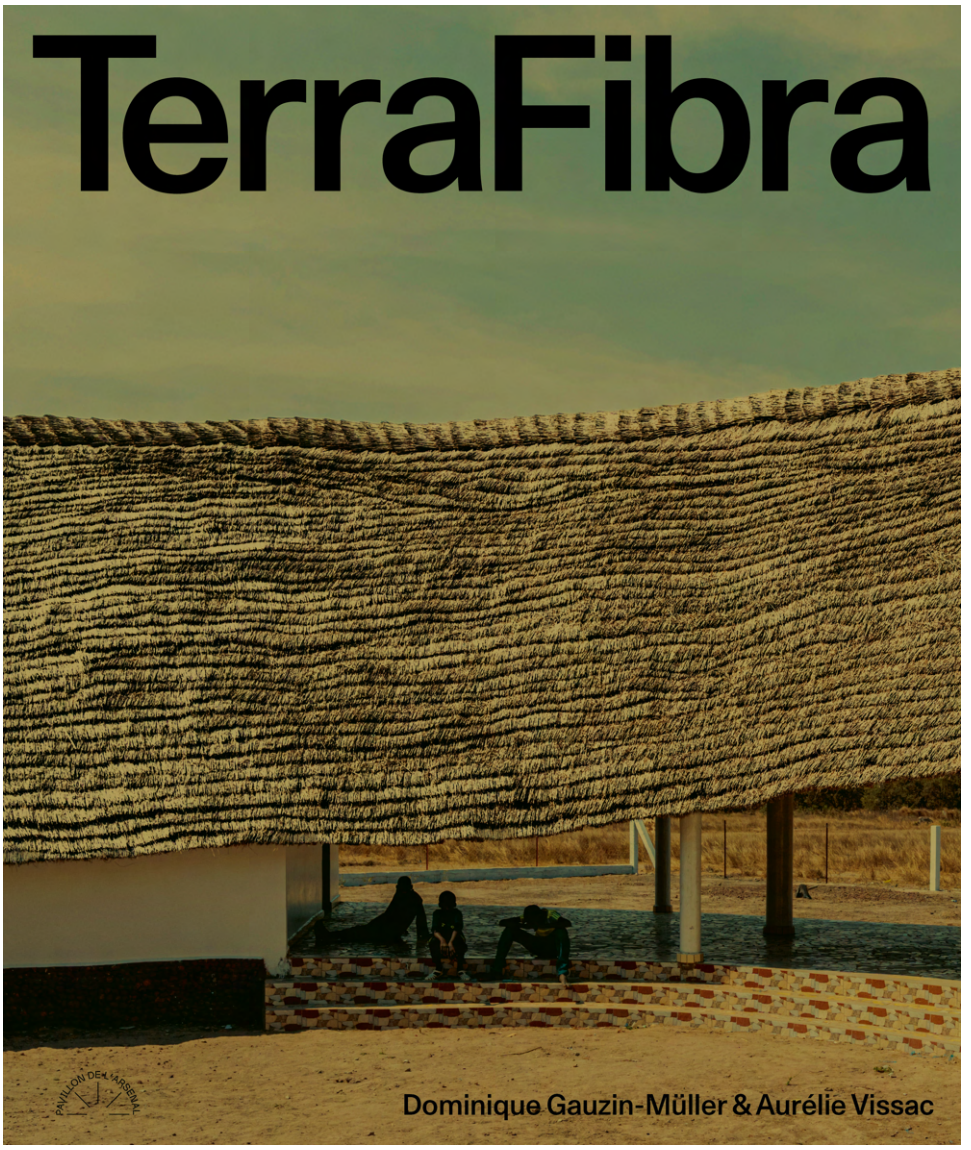


Auteures :
Dominique Gauzin-Müller,
architecte-chercheuse,
Aurélie Vissac, ingénieure amàco

Conception graphique :
Building Paris
25 x 30 cm, 336 pages, 35 euros
ISBN : 978-2-35487-063-8
© Pavillon de l'Arsenal

Ouvrage bilingue français, anglais

nouvelle publication
TerraFibra architectures

Éditions du Pavillon de l'Arsenal, novembre 2021
en partenariat avec amàco et Les Grands Ateliers

