

Bâtir un mur en briques de terre compressée



Livret
stagiaire

Sommaire

Planning	3
La construction en terre	4
– Historique	4
– Les particularités du bâti en terre crue	4
– La Brique de Terre Compressée (BTC)	5
– Les utilisations de la brique de terre compressée	9
Au préalable	10
– Les équipements de protection individuelle (EPI)	10
– L'organisation du poste de travail	12
– La fabrication du mortier	14
– Terminologie	15
Construction d'un mur en briques de terre compressée	16
– Montage	16
– Les angles	17
– Exemples d'appareillage	18
– Ouvrages annexes	21
○ Traitements des ouvertures	21
Les linteaux	21
Les appuis	22
○ La protection contre l'humidité	22
○ Les enduits	23
Fiche d'évaluation (à détacher)	

Planning

Etape	Objectifs pédagogiques	Durées
La terre en construction et la BTC	Connaître les particularités de la construction en terre et plus spécialement de la BTC	J 1 matin
Travaux préparatoires et sécurité	Organiser son poste de travail et être sensibilisé à la sécurité sur chantier	
Implantation et traçage	Apprendre à tracer au sol l'implantation d'un mur de maçonnerie	
Le soubassement	Préparer de « bonnes bottes » pour un mur de BTC	
Préparation du mortier	Savoir préparer du mortier pour un mur en BTC	J 1 après midi
Montage du mur en BTC	Mettre en œuvre de la BTC	
Montage du mur en BTC	Mettre en œuvre de la BTC	J 2
Ouvrages spécifiques (linteaux, appuis) et enduits	Comment traiter les ouvrages particuliers d'un mur en BTC. Appliquer un enduit de protection sur un mur en BTC	J 3
Protection et conservation du mur	Connaître les principales pathologies des murs en BTC et y remédier.	

Notes personnelles : à noter

La construction en terre

Historique

La terre, comme la pierre ou le bois, a été un des premiers matériaux utilisés par l'homme pour construire. Facilement disponible, la terre a été mise en œuvre suivant différentes techniques, selon les régions et en fonction de ses caractéristiques.

Pour améliorer celles-ci, la terre a parfois été additionnée de matériaux d'origine minérale ou végétale ou même animale. Jusqu'au début du XX^{ème} siècle, la terre non cuite était encore couramment utilisée dans les campagnes françaises pour bâtir fermes et dépendances.

Aujourd'hui encore on estime que l'habitat d'un tiers de l'humanité est encore en terre.

La gamme des techniques de mise en œuvre est variée, mais elles n'ont pas toutes eu le même développement. On peut citer parmi les plus souvent rencontrées, les techniques ci-dessous :

Murs composés d'éléments :

- L'adobe : brique de terre crue, moulée et séchée au soleil.
- La brique de terre compressée : version moderne de l'adobe, la BTC requiert l'utilisation de presse manuelle, mécanique ou hydraulique

Murs coffrés

- Le pisé, où la terre est coffrée entre 2 banches.

Murs à ossature bois

- Le torchis, mélange de terre et fibres végétales disposé entre les éléments porteurs en bois d'une construction.

Les particularités du bâti en terre crue

Une des raisons de l'importance de la terre dans la construction est sa disponibilité et sa proximité du site de réalisation de l'habitat. La mise en œuvre doit être relativement aisée et fait appel à un outillage réduit, souvent d'origine paysanne. Pour ces raisons, la construction en terre crue concerne essentiellement le bâti rural, même si il existe de nombreux exemples de constructions en terre crue en milieu urbain.

Parmi les autres avantages de la terre crue, nous pouvons souligner le peu d'énergie que nécessite sa mise en œuvre, ses qualités esthétiques et une bonne inertie thermique. Cette dernière propriété suppose que les murs aient quand même une certaine épaisseur, ce qui n'est pas le cas des murs en torchis sur une ossature bois. L'inertie thermique des murs permet d'avoir un habitat frais en été et qui conserve la chaleur en hiver.

Le point faible de la construction en terre crue est sa grande sensibilité à l'humidité et à l'eau. Ce qui ne réserve cependant pas l'utilisation de la terre crue aux régions sèches, il « suffit » de prendre les dispositions constructives pour palier à l'action érosive de l'eau.

« **De bonnes bottes et un bon chapeau** », telle est la règle essentielle de la réalisation de bâtis en terre crue, c'est-à-dire un mur isolé de l'humidité du sol et protégé des intempéries.

Le mur est chaussé « de bonnes bottes » quand il repose sur un soubassement qui va faire barrière contre les remontées d'humidité. Ce soubassement doit aussi protéger le mur en terre crue des projections de la pluie sur le sol environnant. Traditionnellement il s'agissait de soubassements en pierre ou briques cuites sur lequel le mur en terre crue était ensuite bâti.

Quant au « chapeau », il s'agit de protéger le mur de l'action de la pluie sur son arase. La protection peut aussi tenir compte des vents dominants et du risque de ruissellement sur le parement du mur.

Les points forts de la construction en terre

Matériau souvent disponible à proximité des lieux d'utilisation

Matériau assurant une bonne inertie thermique source de confort

Matériau recyclable

Matériau peu consommateur de liant (donc économique)

La Brique de Terre Compressée (BTC)

La BTC est un bloc de terre compacté dans une presse. C'est une approche quasi industrielle de l'adobe, dans la mesure où il y a une standardisation du modèle fabriqué et un accroissement de la productivité liée à l'utilisation de machines, parfois rudimentaires, mais aussi perfectionnées et multitâches.

La matière utilisée est une terre sablo-argileuse souvent additionnée de ciment ou chaux (6 à 8%). L'utilisation d'une presse permet d'avoir des éléments parfaitement calibrés.

Le modèle le plus couramment fabriqué a les dimensions suivantes : 29,5x14x9 cm, mais il suffit de changer le moule de la presse pour avoir d'autres modèles de BTC.

La mécanisation de la fabrication de la BTC permet d'avoir des briques parfaitement calibrées, de qualité relativement identique. La compression de la terre dans le moule est à l'origine de sa bonne résistance mécanique après séchage.

