

UN MUR EN PISÉ INTÉRIEUR
UN MUR EN PISÉ EXTÉRIEUR
ET LEURS ENTRETIENS

Learning from vernacular: la terre crue | UE ENAC 2014
Joanne Kaehlin, Sarah Sauthier

- Introduction

- Visite 1 : mur intérieur d'une maison au Grand Saconnex
 - Situation et description de la maison
 - Situation et description du mur
 - Propriétés
 - Observations
 - Précautions avant la construction
 - Entretien du mur

- Visite 2 : mur extérieur à Confignon
 - Situation
 - Contexte
 - Description
 - Propriétés
 - Observations
 - Précautions / améliorations

- Conclusion

*«Une maison sera à l'abris des intempéries si elle a de bonnes bottes et un bon chapeau.»
- Les anciens*

*«Un matériau n'est pas intéressant pour ce qu'il est mais pour ce qu'il peut faire pour la société.»
- Aphorisme de John Turner, architecte anglais*

Notre intérêt a porté sur la durabilité d'un mur en pisé dans les constructions contemporaines, sachant que les constructions de plus d'un siècle tiennent toujours et demeurent très bien conservées. Un bâtiment est durable grâce aux précautions et aux choix pris avant la construction et grâce à son entretien dans le temps.

Les français excellent au niveau des constructions et des travaux en terre crue. Genève se situant à la frontière française, on y trouve beaucoup d'anciennes constructions en terre, influencées par le patrimoine français. Nous nous sommes donc intéressés à ce lieu clé.

De nos jours, la terre crue se démocratise : les architectes essaient de réintégrer ce matériau dans des constructions contemporaines. Le fait que la terre soit accessible par tous et partout la rend de moindre coût. Elle revient au goût du jour par ses propriétés écologiques : l'on peut laisser le bâtiment à l'abandon, il retournera alors vite à l'état de terre sans en dégrader l'environnement. Il s'agit de plus, d'un produit réutilisable et recyclable à l'infini. Les chantiers utilisant ce matériau permettent certaines dimensions sociales qui ont été perdues dans le temps : ils permettent aux gens de se retrouver et de se mélanger.

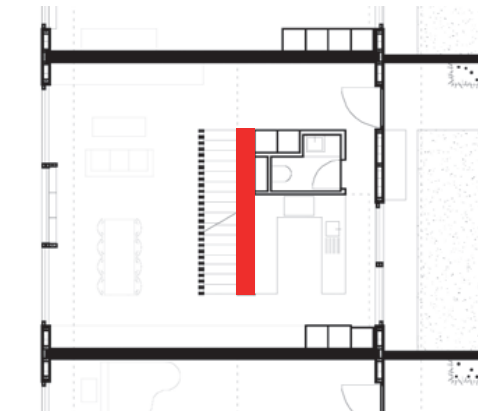
Actuellement, les architectes cherchent à mélanger les nouvelles technologies avec le savoir-faire vernaculaire et ancestral afin d'obtenir une construction de qualité meilleure, écologique et de moindre coût. Valoriser et réutiliser la terre crue pour l'habitat contemporain trouve aujourd'hui toute sa pertinence : proximité de la matière première, savoir-faire et réhabilitation, sobriété énergétique et confort intérieur.

Afin de réaliser ce travail et de pouvoir cerner la thématique de la durabilité, nous avons visité une maison à l'intérieur de laquelle se trouve un mur en pisé, ainsi qu'un autre mur extérieur. Murs desquels nous avons observé, déduit et analysé les avantages et inconvénients de tels emplacement.

SITUATION ET DESCRIPTION DU MUR

Le mur se situe au centre de la maison afin que toutes les pièces puissent jouir de ses propriétés et ses qualités.

La salle d'eau de l'étage supérieur donnant sur le mur n'est pas en contact direct puisqu'ils sont séparés par une gaine technique. La cuisine, quant à elle, est constituée en forme de U afin d'éloigner au maximum le lavabo et le lave vaisselle. En effet l'architecte avait peur que des problèmes surviennent en cas de fuite d'eau, si ceux-ci étaient positionnés contre le mur.



