



maisons paysannes de france

DÉLÉGATION DE L'YONNE

stage pratique sur la terre

Enduits terre : enduits muraux et enduits correcteurs thermiques

Samedi 1er et dimanche 2 septembre 2012

Formatrice :

Cerro Monique
Le breton
69240 Mardore
04 74 63 41 82/06 26 61 34 94
mcerro@terre-pierre-et-chaux.fr
<http://terre-pierre-et-chaux.fr>

Lieu du stage :

Le colombier vert
7 rue du Moulin
89300 Champlay
03 86 62 14 99
www.lecolombiervert.fr



Objectif du stage :

- Initiation à l'utilisation du matériau «terre crue» pour restaurer nos maisons anciennes.
- **Approche théorique sur la terre crue**, pour savoir choisir et corriger sa terre, fabriquer et appliquer des **enduits à base de terre crue**, sur les bons supports.
- **Pose d'enduits correcteurs d'isolation** (terre/chaux/paille), **d'enduits mono-couches et de finition** sur **supports anciens** (moellons de calcaire) et **modernes** (béton cellulaire).
- Mise en oeuvre de **torchis et de terre-paille allégé**, en remplissage de colombage.
- **Répondre à vos questions** sur tous les usages de la terre pour vos restaurations de maisons, sur les applications adaptées (ou non !) de la terre.

I – GÉNÉRALITÉS

La terre :

Le plus ancien et le plus utilisé des matériaux de construction : la muraille de Chine est l'œuvre la plus importante jamais réalisée. Elle comporte de larges portions en terre crue car ses matériaux changent avec le sol sur lequel elle est bâtie.

Quantitativement : la moitié de la population mondiale vit dans une habitation en terre crue. Ce matériau est utilisé sur tous les continents. En France, 15% du patrimoine architectural est en terre, avec des techniques différentes selon les territoires : adobe dans le Sud-Ouest ; torchis dans le Nord ; bauge en Bretagne ; pisé dans la région Rhône-Alpes. En Europe, on trouve aussi de nombreux exemples, pour des bâtiments de toute nature : habitations rurales, châteaux forts, ouvrages militaires, immeubles et palais de ville.

Aujourd'hui, les architectes modernes redécouvrent la terre pour toutes ses qualités :

- ✓ coût modique car ni transformation industrielle, ni transport,
- ✓ compatibilité avec les matériaux naturels (pierre, chaux, pailles, crins animaux, sable, ocre...) et industriels (ciment, brique monomur, béton cellulaire),
- ✓ longévité si protégée du ruissellement de l'eau (« bonnes bottes et bon chapeau »),
- ✓ perméabilité à la vapeur d'eau : matériau « respirant » qui absorbe et restitue par évaporation l'humidité et la condensation,
- ✓ facilité de mise en œuvre : conservation facile, mise en œuvre manuelle à la portée des auto-constructeurs comme des professionnels,
- ✓ résistance au feu élevée,
- ✓ inertie thermique : accumule et restitue lentement calories et frigories. Ainsi elle régularise la température intérieure été comme hiver.

Les différentes techniques d'utilisation de la terre dans la construction :

- ✓ le pisé : « la technique du pisé consiste à construire des

Notes personnelles

murs massifs en compactant de la terre humide et pulvérulente dans des coffrages » qui sont décoffrés immédiatement dès que la terre est damnée (L. Fontaine, p. 28). Permet de mettre en œuvre des terres contenant des cailloux et graviers et contenant une faible proportion d'argile (15 à 20%).

