

AGILES ARGILES

BÂTIR EN TERRE CRUE



Terre argileuse
d'île de France

©Victoria Uribe

EXPOSITION



Collectif francilien
de la terre crue

COLLECTIF FRANCILIEN DE LA TERRE CRUE

L'Île-de-France n'est pas parmi les nombreux territoires français où l'on connaît un patrimoine bâti en terre crue, à la différence des régions aujourd'hui représentées dans la Confédération de la construction en terre crue. Néanmoins, plusieurs acteurs franciliens ont construit en terre crue depuis plusieurs années (adobes et enduits principalement), le plus souvent dans le cadre de chantiers de réinsertion et de chantiers formation.

Plus récemment, des entreprises de maçonnerie conventionnelle se saisissent avec succès au gré des chantiers de différentes techniques de la terre crue.

Si, il y a quelques années, un local annexe réalisé en terre crue dans la cour d'un immeuble collectif était un grand pas en avant, on connaît aujourd'hui plusieurs écoles, crèches et habitations de plusieurs niveaux employant la terre crue du parement au matériau structurel.

En pleine croissance de cet intérêt professionnel pour la terre crue, en 2021, afin de réunir les acteurs d'un même bassin autour de la construction en terre crue, le Collectif francilien de la terre crue s'inscrit dans la lignée du « nouveau B.T.P. » — bois, terre crue, paille.

En ce sens, les membres bénévoles qui le composent s'attachent quotidiennement à oeuvrer dans la valorisation des savoirs faire et de l'artisanat des matériaux biosourcés et géosourcés en circuit court, issus de l'économie circulaire, faiblement transformés, réversibles, sains et conviviaux. L'action sociale tient une place d'honneur, le Collectif préserve la transmission par le geste de la culture constructive de la terre crue et des actions de sensibilisation et communication.

Être collectif formalise une dynamique de territoire visant à structurer la filière francilienne des acteurs de la terre crue, à l'échelle locale toutes disciplines confondues. Membre de la Confédération de la construction en terre crue, le collectif s'emploie à y représenter le tissu des actions régionales tout en conservant l'échelle humaine dans sa démarche.



**Collectif francilien
de la terre crue**

membre de la **Confédération
terre crue**

avec la complicité



une exposition accueillie en 2023 par

LES ARCHITECTEURS® Galerie de la **PERMARCHITECTURE**

AGILES ARGILES

BÂTIR EN TERRE CRUE

*Une exposition montée par le Collectif Francilien de la Terre Crue
accueillie en premier lieu à la Galerie de la Permarchitecture
du 13 octobre 2023 au 6 février 2024*

PRÉSENTATION

Début 2022, des panneaux publicitaires parisiens s'habillaient d'affiches annonçant l'exposition TerraFibra au Pavillon de l'Arsenal, qui présentait les 40 projets finalistes du 3e prix international de la construction en terre crue et fibres végétales. Rarement avait-on vu la terre crue ainsi à l'honneur auprès du grand public.

Aujourd'hui, elle est de retour en public avec l'exposition « **Agiles argiles — Bâtir en terre crue** », qui réunit tous les nombreux aspects qui font la construction en terre crue aujourd'hui.

Pourquoi bâtir en terre crue ?

Connue et maîtrisée sur l'ensemble des territoires de la planète, l'architecture de terre crue a été camouflée dans nos villes et nos campagnes derrière enduits et autres revêtements au cours des cinquante dernières années.

A l'heure où nos ressources se comptent, où la nécessité de la sobriété carbone s'impose, la terre crue offre cette redécouverte dans l'expression du geste, dans la recherche de matériaux naturels, dans les lignes et le dessin de nos architectures. Nous redécouvrons ensemble qu'il est possible de construire des édifices pérennes grâce à l'argile comme seul liant.

En Ile de France, la construction en terre crue apporte de surcroît une réponse indispensable à l'immense défi de valorisation des terres d'excavation.

Louée pour **ses qualités intrinsèques thermique, acoustique, esthétique**, répondant aux enjeux actuels, la terre crue est aussi une **histoire patrimoniale et contemporaine**, une histoire de **transmission de savoir-faire** entre les générations et les pays, et une histoire propre à nos sols, notre environnement immédiat.

Ces récits se lient tous dans nos murs habités. Encore faut-il savoir la mettre en oeuvre, la disposer à bon escient et penser ensemble nos nouvelles architectures ! Plusieurs millénaires d'architecture vernaculaire & plusieurs décennies d'architecture contemporaine nous renseignent aujourd'hui.

Panorama des connaissances actuelles au sujet de la terre crue, l'espace habité par le Collectif convoque les sens, le beau, le surprenant en y mêlant la **présentation de réalisations et de mises en oeuvre, sources d'inspiration, détails techniques et maquettes de matières à échelle 1.**

Toucher est bienvenu !

L'espace ainsi investi vous invite à vous saisir de ces problématiques et à explorer les connaissances autour de la construction en terre crue aujourd'hui. **Agile, l'argile qui bâtit notre futur !**

Découvrez, avec la technique de la **bauge**, la terre crue façonnée ; avec celle du **pisé**, la terre crue damée ; avec celle du **torchis** et la **terre allégée**, la terre crue en remplissage et isolante ; avec les **briques, blocs** et autres **carreaux**, la terre crue moulée ; avec les **enduits**, la terre crue en parement...

Chaque processus comporte par nature ou par choix plus ou moins de préfabrication, plus ou moins d'intervention sur chantier. Chaque technique propose plus ou moins de portance, plus ou moins de rôle de régulation hygro-thermique et isolation (thermique et phonique), plus ou moins d'aptitude à se présenter en parement.

Chaque chantier appelle plus ou moins de processus participatif, plus ou moins d'entreprises classiques.

La terre crue est mise en avant dans toute la diversité, technique et pratique, qu'elle offre à l'acte de bâtir.



Bauge



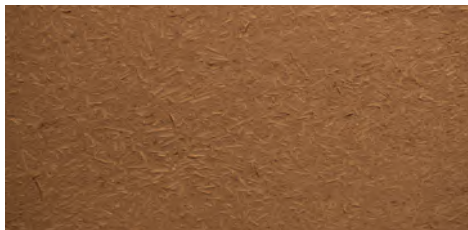
Pisé



Torchis



Adobes, Modules de brique



Enduit

FILIERES ET ANNUAIRES

En France, deux associations réunissent la filière au niveau national : l'AsTerre et la Confédération de la construction en terre crue (CCTC), rassemblant plusieurs associations régionales. Le Collectif Francilien de la Terre Crue est membre de cette dernière.

AsTerre et la Confédération publiaient collectivement en 2018 six guides des bonnes pratiques, première étape vers la normalisation des techniques artisanales de la terre crue.

Chacune de ces associations diffuse d'ailleurs un annuaire sur Internet des artisans et maîtres d'oeuvres compétents, auquel on peut utilement se référer.

asterre.org/les-pros-asterre La liste des professionnels membres de l'AsTerre recense près de 80 architectes, artisans, fabricants et formateurs dans l'Hexagone.



carto.frugalite.org La cartographie du mouvement pour une Frugalité heureuse et créative, un puissant annuaire participatif, dispose de catégories relatives à la terre crue.



