

EXPOSITION InvenTerre(s)







Bigre est un éco-bâtiment de 90m², destiné à tester en grandeur nature différentes utilisations de la terre crue comme matériau de construction. Fruit d'une démarche de recherche et développement, il est le premier aboutissement de l'expérimentation d'un habitat exemplaire, sain et durable. Il s'agit d'un démonstrateur de l'ambition en la matière du projet d'aménagement du centre-ville de Biganos, Nouvelle R.

L'exposition « InvenTerre(s) » permet de découvrir pourquoi et comment la terre crue, matériau de construction vieux de milliers d'années, revient aujourd'hui sur le devant de la scène au travers de techniques modernes de mise en œuvre.

Bigre est à la disposition des professionnels impliqués dans le projet urbain, de la ville de Biganos et des citoyens (renseignements auprès d'Aquitanis et de la mairie de Biganos).

1111

Faire avec le déjà-là



1111 Il était une fois Biganos

Commune située dans le Pays de Buch à l'entrée du delta de la Leyre au sein du Parc naturel régional des Landes de Gascogne, Biganos est l'une des dix localités qui bordent le bassin d'Arcachon. Elle occupe une position stratégique à la croisée des chemins du nord et du sud du

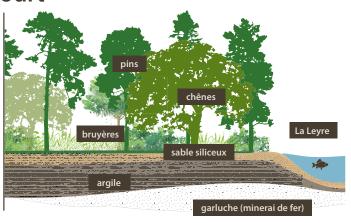
C'est autour du port de Boïos, trait d'union entre la façade maritime et l'arrière-pays, que les habitants se sont installés à l'ère gallo-romaine.

//// Des activités en circuit court

À la fin du néolithique (-10 000 à -3 000 avant J.-C.), on a commencé à défricher pour laisser plus de place aux troupeaux. La forêt encore largement présente permettait de trouver du bois pour les cabanes et le chauffage.

Dès l'époque romaine, on se mit localement à exploiter la résine en brûlant des bûches de pin pour récupérer la poix. Celle-ci partait par bateaux du port de Biganos pour Bordeaux et plus loin encore. Avec cette activité, la forêt recule et les pins se font rares.

Le modèle agropastoral persiste durant des siècles avec quelques activités maritimes (pêche côtière et coquillages) et de nombreux moulins.



//// Une architecture bioclimatique et biosourcée





Les ressources et les activités locales ont modelé l'architecture traditionnelle du territoire ; la pierre n'était pas abondante, contrairement au bois et à la terre. Les « maisons de l'ancienne lande » étaient construites à colombages par le charpentier avec une ossature bois. Entre les poteaux, les murs étaient faits de torchis (mélange d'argile et de fibres végétales), et recouverts de chaux blanche pour le stabiliser.

Les maisons plutôt ramassées présentaient des toits à 3 pans, avec une entrée à l'est pour se protéger des intempéries comme des chaleurs estivales. Les façades ouest exposées au mauvais temps venant de l'océan n'avaient que peu d'ouvertures avec un pan de toit descendant très bas.

Peu à peu, on a intégré au torchis des briques plates cuites parfois disposées en « feuilles de fougère ». L'effet très décoratif était pourtant le fait de la taille des briques trop longues pour être placées horizontalement entre les pans de bois!

Le saviez-vous?





////

Quand le cru est cuit

Plusieurs phénomènes vont radicalement changer la physionomie du village de Biganos au XIX^e siècle.

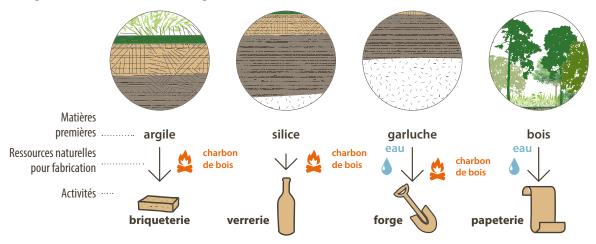


//// Le tournant de la sylviculture...

Si des initiatives locales s'observent dès le XVIIIe siècle, l'assainissement et la mise en culture des Landes de Gascogne se développent véritablement sous Napoléon III avec la loi impériale de 1857. Elle oblige les communes à ensemencer leurs landes. Le développement de la jeune forêt de pins ouvre de nouvelles perspectives industrielles fondées sur le bois : pas moins de 8 scieries sont décomptées à Biganos en 1914! La sylviculture comme les filières de transformation du bois s'imposent comme activités majeures du territoire.

... et de l'industrialisation ////

Déjà traversé par une route départementale, le Pays de Buch se désenclave encore par l'inauguration en 1842 de la voie ferrée Bordeaux-La Teste avec une gare à Facture. L'industrie va tirer profit de cette facilité et des ressources présentes sur place, augmentant alors les émissions de gaz à effet de serre.



Verrerie

En 1816, un industriel, mettant à profit la pureté du sable de silice et l'abondance de combustible (bois et charbon), installe la verrerie de Capsus. Elle fermera en 1880. Le sable continuera d'alimenter l'industrie verrière bordelaise.

Industrie papetière

Le moulin de Pont Neau se met à fabriquer du papier à partir de vieux chiffons, de cordages et de filets de pêche. Rapidement dépassée par la mécanisation, cette activité ouvre néanmoins la voie à l'implantation en 1928 à Facture d'une industrie papetière dont le bois constitue la principale matière première. Aujourd'hui, le site de « Smurfit Kappa Cellulose du Pin » est l'un des premiers producteurs européens de papier à base de fibres vierges pour l'emballage.

<u>Sidérurgie</u>

La garluche autrement dite « pierre de fer » abonde dans le soussol, le charbon de bois est produit sur place et il existe des moulins à eau. Tout est réuni pour installer les Forges de Pontnau qui seront actives jusqu'en 1914, tandis que d'autres forges de transformation des métaux seront aussi créées.

Briqueterie et tuilerie

L'argile a fait l'objet d'une exploitation continue durant plusieurs siècles. En 1879, Biganos comptait 18 tuileries artisanales et fin XIX° deux unités industrielles importantes sont créées : la briqueterie de Facture et la tuilerie Saboua-Mondon. À la tuile traditionnelle viennent s'ajouter de nouveaux produits : le pot de résine « Hugues » adopté par les gemmeurs de pins ou la « brique de Biganos » qui va régner dans la construction. Ces usines perdureront jusqu'aux années 1950.

//// L'apogée de la brique de Biganos



En 1852, les frères Pereire, habiles banquiers bordelais, rachètent la ligne Bordeaux-La Teste, la prolongent jusqu'à Arcachon où ils ont acquis des terrains, et créent des infrastructures... Arcachon, ville balnéaire est lancée ; le Tout-Paris et Bordeaux s'y pressent. On y construit des villas de style pittoresque empruntant à de multiples influences. La brique cuite de Biganos sert à construire la majorité des maisons autour du Bassin d'Arcachon jusqu'au début du XXe siècle. Une grande partie des maisons du Pyla sont en briques recouvertes de chaux blanche. Mais on voit aussi des constructions en briques apparentes comme l'utilisation de briques vernissées en parement.

