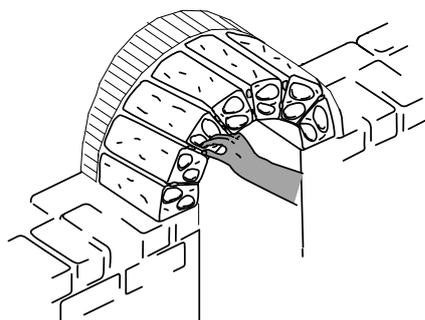
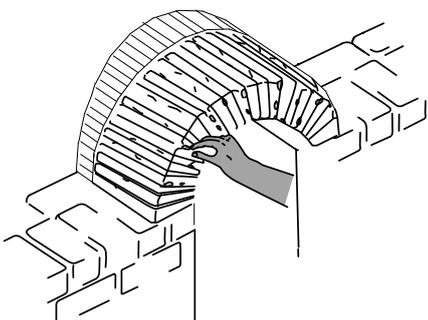
Arc réalisé avec des petites briques.
Insérer des petits cailloux dans les joints
lorsque le mortier est humide

2

Arc réalisé avec des BBSC

3

Lorsque le travail de maçonnerie est
terminé, utiliser un pic et une brosse
métallique pour bien faire apparaître les
cailloux et obtenir une surface propre.
ATTENTION :
ce travail doit être fait délicatement afin de
ne pas desceller les cailloux !



5.8 ★ AD

LES MURS

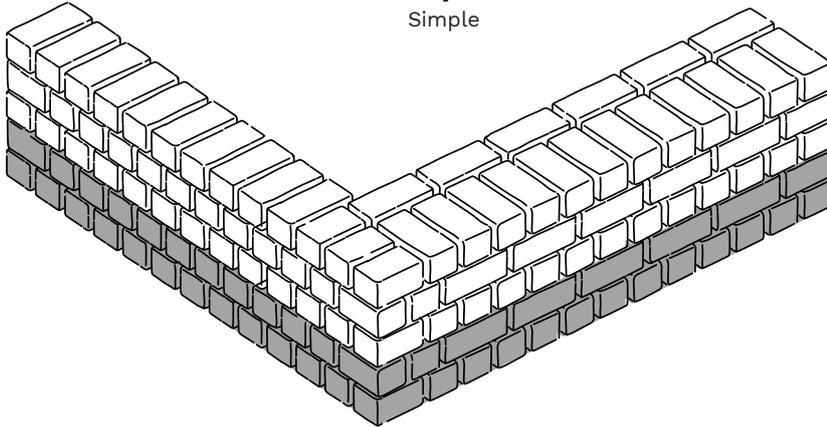
PIEDS DE MUR RENFORCÉS

Les pieds de murs sont très exposés aux agressions extérieures, à la pluie notamment. Des pieds de murs renforcés sont donc une option intéressante lorsque le client en a les moyens. Différents matériaux sont utilisables : blocs de latérite taillés, blocs de pierre, parpaings de ciment pleins.

RAPPEL : Les pieds et abords d'un bâtiment sont dans tous les cas traités, qu'ils soient ou non renforcés !

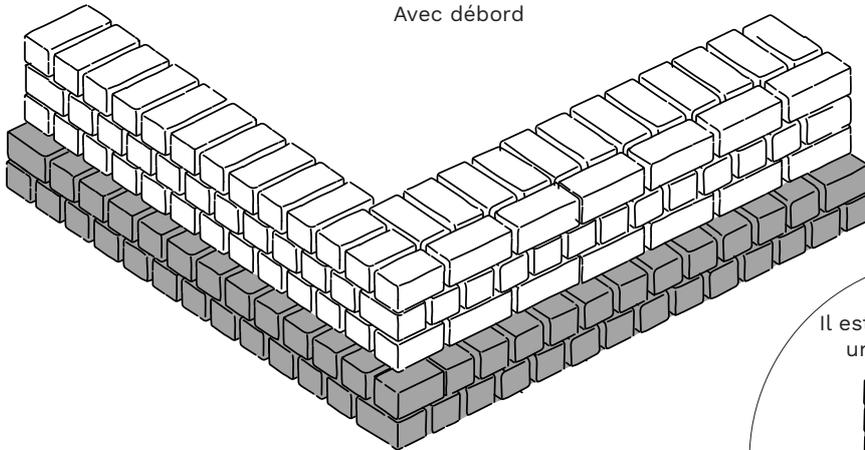
1

Simple



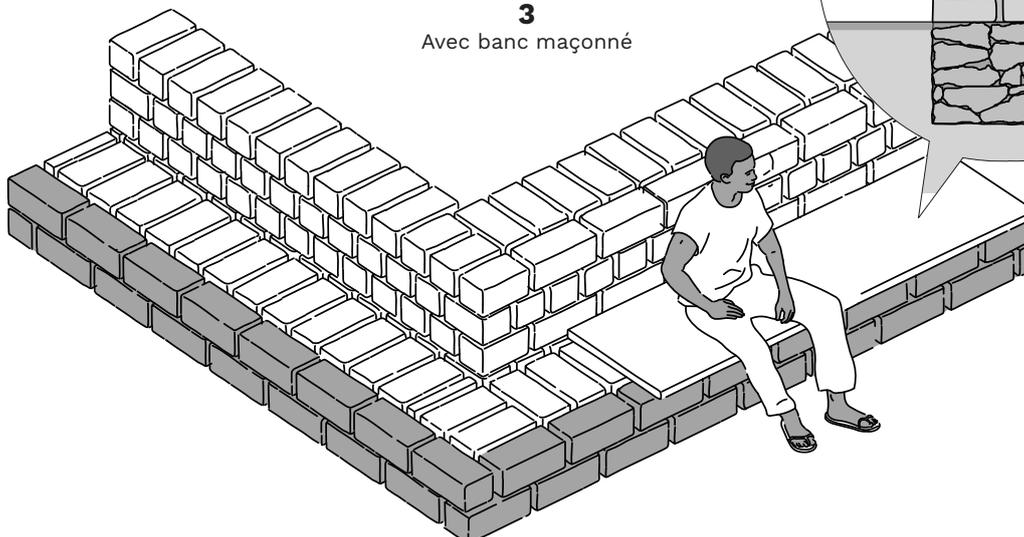
2

Avec débord

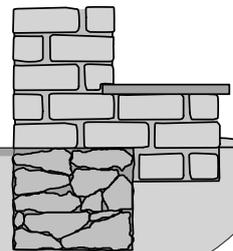


3

Avec banc maçonné



Option :
Il est possible de réaliser
une assise en béton

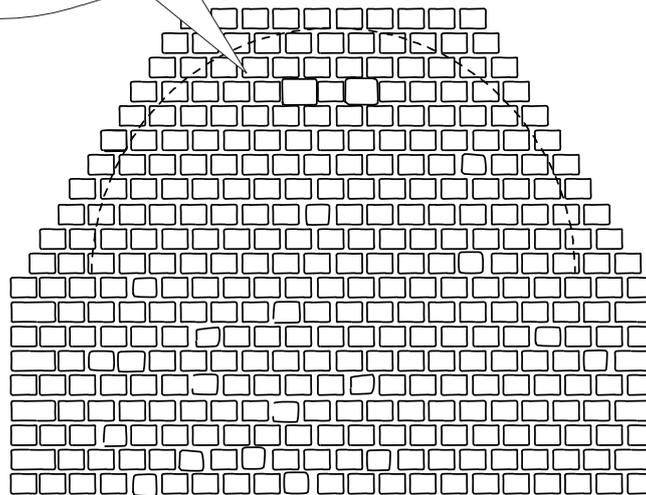


5.10

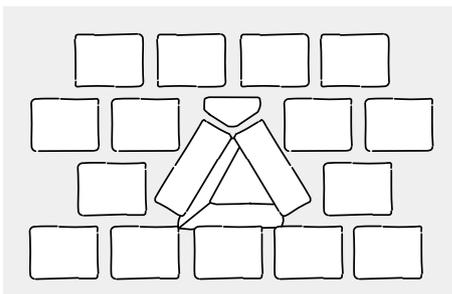
LES MURS

AÉRATIONS DANS LES MURS PIGNONS

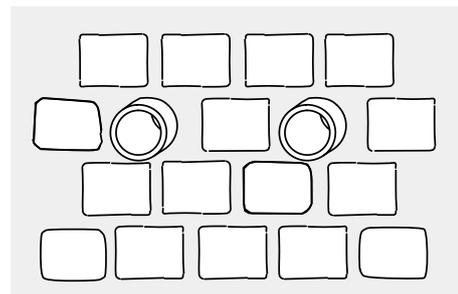
Grâce à un appareillage de brique particulier, il est possible de faire des aérations dans les murs. Voici quelques exemples.



2
D'autres appareillages sont possible



3
Il est possible de réaliser les aérations avec des canaris en terre cuite



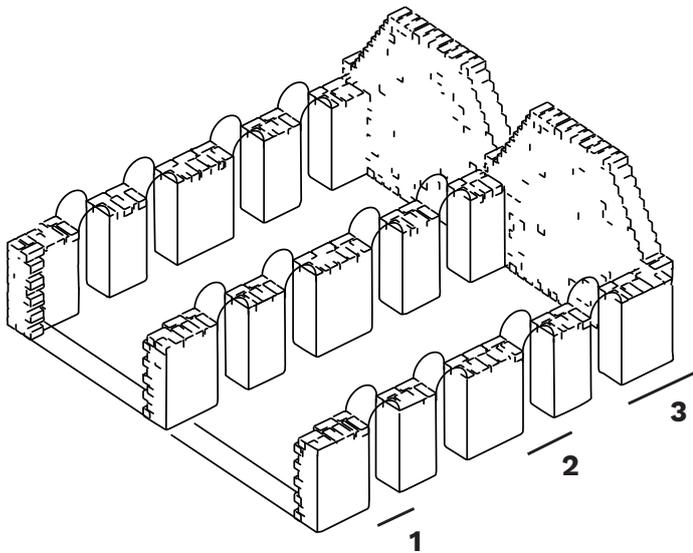
6.1

LES OUVERTURES

OUVERTURES DANS LES MURS - RÈGLES

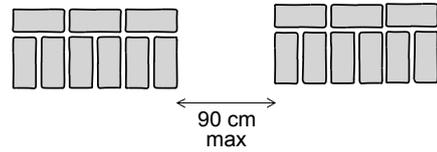
Les murs peuvent recevoir des ouvertures (portes, fenêtres, niches), en respectant certaines règles.

Murs porteurs, 4 règles importantes à respecter :



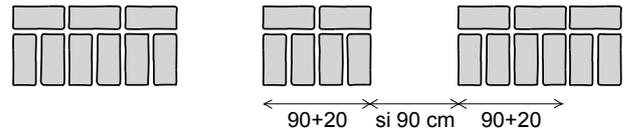
1

Largeur maximum d'une ouverture : 90 cm.



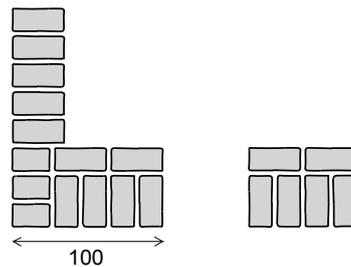
2

longueur mur minimum entre deux ouvertures
=
longueur ouverture + 20cm



3

Au moins 100cm entre un angle et une ouverture.



6.2

LES OUVERTURES

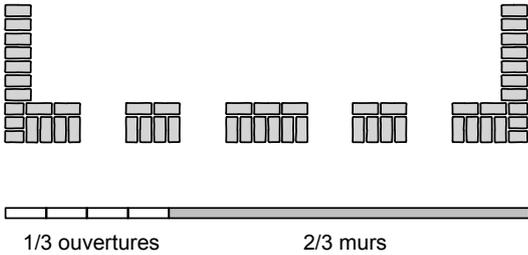
OUVERTURES DANS LES MURS - RÈGLES

4A

mur extérieur

ratio conseillé :

1/3 d'ouvertures pour 2/3 de pleins

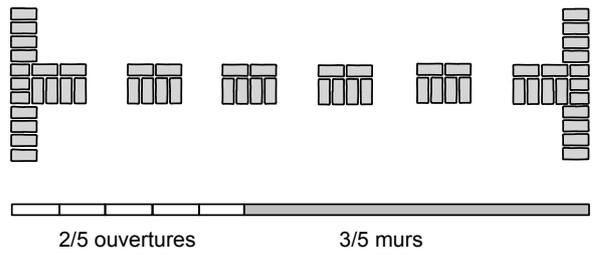


4B

mur intérieur

ratio conseillé :

1/3 d'ouvertures pour 2/3 de pleins

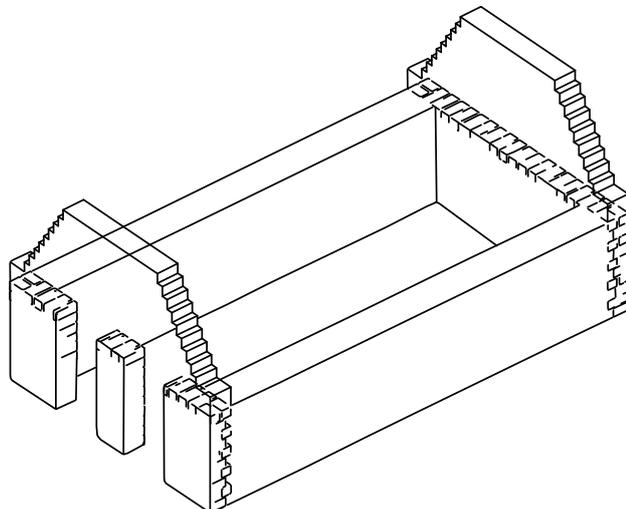
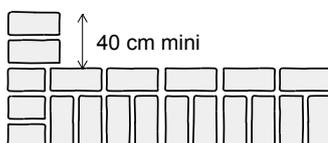
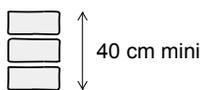
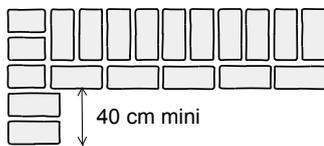


Ouvertures classiques dans les pignons (juqu'à 100 cm)

- retour de 40 cm minimum
- entre deux ouvertures : 40 cm minimum

Le mur pignon peut être ouvert de différentes manières suivant les besoins du client.

Se reporter à la fiche **6.4** «Grands arcs dans les pignons» pour en savoir plus sur les risques liés aux grands arcs et les règles de traitement.



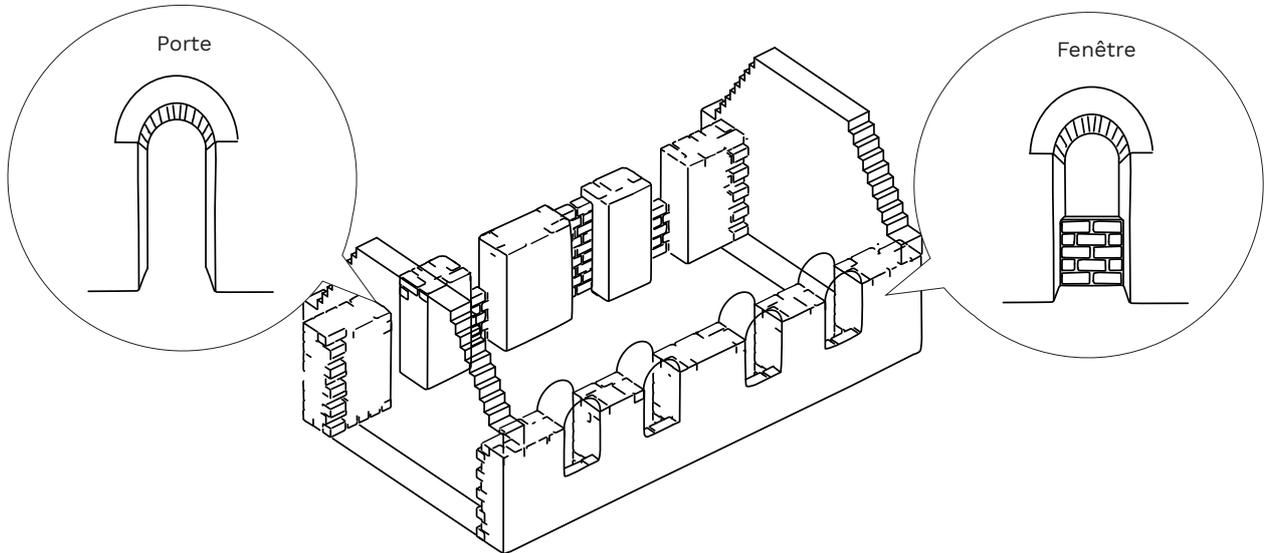
6.3

LES OUVERTURES

TYPES D'APPAREILLAGES DES PORTES ET FENÊTRES

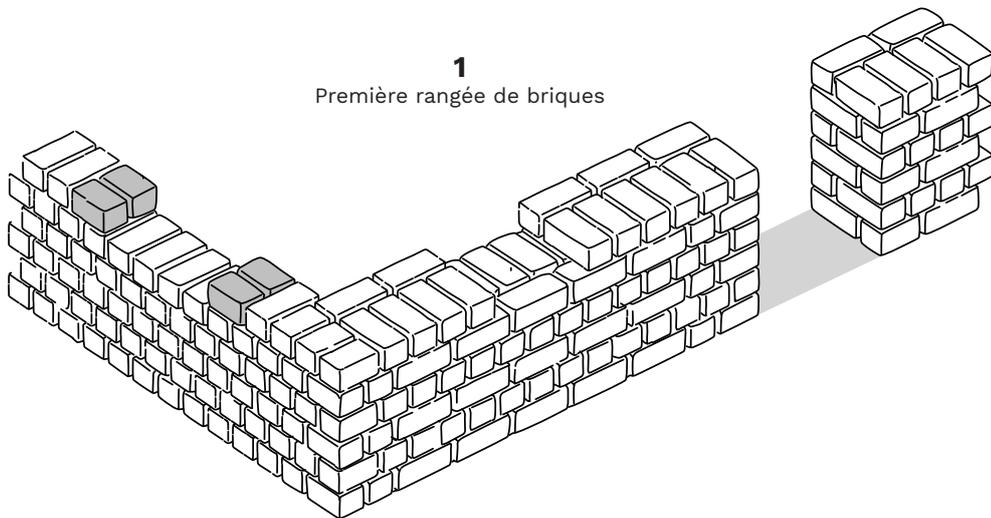
En même temps que la construction des murs, il faut prévoir les réservations pour les portes, les fenêtres et les niches, en respectant les règles données aux fiches **6.1** et **6.2**.

Il faut réaliser des ouvertures comme décrit sur la page précédente, puis il faudra construire une cloison de 20cm d'épaisseur pour former une niche.



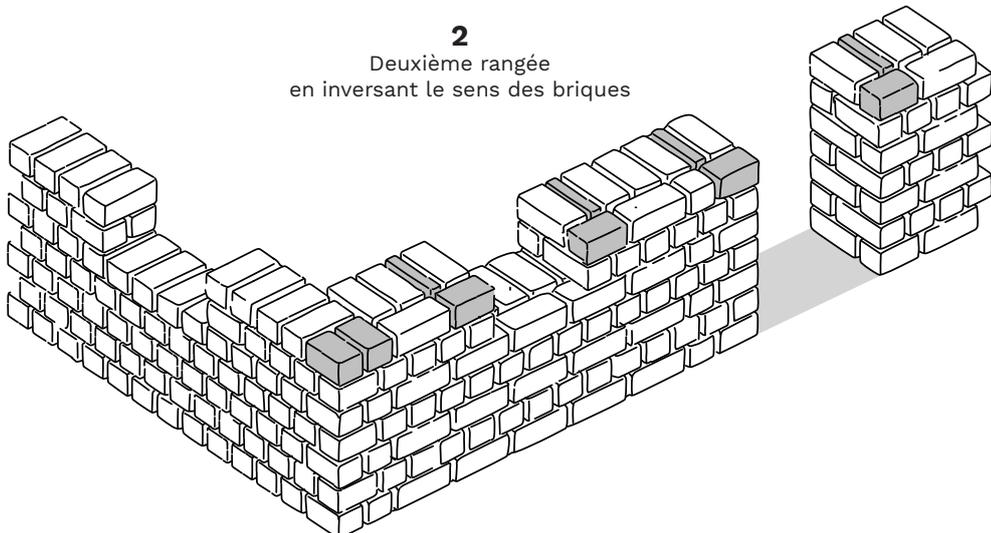
1

Première rangée de briques



2

Deuxième rangée
en inversant le sens des briques

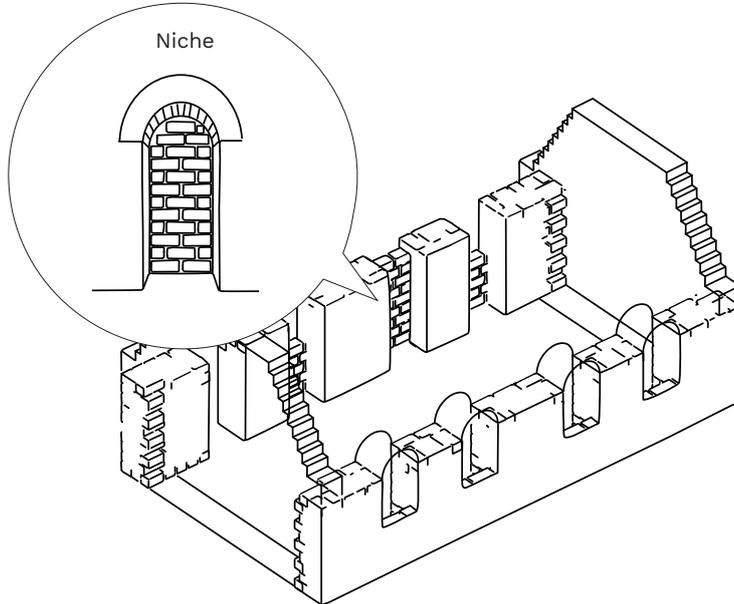


6.4

LES OUVERTURES

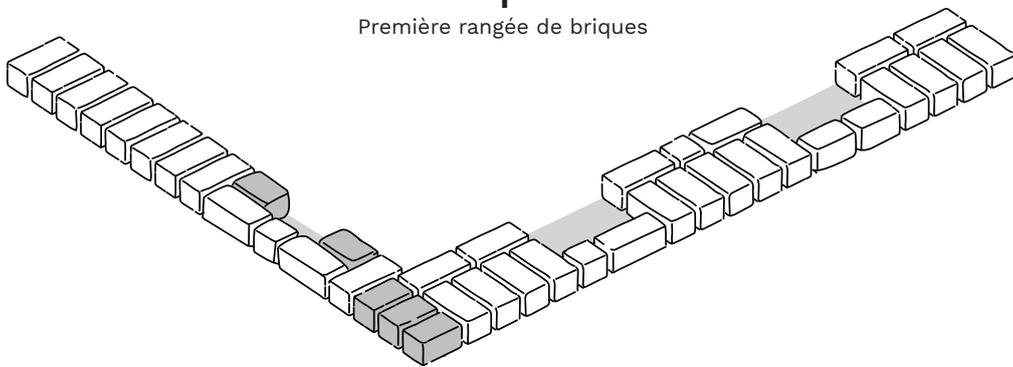
TYPES D'APPAREILLAGES DES NICHES

Pour les niches, c'est une cloison qui vient fermer l'ouverture



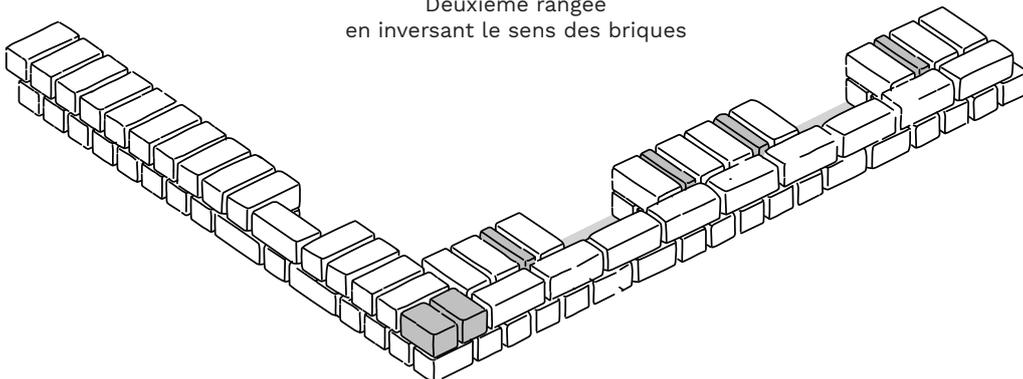
1

Première rangée de briques

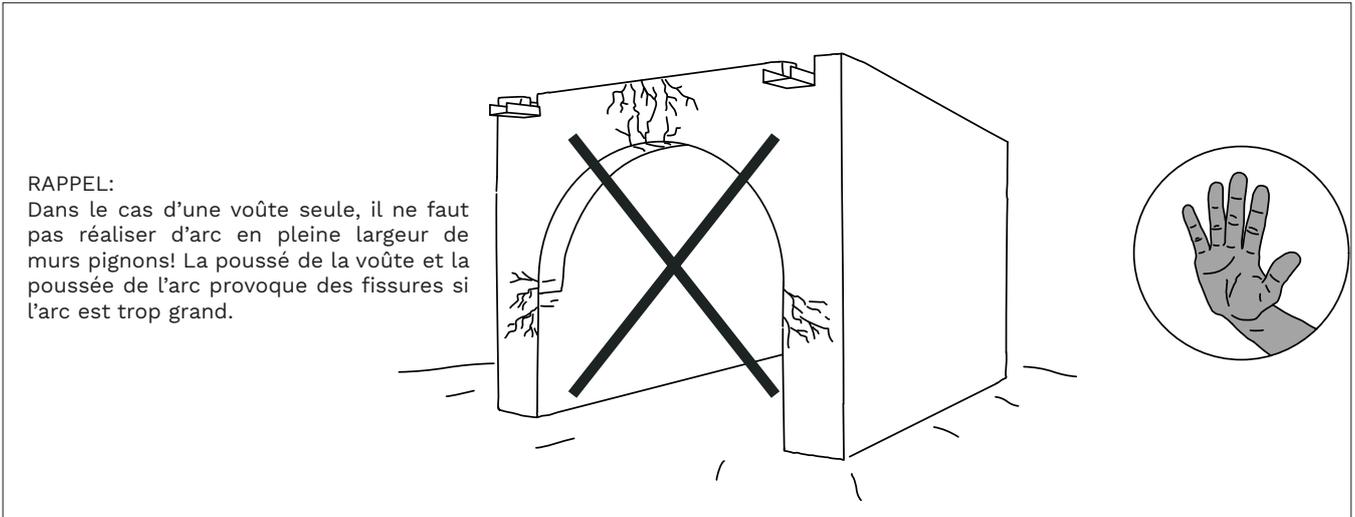


2

Deuxième rangée
en inversant le sens des briques

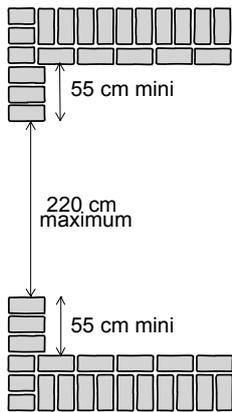


GRAND ARC DANS LES MURS PIGNONS - RÈGLES



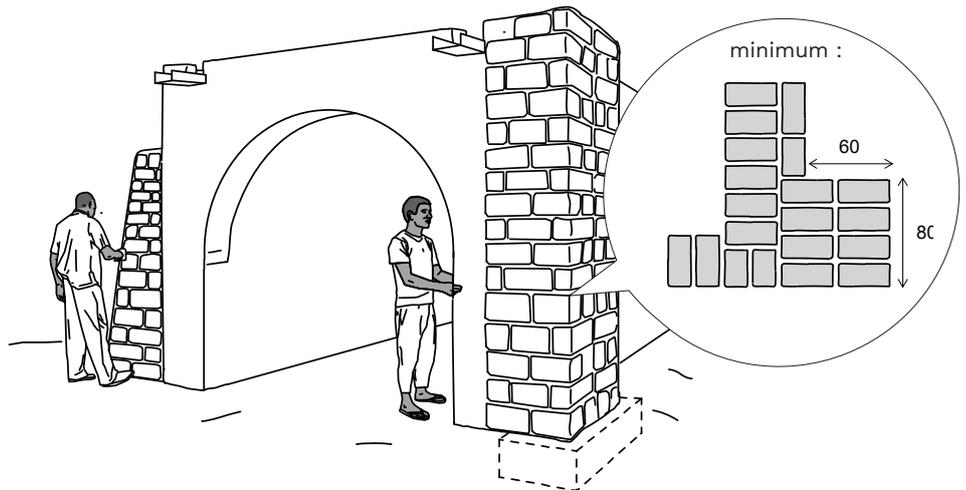
1 Grande ouvertures (de 110 à 220cm)

- largeur maximum 220 cm
- retour de 55cm minimum



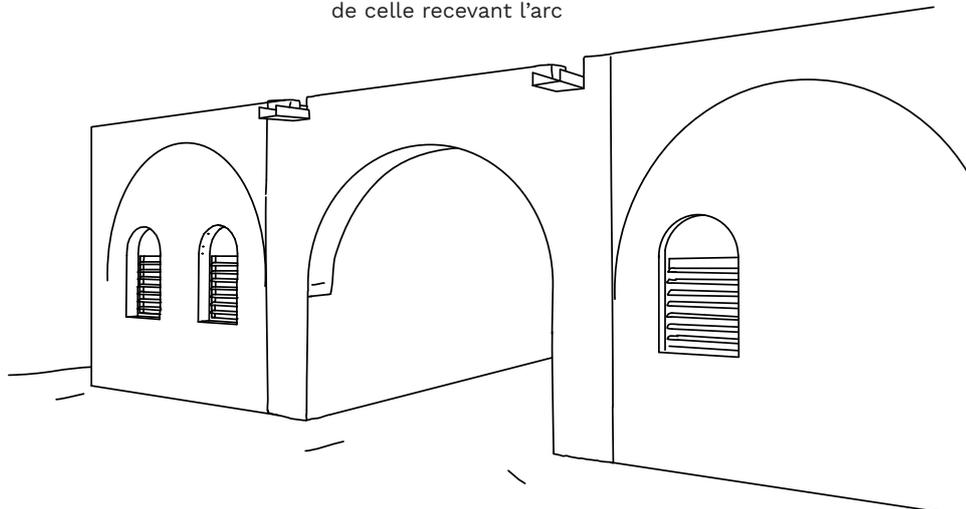
2

Réaliser des contreforts dans le prolongement du mur mignon recevant l'arc.
 Voici deux exemples :



3

Construire des voûtes de chaque côté de celle recevant l'arc



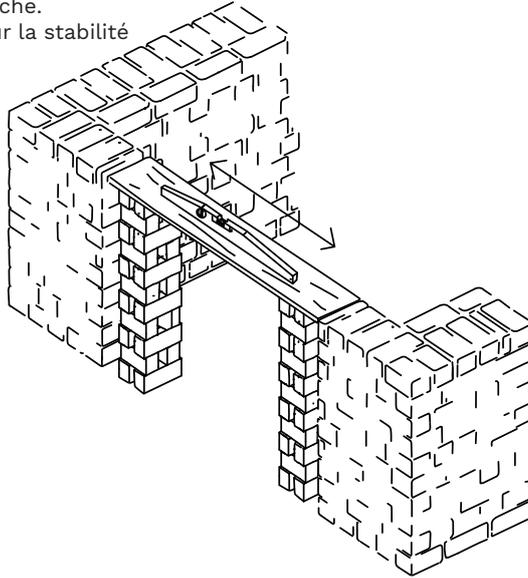
6.6 - A ★ AD

LES OUVERTURES

GRAND ARC DANS LES MURS PIGNONS - MISE EN OEUVRE

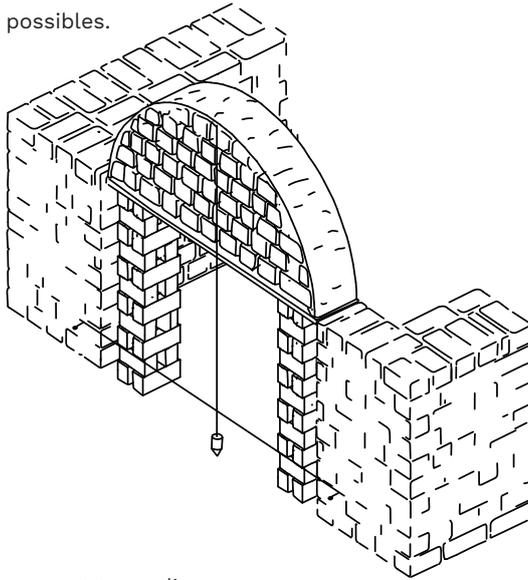
1

Mise en place de la base du coffrage.
Ajustement du niveau de la planche.
Vérifier avec beaucoup de rigueur la stabilité
de son assise.