Le rendement de la fabrication est évidemment bien supérieur à celui de la fabrication manuelle des adobes.

La BTC se bâtit avec un mortier de terre et chaux hydraulique (de préférence au ciment). Elle peut servir de murs porteurs (selon l'épaisseur) ou de cloisons.

Les agrégats

La BTC est en quelque sorte fabriquée avec un béton de terre composé de :

- 1/3 de gravier (fin < à 10 mm)
- 1/3 de sable
- 1/3 de particules fines

Ce sont ces éléments fins et argileux qui vont jouer le rôle de liant entre les gravillons et les grains de sable, en les enrobant.

On ne trouve évidemment pas toujours une terre présentant ces proportions idéales, et il est parfois nécessaire d'apporter à la terre utilisée un complément en élément défaillant pour rétablir les ratios du mélange théorique parfait.

Il peut aussi être nécessaire de tamiser le mélange avant utilisation afin d'éliminer les éléments trop gros (> à 10mm).

L'eau

Comme dans tout béton, l'eau est nécessaire pour permettre au liant de jouer son rôle entre les agrégats. Elle va aussi avoir un rôle fluidifiant lors de la compression en entraînant les éléments les plus fins vers les espaces entre les plus gros.

La teneur en eau du mélange est un facteur essentiel de la qualité de la BTC.

S'il n'y a pas assez d'eau, la brique sera moins résistante et s'effritera plus facilement.

Trop d'eau nuira à une bonne compression (l'eau n'est pas compressible) et donc les qualités apportées par la compression seront altérées, le risque de retrait lors du séchage sera plus importante et nuira à l'homogénéité du matériau.

Il faut tenir compte de la teneur « naturelle » en eau de la terre au moment de sa fabrication avant de rajouter l'eau utile à la fabrication de la BTC.

En effet selon les conditions de conservation de la terre avant utilisation, celle-ci peut être soumise aux éléments météorologiques (pluie, vent, température) qui vont influencer sur sa teneur en eau. Or cette eau déjà contenue dans le mélange doit être prise en compte dans la détermination de la quantité d'eau optimale et nécessaire à la fabrication des briques.

Les fabricants de BTC réalisent différents tests, d'une part pour évaluer les qualités de la terre et savoir si elle a besoin d'être améliorée, d'autre part pour définir la quantité d'eau nécessaire et suffisante pour obtenir un bon béton de terre.

Le liant

L'argile est le liant naturel d'une brique BTC, toutefois on peut ajouter de la chaux hydraulique, aérienne ou bien du ciment.

Ce liant va améliorer la résistance mécanique de la brique et aussi figer les argiles et empêcher le délitement des liaisons entre agrégats. Le ciment va aussi permettre à la BTC de mieux résister au gel. Et dans les régions fortement exposées au risque de gel prolongé, la teneur en liant doit atteindre 10% (de ciment de préférence).

La chaux hydraulique peut aussi être utilisée mais sa prise est plus lente, d'où une résistance à la compression plus longue à obtenir. Par contre la chaux favorise les propriétés hygrométriques de la BTC.

Le choix d'un amendement ciment ou chaux dépendra de la nature de la terre (minéralogie des argiles). Il est toujours préférable de réaliser quelques essais préalables pour opter pour le traitement le plus efficace possible.

Le ratio liant-terre (en poids) dépendra des qualités de la terre et des conditions d'utilisation de la brique, puisque nous l'avons déjà précisé, en cas de maçonnerie fortement exposée au gel, il faudra 10% de ciment pour la fabrication des briques.)

Les briques sorties des presses de l'atelier du Village contiennent 7% de ciment.

La compression

La compression va donner sa forme calibrée à la brique et aussi assurer sa résistance mécanique.

Il existe plusieurs types de presses, de l'appareil à fonctionnement manuel à la machine sophistiquée qui assure le criblage, le malaxage, le remplissage du (ou des moules) et la compression. Il existe des unités lourdes mobiles ou fixes pouvant assurer une production quasi industrielle.

- Les presses manuelles utilisent un bras de levier agissant sur un piston qui comprime le béton de terre contenu dans un moule. Simples et économiques elles sont souvent utilisées dans les pays en voie de développement. Evidemment elles sont d'un faible rendement et nécessite beaucoup de manipulation (chargement du moule, récupération de la brique). 300 à 500 briques/jour.
- Les presses mécaniques, à moteur thermique ou électrique, existent sous différents modèles plus ou moins évolués. Elles peuvent donc assurer plusieurs opérations sur une même machine, comporter plusieurs moules, et peuvent fournir une pression plus importante. Naturellement elles permettent une plus grande production. Jusqu'à 2000 briques/jour.

La pression nécessaire va dépendre des qualités de la terre et de son taux d'humidité. Une presse mécanique, plus puissante qu'une presse manuelle permet de compacter la terre plus sèche ; On obtient ainsi des briques plus denses et plus résistantes.

Le taux de compression représente le rapport entre le volume de terre avant et après compression.

Avec une presse manuelle, on obtient en général un taux de 1.6 / 1.7, mais il est souhaitable d'arriver à un taux de compression de 2, taux qui ne peut être atteint qu'avec des presses mécaniques.

Ainsi avec un mélange de terre d'une densité de 1,4 à 1,7 avant compression on obtient des briques d'une densité de 2 à 2,2 à la sortie de la presse.

Le séchage

C'est un élément important dans la chaîne de fabrication des briques en terre compressée. Il va permettre au ciment (ou à la chaux) de faire sa prise et l'évaporation d'une grande partie de l'eau contenue. Mais cette évaporation doit être progressive car le liant a besoin d'eau pendant la durée de sa prise (28 jours pour le ciment).

Dans le cas d'un traitement à la chaux, recouvrir les briques d'un film plastique durant plusieurs jours, permet de considérablement améliorer les effets du traitement. Le séchage doit se faire à l'abri des intempéries bien évidemment mais aussi de tout facteur météorologique « fort » pouvant perturber le cycle du séchage tel que :

- La pluie : pénétration d'eau, désagrégation de la brique alors que le ciment n'a pas fini sa prise
- Le gel : désagrégation de la brique
- Le vent, les fortes chaleurs : cause d'un séchage trop rapide, ce qui va entraîner une dessiccation du produit, donc altérer la prise du ciment. Il y aura aussi un risque de fissuration due au retrait trop important.