Face au défi climatique et à la nécessaire adaptation des systèmes constructifs, l'utilisation de matériaux biosourcés et géosourcés offre des solutions techniques vertueuses. Certaines sont éprouvées depuis des siècles, d'autres s'inventent aujourd'hui.
Ce livre témoigne du potentiel de ces modes constructifs en analysant les 40 bâtiments finalistes du TERRAFIBRA Award, premier prix mondial des architectures contemporaines en terre crue et fibres végétales. Classés en fonction des techniques (pisé, terre coulée, bauge, adobe, bloc de terre comprimée, torchis et enduit) ou des matériaux utilisés (chanvre, paille, roseau, bambou), les projets témoignent de l'engagement d'équipes pionnières réunissant architectes, ingénieurs, constructeurs et maîtres d'ouvrage. Ils démontrent qu'il est possible de bâtir autrement, en s'appuyant sur des ressources et des savoir-faire locaux sans renoncer à l'innovation. Ancrées dans leur territoire, ces architectures frugales et créatives ouvrent de nouveaux horizons pour la construction et la rénovation.

Centre de services communautaire

Les villageois de Macha ont participé à l'élaboration du programme de ce centre communautaire qui regroupe bibliothèque, garderie, dispensaire, épicerie avec cybercafé et salle multifonctionnelle. Selon la tradition locale, les différents services sont répartis dans plusieurs volumes indépendants disposés autour d'une placette. Chaque bâtiment bénéficie ainsi d'une exposition maximale à la lumière du jour, d'une ventilation traversante en été et d'une large vue vers la vallée et ses cultures en terrasses, à l'est.
Sur le plateau de Loess, la terre est la seule matière première abondante. Elle est utilisée pour la construction de presque tous les bâtiments, mais les habitants la considèrent comme un « matériau de pauvre ». Améliorer cette image est un des objectifs de ce projet initié par la fondation Bridge to China, qui vise une meilleure valorisation de toutes les ressources disponibles à proximité à travers des formations en agriculture, artisanat, éducation, etc. Favoriser un développement économique responsable dans les zones défavorisées est le meilleur moyen pour réduire l'exode rural.

Lieu	Village de Macha, comté de Huining, province de Gansu, Chine
Réalisation	2016
Conception	OnEarth Architecture/Wei Jiang et Jun Mu (architecture), Tiegang Zhou (bureau d'études)
Maîtrise d'ouvrage	Fondation Wu Zhi Qiao (Bridge to China) et comité des villageois de Macha
Construction	Villageois, artisans locaux, étudiants et enseignants de l'université de génie civil et d'architecture de Pékin et de l'université d'architecture et de technologie de Xi'an
Matériaux biosourcés et géosourcés	Murs en pisé non stabilisé damé sur site (terre 50 %, gravier 30 %, sable 20 %)

Community Center

The villagers of Macha were involved in developing the program of this community center, which includes a reading room, a nursery, an infirmary, a grocery store with an Internet cafe, and a multi-purpose room. Following local tradition, the various services are distributed in several independent spaces arranged around a small courtyard. Each building, therefore, benefits from maximum daylight exposure, cross ventilation during the summer, and an open view towards the valley and its cultivated terraces to the east.
On the Loess Plateau, earth is the only abundant construction material. Almost all buildings use it, yet locals view it as a "poor man's material." Shifting this mindset is one of the objectives of this project, masterminded by the Bridge to China Foundation, which aims to make better use of all the resources available in the vicinity through training in agriculture, handicraft, education, etc. Promoting sustainable economic development in underprivileged areas is indeed the best way to stem rural depopulation.

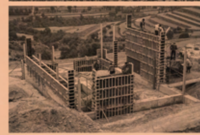
Location	Macha village, Huining county, Gansu province, China
Delivery	2016
Design	OnEarth Architecture/Wei Jiang & Jun Mu (architecture), Tiegang Zhou (engineering)
Project Owner	Wu Zhi Qiao (Bridge to China) Charitable Foundation & Villagers Committee of Macha Village
Construction	Villagers, local craftspeople, students and teachers from the Beijing University of Civil Engineering and Architecture and the Xi'an University of Architecture and Technology
Bio- and Geo-sourced Materials	Unstabilized rammed earth compacted on site (50% soil, 30% gravel, 20% sand)

A © OnEarth Architecture

A Outre le pisé, plusieurs techniques vernaculaires ont été améliorées pour servir de démonstrateur aux professionnels locaux : menuiseries, couverture, collecte des eaux de pluie, etc.

