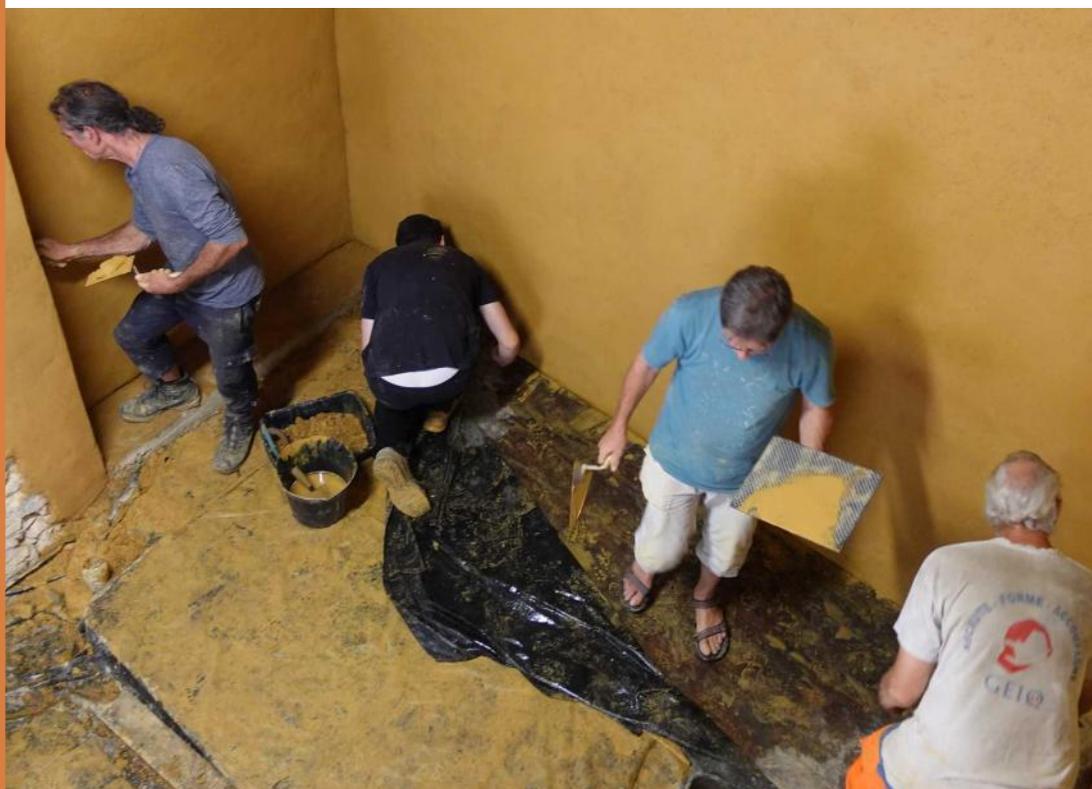




L'ARCHITECTURE DE TERRE CRUE EN GASCOGNE

Pistes pour sa revalorisation
et son emploi contemporain



" Un matériau n'est pas intéressant pour ce qu'il est mais pour ce qu'il peut faire pour la société."

John F.C. Turner, architecte anglais



Avant-propos

Ce livret est destiné à tous ceux qui aiment manipuler la terre et qui n'ont jamais essayé la terre comme matériau de construction. Il faut se lancer et découvrir sa souplesse d'utilisation, ses couleurs, et le confort qu'elle procure en fin de chantier, avec un simple lavage des outils à l'eau claire !

Il est aussi à l'intention de tous ceux qui l'utilisent déjà, qui en apprécient l'esthétique et les aptitudes à réguler l'hygrométrie, les odeurs et son rôle dans l'inertie des bâtiments. Ils trouveront dans ce livret de nombreuses options d'utilisation où ce matériau est revisité pour des usages contemporains.

Enfin, il s'adresse à tous ceux, conscients que les matériaux classiques de la construction (sable, graviers, fer, ciment, chaux...) posent de graves problèmes environnementaux. Autant par l'épuisement des ressources que par un emploi abusif lors de la rénovation des bâtiments traditionnels (salpêtre, termites) que lors de nouvelles constructions (énergie grise, empreinte écologique).

La terre est le seul matériau disponible partout et en quantité illimitée, utilisé depuis des millénaires mais aujourd'hui grandement déconsidéré. Réhabiliter la terre comme matériau de construction est essentiel, c'est un enjeu majeur en France et sur tous les continents, offrant la possibilité de gagner en confort et en bonne gestion des ressources naturelles.