A retenir : les avantages de la brique de terre compressée.

1. **La BTC est un matériau écologique** : composée essentiellement d'argile, sable et gravillons et d'un peu de ciment, fabriquée sans cuisson.
2. **La BTC procure un confort thermique et phonique excellent** : de part son inertie thermique et sa masse, un mur en BTC apporte confort thermique et isolation phonique
3. **La BTC offre une grande résistance** : la résistance à la compression d'une BTC dépasse les 60 bars (60kg/cm²)
4. **La BTC présente un intérêt architectural et esthétique** : en cloison, en mur porteur, la BTC permet une richesse de formes, et de motifs variés dans son utilisation.
5. **La BTC est simple à mettre en œuvre** : la BTC se monte avec un mortier de terre amendé. Les règles de construction sont simples à suivre.

Notes personnelles :

--

Les utilisations de la brique de terre compressée

Nous évoquerons ici les principales applications pour lesquelles l'utilisation de la BTC peut être envisagée. Renseignez vous auprès d'un technicien de la construction ou d'un architecte avant d'utiliser de la BTC pour d'autres usages.

Mur porteur :

En mur porteur la BTC doit être utilisée au moins en double parement. Vous trouverez ci-dessous l'essentiel des règles de montage de la BTC en mur porteur. Les avantages de la BTC en mur porteur sont ses qualités esthétiques, son inertie thermique, qui lui permet de réguler la température intérieure et ses caractéristiques hygrométriques qui assurent une constance du taux d'humidité

Cloison :

La BTC se prête bien à la réalisation de cloisons séparatives où sont appréciées en plus des avantages déjà cités, ses qualités d'isolant phonique qui permettent un certain confort d'utilisation des locaux ainsi cloisonnés.

Attention : pour les pièces humides il est impératif d'observer certaines précautions (cf. infra).

Contre cloison :

La BTC peut être utilisée pour constituer une paroi isolante (avec ou sans matériau d'isolation intermédiaire) d'un mur porteur. Outre l'aspect isolant, un effet esthétique et de régulation de l'hygrométrie peut aussi être recherché.

Mur capteur :

Le rôle d'un mur capteur est d'emmagasiner la chaleur des rayons solaires et de la restituer à l'intérieur d'un bâtiment. De par sa forte inertie thermique, un mur en BTC se prête bien à cet usage. A contrario, si ce n'est pas l'effet recherché, il faudra se prémunir de cet effet par des dispositions architecturales ou techniques

Mur trombe :

Le mur Trombe (du nom de son inventeur) est un mur capteur dont le rendement est amélioré par un effet de serre qui est créé devant le mur par la mise en place d'une paroi vitrée devant le mur. Des ouvertures hautes et basses dans le mur permettent à la lame d'air réchauffée de circuler et de réchauffer le local derrière le mur.

Au préalable

Avant d'aborder le mode opératoire de construction d'un mur en BTC, il convient de rappeler qu'il s'agit d'une activité de maçonnerie qui comporte quelques risques si on ne prend pas les précautions élémentaires pour la réaliser en toute sécurité, et ce que ce soit dans un cadre domestique ou professionnel.

Les équipements de protection individuelle (EPI)

Le tableau ci-dessous définit les risques pour la sécurité ou la santé lors d'une activité de maçonnerie.

Tâche	Risque	Conséquence	Prévention
Manutention	Charge lourde	Mal au dos	Apprendre à soulever une charge (voir fiche)
Fabrication de mortier	Inhalation de poussières, allergie à la chaux	Irritation des voies respiratoires Irritation de la peau	Port de gant Port de masque anti poussière
Coupe de matériaux	Projection d'éclat	Blessure à l'œil	Port de lunettes protectrices
Montage des BTC	Chute de matériaux ou d'outils	Choc sur membres Choc à la tête	Vêtement de travail Port de chaussures de sécurité Port de casque
Déplacements autour du poste de travail	Chute	Traumatismes divers	Organisation du poste de travail Port des EPI

Il est donc impératif de « penser » à travailler en sécurité. La prévention ne fait pas perdre du temps, au contraire en organisant son poste de travail et en rationalisant les tâches, on ne peut être que plus productif.

Le casque :

Pour éviter toute blessure lors de la chute d'un outil, en se cognant, etc.





Les lunettes :

Pour éviter toute projection dans l'œil lors de la fabrication ou projection de mortier, lors de la coupe d'un matériau

Les chaussures :

Pour éviter les blessures par percement de la semelle ou de chute d'objet sur les pieds



Les gants :

Lors de la manutention de matériaux
Pour éviter le contact avec la chaux
Lors de l'utilisation d'outillage (choc, pincement)

Dernier point concernant la sécurité et lié à l'organisation du poste de travail, faites en sorte d'empêcher, sur la zone de réalisation du chantier, l'entrée d'enfants ou animaux qui pourraient vous gêner et se mettraient en situation de danger.

L'organisation du poste de travail

« Un travail bien organisé est un travail en partie fait »

Cette maxime de chantier doit guider le constructeur dans toutes les tâches nécessaires à la réalisation d'un mur en BTC.

Organiser son poste de travail consiste à faire en sorte que l'ensemble des tâches nécessaires à la réalisation de la maçonnerie en BTC se fasse de la façon la plus rationnelle, tant au niveau de la manutention des matériaux, de la fabrication du mortier, du montage du mur que de la circulation autour de l'ouvrage. Evidemment la notion de travail en sécurité doit être permanente.

Pour réaliser un mur en BTC, il est nécessaire de disposer

- de l'outillage adéquat
- des briques en quantité suffisante
- du mortier de construction.

En fonction de la hauteur du mur il sera nécessaire d'avoir un dispositif pour travailler en hauteur (tréteaux jusqu'à 1.00 m du sol puis échafaudages).