Position du mur dans la maison

Ce mur a été construit par différents piseurs en collaboration:

- Un maître-piseur de chez Caracole, en tant que superviseur
- Un jeune architecte sortant du CRAT-erre
- Pascal Favre, piseur Suisse qui a pris toutes les responsabilités en tant qu'entreprise.

Ce mur en pisé est porteur sur deux étages : au niveau du sous-sol il est substitué par un mur en béton revêtu d'un enduit en terre. Comme il n'existe aucune table de dimensionnement pour les constructions en terre, les piseurs se sont inspirés des constructions existantes afin de le "dimensionner". Ce mur de 45 cm d'épaisseur, doit sa dimension au fait qu'il faut un minimum de place au piseur pour lui permettre de se positionner à l'intérieur du coffrage pour procéder à la mise en oeuvre.

Le mur et l'enduit ont été réalisés avec la terre issue de l'excavation des sous-sols. Après différents tests, 5 à 7% de chaux ont été nécessaires. Différentes raisons sont énoncées :

- Volonté d'angles vifs et non-biseautés. Même s'il s'abîme avec le temps, l'angle est toujours visible. Le mur avec les angles biseautés aurait semblé trop massif. De plus, la volonté de l'architecte était de montrer un mur ancien autour duquel on est venu construire un nouveau bâtiment.

- La chaux permet une meilleure cohésion, et donc de rendre le mur plus solide. Elle permet aussi au mur de ne pas générer de poussière. Sans ce composant, de la poussière apparaît en frottant le mur. En effet, l'adjonction de chaux dans la terre insensibilise les argiles aux effets de l'eau, il s'agit de la sensibilisation.

Dans une des trois maisons, habitait un banquier : l'architecte ne l'imaginait pas descendre les escaliers et être plein de poussière une fois en bas.

L'architecte a choisi d'accentuer les défauts plutôt que d'essayer de les cacher. Ces imperfections permettent de retracer l'histoire du mur.

Il y avait une possibilité de mettre de la cellulose comme fini-



Joint mur en terre crue - enduit en terre



Imperfections

tion, mais les tests sont revenus négatifs. Des tâches blanches définitives sont apparues.

Les câbles électriques permettant d'avoir des interrupteurs sur le mur, sont intégrés à l'aide de saignées laissées apparentes par choix de l'architecte. Lors du décoffrage, des problèmes sont survenus à ces endroits : les bouts de bois disposés aux endroits des saignées étaient mal biseautés ce qui a rendu leur extraction difficile.

PROPRIÉTÉS DU MUR

Le mur en pisé offre une RÉGULATION DE L'HUMIDITÉ intérieure par ses qualités hygroscopiques, permettant ainsi une hygrométrie naturelle dans la maison. Le mur va emmagasiner de l'humidité lorsqu'il y en a trop dans la pièce, et la rejeter lorsqu'il n'y en a pas assez. Cette perméabilité permet de maintenir l'habitation fraîche durant les jours d'été grâce au processus d'évaporation.

Un mur en pisé peut EMMAGASINER DE LA CHALEUR la journée afin de la restituer la nuit, ce qui apporte un confort supplémentaire.

Par son épaisseur et sa densité, le pisé a une acoustique très bonne: il absorbe les bruits aériens ainsi que ceux d'impacts, ce qui le rend très efficace comme ISOLANT PHONIQUE.

OBSERVATIONS

Les ANGLES sont un peu abîmés. Différentes raisons expliquent ces dégradations, comme la mauvaise répartition des granulats (dégradations qui apparaissent directement au décoffrage) et les coups reçus (dégradations qui apparaissent avec le temps). Malgré les dégradations, la ligne de l'angle est toujours visible et c'est ce que l'architecte recherchait.

Le mur est BOMBÉ à un endroit, ce qui montre une faiblesse du coffrage.

Grâce à la chaux, le mur ne produit pas le poussière. Suite à la discussion avec la propriétaire, quelques débris ont été trouvés par terre au début, mais depuis plus aucun signallement.