Ce livret est le résultat d'un travail collectif initié depuis plus de 15 ans par l'Ecocentre Pierre et Terre. Il présente une synthèse des nombreuses réalisations accompagnées par notre association pour soutenir un mode de vie plus cohérent basé sur l'autonomie et l'entraide.

Paul Cottavoz
Président de l'association Pierre et Terre



L'ÉCOCENTRE PIERRE ET TERRE

Créée en 1997, l'association Pierre et Terre a pour but de promouvoir le développement d'alternatives en matière de pratiques écocitoyennes auprès des particuliers, des collectivités et des artisans.

Parmi les diverses missions de l'association et depuis la construction du bâtiment en 2010-2011, le pôle habitat a pris de l'ampleur. Grâce à ce bâtiment, vitrine des techniques en écoconstruction, de nombreux particuliers, mais aussi collectivités et professionnels viennent à l'écocentre chercher des informations, des conseils afin de construire ou de rénover des bâtiments sains, conçus en fonction de leur environnement, avec des matériaux naturels et locaux.

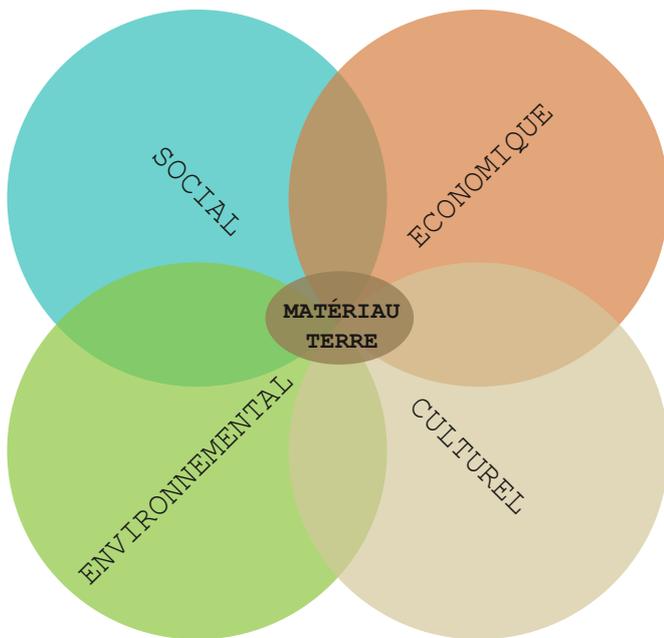
De plus en plus de bâtiments neufs ou rénovés emploient donc le matériau terre suite à l'accompagnement de Pierre et Terre. De nombreux particuliers restaurent des maisons traditionnelles en respectant les cultures constructives locales mais ce ne sont pas les seuls. Par exemple une maison éclusière appartenant au Conseil Général du Gers a été restaurée avec des enduits terre réalisés par Fabrice Tessier et une école primaire s'est dotée de cloisons en BTC fournies par Olivier Alquier. Toutes ces réalisations (et bien d'autres encore, à retrouver dans des fiches chantiers) ont été réalisées par des artisans locaux. Cela permet la valorisation de l'emploi de la terre crue dans des constructions contemporaines à travers des réalisations concrètes sur un territoire.