Le saviez-vous?

La brique de Biganos mesure environ 22 cm de long, 11 de large et 4 d'épaisseur. Elle est d'un faible coût et d'une résistance à toute épreuve.

//// Partout en France, laisse béton!

Une des caractéristiques de la révolution industrielle (XIXe siècle) s'incarne dans le renouveau des matériaux de construction. L'acier devient le nouveau référentiel de la modernité et le béton s'impose grâce à l'industrialisation de la fabrication du ciment. À côté de l'artisanat, de premiers grands groupes se structurent.

La reconstruction des années 1950-1960 se chargera d'asséner le coup de grâce au matériau terre. L'État via une politique de soutien massif privilégie les industries du béton et de l'acier, mieux équipées et plus efficaces pour construire vite et répondre aux besoins impérieux en matière de logements.

La terre crue fait alors partie de l'histoire ancienne.

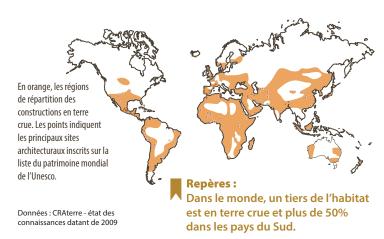


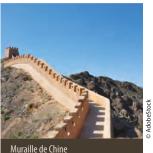
La terre crue, matériau universel

//// Dans le monde

La terre crue est le matériau le plus utilisé de l'histoire et un des plus anciens. On en trouve des traces 10 000 ans avant J.-C., comme à Jéricho en Cisjordanie. Les civilisations perses, babyloniennes ou encore égyptiennes l'avaient adoptée.

Des exemples d'architectures en terre crue, de la plus modeste à la plus monumentale, sont visibles sur tous les continents et sous tous les climats. Pour n'en citer que quelques-unes : la mosquée de Djenné au Mali (le plus grand bâtiment au monde en terre crue), la cité de Chan Chan au Pérou... ou plus près de nous une grande partie du palais de l'Alhambra à Grenade en Espagne.





Muraille de Chine
Des sections longues de plusieurs
kilomètres de la muraille de Chine
sont construites en terre crue.



Shibam (Yémen)
Cette "Manhattan du désert" représente
la métropole verticale la plus ancienne
au monde et est construite entièrement
en briques crues séchées au soleil. Elle
date du XVI° siècle.

Le monde contemporain s'intéresse de nouveau à la terre crue, matériau peu gourmand en énergie et largement disponible sur toute la planète. En 2016, Terra Award, premier prix mondial des architectures contemporaines en terre crue a permis de communiquer sur la qualité de réalisations partout dans le monde. En Europe, le renouveau de la terre crue doit beaucoup à l'Autrichien Martin Rauch qui possède une expertise inégalée de la technique du pisé. Son pays comme l'Allemagne, très attentifs à l'écologie, sont avancés en la matière avec des règles professionnelles de construction formalisées et des normes sur les produits manufacturés (briques, enduits, mortier...). En différents points du globe, des architectes connus internationalement expérimentent la terre crue ou en font une utilisation régulière.



Terra Award • 1er prix habitat collectif La grande muraille d'Australie occidentale, maisons pour bergers en pisé Maîtrise d'ouvrage : Jaxon / Architectes : Luigi Rosselli / Entreprise terre : Murchison Stabilized Earth Pty Ltd.





Martin Rauch a notamment collaboré avec les architectes Herzog & de Meuron à la Maison des plantes du confiseur Ricola, halles industrielles à Laufon dans le canton suisse Bâle Campagne. Plus grand bâtiment d'Europe en préfabriqué de pisé.



Centre d'interprétation du patrimoine archéologique de Dehlingen (Alsace) en pisé par Nunc Architectes

//// En France métropolitaine

Le patrimoine français en terre crue est important et diversifié. Il est principalement présent dans des régions où l'accès à la pierre était difficile. 15% du bâti total est réalisé en terre crue, soit environ 2 400 000 logements.

4 grandes techniques sont représentées en France.

Façade ouest de la France

S'est développée ici l'utilisation de la bauge, mortier fait de terre grasse et de paille pour construire directement des murs porteurs.

Sud-Ouest

On trouve ici dans l'architecture traditionnelle, l'argile mélangée d'eau et d'une faible quantité de paille hachée façonnée en briques (adobe).

nelle, l'argile de paille

Bauge

Torchis





Nord, Est et Sud-Oues

Le torchis (mélange de terre et de fibres en remplissage d'une structure porteuse) est la technique que l'on rencontre le plus communément sur le territoire.

Rhône-Alpes

C'est ici la région du pisé, technique d'élévation de murs épais de terre crue réalisés par tassement. En Isère, 75% de l'habitat rural est construit en pisé. Ces techniques sont adaptées aux ressources locales, à la qualité de la terre, aux conditions de réalisation ainsi qu'au site proprement dit. Ce patrimoine encore méconnu est menacé en particulier par le manque d'entretien des constructions mais aussi par des techniques de réhabilitation trop souvent inappropriées.

Données : CRAterre - état des connaissances datant de 2009

////

Le lent renouveau hexagonal

//// Années 1970 : le retour à la terre

La crise pétrolière de 1973 et ses conséquences sur le coût des transports ont provoqué une onde de choc dans le secteur de la construction. C'est à cette époque que l'idée de bâtir avec des matériaux locaux peu transformés refait surface. La terre crue sort de l'oubli.

La philosophie de la contre-culture américaine va influencer plusieurs architectes français comme Jean Castex, Jean Dethier, Yona Friedman, qui vont diffuser une vision de la conception architecturale inscrite dans un contexte local. Au-delà de la question énergétique, cette redécouverte de la terre crue répond à l'envie de s'affranchir des matériaux industrialisés et de s'écarter de la standardisation de l'architecture.

Au-delà des professionnels, ce mouvement va se développer chez certains particuliers en réaction à la société de consommation et à la nécessité de prendre soin de la terre. Des projets d'auto-construction ou en chantiers participatifs d'habitations alternatives à très bas coûts voient le jour.



L'architecte américain Antoine Predock fait construire le quartier résidentiel de la Luz dans la région d'Albuquerque (Nouveau-Mexique). Ces 60 logements en terre inspireront douze ans plus tard la création du Domaine de la Terre à Villefontaine.

//// Années 1980 : l'effervescence



Couverture du catalogue de l'exposition « Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire » au Centre Georges Pompidou



Couverture d'un document de présentation du projet de quartier expérimental pour la ville nouvelle L'Isle-d'Abeau



Dès 1976, l'innovant Centre de Recherche et d'Application Terre « CRAterre » voit le jour. Rattaché à l'École d'Architecture de Grenoble (ENSAG), son but est de capitaliser un maximum de connaissances sur le patrimoine en terre, ainsi que de diffuser, avec des partenaires, des manières de construire visant à conserver les monuments existants et développer une architecture contemporaine.