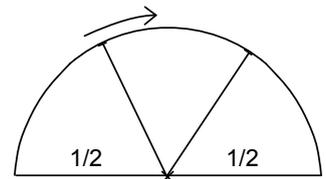
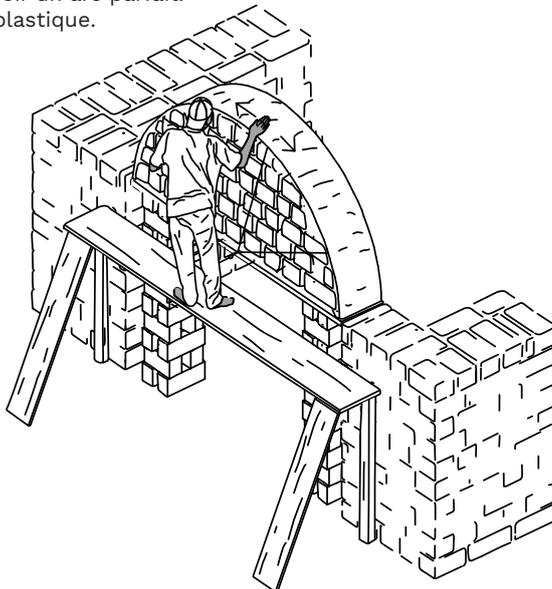
2

Ajustement des alignements
et de l'aplomb du coffrage.
D'autres types de coffrages sont possibles.



3

Utiliser un câble pour faire un compas et tracer l'arc.
Lisser avec du mortier pour avoir un arc parfait.
Mettre un morceau de bache plastique.



6.6 - B ★ AD

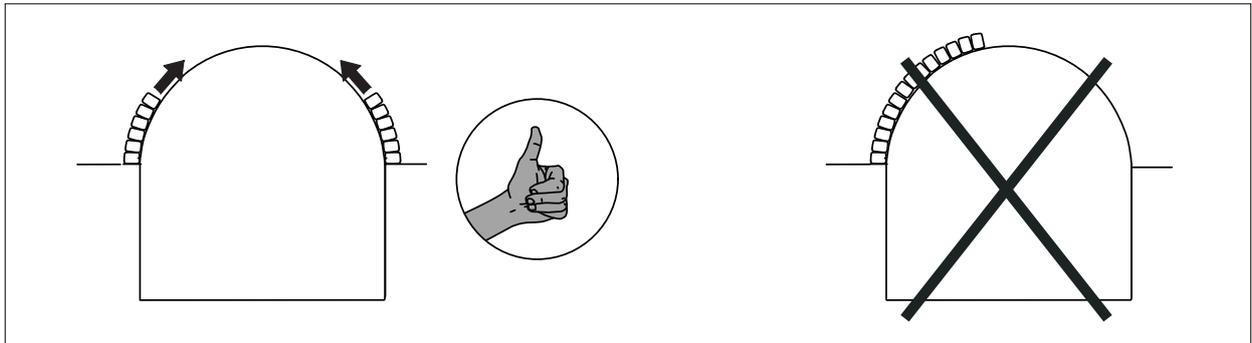
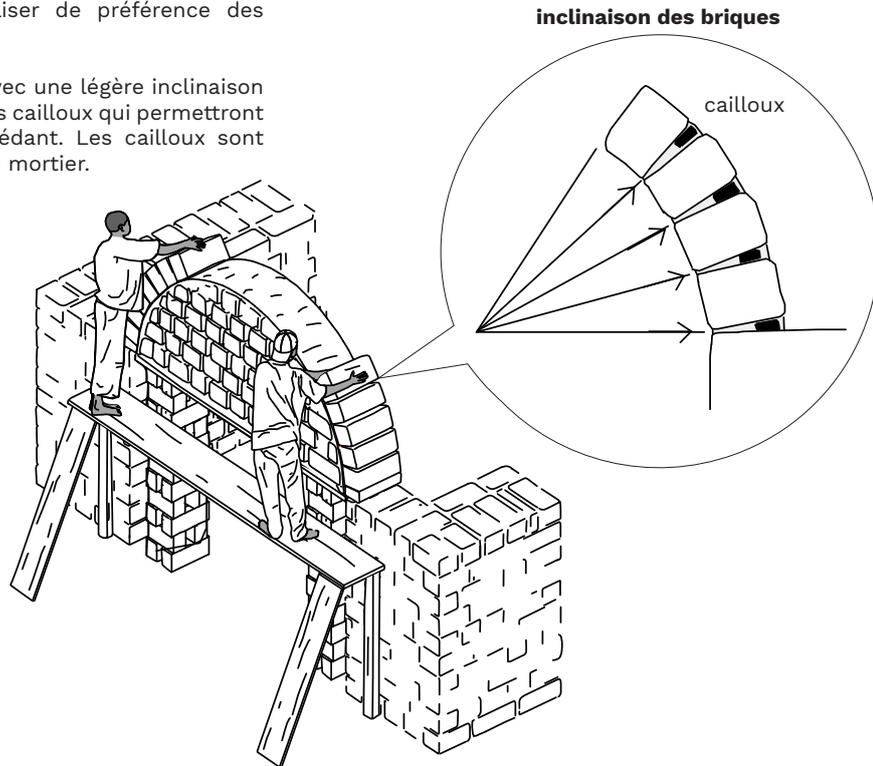
LES OUVERTURES

GRAND ARC DANS LES MURS PIGNONS - MISE EN OEUVRE

4

Monter l'arc avec l'aide du compas pour vérifier la bonne inclinaison des briques. Utiliser de préférence des grosses briques de banco.

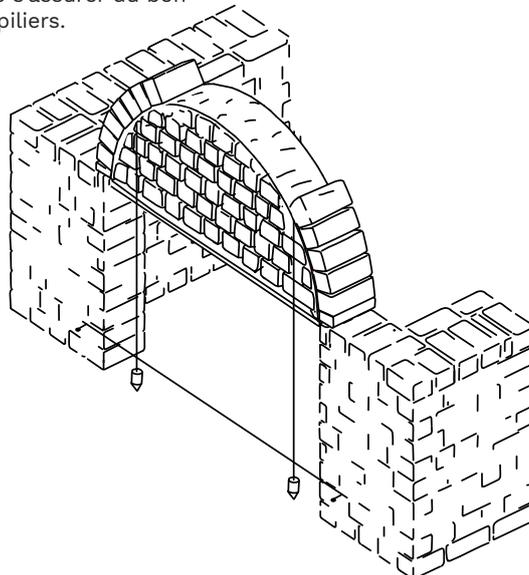
Chaque bloc doit être posé avec une légère inclinaison dans l'axe du cable. Insérer des cailloux qui permettront de caler le bloc sur le précédent. Les cailloux sont insérés dans le joint rempli de mortier.



5

Plombage des briques

Chaque briques doit être plombée sur un cordeau installé en pieds de murs afin de s'assurer du bon alignement de l'arcade avec les piliers.



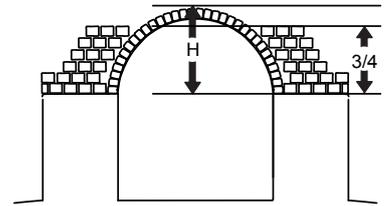
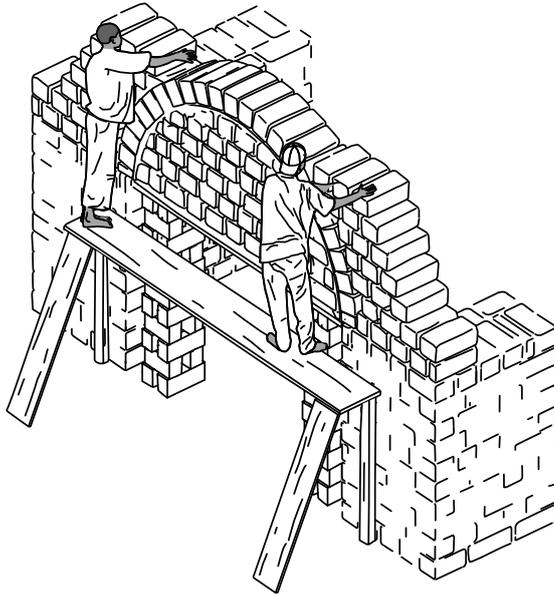
6.6 - C ★ AD

LES OUVERTURES

GRAND ARC DANS LES MURS PIGNONS - MISE EN OEUVRE

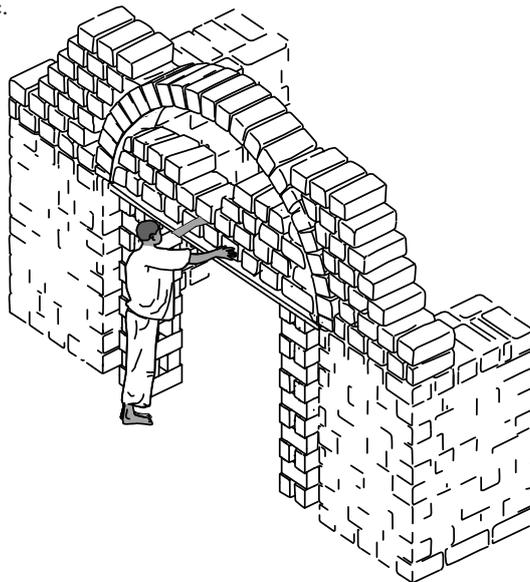
6

Mettre en charge au 3/4 avant de commencer le décoffrage.



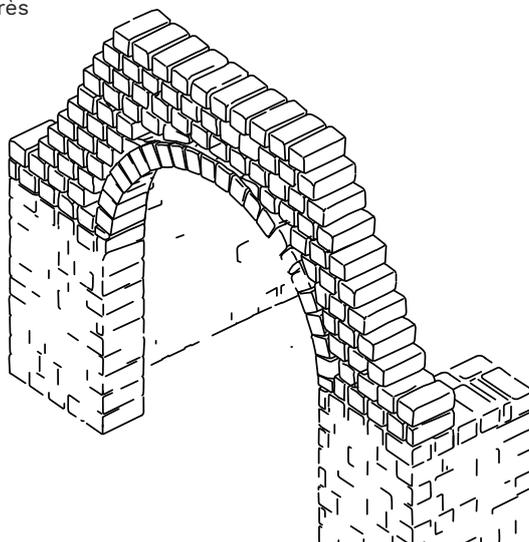
7

Décoffrer de manière délicate, sans poussées latérales sur l'arc.



8

Le mur pignon est complété après la fin du décoffrage.



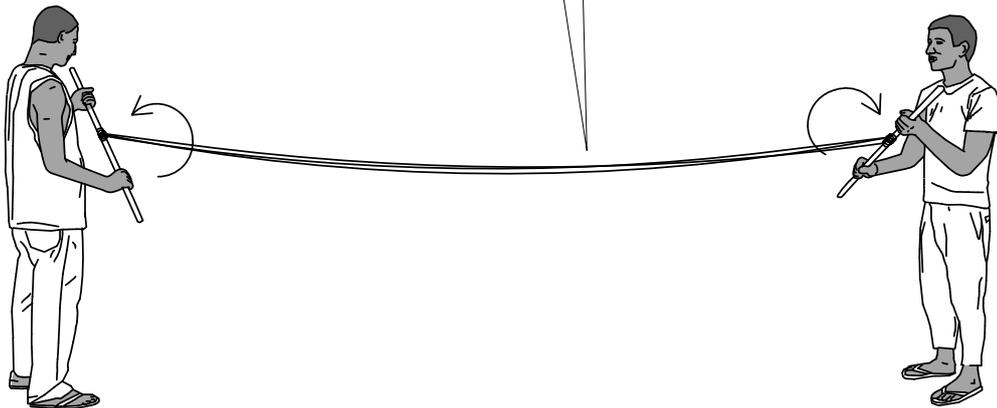
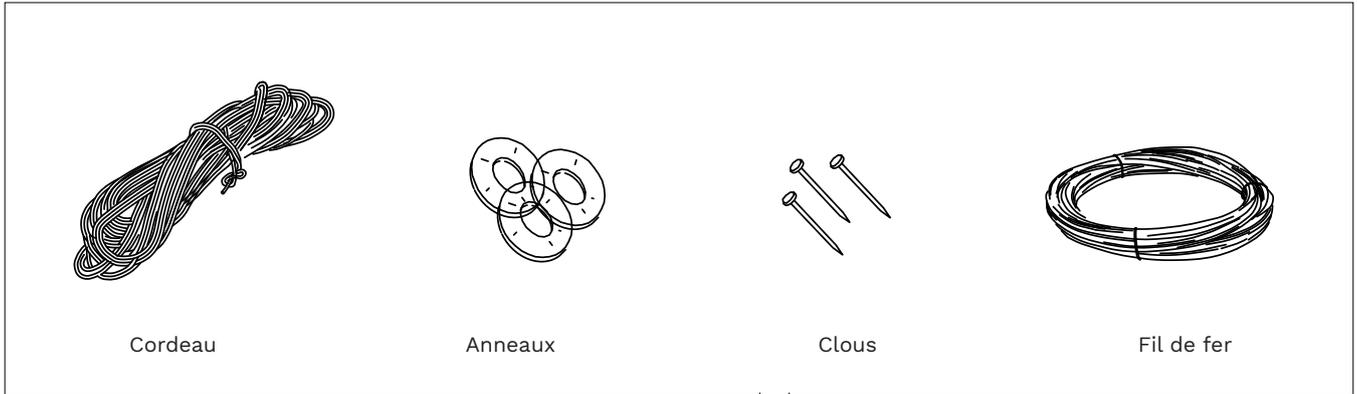
7.1

LE CÂBLE COMPAS

LE CABLE-COMPAS - FABRICATION

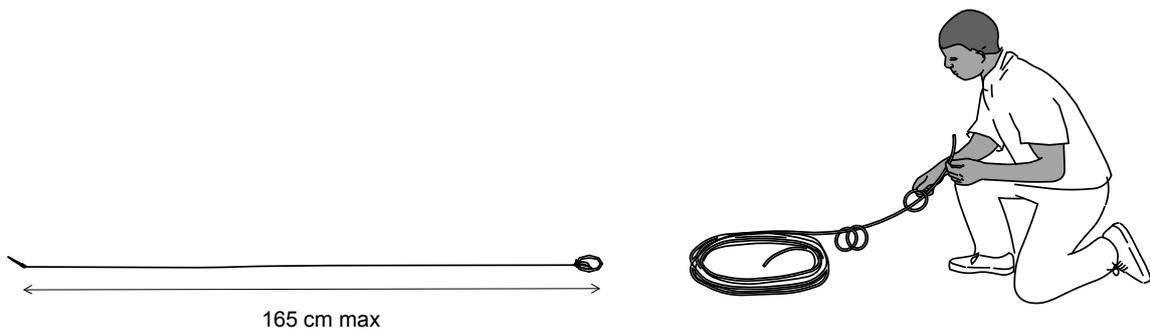
1

Fabrication du câble :
Torsader ensemble 6 fils de fer à l'aide de bâtons



2

Mise en place des anneaux :
Enfiler les 3 anneaux sur le câble avant sa mise en place.



7.2

LE CÂBLE COMPAS

LE CÂBLE-COMPAS - MISE EN PLACE

1

Penser à réserver le passage du câble dans les pignons !
Fixer le câble avec un bâton de chaque côté dans les murs pignons.
Tourner les bâtons pour tendre le câble.



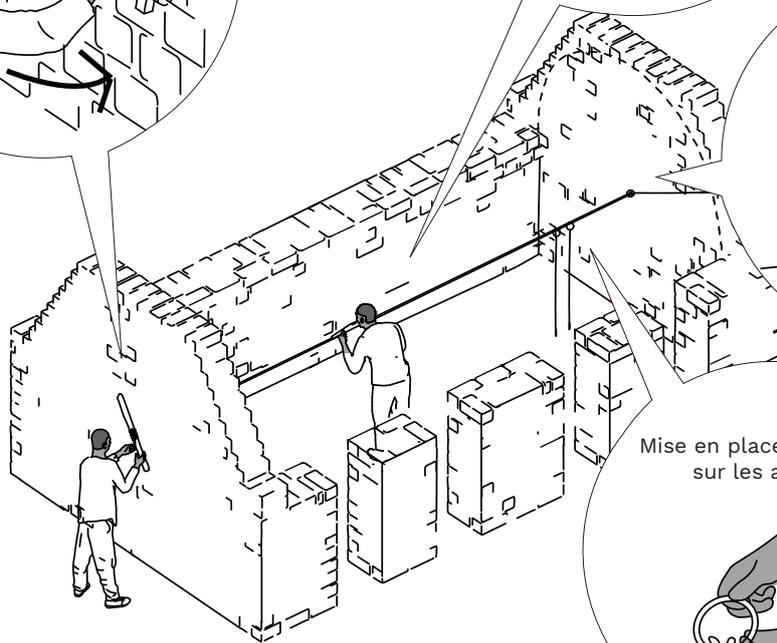
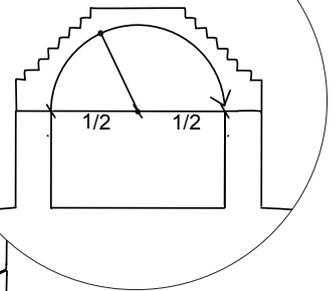
3

Vérifier chaque jour que le câble est horizontal avec un niveau.



2

Le câble doit être centré

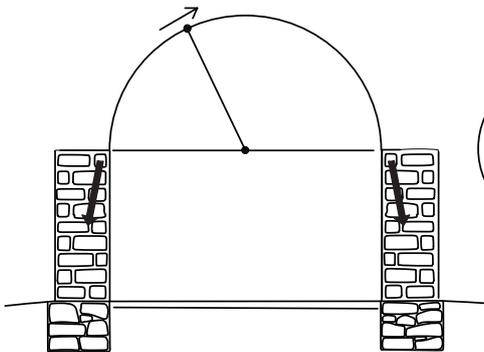


Mise en place des ficelles sur les anneaux

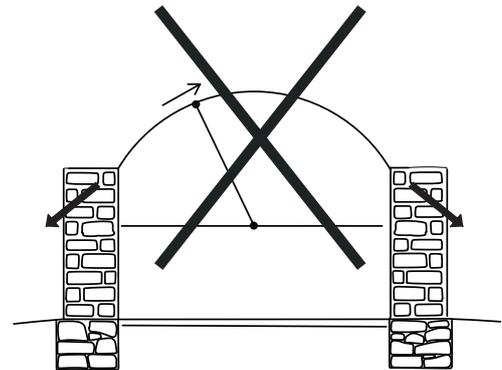


RAPPEL :

Il ne faut jamais placer le câble plus bas ou plus haut que le niveau fini des murs porteurs !
NIVEAU FINI MUR PORTEUR = HAUTEUR NAISSANCE VOUTE



Arc en plein cintre,
Descente de charge dans le mur = voûte stable



Si le câble est plus bas que le mur porteur, la voûte est aplatie.
Les descentes de charges sortent du mur.
La voûte risque de s'écrouler !

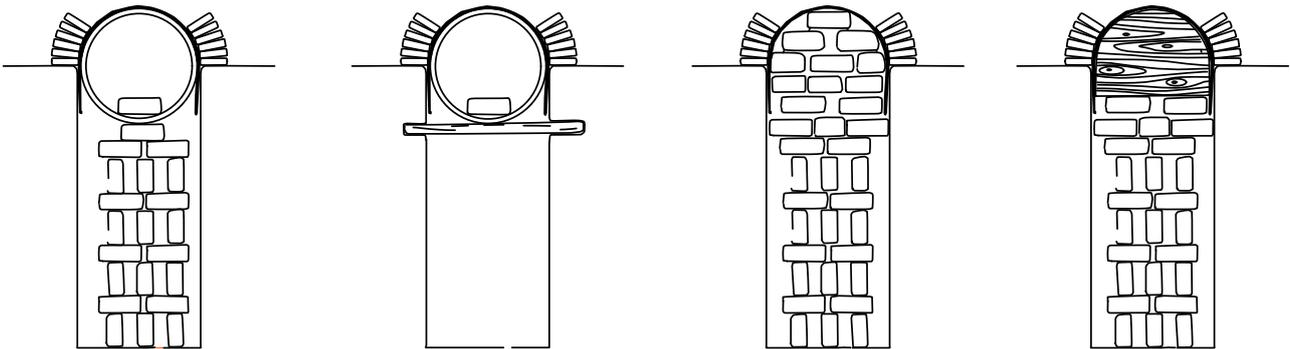
8.1

LES VOUTAINS

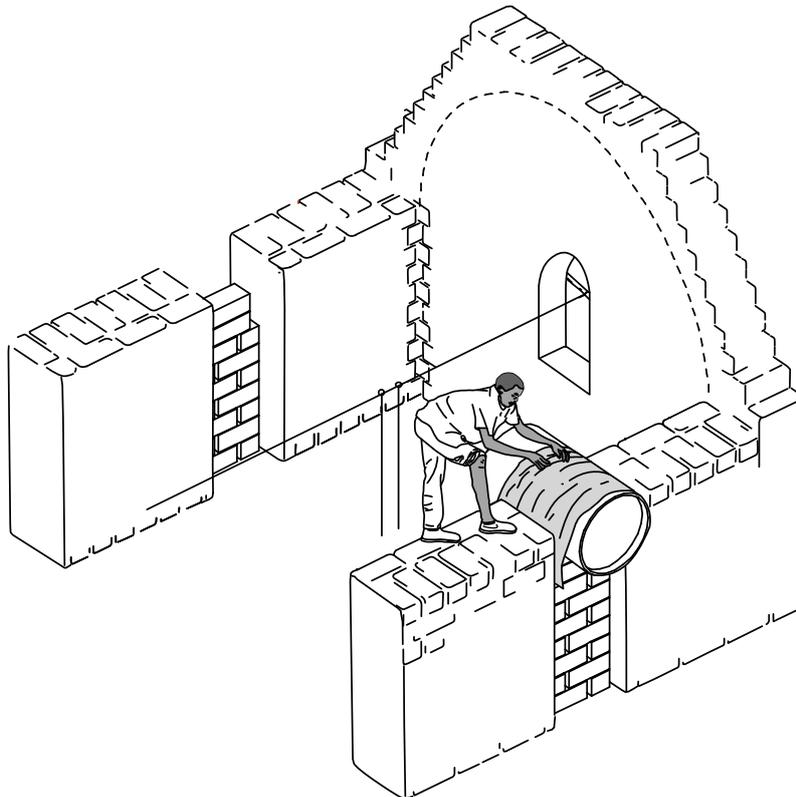
COFFRAGES POUR LES VOUTAINS

La partie inférieure du coffrage est réalisée en briques posées à sec, ou avec des bois encastrés dans la maçonnerie. L'arrondi du coffrage est généralement réalisé avec une barrique et une bâche plastique, mais il peut aussi être réalisé en briques posées à sec ou avec des gabarits bois ou acier. Lorsqu'on n'utilise pas de barrique, attention à bien prévoir un débord suffisant du coffrage vers l'intérieur.