Introduction	7
La terre : un matériau de construction et de décoration idéal dans l'habitat	10
1. L'architecture de terre patrimoniale	
- Le territoire gascon et ses influences.....	14
- Les techniques constructives en terre crue.....	16
- Les fiches "patrimoine" :	
<i>Construction en terre massive (pisé/bauge)</i>	
- maison à Diusse (64).....	28
- maison à Viella (32).....	30
- chapelle St Jean Baptiste de Daunian (32).....	32
- rempart et castet de Sainte-Christie-d'Armagnac (32).....	34
<i>Construction en torchis</i>	
- maison à Sorbets (32).....	38
- maison à Éauze (32).....	40
- halle médiévale à Grenade (31).....	42
<i>Construction en adobes</i>	
- maison à Gimont (32).....	46
- ancienne grange à Castelnau-Magnoac (65).....	48
<i>Construction avec la terre en mortier</i>	
- maison éclusière de Graziac (32).....	52
- maison à Labarthète (32).....	54
2. Les bonnes pratiques sur le patrimoine en terre	
- Les règles de l'art et les désordres rencontrés.....	58
- Les fiches techniques "rénovation" :	
- fonctionnement d'un bâti respirant.....	60
- drainage des eaux pluviales.....	61
- réparation de l'érosion d'un mur.....	62
- réparation d'une fissure verticale.....	63
- reprise d'une fissure (chantier).....	64
- démolition des enduits extérieurs et trottoir en ciment.....	65
- décroulage d'un mur intérieur en pisé (chantier).....	66
- reprise d'une ossature bois en torchis (chantier).....	67
- réalisation d'enduit respirant intérieur en terre.....	68
- enduit terre épais sur torchis (chantier).....	69
- Les fiches techniques "adaptation" :	
- adaptation du bâti en terre : ouvertures.....	70
- ouvertures dans un mur en pisé (chantier).....	71
- adaptation du bâti en terre : isolation thermique.....	72
- correction thermique intérieure (chantier).....	73
- murs en terre paille allégée (chantier).....	74
3. L'architecture de terre contemporaine	
- Les nouvelles architectures en terre.....	76
- Les fiches "modernité" :	
<i>Construction en pisé</i>	
- Pôle scolaire et médical (64).....	78
- Institut Universitaire de Technologie (65).....	80
<i>Construction en BTC</i>	
- Maison médicale d'Éauze (32).....	84
- Centre culturel Aria (31).....	86
- École élémentaire (32).....	88
<i>Construction avec enduits terre</i>	
- Écocentre Pierre et Terre (32).....	92
- Bâtiment de bureaux Ecocert (32).....	96
- Les fiches techniques "de la terre partout" :	
- enduit terre sur peinture ou enduits ciment (chantier).....	98
- enduit terre sur cloison en fibralith (chantier).....	99
- enduits terre fins sur plaques fermacell (chantier).....	100
- mur en pierres maçonnées à la terre (chantier).....	101
Conclusion	102
Bibliographie	103

INTRODUCTION

Notre société vit un profond changement depuis la fin du XX^e siècle. Dans le milieu de la construction comme dans d'autres domaines, par exemple en agriculture, le développement durable comme mode de pensée et d'action est aujourd'hui un paramètre indissociable de l'élaboration des projets afin de répondre aux grands défis de la société sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins (définition du développement durable donnée dans le rapport Brundtland en 1987). Le développement durable est un terme qui est lui-même apparu à la fin du XX^e siècle. Il désigne la prise en compte des quatre piliers que sont le social, l'économie, l'environnement et la culture dans les réponses apportées aux problématiques actuelles.



Au niveau de la production de l'habitat, les enjeux contemporains sont nombreux :

- la construction de logements neufs non énergivores, pour limiter l'utilisation des ressources non renouvelables comme le gaz et le pétrole, et respectueux de leur environnement afin de limiter leur empreinte environnementale (responsabilité environnementale) ;
- la réhabilitation énergétique des bâtiments anciens qui doivent correspondre à de nouvelles normes de confort liées à l'évolution des modes de vie (responsabilité environnementale) ;

- la formation et la qualification des professionnels du bâtiment afin de créer des emplois et des activités génératrices de revenus tout en dynamisant l'économie locale à travers la valorisation des filières courtes (responsabilité économique) ;

- la conception de logements en fonction d'un contexte donné afin de protéger les diversités architecturales et culturelles locales et grâce à une démarche participative pour intégrer l'Homme dans le processus de conception et de fabrication de l'habitat (responsabilité culturelle) ;

- l'accès au logement pour le plus grand nombre grâce à une production d'un habitat économique et abordable pour favoriser l'accessibilité de ces logements en réduisant les factures énergétiques des ménages ; car ce « droit au logement » n'est pas respecté d'après le rapport annuel de la fondation Abbé Pierre, 4 millions de personnes sont mal logées en France aujourd'hui et plus de 12 millions de personnes fragilisées par rapport au logement (responsabilité sociale).

Au niveau national, quelques-uns de ces enjeux sont notamment portés par le Grenelle 2 (2010) de l'environnement, sorte de ligne de conduite à adopter en matière de politique environnementale et plus particulièrement dans le secteur de la construction, qui est un des plus consommateurs en énergie. Avec plus de 40 % de la consommation finale d'énergie, ce secteur est loin devant celui des transports, de l'industrie et de l'agriculture (source acofi.com). Par exemple, le Plan Bâtiment Grenelle avait pour objectif de réduire de 38 % d'ici à 2020 la consommation énergétique du bâti ancien et vise également à améliorer la formation initiale et continue des acteurs du secteur de la construction.