La première grande exposition autour du matériau est organisée en 1981 par Jean Dethier. « Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire » est accueillie au Centre Georges Pompidou à Paris. Elle voyage ensuite dans 40 villes et attire plus de 2 millions de visiteurs.

Au printemps 1981, la mise en pratique de l'exposition-manifeste trouve un terrain d'application en Isère, région à fort patrimoine en terre crue, dans une ville nouvelle, L'Isle-d'Abeau. Le Domaine de la Terre à Villefontaine, opération de 12 îlots d'habitations de 4 à 10 logements, est la figure de proue de ce renouveau visant à expérimenter à grande échelle les différentes techniques de construction en terre. Il est porté par le bailleur social OPAC de l'Isère et l'Établissement Public de L'Isle-d'Abeau (EPIDA).

Puis, des constructions d'importance sont réalisées comme le Centre de loisirs à Saint-André-le-Coq (1992), des lotissements et des logements collectifs en Bretagne à Vannes (1985), l'IUT de Blagnac (1993) et des maisons individuelles sur l'ensemble du territoire.

//// Un regain d'intérêt depuis 10 ans

Un cours du pétrole bas, des crises à répétition dans le secteur du bâtiment et un soutien timide des pouvoirs publics ne contribuent pas à voir la filière de construction en terre crue se développer.

Il faut attendre la toute fin des années 2000 et le renforcement des enjeux énergétiques et environnementaux - le risque de pénurie de sable notamment - pour que la terre crue fasse son grand retour.









L'utilisation du matériau se diffuse de sorte que l'on dénombre 250 projets d'architecture contemporaine en terre crue en France en 2016.

Plusieurs événements permettent également de mettre en lumière les bienfaits de la filière. En 2016, la 12e édition du Congrès mondial sur les architectures de terre, TERRA, se déroule à Lyon et rassemble plus de 800 participants, universitaires, professionnels, experts et étudiants. La même année, le Pavillon de l'Arsenal de Paris présente l'exposition « Terres de Paris, de la matière au matériau » sous la direction de l'agence d'architecture Joly & Loiret avec plusieurs partenaires dont Amàco et le laboratoire CRAterre, pour souligner le potentiel constructif des terres parisiennes.

La prochaine Réglementation environnementale (RE 2020) fait de la sobriété carbone un critère-clé dans le choix des matériaux de construction. Un argument de taille pour la terre crue!

R

Repères:

Le secteur du bâtiment est le plus polluant puisqu'il représente 38% des émissions de dioxyde de carbone dans le monde (123 millions de tonnes par an) selon un rapport commandé par l'ONU. Si l'industrie du ciment, elle seule, était un État, il serait le 3^e émetteur de CO₂ au monde, dépassé seulement par la Chine et les États-Unis.

////

Terre de **Vertus**

La terre crue constitue une alternative durable aux vertus à redécouvrir, son emploi dans la construction répondant pleinement aux enjeux contemporains auxquels le secteur du bâtiment et les territoires font face. Malléable, elle s'utilise de bien des manières et s'associe facilement avec d'autres matériaux. En intérieur ou en extérieur, en construction comme en rénovation.



//// Durable et économe

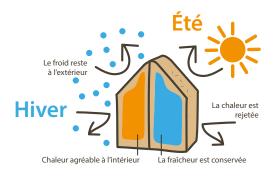
Elle est extraite et transformée sans processus chimique. Sa confection ne nécessite que très peu d'eau, et le séchage se réalise naturellement grâce au soleil et au vent; ce qui évite la cuisson, responsable de 30% du coût énergétique des matériaux classiques.

Le saviez-vous ?

En construction, la quantité d'énergie consommée par la terre crue tout au long de son cycle de vie, de l'extraction au recyclage (énergie grise) est 15 fois inférieure à celle du béton armé. De quoi satisfaire la volonté de l'Union européenne de réduire de 85% la production de ciment d'ici 2050.

En fin de vie, « la terre retourne à la terre »... et peut être de nouveau utilisée, pour la construction ou d'autres usages. Elle est recyclable à l'infini!

La terre crue présente une forte inertie thermique, qui se traduit par sa très bonne capacité à résister aux variations extérieures de température. Le bâtiment se refroidit ou se réchauffe lentement, offrant une température agréable tout au long de l'année. Du confort au quotidien et des économies d'énergie non négligeables. Son secret ? L'eau très présente dans la terre crue s'évapore ou se condense, régulant efficacement la température.





Locale et accessible

La terre crue est une ressource présente « sous nos pieds » en très grande quantité. Sa proximité permet d'éviter les coûts énergétiques et financiers liés au transport de matériaux.

Accessible facilement, très peu onéreuse par rapport aux autres matériaux, la construction en terre crue favorise les chantiers participatifs et l'auto-construction par les particuliers.

Elle est aussi présente « à notre main », puisque tout chantier d'aménagement ou de construction nécessite de creuser et d'enlever de la terre. Cette dernière devient disponible pour un réemploi. Rien ne se perd!



Zoom

Le chantier du Grand Paris Express prévoit la construction de 4 nouvelles lignes de métro et d'une soixantaine de gares, et devrait générer 45 millions de tonnes de déblais. La maîtrise d'ouvrage a pour objectif de réutiliser au moins 70% des terres excavées pour la construction de routes ou l'alimentation de carrières. Cette démarche de réemploi devrait se généraliser à tout le secteur du bâtiment dans les prochaines décennies.



Saine et bénéfique

Le saviez-vous?

L'acronyme "COV" désigne les Composés Organiques Volatils. Présents dans la plupart des matériaux de construction, ils peuvent avoir des effets néfastes sur la santé. Les habitats en terre crue ne diffusent aucun COV.

La terre régule très efficacement l'humidité, c'est ce gu'on appelle « l'hygrothermie ». Cela facilite le renouvellement de l'air, prévient la formation de moisissure et procure une sensation de bien-être. La terre crue possède une hygrothermie trois fois supérieure à celle du béton.

Dès 1985, une étude à grande échelle de chercheurs chinois mettait en corrélation l'habitat et la santé : les occupants de maisons en terre présentaient moins de maladies de peau, de problèmes vasculaires et l'on vivait plus vieux dans ce type d'habitat.



Confortable et créative

Au niveau acoustique, les murs en terre ne réverbèrent pas les sons. Compacts, ils font obstacle aux bruits aériens, ferroviaires et routiers, contribuant à la sérénité des habitants.

Sa faible conductivité offre enfin une protection naturelle contre les effets indésirables des ondes électromagnétiques.