A In addition to rammed earth, several vernacular construction techniques were improved in order to serve as a model for local professionals: joinery, roofing, rainwater harvesting, etc.

F



G

F G © OnEarth Architecture

H I © OnEarth Architecture

F Terre du site
La terre des murs en pisé du centre communautaire de Macha provient des terrassements du chantier. Ce loess, aussi appelé limon des plateaux, est une roche sédimentaire issue de l'accumulation de grains plus au moins fins, érodés et déposés par le vent. La terre excavée, mélangée à 30 % de chaux, est compactée pour former la première couche de la dalle.

F Soil found on site
Excavated material from grading and site preparation was used to build the rammed earth walls of Macha Village's community center. Loess, the soil type which gives its name to the plateau, is a sediment formed by the accumulation of varyingly fine grains that have been eroded and deposited by the wind. The excavated soil, combined with 30% of lime, was compacted to form the first layer of the floor slab.

G Système parasismique
La région de Macha est sujette aux séismes. Des poteaux en béton armé, intégrés au pisé dans l'angle des murs et reliés à un chaînage en béton, permettent d'atteindre la performance parasismique exigée localement. Des essais de prototypes sur table vibrante ont démontré la robustesse de ce système constructif. L'utilisation des poteaux en béton armé impacte cependant fortement l'empreinte environnementale de ce chantier en terre crue.

G Anti-seismic performance
Huining County is prone to earthquakes. Reinforced concrete columns are incorporated in the corners of the rammed earth walls and connected to concrete ring beams, meeting the seismic resistance standard required by the local seismic code. Shaking-table testing of prototypes has demonstrated the robustness of this structural system. However, the use of reinforced concrete columns greatly increases the environmental footprint of the raw earth project.

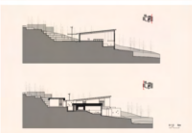
H Compactage de la terre par couche
La terre du site a été reformulée avec l'ajout de 20 % de sable et 30 % de gravier. Le complément en grains de plus gros diamètre permet d'atteindre une résistance mécanique suffisante pour élever des murs porteurs de 9 m de hauteur. Déversé dans le coffrage, le mélange est compacté à l'aide d'un pisoir par des artisans locaux, ainsi que par des villageois et des étudiants formés à la technique du pisé lors de quatre sessions de chantier participatif.

H Layered compaction
The local soil's composition was adapted by adding 20% sand and 30% gravel. By adding in these larger particles, sufficient mechanical resistance was achieved to erect load-bearing walls up to 9 m high. After being poured into the formwork, the mix was manually rammed by local craftspeople as well as villagers and students trained in rammed earth techniques over the course of four sessions of participatory building.

I Décoffrage
Les deux parties du coffrage sont fixées par des tiges filetées traversant de part et d'autre le soubassement ou le mur. Aussitôt compacté, le pisé peut être décoffré et les trous laissés par les tiges sont bouchés. Il faut ensuite attendre quelques jours que les strates de terre sèchent suffisamment pour remettre le coffrage en place et compacter les couches suivantes.

I Removing the formwork
The two sides of the formwork were fastened with threaded rods that pass from one side to the other through the substructure or the wall. Immediately after ramming, the formwork was removed and the holes formed by the rods were filled in. A waiting period of a few days is necessary after each course is complete in order to allow the layers to sufficiently. The formwork was then re-erected and an additional layer was compacted on top of the previous ones.

B



C

B C © OnEarth Architecture

B Plan du rez-de-chaussée : 1. Salle polyvalente | 2. Bibliothèque | 3. Commerce | 4. Dispensaire | 5. Garderie | 6. Cuisine | 7. Scène | 8. Accès | 9. Toboggan | 10. Bac à sable.
C Coupes transversales.