- ✓ l'adobe : « une adobe est une brique de terre crue, façonnée à la main ou moulée à l'état plastique, puis séchée à l'air libre » (L. Fontaine, p. 42). Terre fine sans cailloux ni graviers ni trop d'argile. On peut y ajouter des fibres.
- ✓ la bauge : « un mur en bauge est construit en empilant des boules de terre malléables comme de la pâte à modeler. La version rurale française consiste à empiler à la fourche des paquets de terre plastique » (L. Fontaine, p. 70). Terre sans cailloux ni graviers, parfois amendée de fibres végétales pour éviter la fissuration.
- ✓ le torchis : « les maisons de torchis ou à colombage sont composées d'une structure porteuse en bois garnie de terre, le plus souvent mélangée à de la paille » (L. Fontaine, p. 78).
- ✓ la terre – paille allégé : « Actuellement les techniques associant une ossature et son remplissage évoluent vers des parois plus légères et isolantes. La structure en bois s'affine tandis que le mur s'épaissit pour accueillir des mélanges contenant beaucoup plus de paille. La terre est alors une boue argileuse et liquide, appelée barbotine, qui sert à agglomérer les fibres. Ce mélange, appelé terre-paille ou terre-paille allégé, est légèrement compacté dans un coffrage de bois amovible. Une fois sec, il présente une surface plane suffisamment rigide pour recevoir un enduit » (L. Fontaine, p. 79).
- ✓ la terre – copeaux de bois : « Une autre évolution, appelée terre – copeaux de bois, consiste àagrafer des panneaux de roseaux de part et d'autre de la structure en bois et à les remplir d'un mélange constitué d'une barbotine argileuse liquide et de copeaux de bois. La rapidité, la simplicité et la faible mécanisation de ces solutions en font des techniques d'avenir » (L. Fontaine, p. 79).
- ✓ le BTC (bloc de terre comprimée ou brique de terre crue comprimée) : « les blocs de terre comprimée, sortes de pisé en briques, sont fabriqués dans des presses qui compriment de la terre humide et pulvérulente ». (L. Fontaine, p. 82). Ils demandent l'investissement dans une presse mais peuvent être immédiatement stockés, sans le séchage préalable que demandent les adobes.
- ✓ les enduits en terre : « une des applications les plus simples de ce matériau, nécessitant les mêmes outils que les autres enduits (...) La seule difficulté réside dans le choix du matériau et sa préparation » (L. Fontaine, p. 90).

II – QUELLE TERRE UTILISER ? DÉTERMINER LE TAUX D'ARGILE DE LA TERRE

- L'un des avantages de la terre est que l'on peut la trouver dans son jardin, sous la couche de « terre végétale ». Mais attention, cette terre doit satisfaire à deux conditions.

- La première, facile à remplir, est son taux de cailloux : ni trop nombreux, ni trop gros. Avant l'emploi, la terre doit donc être tamisée avec un tamis de taille appropriée à l'utilisation souhaitée.

Notes personnelles

- La seconde condition est plus importante et plus délicate à mesurer : c'est le taux d'argile, qui doit être suffisant pour que la terre fonctionne comme un liant aussi efficace que la chaux, le ciment ou le plâtre (qui contiennent aussi de l'argile). Avec 30% d'argile, la terre peut être utilisée seule. Au-dessous et au-dessus de ce taux, il faut lui ajouter des agrégats pour qu'elle soit un liant convenable.

- Hormis l'analyse par un laboratoire spécialisé (coûteuse), on dispose de 4 méthodes de mesure du taux d'argile de la terre : les trois premières par « ressenti », les deux suivantes sur « le terrain » (M. Cerro et T. Baruch, p. 28). En combinant les 4, on obtient des renseignements assez fiables pour garantir un mortier structurellement adéquat.

- ✓ Le test du lavage des mains : plus la terre colle aux mains, plus elle est argileuse. Plus elle est granuleuse, plus la part du sable est forte.
- ✓ Le test du cigare : rouler une poignée de terre très humide sous forme de cigare d'environ 2 cm d'épaisseur. Si le cigare se rompt avant 5 cm, la terre est trop sableuse : la stabiliser avec de la chaux. Si le cigare se rompt après 15 cm, la terre est trop argileuse : y ajouter du sable. Entre 5 et 15 cm, la proportion d'argile est optimale.
- ✓ Le test du boudin pour le mortier terre / paille : composer un mortier avec 1 vol. de sable 0,4, 1 vol. de paille, 1 vol. de terre. Rouler un « boudin » de ce mortier et le tenir à bout de bras sans le serrer dans la main : s'il reste compact, ne casse pas et colle à la main, c'est que la terre contient assez d'argile pour la fabrication du mortier.
- ✓ Le test du pot : pour une terre pas tamisée et assez argileuse. Dans un bocal de dimension appropriée, on verse moitié eau et moitié terre. On laisse reposer 1 heure et on secoue à nouveau le pot. On laisse décanter et on observe les différentes strates qui se déposent dans le bocal. L'argile étant au-dessus des grains de sable et des fines de type limon ou silt. La mesure de l'épaisseur de ces strates donne le pourcentage d'argile contenu dans la terre.
- ✓ Les échantillons sur le support à enduire : ils sont indispensables pour compléter le test du pot qui est imprécis (difficulté à distinguer les silts – sables de 2 à 8 μ -- des plaquettes d'argile – 2 μ). Pour les échantillons fibrés comme pour les non fibrés, on fait varier les proportions de sable et de terre jusqu'à obtention de la proportion optimale qui évite les fissures (trop d'argile) ou le farinage (pas assez d'argile) (voir M. Cerro et T. Baruch, p. 34-41).