FRUGALITÉ
HEUREUSE
& CRÉATIVE

LA CARTE

Une compilation de projets en terre crue, réunie par le Collectif Francilien de la Terre Crue

Découvrez dans cette carte des projets contemporains et des bâtiments anciens exaltant la grande diversité esthétique, architecturale et structurelle permise par la terre crue. Retrouvez toutes les informations sur chaque projet dans les fiches jointes, numérotées.

Connue et maîtrisée sur l'ensemble des territoires de la planète, l'architecture de terre crue a traversée les millénaires (pour les exemples les plus anciens au Moyen-Orient) et les siècles (en Europe...), dans un inébranlable et patient processus d'amélioration empirique continu.

Quel autre matériau peut se prévaloir d'une telle expérience accumulée sous la forme de savoir-faire transmis de génération en génération ?

Au XX^e siècle, les ouvrages en terre crue ont souvent été camouflés dans nos villes et nos campagnes derrière des enduits et isolants pétrochimiques, les plaçant dans des conditions non pérennes. Retrouver les bâtiments intacts, rénover ceux qui ont été dénaturés et apprendre les savoir-faire historiques, voilà les enjeux d'aujourd'hui !

Les projets recensés sur cette carte à caractère évolutif sont une infime représentation des projets bâtis en terre crue qui existent aujourd'hui sur notre territoire, autant habitat vernaculaire que projets récents.

Sources des projets mentionnés sur la carte

Les connaissances propres et le recensement du Collectif francilien de la terre crue, toujours en cours.

Le recensement par Topophile — l'amie des lieux, la revue des espaces heureux.

... ouvrages

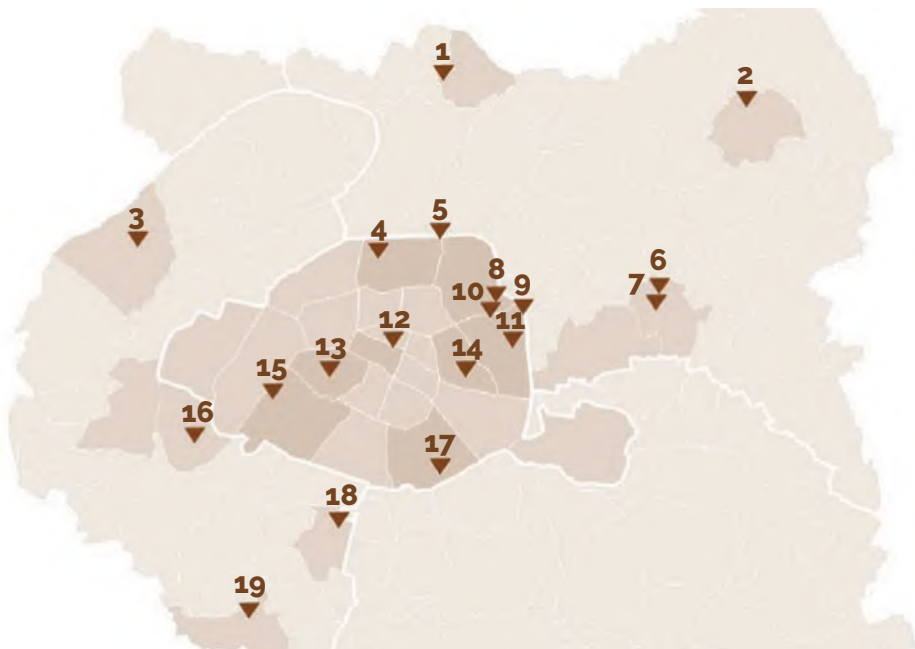
Jean Dethier. *Habiter la Terre : l'art de bâtir en terre crue : traditions, modernité et à venir*. Paris : Flammarion, 2019.

Dominique Gauzin-Müller. *Architecture en terre d'aujourd'hui*. Éd. aug. Plaisan: Museo éditions, 2018.

Dominique Gauzin-Müller et Aurélie Vissac, dir. *TerraFibra architectures*. Paris : Pavillon de l'Arsenal, 2021.

Roger Boltshauser. *Pisé — Rammed Earth: Tradition and Potential*. Zurich: Triest Verlag für Architektur, Design und Typografie, 2019.





Projets franciliens recensés (oct. 2023)

- 1** - La Ferme des possibles - Frédéric Denise – Archipel Zéro - Livré en 2020
- 2** - Cycle Terre - Serge Joly & Paul Emmanuel Loiret - Livré en 2022
- 3** - Ecole primaire Miriam Makeba - TOA architectes associés - Livré en 2019
- 4** - Cité Nollez - Déchelette Architecture - Livré en 2022
- 5** - Aire de repos temporaire - CRAFT X ICI! - Livré en 2021
- 6** - Centre de loisirs Jacques Chirac - Ville de Rosny-sous-Bois, Emmanuel Pezrès, Charlotte Picard - Livré en 2020
- 7** - Groupe scolaire Simone Veil - Ville de Rosny-sous-Bois, Emmanuel Pezrès, Charlotte Picard - Livré en 2021
- 8** - Bibliothèque James Baldwin - Philippe Madec - En cours
- 9** - Logements Frères Flavien - La - En cours
- 10** - Réhabilitation de La Grande Coco - La Grande Coco (association) - Livré en 2022
- 11** - Pavillon Le Vau - Atelier Senzu - Livré en 2023
- 12** - Boutique Avril - Atelier du Pont - Livré en 2019
- 13** - Crèche de l'Elysée - Régis Roudil - Livré en 2022
- 14** - Palais de la femme - Atelier d'architecture Terramano - Livré en 2022
- 15** - Annexe - Atelier d'architecture Terramano - Livré en 2022
- 16** - Logements Quatre Cheminées - Déchelette Architecture - En cours
- 17** - Petite fabrique - Nathalie Chazalette & Delphine Paillard - Livré en 2020
- 18** - Logements collectifs - TOA architectes associés - En cours
- 19** - Groupe scolaire - Samuel Delmas - En cours

LA TERRE CRUE ET LES ARGILES

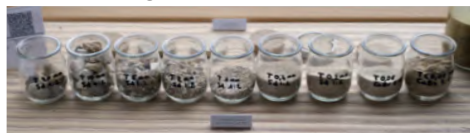
Lecture des Guides des Bonnes Pratiques

La terre crue, parfois nommée « **terre à bâtir** » ou « **terre à construire** », est un mélange naturel de diverses espèces minérales, soit différents argiles, différents limons, différents sables, différents graviers et cailloux qui forment sa structure granulaire. Le **liant** de ce mélange homogène en est exclusivement les **argiles**.

Les argiles confèrent au matériau terre crue ses propriétés de cohésion et de plasticité.

Des fibres végétales peuvent améliorer sa résistance à la traction dans le cadre d'un mélange hétérogène.

