



Terra Fibra Architectures

Quelques techniques constructives utilisant la terre et/ou les fibres végétales

Terra

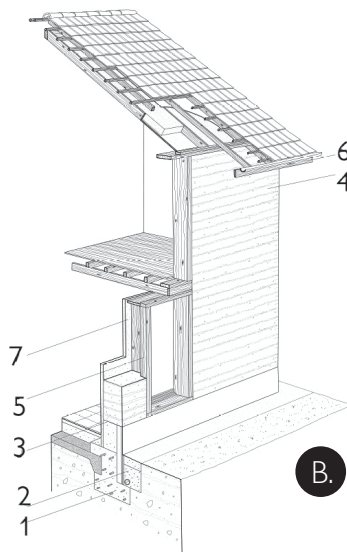
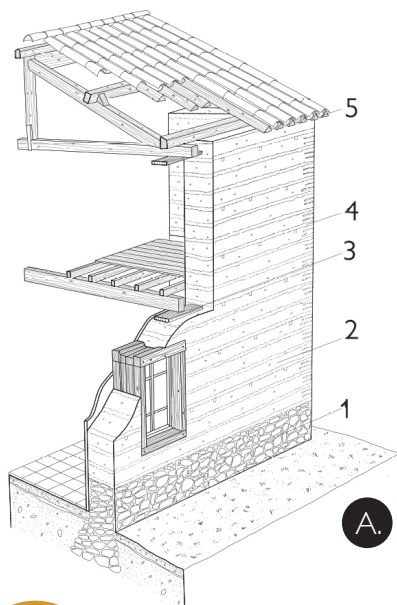
Les enduits Terre

Colorés, texturés, mats ou brillants, décoratifs ou même techniques, les enduits en terre crue sont utilisés pour répondre à un large éventail de besoins. Protéger les ouvrages en terre crue de l'usure et des intempéries est la première fonction, faisant de cette technique de mise en oeuvre la plus pratiquée dans le monde. Les enduits en terre offrent des possibilités de teintes et de textures infiniment variées.

Doté d'une excellente ouvrabilité, le mortier frais de terre à enduire durcit lentement et peut ainsi être travaillé de manière très aisée. En fonction du type de support, une couche d'accroche ou gobetis peut être utile afin de garantir une bonne adhérence sur le mur support.

La couche de finition, parfois très fine, vient recouvrir un corps d'enduit plus épais. Au-delà de son potentiel esthétique exceptionnel, un enduit en terre d'une épaisseur de seulement quelques centimètres, appliqué sur une grande surface, suffit à réguler l'hygrométrie intérieure d'une pièce, apportant à l'usager un confort inégalé.

Cadre normatif de référence : ARESO et coll., Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue, Enduit en terre, décembre 2018; Règles professionnelles Enduits sur supports composés de terre crue, 2013; Règles professionnelles Construction en paille, remplissage isolant et support d'enduit, 3e éd. 2018



Terra

Le Pisé

Technique la plus représentée parmi les architectures contemporaines en terre crue en France et en Europe, le pisé émerveille par sa texture unique en strates de terre et la magie de sa mise en oeuvre, où, par simple compaction, le tas de terre est transformé en mur. Il permet de mettre en oeuvre des terres graveleuses, contenant toutes les tailles de grains jusqu'aux cailloux. La terre, de consistance humide et pulvérulente, est compactée par couches dans des coffrages à l'aide de piseurs manuels ou de fouloirs pneumatiques.

Une fois damée, la terre est immédiatement décoffrée. La mise en oeuvre du pisé, d'une apparente simplicité, est pourtant l'une des plus sophistiquées de la construction en terre. Si la technique traditionnelle à progression horizontale utilise des coffrages en bois, faits de simples planches renforcées par des chevrons, le pisé contemporain a recours à des systèmes de banches bien plus complexes. Quoique nécessitant du temps et de la main-d'oeuvre, la terre damée par couches successives, laissée brute, donne sa texture unique au pisé.

A. Pisé traditionnel

- 1 Fondations et soubassement
- 2 Mur monolithique en pisé, épaisseur 50 cm
- 3 Cordon de chaux pour renforcer les angles
- 4 Planche de répartition
- 5 Débord de toiture

B. Pisé contemporain

- 1 Fondations et soubassement
- 2 Complexe de drainage
- 3 Membrane de rupture de capillarité
- 4 Mur trumeau en pisé, épaisseur 50 cm
- 5 Cadre pour ouverture toute hauteur
- 6 Débord de toiture
- 7 Enduit

Cadre normatif de référence : ARESO et coll., Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue, Pisé, décembre 2018.