La diversité de couleurs et de textures de la terre crue permet de multiples effets artistiques lors de son utilisation. Appliquée en enduit, elle peut être mélangée avec des pigments naturels et révéler des teintes de couleurs remarquables.



Un pari our l'avenir

//// Entre alternatif et expérimental

Aujourd'hui la terre cherche encore à s'affirmer en tant que matériau conventionnel.



D'un côté, des particuliers très attirés par une alternative au béton et par des techniques de construction en terre relativement simples d'appropriation offrant ainsi la possibilité de réaliser des chantiers en auto-construction assistée ou en auto-finition.

De l'autre côté, des expérimentations portées par :

- des appels à projets lancés par des collectivités ou acteurs de l'habitat,
- des projets ponctuels développés par des maîtres d'ouvrage, organismes de logement social ou promoteurs privés,
- des programmes d'habitat participatif très engagés sur le plan environnemental avec des matériaux biosourcés intégrant la terre crue dans les modes constructifs.





La Ruche à Bègles, a permis d'impliquer les futurs habitants sur un chantier participatif de formation aux matériaux terre et paille (enduit terre, remplissage paille) pour la construction de leur résidence (Axanis — filiale d'Aquitanis).

//// Des freins à lever

Des références techniques méconnues et peu exploitées

Manque de culture générale sur la terre crue

Un savoir-faire très confidentiel

Mise en réseau et partage d'expérience très récents

Peu de réglementation et une normalisation difficile compte tenu des spécificités de chaque gisement de terre (caractérisation)

Des surcoûts (expertise, délai, assurance...)

//// L'heure du cru?

Des signaux positifs se dessinent nettement et permettent d'envisager le développement de l'emploi de la terre crue dans la construction à l'instar de celui du bois, une industrialisation des modes constructifs, une banalisation de son utilisation dans une démarche pérenne d'architecture contemporaine.

Capitalisation des acquis

- La Confédération de la Construction en Terre Crue (CCTC) en partenariat avec le ministère de la Transition écologique et l'IFSTTAR* travaille sur la production de normes techniques et d'assurance
- La filière a publié en avril 2019 ses premiers guides de bonnes pratiques (6), mis au point par la CCTC, présentant des recommandations propres à différentes techniques dans le but d'apporter des garanties de bonne réalisation.

Une audience grandissante

 Un intérêt croissant des médias, des professionnels et des territoires.

Perspectives de réseau

 Un Projet national terre crue visant à coordonner les recherches à l'échelle nationale puis à en valoriser les résultats auprès de la profession est lancé.

Appropriation actuelle du matériau

- De nouveaux procédés en lien étroit avec les attentes et les contraintes d'aujourd'hui sont expérimentés.
- Des besoins de main d'œuvre et de temps longs de séchage à l'air contournés par exemple avec le recours à des briques stabilisées de grande taille ou à la préfabrication.

Sans oublier Bigre et Nouvelle R à Biganos!

Le saviez-vous?

Les chantiers du Grand Paris vont générer environ 500 millions de tonnes de terre excavées dans les quinze années à venir. C'est sur ce constat qu'est né en 2018, « Cycle Terre », Démonstrateur Industriel de la Ville Durable porté par la ville de Sevran et douze autres acteurs.

Fin 2021, la fabrique de matériaux en terre crue sera opérationnelle à Sevran et produira : blocs de terre compressés (BTC), enduits et mortiers de terre, terres en vrac pour torchis puis panneaux d'argile extrudée. Son objectif ? Transformer 10 000 tonnes de terre récupérées par an pour alimenter la construction d'opérations en terre crue. Ce projet unique en Europe réunit autour de lui des laboratoires de recherche (dont CRAterre et Amàco), un cabinet d'architecture (Joly & Loiret), un promoteur immobilier (Quartus) et une association d'insertion par l'activité économique.



^{*} Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux

Bigre, lieu d'InvenTerre(s)

Bigre est un éco-bâtiment de 90 m² construit en ossature bois, avec des murs et un sol en terre. Conçu à la manière d'une habitation, il est le fruit d'un engagement collectif et d'une démarche de recherche et développement en matière de construction en terre crue.



Avec Bigre, nous voulions faire émerger une filière de construction. Ce démonstrateur va contribuer à la diffusion de matériaux et à la normalisation de techniques amenées à intégrer à grande échelle les modes constructifs usuels.

Paul Rolland et Alexia Barritault, 2PM A, architectes

Aux côtés d'**Aquitanis**, une équipe de maîtrise d'œuvre bordelaise : **2PM A** (également architecte-urbaniste coordinateur de la ZAC) **180° Ingénierie** (bureau d'études)

en partenariat avec **Amàco**, **les Grands Ateliers** et **Fabrice Tessier** pour la recherche sur les ressources du territoire et la caractérisation des matériaux,

avec le soutien financier de la **Région Nouvelle-Aquitaine** et de l'**Ademe**.

//// L'alliance de la terre et du bois

L'argile, dont le gisement, exploité par Terres & Céramiques de Gascogne, se situe à une vingtaine de kilomètres au Barp, est utilisée crue à l'intérieur (briques de terre crue compressée grises, plaques de placo-terre et chape) et cuite à l'extérieur (briques orange) en soubassement et en façade du mur nord-ouest.

La terre argilo-sableuse venue du Tarn a permis de réaliser le parement extérieur en briques de terre crue compressée stabilisée (de couleur ocre).

Sont intervenus pour la fabrication, Briques Technic Concept et Fabrice Tessier, et pour la pose, l'entreprise Murari.

Plusieurs essences européennes de bois ont été sélectionnées pour la construction des murs en ossature bois, des menuiseries extérieures et des parements intérieurs.

Le chantier bois a été attribué au Collectif Bois - réunion de plusieurs artisans girondins, permettant ainsi à de petites entreprises souvent exclues des marchés publics d'y accéder.

Bigre met en œuvre ces matériaux bio ou géosourcés reconnus pour leur contribution à une meilleure qualité de l'air et pour leur impact carbone limité dans le cycle de construction et de vie du bâtiment.

//// Un confort d'été comme d'hiver

Une température constante est assurée en toute saison (entre 18 et 20°C), grâce à 3 dispositifs (cf. schémas ci-contre) et à une implantation bioclimatique permettant de récupérer au maximum les apports du soleil en hiver et de les réduire en été. Les consommations énergétiques de Bigre sont quasiment 2 fois moins importantes que celles d'un bâtiment conventionnel.