Matières minérales diverses en forme de plaquettes ou feuillets d'épaisseur autour d'1 nanomètre (très précisément : tridimensionnelles à l'échelle nanométrique), les argiles sont tout à la fois les **éléments les plus fins** contenus dans la terre à bâtir, ceux aux **comportements les plus divers** selon leur réactivité électrochimique avec les molécules d'eau et ceux **dont la maîtrise stimule tout le savoir-faire des artisans pour façonner la matière en un ouvrage**.



Granulométrie de terre francilienne de Cycle Terre, par composants séparés selon leurs tailles et caractéristiques (du plus large au plus fin) : cailloux, graviers, sables, silts et argiles



cailloux
entre 20cm
et 2cm



graviers
entre 2cm
et 2mm



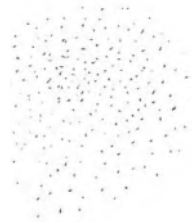
**sables gros
et moyens**
entre 2mm
et 1mm



sables fins
entre 1mm
et 60 µm



silts
entre 60 µm
et 2 µm



argiles
au-dessous
de 2 µm



Suspendus en vitrine : tamis afin de formaliser un mélange adéquat & truelle dédiée à la maçonnerie de terre crue



Terre argileuse d'Ile de France à l'état brut de la matière, sans transformation



Test dit «de sédimentation» visant à connaître la composition d'une portion choisie de terre par dépôt dans un bocal rempli d'eau



Test dit «de la pastille» sur différentes terres, indiquant le retrait au séchage, propre à la terre employée

PROJETS & PROTOTYPES ECH. 1

En parallèle, réalisations et techniques constructives mises en oeuvre à l'échelle 1

Afin de montrer la matière dans son état façonné et les projets qui en bénéficient, chaque technique identifiées dans «*Les Guides des Bonnes Pratiques*», le pisé, la bauge, les adobes, le torchis et les enduits, sont illustrées de projets réhabilités ou contemporains accompagnés d'un prototype mis en oeuvre dans l'espace de la galerie par des artisans, membres du Collectif Francilien de la Terre Crue.

PISE_ projets neufs

- 1** - Salle polyvalente - Jacky Jeannet & Pascal Scarato architectes - Livré en 1993
- 2** - L'Orangerie - Clément Vergely Architectes - Livré en 2021
- 3** - Crèche de l'Elysée - Régis Roudil - Livré en 2022

BAUGE_ projets réhabilité et neuf

- 4** - Corps de ferme - Pollet Pinet architectes, Charlotte Duvernoy architecte du patrimoine - En cours
- 5** - Bureaux - Atelier alp - Amélie Le Paih - Livré en 2017

ADOBES_ projets réhabilité et neufs

- 6** - Cabinet de kinésithérapeute - Sébastien Ganéo architecte, Jean Thuriès - Livré en 2017



Localisation des projets choisis à l'échelle de la France métropolitaine

- 7** - Abri à vélo - Recherche Innovation de la mairie de Rosny-sous-Bois - Livré en 2021
- 8** - La Ferme des possibles - Frédéric Denise - Archipel Zéro - Livré en 2020

TORCHIS_ projet réhabilité

- 9** - Halle médiévale - W architecture - Livré en 2013

ENDUIT_ projets réhabilité et neuf

- 10** - Réhabilitation de La Grande Coco - La Grande Coco (association) - Livré en 2022
- 11** - La cave de l'oeuf - Atelier Zéro Carbone Architectes, Marine Jacques-Leflaive & Emmanuel Dupont - Livré en 2011

PISE

Lecture des Guides des Bonnes Pratiques

Définition

Terre à bâtir préparée à l'état peu humide et damée en couches successives au sein de coffrages.

Composition du matériau pisé

Terre peu humide, sans ajout d'éléments végétaux, parfois tamisée et /ou amendée en graviers.

Mise en œuvre traditionnelle du pisé

La terre est versée par couches de hauteur régulière (10-15 cm) dans un coffrage rigide et stable de dimensions variables ; un compactage dynamique régulier, ou damage, est exercé à l'aide d'un outil manuel ou mécanique.

Mise en œuvre contemporaine du pisé

Peu différente de la méthode traditionnelle, sauf par la taille et le matériau des banches, par l'emploi d'outils mécaniques (pisoir pneumatique) et par des procédés de préfabrication d'éléments de pisé (à maçonner au moyen d'un mortier de même nature). Se référer au Guide des Bonnes Pratiques « Pisé ».

Terre damée

Technique dérivée du pisé pour la réalisation de revêtements (de sol) : damée par couches successives de moindre épaisseur que celui-ci, elle nécessite un soin particulier de la dernière couche pour combler les micro-fissures dues au séchage. Reçoit systématiquement un additif par imprégnation en finition pour en réduire l'hygroscopicité et permettre l'usage en sol : huile de lin, cire de carnauba...

Ne pas confondre : la plupart des produits du commerce pour des « sols en terre » contiennent de la chaux et du gypse et ne sont donc pas de la terre crue.



Mise en œuvre traditionnelle du pisé

© Arnaud Misse



Terre à piser prête à l'emploi de Cycle Terre formulée avec les terres d'excavation du Grand Paris.



Mise en oeuvre de la matière «terre» à la force du pisoir manuel dans un coffrage

Terre pisée pour l'exposition par les artisans des Grands Moyens Construction et le Collectif



Prototype de pisé - Fabriqué par Les Grands Moyens Construction (Kevin) et le Collectif francilien de la terre crue (Anna-Laura).

Salle polyvalente

Lieu Saint-André-le -Coq (63)

Année Livraison 1993

MOA Mairie de Saint-André-le -Coq

MOE Jacky Jeannet & Pascal

Scarato architectes

Bureau de contrôle -

SPS -

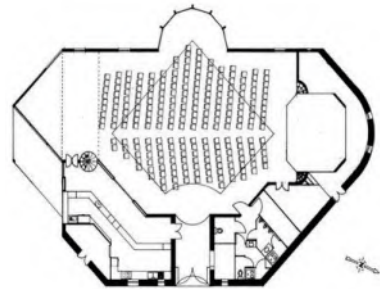
Entreprises "Pisé terre
d'avenir" aujourd'hui Abiterre

Programme Centre
de Loisir - Salle polyvalente

Surface 412 m² SHON +
150 m² de sous-sol

Techniques Pisé

Coût global 1 300 000F soit 200 000€



1 © Abiterre - Mur trombe

2 © Abiterre - Plan de la salle des fêtes

3 © Jacky Jeannet architecte - Entrée de la
salle des fêtes

4 © Jacky Jeannet architecte - Mur en pisé
courbe

L'orangerie

Lieu Lyon (69)

Année 2015 - livraison 2021

MOA OGIC Promotion Lyon

MOE Clément Vergely
Architectes (architectes),
Diener & Diener Architekten (architectes),
Michel Desvigne (paysagiste), Scoping
(BET fluides), Batiserf (BET Structure),
Étamine (BET QEB, innovation
performance énergétique)

**Bureau de contrôle -
SPS -**

Entreprises Le Pisé - Nicolas
Meunier , Fontanel

Programme Immeuble de bureaux,
181 logements, commerces/
crèche, conception paysagère