Technique monolithique, la bauge consiste à empiler de la terre malléable, souvent additionnée de paille, en couches horizontales, continues et régulières de 40 cm à 1 m de hauteur. La consistance plastique de la terre, ainsi mise en oeuvre, permet le lendemain ou surlendemain de reprendre les côtés de chaque levée : ils sont lissés ou compactés, voire parfois retallés lorsque la terre est encore humide.

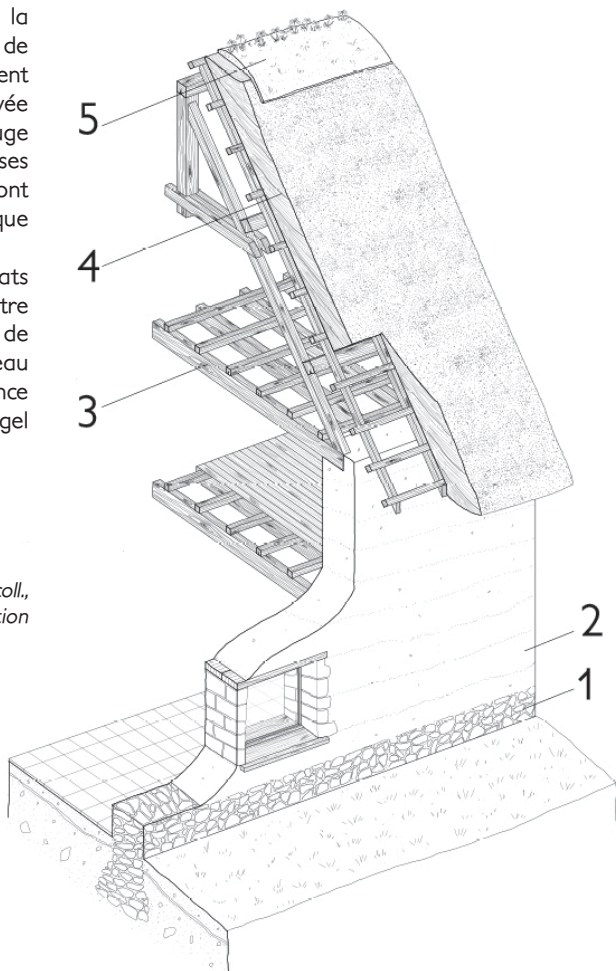
La mise en oeuvre traditionnelle de la bauge demande des temps longs de séchage : trois semaines sont souvent nécessaires avant de façonner la levée supérieure, afin d'éviter que la bauge ne se déforme. Les terres argileuses fines, dépourvues de gros grains, sont tout à fait adaptées à cette technique constructive.

Ce procédé est propice aux climats humides : la terre à bâtir peut être laissée en dehors de tout abri lors de sa préparation, la pluie apportant l'eau nécessaire à l'obtention de sa consistance plastique, les cycles de gel et dégel cassant les mottes de terre.

Cadre normatif de référence : ARESO et coll., Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue, Bauge, décembre 2018.

Bauge traditionnelle

- 1 Fondations et soubassement
- 2 Mur monolithique en bauge, épaisseur 60 cm
- 3 Entrait posé dans une réservation dans la bauge
- 4 Toiture en chaume traditionnelle
- 5 Faîtage en terre plantée d'iris



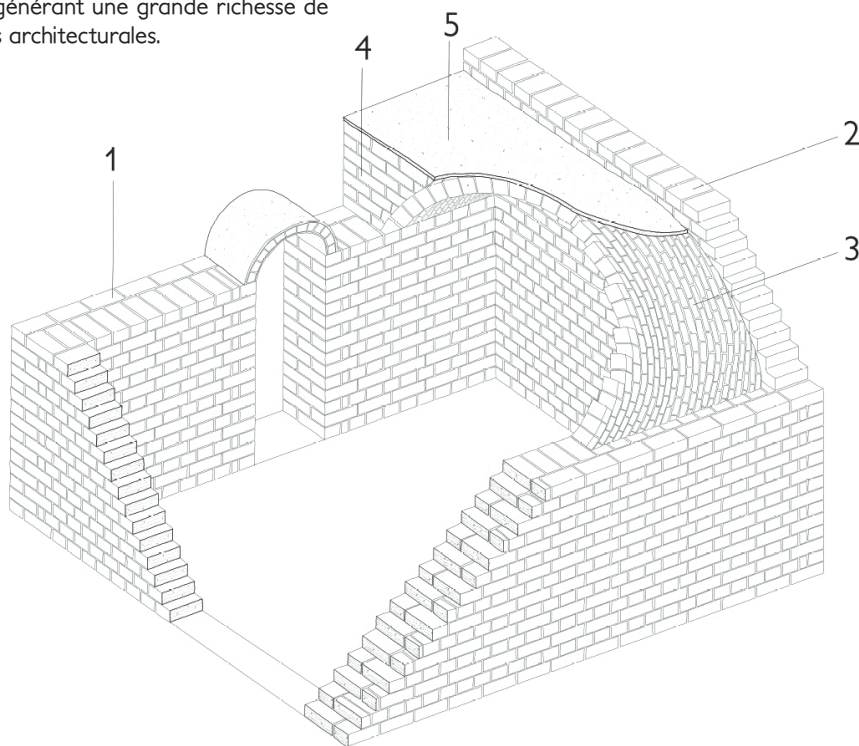
L'adobe est une brique de terre façonnée à l'état plastique et séchée au soleil. Sa forme actuelle est le résultat d'un long processus d'évolution qui a vu le matériau se décliner de la brique modelée à la main sous forme de boule, de pain de terre, de cylindre ou encore de cône, pour ensuite être façonnée dans un moule en bois rectangulaire.