B Ground floor plan: 1. Multi-purpose room | 2. Reading room | 3. Shop | 4. Infirmary | 5. Nursery | 6. Kitchen | 7. Stage | 8. Entrance | 9. Children's slide | 10. Sandpit.
C Cross sections.

D

E

D © OnEarth Architecture E © Dominique Gauzin-Müller

D Le centre de services communautaire du village de Macha est aussi un lieu de formation à la construction en terre crue.
E Les différents bâtiments sont implantés sur trois niveaux de terrasses en suivant la pente qui fait face au vaste paysage.

D Macha Village's community center is also a training venue for raw earth building.
E The various buildings are located on three levels of terraces along the slope facing a vast landscape.

C

C © CicWang

C Ce centre forme de nombreux artisans pour augmenter les capacités d'autonomie des villageois et favoriser le développement rural à partir de ressources endogènes.

C Terra Center trains a large number of craftspeople with the goal to empower villagers and support rural development based on endogenous resources.

D

E

D E © CicWang

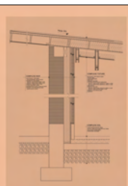
D Le laboratoire d'essais des sols permet la caractérisation de la ressource de chaque site de construction et une éventuelle reformulation adaptée aux besoins spécifiques.
E L'objectif du Terra Center est de mener des recherches, des études pratiques et des expérimentations, en particulier sur la construction en terre résistante aux séismes.

D The soil testing laboratory serves to characterize the soil composition of each construction site and to help define specific formulations adapted to the unique requirements of the projects.
E Terra Center's objective is to conduct research, practical studies, and experiments, especially on earthquake-resistant earthen construction.

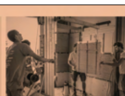
D

E F

D © Timur Ersen E F © Lauriane Lesprisse



G H



I

G © design/build LAB, HEAD-CONSTRUCTION I H © Lauriane Lesprisse

D Terre locale
La terre utilisée pour le pisé de la Maison pour tous est un rebut de production qui provient d'une carrière de granulats (sables, graviers et cailloux) située à 15 km de Four. Acheminée par camion, elle est amendée de grains provenant du même endroit. Cette reformulation permet d'atteindre une résistance mécanique de 1,9 MPa en compression, suffisante pour réaliser les murs porteurs de cette maison associative.

D Local soil
The earth used to prepare the rammed earth for the Maison Pour Tous is a waste byproduct from a sand and gravel quarry located 15 km away from Four. Hauled to the construction site and enhanced with granules from the same source, the earth achieves a compressive strength of 1.9 MPa, which is sufficient for the load-bearing walls of the community center.

E Coffrage à progression verticale
Plus de 40 m³ de terre foisonnée sont pelletés, mélangés, humidifiés puis répartis dans des seaux soulevés jusqu'aux banches à progression verticale, entre lesquelles la terre est déversée puis compactée. Accompagnés par Timur Ersen, gérant de l'Atelier Kara, les 21 étudiants ont réalisé en un mois et demi l'ensemble du lot pisé, gros œuvre et parement intérieur. Une véritable prouesse collective !

E Climbing formwork
Upwards of 40 m³ of foamed soil was shoveled, mixed, dampened, and then divided into buckets that were raised up to the climbing formwork, into which the earth was first poured, and then compacted. Under the guidance of Timur Ersen, Atelier Kaa's manager, twenty-one students completed the whole rammed earth construction, both structural work and interior paneling, within a month and a half—a real collective achievement!

F Compactage pneumatique
Ajusté à la bonne teneur en eau, le mélange humide est déversé à l'aide de seaux dans le coffrage. La terre est d'abord répartie en une couche uniforme d'une quinzaine de centimètres, dont la hauteur est vérifiée à l'aide d'une pige, puis damée à l'aide de fouloirs pneumatiques. Le compactage s'effectue en trois passages successifs avec des pisoirs de plus en plus puissants.

F Pneumatic compaction
Once adjusted for moisture content, the damp mixture was poured into the formwork by the bucketload. The earth is first spread out in a uniform layer roughly 15 cm thick, the height of which was checked using a measuring rod, before being compacted with pneumatic rammers. The compacting took place in three successive passes, employing increasingly high-powered rammers.