1



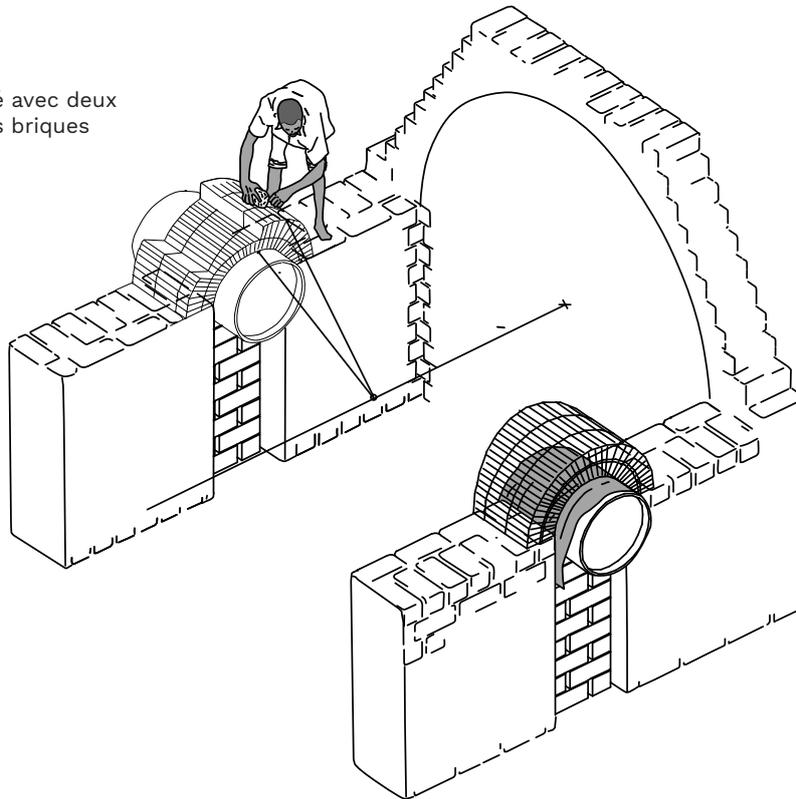
2



8.2 LES VOUTAINS VOUTAINS

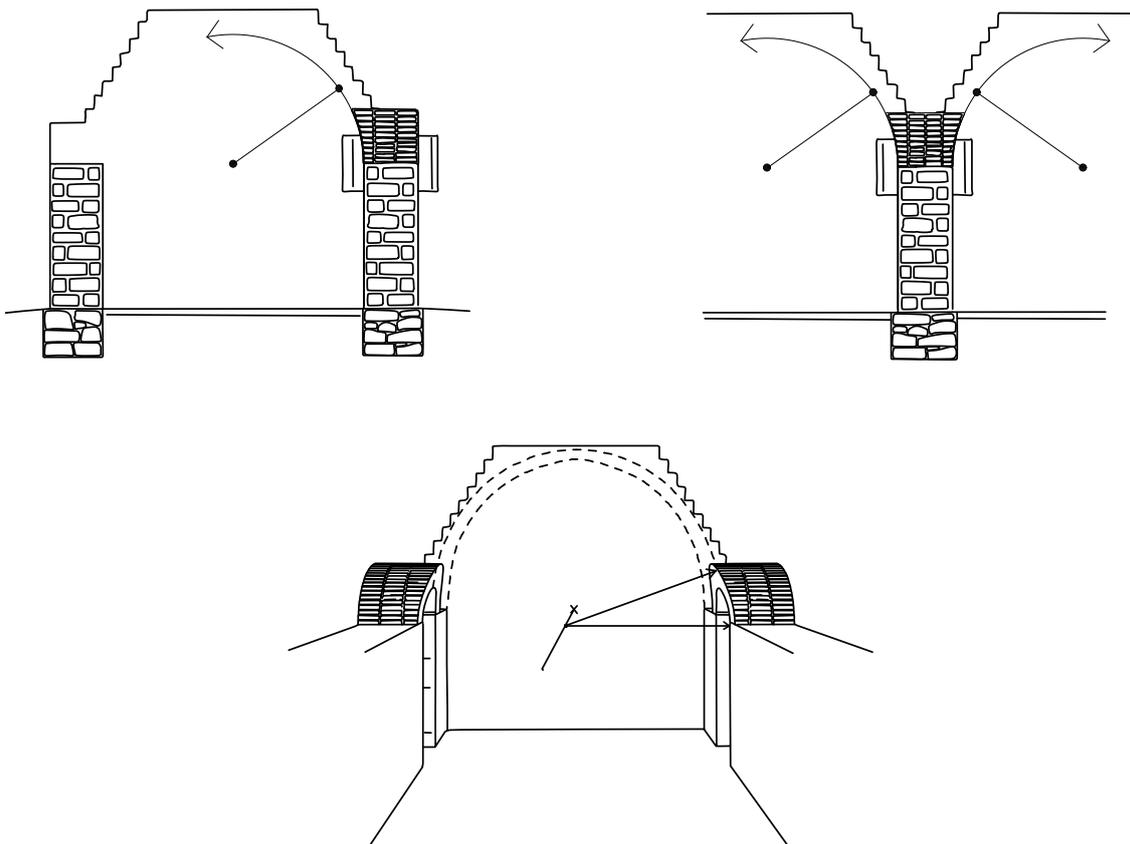
3

Le voutain est réalisé avec deux épaisseurs de petites briques



4

Le voutain suit la position du cable-compas.
Dans le cas de deux voûtes côte à côte, le voutain est courbe de chaque côté.



9.1

LA VOÛTE

DÉPART DE VOÛTE

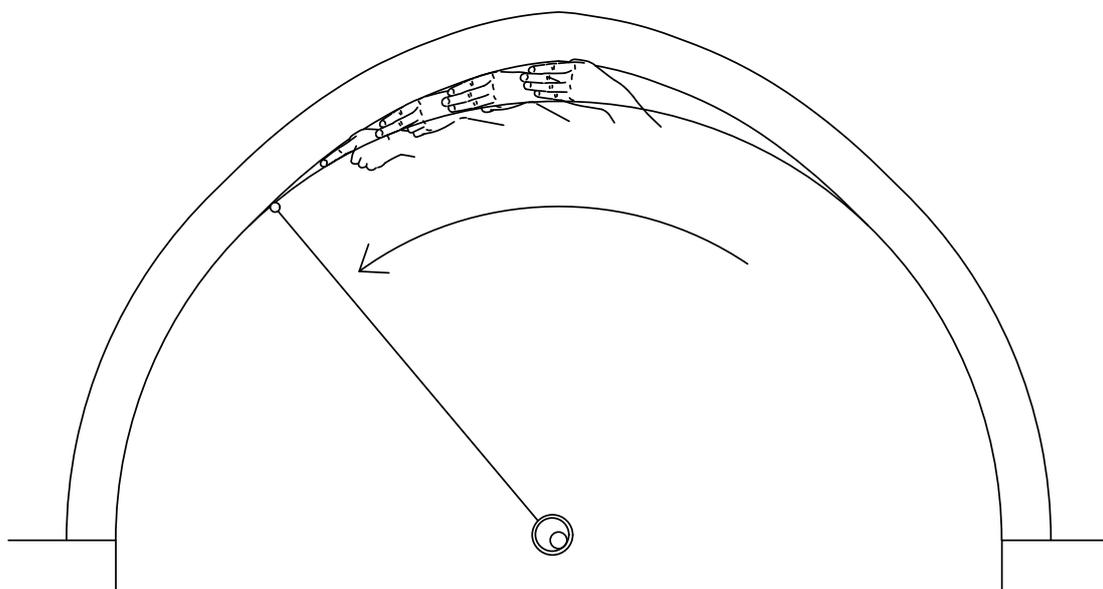
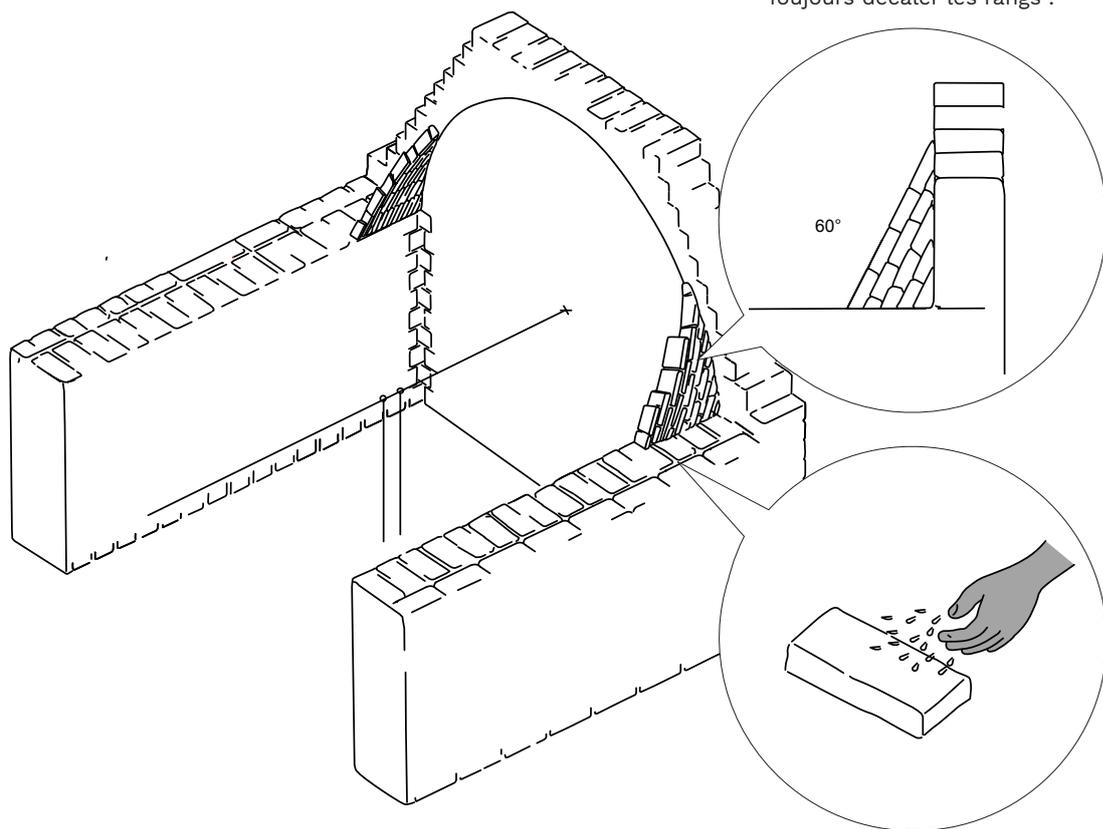
La voûte doit être bâtie en rangs de briques inclinés et croisés. Les briques sont scellées avec du mortier de terre. Au démarrage de la voûte, il faut couper les briques dans les angles.

Pour avoir une bonne cohésion, il faut mouiller les briques avant de les poser. Ceci est valable pour les grosses briques des murs comme pour les petites briques des voûtes.

RAPPEL :
Voir la **fiche 3.1** pour la dimension d'une voûte.

1

ATTENTION
Toujours décaler les rangs !



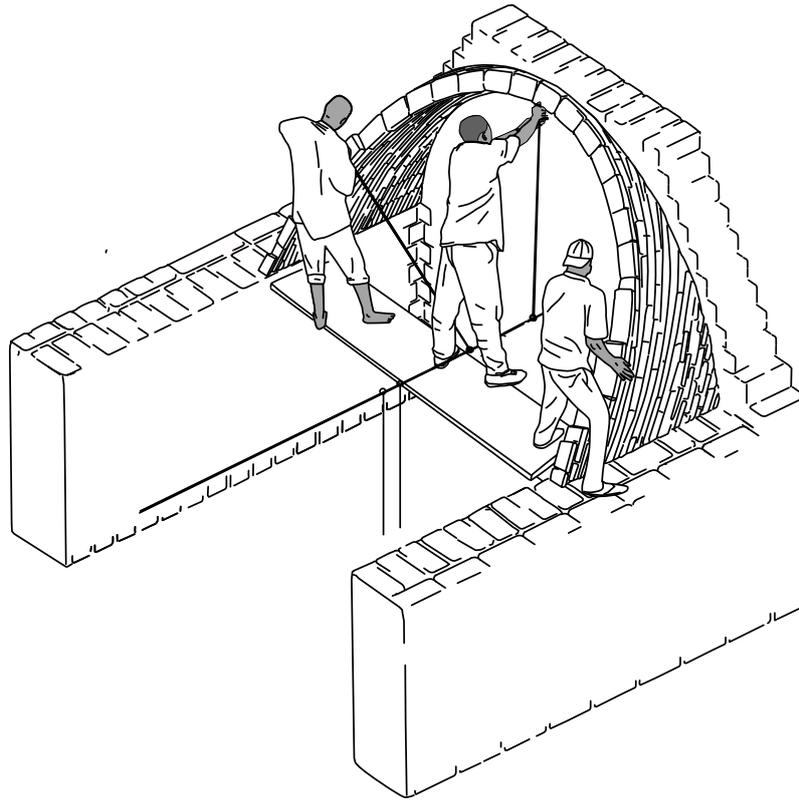
Bas de la voûte : arc en plein cintre
Sommet de la voûte : décalage de 1 doigt, puis 2 doigts, puis 3 doigts, puis 4 doigts en haut de la voûte.
Tirer sur la ficelle avec une tension constante.

9.2

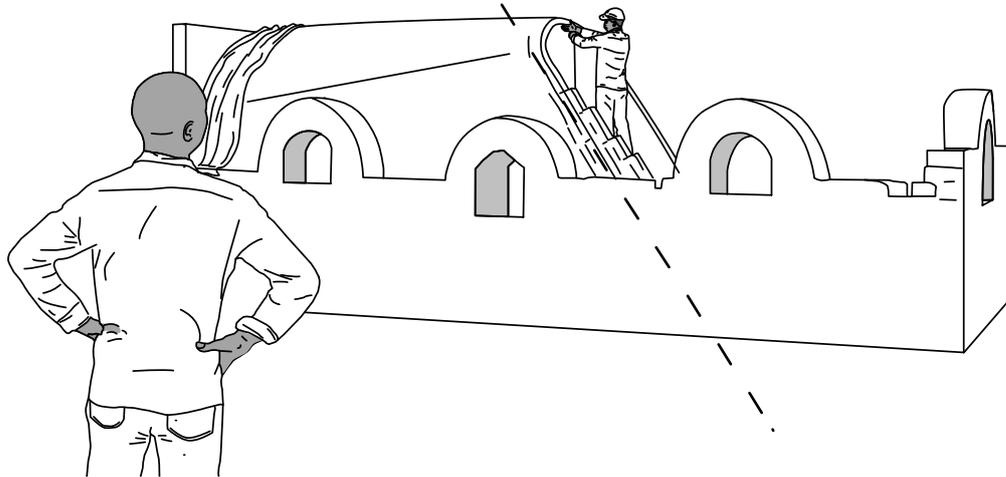
LA VOÛTE

AVANCÉE DE LA VOÛTE

2

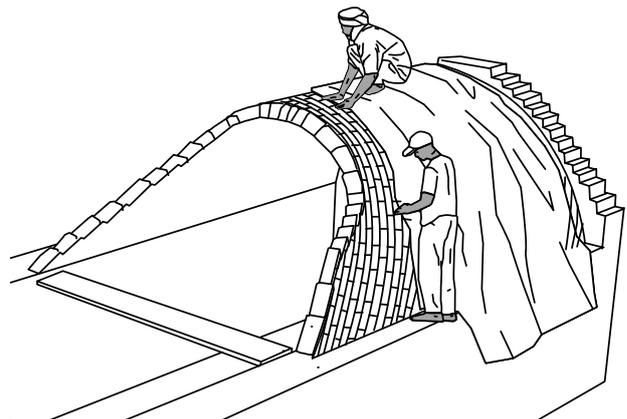


Prendre du recul pour vérifier la bonne inclinaison de la voûte.



CONSEIL EN CAS DE RISQUE DE PLUIE :
Positionner une bâche plastique sur la voûte.
Elle sera dépliée s'il pleut.

Lorsqu'un maçon intervient dans une nouvelle région, il doit se renseigner sur le rythme des saisons pour éviter d'être surpris par la pluie.

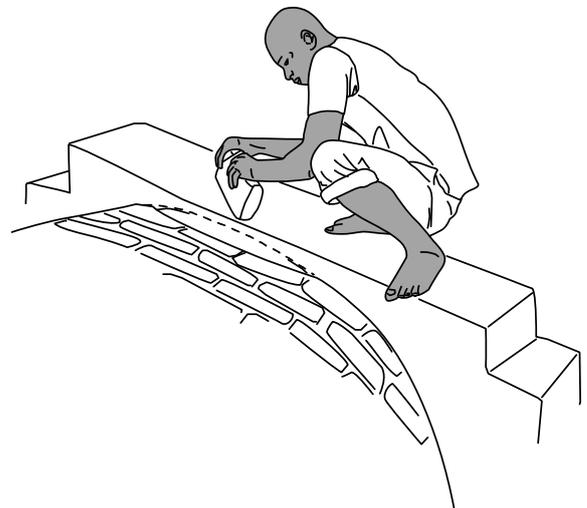
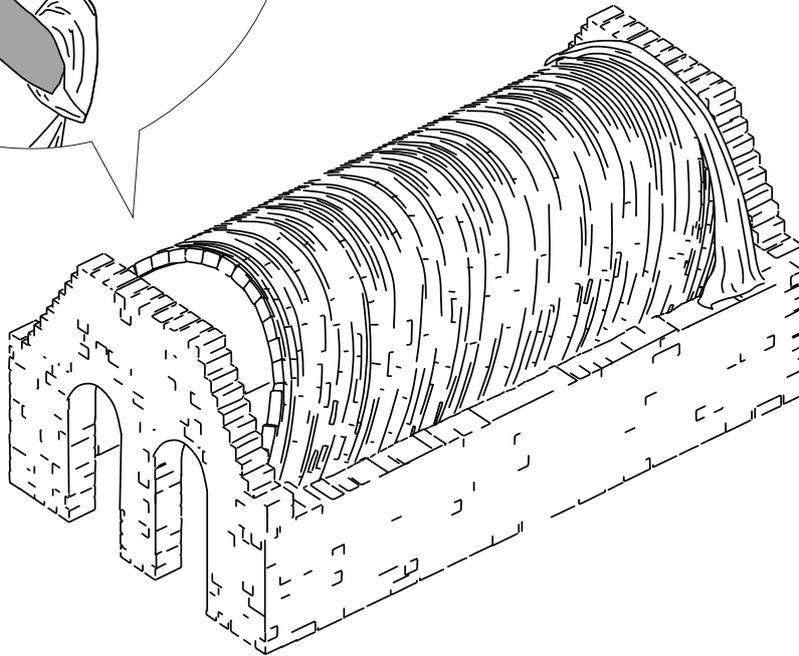


9.3

LA VOÛTE

FERMETURE DE VOÛTE

La fermeture de la voûte est une étape délicate car les positions de travail ne sont pas confortables.
Attention à bien contrôler la pose des briques en utilisant le câble-compas.



10.1

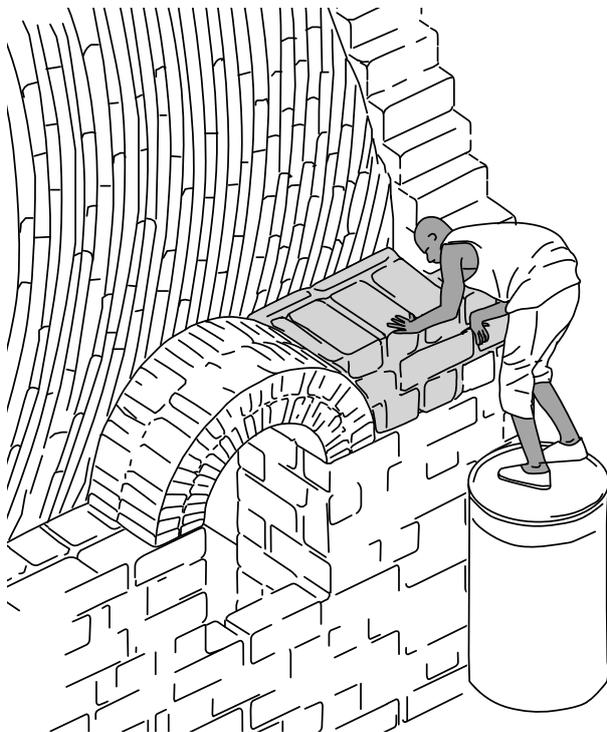
CONTREFORTS

MISE EN OEUVRE DES CONTREFORTS

Les contreforts servent à mettre en charge la voûte. Ils sont maçonnés de la même façon que les murs. Il est recommandé de réaliser en même temps les 2 contreforts d'une même voûte.

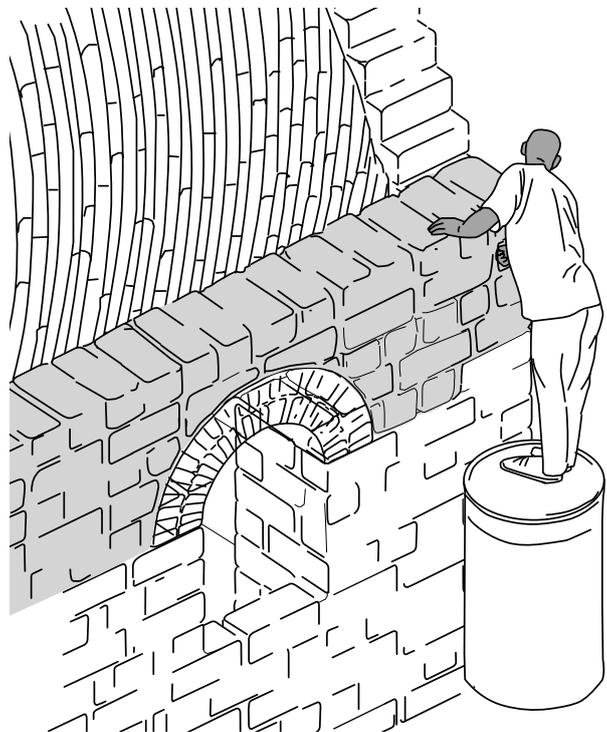
1

Commencer par les angles



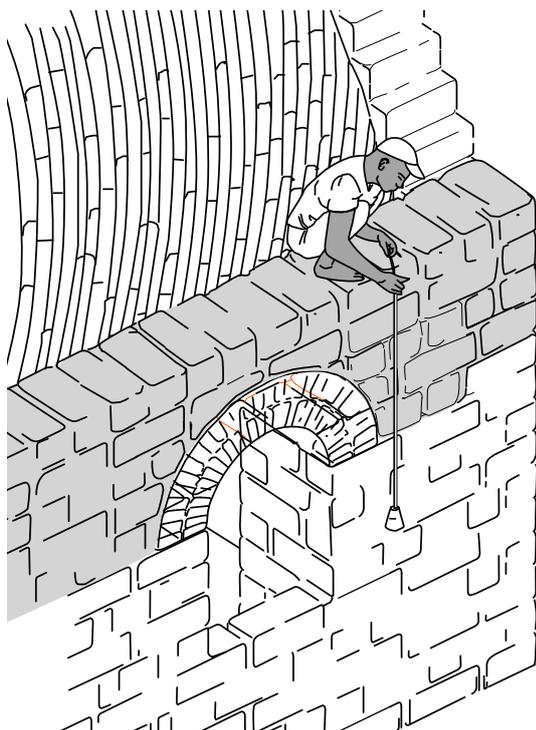
2

Monter par rangs successifs



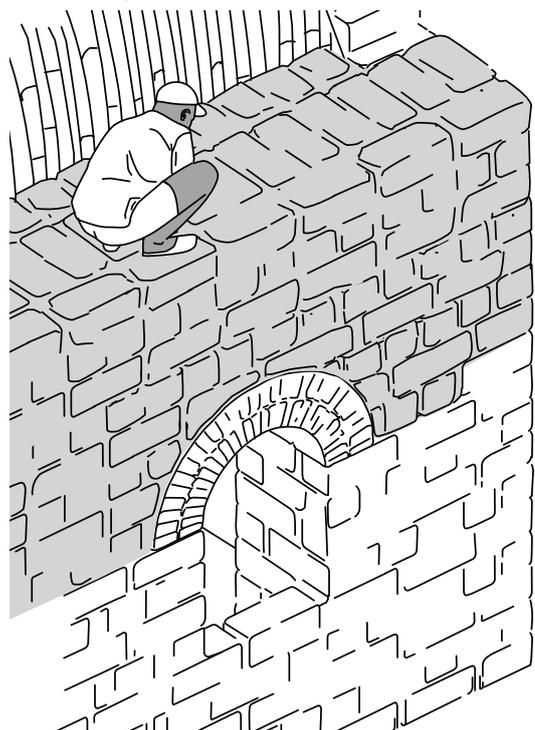
3

Vérifier les aplombs et alignements



4

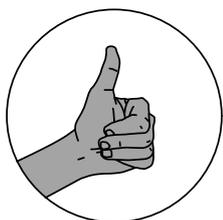
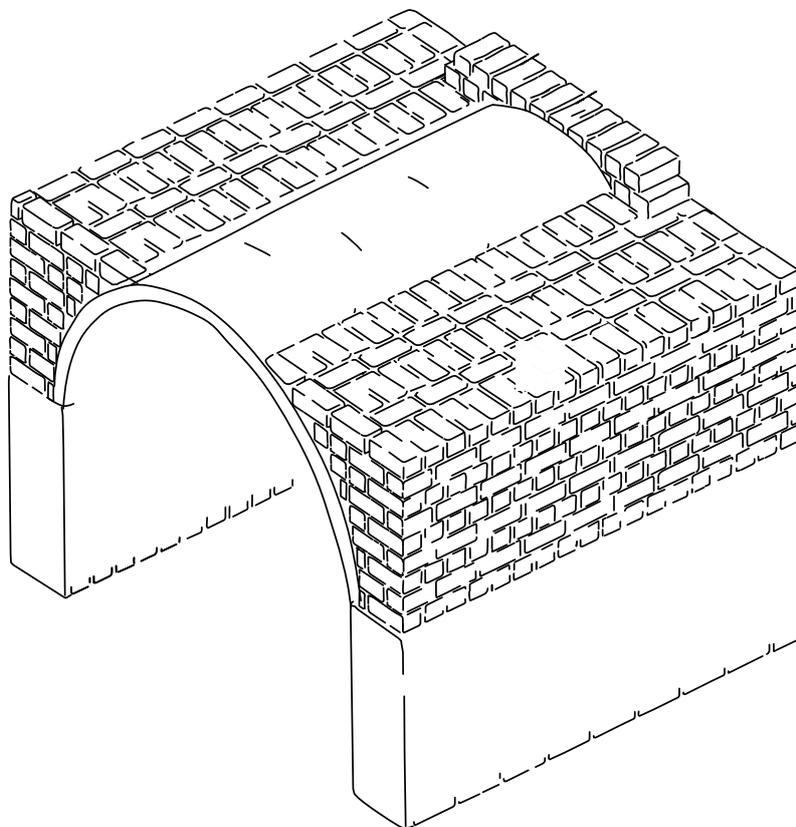
Plus le contrefort progresse, plus il s'élargit en épousant la courbe de la voûte



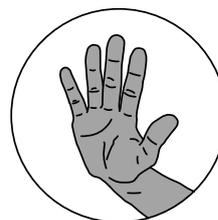
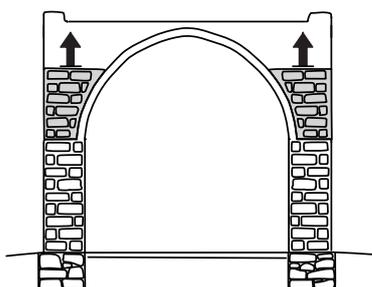
10.2

CONTREFORTS

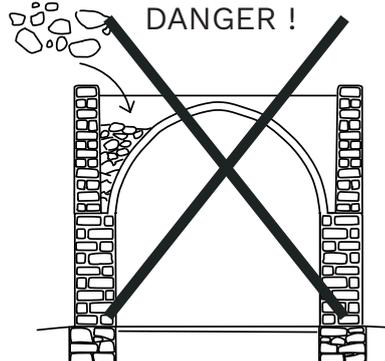
MISE EN OEUVRE DES CONTREFORTS



Mettre en charge par couches successives de briques de banco appareillées. Progresser de façon symétrique avec les deux contreforts.



Ne pas procéder par remplissage
DANGER !



11.1

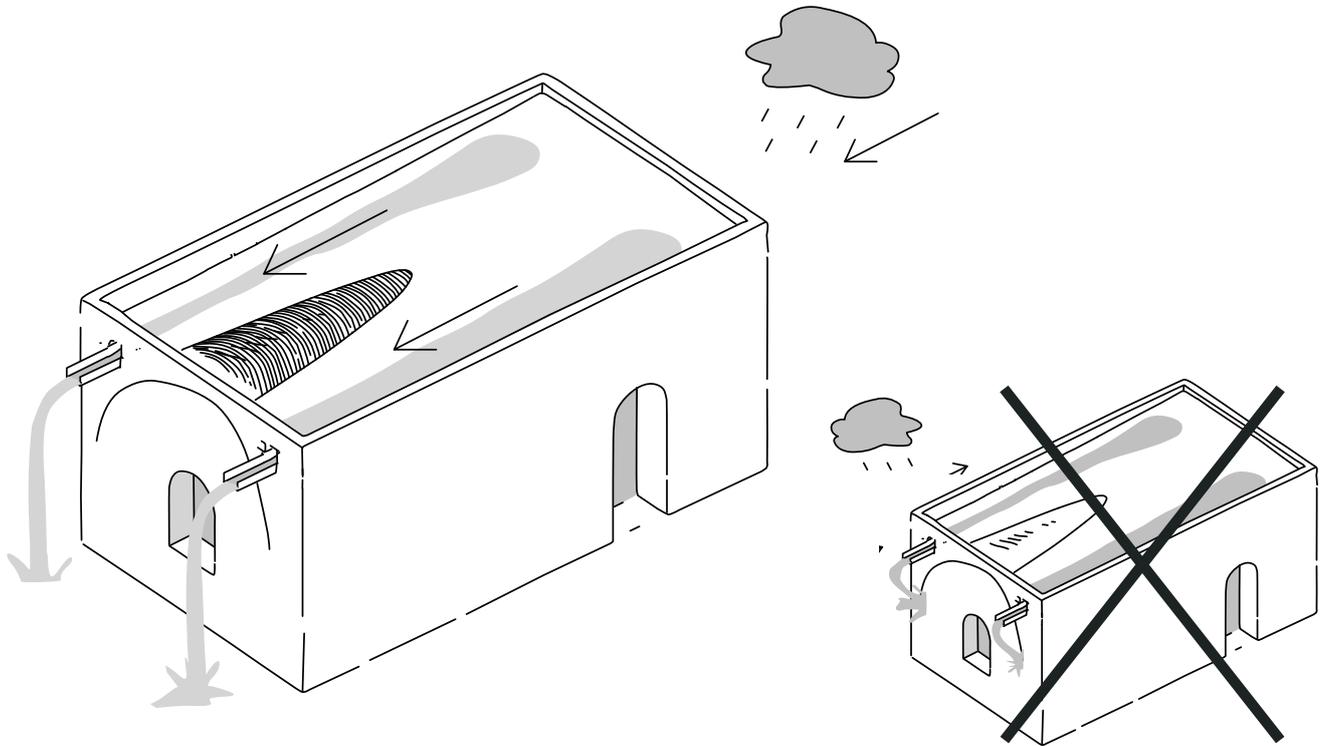
TOITURE

ORIENTATION DE LA PENTE DE TOITURE

1

Cas standard

La pente d'une toiture (drainage) est généralement réalisée dans le sens de la voûte. Elle ne doit pas dépasser 10 m de longueur, et la voûte peut rester légèrement visible en bas de pente. Autant que possible, les gouttières ne doivent pas faire face au vent.