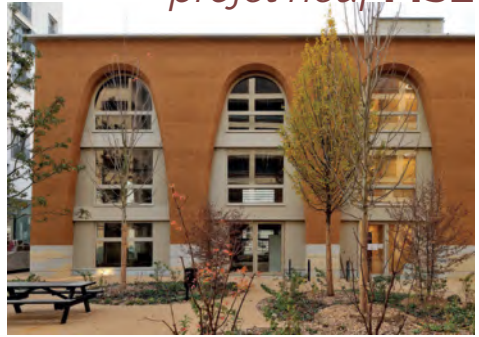
Surface 12 040 m² SDP

Techniques Pisé préfabriqué
(structurel), planchers en bois
de sapin, soubassement en pierres,
fondations béton armé

Coût global 20,6 M€

1 © Studio Erick Sallet - Façade sur cour
2 © Clément Vergély Architectes - Pose des
blocs de pisé préfabriqué
3 © Clément Vergély Architectes - Stockage
et séchage des blocs de pisé préfabriqué

1



2



3



Crèche de l'Elysée

Lieu Paris 07 (75)

Année Livraison 2022

MOA Présidence de la République

MOE Régis Roudil (architecte), B52 (BE thermique et fluides), Concilium IP, ECO+ (BE), EODD (BE transition écologique), Vessiere (BE structure enveloppe), Viasonora (BE acoustique)

Bureau de contrôle -

SPS Alpes Contrôles

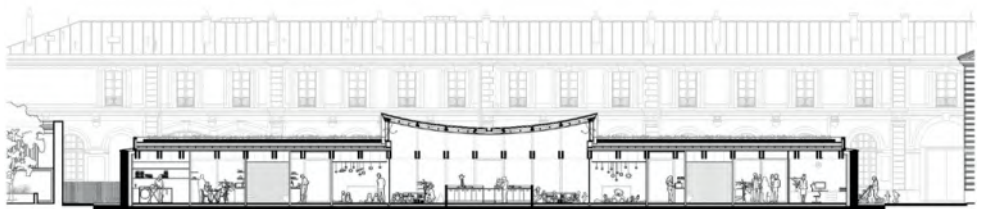
Entreprises Atelier KARA - Timur Ersen (Pisé)

Programme Crèche multi-accueil collectif 24 berceaux

Surface 308 m²

Techniques Pisé non stabilisé (fournisseur terre : briqueterie Dewulf), charpente bois, finition sol en liège et résine

Coût global -



1 © 11h45 Florent Michel - Lits de chaux sur les angles des murs et entre chaque levée de pisé

2 © Régis Roudil architecte - Montage des murs en pisé dans leur coffrage

3 © Régis Roudil architecte - Coupe longitudinale sur le projet

BAUGE

Lecture des Guides des Bonnes Pratiques

Définition

Terre à bâtir préparée à l'état plastique en mottes, ensuite empilées directement en place, en plusieurs levées, pour constituer un mur. Il y a de nombreux termes régionaux, en France et de par le monde.

Éviter

Les termes terre façonnée ou terre modelée ne sont pas retenus, car ils pourraient s'appliquer aussi aux briques crues.

Composition de la bauge

Mélange terre et eau, auquel on ajoute souvent un élément végétal. Traditionnellement pétrié aux pieds (humains ou animaux). Les mottes sont de taille variable. La bauge n'emploie pas de mortier.

Mise en œuvre traditionnelle de la bauge

La terre est mise en œuvre à l'état plastique. Les mottes sont lancées à la main, à la fourche, au croc ou à la pelle et empilées d'un geste décidé créant la liaison jointive avec les mottes précédentes. Les parois sont retravaillées au cours du séchage afin de dresser éventuellement le mur et lui donner son état de surface final : battage à la trique, rectification avec un outil tranchant, polissage... La hauteur des levées varie de 10 à 80 cm.

Résultat final

Selon le degré de plasticité du mélange, les mottes soit se fondent en une masse homogène, soit restent individualisées et visibles.

Mise en œuvre contemporaine de la bauge

Peu différente de la méthode traditionnelle, sauf par l'emploi de machines. Se référer au Guide des Bonnes Pratiques « Bauge ».

Bauge coffrée

La terre est empilée dans un coffrage perdu (formant partie de l'ouvrage) ou non (retiré après quelques jours de séchage). Technique moins fréquente, parfois utilisée pour éviter d'avoir à retailer les parements.



Mise en œuvre traditionnelle de la bauge

© Arnaud Misse



Échantillon de petite dimension de bauge, réalisé par de Terramano, chargé en paille

Exemple de mise en oeuvre de la bauge à la gare de Dinan - Atelier alp



Corps de ferme

Lieu Boutigny-Prouais (28)

Année Études en cours -
livraison prévue en 2025

MOA Privée

MOE Pollet Pinet architectes,
Charlotte Duvernoy architecte
du patrimoine

Bureau de contrôle -
SPS -
Entreprises -

Programme Réhabilitation
d'un corps de ferme - Habitat

Surface 880 m²

Techniques Bauge restaurée

Coût global -



1



2



3



4

1 - Vue du mur d'enceinte purgé
2 & 3 - Vue intérieure pendant et après purge
4 - Photo ancienne du corps de ferme
© Pollet Pinet Architectes & C.Duvernoy
Architecte du patrimoine

Bureaux

Lieu Saint-Germain-sur-Ille (35)

Année 2014 - 2017 (livraison)

MOA Privée

MOE Atelier alp - Amélie Le Pailh

Bureau de contrôle -

SPS -

Entreprises EIRL Terre Crue - Ghislain

Maetz, Charpente COUËt Horbowa -

Guillaume Horbowa

Programme Bureaux et atelier

Surface 80 m² (bureaux)

Techniques Murs périphériques en bauge, murs intérieurs en torchis, charpente bois, isolation des rampants en paille, enduits, plancher hourdis adobes

Coût global -

4



1 © Atelier alp - Façade extérieure

2 © Atelier alp - Mise en oeuvre de la bauge coffrée

3 © Atelier alp - Montage des murs en bauge

4 © Line Weislo - Illustration du projet

1



2



3



LES BRIQUES

Lecture des Guides des Bonnes Pratiques

Définition

Éléments modulaires de tailles diverses, moulés ou façonnés, dont le liant est l'argile. Mélange de terre à bâtir très argileuse, d'eau, avec parfois des fibres végétales. Ils sont séchés avant d'être maçonnés avec un mortier dont le liant est également l'argile.

Développement

Les adobes ou briques de terre crue sont des éléments modulaires mis à sécher avant de les maçonner au mortier. Suivant les contextes on emploie le terme d'adobe, de brique ou de bloc : l'adobe ou brique peut se tenir dans une main tandis qu'un bloc nécessite les deux mains.

Les adobes ou briques de terre crue relèvent de différents procédés de fabrication : elles peuvent être taillées, découpées, modelées, moulées, compressées. Ne sont abordés ici que les procédés les plus couramment utilisés aujourd'hui. Le terme adobe, souvent utilisé pour les briques de terre crue, n'est cependant pas un terme générique pour toutes les techniques de fabrications.

En règle générale, la terre à bâtir utilisée pour fabriquer le mortier est la même que celle utilisée pour produire les briques. Elle peut aussi être moins argileuse et donc éventuellement dégraissée pour limiter son retrait au séchage.