G Coupe sur le mur en terre isolé
Les murs sont composés d'une paroi en pisé de 40 cm d'épaisseur portant la toiture, d'une isolation par l'intérieur de 20 cm de laine de bois et d'un parement intérieur de 8 cm en pisé préfabriqué. La terre est ainsi apparente en extérieur comme à l'intérieur, et le bâtiment répond aux exigences de la réglementation thermique. Les panneaux en bois de la toiture, préfabriqués en Savoie, reposent sur un chaînage en béton, qui est coulé dans une réservation ménagée dans le mur en pisé afin qu'il ne soit pas apparent.

G Insulated earthen wall section
The wall section consists of a 40-cm-thick rammed earth wall supporting the roof, 20 cm of internal insulation made of wood wool, and interior paneling made of 8-cm-thick prefabricated earth panels. The earth is kept exposed both inside and outside and the building meets the requirements of the French thermal regulation code. The wood roof panels, prefabricated in the Savoie département, are supported by a concrete ring beam that is cast in a provision formed in the rammed earth wall so as to not be visible.

H Pisé préfabriqué en atelier
Un atelier de préfabrication pour les parements en terre a été mis en place dans un local situé près du chantier. L'intérieur des murs est habillé de 40 m² de panneaux de pisé de 8 cm d'épaisseur, mesurant 120 cm de longueur et 80 cm de hauteur. Les éléments, qui pèsent environ 160 kg chacun, sont positionnés à l'aide d'un système de levage. Un lit de mortier entre les blocs permet d'ajuster leur positionnement.

H Prefabricated earth panels
A field factory was set up for the prefabrication of the earth panels in a building located close to the construction site. The inside face of the walls is clad with 40 m² of rammed earth panels that are 8 cm thick, 120 cm wide, and 80 cm high. These segments, which weigh approximately 160 kg each, are fitted using a hoisting system. A mortar bed between blocks allows them to be positioned and adjusted.

I Étape de finition
La préfabrication en atelier, réalisée en parallèle du pisé porteur, permet de raccourcir le temps passé sur le chantier. Néanmoins, l'étape de finition, réduite pour le pisé réalisé sur site, reste importante pour le pisé préfabriqué. Les joints entre les blocs de parement intérieur sont rebouchés avec la même terre humide, qui est compactée à l'aide d'une massette. Une fois secs, les joints disparaissent entre les strates horizontales.

I Finishing stage
The field factory prefabrication, operating in parallel with the erection of the load-bearing rammed earth, helped shorten the construction time. However, the finishing stage was long for the wall made of prefabricated elements, even though it was relatively short for the wall built on site. The joints between the interior panels were filled in with the same damp earth used to manufacture them, and then compacted with a mallet. Once the joints are dry, they disappear between the horizontal strata.

F

F © Kurt Hoerbst

F Les poteaux, la charpente, les vérandas et les garde-corps sont en bambou, coupé près du village.

F The posts, framework, verandahs, and railings are made of bamboo harvested in the vicinity of the village.

G

G © Kurt Hoerbst

G Dans l'atelier de l'étage, les femmes du village cousent les vêtement, sacs et coussins distribués par le label équitable Dipdii Textiles, créé par Anna Heringer.

G In the studio on the upper floor, the women of the village sew the clothes, bags, and pillows retailed by the fair-trade company Dipdii Textiles, created by Anna Heringer.

Terre coulée

Poured Earth

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. Pourtant, l'idée de mettre en œuvre de la terre comme un béton de ciment est alléchante : une rapidité d'exécution sur le chantier, des outils et machines que toute entreprise conventionnelle utilise déjà. Des équipes de recherche appliquée associant laboratoires et constructeurs ont permis de faire émerger récemment la technique de la terre coulée à partir de la formulation d'une terre naturelle, d'ajout de grains et parfois de dispersant qui la rendent liquide en ajoutant pourtant très peu d'eau. La grande majorité des chantiers réalisés à ce jour ont recours à du ciment pour faciliter la délicate étape du décoffrage, alourdissant fortement le bilan environnemental de cette technique. Malgré des recherches en cours très prometteuses pour couler la terre sans avoir recours au ciment, des difficultés demeurent encore lors du passage de l'échelle du prototype expérimental à celle du bâtiment.