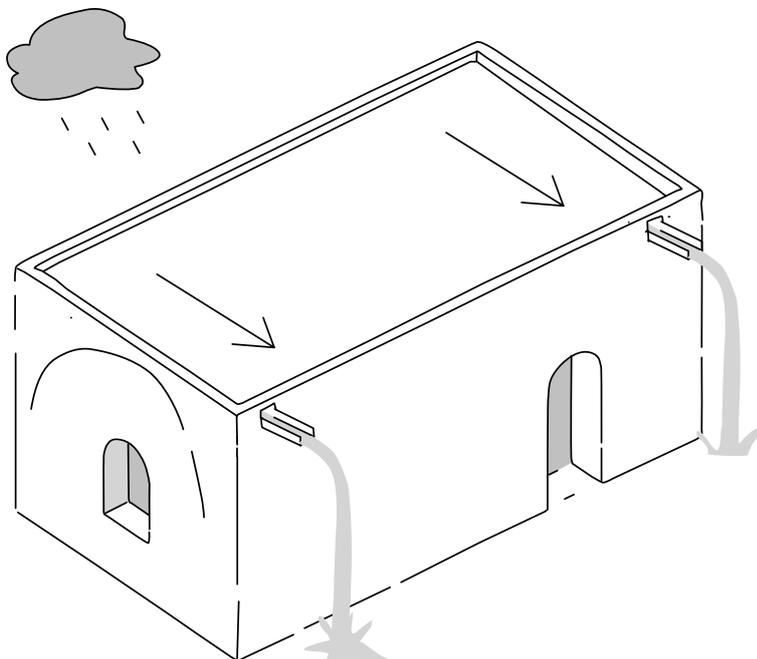


2

Si besoin (proximité bâtiment, vent, etc...)

En cas de besoin, la pente de la toiture peut être réalisée perpendiculairement au sens de la voûte. La voûte est dans ce cas totalement invisible.

ATTENTION : il est plus difficile d'assurer un bon drainage. Attention donc à vérifier que l'eau s'écoule bien vers les gouttières et qu'il n'y a pas de zone de stagnation.

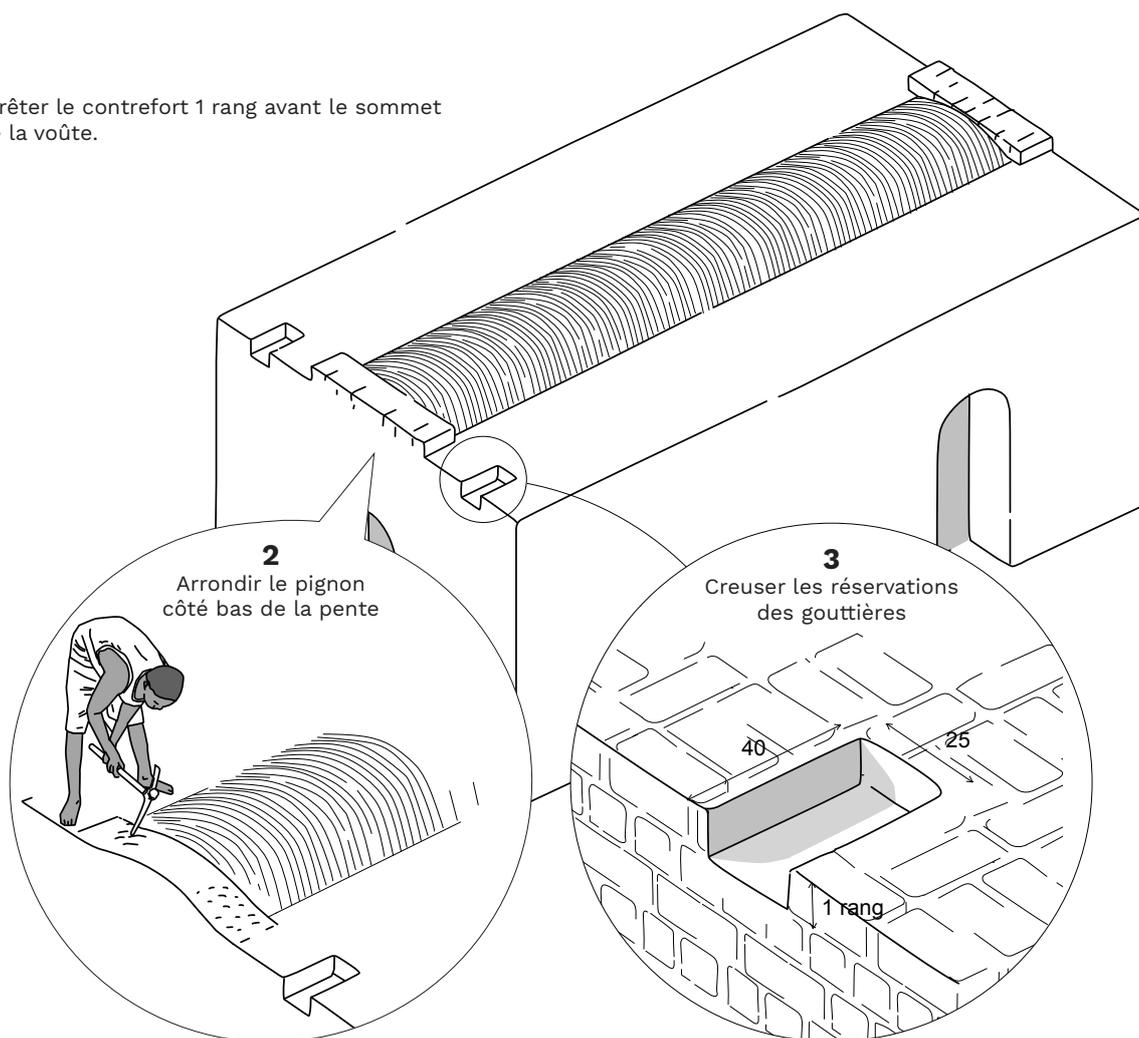


11.2

TOITURE

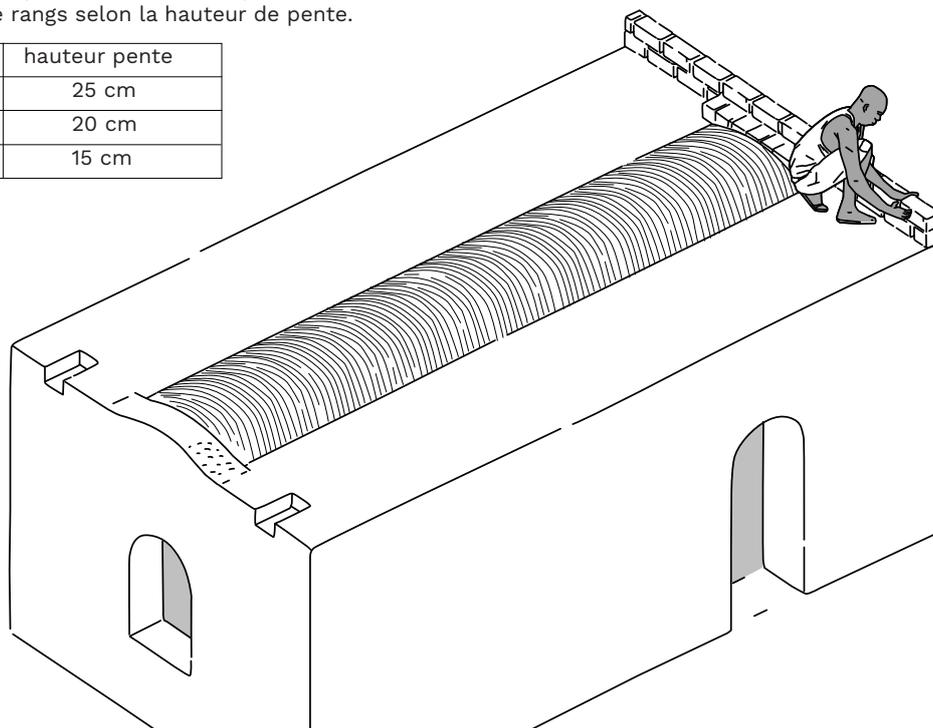
PENTE MAÇONÉE

1
Arrêter le contrefort 1 rang avant le sommet de la voûte.



4
Monter un muret de briques côté haut de la pente.
Calculer le nombre de rangs selon la hauteur de pente.

Longueur voute	hauteur pente
max 10m	25 cm
idéal 8m	20 cm
6m	15 cm

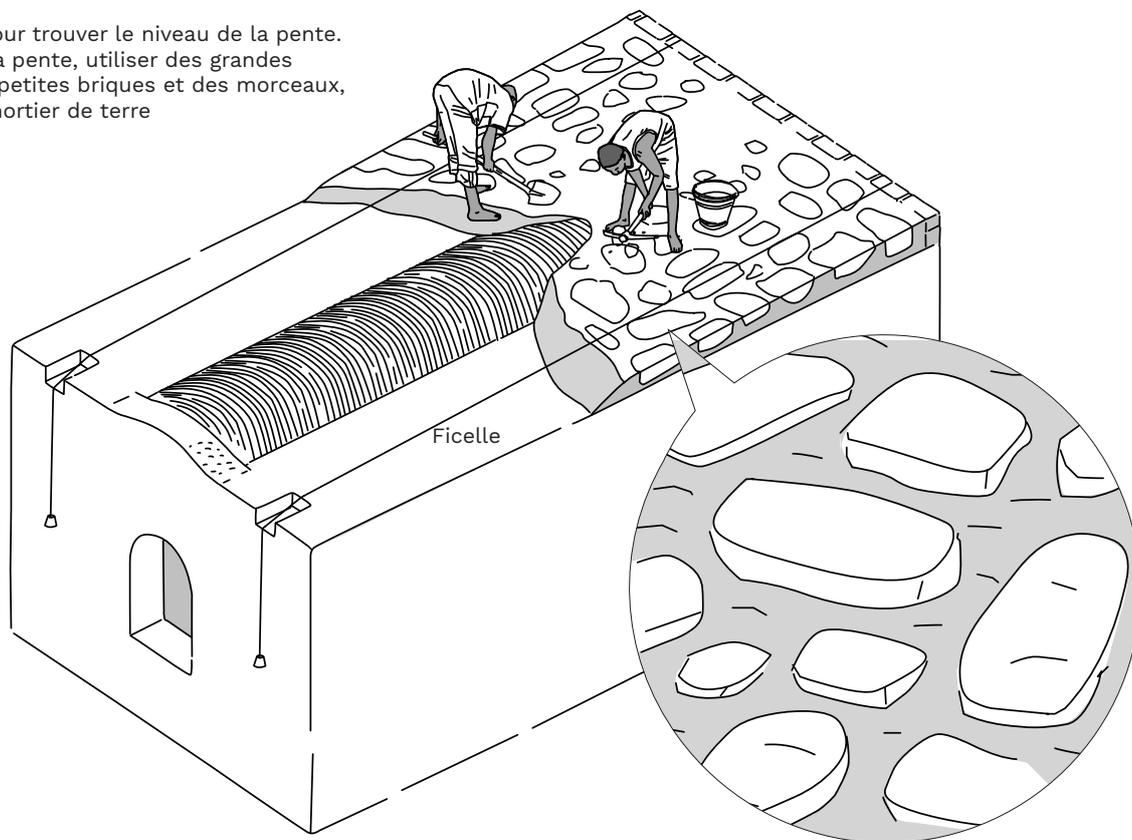


11.3

TOITURE
PENTE MAÇONÉE

1

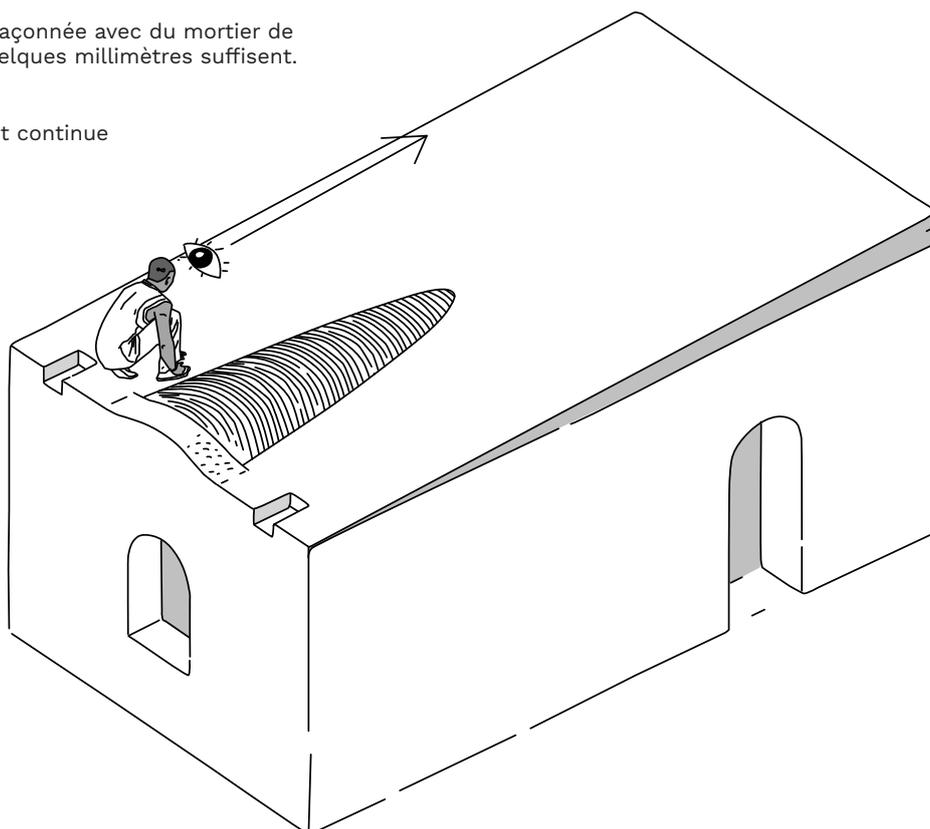
Utiliser des ficelles pour trouver le niveau de la pente. Selon l'épaisseur de la pente, utiliser des grandes briques entières, des petites briques et des morceaux, le tout maçonné au mortier de terre



2

Lissage de la pente maçonnée avec du mortier de terre bien mouillé. Quelques millimètres suffisent.

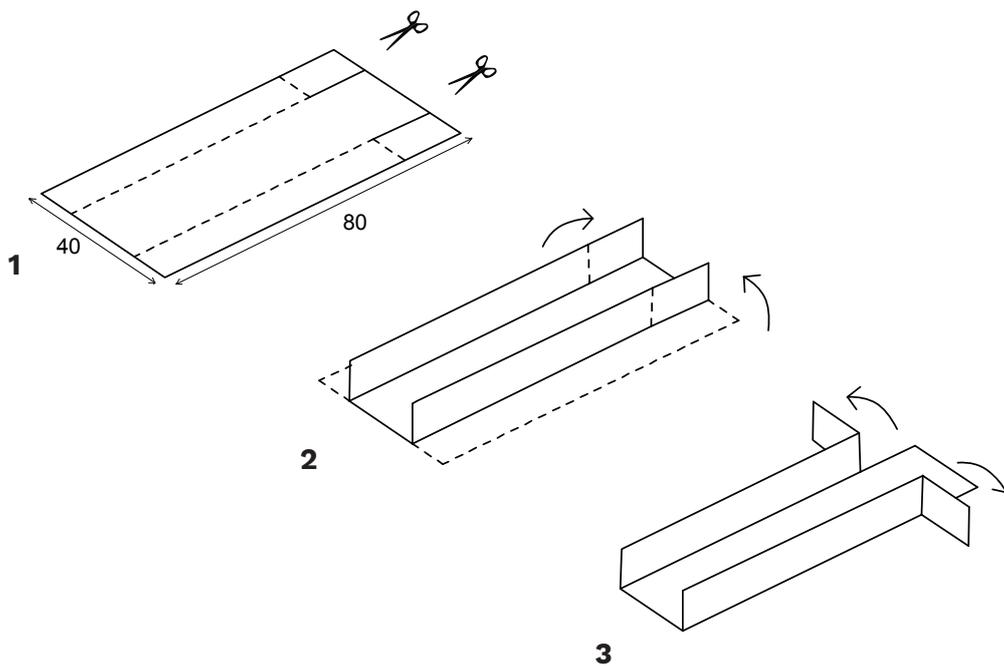
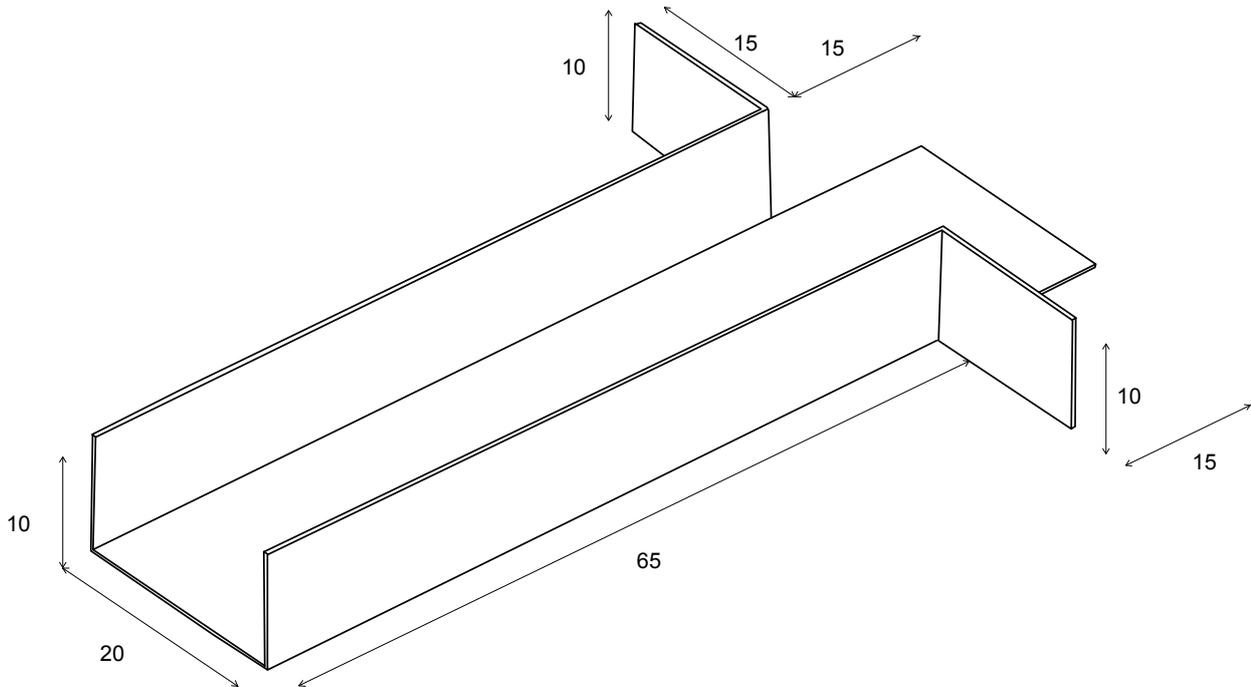
IMPORTANT:
Vérifier que la pente est continue et sans dépressions



11.4-A

TOITURE
GOUTTIÈRES

Cette page peut être donnée au menuisier métal pour qu'il fabrique les gouttières aux bonnes dimensions.

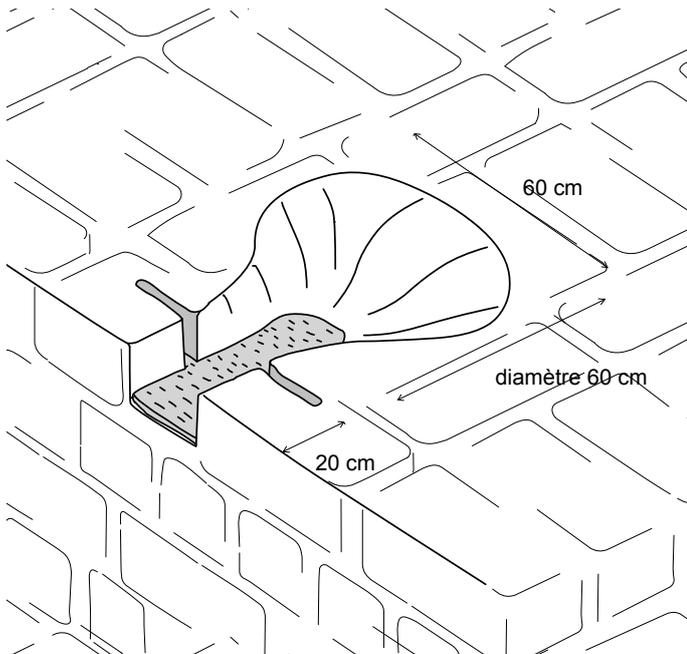


11.4-B

TOITURE
GOUTTIÈRES

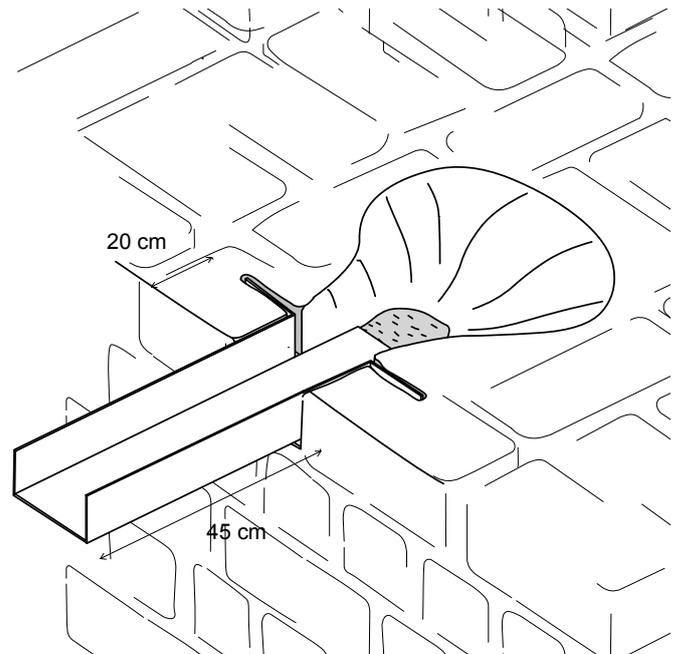
1

Faire la réservation pour la gouttière.
Penser à faire 2 saignées pour les languettes de la gouttière.
Mettre une couche de mortier de ciment en fond de réservation.



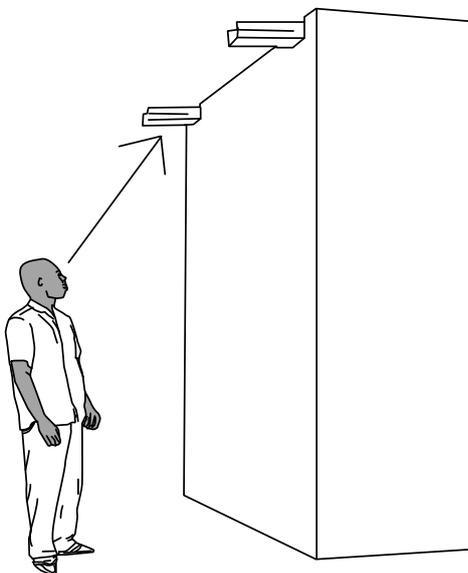
2

Insérer la gouttière.
Respecter les dimensions du dessin :
la gouttière doit déborder de 45 cm



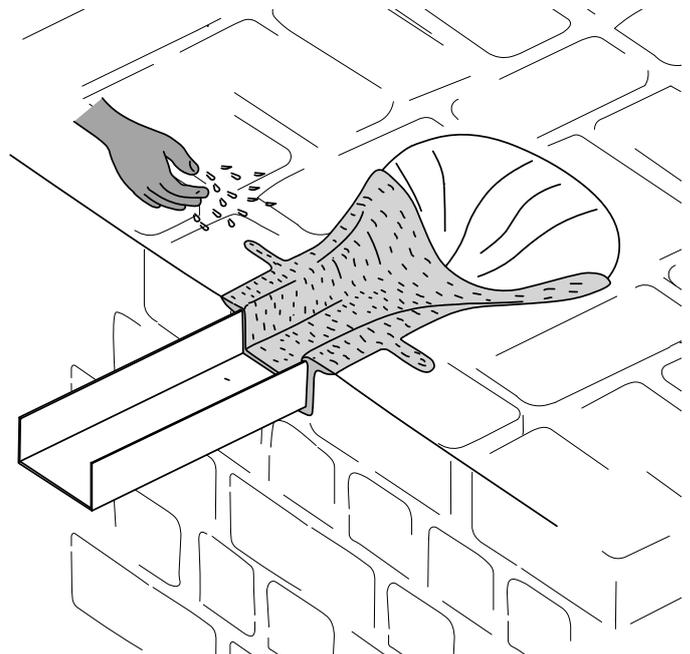
3

Vérifier :
- inclinaison
- parallélisme des gouttières



4

Sceller la gouttière avec du mortier de ciment.
L'enduit de finition recouvrira à terme la couche de ciment.



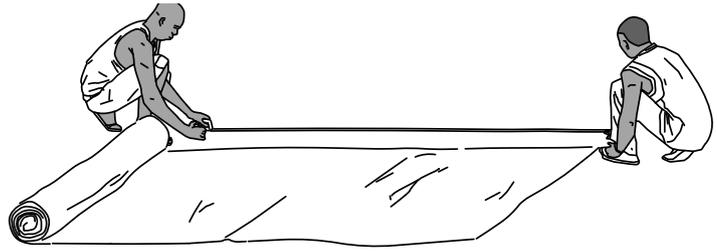
11.5 - A

TOITURE

ÉTANCHÉITÉ - BÂCHE PLASTIQUE ET COUCHE DE TERRE

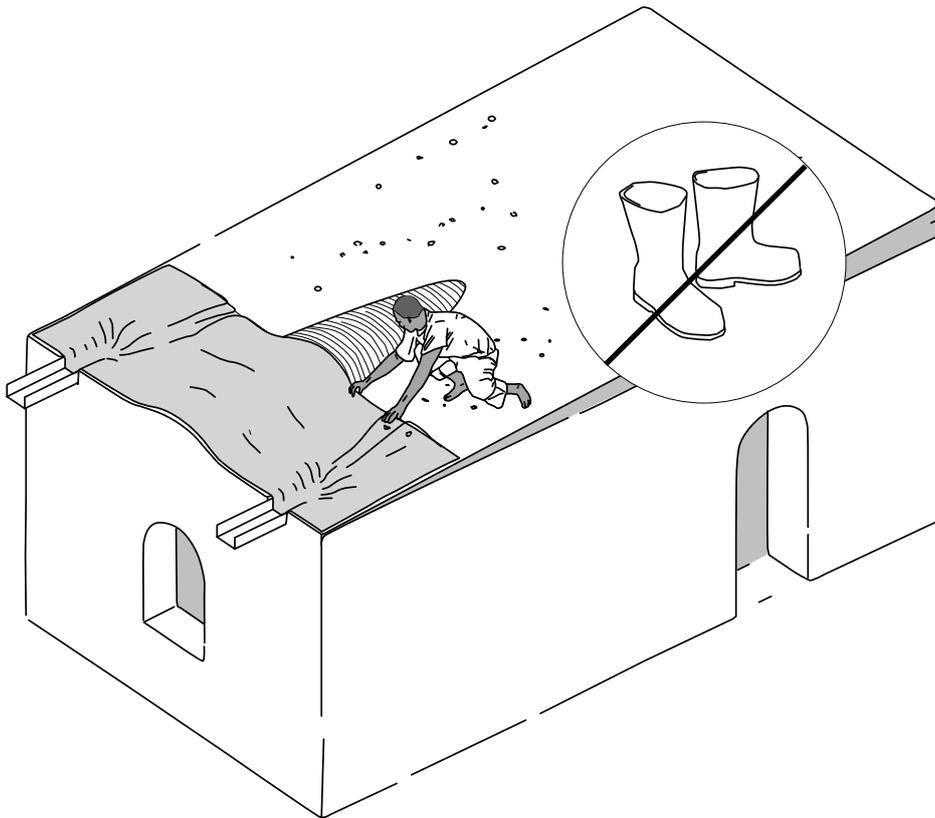
1

Utiliser des rouleaux de film plastique double-largeur si possible, afin de réduire le nombre de bandes et de permettre un bon recouvrement/pliage des bandes entre elles. Découper les bandes à la bonne longueur. Rouler les bandes pour les transporter sur le toit.