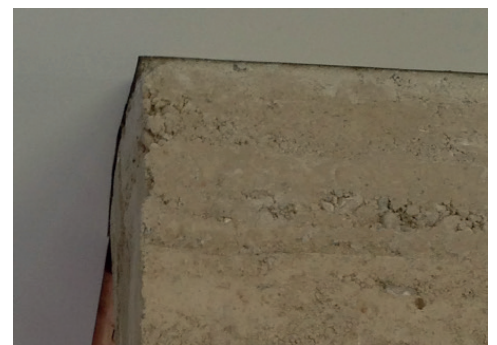
La cuisine est faite de plaques de marbres qui sont collées directement au mur en terre crue. Depuis la construction, un seul joint a dû être refait. Prouvant ainsi que le mur ne bouge pratiquement pas.



Saignée



Angles abîmés



Endroit bombé



Joint cuisine-mur

Durant le chantier, il y a eu de fortes pluies qui n'ont causé aucun dégâts.

La propriétaire se dit enchantée par ce mur. Un habitant de la maison voisine avait des problèmes de sommeil, et depuis qu'il vit avec ce mur, il dort extrêmement bien.

PRÉCAUTIONS AVANT LA CONSTRUCTION

Il faut faire attention à trois éléments en particulier : le coffrage, l'humidité et la granulométrie de la terre.

Le coffrage

De grandes pressions localisées sont générées lors du pisage. Afin d'éviter l'éclatement du coffrage, comme ça a été le cas pour l'un des trois murs en pisé, il est nécessaire de mettre assez de renforts qui sont capable de reprendre ces pressions.

L'humidité de la terre

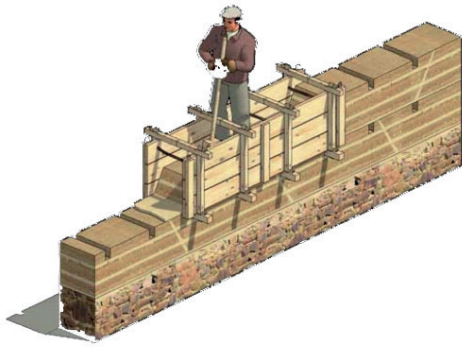
Afin d'éviter les retraites (comme avec le béton lors du séchage), la terre ne doit pas être trop humide. En général, elle doit contenir 10% d'humidité. Différents tests sont possibles pour définir si la terre a la bonne humidité ou si ce n'est pas le cas.

La granulométrie

Pour réaliser du pisé, toutes les tailles de granulats sont nécessaires afin que par leur taille, ils puissent combler tous les vides et ainsi générer un assemblage très dense. Les cailloux, graviers, sables grossiers, sables fins fonctionnent comme agrégats alors que le silt et les argiles fonctionnent comme liant.

Il est possible de construire en terre d'Avril à Octobre. En effet, en hiver il y a risque de gel du matériau. La fin de l'hiver (début avril) est le moment idéal pour faire un mur en pisé, car la terre a un bon taux d'humidité et il n'y a plus de gel. Suivant le pays, il est impossible de construire durant l'été car la terre est trop sèche.

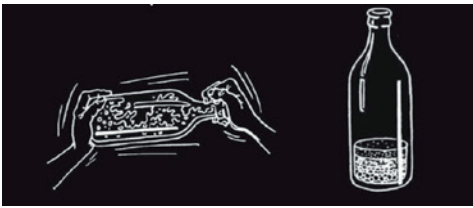
La préparation de la terre et le pisage ne peuvent pas se faire sous la pluie.



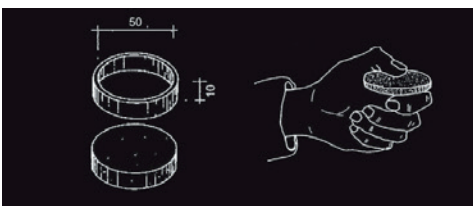
Le coffrage



Test de cohésion



Test de composition



Test du retrait



granulométrie variée

ENTRETIEN DU MUR

Si le mur est abîmé, il suffit d'humidifier un peu de terre provenant du jardin et de l'appliquer contre le mur. Mais il est absolument nécessaire d'avoir le même matériau : soit de la terre prise directement dans le jardin soit de la terre d'un ancien mur voisin.