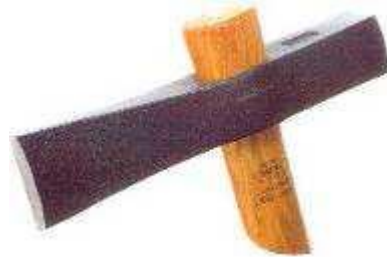
L'outillage :

Il s'agit des outils que l'on trouve habituellement dans une caisse de maçon.

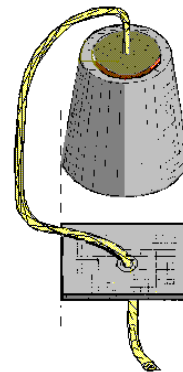
Les outils pour implanter et tracer :



Les outils pour bâtir :



Les outils pour contrôler :



Il peut être intéressant de disposer d'une règle alu de 2.00 ou 3.00 m. utile au traçage.

Cet outillage doit se trouver à disposition du maçon, de préférence dans une caisse de façon à ne pas être éparpillé autour du poste de travail.

Les briques

Les briques seront disposées à proximité de l'ouvrage à réaliser de façon à économiser les manipulations et déplacements.

Il faudra veiller à ce que l'emplacement réservé aux briques ne gêne pas la circulation autour de l'ouvrage.

La fabrication du mortier

Selon la quantité nécessaire, le mortier sera fabriqué à la main ou à la bétonnière.

La terre

Le mortier sera à base de terre et stabilisé par ajout de chaux hydraulique (de préférence au ciment) afin d'améliorer sa résistance mécanique.

La terre est plus sablonneuse que celle utilisée pour la fabrication des BTC et ne contient pas de gravillons (<3 mm).

Si on utilise la même terre que celle qui a servi à fabriquer les BTC, il faut la tamiser pour en enlever les gravillons et rajouter du sable.

Le liant :

La quantité de liant hydraulique représente 10 à 15% du volume de terre mis en œuvre. En principe, il faudrait multiplier le rapport ciment/terre (ou chaux/terre) qui a servi à la fabrication des BTC par 1,5. ainsi pour un mur avec des BTC à 6% de ciment de stabilisation, le mortier devra contenir 6x1,5 soit 9% de liant.

Le mortier ne doit pas être trop liquide car cela provoquerait un retrait trop important et une moins bonne qualité d'adhésion.

Consommation selon le type de mur

Epaisseur du mur	Quantité de mortier au m ² (joints de 12 à 15 mm)
Mur de 14 cm (1 brique)	28-32 litres
Mur de 30 cm (2 briques)	45-50 litres
Mur de 45 cm (3 briques)	65-75 litres

Notes personnelles : **comment fabriquer du mortier ?**

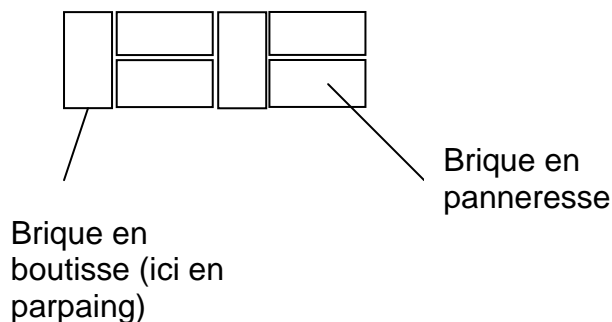
Terminologie :

Selon sa position dans le mur, une brique peut avoir des appellations différentes :

Panneresse : la brique est une panneresse quand son grand côté est apparent

Boutisse : la brique est une boutisse quand son petit côté est apparent.

Parpaing : Quand la boutisse est visible sur chaque parement du mur, c'est-à-dire qu'elle est traversante sur son épaisseur, elle devient un parpaing.



L'appareillage : définit le mode de disposition des briques les unes par rapport aux autres dans un mur, de façon à assurer le plus de cohésion possible.

Une des principales malfaçons à éviter est le coup de sabre, c'est-à-dire la superposition de joints verticaux, ce qui pourrait amener une fissuration.

La distance entre les joints verticaux d'une assise sur l'autre ne doit pas dépasser le $\frac{1}{4}$ de la longueur d'une panneresse.

L'élançement : il s'agit du rapport entre épaisseur du mur et sa hauteur.

Notes personnelles : **autres termes ?**

--

Construction d'un mur en briques de terre compressée

Rappel : « **de bonnes bottes...** ». Un mur en BTC doit être isolé de l'humidité du sol, donc bâti sur un soubassement isolant et qui empêche les remontées d'humidité.

Le poids : un mur en BTC est relativement lourd. Une brique 29x14x9 pèse environ 8kg. Un mur simple parement pèsera plus de 290g/m² et un mur de 30 cm d'épaisseur fera environ 580kg/m². Et si le mur fait 2,50 m de hauteur, la charge linéaire sera de 1450 kg/ml.

Il faut donc s'assurer que le plancher ou la fondation destinée à supporter ce mur soit à même de résister à cette charge et aux autres charges éventuelles, si ce mur est utilisé pour appuyer un plancher par exemple. Une étude technique est alors indispensable.

Montage :

Si l'élancement est de 20 pour une maçonnerie classique, l'expérience des bâtisseurs en briques de terre a amené à considérer qu'il valait mieux se contenter d'un élancement de 10 pour la BTC. Ainsi un mur de 30 cm d'épaisseur fera au plus 3.00 m de hauteur.

Le plan de pose de la brique est légèrement humidifié. La brique est « graissée » de mortier sur les faces jointives et elle est plaquée sur le lit inférieur et contre la précédente.

Les joints sont garnis et lissés au fur et à mesure avec un fer à joint.

Il est important de veiller à ce que le mur soit protégé d'un soleil trop ardent ou du vent ce qui aurait pour effet de produire un séchage trop rapide du mortier sans que le processus d'adhésion avec les briques soit achevé.

Pendant toute la construction le dessus du mur sera protégé de la pluie lors des interruptions de chantier (nuit, w-e, etc.) pour éviter toute infiltration.