Brique de terre moulée

Brique de terre crue obtenue par moulage, en général manuel, de terre crue peu argileuse à très argileuse, d'eau, parfois additionnée de fibres. Cette brique de terre crue est façonnée à partir d'un moule. Celui-ci, parallélépipédique, est généralement sans fond ; la terre à bâtir y est introduite le plus souvent à la main, voire jetée, puis tassée, arasée et démoulée en soulevant le cadre, puis mise à sécher – de préférence à l'ombre ou sous abri – d'abord à plat, puis de chant ou en oblique.

Les briques de terre crue moulées présentent une grande variété de forme et de dimensions à travers les époques et les régions du monde, pour des raisons techniques et culturelles. Elles cohabitent souvent avec les briques modelées et le pisé. Elles peuvent aussi constituer une évolution des briques modelées et ensuite les remplacer.

Bloc de terre comprimée ou bloc de terre compressée

Bloc de terre crue obtenue par compression statique ou dynamique du matériau de construction en terre crue, en général à l'aide d'une presse. Les termes comprimée et compressée se retrouvent dans la littérature et ont ici la même signification.



Mise en oeuvre traditionnelle des adobes © Arnaud Misse

Briques de terre extrudée

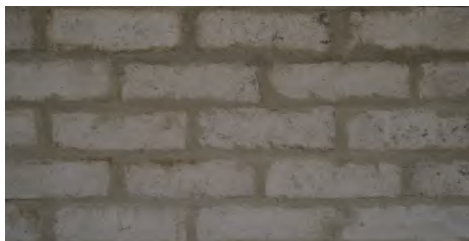
La terre crue, à l'état plastique, est poussée à travers une filière, généralement sous vide, puis coupée en sortie. Il s'agit d'un processus industriel très proche de celui utilisé pour la production traditionnelle de briques de terre cuite, sans procéder à la cuisson.



Prototypes de Blocs de Terre Comprimés (BTC) de Cycle Terre



Prototypé de brique de terre crue extrudée de la briqueterie Dewulf



Prototypé de maçonnerie d'adobe en cloisonnement - Fabriqué par le Collectif francilien de la terre crue (Maude, Antonin). Adobes données par la Ville de Rosny-Sous-Bois, fabriquées en chantier participatif à l'aide d'un moule en bois.



Moule d'adobe et adobes réalisées en chantier participatif

Cabinet de kinésithérapie

Lieu Castelnau-Magnoac (65)

Année Livraison 2017

MOA Communauté
de Communes du Magnoac

MOE Sébastien Ganéo
architecte, Jean Thuriès

**Bureau de contrôle -
SPS -**

Entreprises RAH Inventerre
SCOP - Alain Marcom

Programme Cabinet de kinésithérapie
Surface -

Techniques Réhabilitation
d'adobes posées en damier

Coût global 360 000 €



- 1 - Vue d'ensemble avant restauration
 - 2 - Détail sur les adobes altérées avant restauration
 - 3 - Vues d'ensemble après restauration
 - 4 - Détail de restauration de la pose en damier des adobes, intercalées de motifs de galets
- © Mairie de Castelnau-Magnoac

Abri à vélos

Lieu Rosny-sous-Bois (93)

Année Livraison 2021

MOA Direction de l'Éducation
et de la Petite Enfance de la mairie
de Rosny-sous-Bois

MOE Recherche Innovation
de la mairie de Rosny-sous-Bois

**Bureau de contrôle -
SPS -**

Entreprises Le Palais de la Femme
(maçonnerie terre crue encadrée par
Frédérique Jonnard), Le charpentier
volant, Depuis 1920, Nasu Renov, NGE
Fondations, Fermetures Moratin

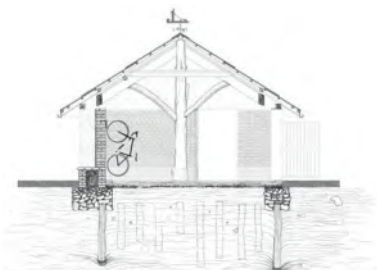
Programme Local de stockage
de jeux extérieurs

Surface 18 m²

Techniques Adobes, enduits terre
cru et chaux, briques de terre cuite,
charpente assemblage bois-bois,
fondations cyclopéennes, pieux en bois
de robinier, bardeaux de châtaignier

Coût global -

- 1 - Finition extérieure en enduits de terre
 - 2 - Mise en oeuvre des briques d'adobes
 - 3 - Coupe sur l'abri : fondations sèches,
soubassement en brique de terre cuite, murs
en adobes et charpente traditionnelle
 - 4 - Maçonnes terre crue
- © Ville de Rosny-sous-Bois



Ferme des possibles

Lieu Stains (93)

Année Livraison 2020

MOA Coopérative Novaedia

MOE Archipel Zéro - Frédéric Denise (architecte), Bellastock (BEt réemploi de matériaux), Veritas

Bureau de contrôle SOCOTEC

SPS -

Entreprises Colas, Sylva Métal, Bois2bout, Depuis 1920, Réavie, Cesbron-Dalkia Froid Solutions, Rainbow Ecosystem, Portelec, RenovConsulting, AF Rénovation, Labo Conseil, 3C, S2A, Gaillat

Programme Construction d'une ferme urbaine

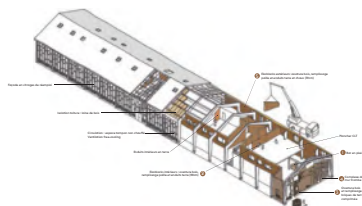
Surface 1 880 m²

Techniques BTC (réemploi du festival Bellastock), murs préfabriqués en caisson de bois remplis de paille et pré-enduits à la terre crue, menuiseries de réemploi

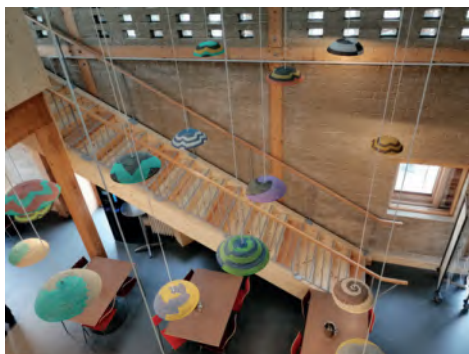
Coût global 4 100 000 € HT



1



2



3



4

- 1 - Mise en oeuvre des BTC
 - 2 - Techniques mises en oeuvre
 - 3 - Mur à ossature bois et remplissage BTC
 - 4 - Mur enduit intérieur
- © Archipel zéro

TORCHIS

Lecture des Guides des Bonnes Pratiques -

Définition

Le terme torchis désigne les multiples techniques qui combinent terre à bâtir, fibres végétales et eau sur un support de fixation, généralement en bois et vanneries.

Développement

La technique du torchis se définit comme un complexe de matériaux solidaires associant terre à bâtir, fibres végétales et eau, fixé sur des supports. Le support, en bois et /ou en fibres végétales, sur lequel on pose le mélange, réduit en les subdivisant les intervalles de la structure porteuse à laquelle il est relié ; le mélange vient en remplissage/garnissage (hourdis) de cette structure porteuse.