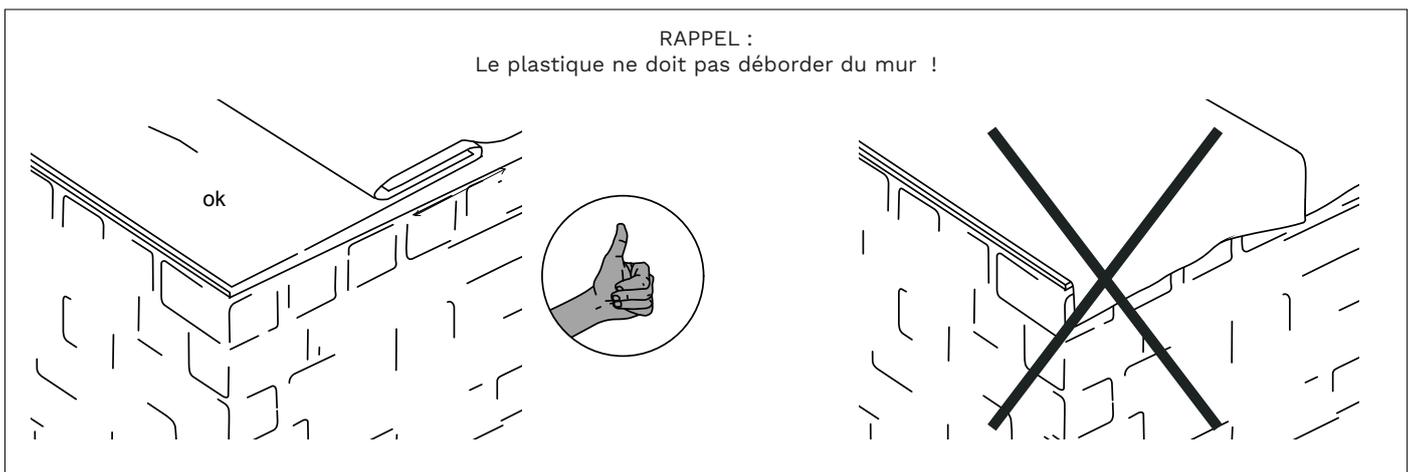
2

Dérouler la première bande côté gouttière, au niveau bas de la pente.
Faire des plis pour compenser les trous des gouttières.



RAPPEL :

Le plastique ne doit pas déborder du mur !



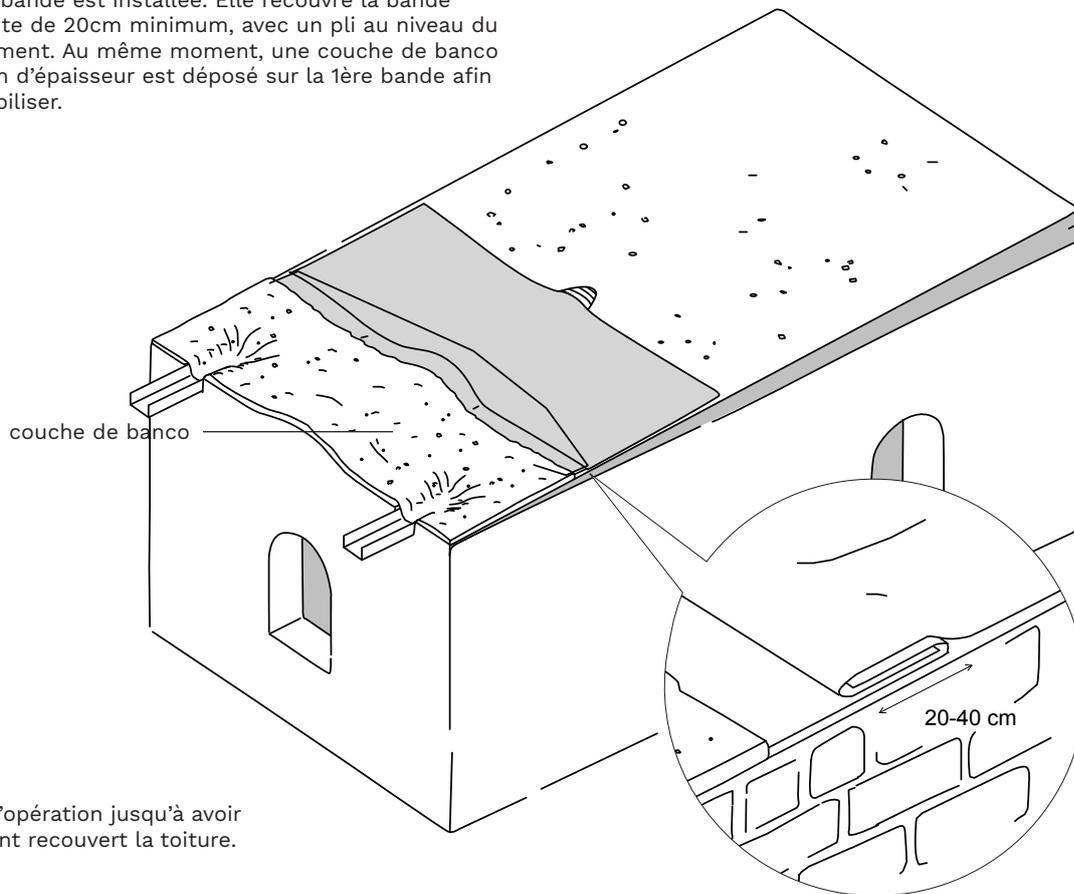
11.5 - B

TOITURE

ÉTANCHÉITÉ - BÂCHE PLASTIQUE ET COUCHE DE TERRE

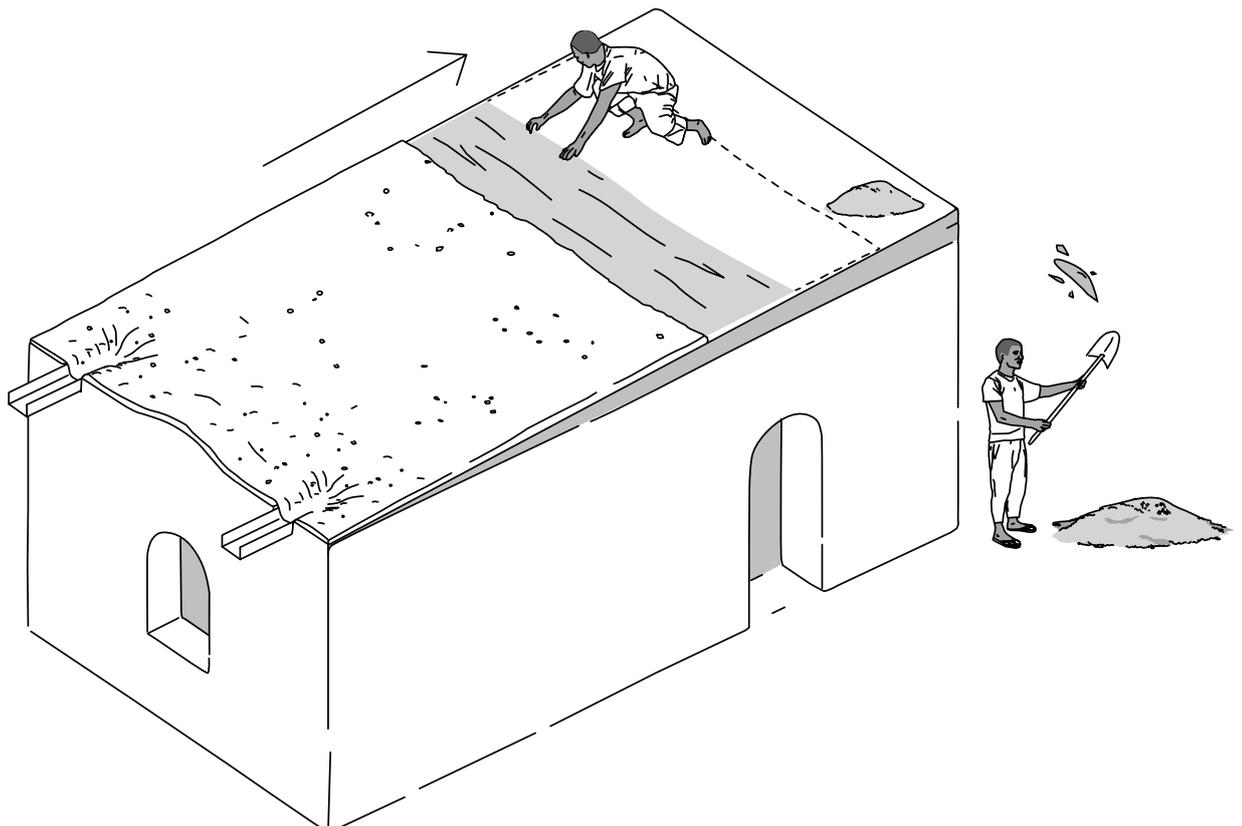
3

La 2ème bande est installée. Elle recouvre la bande précédente de 20cm minimum, avec un pli au niveau du recouvrement. Au même moment, une couche de banco de 7/8 cm d'épaisseur est déposée sur la 1ère bande afin de la stabiliser.



4

Répéter l'opération jusqu'à avoir totalement recouvert la toiture.



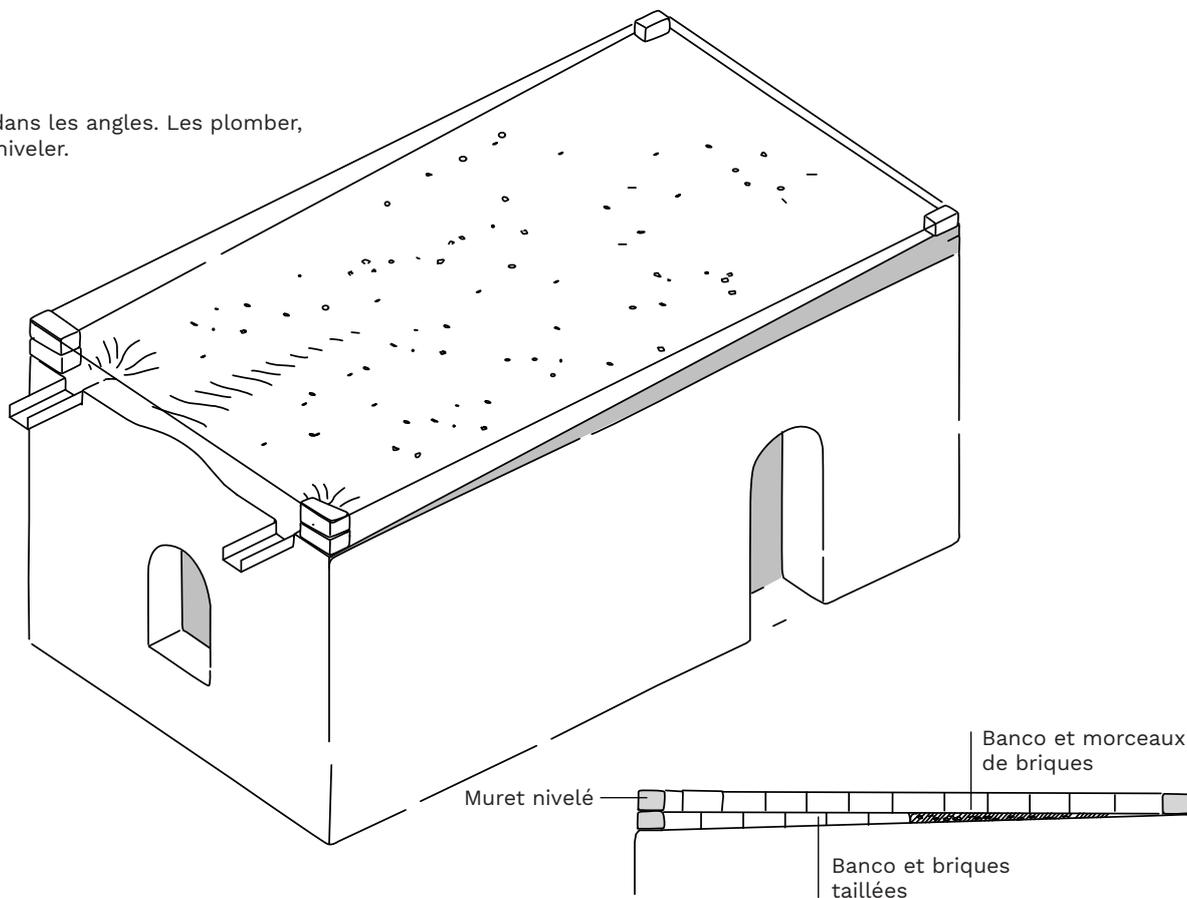
11.5 - C

TOITURE

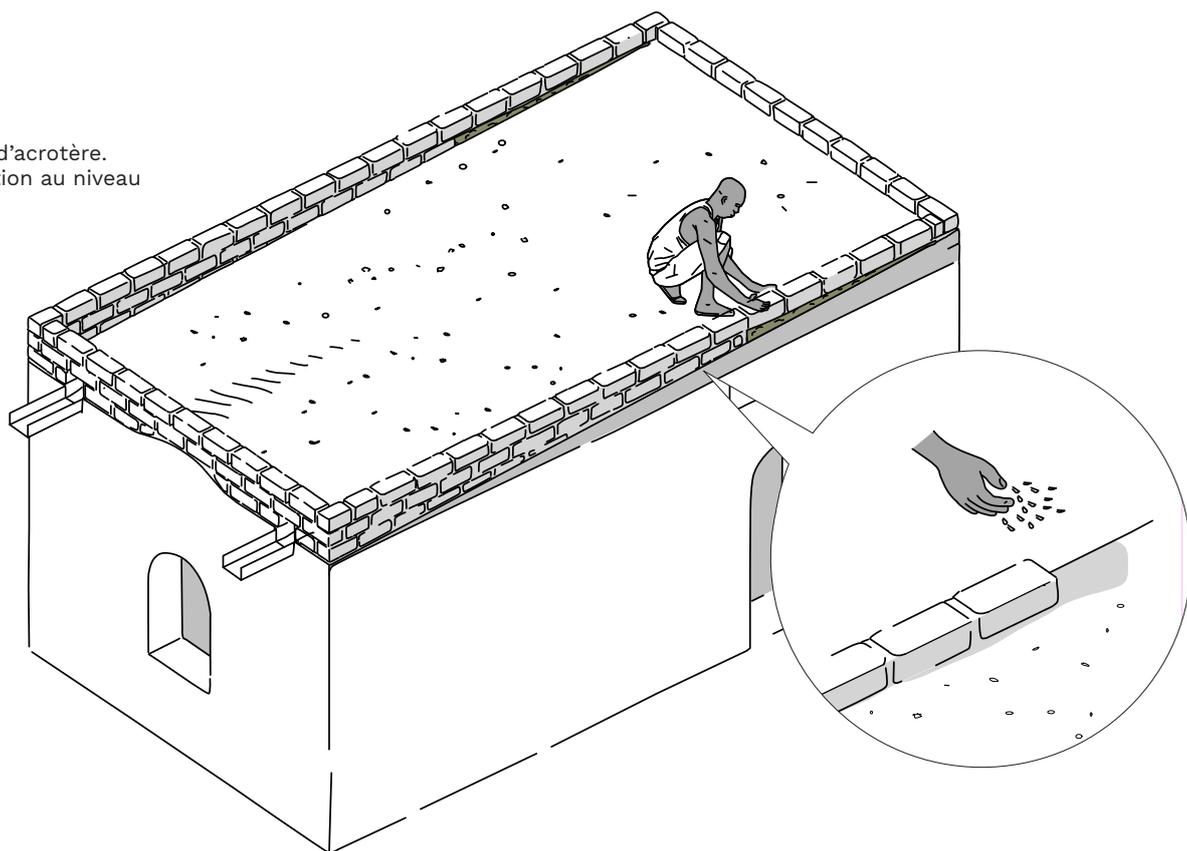
ÉTANCHÉITÉ - ACROTÈRES

Les acrotères peuvent être réalisés en briques de terre classiques ou en blocs spéciaux (voir fiche 1.2 Blocs spéciaux).

- 1**
Placer des briques dans les angles. Les plomber, tirer des ficelles et niveler.



- 2**
Maçonner le muret d'acrotère. Laisser une réservation au niveau des gouttières.

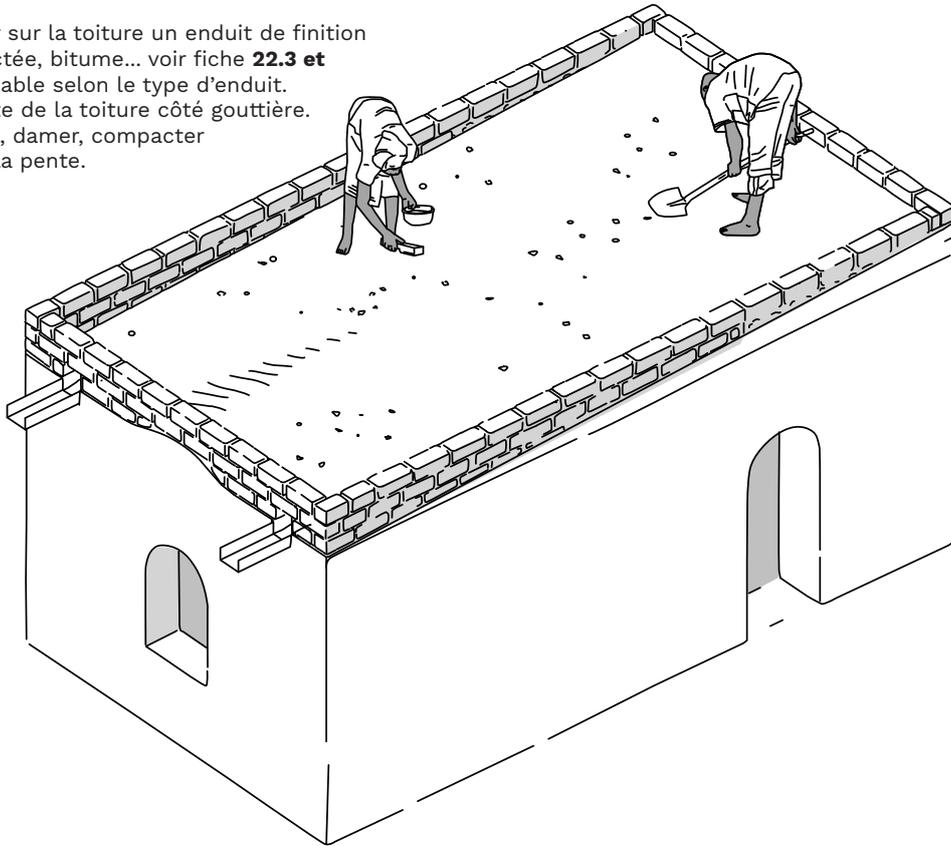


11.5 - D

TOITURE
ÉTANCHÉITÉ - FINITIONS

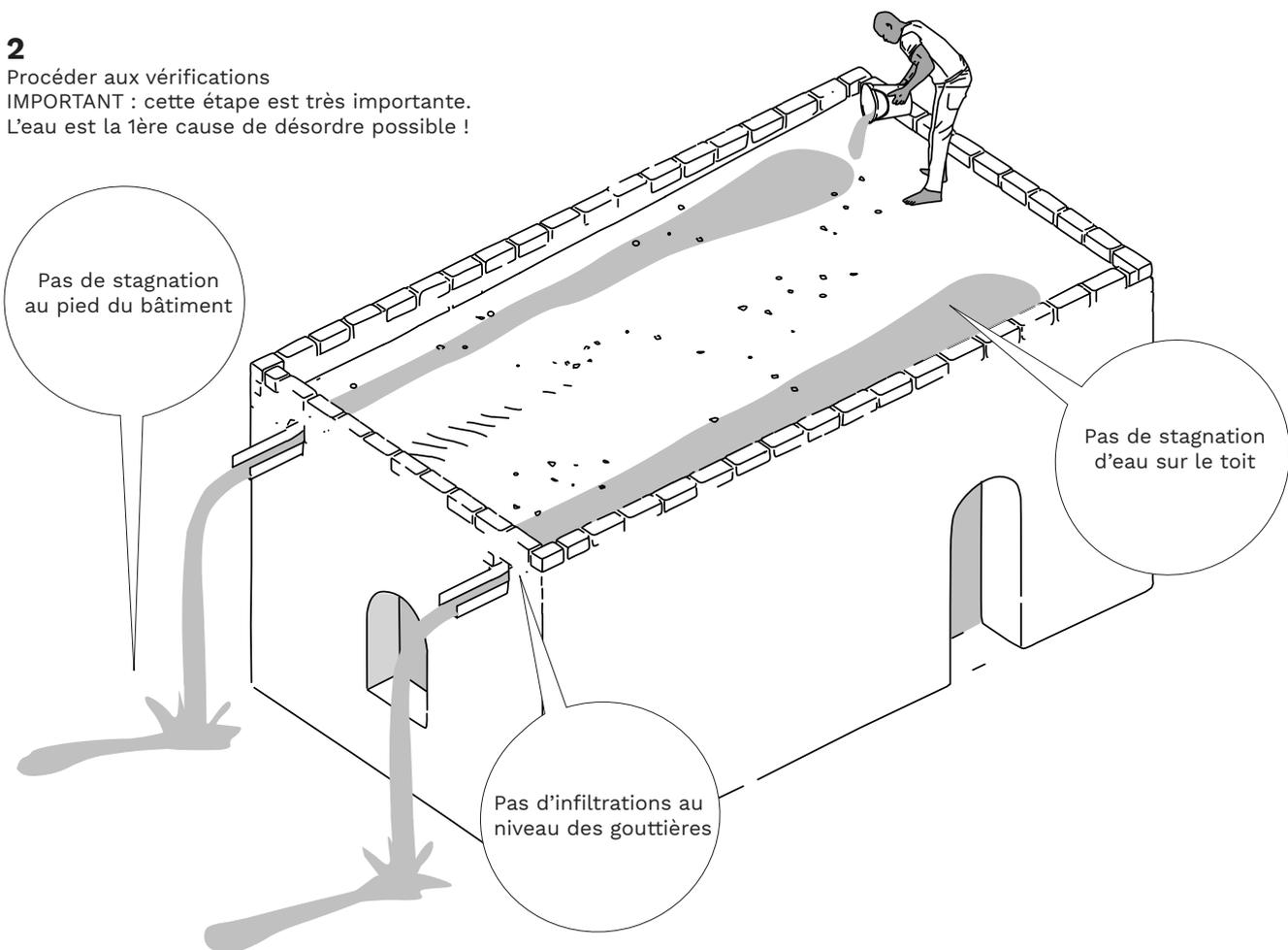
1

- Pour finir, appliquer sur la toiture un enduit de finition (banco, terre compactée, bitume... voir fiche **22.3 et 22.4**) d'épaisseur variable selon le type d'enduit.
- aller jusqu'à la limite de la toiture côté gouttière.
- Lisser avec de l'eau, damer, compacter
- Penser à contrôler la pente.



2

Procéder aux vérifications
IMPORTANT : cette étape est très importante.
L'eau est la 1ère cause de désordre possible !



12.1 - A ★ AD

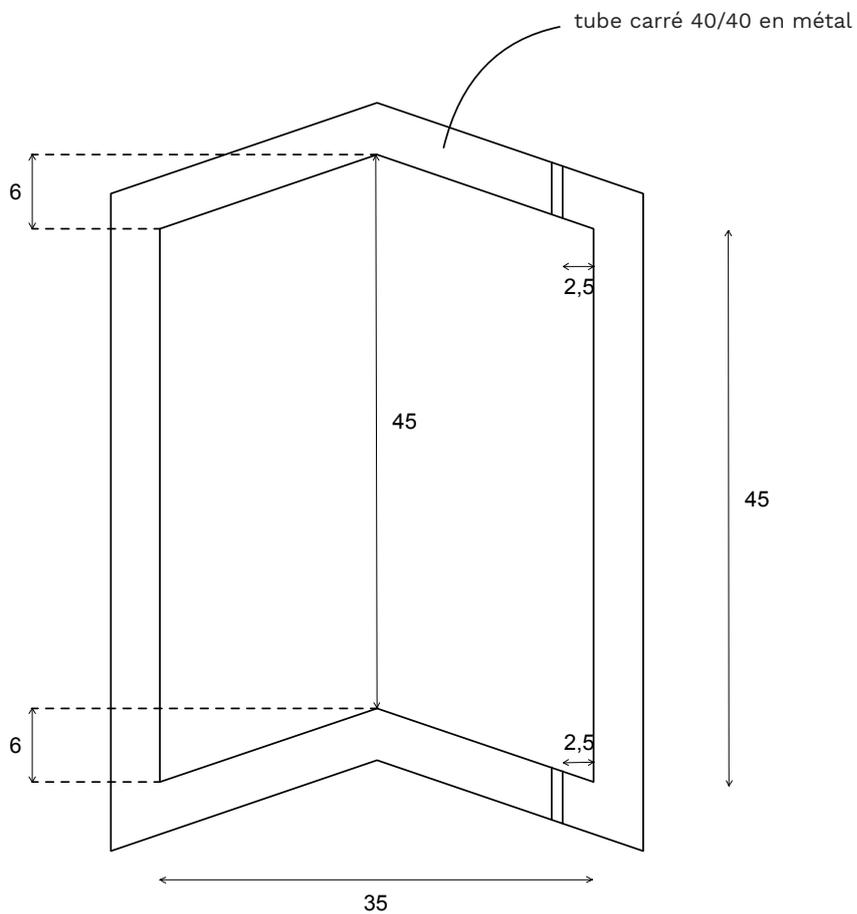
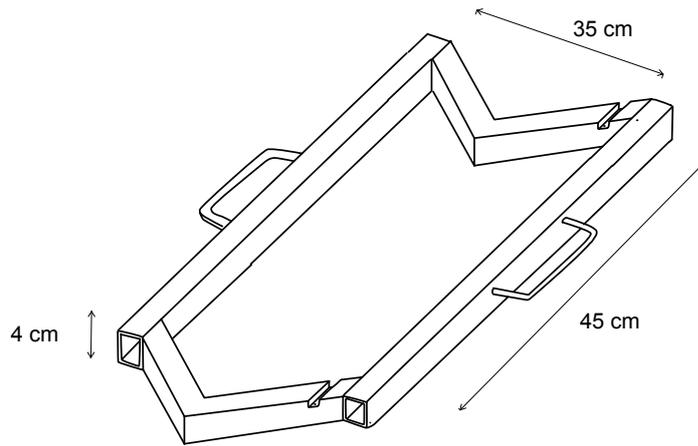
ACROTÈRES

PROTECTION EN DALLETTES DE CIMENT - MOULE

1

Fabrication du moule

Le moule est fabriqué avec des tubes carré 40/40 en métal.
Prévoir une encoche pour la goutte d'eau
à 2,5cm du bord.



12.1 - B ★ AD

ACROTÈRES

PROTECTION EN DALLETES DE CIMENT - FABRICATION

Les acrotères sont très exposés aux pluies. La pose de dallettes de ciment permet de les protéger tout en limitant les besoins d'entretien.

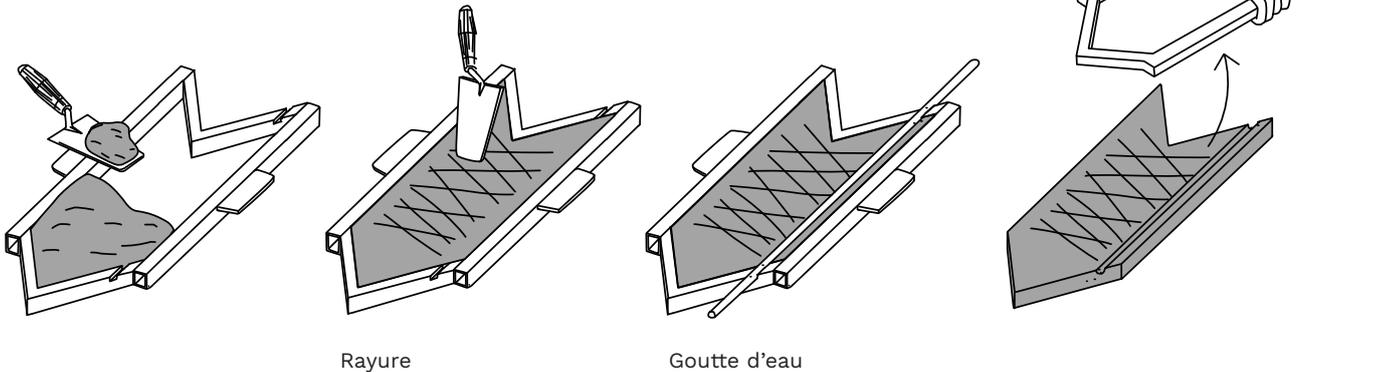
DOSAGES RECOMMANDÉS POUR 25 DALLETES :

Ciment	Sable fin	Gravier	Eau
50 kg	2 brouettes	2,5 brouettes	25 litres
			

1

Fabrication des dallettes

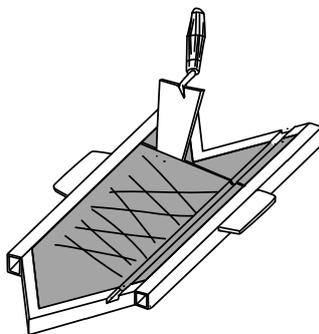
Remplir le moule de mortier de ciment ; strier la surface avec une truelle ; Former la goutte d'eau avec un fer à béton de diamètre 8 mm ; démouler délicatement.