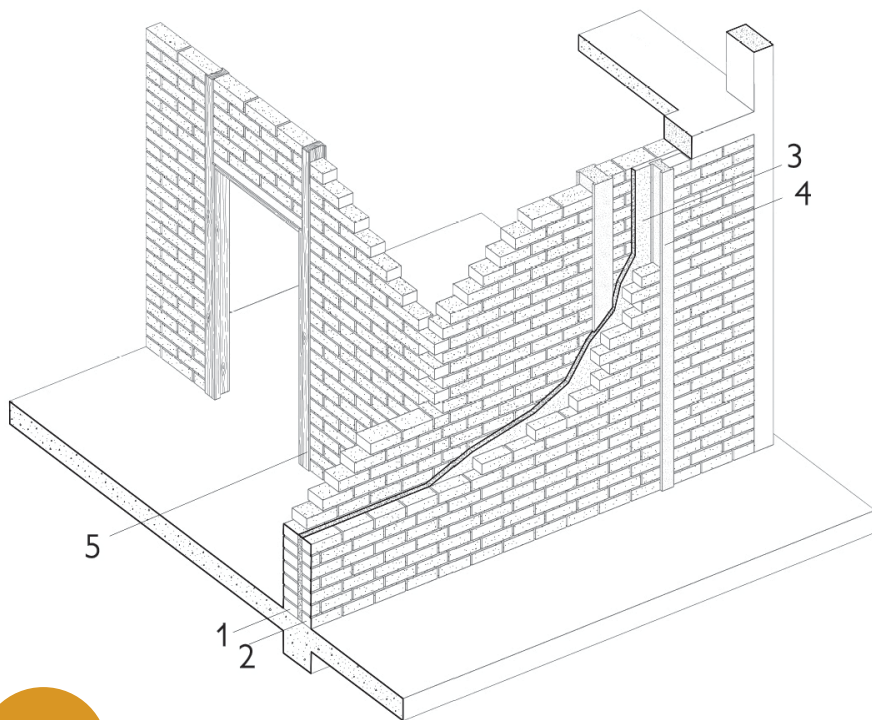
Aujourd'hui, des systèmes de fabrication mécanisés ou semi-mécanisés permettent d'augmenter considérablement les capacités de production. La terre, généralement fine pour faciliter son malaxage à la main, est façonnée à l'état plastique puis séchée à l'air libre. En outre, la diversité des modes de production et des dimensions rendent possible l'utilisation d'un panel très large de types de terre. Bien que la brique soit un matériau standardisé, ses possibilités de formes et d'appareillages sont infinies, générant une grande richesse de morphologies architecturales.

Voûte nubienne en adobe

- 1 Mur porteur maçonné en adobe
- 2 Pignon sur lequel s'appuie la voûte
- 3 Rangées de briques obliques et successives, réalisées sans coffrage
- 4 Contreforts
- 5 Enduit

Cadre normatif de référence : Confédération de la construction en terre crue, Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue, Brique, octobre 2020.





Terra

Les Blocs de Terre Comprimés (BTC)

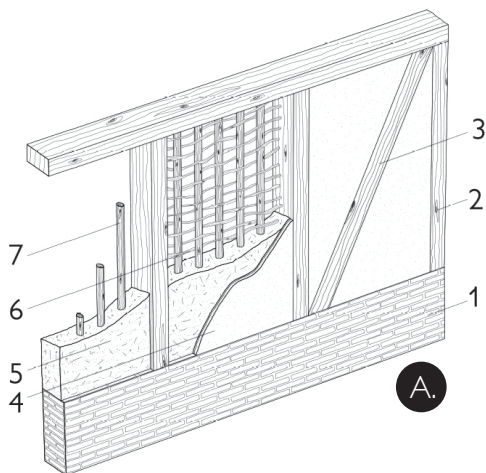
Facilement transportable, la première presse à BTC est inventée en 1952 par l'ingénieur colombien Paul Ramirez. La terre dépourvue de gros grains, humide et pulvérulente, est comprimée à l'intérieur d'un moule métallique par la charge exercée sur le contre-moule par le bras de levier de la presse. Il existe de nombreux modèles de machines manuelles, mécaniques ou hydrauliques. Dès qu'ils sortent de la presse, les BTC peuvent être manipulés et directement empilés pour sécher.