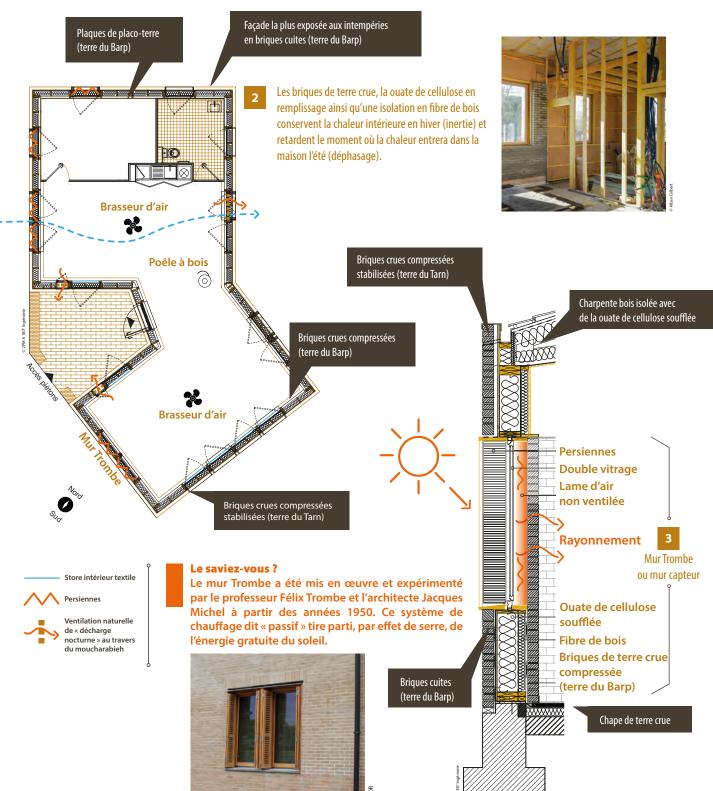
Des moucharabiehs et des persiennes permettent une ventilation naturelle, la nuit en particulier, et une protection contre la chaleur du soleil.





Le saviez-vous?

Un moucharabieh est une cloison ajourée placée devant une fenêtre protégeant l'habitation des regards et du soleil tout en laissant passer l'air. Cet élément est fréquemment utilisé dans l'architecture traditionnelle des pays arabes d'où il tire son nom.











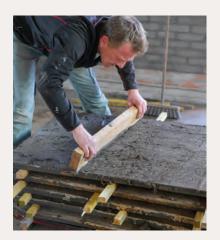




 $\ensuremath{\texttt{©}}$ Alban Gilbert ; Alexandre Dupeyron ; 2PM A ; DR













1111

La terre crue et Nouvelle

Afin de recomposer un cœur de ville animé, agréable, et d'accompagner la dynamique générée par la gare SNCF et le pôle multimodal, la ville de Biganos s'engage dès 2008 dans un processus de projet urbain. Elle crée pour y parvenir une Zone d'aménagement concerté (ZAC) dont elle confie la concession à Aquitanis en 2015, dénommée Nouvelle R.

Ce nouveau chapitre pour Biganos s'inscrit dans la continuité de l'identité locale avec une écriture actuelle et porte la volonté de proposer à tous une qualité de vie dans un environnement durable.



Nouvelle R en quelques chiffres

- > 14,5 hectares aménagés
- > 2,5 hectares de parcs et espaces verts
- >800 logements
- > Des commerces, services et équipements
- > 3,5 km de cheminements piétons et vélos

Plan-guide établi par l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine : Trouillot & Hermel paysagistes, 2PM A, Ingérop, Lansard Laborde géomètres



R&TERRE

34 logements collectifs accession sociale à la propriété **Maître d'ouvrage : Axanis**

Architectes: Boris Bouchet Architectes

• façade sud non porteuse en briques de terre crue compressée grand format



Les Jardins d'Embruns

83 logements collectifs accession libre

Maître d'ouvrage : Quartus

Architectes: Serge Joly et P-E Loiret Architectes

 briques de terre crue extrudée réalisées à la briqueterie du Barp - Terres & Céramiques de Gascogne, en remplissage des murs entre chaque logement



Logements pour la Gendarmerie

19 logements collectifs

Maître d'ouvrage : CDC Habitat Sud-Ouest Architectes : Nunc Architectes

- cloisons des logements en briques de terre crue
- étages en structure bois (murs en ossature bois, dalles en planchers) avec enduit à la chaux



Biare

Lieu d'accueil des publics et de partage des savoirs autour des transitions environnementales

Maître d'ouvrage : Aquitanis (puis rétrocession à la ville de Biganos)

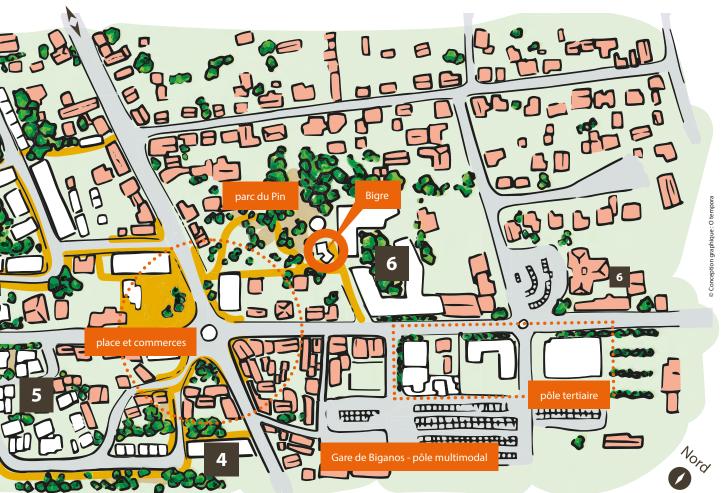
Architectes: 2PM A



K Nouvelle R représente une nouvelle génération de projets d'aménagement centrés sur le vivant : les hommes mais aussi les espaces et les espèces. 📏

Paul Trouillot, Trouillot & Hermel paysagistes mandataire de l'équipe de maîtrise d'œuvre du projet urbain.

D3 - vers Nord-Bassin - vers A660





Les Cottages

42 logements collectifs (répartis sur 2 îlots) accession libre

Maître d'ouvrage : AFC Promotion **Architectes: Nunc Architectes**

- briques de terre crue extrudée pour les murs séparatifs entre les chambres d'un même logement
- structure mixte bois-béton







Terra boïenne

10 maisons individuelles (MI), 14 logements en résidence sociale (RS) et 69 logements familiaux collectifs (LF) location sociale

Maître d'ouvrage : Aquitanis // Architectes : Dumont Legrand Architectes // Entreprise : Pyrénées Charpentes

- bois, enduit de terre crue en face intérieure, paille dans le complexe de la toiture (MI + RS)
- mélange terre crue chanvre en remplissage de l'ossature briques de terre crue non porteuses en mur séparatif des logements (MI)
 - ossature bois, remplissage avec de l'isolant en fibre de bois, bardage bois en extérieur ou enduit à la chaux (MI + RS + LF



Îlot B

115 logements et une supérette

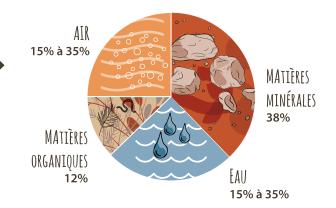
Maître d'ouvrage: LP Promotion // Architectes: Scalène Architectes, Boris Bouchet Architectes // Entreprise: Demathieu Bard

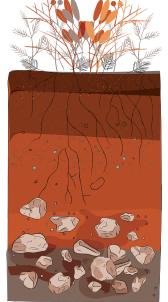
- murs porteurs intérieurs en briques de terre crue compressée et parement en briques de terre crue compressée sous porche en RDC
- ossature et bardage bois

De ce que l'on a sous les pieds aux murs d'un bâtiment, comment la terre est-elle transformée ? Les techniques permettant l'usage de la terre crue comme matériau de construction sont nombreuses. Il existe bien sûr des méthodes traditionnelles mais surtout - et c'est le cas pour Bigre ainsi que sur l'ensemble de la ZAC Nouvelle R - des procédés innovants issus de travaux de recherche et d'expérimentations qui permettent de révéler les vertus de ce matériau d'avenir.