Composition du mélange torchis

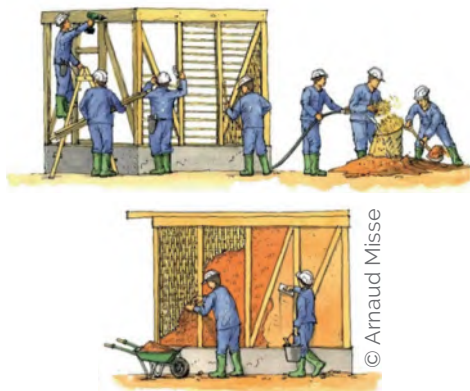
Toute terre à bâtir, peu ou très argileuse (de maigre à grasse), convient à la confection de torchis. La terre est mélangée à de l'eau pour atteindre un état variant de plastique à visqueux ou de barbotine, épaisse à liquide en fonction des objectifs de mélange et de performance à atteindre. L'adjonction de fibres végétales à la terre à torchis joue le rôle d'armature interne au mélange, limite les phénomènes de fissuration des terres argileuses et modifie le comportement thermique du matériau si les quantités sont très importantes.

Mise en œuvre traditionnelle du torchis

Les supports, généralement en bois et parfois complétés de fibres et d'autres liens végétaux, se fixent entre ou sur les montants, traverses et pièces obliques, de la structure porteuse. Le matériau torchis est ensuite posé solidairement avec les supports. Il y a une grande variété de techniques de pose. Il existe une étroite corrélation entre le support, la longueur des fibres utilisées en mélange et la technique de pose. La pose se fait à la main ou avec un outil de maçon (truelle, taloche) ou une fourche.

Mise en œuvre contemporaine du torchis

Le malaxage du matériau torchis peut aussi se faire avec des machines.



Mise en oeuvre traditionnelle du torchis



Prototype de torchis - Fabriqué par Landfabrik, le Charpentier Volant et Sophie Popot.
Support à claire-voie en Bakuda de réemploi de la Grande Coco et Cornouiller Normand. Lattes et torches préparées avec un mélange de terre francilienne (Villennes-sur-Seine) et de foin.



1



2



3

Mise en oeuvre du torchis au cour d'un chantier participatif, automne 2023

1 - © Chavdar Chenkov

2 - © LandFabrik

3 - © Coulibaly Nangbo

Halle médiévale

Lieu Grenade (31)

Année 2011 - Livraison 2013

MOA Conseil général de L'Essonne

MOE W architecture

Bureau de contrôle -

SPS -

Entreprises Entreprise : ATT
(Atelier Terres et Traditions)

Programme Restauration de la halle
de marché construite entre 1582 et 1593

Surface 1 800 m²

Techniques Restauration
de la charpente de trois étages
par un remplissage en torchis.
Piliers en briques de terre cuite

Coût global -



1 - Vue d'ensemble de la restauration
du torchis

2 - Embrasure des baies

3 - Détail du torchis dans un pan de bois

© Ville de Grenade

LA TERRE ALLEGÉE

Lecture des Guides des Bonnes Pratiques

Définition

Mélange de terre à bâtir argileuse de consistance liquide, enrobant des fibres végétales ou granulats végétaux ou minéraux. Technique de remplissage non porteuse mise en place autour d'une structure porteuse.

Développement

Procédé non porteur, composé d'une matrice argileuse de consistance liquide, enrobant des fibres végétales des granulats végétaux ou minéraux, ayant généralement une densité sèche à l'état posé de 200 à 1200 kg/m³, mise en œuvre à l'état humide (coffrage perdu ou non, application manuelle ou projection mécanisée) ou sec (préfabrication). C'est une technique d'isolation thermique et phonique, non porteuse. Toute terre argileuse peut être utilisée, mais plus la terre est cohésive (fonction de la quantité et de la nature des argiles), plus il est possible d'obtenir un mélange léger ayant des performances mécaniques (autoportantes) satisfaisantes. Différents types de fibres peuvent être utilisés, le plus souvent paille ou chanvre ; mais aussi copeaux ou sciure de bois, roseaux, etc. Il est nécessaire d'indiquer pour un ouvrage exécuté : le type de fibre ou granulats employés, le mode de pose (projection, compactage, préfabrication), la densité sèche mise en œuvre.

Le mélange terre allégée est mis en œuvre en remplissage pour la construction de murs, cloisons, planchers, ou rampants de toiture, en neuf et en rénovation. L'épaisseur des éléments varie de 5 à 40 cm en fonction du type de mise en œuvre (coffré en place ou préfabriqué), de l'élément de construction et du climat.

Mise en œuvre de la terre allégée

La terre allégée peut être mise en œuvre par voie humide ou voie sèche, à l'intérieur d'une structure porteuse.

Mise en œuvre humide

Le mélange est coffré entre des panneaux ; le coffrage peut être perdu ou non. L'application est manuelle à la truelle ou par projection mécanisée. La durée de séchage varie en fonction des conditions climatiques et en particulier en fonction de la quantité de ventilation du local où a eu lieu la pose ; plusieurs mois peuvent être nécessaires.

Mise en œuvre sèche

Il s'agit de blocs et panneaux, préfabriqués avec le mélange de terre allégée. Ils sont assemblés avec ou sans mortier (barbotine d'argile seule et /ou mortier de terre crue).



Détail sur terre allégée - Ferme des Quat'Saisons - ABA & Eskaapi

ENDUIT

Lecture des Guides des Bonnes Pratiques

Définition

Mélange visqueux à base de terre crue avec lequel on recouvre une surface, en un parement uniforme et plan.

Développement

Mélange à l'état visqueux à base de terre crue avec lequel on recouvre une surface (mur, plafond, coupole, ...) intérieure ou extérieure pour lui donner un parement uniforme et plan. Ses caractéristiques et fonctions sont de protéger la surface de l'usure et des intempéries et de participer à l'esthétique de cette surface. En forte épaisseur, il a également un rôle de régulation hygrométrique et hygrothermique. L'adjonction de liants hydrauliques ou tout autre produit chimique est proscrite. Depuis des millénaires, des éléments naturels, d'origine animale ou végétale, sont parfois ajoutés au liant argile. Ils améliorent, selon les conditions de mise en œuvre, les propriétés mécaniques, la protection aux intempéries et la durabilité des enduits de terre crue.

Mise en œuvre

L'enduit de terre crue peut être appliqué en une ou plusieurs couches, d'épaisseurs déterminées et n'atteint ses propriétés définitives qu'une fois posé et séché. Il peut s'appliquer manuellement ou par projection mécanique. Les moyens d'application doivent garantir une régularité d'épaisseur (dressage de la surface). L'aspect final est différent selon le mode de finition ; il peut être brossé, taloché, serré, lissé, stuqué. La durée de séchage dépend du support, des conditions atmosphériques, de la proportion et du type d'argiles et de l'épaisseur de l'enduit. Les ouvrages d'enduit de terre crue sont réalisés dans des conditions qui garantissent l'absence de risque de gel durant le séchage.