Pouring a wall using natural earth with a liquid consistency in shuttering, much like Portland cement concrete, is highly difficult, if not impossible. Even if the wall doesn't then collapse when the formwork is removed, the risk of deformation or cracking during drying is exceedingly high. The idea of being able to work with earth in a way that is similar to Portland cement concrete is a very attractive one, however, providing a high speed of execution and using the tools and machines that conventional building companies already employ. Applied research teams bringing together laboratories and builders have recently brought about the poured earth technique, which is based on a mix design employing a natural earth, with added grains, and sometimes a dispersant that helps make it liquid with only very little added water. The vast majority of poured earth projects completed to date employed Portland cement to help with the delicate process of formwork removal, which strongly impacts the environmental footprint of the technique. Despite highly promising ongoing research, pouring earth without resorting to Portland cement usage presents certain difficulties when scaling up from the experimental prototype scale to that of full-scale building.

C © Alessio Mei

C La paroi brise-soleil en tige de laurier, qui tamise les rayons du soleil en façade sud, est une réinterprétation des plafonds traditionnels en tataoui.

C The brise-soleil sunscreen made of laurel stalks, which tempers the sun's rays on the southern façade, is a reinterpretation of the traditional tataoui ceilings.

D © Alessio Mei

D Le plafond en tataoui montre le potentiel de l'artisanat local : il est composé de dessins géométriques en tige de laurier inspirés de la tradition berbère. Un enduit terre a été appliqué sur les murs, qui sont réalisés en pisé, en adobe ou en BTCs.

D The tataoui ceilings demonstrate the potential of local crafts. They consist of geometric designs inspired by the Berber tradition and made out of woven laurel stalks. An earth plaster was applied to the walls, which are built with rammed earth, adobe, or CSEBs.

Fibra

Fibra

Matières brutes ou peu transformées issues du vivant, les fibres végétales sont le complément idéal de la terre crue pour construire. La masse de la terre s'associe parfaitement à leur légèreté. Ces matières mélangées intimement ou mises en œuvre distinctement sont à elles deux un véritable levier d'action pour réduire massivement et dès aujourd'hui l'impact environnemental du secteur de la construction. Disponibles à portée de main, les fibres végétales permettent le développement d'une architecture contextualisée, l'utilisation de ressources locales, abondantes et renouvelables, avec une économie de moyens. Dans les pages qui suivent, le chanvre, la paille, le roseau et le bambou, ces matières pauvres souvent déconsidérées, sont présentées comme des possibles pour bâtir la ville de demain et ainsi changer le regard qui leur est porté.

Plant fibers are raw or minimally processed bio-based materials that make an ideal complement to raw earth in construction. Earth's mass combines well with their lightness. Together, these materials, which can be mixed or kept separate in construction projects, are catalyst to massively reduce the environmental impact of the construction sector and to do so with immediacy. Widely available and close at hand, plant fibers allow for the development of contextualized architecture, via the use of local, abundant, and renewable resources, with an economy of means. In the following pages, hemp, straw, reed, and bamboo—these humble and generally underrated materials—are presented as possible options to build the cities of tomorrow and thus change public perception of these materials.

Diversité des techniques

La plupart des techniques constructives actuelles mettant en œuvre des fibres végétales sont issues de méthodes ancestrales. Par exemple, les cultures constructives des couvertures en roseau ou des structures en bambou font partie de ces pratiques séculaires, régulièrement actualisées, parfois adaptées à un contexte précis. Ces filières traditionnelles en côtoient de plus récentes, spécifiques à l'isolation, comme celle de la paille ou du chanvre, voire émergentes, comme celle de la balle de riz dans le sud de la France. La diversité de ces techniques et des ressources employées, qui peuvent ainsi provenir de multiples lieux de production couvrant l'ensemble d'un territoire, permet de répondre en partie au défi climatique actuel. En effet, la relocalisation de la production de ces ressources est un enjeu primordial pour réduire les distances de transport et leurs fortes émissions de CO_2. De plus, l'utilisation de déchets ou coproduits de l'agriculture comme matériaux de construction est une excellente opportunité de valoriser des productions agricoles sans empiéter sur les terres arables et de fabriquer des matériaux à faible coût. Ces coproduits sont abondants et diversifiés : la paille de céréales ou de lavande, la balle de riz ou encore les rafles de maïs et les tiges de tournesol ou de colza méritent toute notre attention.