En cas d'impossibilité de protection, il est conseillé de remettre la construction à un moment plus favorable.

L'épaisseur des murs en BTC va dépendre de sa destination et des briques utilisées.

En format le plus courant, soit 29,5x14x9 cm, le mur pourra faire :

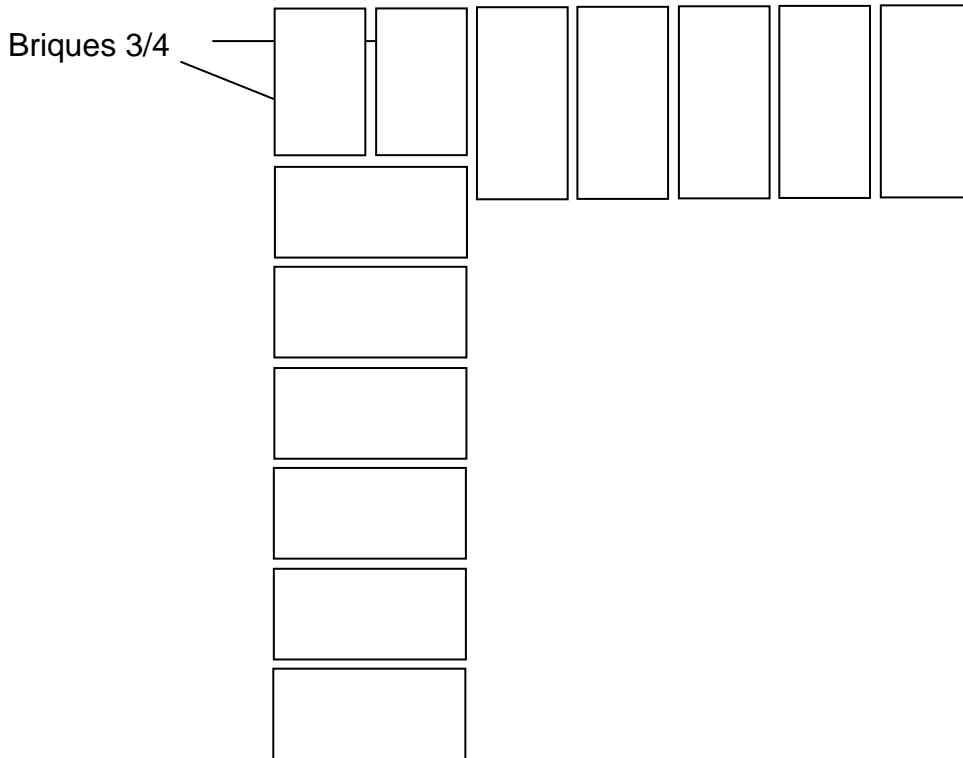
- 14 cm d'épaisseur (une seule brique en panneresse)
- 29,5 cm d'épaisseur, soit une brique en boutisse ou 2 briques en panneresse
- 45 cm d'épaisseur, soit une panneresse et une boutisse.

En 14 cm d'épaisseur, le mur ne peut alors que servir de cloison non porteuse (règle de l'élancement).

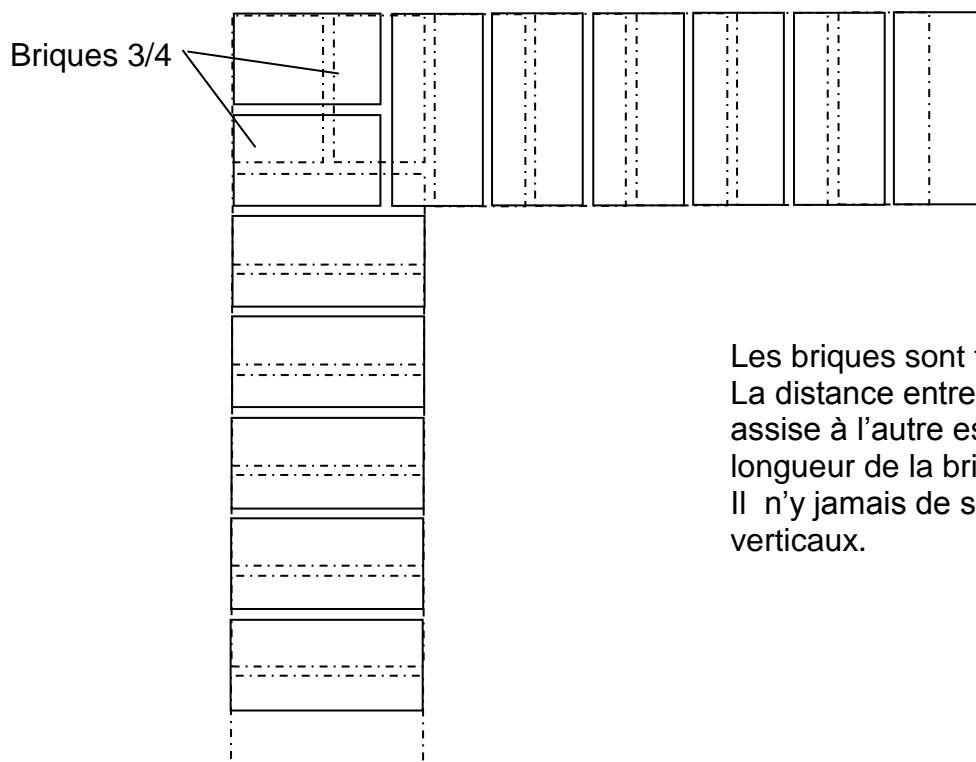
Dans les exemples d'appareillage ci-dessous, les murs sont à double épaisseur de briques.