Dans le cas des blocs de terre comprimée stabilisée (BTCs), une cure humide est nécessaire pour que le liant hydraulique (ciment ou chaux) réalise sa prise. Les palettes de BTCs sont ainsi mises sous bâche pendant trois semaines, afin d'initier le processus naturel de séchage des briques. Celui-ci s'étend sur deux à six semaines, plus lent que par ventilation mécanique, et permet d'accroître la résistance du matériau tout en limitant son impact environnemental.

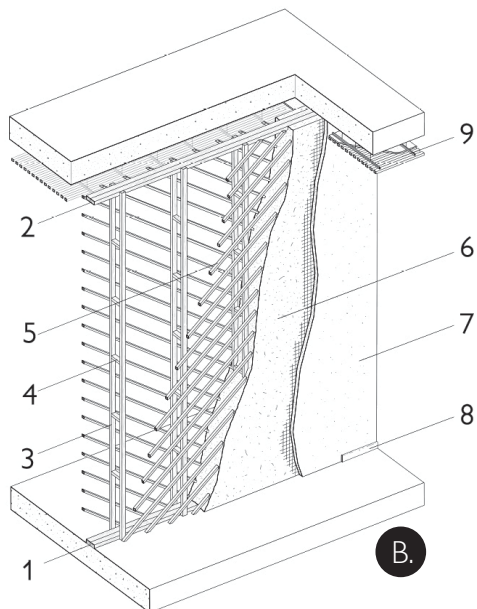
Bloc de terre comprimée

- 1 Bloc de terre comprimée (BTC) de taille courante, épaisseur 10 à 15 cm
- 2 BTC de parement, épaisseur 10 cm
- 3 Isolant souple
- 4 Raidisseurs verticaux décalés pour l'acoustique
- 5 Encadrements de porte

Cadre normatif de référence : Confédération de la construction en terre crue, Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue, Brique, octobre 2020. Norme française XP P13-901; ATEx de type A, fabrique Cycle Terre



A.



B.

Terra

Le Torchis

Le torchis, consistant à garnir de terre une structure porteuse en bois, s'est développé au Proche-Orient vers la fin du Xe millénaire avant notre ère. Qu'elle soit peu ou très argileuse, toute terre à bâtir dépourvue de gros grains convient pour préparer du torchis. Les terres très argileuses, présentant un fort retrait au séchage, sont largement amendées de fibres végétales afin de limiter ce phénomène. De consistance plastique à visqueuse, la terre est mise en oeuvre de manière très diverse en fonction des déclinaisons régionales de structures primaires et secondaires et du savoir-faire des artisans. Ainsi, le torchis garnit les supports de planchers (quenouille, languette, etc.), et ceux de parois verticales, composés d'éléments simples ou doublés (barreadage et lattage) ou d'éléments croisés (clayonnage). En enrobant totalement les supports en bois, le torchis les protège de toute pathologie humide.

Cadre normatif de référence : NF DTU 31.1 Charpente (structure porteuse bois) ; ARESO et coll., Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue, Torchis, décembre 2018.

A. Torchis en clayonnage

- 1 Soubassement
- 2 Structure porteuse
- 3 Contreventement
- 4 Barreau (support vertical de torchis)
- 5 Baguette (support croisé)
- 6 Torchis, épaisseur 8 à 18 cm
- 7 Enduit de finition