2

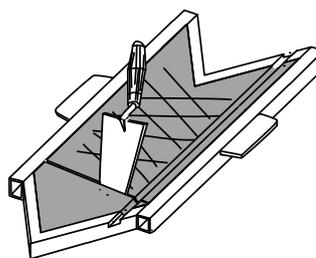
Fabrication des dallettes d'angles et demis

Découper à l'aide d'une truelle pour produire les dallettes d'angles et les demis



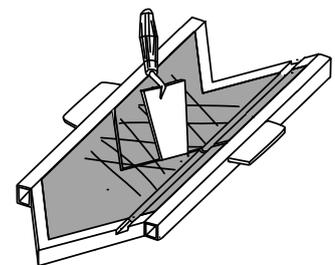
dalettes d'angle type 1

X4



dalettes d'angle type 2

X4



dalette demi

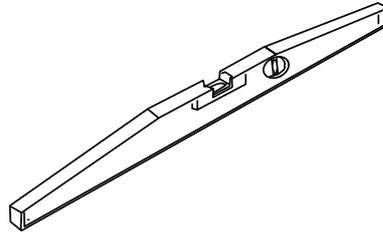
X4

12.1 - C ★ AD

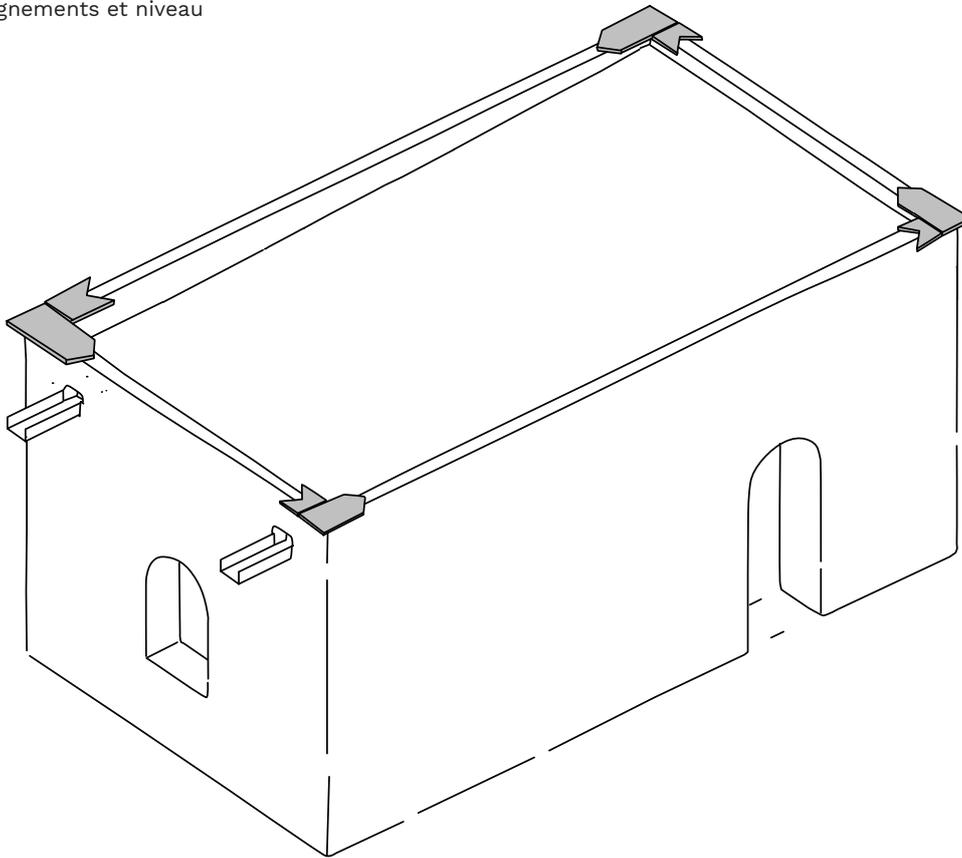
ACROTÈRES

PROTECTION EN DALLETES DE CIMENT - POSE

Les acrotères sont très exposés aux pluies. La pose de dallettes de ciment permet de les protéger tout en limitant les besoins d'entretien.

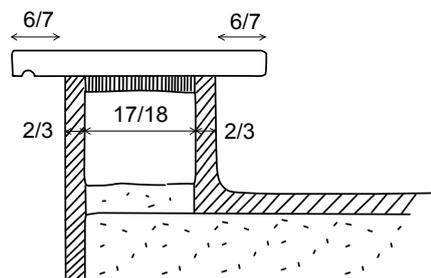
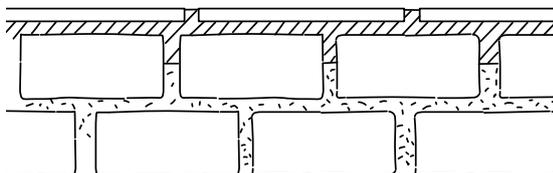


- 1**
Pose des premières dallettes dans les angles
et réglage des alignements et niveau



Les joints sont laissés vides sur leur partie haute pour accueillir le mortier ciment, qui permettra un meilleur ancrage des dallettes.

la surface doit être légèrement griffée, puis mouillée,

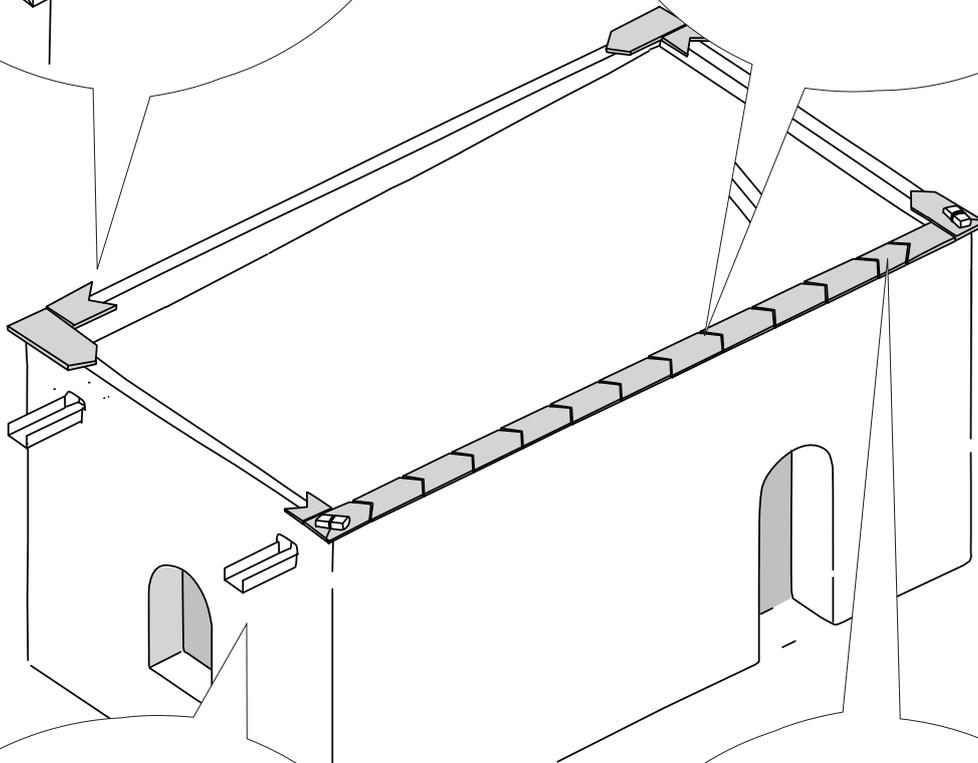
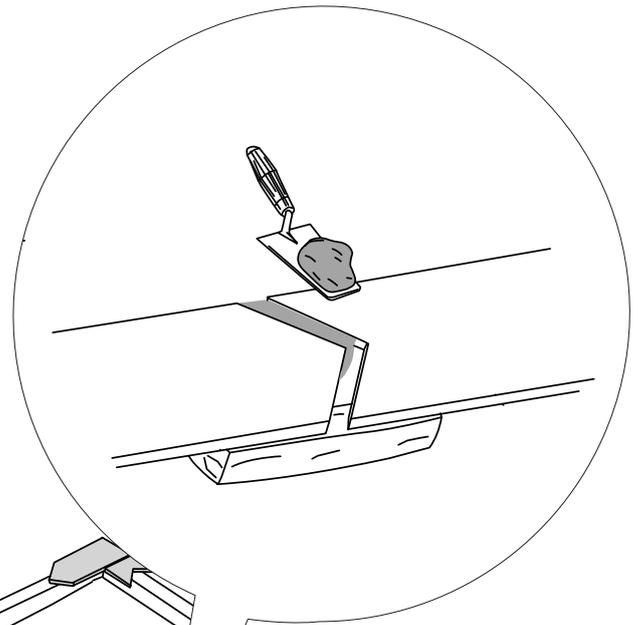
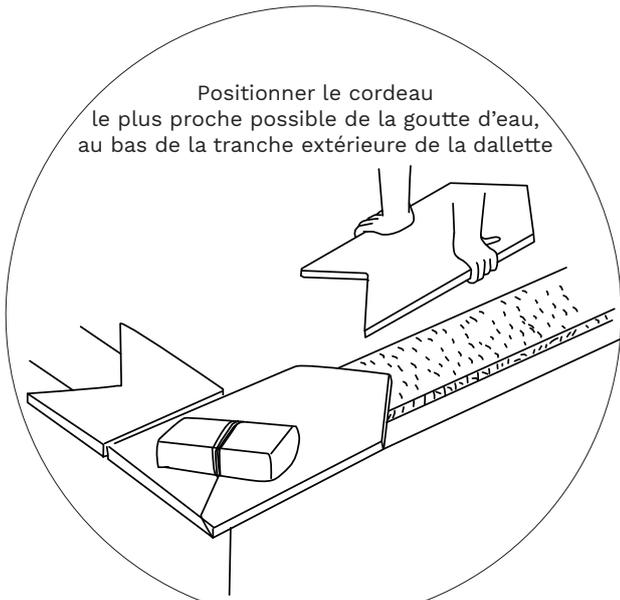


12.1 - D ★ AD

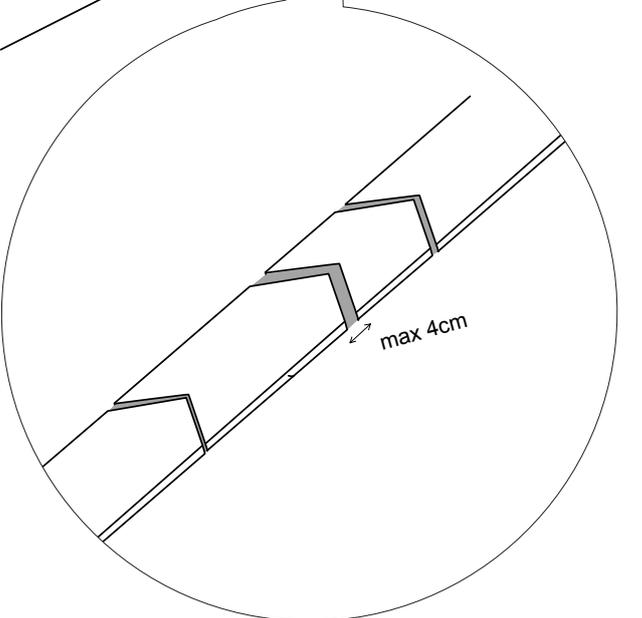
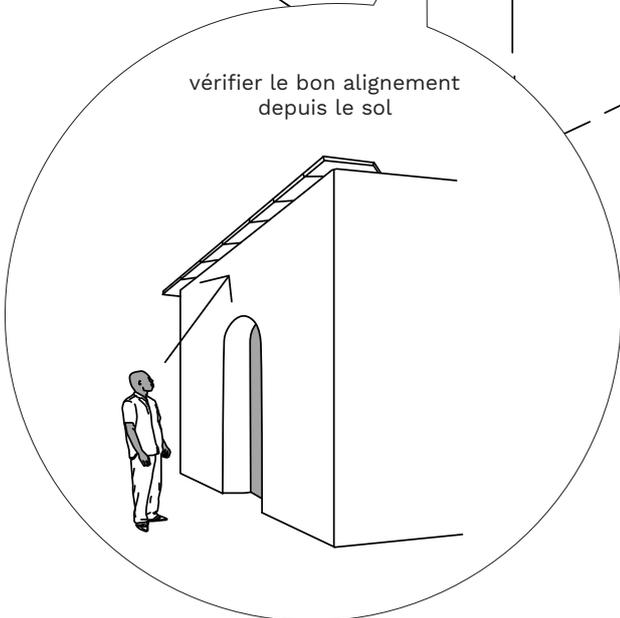
ACROTÈRES

PROTECTION EN DALLETES DE CIMENT - POSE

Positionner le cordeau
le plus proche possible de la goutte d'eau,
au bas de la tranche extérieure de la dalle



vérifier le bon alignement
depuis le sol

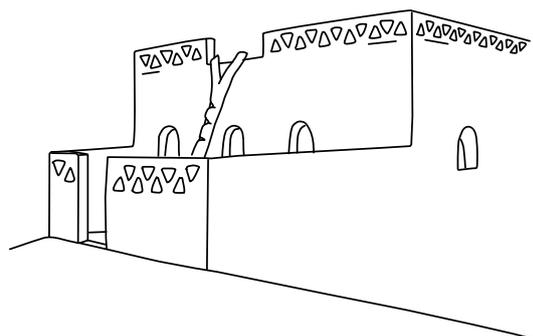
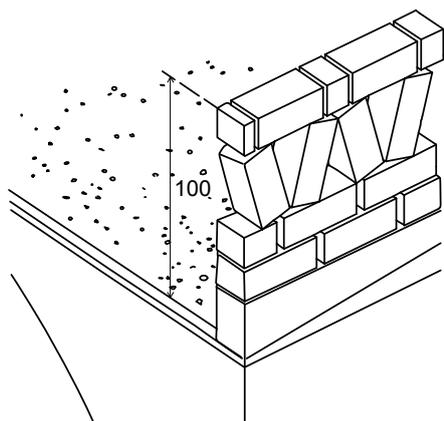
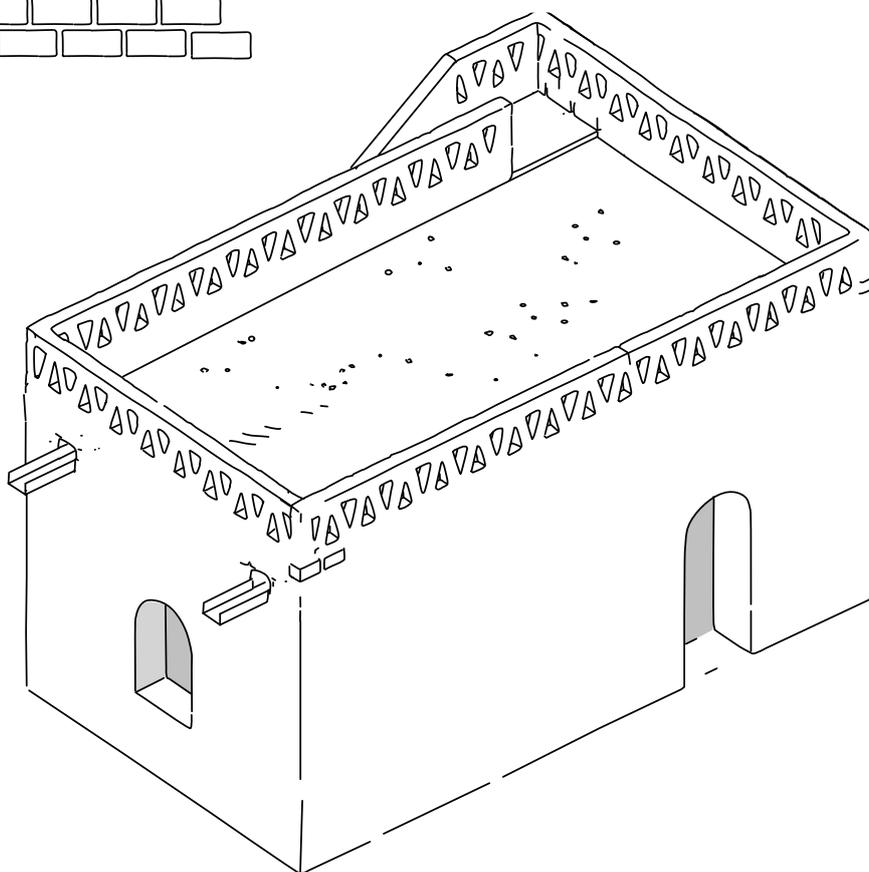
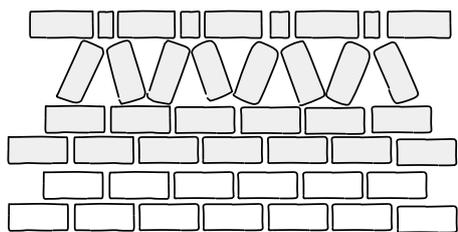


12.3

BALUSTRADES

BALUSTRADES MAÇONNÉS

Les balustrades maçonnées peuvent être réalisées en briques de terre classiques ou en blocs spéciaux (voir fiche **1.2 Blocs spéciaux**).
Exemple de balustrade pour une terrasse accessible :



13.1 ★ AD

ESCALIERS EXTÉRIEURS

EXEMPLES D'ESCALIERS

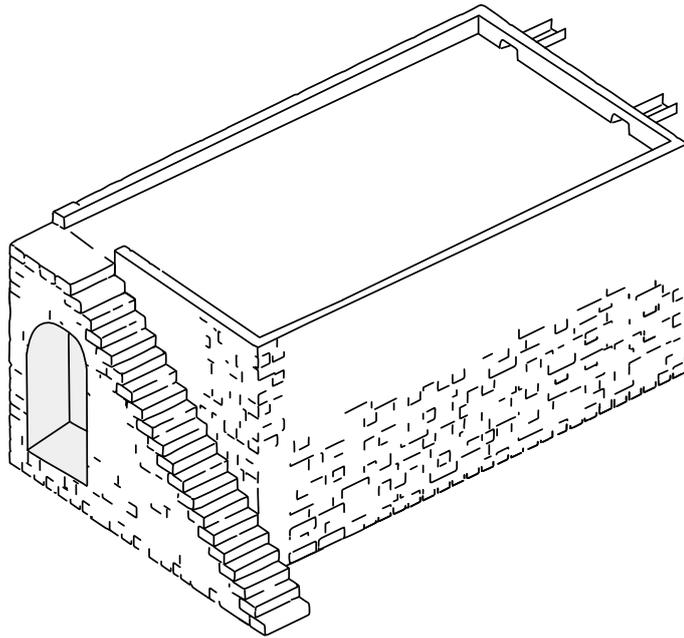
1

Escalier dans la largeur

Si on place l'escalier dans la largeur de la voûte, la pente est un peu raide. Il est donc conseillé de faire dépasser les premières marches à l'extérieur du mur porteur.

RAPPEL :

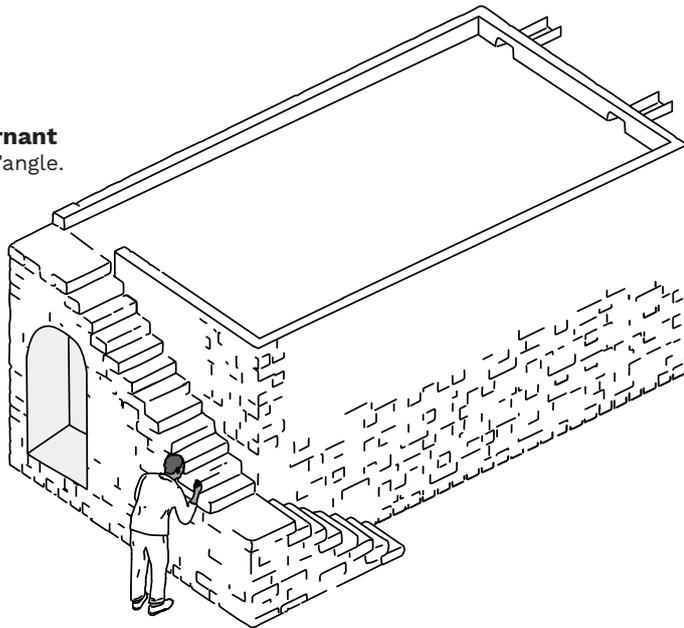
L'escalier est toujours placé côté opposé aux



2

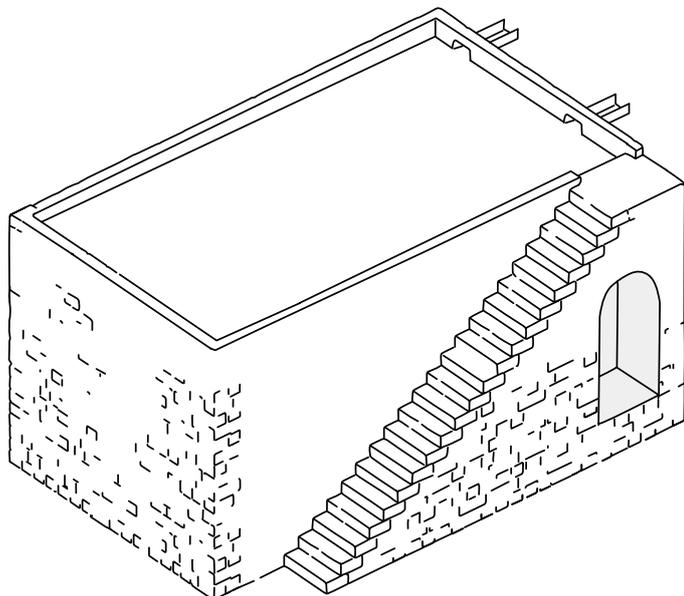
Escalier dans la largeur avec palier quart tournant

Il est possible de réaliser un escalier tournant sur l'angle. Cela permet d'avoir une pente plus confortable.



3

Escalier dans la longueur



13.2 ★ AD

ESCALIERS EXTÉRIEURS

DIMENSIONS ET TRAÇAGE

1

Proportion des marches

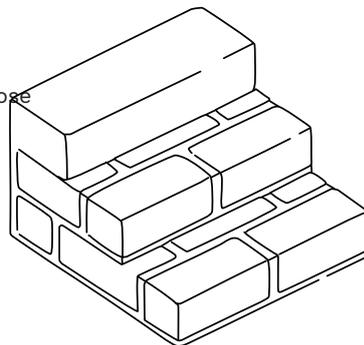
La hauteur et la profondeur des marches dépend de la place dont on dispose pour implanter l'escalier. Plus les marches sont profondes, plus l'escalier prend de place. Un escalier peut être «doux» ou «raide»

Formule conseillée pour calculer les marches d'un escalier :

$2 \times H + G = 64$ (plus ou moins)

Exemple d'escalier doux : $G = 30 \text{ cm} / H = 17 \text{ cm}$

Exemple d'escalier raide : $G = 24 / H = 20$



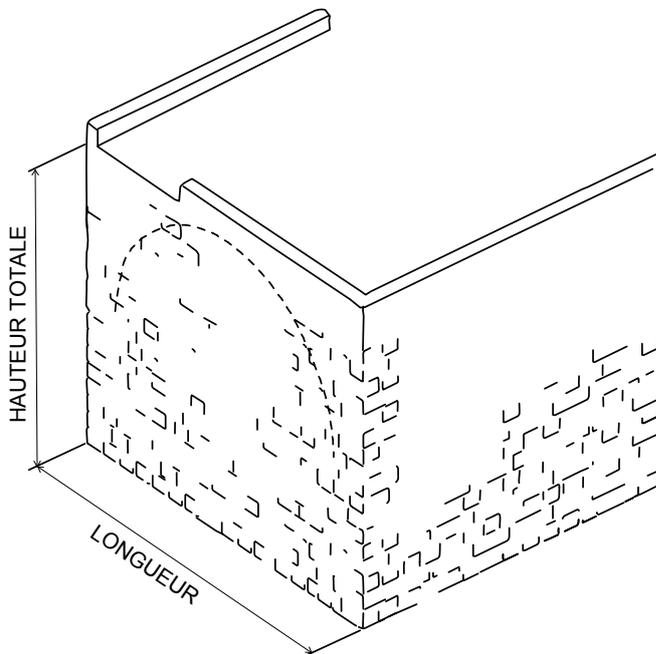
2

Calcul

Il faut connaître la hauteur à monter et la longueur au sol disponible pour calculer un escalier.

$$\frac{\text{hauteur totale}}{\text{hauteur marche}} = \text{nombre de marches}$$

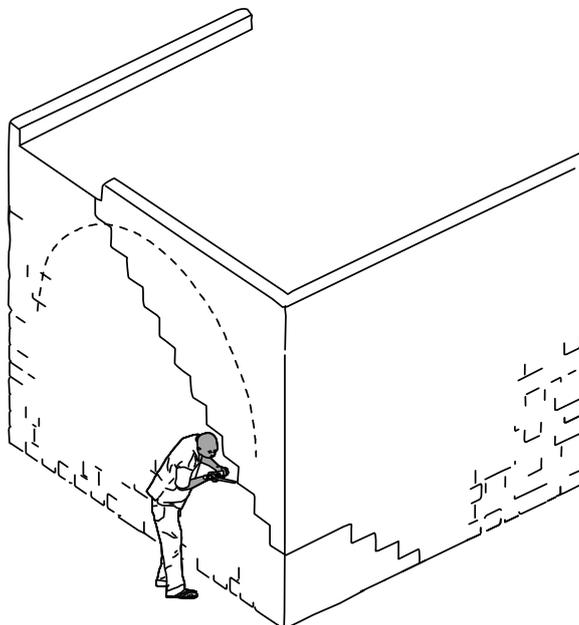
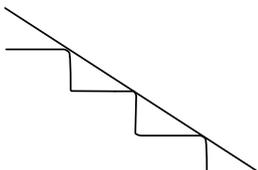
$$\frac{\text{longueur au sol dispo}}{\text{nombre de marches}} = \text{profondeur de marche}$$



3

Tracé

Il faut tracer les marches de l'escalier sur le mur avant de commencer la construction de l'escalier.



13.3 ★ AD

ESCALIERS EXTÉRIEURS

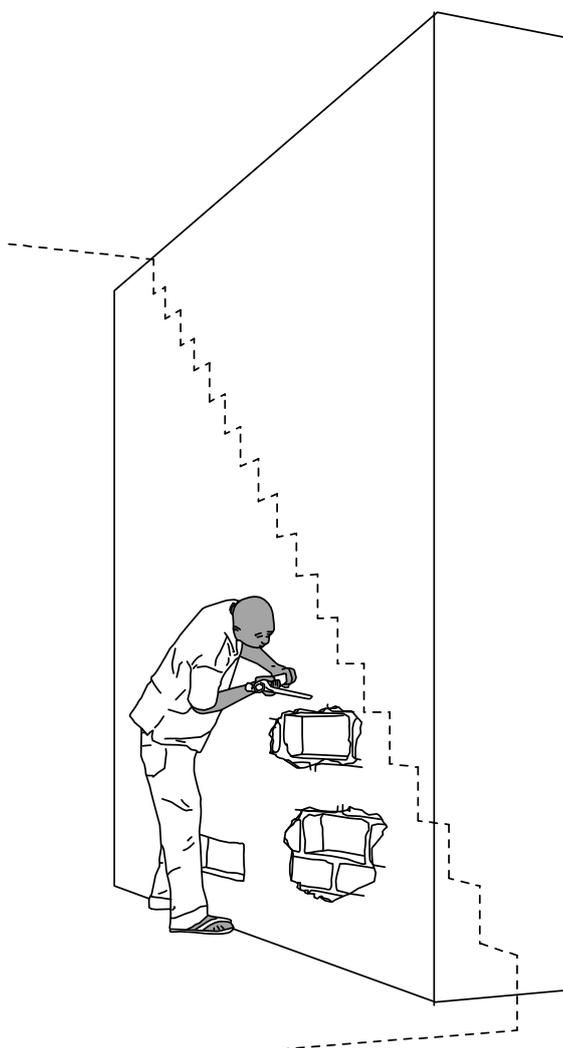
MISE EN OEUVRE DES ESCALIERS

Chaque fois que c'est possible, l'escalier sera construit en même temps que le mur auquel il s'accroche : mur et escalier sont maçonnés ensemble.