Aucun entretien supplémentaire n'est nécessaire pour un mur intérieur. En effet, étant à l'intérieur, ce mur a de bonnes bottes, un bon chapeau et est par conséquent extrêmement bien protégé.

SITUATION

Le village de Confignon possède un grand domaine appartenant à la mairie, délimité par des murs datant du 17^e et 18^e siècle. Le village tout entier se trouve sur un terrain à forte topographie qu'il a fallu s'accommoder.

CONTEXTE

Malheureusement, une partie de la clôture minérale s'est effondrée en 2004, une demande de reconstruction avait alors été proposée par la mairie du village en 2006. Le but était de remettre au goût du jour, certaines techniques ancestrales de construction propre à la région elle-même.

Ainsi, le bureau d'architectes B&M a proposé l'idée d'un mur en pisé suivant les lignes de la topographie, aidé de Martin Rauch qui leur a transmis certaines techniques nécessaires à la construction du mur.

DESCRIPTION

Le mur extérieur en question est bordé d'un côté par une route revêtue de goudron, de l'autre par un large pré où sont installées des buses d'arrosage (presque directement sur le mur).

Le mur en pisé alterne épaisseur de terre dont les agrégats sont tirés d'une rivière proche, et ligne de chaux, permettant ainsi de contrôler l'érosion.

Ces lignes ne suivent cependant pas la pente et restent horizontales. Un jeu de polychromie dû à l'utilisation de différentes terres allant du gris au rouge a été mis en place. Le mur possède un soubassement de 15 cm en chaux et une fine couverture en cuivre, séparée du mur par une couche d'étanchéité.

PROPRIÉTÉS D'UN MUR EXTÉRIEUR

RÉGULATEUR D'HUMIDITÉ : capacité à stocker la vapeur d'eau et la restituer lorsque l'air est sec.

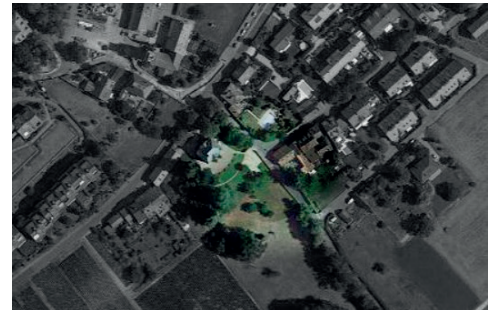
Une DURÉE DE VIE importante : en Isère particulièrement, mais à Genève aussi, patrimoine de bâtiments centenaires importants.

DÉPHASANT efficace : il ralentit le transfert de chaleur entre l'extérieur et l'intérieur ce qui apporte un confort estival très agréable.

Elément de FORTE INERTIE : bonne capacité à stocker la chaleur et la restituer par rayonnement.

ISOLATION PHONIQUE et qualité acoustique.

REPRISE AISÉE, nécessitant tout de fois un minimum de savoir-faire.



Situation



Mur côté route



Mur côté route



Mur côté pré

OBSERVATIONS

A première vue la surface du mur côté route semble intact, sans gros affaissement ou défauts. Au dire des habitants, le mur n'a pas bougé en 7 ans. Seul un angle a été l'objet de gros problèmes en raison d'une buse d'arrosage très mal placée. Des rénovations ont été faites mais le manque de cohésion entre la nouvelle et l'ancienne terre a provoqué à nouveau une dégradation.

Lorsque l'on regarde sur la face arrière, on constate une énorme érosion : la terre semble s'être retirée en ne laissant que les lignes proéminentes de chaux.

Ceci est dû entre autre à la forte présence de végétation induisant un phénomène de capillarité, et aux buses d'arrosage qui ont été mal positionnées.

Malgré les problèmes survenus du côté de la prairie, l'ensemble reste néanmoins durable depuis environ une dizaine d'années, sachant qu'aucun autre traitement n'a été appliqué sur les surfaces (enduits).