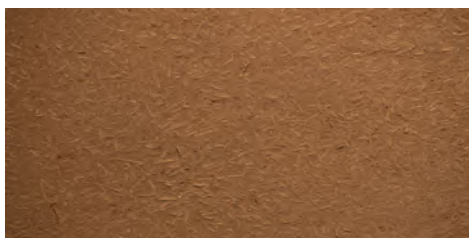
Mise en oeuvre d'un mur d'enduit au sein de la galerie



Mélanges, chargés de fibre, destinés à la pose d'enduit



Relief créé de la même terre



Prototype d'enduit d'argile
Fabriqué par le Collectif francilien de la terre crue (Flora, Antonin).
Enduit à la fibre de lin formulé par Terramano avec de l'argile provenant de la briqueterie Dewulf à Allonne.



Application de l'enduit sur le support

La Grande Coco

Lieu Paris 20 (75)

Année Livraison 2022

MOA La Grande Coco (association)

MOE Co-collectif formé des Clics et des Calques (architectes mandataires), Switch (BEt environnement et fluides), Aetc (Ingénieurs urbanistes), Christophe Père (paysagiste), Reber (économiste), Bielec (BEt électricité), Des têtes et des mains (BEt structure), Point d'orgue (acousticien), Pépins production et association Coco-Cantine (co-collectif de gestion, de production et d'animation)

SPS Apave

Entreprises Chantier participatif

Programme Co-working, pôle de formation autour des métiers de la ville, cantine associative, Restos du cœur, logements-résidences, pépinière

Surface 1104 m² (710 réhabilitation et 394 extension) dont 33 m² de murs enduits terre

Techniques Enduits terres

Coût global 2,4 M€ HT

1 - Enduit de corps, en cours de séchage
2 - Test des enduits de corps et de finition avec nuancier des teintes finales envisagées
3 - Préparation manuelle du mélange de l'enduit

© Agence Collart



1



2



3

Cave de l'Oeuf

Lieu Puligny-Montrachet - (21)

Année 2010 - 2011 Livraison

MOA Domaine Leflaive

MOE Atelier Zéro Carbone
Architectes, Marine Jacques-
Leflaive & Emmanuel Dupont

**Bureau de contrôle -
SPS -**

Entreprises -

Programme Bâtiment vinicole
pour l'élevage des vins
blancs en biodynamie

Surface 130 m²

Techniques Enduits intérieurs
en terre crue, voûte en bois paille
et terre crue. sol en terre battue

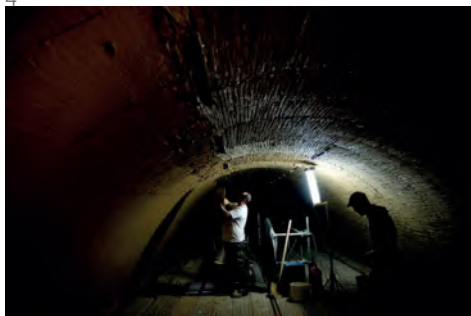
Coût global 310 000 €



1



2



4 © Christophe Goussard - Mise en oeuvre
de l'enduit de corps

2 & 3 © Atelier zero carbone - Enduits en terre
crue de la voûte de la cave

4 © Atelier zero carbone - Pose de l'enduit



3

NORMES ET ASSURANCES

Lecture des Guides des Bonnes Pratiques

Le chemin de la normalisation, qui facilitera l'assurabilité, est à ce jour un enjeu majeur pour le développement ces techniques.

À cette fin, la **Confédération de la construction en terre crue (CCTC) chapeaute depuis 2021 un Projet national terre crue**, sous l'égide du Commissariat général au développement durable (Ministère de la Transition écologique), qui vise à développer « des outils de dimensionnement, de conception, de mise en œuvre et de formation à destination des bureaux d'études et des contrôleurs techniques, en lien étroit avec les assureurs ».

Les techniques de la terre crue couvrant le champ de la maçonnerie jusqu'au remplissage, en association systématique avec le bois, toute étude s'appuie sur les Eurocodes 5 et 6 et les D.T.U. des séries 20 et 31.

Dans les faits, plusieurs ATEx permettent déjà de réaliser des ouvrages en technique courante. De nombreuses réalisations en technique non courante montrent que l'assurabilité n'est pas un frein insurmontable.

En France, deux associations, l'AsTerre et la Confédération de la construction en terre crue (CCTC) publiaient collectivement en 2018 six guides des bonnes pratiques, première étape vers la normalisation des techniques artisanales de la terre crue, avec le concours de tous les contributeurs locaux qu'elles représentent.

**Disponible gratuitement en pdf
A télécharger sur le site de la
Confédération de la construction
en terre crue, dans la rubrique
«Textes de références»**



<https://conf-terrecrue.org/textes-de-reference/>

ET LES BIOSOURCÉS ?

Parmi les professionnels, l'intérêt pour le « **nouveau B.T.P.** » bois – terre crue – paille (etc.), est grandissant.

Les matériaux proprement biosourcés ne permettent pas de répondre à eux seuls à tous les enjeux acoustiques et thermiques du bâtiment.

Déphasage thermique, régulation de l'hygrométrie, affaiblissement acoustique, confort sensible : voilà des qualités complémentaires que peut apporter la terre crue pour construire des bâtiments aussi sains que performants.

Si le bois permet des structures comparativement légères et d'importantes portées, et si les fibres végétales sont à la base de nombreux matériaux isolants, seuls les matériaux lourds sont capables de dissiper les énergies thermiques et acoustiques.

En association, donc, la terre crue apporte une performance autrement plus utile que le béton de ciment : elle reste totalement ouverte à la vapeur d'eau et capable de la réguler. Quand les matériaux minéraux et synthétiques nécessitent des parois complexes pour les protéger de la vapeur d'eau et maintenir leurs performances au niveau théorique, **la terre crue permet de réaliser des parois d'une ou deux matières seulement**, sans frein-vapeur, sans pare-pluie, etc.

En effet, elle régule son hygrothermie et permet d'exploiter la thermique des changements de phase de l'eau (la condensation hivernale dégage de la chaleur, l'évaporation estivale en prélève). De ce point de vue, l'optimum des performances est atteint par la terre allégée en copeaux de bois : la combinaison des matières augmente significativement l'inertie et la résistance thermique.

Les interfaces entre terre crue et bois méritent une attention particulière : la matière en grains ne se manipule pas de la même manière sur chantier que la matière en fibres. La descente de charges doit se faire en évitant tout poinçonnement, soit en augmentant les surfaces de contact. Inversement, il y a peu de risques de moisissures aux interfaces, quelle que soit l'humidité de la terre crue : celle-ci est bien plus hygrophile que le bois et aura toujours tendance à le sécher.

La construction en terre crue demande une fine gestion de l'eau en chantier : trop peu et les argiles ne se lient pas, trop et les argiles se délient.

Comme pour le bois et la fibre de bois, il convient donc d'appliquer les logiques de la filière sèche, même en maçonnerie, et des règles simples : « **de bonnes bottes et un bon chapeau** » et l'interdiction formelle de couches étanches. Comme les parements en bois exposés aux intempéries, la terre crue s'altère légèrement. Ce comportement peut être nuancé (« érosion contrôlée ») ou intégré dans l'acceptabilité du projet.