B. Torchis contemporain

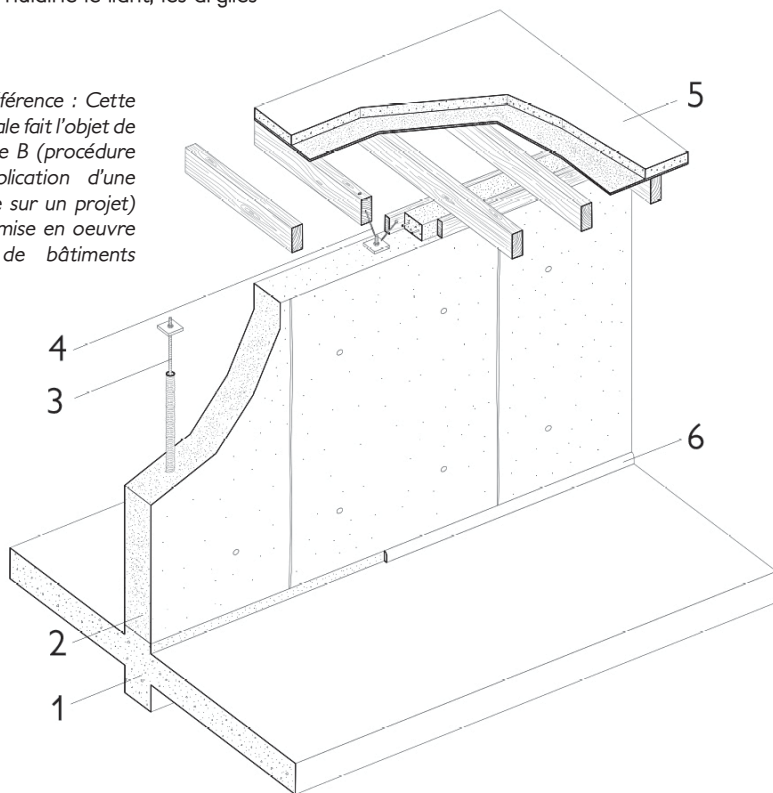
- 1 Lisse basse fixée sur la dalle
- 2 Lisse haute
- 3 Montant de la structure
- 4 Entretoise
- 5 Lattage oblique, double
- 6 Torchis, épaisseur 16 cm
- 7 Enduit de finition tramé
- 8 Plinthe
- 9 Plafond suspendu

Couler un mur avec une terre naturelle, de consistance liquide, dans des banches comme un béton de ciment est très difficile voire impossible : si le mur ne s'affaisse pas au décoffrage, la déformation ou la fissuration au séchage sont trop importantes. Pour éviter ce retrait dû au séchage et assurer une bonne résistance mécanique, cette technique requiert une terre qui peut devenir liquide avec très peu d'eau, c'est-à-dire avec une teneur en eau proche de 10 %, exactement comme celle de la terre à pisé pourtant humide et pulvérulente. Pour obtenir cette consistance sans ajouter d'eau, la terre nécessite une étape de formulation, déterminant les proportions d'un mélange où peuvent être additionnés à la terre naturelle des grains de taille spécifique et un dispersant qui fluidifie le liant, les argiles

Terre coulée

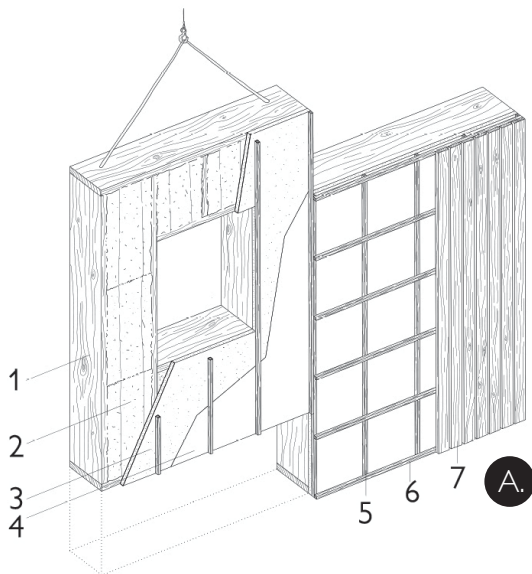
- 1 Structure porteuse et rupture capillaire
- 2 Mur de refend en terre coulée, épaisseur minimale 30 cm
- 3 Barre de compression et fourreau
- 4 Plancher
- 5 Tirefonds
- 6 Plinthe

Cadre normatif de référence : Cette technique expérimentale fait l'objet de plusieurs ATEx de type B (procédure d'évaluation de l'application d'une technique constructive sur un projet) lui permettant d'être mise en oeuvre sur des chantiers de bâtiments recevant du public.



Matière brute issue du champ, la paille est une des fibres végétales les plus abondamment disponibles pour isoler nos édifices. Il suffirait de prélever seulement 10 % de la paille de blé produite en métropole pour isoler tous les logements neufs construits en une année. Disponible sur l'ensemble du territoire français, la paille est un très bon isolant, exemplaire d'un point de vue environnemental. La paille en remplissage d'ossature ou de caisson et support d'enduit est décrite en détail par les règles professionnelles. L'ossature et les caissons, bien souvent en bois, sont calepinés sur la dimension d'une botte.