Exemples d'appareillage

1^{er} rangée

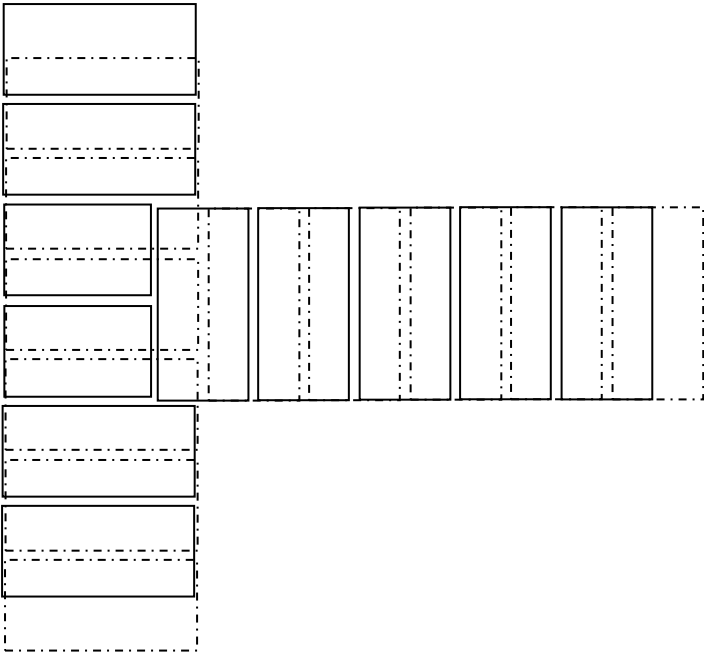
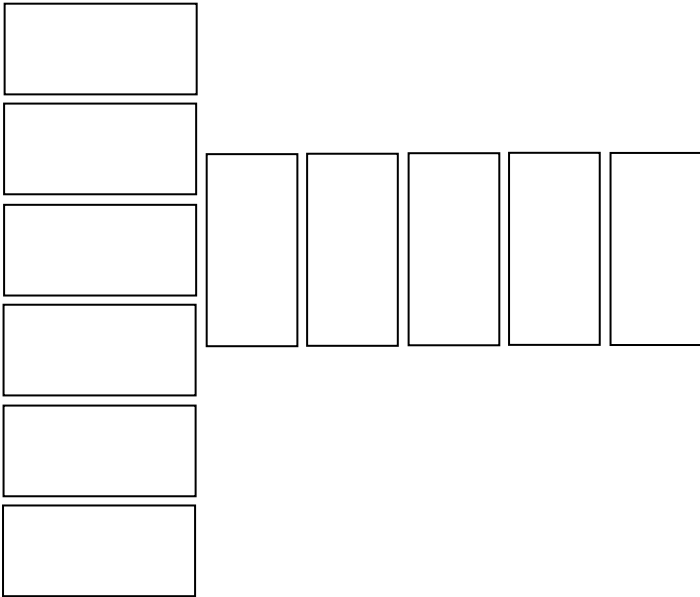


2^{ème} rangée



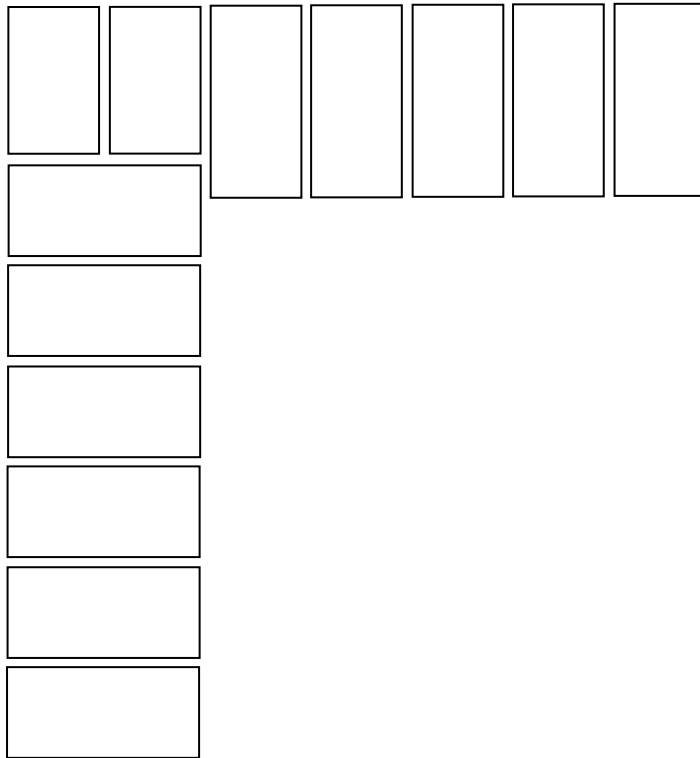
Les briques sont toutes en boutisse.
La distance entre 2 joints verticaux d'une assise à l'autre est égale au $\frac{1}{4}$ de la longueur de la brique
Il n'y jamais de superposition de joints verticaux.

Traitement d'une intersection

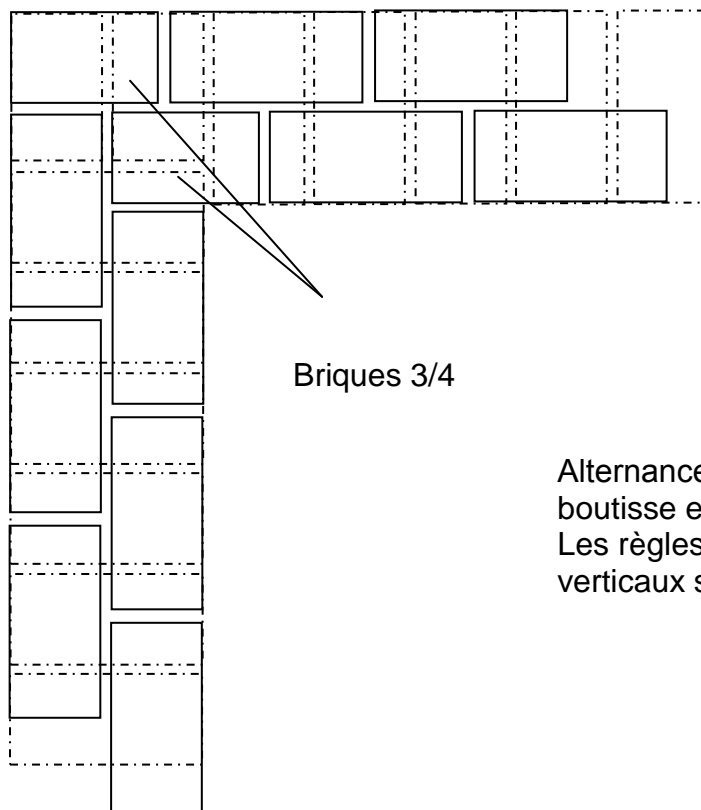


Autre exemple d'appareillage

1^{ère} rangée



2^{ème} rangée



Briques 3/4

Alternance d'assises montées en
boutisse et en panneresse.
Les règles concernant les joints
verticaux sont respectées.