1

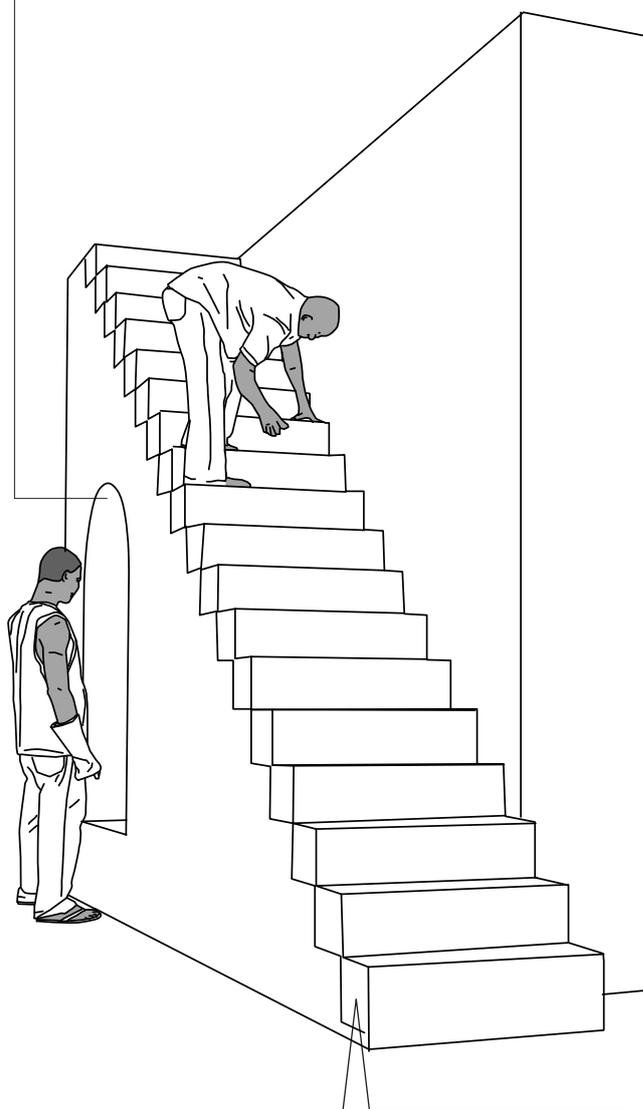
RAPPEL:

Si l'escalier est construit après le bâtiment, il faudra impérativement creuser des points de réservation dans le mur (comme sur le dessin) afin que l'escalier soit solidement accroché au bâtiment.



2

Il est recommandé de créer des niches (ouverture + voutain) dans l'épaisseur de l'escalier afin d'économiser des briques.



3

Pour avoir des marches résistantes, il est possible de les réaliser avec des blocs spéciaux (voir fiche **1.2** Blocs spéciaux) ou en béton armé, laissé brut, enduit ou carrelé

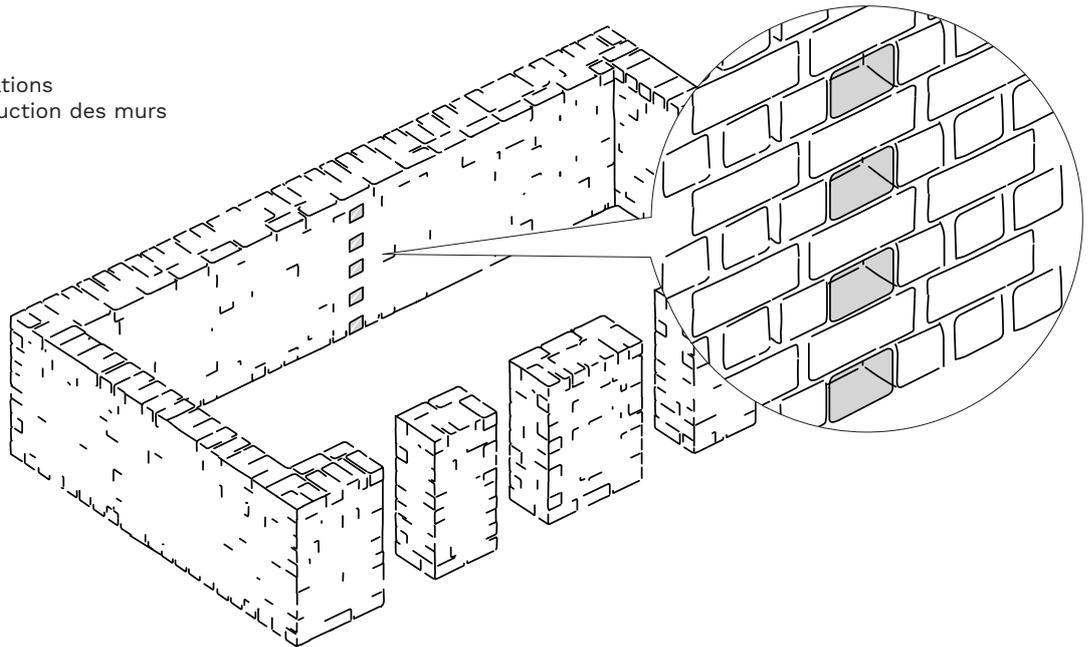
17.1

PETITE MAÇONNERIE

CLOISONS EN MAÇONNERIE LOURDE

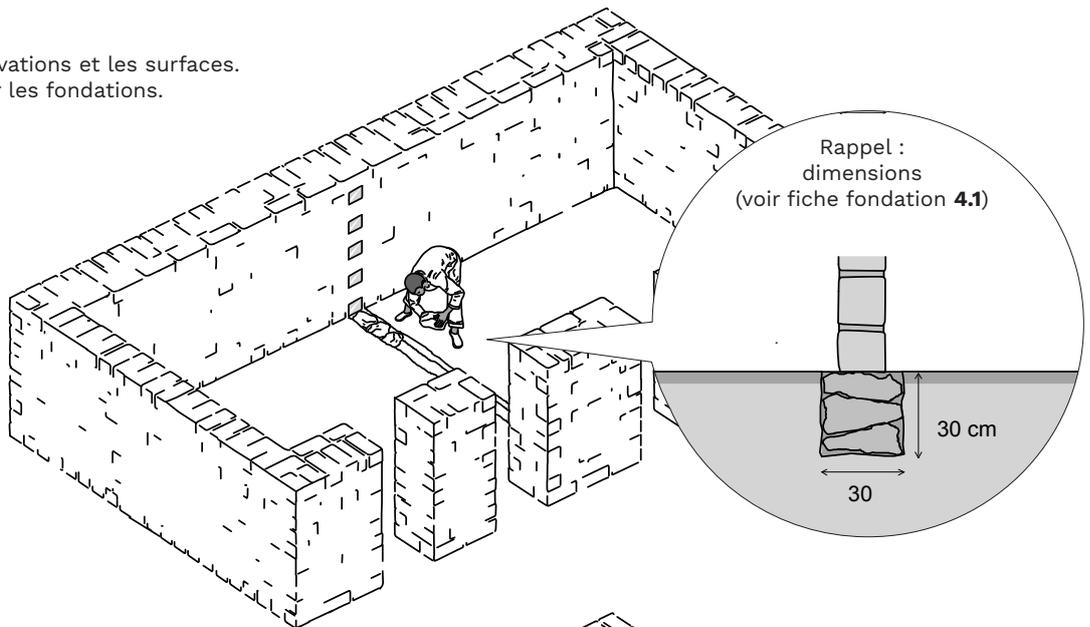
1

Prévoir les réservations pendant la construction des murs



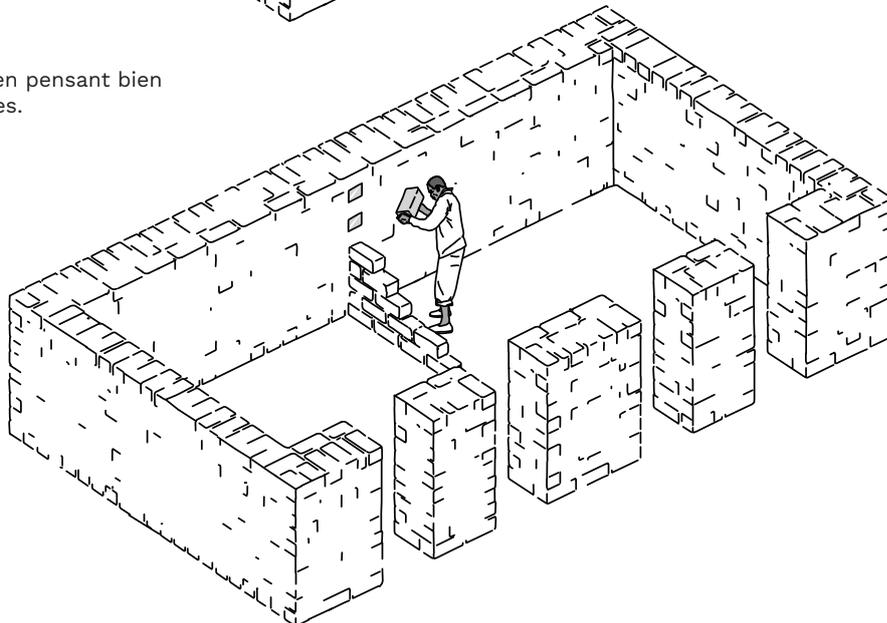
2

Nettoyer les réservations et les surfaces.
Creuser et remplir les fondations.



3

Monter la cloison en pensant bien à croiser les briques.



17.2

PETITE MAÇONNERIE ÉTAGÈRES MAÇONNÉES

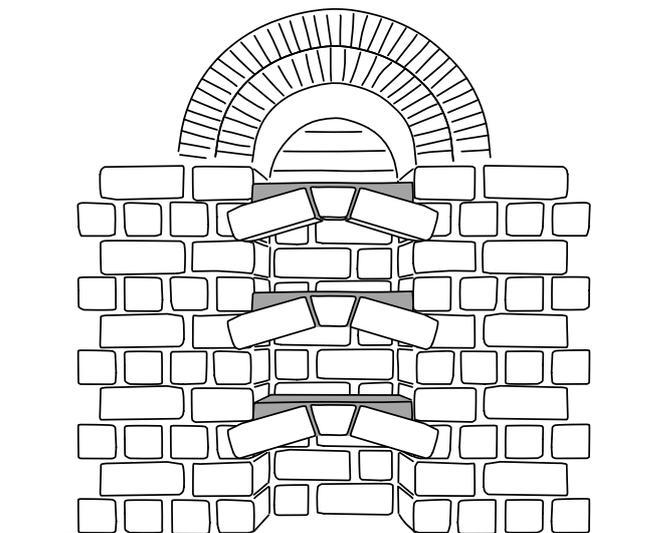
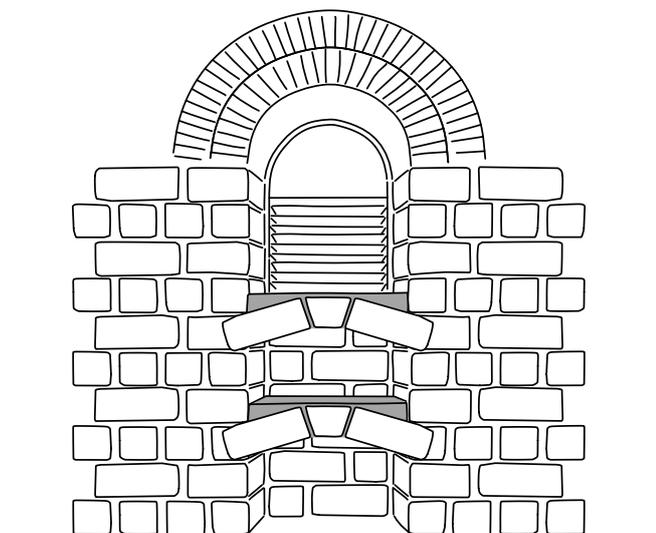
ATTENTION : Faire les étagères avant les finitions !

Pour faire des étagères avec des briques, creuser avec une dabaat des encoches sur les côtés du mur. Positionner trois briques en arc. Tailler la brique du centre pour qu'elle se cale bien aux autres. Recouvrir les briques de mortier de terre et niveler.



Faire 2 étagères s'il y a une fenêtre.

Faire 3 étagères s'il n'y a pas de fenêtre.



18.1 ★ AD

MENUISERIES

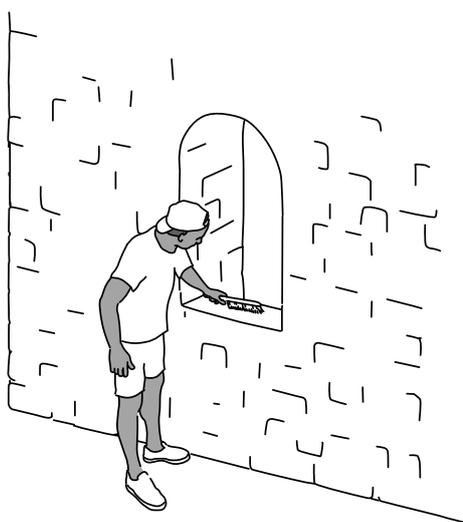
APPUI DE FENÊTRES

Les appuis de fenêtres sont traités selon le type de pose des fenêtres (au nu intérieur ou extérieur, en tableau) et selon les moyens du client.

Ils sont réalisés en briques de terre (ils font partie des murs) et doivent être protégés : enduits simples, enduits stabilisés anti-érosifs, béton coulé ou préfabriqué, pierre, carreaux de terre cuite, etc.

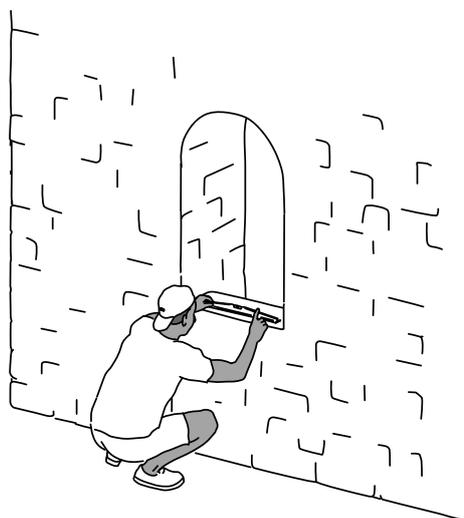
1

Nettoyer la surface



2

Faire le niveau



18.2 ★ AD

MENUISERIES

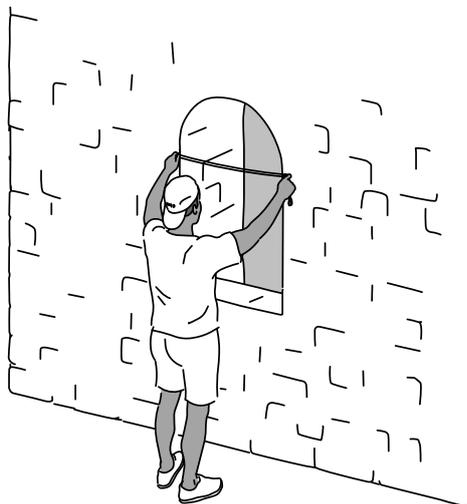
POSE DES MENUISERIES COURANTES (EXTÉRIEUR)

RAPPEL :

Les dimensions des ouvertures doivent être vérifiées par le menuisier sur le chantier, car il peut y avoir des écarts avec les plans.

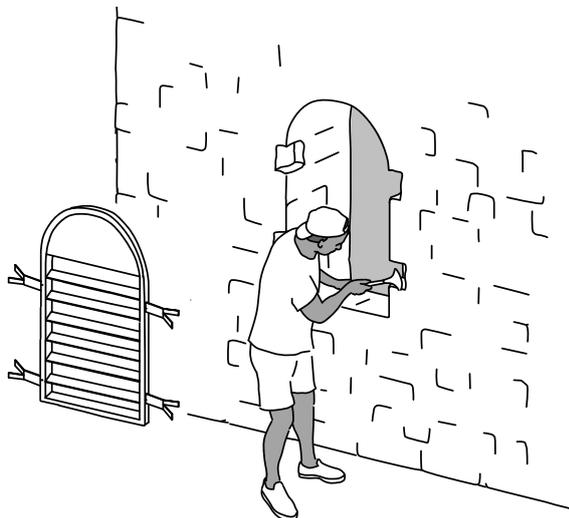
1

Ne jamais lancer la production des menuiseries sans avoir vérifié les mesures sur site

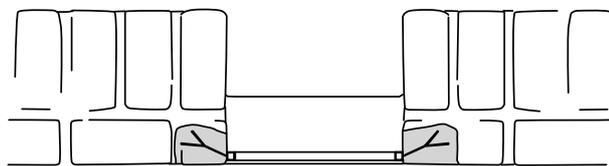
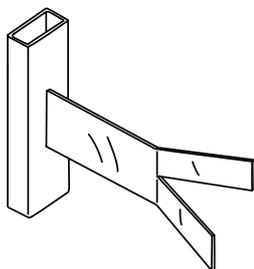


2

Creuser les réservations qui recevront les pattes de scellement

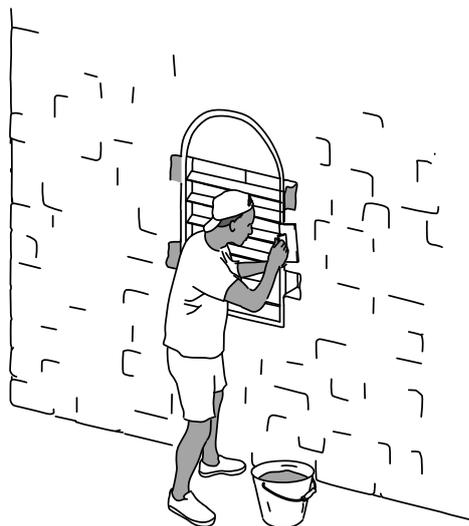


Patte de fixation en acier rigide
Vers l'intérieur du mur



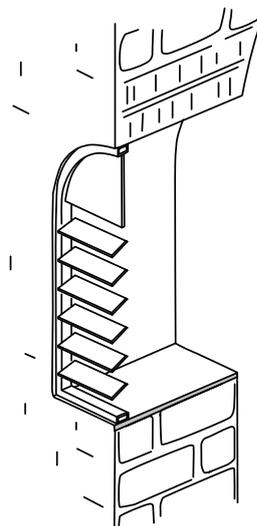
3

Bien mouiller les réservations. Sceller les pattes avec du mortier de ciment en contrôlant les niveaux et aplomb de la menuiserie



4

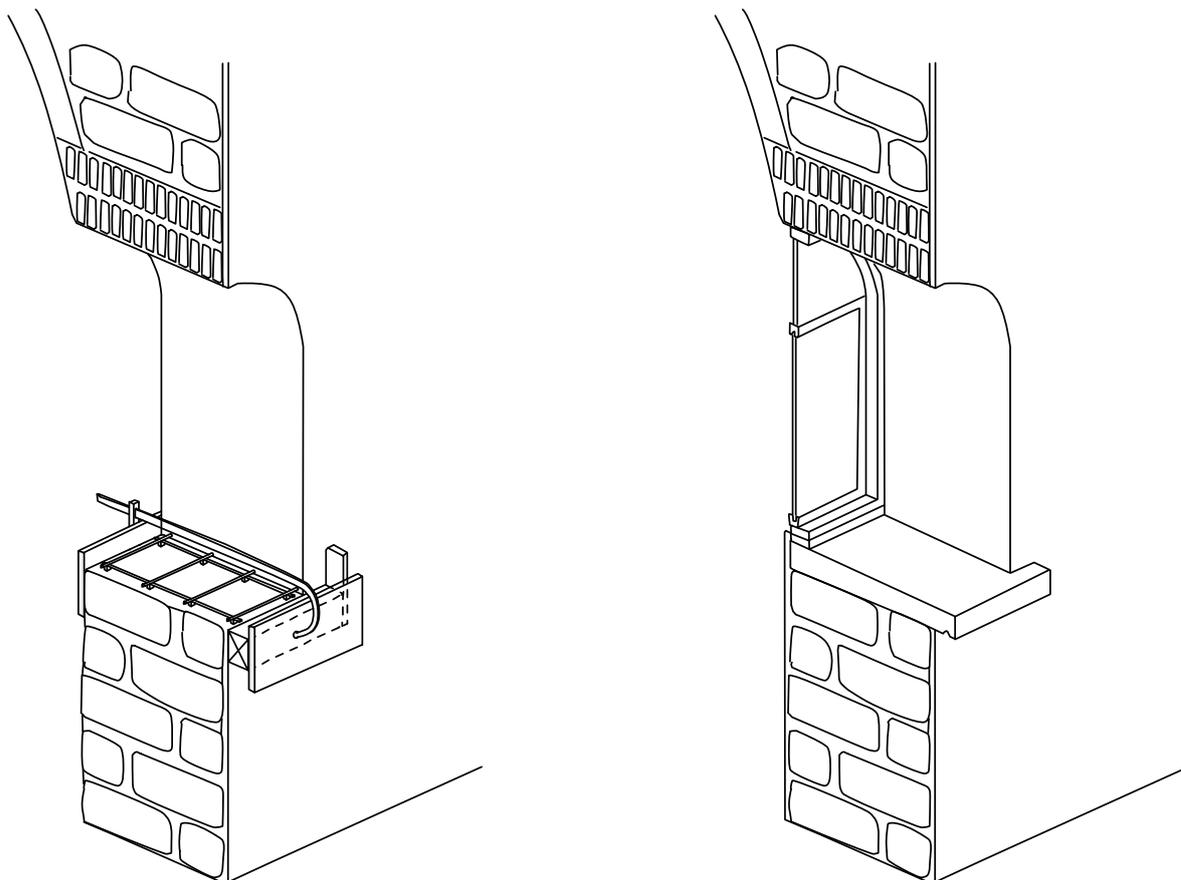
recouvrir l'appui de mortier de terre ou de mortier de ciment



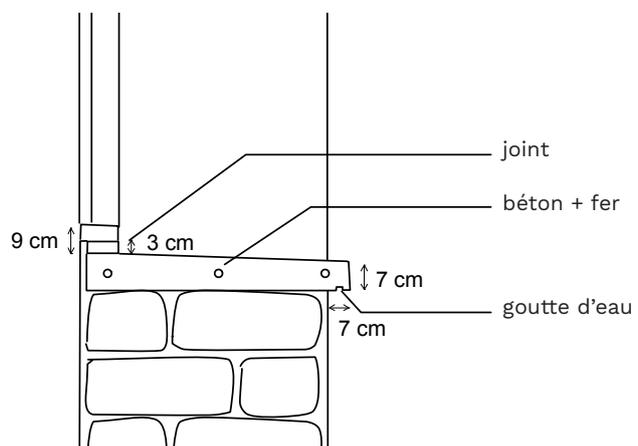
18.3 ★ AD

MENUISERIES

POSE AVEC APPUI EN BÉTON ARMÉ (INTÉRIEUR)



Le béton est coulé en place avec une pente de 2% vers l'extérieur, et un débord de 6cm par rapport à l'enduit mural de finition. Penser à réaliser une goutte d'eau sous le débord.



19.1 ★ AD

ÉLECTRICITÉ

PASSAGE DES GAINES ET SAIGNÉES

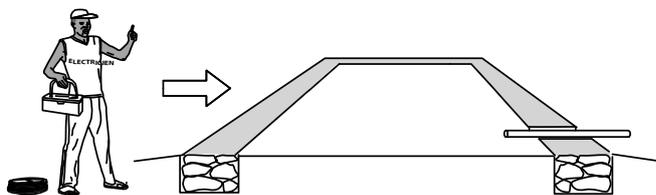
Attention, l'artisan VN n'est pas un électricien ! L'électricité constitue un métier en soit, il est donc recommandé que toute installation électrique soit réalisée par un électricien qui respectera certaines directives qui lui seront données par un artisan VN !

IMPORTANT :

Il est facile de faire passer des gaines électriques au fur et à mesure que la maçonnerie des murs progresse. Il est aussi possible de travailler en saignées après l'achèvement de la maçonnerie, et dans ce cas on interviendra autant que possible avant l'application des enduits de finition.

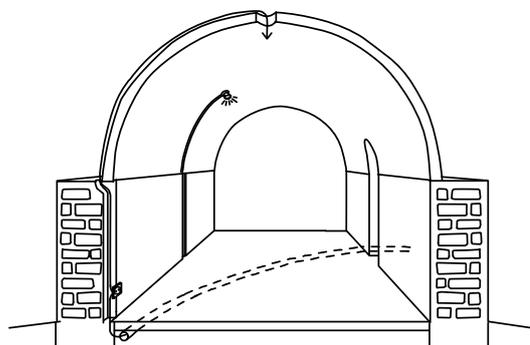
1

L'électricien doit idéalement intervenir dès la phase fondations/soubassement afin d'y faire passer certaines gaines.



2

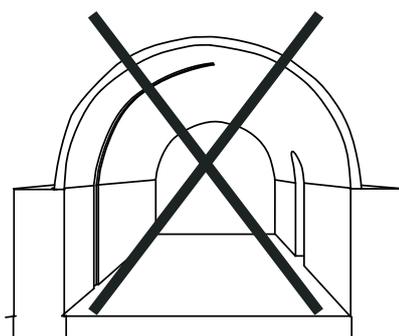
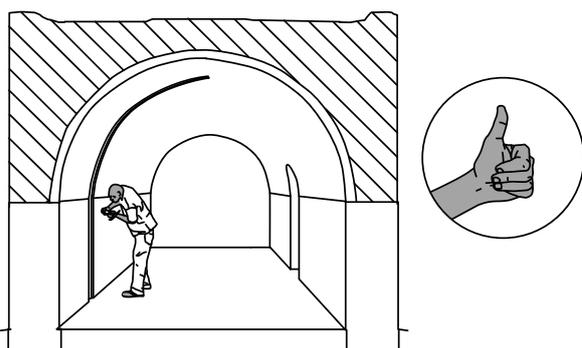
Pour les traversées de pièces, passer les gaines par le sol. Pour alimenter les appareils installés sur les voûtes, passer autant que possible les gaines à l'arrière de la voûte (extrados) avant la réalisation des contreforts.



3

ATTENTION :

En cas de saignée dans une voûte, toujours travailler verticalement et après la réalisation des contreforts.



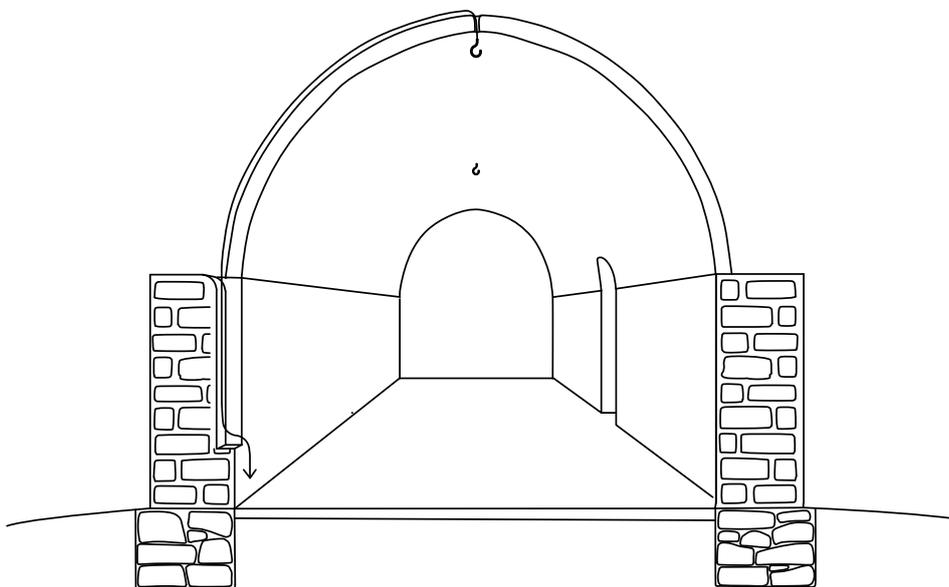
19.2 ★ AD

ÉLECTRICITÉ

FIXATION DES PLAFONNIERS ET DES VENTILATEURS

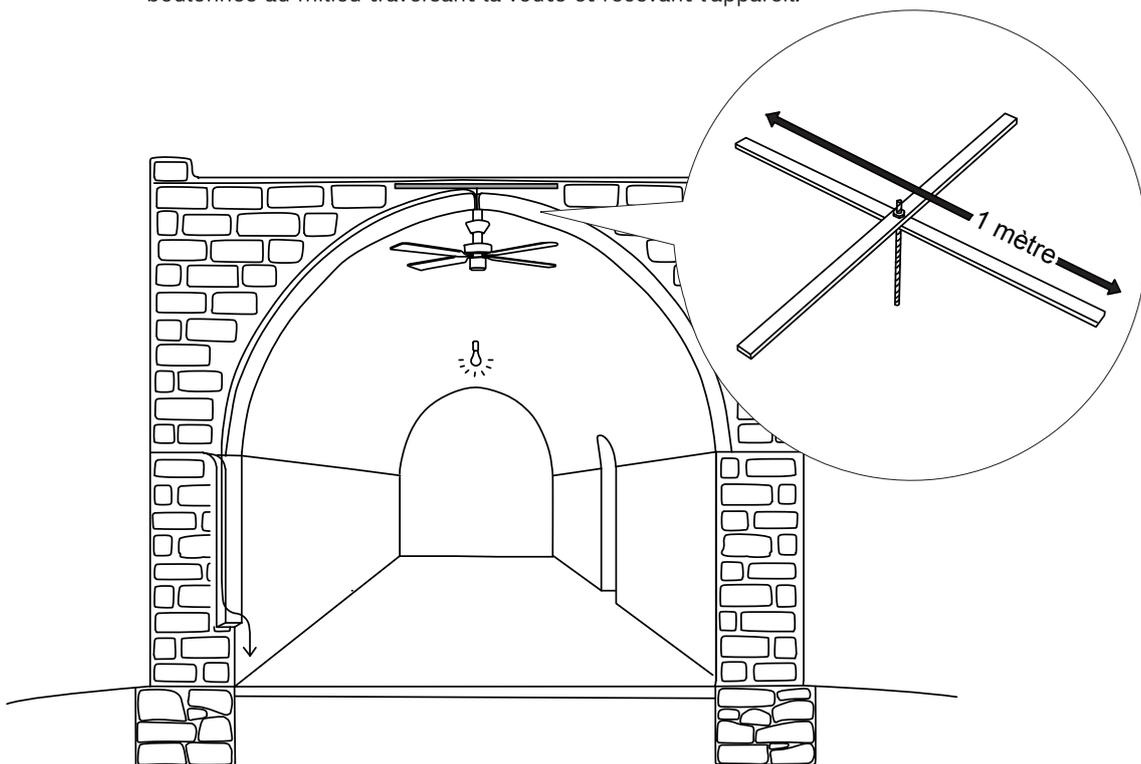
1

En cas d'installation d'un ventilateur ou d'un luminaire au sommet de la voûte, le passage de gaine doit se faire par l'arrière de la voûte (extrados) avant la réalisation des contreforts. La voûte est ensuite simplement percée à son sommet, et ainsi aucune saignée n'est réalisée dans la voûte.