La paille, en sus de remplir une fonction d'isolation, peut être structurelle. En rénovation du bâti ancien, l'emploi de la paille en isolation thermique par l'extérieur se développe. Ce matériau est aujourd'hui intégré dans 500 nouveaux édifices en France chaque année. Bien structurée, cette récente filière qui représente encore une part minime dans le secteur de la construction démontre son fort potentiel et tend à massifier son utilisation comme isolant.



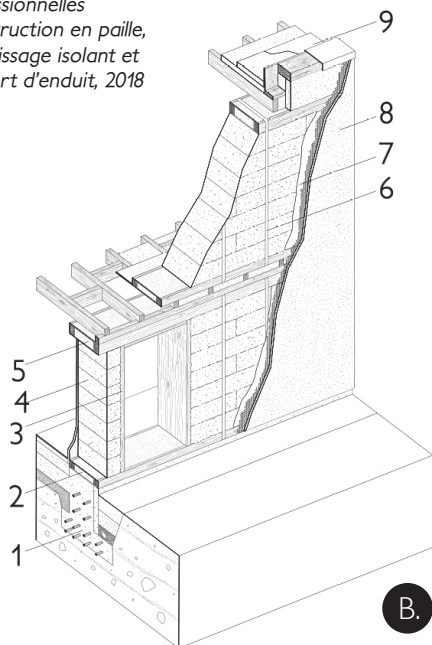
A. Paille en caisson

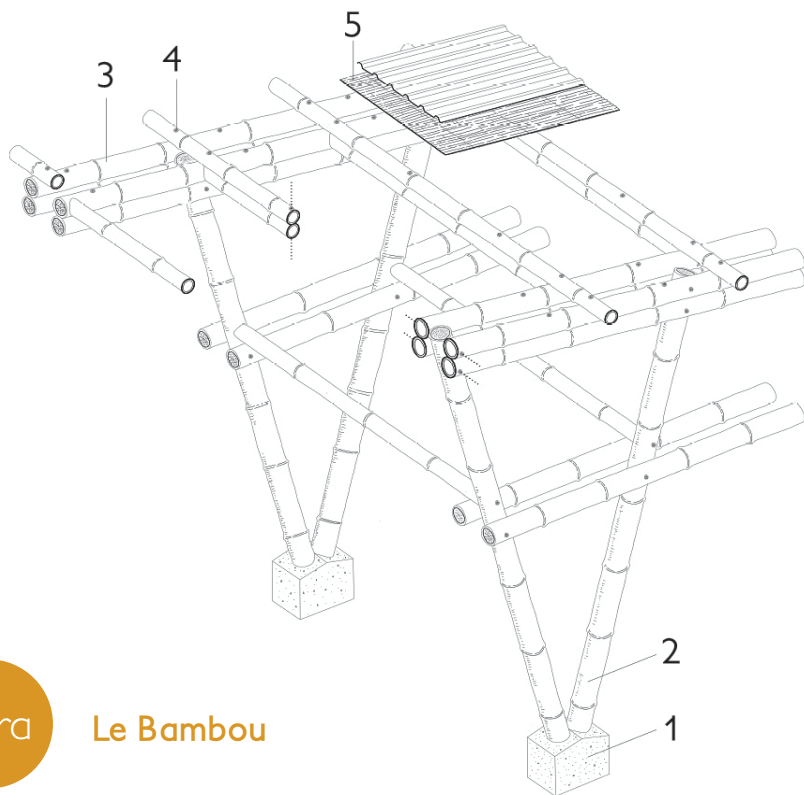
- 1 Structure du caisson
- 2 Botte de paille, épaisseur 37 cm
- 3 Panneau de contreventement
- 4 Pare-pluie
- 5 Latte
- 6 Contre-latte
- 7 Bardage

B. Paille structurelle

- 1 Fondations, soubassement et rupture capillaire
- 2 Lisse basse isolée
- 3 Précadre de menuiserie
- 4 Botte de paille compressée, épaisseur 80 cm
- 5 Lisse haute isolée
- 6 Sangle de compression
- 7 Gobetis
- 8 Enduit tramé
- 9 Complexe de toiture-terrasse

Cadre normatif de référence : Règles professionnelles Construction en paille, remplissage isolant et support d'enduit, 2018