Économie circulaire et main-d'œuvre locale

Ces temps de pénurie mondiale des matériaux de construction et d'épuisement annoncé de nombreuses ressources non renouvelables nous obligent à repenser nos modes de construction et en particulier les matériaux que nous employons. Les fibres végétales, disponibles en abondance sur les territoires, ouvrent la voie à une relocalisation de l'économie de la construction où l'on s'approvisionne en matières premières au plus proche du chantier. L'identification des ressources disponibles localement, en déterminant les matériaux et les techniques mises en œuvre, s'impose comme l'une des premières étapes de tout projet architectural ancré dans son territoire. Bâtir avec ces matières brutes ou peu transformées, non normées, nécessite une main-d'œuvre qualifiée. Travailler avec les matériaux et les ressources locales valorise les savoir-faire et les cultures constructives du territoire. Ainsi, en redonnant du sens à des métiers parfois dévalorisés, la mise en œuvre de matériaux sains et avantageux tant pour les habitants que pour le constructeur, participe au développement local. Cette économie circulaire à l'échelle d'un territoire ne peut être que bénéfique à la communauté.

Impact économique et écologique réduit

L'utilisation de matériaux biosourcés, issus de plantes à croissance rapide, n'a généralement qu'un impact réduit sur le coût final du projet. Certes, les coûts bruts de ces matériaux biosourcés manufacturés comparés à ceux des matériaux conventionnels sont supérieurs mais, à titre d'exemple, l'isolation représente seulement 1 % du coût final d'un projet de construction. En outre, les matières premières brutes ou peu transformées comme la paille ont un coût dérisoire eu égard à leurs performances thermiques, hygrométriques et acoustiques. Très intéressante pour l'autoconstruction, la paille l'est aussi pour des édifices de plus grande envergure qui ont recours à de la préfabrication en atelier. Enfin, en raisonnant en coût global de la construction qui inclut la conception, la construction, l'exploitation et la maintenance, mais aussi ceux relatifs à la déconstruction, les fibres végétales sont un excellent choix : elles sont compostables en fin de vie et, de plus, permettent de réaliser des économies de chauffage et de climatisation en participant au confort d'hiver et d'été, grâce à leur capacité à réguler l'hygrométrie intérieure et à leurs très bonnes performances thermiques.

Concevoir et construire en fibres végétales, c'est enfin réaliser des économies de matières en suivant la logique de la juste quantité du bon matériau au bon endroit, pour une architecture frugale à faible impact environnemental.

Diverse building techniques

Most current building techniques employing plant fibers draw on ancestral methods. For instance, building cultures using reed roofing or bamboo structures are part of age-old practices, which are regularly updated, and sometimes adapted to specific contexts. These traditional sectors exist alongside other more recent ones related to insulation, such as straw or hemp, or even emerging types such as rice husk in southern France. The diversity of techniques and resources employed, which can originate from multiple production areas across a given territory, provides a partial answer to the current climate challenge. Indeed, relocating the production of these resources is paramount to reducing transport distances and the associated high CO_2 emissions. Furthermore, using agricultural waste or coproducts as building materials forms an excellent opportunity to promote agricultural production without encroaching upon fertile cropland as well to manufacture inexpensive products. These coproducts are abundant and diversified—cereal and lavender straw, rice husk, corncobs, and sunflower and rapeseed stems, all deserve serious consideration.