III – LES ENDUITS MURAUX À LA TERRE

Une fois la terre bien préparée (voir ci-dessus), la réussite d'un enduit à la terre suppose les opérations suivantes : choisir le sable approprié, examiner le support et bien composer son enduit.

1 – Le sable : granulométrie, couleur et dosage

Il faut prêter attention à 3 éléments du sable :

- ✓ la granulométrie : un « bon » enduit appelle un sable de granulométrie hétérogène à doser selon les couches de l'enduit.

* pour le gobetis et le corps d'enduit : choisir du sable à

Notes personnelles

maçonner relativement gros (0-4 ou 0-6, i.e. dont la grosseur des grains s'étage de 0mm à 0,4mm ou 0.6mm)
* pour la couche de finition : choisir un sable plus fin pour bien la serrer : 0,2 à 0-0.

- ✓ La couleur : la teinte du sable varie selon la roche qui y prédomine. Les sables de rivière, roulés et lavés, sont plus clairs que les sables de carrière. Les sables de rivière sont habituellement de couleur grise ou jaune (sable de Loire ou de l'Yonne). Les sables de carrière sont plus colorés : du rouge (oxyde de fer) au noir (sable de basalte plus rare). Attention : les dosages devront tenir compte du fait que les sables de carrière sont plus riches en fines d'argile que les sables de rivière.
- ✓ Le dosage : comme pour les enduits à la chaux, le bon dosage pour les enduits à la terre obéit au principe de « maigre sur gras » : la part du liant doit diminuer de l'intérieur vers l'extérieur. La sous- couche (ou gobetis), en contact avec les maçonneries, doit être plus chargée en liant que le corps d'enduit lui-même plus chargé que la couche de finition. Pour 2 raisons : assurer une bonne accroche de l'enduit sur les maçonneries ; bloquer les entrées d'eau dans les maçonneries et faciliter leur évacuation par les couches superficielles.

2 – Le support : murs anciens et murs hétérogènes

- ✓ Sur les murs anciens enduits en terre ou chaux : pas de problème. On conserve les enduits totalement ou partiellement, on les humidifie et on refait l'enduit (en 2 ou 1 couche selon l'état de l'existant).
- ✓ Sur les murs rénovés hétérogènes : distinguer selon les matériaux :
 - pierre et brique : enduit terre en 3 couches après arrosage conséquent ;
 - parpaing de ciment, ciment banché, machefer : bien que non respirant, ils sont souvent employés dans des « rénovations » mal conçues. Le mieux est de les piocher car ils empêchent la « respiration » des maçonneries. Si on veut éviter cette opération, appliquer un gobetis batard (terre / ciment à 10%) puis enduit terre en 2 couches.
 - béton cellulaire et liège : respirants mais très poreux. Saturer par plusieurs couches de sel d'alun (100 gr pour 1l d'eau chaude). Puis appliquer enduit terre en 3 couches.

3 – La composition des enduits en 3 couches :

- ✓ gobetis : couche d'accroche : faible épaisseur (0,8 cm) avec du gros sable (0,4 ou 0,6) et beaucoup de liant (5 vol de sable pour 5 vol de liant)
- ✓ corps d'enduit : couche « carapace » du mur : épaisseur jusqu'à 2 cm, sable de 0,4, liant en moindre quantité (5 vol de sable pour 2,5 de liant)
- ✓ enduit de finition : voir plus bas, partie V
- ✓ Ajout de chaux : avec de la CL 90 seulement (ou de la NHL2 mais le mortier prendra plus vite) possible pour compenser l'insuffisance d'argile et/ou stabiliser l'enduit. Le dosage est variable selon le taux d'argile de la terre.