Ouvrages annexes

Traitements des ouvertures

Une ouverture est une « rupture » dans la chaîne des éléments assurant la cohésion d'un mur.

Les ouvertures sont souvent l'occasion de désordres dans les murs en brique de terre compressée.

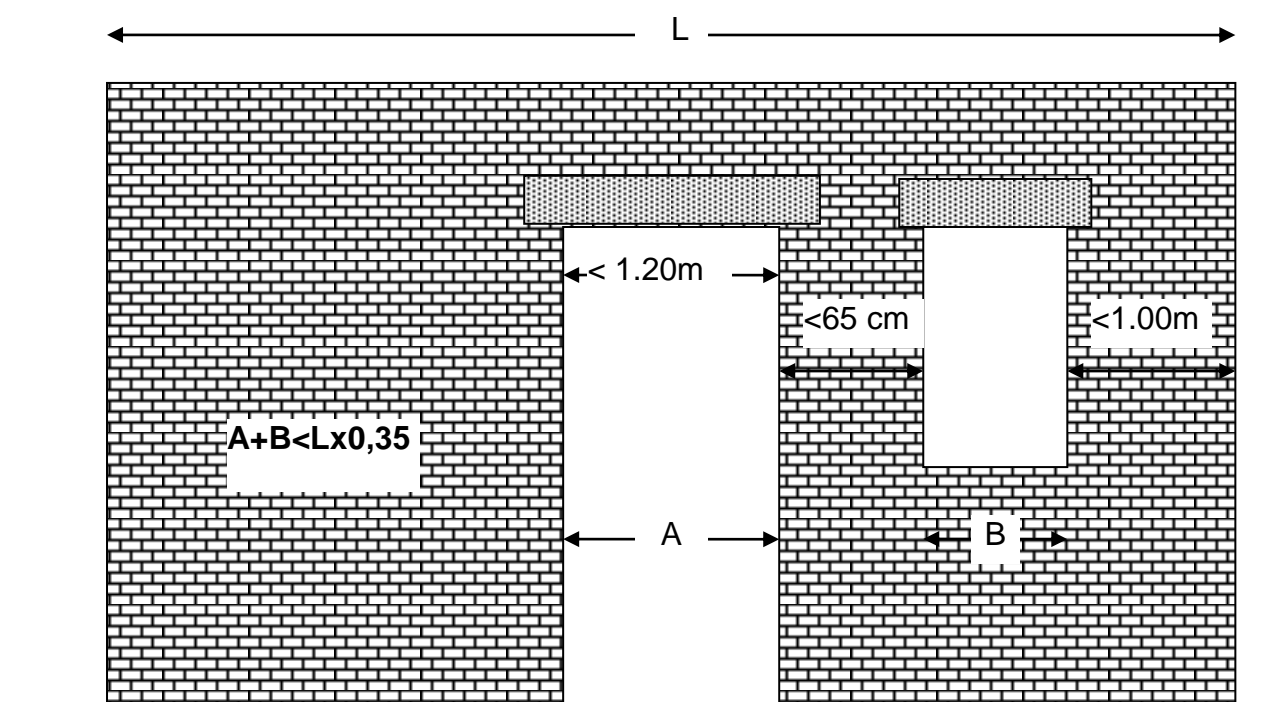
Il peut s'agir de désordres structurels (fissures, déformations) ou de pathologies liées à l'action de l'eau sur un ouvrage résultant souvent d'une solution technique inadaptée.

Il importe donc de considérer sous différents aspects les diverses « perturbations » créées par l'ouverture dans le mur et de les traiter en conséquence.

- Les linteaux

Les linteaux vont supporter les charges de la maçonnerie supérieure (en plus de leur poids propre) et ils vont transmettre ces charges au jambage de l'ouverture. En raison des limites mécaniques de la maçonnerie en BTC, il convient de respecter certaines règles de mise en œuvre concernant la répartition et l'importance des ouvertures dans un mur.

- pas d'ouverture supérieure à 1,20 m entre tableau. (ou prévoir des dispositions constructives adaptées)
- pas d'ouverture à moins d'un mètre de l'angle d'un mur
- pas de trumeau* inférieur à l'épaisseur du mur et inférieur à 65 cm
- le rapport vide (ouvertures) pour plein (la maçonnerie) doit être inférieur à 1/3.
- La longueur cumulée des ouvertures est inférieure à 35% de la longueur du mur.



Les linteaux dans un mur en BTC peuvent être en bois, ou en béton ou en pierre. Mais plus il est lourd, plus il est susceptible de créer des désordres en particulier sur les jambages sur lesquels il repose.

En fonction de l'importance des charges transmises aux jambages, il peut être nécessaire de renforcer leur résistance à la compression (briques en terre cuite, maçonnerie de pierre).

- Les appuis

Les appuis subissent l'action mécanique des jambages et peuvent aussi être soumis à l'action des eaux de pluie.

L'appui sera renforcé si les charges subies sont trop importantes. Si l'appui est une pièce rapportée indépendante, il faudra s'assurer que l'assise de briques qui reçoit les jambages supportera les forces transmises et au besoin renforcer par un chaînage.

L'appui peut être en bois, en pierre, en terre cuite, etc. le débord devra comporter une « goutte d'eau » pour empêcher tout ruissellement sur l'allège.

La protection contre l'humidité

- la pluie

Nous avons déjà précisé qu'une maçonnerie en briques de terre compressée devait avoir un « bon chapeau ».