Vous voulez accueillir l'exposition ?

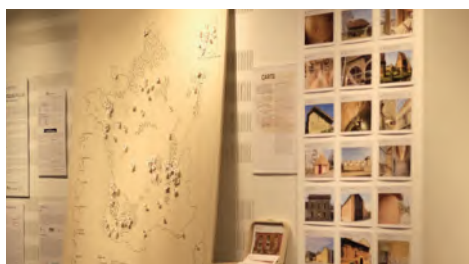
Collectif francilien de la terre crue : expo@lists.idf.terrecrue.org - @IDF_terrecrue

Galerie de la permarchitecture : galerie.permarchitecture@gmail.com

L'exposition réunie par le Collectif francilien de la terre crue et accueillie en premier lieu dans les murs de la Galerie de la Permarchitecture au siège des Architecteurs à Paris est composée de trois séquences que vous pouvez vous procurer ou remonter pour exposer près de chez vous
« **Agiles Argiles - Bâtir en terre crue** »

Séquence 1 / La carte et les supports explicatifs des techniques et de la matière terre

Prendre contact avec le Collectif francilien de la terre crue. Nous serons en mesure de vous transmettre les supports ainsi que les fiches projets accompagnant la carte.



Séquence 2 / Les prototypes, la matière terre et les outils

Nous vous invitons à vous rapprocher des artisans et associations locales pour mettre en oeuvre des prototypes sur place, avec la terre locale et pourquoi pas les différentes techniques vernaculaires également.



Séquence 3 / La galerie de projets

Prendre contact avec la Galerie de la Permarchitecture pour convenir d'un prêt des panneaux sur dibond ainsi que de leurs cartels respectifs.



BIBLIOGRAPHIE

Agiles Argiles - Bâtir en terre crue

Pour commencer

... par les normes

Confédération de la construction en terre crue. « *Guide des bonnes pratiques : Préambule commun à tous les guides des bonnes pratiques* ». 2018.
« *Guide des bonnes pratiques : Bauge* ». 2018.
« *Guide des bonnes pratiques : Enduit en terre* ». 2018.
« *Guide des bonnes pratiques : Pisé* ». 2018.
« *Guide des bonnes pratiques : Terre allégée* ». 2018.
« *Guide des bonnes pratiques : Torchis* ». 2018.
« *Guide des bonnes pratiques : Brique de terre crue* ». 2020.

Association française de normalisation.
« *XP P 13-901 - Briques et Blocs de terre crue pour murs et cloisons - Définitions - Spécifications - Méthodes d'essai - Conditions de réception* ». Normes françaises, mars 2022.

ENTPE, FFB, réseau Ecobâtir, fédération des SCOP du BTP. *Enduits sur supports composés de terre crue: règles professionnelles, 63 fiches d'exemples de mise en oeuvre*. Paris : Le Moniteur, 2013.

... par les exemples ici et autour du monde

Jean Dethier. *Habiter la Terre : l'art de bâtir en terre crue : traditions, modernité et à venir*. Paris : Flammarion, 2019.

Laetitia Fontaine et Romain Anger. *Bâtir en terre : du grain de sable à l'architecture*. Paris : Belin, 2009.

Dominique Gauzin-Müller. *Architecture en terre d'aujourd'hui*. Éd. aug. Plaisan: Museo éditions, 2018.

Dominique Gauzin-Müller et Aurélie Vissac, dir. *TerraFibra architectures*. Paris : Pavillon de l'Arsenal, 2021.

Anna Heringer, Lindsay Blair Howe et Martin Rauch. *Upscaling earth: material, process, catalyst*. gta Verlag, 2019.

Thierry Joffroy, Hubert Guillaud et Chamsia Sadozaï, dir. *Terra Lyon 2016 : Articles sélectionnés pour publication en ligne = articles selected for on-line publication = artículos seleccionados para publicación en línea*. Villefontaine : CRAterre, 2018.

Gernot Minke. *Building With Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture*. 3e éd. Basel : Birkhäuser, 2013.

Odile Vandermeeren (dir.). *Construire en terre au Sahel*. Plaisan : Muséo éditions, 2020.

... par la bande-dessinée

Julien Batandeo et Odile Vandermeeren. Bande-dessinée « *Les techniques de la terre crue* ». TERRA Award Sahel+, 2020.

Léa Rinino. *Terre : freins et tensions de la filière terre crue française*, 2021.

Pauline Sémon et Dominique Gauzin-Müller. « *Les techniques de la terre crue* ». TERRA Award, 2016.

Pour aller plus loin

... sur une technique

Dorothee Alex. « *Petit guide des Architectures en pisé à Lyon* ». Mémoire de master, École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon, 2011.

Thierry Branchat, « *Les matériaux traditionnels de construction comme patrimoine : l'exemple du torchis* ». Mémoire de master mention histoire spécialité valorisation du patrimoine, Université de Rouen, 2013.

Roger Boltshauser. *Pisé — Rammed Earth: Tradition and Potential*. Zurich: Triest Verlag für Architektur, Design und Typografie, 2019.

Godeau, Philippe, Jean Fouin, Frédéric Evard, Marie-Christine Geib-Munier, et Delphine Panossian. *Guide technique : L'essentiel pour entretenir le bâti à pans de bois torchis : terre, fibres, enduits, isolation, décoration. Version mise à jour. Parc naturel régionale des Caps et marais d'Opale*, 2016.

Jean-Marie Le Tiec et Arnaud Misse. *Construire en pisé : prescriptions de dimensionnement et de mise en oeuvre*. Antony : Le Moniteur, 2020.

Alain Marcom. *Construire en terre-paille*. Mens : Terre vivante, 2011.

Franz Volhard. *Construire en terre allégée*. Traduit par Aymone Nicolas. Arles : Actes Sud, 2016.

... sur l'Histoire

Laurent Baridon, Jean-Philippe Garric, et Gilbert Richaud, éd. *Les leçons de la terre: François Cointeraux (1740-1830), professeur d'architecture rurale*. Paris: INHA ; Les Éditions des Cendres, 2016.

Hubert Guillaud, , Mariana Correia et Camilla Mileto, dir. *Terra incognita : découvrir une Europe des architectures de terre*. Vol. 1, 2 vol. Lisbonne : Argumentum ; Tervuren : Culture Lab, 2008.

Hubert Guillaud, Mariana Correia et Camilla Mileto, dir. *Terra incognita : préserver une Europe des architectures de terre*. Vol. 2, 2 vol. Lisbonne : Argumentum ; Tervuren : Culture Lab, 2008.

... sur le chantier

Jean Goizauskas. « *Des règles de l'art en chantier. Enquête sur la (re) connaissance de techniques de maçonnerie à base de terre crue sur deux chantiers de construction neuve en France* ». Mémoire-recherche, Museum National d'Histoire Naturelle, 2019.



Collectif Francilien de la Terre Crue
expo@lists.idf.terrecrue.org - [@IDF_terrecrue](https://www.instagram.com/IDF_terrecrue)