4 – La mise en œuvre :

Notes personnelles

Voir M. Cerro et T. Baruch, pp.58-75

IV – LES ENDUITS CORRECTEURS THERMIQUES

1- Principes de l'isolation des bâtiments anciens :

1-1- Les 2 caractéristiques du bâti ancien :

- **porosité** : leurs murs, constitués de matériaux poreux (pierre ou bois liés par de la terre ou chaux et sable) et remplis de bulles d'air, « respirent » i.e. sont en échange perpétuel avec l'extérieur. De ce fait, ils gèrent bien l'humidité et la condensation, en évaporant la vapeur d'eau en fonction des différences de pression entre air extérieur et intérieur.
- **inertie thermique** importante : ces murs épais exposés au soleil stockent les calories le jour et les restituent la nuit avec un déphasage d'environ 12 h. Le même processus pour les frigos stockés pendant la nuit assure un bon confort d'été. Certes l'hiver, cette caractéristique impose un long temps de chauffage pour réchauffer les murs.
- Ainsi ce bâti s'oppose au bâti moderne fondé sur le principe d'une étanchéité par rapport à l'environnement à l'aide d'une isolation appropriée.

1-2- Conséquences : L'isolation du bâti ancien doit suivre des modalités spécifiques et différentes de celles préconisées pour le bâti moderne. **Deux règles à suivre impérativement** :

- 1/ ne pas fermer les murs et donc employer des matériaux respirants ;
- 2/ Adapter les dispositifs isolants à l'exposition des murs.

NB : nous n'abordons pas ici la question de l'isolation par l'extérieur. Disons seulement que si elle est choisie, elle doit respecter la valeur architecturale des façades anciennes et donc être réservée aux façades sans caractère.

2- Les doublages isolants :

Mentionnés pour mémoire. Ils sont à réserver aux murs exposés au nord ou aux intempéries. Pour respecter la respiration des murs, les matériaux de doublage doivent être respirants : liège, contre-cloison en béton cellulaire avec remplissage en isolants respirants (liège en vrac, ouate de cellulose, laine de bois...). Le Fermacell ou le placoplâtre sont également respirant mais gèrent mal l'humidité et sont peu compatibles avec les enduits à la terre (M. Cerro, T. Baruch, p. 53).

A noter que le doublage ne permet plus de profiter de l'inertie des murs.

3 - Les enduits « correcteurs d'isolation » : principes

- Des enduits isolants ? A proprement parler, non car ils sont trop peu épais. Ils fonctionnent comme des « correcteurs thermiques » ou mieux comme des « régulateurs thermiques » (M. Cerro, T. Baruch, p. 84) par leurs deux actions : améliorer la régulation hygroscopique des murs ; éviter l'effet de paroi froide des maçonneries anciennes. Ainsi ils augmentent fortement le confort thermique tout en assurant la salubrité de l'atmosphère intérieure.

- Plusieurs formules possibles d'enduits correcteurs thermiques

Notes personnelles

toutes fondées sur l'association d'un liant (chaux et/ou terre) et d'un isolant végétal ou minéral : chanvre, liège en vrac, pouzzolane, billes d'argile, lavande, copeaux, paille etc.

- Préconisations générales :

1 – Eviter les murs humides car les fibres végétales finiraient par pourrir : donc traiter les soubassements avec des matériaux résistant à l'eau : liège, brique de terre cuite, béton cellulaire, pierres, pouzzolane ...

2 – En extérieur : imperméabiliser par un enduit à la chaux (CL 90 ou NHL 2) pour éviter la désagrégation de la terre.

4 - Les enduits terre / paille et terre / paille allégé :

- Avantages :

1/ coût faible : environ 2 € / botte pour la paille ; la terre : au fond du jardin ; le sable : environ 30 € / tonne ; la chaux : environ 9 € / sac de 25 kg.

2/ mise en œuvre facile : à la main pour les enduits. On peut faire en une passe un enduit terre/paille de 4 à 5 cm d'épaisseur sans difficulté

- Formulation : avec ou sans chaux

1° formule : sans chaux pour un enduit terre – paille

- 2,5 vol. de sable
- 2,5 vol. de paille non tassée coupée en brins d'au moins 10 cm de long
- 2,5 vol. de terre argileuse à 30% non tamisée mais débarrassée des gros cailloux

2° formule : sans chaux pour un enduit terre – paille allégé :

Il faut introduire plus de paille et moins de sable en jouant sur les proportions à son gré mais en respectant les proportions entre la somme des agrégats (sable + paille) et le liant, soit 2 pour 1.