Élément terre

Le sol est constitué de **4 composantes**, l'air (avec différents gaz présents) et l'eau circulant plus ou moins facilement parmi des matières minérales et organiques (origine animale ou végétale) de densités variables.





VÉGÉTATION

HUMUS

COUCHE ARABLE

Er va

En coupe, le sol comporte plusieurs strates bien visibles. Plus on va en profondeur, plus la vie et l'air disparaissent, remplacés par des couches uniquement minérales.

SOUS-SOL

ROCHE-MÈRE

En sous-sol, les terres présentent des différences en fonction des types de granulats issus de la désagrégation de la roche-mère qu'elles contiennent. On parlera par exemple de terre de graves, de terre argileuse...

Cela dépend notamment de l'histoire géologique du site et des strates où on se situe.



1111

Matériau terre crue

La terre végétale, bonne pour la culture, est trop riche en matières organiques pour fournir un matériau de construction.

La couche de terre minérale, elle, est employée pour construire en terre crue.

Selon la technique utilisée, on choisira des terres plus ou moins riches en argile, en sable, en gravier, etc. Mais une même terre peut être utilisée pour plusieurs techniques selon les mélanges préparés et leur teneur en eau.



Une analyse approfondie de la terre extraite ou disponible sous forme de terres excavées (déblais) permet de s'assurer de la qualité d'un matériau adapté au mode constructif que l'on souhaite adopter:

- type de composants solides présents (granularité),
- teneur en eau (plasticité),
- capacité à être compressée...

Hier et encore aujourd'hui au niveau artisanal, la caractérisation d'une terre est réalisée par la seule observation sensorielle (manipulation, lavage...). On utilise désormais des méthodes et des outils plus précis propres, entre autres, à la géotechnique (granulométrie, sédimentométrie, limites d'Aterberg, valeur de bleu et parfois imagerie, diffraction laser...).

HIFR



AUTOURD'HUI







Chaque terre étant spécifique et la filière n'étant pas encore industrialisée, il n'existe pas à ce jour de normes, mais des règles de bonnes pratiques sont à la disposition de tous les acteurs de la construction. C'est un premier niveau vers la réglementation. Pour l'emploi de la terre crue en structure porteuse, il peut s'avérer nécessaire de suivre une procédure d'Appréciation technique d'expérimentation (ATEx).

Principes de précaution

Si la terre crue compte de multiples atouts, elle possède, à l'instar de tout matériau, des spécificités qui doivent être prises en compte lors de la construction afin de maximiser la durée de vie du bâti.

Sensible à l'eau

La terre crue a une forte capacité d'absorption d'eau qui lui confère de bonnes propriétés hygrothermiques. Mais, dans certains cas, l'eau peut occasionner aussi des désordres dont il faut se prémunir en isolant les murs de l'humidité du sol et en les abritant des intempéries.

Une expression résume une règle importante des bâtiments en terre crue : un bon chapeau et des bottes!

Pour protéger les murs les plus exposés aux pluies, on peut les revêtir d'un imperméable : bardage, enduits, ou parement en terre cuite.

L'ajout d'additifs à la terre crue est également employé de longue date (la chaux ou, au XX^e siècle, le ciment). Cette terre stabilisée, plus solide, a l'inconvénient de ne plus être recyclable.

Un séchage délicat

Lors du séchage, la diminution de la teneur en eau du matériau entraîne une contraction susceptible de générer des fissures. Le risque est plus grand avec une terre trop humide ou trop argileuse, par exemple. L'ajout de fibres végétales dans le mélange est une solution à ce problème.

Besoin de respirer

La composition naturelle de la terre permet le passage de la vapeur d'eau. Cette propriété permet de réguler la température et l'humidité à l'intérieur du bâtiment, à condition que la totalité des matériaux utilisés dans la structure présente cette perméabilité. Le bâti doit respirer!

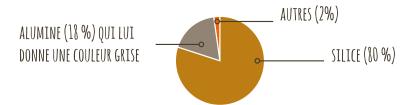






Sur la commune du Barp, non loin de Biganos, se trouve un site d'extraction d'argile dont les premières traces remontent à 1826. La famille Dubourg l'exploite depuis plus de 70 ans.

L'argile du Barp est une argile dite « de Brach ».
Elle date de l'ère tertiaire (entre -66 et -2,6 millions d'années avant J.-C.) et provient du dépôt d'alluvions venues du Massif Central.





2000 tonnes d'argile sont extraites chaque année. La profondeur de la carrière peut varier de 4 à 6 mètres. L'argile en est directement extraite par l'entreprise, aujourd'hui appelée Terres & Céramiques de Gascogne. Cette opération a lieu une fois par an en été.

Le matériau est ensuite stocké sous un hangar avant d'être broyé, séché artificiellement et réduit en poudre très fine (micronisée).

De là, l'argile peut être vendue ou intégrée au cycle de transformation sur l'exploitation elle-même.

Avec l'argile, sont fabriqués en terre cuite sur site, des carreaux, des briquettes, des pots à résine traditionnels et, il y a encore quelques années, les pavés céramiques ou « cales » que l'on retrouve dans les rues de Bordeaux et d'ailleurs. Aujourd'hui, l'entreprise fournit des briques de terre crue extrudée et de l'argile pour des utilisations diverses (enduits, BTC...), notamment à Bigre et dans de futures constructions de Nouvelle R.

D'autres lieux d'approvisionnement existent : les carrières et les chantiers. Leurs déblais peuvent être utilisés pour la construction en terre crue.





À savoir

Grises avant cuisson, les mêmes briques après cuisson présentent une teinte légèrement orangée. Cette variation de teinte est liée à l'oxydation des oxydes de fer naturellement présents dans la terre.

//// La terre dans tous ses états

Si les techniques traditionnelles continuent d'être utilisées, l'industrialisation de la construction en terre crue implique de nouvelles façons de faire, plus performantes et plus adaptées aux impératifs des chantiers.