Dans ce contexte, **la valorisation de l'architecture de terre pour l'architecture de demain prend tout son sens.** En effet, **au regard des critères du développement durable**, elle répond à la totalité de ces enjeux et trouve logiquement **sa place dans la conception et la production d'un habitat éco-responsable.**

UN MATERIAU NATUREL

Tout d'abord sur le plan environnemental, son intérêt est indéniable. La terre est un matériau naturel, entièrement recyclable, qui possède des qualités thermiques comme l'apport d'inertie (capacité d'un matériau à stocker et à restituer de la chaleur) et la régulation de l'hygrométrie (humidité ambiante). Les différentes mises en œuvre possibles de la terre crue ne nécessitent pas de transformation et peu d'outils énergivores.

UN MATERIAU GRATUIT

Ensuite sur le plan économique, la terre est la ressource la plus disponible et la plus répandue. La matière première, quand elle est prélevée sur site, est gratuite. Elle peut également être achetée, et même dans ce cas, reste à un prix très abordable. Sa mise en œuvre fait appel à une main d'œuvre locale, et peut être réalisée par des artisans du bâtiment conventionnel. Mais la technique n'est pas suffisamment connue. La formation de nouveaux professionnels qualifiés permettraient de créer des emplois et faciliter ainsi l'émergence de filières locales de construction.

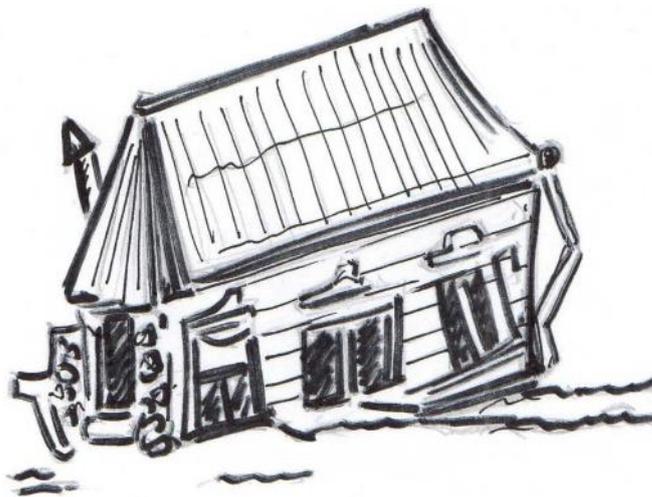
UN MATERIAU UNIVERSEL

D'autre part, la richesse du patrimoine national en terre est reconnu. Les cultures et techniques constructives de la terre crue varient selon les régions et offrent un panel de typologies architecturales, car elles s'adaptent à son environnement, prenant en compte les conditions climatiques, les ressources disponibles et les spécificités culturelles de chaque territoire. La diversité des habitats en terre crue est le pendant de l'uniformisation que l'on peut observer de manière générale dans l'habitat des années 60/70, qui est le même dans les Alpes comme sur la Côte d'Azur.

UN MATERIAU ACCESSIBLE A TOUS

Enfin, la terre possède un grand potentiel pour répondre au problème mondial d'accès au logement. Elle est le matériau de construction le plus disponible et le plus répandu. Accessible, elle met l'homme au cœur de la production de son logement en lui permettant de réaliser lui-même une partie des travaux.

En définitive, les propriétés de cette « boue » sont infinies. **Un des plus grands obstacles à la diffusion, la démocratisation de la terre crue, est**



ENVIRONNEMENTAL Recyclable à l'infini



ECONOMIQUE Ressource gratuite et disponible



SOCIAL Accessible à tous

la **méconnaissance du matériau** et son image « pauvre » qui l'ont longtemps mis à l'écart. La problématique est alors de trouver des outils qui œuvrent pour la re-valorisation de l'utilisation de la terre crue dans l'architecture contemporaine comme dans la rénovation du patrimoine.

Comment sensibiliser le grand public (les particuliers), les acteurs de la construction (les artisans et les architectes) ainsi que les décideurs (pouvoirs publics) ? Il est nécessaire de mieux connaître le patrimoine en terre dans la région gasconne ainsi que les acteurs de sa conservation / valorisation. La région regorge de ce patrimoine et il sera évoqué à travers sa diversité typologique et technique, ainsi que les menaces qui pèsent sur ce patrimoine. Cette première analyse permet de relever l'important potentiel qui pourrait motiver les multiples parties prenantes (des pouvoirs publics aux particuliers), et d'attirer l'attention sur le besoin de compétences spécifiques pour répondre aux diverses menaces / pathologies en prenant en compte la diversité de techniques existantes.