Fibra

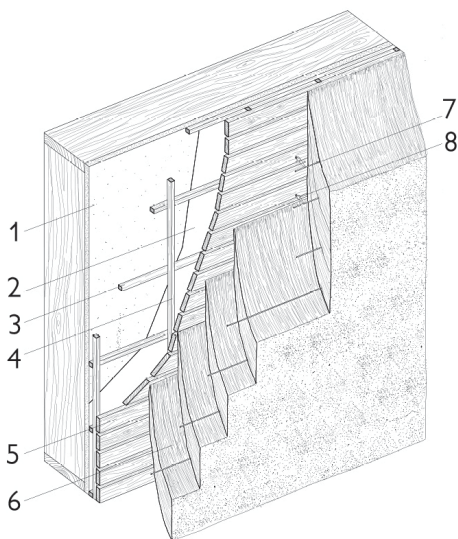
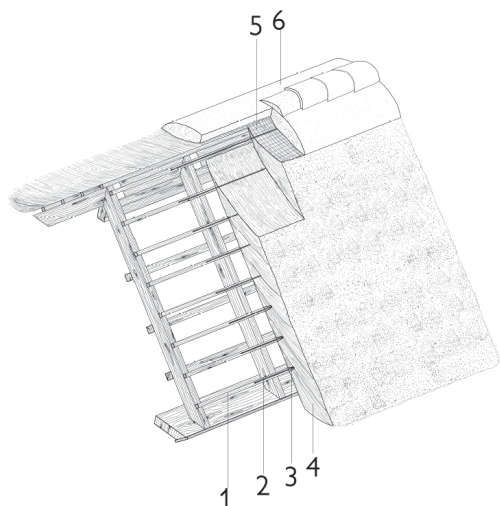
Le Bambou

Herbe géante des régions tropicales et subtropicales, le bambou a une croissance extrêmement rapide : certaines espèces poussent jusqu'à 90 cm en l'espace d'un seul jour. La résistance à la traction d'une canne pleine de bambou destinée à la construction avoisine celle de l'acier. D'une résistance à la compression axiale pouvant atteindre les 50 MPa — supérieure à celle des bétons de ciment ordinaires, d'une dureté comparable, voire supérieure à celle du bois de feuillus — le bambou peut se substituer à tous les matériaux de structure (poteaux, poutre, charpente, etc.), de plancher, couverture, bardage et finition, sans oublier le mobilier. Polyvalent, ce matériau a également fait ses preuves dans les régions sujettes à de forts séismes. Intensément sollicité en flexion, le bambou se fissure et se déforme sous la contrainte, sans se rompre comme le ferait une poutre de bois : ses fibres s'écartent, il ploie et reprend sa forme droite initiale une fois la charge retirée, et le bambou endommagé est réparé ou remplacé.

Structure bambou

- 1 Plot en béton de ciment, connecté aux fondations
- 2 Poteau bambou
- 3 Poutre bambou
- 4 Assemblage boulonné
- 5 Sous-face de la toiture en bambou écrasé

Cadre normatif de référence : Norme ISO 22156 : 2021 – Conception de structure en bambou



Fibra

Le roseau

Depuis les premiers habitats lacustres il y a 8 000 ans, le roseau continue de couvrir et d'habiller des édifices. Plante des eaux dormantes associée à un puissant imaginaire collectif autour de la chaumière traditionnelle, le roseau connaît un regain d'intérêt depuis quelques années. L'architecture contemporaine, qui compose avec la matérialité de cette ressource à très faible impact environnemental, exprime un potentiel esthétique et émotionnel considérable.

De performance d'isolation thermique équivalente à la botte de paille, le chaume assure également l'étanchéité de la toiture. Les recommandations techniques préconisent une épaisseur minimum de 27 cm de chaume à l'égout et de 23 cm au faîtage. Cette épaisseur de roseau a une influence directe sur la pente de toit, sur le rythme des accroches et par conséquent sur l'inclinaison des tiges de roseau, paramètre fondamental pour faciliter le séchage du chaume et donc la pérennité de la couverture.

Couverture en chaume

- 1 Liteau
- 2 Barre métallique
- 3 Attache serrant le roseau entre le liteau et la barre
- 4 Roseau, épaisseur comprise entre 23 et 30 cm
- 5 Grille
- 6 Matériaux étanches (mortier de chaux, ciment et/ou tuile)