2

Système d'accroche d'un ventilateur ou d'un luminaire au sommet de la voûte : Deux plaques d'acier étroites forment une croix d'environ 1m x 1m, avec une tige filetée/ boulonnée au milieu traversant la voûte et recevant l'appareil.



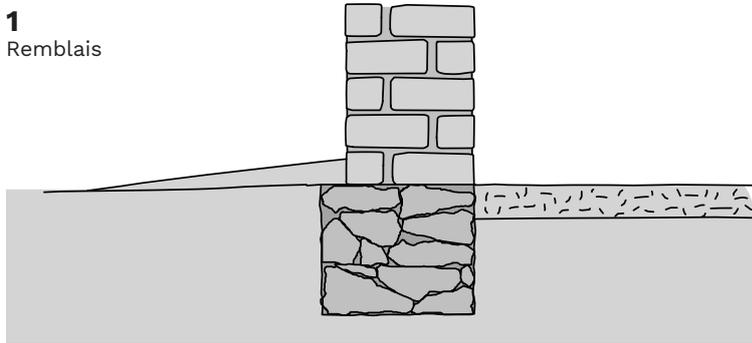
21.1 ★ AD

TRAITEMENT DES SOLS

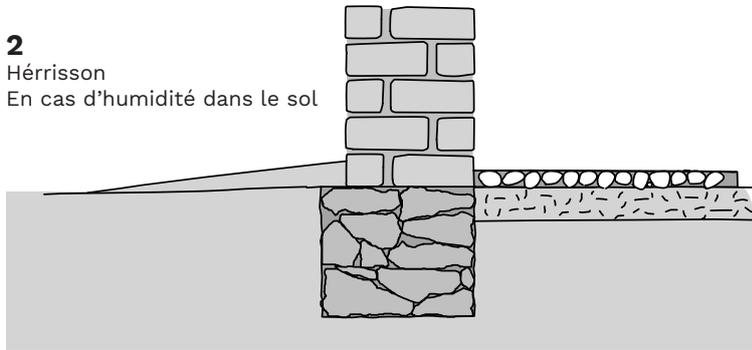
TRAITEMENT DES SOLS - EXEMPLES

Préparation

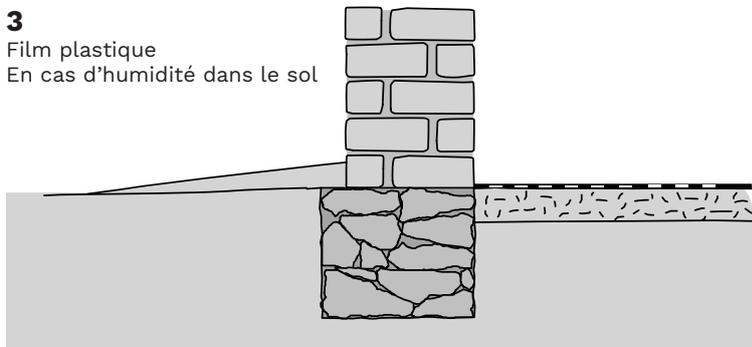
1
Remblais



2
Hérisson
En cas d'humidité dans le sol

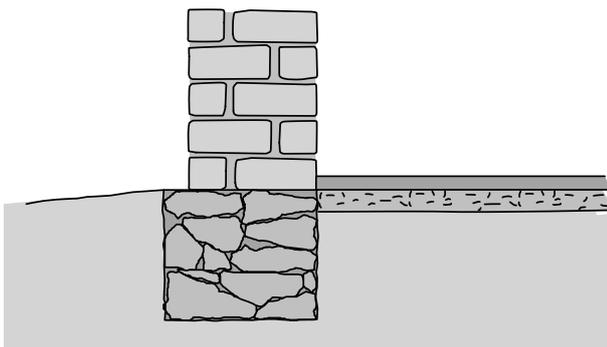


3
Film plastique
En cas d'humidité dans le sol



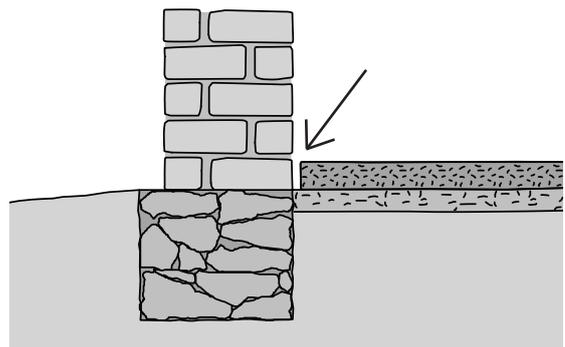
Solutions courantes

4
Remblai + terre compactée



5
Remblai + dallage béton armé

un dallage doit être désolidarisé des murs pour ne pas casser en cas de tassement différentiel



22.1

ENDUITS

FICHE INTRODUCTIVE

Sont présentés ici 3 types d'enduits préconisés par AVN :

- enduit traditionnel à base de terre
- enduit stabilisé au bitume
- enduit sable-ciment (avec Brique Banco Sauce Cailloux)

Il existe d'autres types d'enduits : terre-chaux, sable-chaux, etc...

Les enduits sont long à mettre en oeuvre et coûteux. Leur bonne réalisation est primordiale.

Un enduit terre traditionnel bien réalisé est une option avec un très bon rapport qualité / prix.

ENDUITS EXTÉRIEURS

	Murs 	Toiture 
RIEN	NON !	NON !
TERRE	OK	OK
BITUME	OK	OK
CIMENT	OK	NON !

ENDUITS INTÉRIEURS

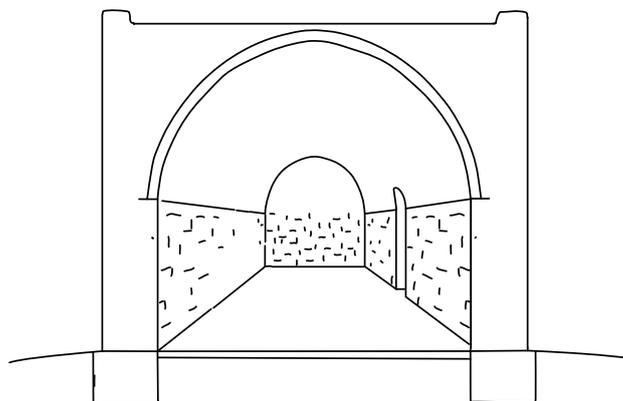
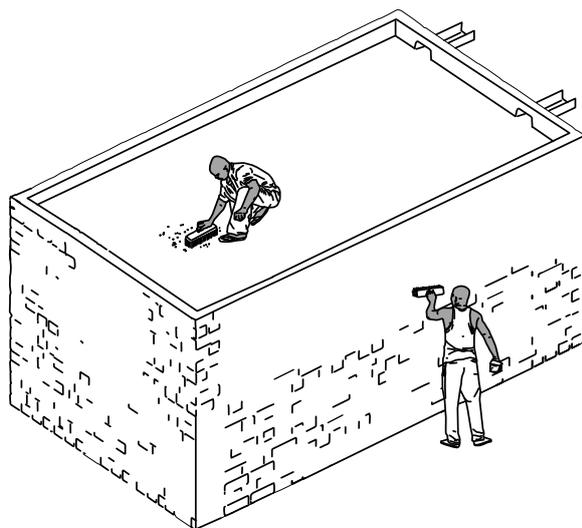
	Murs 	Voûte 
RIEN	OK	OK
TERRE	OK	OK
CIMENT	OK	NON !

22.2

ENDUITS

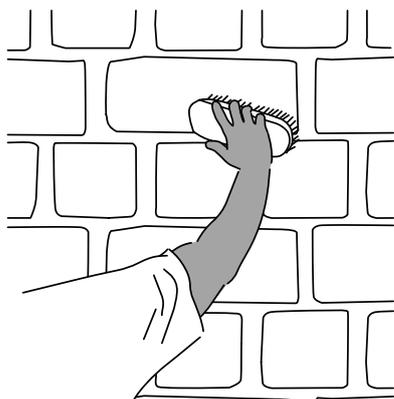
PRÉPARATION DES SUPPORTS

la préparation des supports est une étape importante pour la bonne tenue de l'enduit.



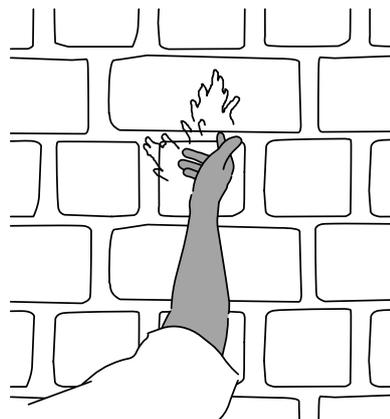
1

Gratter avec une brosse dure pour nettoyer les supports, légèrement creuser les joints et donner du relief d'accroche. Boucher les plus gros trous.



2

Mouiller le mur jusqu'à saturation (l'eau n'est plus absorbée mais ruisselle) pour permettre la bonne prise de l'enduit.



22.3

ENDUITS

ENDUITS TRADITIONNELS À BASE DE TERRE

Les enduits traditionnels à base de terre sont utilisés depuis des millénaires, en intérieur comme en extérieur. Leurs recettes varient selon les régions et les adjuvants disponibles. L'entretien est régulier, la fréquence variant selon les cas.

Composants courants : stabilisants naturels et/ou fibres

Lorsqu'un maçon est appelé à travailler dans une zone qui n'est pas la sienne il est recommandé de chercher les spécialistes locaux qui connaissent les bonnes recettes.

1

Utiliser de préférence des terres argileuses et sableuses (1 volume d'argile pour 2 à 3 volumes de sables).
Mouiller généreusement la terre et piétiner.



2

Pour des terres très argileuses, l'ajout de fibres (balle de riz ou de mil, paille hachée, etc.) permet d'armer l'enduit. 20 à 30 kg par m³ de terre est un dosage courant.



3

Le mélange peut être stabiliser avec des produits naturels qui ralentiront la dégradation de l'enduit :
produits végétaux comme jus de néré, beurre, huile ou résidus de karité, etc. ;
produits animaux comme bouse de vache, crottin d'âne, etc. Ces stabilisants sont le plus souvent utilisés pour les enduits extérieurs.



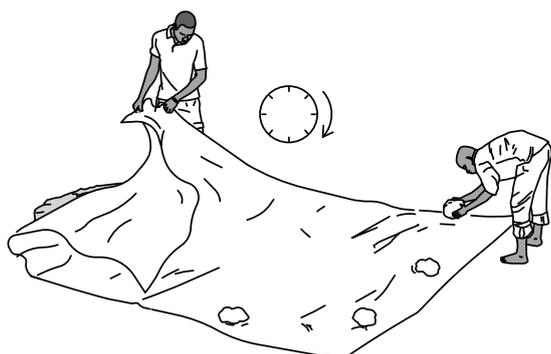
4

Mouiller généreusement le mélange et piétiner.



5

Couvrir avec une bâche plastique et laisser fermenter 1 à 2 semaines



6

Appliquer l'enduit à la main ou à la truelle, du haut vers le bas, en 1 à 3 couches selon les terres, les techniques, etc.



22.4 ★ AD

ENDUITS

ENDUIT BITUME POUR LES MURS - EXTÉRIEUR

TERRE - SABLE - BITUME

L'entretien des bâtiments par la reprise régulière des enduits extérieurs de type traditionnels (à base de terre) est parfois rendu difficile. Dans de tels cas, il est recommandé d'avoir recours à des enduits extérieurs renforcés, ou à des murs en maçonnerie mixte.

DOSAGES RECOMMANDÉS :

Bitume	Sable fin	Terre	Huile de vidange	Pétrole
17kg	8 brouettes	1 brouettes	6 litres	3 litres
				

1

Le bitume est chauffé jusqu'à ébullition dans un récipient métallique. On y incorpore ensuite le pétrole et l'huile de vidange.



2

La terre et le sable sont mélangés, mouillés et piétinés jusqu'à obtention d'un mortier de consistance pâteuse. Ce mortier est étalé sur une épaisseur de 10/15 cm et le bitume chaud est déversé dessus.

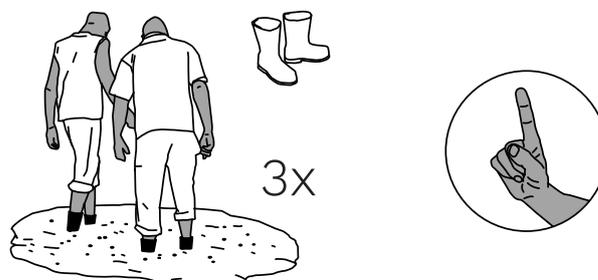


3

Malaxage

Le mélange est piétiné à chaud au moins 3 fois, jusqu'à ce que le bitume soit parfaitement lié au mortier.
IMPORTANT : c'est la qualité du mélange qui fait la tenue de l'enduit dans le temps.

ATTENTION : Risque de brûlures. Porter des bottes !!!

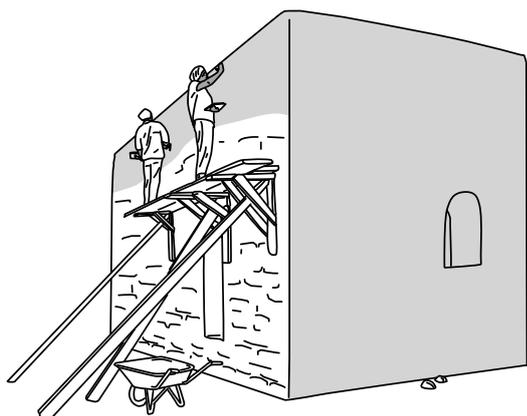


4

Application

Rappel : le support a été préparé voir **fiche 22.2**

- Appliquer l'enduit manuellement sur une épaisseur d'environ 2 cm. Le travail se fait de haut en bas.
- Rappel : faire tout le mur en une fois !



5

Finition

- Talocher puis passer l'éponge afin d'obtenir une surface régulière.



22.5 ★ AD

ENDUITS

ENDUIT BITUME POUR LES TOITURES - EXTÉRIEURS

TERRE - SABLE - GRAVIER - BITUME

L'entretien des bâtiments par la reprise régulière des enduits extérieurs de type traditionnels (à base de terre) est parfois rendu difficile. Dans de tels cas, il est recommandé d'avoir recours à des enduits extérieurs renforcés. **IMPORTANT** : sur les toitures, les enduits ciment sont proscrits.

DOSAGES RECOMMANDÉS :

Bitume	Sable fin	Gravier	Terre	Huile de vidange	Pétrole
17kg	3 brouettes	5 brouettes	1 brouettes	6 litres	3 litres
					

1

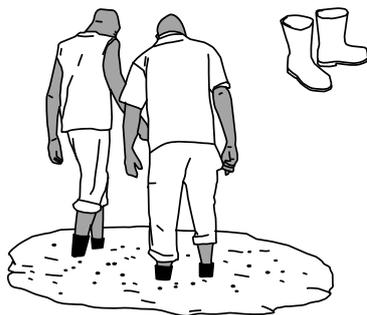
Préparation

Respecter les mêmes étapes de préparation que pour l'enduit bitume pour les murs (voir fiche **22.4**).

IMPORTANT :

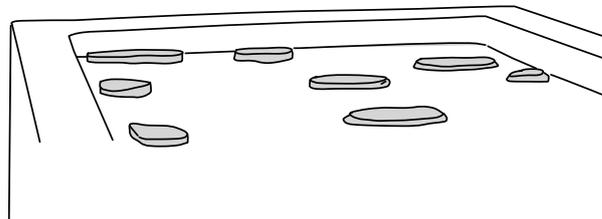
L'ajout de gravier permet de réduire l'effet tambour de la pluie sur la toiture.

Veiller à ce que le mélange ne soit pas trop liquide, sinon il se concentre dans les creux et sèche mal. C'est de la qualité du mélange que découle la tenue de la terrasse dans le temps.



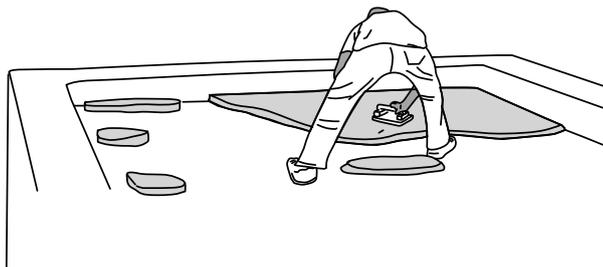
2

Après avoir préparé le support (voir fiche **22.2**), disposer des repères de mortier de 4/5 cm d'épaisseur sur l'ensemble de la toiture.



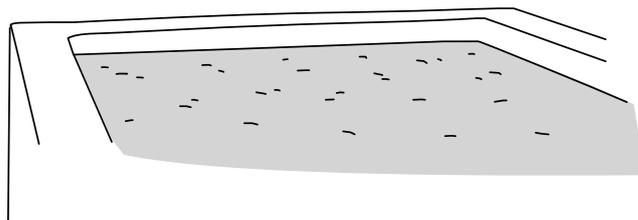
3

Remplir de mortier les vides entre les repères en respectant l'épaisseur et serrer l'enduit à la taloche.



4

Le lendemain, bien mouiller l'enduit et resserrer à la taloche en cas de fissuration.



22.6 ★ AD

ENDUITS

ENDUIT SABLE-CIMENT POUR MURS BBSC - EXTÉRIEUR

Les enduits sable-ciment sont réservés exclusivement aux murs.

Ne jamais appliquer sur la toiture !

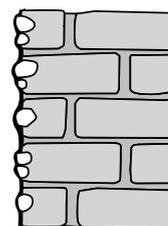
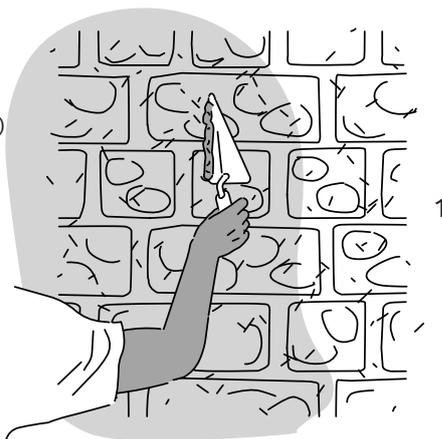
En cas de possible remontées capillaires par les fondations, prévoir une couche bitumeuse ou plastique entre les fondations et les murs afin de bloquer les remontées.

1

Après préparation du mur (voir fiche 5.7).
Application de la couche d'accroche (gobetis)
semi-liquide.
Épaisseur environ 5mm.

DOSAGES RECOMMANDÉS :

Ciment	Sable fin	Eau
50 kg	10 x 10 L	4 X 10 L

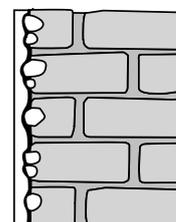
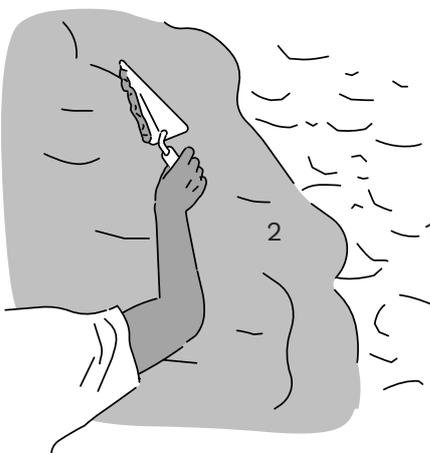


2

La couche n°1 doit être sèche avant de commencer. Arroser le support et appliquer le corps de charge.
Épaisseur environ 20mm

DOSAGES RECOMMANDÉS :

Ciment	Sable fin	Eau
50 kg	12,5 x 10 L	3 X 10 L

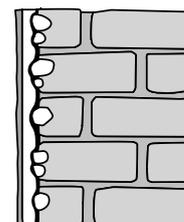
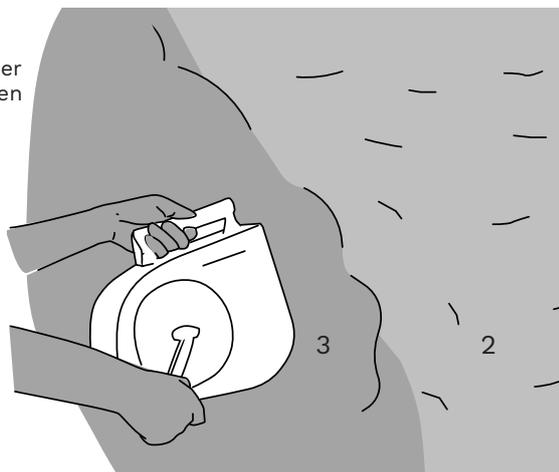


3

La couche n°2 doit être sèche avant de commencer. Arroser le support et appliquer la couche de finition de type enduit tyrolien projeté.
Épaisseur environ 5mm

DOSAGES RECOMMANDÉS :

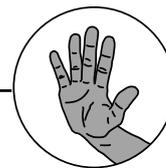
Ciment	Sable fin	Eau
50 kg	14 x 10 L	3 X 10 L



ENDUIT SABLE-CIMENT POUR MURS - INTÉRIEUR

RAPPEL :

Il ne faut jamais appliquer de ciment sur les voûtes !



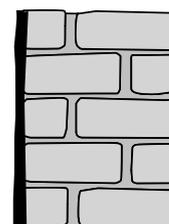
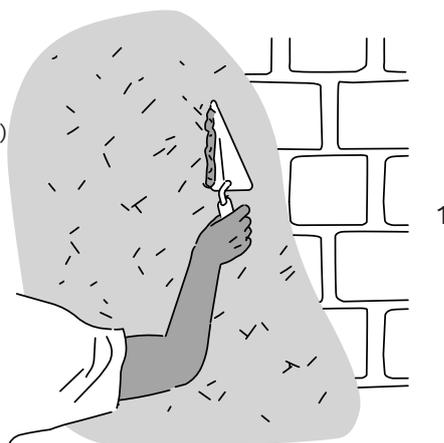
Un enduit ciment pourra être appliqué uniquement sur les murs si le client le demande pour plus de résistance : meilleure protection face aux chocs et meilleure tenue de la peinture.

1

Après préparation du mur (voir fiche 5.7).
Application de la couche d'accroche (gobetis)
semi-liquide.
Épaisseur environ 5mm.

DOSAGES RECOMMANDÉS :

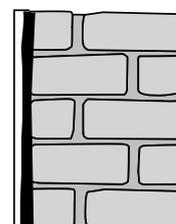
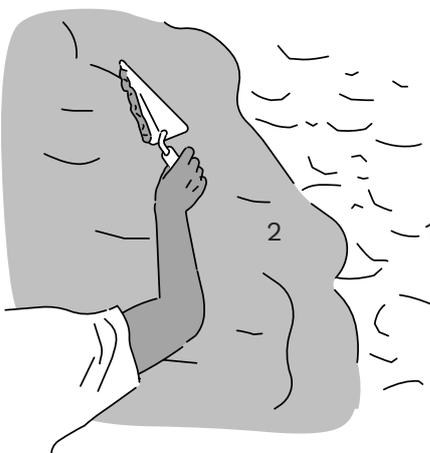
Ciment	Sable fin	Eau
50 kg	10 x 10 L	4 X 10 L
		

**2**

La couche n°1 doit être sèche avant de commencer. Arroser le support et appliquer le corps de charge.
Épaisseur environ 20mm

DOSAGES RECOMMANDÉS :

Ciment	Sable fin	Eau
50 kg	12,5 x 10 L	3 X 10 L
		



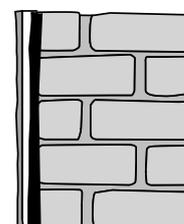
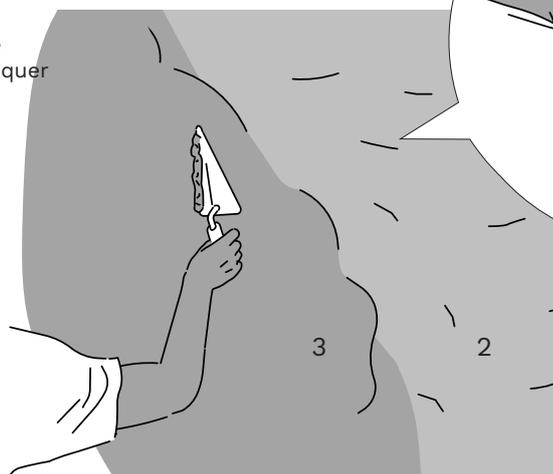
arrêter l'enduit proprement !

3

La couche n°2 doit être sèche avant de commencer. Arroser le support et appliquer la couche de finition de type enduit taloché.
Épaisseur environ 5mm.

DOSAGES RECOMMANDÉS :

Ciment	Sable fin	Eau
50 kg	14 x 10 L	3 X 10 L
		



23.1

PEINTURE

BADIGEONS DE CHAUX ET PEINTURES INTÉRIEURES

1

BADIGEON DE CHAUX

Application d'un badigeon à la chaux sur les murs et sur la voûte.

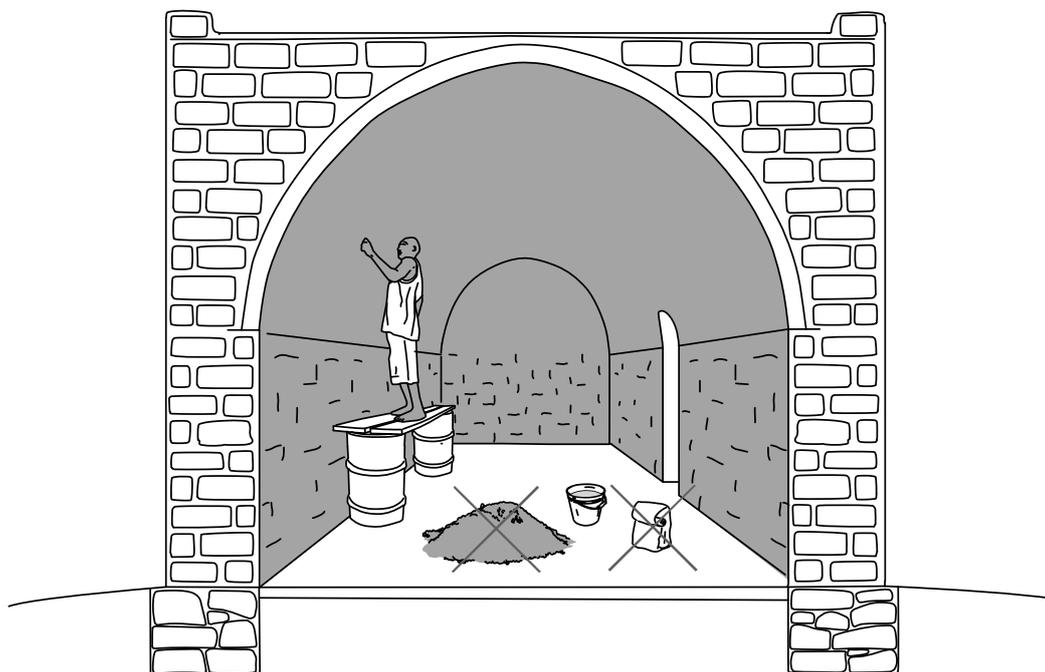
DOSAGES RECOMMANDÉS :

Chaux	Eau	Sel
5 kg	12,5 litres	2 kg
		

2

PEINTURE CLASSIQUE

Tous types de peintures peuvent être appliqués sur un enduit sable-ciment. Sur un enduit à base de terre, les peintures acryliques et celles à base de latex ont la réputation de donner de bons résultats.





© La Voûte Nubienne
www.lavoutenubienne.org

Edition 2018 réalisée par USUS Architectes.
Dirigée par Mathieu Hardy, architecte.
Sous la direction de Thomas Granier, Directeur Général, Fondateur.