La filière de recherche et de développement autour de la terre crue travaille à la création de nouveaux matériaux d'éco-construction fiables.





Les mentions Bigre et Nouvelle R indiquent que les techniques présentées ici sont utilisées sur ces sites.

La famille des BRIQUES ET BLOCS

Adobe

Briques de terre crue obtenues à partir d'un mélange de terre argileuse, d'eau et de fibres végétales malaxé pour former une pâte homogène coulée dans un moule.

Les briques sont ensuite séchées pendant quelques jours et peuvent être manipulées pour élever des murs. Un mortier de terre permet de fixer les briques entre elles.

On retrouve des constructions en adobe dès 8 000 ans avant notre ère.





Bloc de terre comprimée (BTC)





•

Dérivé du pisé. On ajoute à la terre, si besoin selon ses caractéristiques, des éléments comme des granulats minéraux afin de diminuer le retrait (rétrécissement au séchage) et sa résistance à l'eau puis on compresse le mélange dans une presse (manuelle ou mécanique) afin de lui donner sa forme finale. Après séchage, le BTC pourra être utilisé aisément. Cette technique date des années 1950. Une version stabilisée avec du ciment ou de la chaux est également produite pour obtenir des performances particulières.

Repères



- murs non porteurs en remplissage d'ossature
- parements et doublages intérieurs
- murs porteurs (R+1 max.)

Aujourd'hui, les plus grosses unités industrielles peuvent produire jusqu'à 50 000 blocs par jour.

En France, le BTC représente près de 40% des techniques employées dans des constructions neuves en terre crue entre 1975 et 2016.



Fabrication des BTC en terre du Tarn par Briques Technic Concept



2'Asques et D'Ailleurs

Briques de terre crue extrudée (BTE)



Elles sont fabriquées suivant le même processus que les briques cuites, mais sans cuisson : la terre mélangée à de l'eau est poussée à travers une filière (machine de moulage), puis recoupée en sortie. Les BTE sont mises en œuvre à l'intérieur pour des murs non porteurs.





Briques de terre crue extrudée avec de la terre du Barp pour le remplissage des murs entre les logements de la résidence Les Jardins d'Embruns (Quartus / Serge Joly et P-E Loiret Architectes). Ci-dessus, à gauche, la filière, à droite, en séchage. Ci-dessous, en essai au CSTB.



Briques terre chanvre



M'elang'ee avec des fibres de chanvre, la terre est compact'ee en briques. Ces blocs trouventleurs usages en intérieur pour des murs non porteurs très isolants comme en extérieur en s'adossant à un mur existant ou en étant intégrés à une ossature bois. Un enduit est ensuite appliqué.

La BAUGE

Terre crue (fine et argileuse) mélangée à des fibres puis empilée pour élever des murs épais. Comme le pisé, un mur en bauge est constitué d'un seul bloc réalisé en plusieurs couches. La première levée - ou premier rang - doit sécher avant que la suivante soit mise en place.

Dans la plupart des régions du monde, la construction en bauge est faite à la main, selon quelques variantes, avec un bâton pour refermer les fissures et un outil tranchant pour découper les faces irrégulières.





La famille BÉTONS DE TERRE

Mur en terre coulée



Technique récente qui se développe de manière croissante depuis 2007.

Sa mise en œuvre est simple puisqu'elle est similaire à celle du béton de ciment. Est préparé un mélange de granulats, d'eau et de terre argileuse auquel est parfois ajoutée une faible quantité de ciment afin d'accélérer le durcissement. Ce mélange est rendu liquide (environ 10% d'eau) et coulé entre 2 banches étanches (coffrage) sans compactage. Les bulles d'air sont enlevées à l'aide d'une aiguille vibrante.

Cette technique doit son succès à sa rapidité et à sa facilité de mise en œuvre. Son efficacité est démontrée pour l'édification de murs porteurs, intérieurs et extérieurs sur des bâtiments allant jusqu'à trois niveaux.

Des recherches et des expérimentations sont en cours dans le but d'éviter l'emploi de ciment ou de tout autre liant hydraulique.

Sol en terre coulée



Le béton d'argile pour sol est un procédé de construction qui donne des résultats intéressants en termes de résistance mécanique, en n'utilisant pas ou peu de ciment. De nombreuses expérimentations sont réalisées en France, comme ici à Bigre avec de l'argile grise du Barp.



1

La famille des TORCHIS

Torchis

Mélange de terre argileuse, de paille et de sable utilisé comme remplissage d'une structure de bois. Le mélange est parfois enroulé autour de lattes de bois elles-mêmes fixées sur une structure de bois porteuse (colombage). L'évolution technique permet d'utiliser le torchis également sur des structures en métal.

Son utilisation nécessite une terre fine et collante qui apporte la cohésion, mélangée avec des fibres végétales pour réduire les fissurations. Cette technique nécessite une certaine quantité d'eau (15 à 30%) dans le mélange afin de bien l'étaler.

Le torchis peut être appliqué verticalement mais aussi horizontalement pour isoler un plancher en bois.

Les importants délais de mise en œuvre et de séchage font que le torchis traditionnel n'est principalement utilisé que pour les réhabilitations. Il existe des torchis prêts à l'emploi sur lattis, qui peuvent être projetés à la machine.





Terre allégée

Technique inventée en Allemagne après la Première Guerre mondiale. Elle se rapproche du torchis traditionnel avec des performances d'isolation thermique et phonique bien supérieures et toujours un faible impact environnemental. Sont ainsi ajoutées à la terre en grande proportion des fibres végétales, locales et peu transformées. Il s'agit le plus souvent de paille ou de chanvre.

Torchis terre-paille sur le chantier de La Ruche à Bègles, projet d'habitat participatif - Axanis - Dauphins Architecture

Panneaux terre ou placo-terre



Panneaux d'argile fibrés conçus pour des utilisations similaires à la plaque de plâtre. Ils sont vissés sur une ossature bois ou métal et permettent de doubler les murs intérieurs, voire de réaliser des faux-plafonds. Ils peuvent même être gravés au laser pour proposer des finitions décoratives.



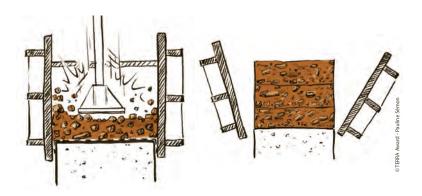




La famille du PISÉ

Pisé

Mélange de terre crue riche en sable et en gravier, compacté avec un pilon ou un marteau dans un coffrage en bois ou en métal que l'on déplace le long du mur à élever. Les techniques contemporaines compactent la terre avec un fouloir pneumatique jusqu'à lisser complètement le matériau.



Pisé préfabriqué

Technique mise au point en 1986 afin d'accélérer le processus constructif. Les éléments de façade sont préfabriqués en série à l'extérieur du chantier ou sur chantier, dans des coffrages pouvant atteindre 50 mètres de longueur. Une fois prêts, les blocs sont démoulés, séchés et posés à l'aide d'une grue, même par temps de pluie.