PRÉCAUTIONS / AMÉLIORATIONS

Pour pouvoir bloquer cette dégradation accélérée : il faudrait ÉVITER OU RÉDUIRE LES SOURCES D'HUMIDITÉ avant tout. Éviter les revêtement étanches, comme le goudron, il serait bien également de drainer la périphérie du bâtiment. Il faudrait mettre en place une limite à partir de laquelle la végétation doit être contrôlée très régulièrement. Une masse sacrificielle pourrait également être une solution. Si la surface est très exposée à l'humidité, il est donc nécessaire d'utiliser un élément qui contrôle la quantité d'eau dans le mur. En limitant les impacts environnementaux, le mur se dégradera beaucoup moins vite.

Un SYSTÈME DE VENTILATION de bonne qualité, qu'il soit naturel ou forcé, est important.

Un autre élément qui permettrait d'éviter ce genre de dégradations serait de choisir des BONS REVÊTEMENTS DE SOLS extérieurs qui permettent d'éviter les éclaboussures sur le mur dans le cas où il n'est pas enduit.

LES ENDUITS IMPERMÉABLES SONT À PROSCRIRE aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur (dalles et murs). En effet ils ne laissent pas passer les transferts d'humidité ce qui provoque, avec le temps, une condensation qui peut s'avérer désastreuse.

Si les maisons de l'Isère en terre crue subsistent encore aujourd'hui, c'est entre-autre de par leur enduit qui contrôle l'humidité dans le mur, leur soubassement ainsi que leur toiture avancée.



Erosion de l'angle



Couverture et étanchéité

Le mélange de terre et de bouse de vache permet de créer un enduit naturelle stabilisant et par conséquent est un très bon protecteur contre la pluie.

Il est possible, lors de la construction, de LAISSER LES TRACES de fabrication (mains et pieds). Ces traces permettent de limiter l'érosion. C'est-à-dire que l'eau rentre plus vite dans le mur et ne ruisselle pas le long de la paroi, ce qui est très mauvais.

Pour un mur en terre crue extérieur, il est préférable d'assembler les bâtiments ce qui permet de garder la chaleur à l'intérieur du bâtiment et ainsi d'éviter au maximum les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur.

ENTRETIEN DU MUR

Les murs extérieurs se dégradent beaucoup plus rapidement si certaines précautions n'ont pas été étudiées et appliquées auparavant.

Lorsqu'il y a présence de fissures, des témoins en plâtres sont disposés de part et d'autre de la fissure afin de déterminer si celle-ci est morte (ne bouge plus) ou vivante (continue à se développer).

Les parties instables ou poudreuses sont creusées jusqu'à un support beaucoup plus solide.

Avant de procéder aux réparations, il est primordial de préparer le support : c'est la clé de la cicatrisation. Le pisé est dépoussiéré avant d'être humidifié à différentes reprises, par de fines bruines. Il ne faut en aucun cas que l'eau ruisselle, ce qui conduirait à un déchaussement des sables et argiles.

Le matériau utilisé pour la réparation (appelée cicatrisation) doit être COMPATIBLE AVEC L'EXISTANT c'est pourquoi on utilise souvent de la terre prélevée dans le site même (souvent le bâtiment est fait avec cette terre), sous la terre végétale, ou alors il provient d'un ancien mur : il ne perd aucune capacité/propriété. Il suffit simplement de le remélanger à de l'eau.

Cette terre de cicatrisation, ne doit en aucun cas contenir d'élément végétal, et doit avoir une granulométrie proche de celle du mur à réparer.

La terre est UTILISÉE HUMIDE, VOIR SÈCHE. Elle est alors tassée dans la fissure.

Il faut ÉVITER LES MATÉRIAUX TELS QUE LE CIMENT, qui va rigidifier la zone et cela risque d'aggraver la pathologie.