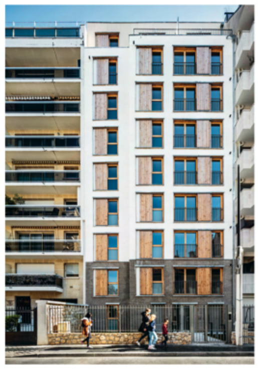
Making the most of regional resources

These times of global building material shortage and forecasted depletion of many non-renewable resources force us to rethink our construction methods, and in particular the materials we use. Plant fibers are widely available the world over, paving the way for the relocalization of the construction economy, whereby builders would procure their raw materials close to their construction sites. The identification of locally available resources, while determining the materials and techniques to be employed, is becoming one of the obvious first steps of all architectural projects rooted in their territory. Building with these raw or minimally processed and non-standardized materials requires a skilled workforce. Working with local materials and resources harnesses the know-how and local building cultures of the territory. Thus, by lending new meaning to sometimes undervalued trades, the use of materials that are healthy and beneficial both to residents and builders contributes to local development. This circular economy at a territorial level can only be of benefit to the community.

Reduced economic and environmental impact

Using bio-based materials derived from fast-growing plants generally has only a limited impact on the final project cost. The raw costs of these manufactured bio-based materials are admittedly higher than those of conventional materials, yet, to give an example, insulation only amounts to 1% of the final cost of a construction project. In addition, raw or minimally processed materials, such as straw, have a trivial cost considering their thermal, hygrometric, and acoustic performance. Straw is highly interesting for self-builds, but also for larger buildings that avail of prefabrication in workshops. Also, by reasoning in terms of the overall cost of construction (which includes design, construction, operation, and maintenance, but also deconstruction), plant fibers are an excellent choice. They can indeed be composted at the end of their service life and, furthermore, can help achieve savings on heating and cooling costs by increasing winter and summer comfort levels through their ability to regulate indoor hygrometry and their very high thermal performance.

Ultimately, designing and building with plant fibers is key to achieving economic use of materials following the logic of the right quantity of the right material at the right place, for architecture that expresses frugality and a low environmental impact.



A © Cécile Septet

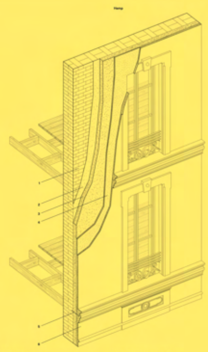
A Cet immeuble de neuf niveaux en chaux-chanvre constitue une première en France, voire en Europe.

A The nine-story building made of lime-hemp is the very first of its kind in France, and perhaps Europe.

B C © North by Northwest Architectes

B Plan du rez-de-chaussée.
C Plan d'étage courant.

B Ground floor plan.
C Typical floor plan.

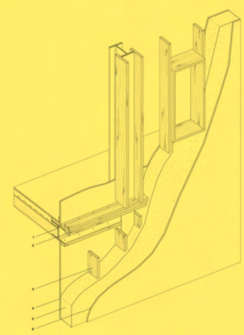


Rénovation de façade en chaux-chanvre

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

Lime-hemp façade renovation

1. Existing wall
2. Base coat
3. Lime-hemp, 8 cm thick
4. Lime plaster
5. Dowel securing the cornices
6. Finish coat and decorative moldings



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

Lime-hemp wall infill

1. Metal structure
2. Rim joist
3. Timber framing
4. Gypsum fiber board
5. Lime-hemp, 22–27 cm thick
6. Render

B © Clément Guillaume

B La couverture en roseau de Camargue est portée par une structure en bois, dont les trois quarts des pièces sont issues de chantiers de déconstruction.

B The roof made of reed from Camargue is supported by a timber structure using wood, three quarters of which was sourced from deconstruction projects.

C © Clément Guillaume

C Selon la maîtrise d'œuvre, l'utilisation de bois de réemploi a permis de réduire de 85 % les émissions de gaz à effet de serre de la structure, déjà très faibles grâce à l'usage de matériaux biosourcés.

C According to the project owner, the use of reclaimed wood reduced the greenhouse gas footprint of the structure by 85%, though it was already low due to the use of bio-based materials.

PAVILLON DE L'ARSENAL
Centre d'urbanisme et d'architecture de Paris

21 bd Morland, 75004 Paris
www.pavillon-arsenal.com
Contact : Julien Pansu,
Directeur de la communication, du multimédia et des publics
mail : julienpansu@pavillon-arsenal.com
téléphone : +33 (0)1 42 76 31 95