Conservant tous les avantages du pisé traditionnel, cette évolution permet de gagner en efficacité, en sécurité (en limitant les travaux en hauteur) et de raccourcir les délais.

Les ENDUITS





Technique la plus simple d'utilisation de la terre crue. La terre est tamisée pour ne garder que les argiles et les sables. L'enduit, de quelques millimètres à plusieurs centimètres d'épaisseur, sert à remplir et homogénéiser la surface du mur à l'aide d'une truelle, d'une lisseuse et d'une taloche. La couche finale est beaucoup plus fine et peut apporter de la brillance.

Les enduits peuvent être appliqués en intérieur, notamment sur des murs en terre crue (brique, terre allégée...) mais aussi en extérieur sur des zones protégées de l'humidité et de la pluie. Comme ils sèchent lentement, ils sont plus faciles à travailler pour l'artisan que le ciment classique, et ont l'avantage de ne pas être corrosifs pour la peau et les yeux (contrairement à la chaux).







Murs enduits à l'intérieur d'un appartement de La Ruche, habitat participatif Axanis - Dauphins Architecture

/// Bibliographie

- · Amàco, MOOC: Construire en terre crue aujourd'hui, 2020.
- Amàco, ZAC de Biganos. Missions d'identification, rapport final, 2016.
- ANGER R., La Terre et les fibres végétales : matériaux de construction du futur, 2015.
- ANTOINE A-L., CARNEVALE E., Architecture contemporaine en terre crue en France de 1976 à 2015, 2019.
- AQC, Construction et réhabilitation en terre crue : points de vigilance, 2019.
- Arc en rêve centre d'architecture, Terres d'ici, 2018.
- BONIN H., « Facture-Biganos, la naissance de la papeterie (1925-1945) », Bulletin de la Société historique et archéologique d'Arcachon et du Pays de Buch, 2012, pp.32-54.
- BOYER M., Bulletin de la Société historique et archéologique d'Arcachon et du Pays de Buch, n°105, 2000.
- CALLEN J.-M., Biganos Porte du Delta, édité à compte d'auteur, 1998.
- Chapeau et bottes, https://chapeau-et-bottes.fr, 2021.
- CRAterre, Écomusée Nord-Dauphiné, ENSAG, Construire en terre crue hier et aujourd'hui en Dauphiné, en France, dans le Monde, CRDP, CDDP, 1988.
- Cycle Terre, Guide à l'attention des porteurs de projets pour l'utilisation de la terre crue dans la construction, 2020.
- Cycle Terre, La fabrique de matériaux en terre crue, dossier de presse, 2018.
- DELAHOUSSE S., L'architecture de terre crue en mouvement en France et au Mali, Regards croisés, 2009.
- DELOT P., Les adobes, production et mise en œuvre, 2015.
- DETHIER J. (dir.), Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire, Centre Georges Pompidou, 1981.
- DETHIER J., Habiter la terre : l'art de bâtir en terre crue. Traditions, modernité et avenir, Flammarion, 2019.
- EL FGAIER F., Conception, production et qualification des briques en terre cuite et en terre crue, École centrale de Lille, 2013.
- GALLE J., «Le plus vieux matériau de construction au monde est aussi le plus écoresponsable », The Conversation, 2020.
- GAUZIN-MÜLLER D., « La terre crue, matériau de la transition écologique », Pierre d'Angle, 2017.
- GAUZIN-MÜLLER D., Architecture en terre d'aujourd'hui : les techniques de la terre crue, Museo, 2016.
- GRIGOLETTO S., PAUL J., LEBEAU F., COURARD L., MOUTSCHEN P., Application de l'argile crue en construction, 2015.
- International Energy Agency, Global Status Report, 2018.
- JOFFROY T., « Les architectures de terre crue : des origines à nos jours », in Hugues JACQUET, Savoir & faire : la terre, Actes Sud, 2016.
- Les Cahiers Techniques du Bâtiment, « Thermique. La terre crue améliore le confort hygrothermique », 2010.
- LUQUIN A., « Crue, la terre promise à un bel avenir », Le Moniteur, 2020.
- LUQUIN A., « La terre crue en quête de financement et de chantiers », Le Moniteur, 2020.
- LUQUIN A., « La terre crue en voie de caractérisation », Le Moniteur, 2021.
- Maisons Paysannes de France, n°215, mars 2020.
- MANGO-ITULAMYA L. A., Valorisation des gisements argileux pour la fabrication des blocs de terre comprimée. Thèse de Doctorat. Université de Liège, Liège, 2019.
- MÉLANIE R., « WASP, vers une construction plus durable grâce à l'impression 3D », 3DNatives, 2021.
- Odéys, Construire en terre crue en Nouvelle-Aquitaine, 2021.
- Passerelle(s), Construire en terre crue, http://passerelles.bnf.fr/reperes/terre_crue_01.php, Bibliothèque nationale de France, 2015.
- PAULUS J., Construction en terre crue: Dispositions qualitatives, constructives et architecturales, Université de Liège, 2015.
- SAS J. Dubourg, Terres et Céramiques de Gascogne, http://terreceramiquegascogne.com/accueil/, 2017.
- VISSAC A., « Atelier Matières à Construire, Terre Crue et Fibres Végétales », Les Grands Ateliers, Amàco, 2020.



Nous remercions chaleureusement toutes celles et ceux qui ont œuvré à nos côtés à la réalisation de ce lieu démonstrateur et de l'exposition qu'il accueille, et tout particulièrement:

- Bruno Lafon, le conseil municipal et les services de la ville de Biganos
- l'équipe de maîtrise d'œuvre, 2PM A, 180° Ingénierie ainsi que Fabrice Tessier, Amàco et les Grands Ateliers
- · les entreprises, Terres & Céramiques de Gascogne, Briques Technic Concept, Murari, **Collectif Bois**
- la Région Nouvelle-Aquitaine et l'Ademe pour leur soutien financier
- l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine, Trouillot & Hermel paysagistes, 2PM A, Ingérop, Lansard Laborde géomètres ainsi que le Collectif ETC et O+ Urbanistes
- · les opérateurs immobiliers, AFC, Axanis, CDC Habitat, LP Promotion, Quartus, et leurs équipes de maîtrise d'œuvre, Boris Bouchet Architectes, Serge Joly et P-E Loiret Architectes, Dumont Legrand Architectes, Nunc Architectes, Scalène Architectes
- · les équipes d'Aquitanis



Conception de l'exposition, recherche et rédaction des contenus : O tempora / Aquitanis

Scénographie: MJ Studio et O tempora

Graphisme: O tempora

Audiovisuel: D'Asques et D'Ailleurs

Réalisation : La Planche Bordeaux, MIPP, Arcalie, Les carrés de Constance