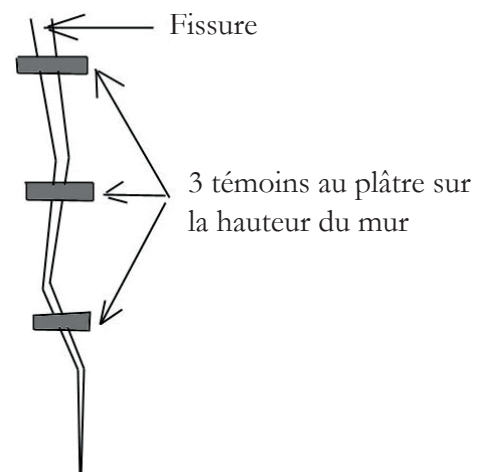
Un RISQUE DE RETRAIT persiste toutefois. Une fois le séchage complet, on contrôle que la cicatrise soit bien solidarisée avec son support en tapant dessus, il faut alors entendre un son mat.



Erosion du mur



fissure et témoins en plâtres



S'il s'avère nécessaire d'isoler le mur, il est important de choisir un MATÉRIAU qui est PERMÉABLE À LA VAPEUR D'EAU, comme les panneaux de roseaux, la laine de bois, la paille, le chanvre, ...

D'autres solutions afin d'éviter les PROBLÈMES DE CONDENSATION DÙS À L'ISOLATION :

- Éviter des espaces vides entre mur et isolation
- Isoler par l'extérieur : cela permet de garder le mur au chaud et donc d'éviter un maximum la condensation. Cela permet également d'éviter des ponts thermiques.
- Éviter des produits imperméables.
- Utiliser une ventilation mécanique contrôlée.

Plusieurs FINITIONS sont possibles à l'extérieur :

- Le badigeon à l'eau : Il est possible de rénover la surface d'un mur en pisé en utilisant de l'eau, comme un stabilisant simple et économique. En passant un badigeon à l'eau sur la surface du mur avec un pinceau brosse, on disperse les plaquettes d'argiles contenues dans la terre par une action mécanique. Ce geste fabrique un mortier de surface qui stabilise le pisé en le rendant plus homogène. (Cette solution est adaptable sur un pisé stable et relativement homogène).

- L'enduit à la chaux : la chaux est adaptée (et préférable au ciment) par ses propriétés hygrométriques : elle ne bloque pas le passage de la vapeur d'eau, et permet également au bâtiment un certain mouvement dans le temps. Un enduit à la chaux permet de protéger la façade, et est également utilisé pour ses propriétés anti-bactérienne.

- L'enduit en terre : de la même manière que le pisé brut, selon les conditions d'exposition du murs, un enduit en terre peut s'avérer très efficace pour la protection d'une façade.

Un savoir-faire est nécessaire lors de la rénovation. Un constructeur de bâtiment en terre saura plus facilement en réparer un. Mais le réparateur, sera plus sensible aux détails lors la construction, parce qu'il ne veut pas que le mur s'abîme par la suite.

Les deux cas précédents montrent : d'une part, un bon exemple concernant le mur intérieur si l'on attribue beaucoup de soin aux précautions et entretiens durant la mise en œuvre, aux critères de durabilité et d'écologie mais aussi de confort.

D'autre part, le mur extérieur est un exemple un petit plus compliqué, dans la mesure où les choix qui ont été pris n'ont pas forcément été les bons ou ont été mal aboutis. Il nécessite un entretien régulier si l'on veut le préserver. Or l'entretien à un coût, ce qui ne rentre pas forcément dans les critères de durabilité.

Nous avons vu que la terre crue a bon nombre d'avantages sur les plans thermiques, hygrométrique mais aussi esthétique et social, durable et écologiques quand les moyens s'y prêtent.

Même si de nos jours les constructions en terre crue coûtent chères, l'investissement est largement rentabilisé sur le long terme (chauffage utilisé peu voire pas du tout), comparé aux constructions en béton moins coûteuses lors de la mise en œuvre nécessitant par la suite un soutient thermique.

Ce coût élevé de production est principalement dû au fait que la main d'œuvre reste rare et que ces constructions restent encore inconnues du commun des mortels.

Depuis peu, architectes et entrepreneurs tentent de faire renaître cette méthode de construction ancestrale.