Exemple : 1 vol. de sable et 4 de paille ou 1,5 vol. de sable et 3,5 de paille (soit 5 vol.) pour 2,5 vol. de terre

3° formule : avec chaux pour les 2 types d'enduit :

La chaux est indispensable en cas d'insuffisance d'argile dans la terre qu'elle compense. Elle est aussi un moyen de stabiliser la terre pour rendre l'enduit plus solide ou pour chasser les bactéries, champignons et radicules. On utilise de la CL 90 en remplaçant la terre par de la chaux dans les proportions souhaitées, selon le taux d'argile de la terre.

- Matériel et mise en œuvre : voir M. Cerro et T. Baruch, pp. 89-94

VI –LES ENDUITS DE FINITION

Les proportions valent pour le recouvrement des 2 types d'enduit à la terre, fibrés ou pas.

- **Epaisseur** : maximum 0,7 cm

- **Composition** : sable fin (0-2 ou 0-0) + terre. On peut ajouter des fibres végétales fines (paillettes de lin, de blé, de chanvre etc) pour limiter les fissures et pour l'esthétique.

- **Dosage** : liant réduit (5 vol. de sable pour 2 de terre à 30% d'argile). Dans le cas d'autres taux d'argile, les formulations changent en fonction des échantillons réalisés.

- **Coloration** : dans la masse par la couleur de la terre – sur la

Notes personnelles

surface par l'application d'un lait de chaux.

- **Finition** : par divers outils : lisseuse, taloche plastique ou éponge, balai etc. « Avec les enduits terre, il y a toujours une grande place pour la créativité » (Cerro, Baruch, p. 70)

VI – OÙ TROUVER DE LA TERRE DANS L'YONNE ?

Si la terre de votre jardin ne convient pas, voici quelques adresses :

- 4 carrières d'argile :
 - Ciments Lafarge : à Yrouerre et à St Florentin
 - Wieneberger : à Pontigny et à Venouse
- 1 magasin pour des enduits à la terre : Isolnaturel à Appoigny - 66 Route d'Auxerre 89380 Appoigny - 03 86 53 12 74 site : <http://www.isol-naturel.com>
- 1 fabricant français de terre : AKTerre – ZI des Monts du matin – 100 rue des Lauriers – 26730 Eymeux – tel. 04 75 48 57 23 – site : [www .akterre.com](http://www.akterre.com)
- Terre cuite avallonnaise - Yves Lairaudat - Chemin de la Tuilerie 89200 Lucy-Le-Bois - 03 86 31 07 71 - Tuile pilée en 5 couleurs (blanc, beige, rose, rouge, noir) et en granulométrie à la demande)
- Pensez à appeler les terrassiers proches de chez vous : ils connaissent les différentes terres qu'ils terrassent et peuvent vous indiquer les lieux argileux.

ÉLÉMENTS DE BIBLIOGRAPHIE

Cerro Monique, Baruch Thierry, *Enduits terre et leur décor. Mode d'emploi*, Paris, Editions Eyrolles, 2010, 142 p.

Fontaine Laetitia et Anger Romain. *Bâtir en terre. Du grain de sable à l'architecture*, Paris, Editions Belin / Cité des Sciences et de l'industrie, 2009, 223 p.

Commission départementale de la Nature, des Sites et des Paysages *Schéma départemental des Carrières de l'Yonne - 2012-2012*, Rapport, version 29/11/2012, Préfecture de l'Yonne, 149 p.

Oliva Jean-Pierre, Courgey Samuel, *L'isolation écologique : conception, matériaux, mise en œuvre*, Editions Terre vivante, nouvelle édition 2009, 256 p.

Moréteau Sylvain, *Enduits de terre crue*, Editions Terre vivante, 2012, 190 p.

Weismann Adam et Bryce Katy, *Enduits & peintures naturels à base de chaux ou de terre*, Editions La plage, 2009, 260 p.

Notes personnelles