Il est donc nécessaire de faire en sorte que l'eau ne puisse pénétrer le mur et y stagner, ce qui nuirait gravement à sa cohésion.

En parement, le mur peut être exposé aux eaux de pluie sous le vent. En principe cette eau s'évapore et ne pénètre pas le mur en profondeur.

Cependant si le mur comporte des fissures, l'eau peut y ruisseler et créer à la longue des désordres préjudiciables à la bonne tenue du mur.

L'effet du gel sur un mur trempé peut aussi accentuer sa dégradation. L'action gel-dégel va casser la cohésion du mélange constitutif de la brique, du moins dans la zone humidifiée. Mais la répétition de cette érosion va attaquer l'ouvrage en profondeur et le mur s'effritera petit à petit.

Si dans les régions où les pluies sont rares, il est courant de voir des constructions en terre crue avec terrasse, et sans que la tête de mur soit particulièrement protégée, il est impératif dans nos contrées de prévoir une couverture totale du mur.

Il ne faut pas hésiter à privilégier les débordements de toits qui vont rejeter l'eau de pluie le plus loin possible du mur.

- les pièces humides

D'une manière générale, il vaut mieux éviter le positionnement d'un mur en briques de terre compressée dans une pièce humide.

Mais en cas de nécessité il faudra prendre toute mesure pour que l'humidité (sous ses différentes formes) ne puisse nuire à la solidité et à la préservation du mur.

La pièce sera parfaitement ventilée.

Les tuyaux d'alimentation ne seront pas intégrés dans la maçonnerie.

Il faut éviter de les poser fixés sur le mur en BTC s'il y a un risque de condensation sur la conduite et donc un ruissellement qui pourrait nuire au mur.

Les équipements, lavabos, baignoires ou douches ne sont pas fixés sur le mur en briques et des dispositifs empêchent toute projection d'eau sur les murs.

Les sols seront en pente vers le centre avec un dispositif de récupération d'eau.

Notes personnelles : **à retenir**

Les enduits

Le choix de réaliser un enduit sur un mur en BTC résulte d'une volonté esthétique ou de la nécessité d'une couche protectrice.

Les enduits peuvent être faits à la chaux, à la terre ou avec de la terre stabilisée par ajout d'un liant (ciment ou chaux).

Le ciment est à proscrire, d'une part pour son manque d'adhérence sur la terre, d'autre part parce qu'il empêche l'évaporation de la vapeur d'eau qui pourrait résider dans le mur.

Enduits à la chaux

La chaux aérienne est préférable à la chaux hydraulique. Son durcissement se fait au contact du gaz carbonique contenu dans l'air. De ce fait la prise de la chaux aérienne est plus lente et reste sensible aux perturbations atmosphériques.

Si le mortier est réalisé avec la terre servant à la fabrication des BTC, il faudra le tamiser pour éliminer les gravillons et rajouter éventuellement du sable.

(cf. confection des mortiers ci-dessus).

Il est aussi possible d'utiliser de la chaux hydraulique naturelle pour réaliser l'ensemble de l'enduit, mais pas la chaux hydraulique artificielle dont les caractéristiques sont proches de celles du ciment.

L'enduit traditionnel à la chaux se fait en 3 couches :

- le gobetis (ou couche d'accrochage) : enduit plus riche en liant qui doit assurer l'adhésion au mur. Il est projeté en une couche mince laissée rugueuse pour accrocher la 2^{ème} passe, le corps d'enduit. Il est préférable d'utiliser de la chaux hydraulique pour le gobetis en raison de sa plus grande adhérence et de plus grande rapidité de séchage.

- le corps d’enduit : enduit plus maigre, c’est à dire moins riche en liant, afin d’éviter la fissuration due au retrait lors du séchage. Il est fait à la chaux aérienne ou avec un mélange chaux aérienne/chaux hydraulique. Cette couche va assurer la fonction d’imperméabilisation. L’enduit est serré à la taloche mais doit rester rugueux. Epaisseur 10à 15 mm
- l’enduit de finition : qui va donner son aspect fini à l’enduit. Il est conseillé de n’utiliser que de la chaux aérienne.

Rapport en volume	Chaux hydraulique	Chaux aérienne	Sable
Gobetis	1		1 à 2
Corps d’enduit	0.5	0.5	2 à 3
Enduit de finition		1	3 à 4

Enduits de terre

La terre peut être utilisée seule ou stabilisée comme enduit intérieur ou extérieur. Dans ce dernier cas, l’enduit devra faire l’objet d’un entretien régulier pour remédier aux effets de l’érosion, ou même être refait régulièrement comme cela se pratique dans certaines contrées.

Il est possible de passer un badigeon ou une peinture sur l’enduit.

La terre utilisée devra être argilo-sableuse et être tamisée pour ne pas contenir d’éléments supérieurs à 2 mm.

Il peut être ajouté du ciment (3à 4%) si la terre est trop sableuse, ou de la chaux (jusqu’à 10%) si elle trop argileuse.

En extérieur, il est conseillé d’exécuter un enduit à 3 passes ; il faut améliorer les qualités adhésives de la 1^{ère} couche (plus d’argile ou de chaux) et réaliser un enduit rugueux. L’enduit de finition sera taloché fin.

En intérieur une couche peut suffire, mais il est préférable d’en réaliser au moins 2, éventuellement avec un mélange légèrement amendé de chaux, pour les arêtes, bas des murs, tableaux.

Il est conseillé de re-humidifier l’enduit quand il commence à sécher pour éviter le « farinage ».

Bibliographie :

- Terre crue, techniques de construction et de restauration. Editions EYROLLES
- Traité de construction en terre (CRATerre). Editions PARENTHÈSE

Fiche d'évaluation de la formation

Date de la formation :		
	Oui	Non
Ce stage a-t-il répondu à vos attentes ?		
Les informations données (orales ou écrites) vous ont-elles paru suffisantes ?		
L'exercice pratique vous a-t-il semblé suffisant ?		
La durée de la formation vous convient-elle ?		
Les documents fournis vous ont-ils apporté l'information nécessaire ?		

Utilisez les interlignes pour apporter toute précision à vos réponses.

Merci