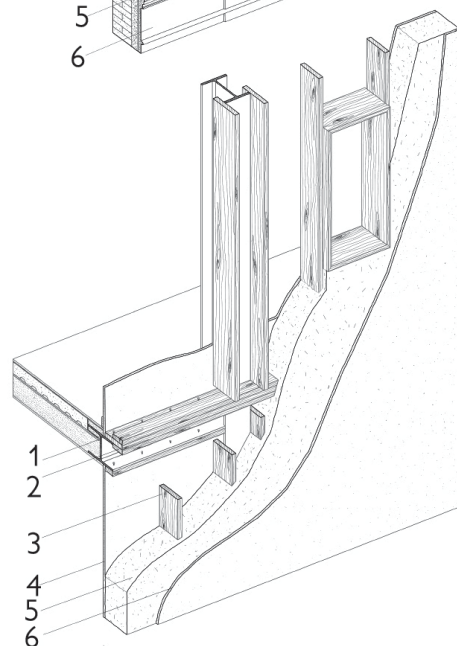
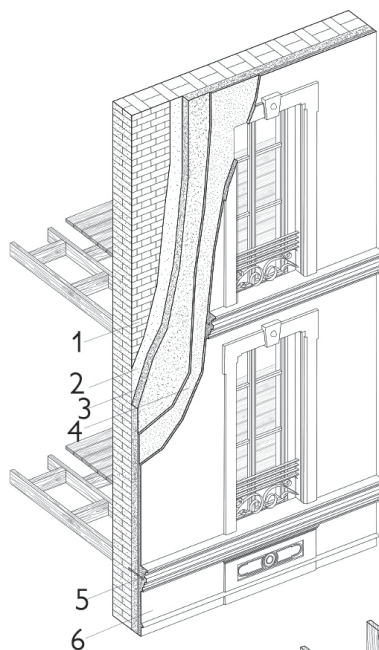
Cadre normatif de référence : Association nationale des couvreurs chaumiers, Recueil de recommandations techniques pour la couverture en roseau, 2012 (révision).

La chènevotte, moelle poreuse de la tige de chanvre, coproduit agricole des fibres textiles, fait l'objet de nombreuses recherches scientifiques pour son usage dans la construction comme isolant thermique et acoustique. La filière française s'organise suivant deux modèles qui se complètent : les chanvrières, industries de première transformation, côtoient les chanvriers en circuits courts.

Principalement utilisé en remplissage d'une ossature ou d'un caisson préfabriqué, le mélange de chanvre avec un liant à base de chaux est réalisé à la bétonnière ou au malaxeur directement sur chantier. Les machines à projeter ont peu à peu remplacé le remplissage des banches à la truelle ou à la pelle, réduisant la durée du chantier.

En plus faible épaisseur, les enduits de chaux-chanvre pouvant servir de finition sont également couverts par les règles professionnelles. Très utiles et performants en rénovation, ils apportent une correction thermique et participent au confort hygrothermique.

Cadre normatif de référence : Règles professionnelles d'exécution Construire en chanvre, 2012 (en révision) ; ARESO et coll., Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue, Terre allégée, décembre 2018.



A. Rénovation de façade en chaux-chanvre

- 1 Mur existant
- 2 Gobelets
- 3 Chaux-chanvre, épaisseur 8 cm
- 4 Enduit chaux
- 5 Goujon maintenant les corniches
- 6 Enduit de finition et modénature

B. Chaux-chanvre en remplissage

- 1 Structure métallique
- 2 Lisse de jonction structure/ossature
- 3 Ossature bois
- 4 Plaque de fibres-gypse
- 5 Chaux-chanvre, épaisseur 22 à 27 cm
- 6 Enduit

Les textes et visuels sont issus de l'exposition Terra Fibra Architectures, présentée par l'école d'architecture de nantes et l'ardepa à l'automne 2022.

Crédits de l'exposition : Pavillon de l'arsenal, Amàco, Grands Ateliers.

Photo de couverture : Enduit Terre, Maison des femmes, Ouled Merzoug, Ouarzazate, Maroc, 2019, Thomas Noceto et Cinzia Romanin

43 années de diffusion, de promotion, et de sensibilisation.

Les actions développées par l'ardepa sont destinées à tous les publics curieux de la fabrication et des évolutions de la ville, des bâtiments qui la compose et des enjeux urbains et politiques dans lesquels la cité s'inscrit. Les citoyens ordinaires, les amateurs éclairés, les scolaires, les institutions et collectivités territoriales, les professionnels sont ainsi invités tout au long de l'année à l'occasion des actions singulières de l'ardepa.

Les actions et débats organisés par l'ardepa informent et facilitent la compréhension des processus d'élaboration à travers les démarches respectives des différents intervenants, des mouvements culturels et des enjeux sociaux dans lesquels ils sont impliqués. Les maîtrises d'ouvrage institutionnelles et privées, architectes, urbanistes, paysagistes, experts, artistes, universitaires sont conviés à expliquer le sens de leurs actions sur les lieux mêmes qui résultent de leur travail.

Ainsi, du projet à la réalisation, du local à l'international, de l'urbain au rural, l'ardepa propose de révéler les dimensions du territoire dans tous ses états.

Toute l'actualité sur notre site www.lardepa.com

Retrouvez-nous sur les réseaux sociaux :



Association régionale pour la diffusion et la promotion de l'architecture
ensa Nantes - 6, quai François Mitterrand - 44200 Nantes
Tél. : 02 40 59 04 59 - lardepa@gmail.com - www.lardepa.com