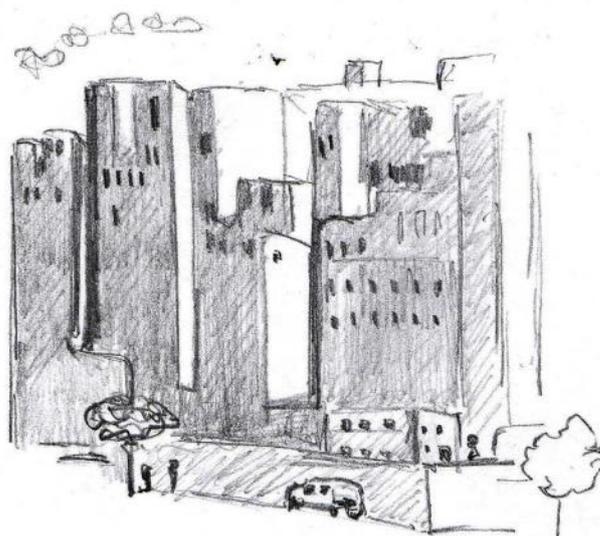
Cet élément est un atout concret pour le développement de l'architecture en terre, car il permet d'apprécier la richesse de ce patrimoine régional. Il montre les potentiels liés au territoire étudié, à son histoire et sa culture.

Pour répondre à la vaste demande en matière de "mieux habiter", les actions dites de sensibilisations doivent s'étendre et se professionnaliser. La sensibilisation va au-delà d'une action ponctuelle autour d'un événement plus ou moins médiatisé. Il s'agit véritablement d'un savoir et savoir-faire qui nécessite un cadre, des connaissances pointues et un certain nombre d'outils, pour contribuer à **rendre le matériau terre accessible à tous**.

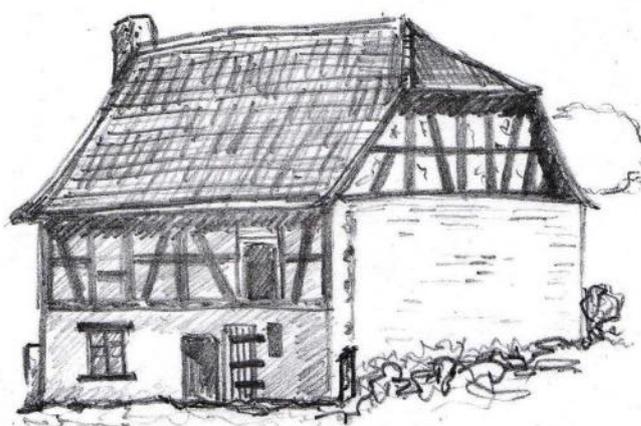
Par exemple, les fiches techniques conservation / entretien sont une base de données représentant un premier pas pour inciter les différents acteurs à mieux entretenir et restaurer le patrimoine bâti. Ou encore les fiches présentant les architectures de terre contemporaines à travers l'émergence de projets modernes, locaux et innovants vont illustrer la transition possible entre tradition et modernité.



Hutte africaine



Gratte-ciel au Yemen



Maison traditionnelle européenne

CULTUREL Présent dans le monde entier depuis des millénaires

LA TERRE : UN MATÉRIAU DE CONSTRUCTION ET DE DÉCORATION IDÉAL DANS L'HABITAT

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il est nécessaire d'explicitier clairement l'intérêt et les avantages de l'utilisation de la terre crue, dans l'habitat notamment. Et ils sont nombreux, tout comme les techniques constructives envisageables.

UN BILAN ENVIRONNEMENTAL INÉGALABLE

Les **avantages environnementaux** de l'emploi de la terre crue sont évidents : c'est un **matériau naturel** entièrement **recyclable**. Il doit être pensé en **circuit court**, c'est-à-dire que l'extraction de la terre doit être faite in-situ ou proche du lieu de chantier. La notion de matériau local prend ici tout son sens, réduisant ainsi les coûts d'extraction, les coûts de transformation et les coûts de transport. Traditionnellement comme de nos jours, les techniques employant de la terre crue ne demandent que peu d'outils. Quand on sait que le secteur du bâtiment est un des plus consommateurs en énergie, cela joue en faveur des techniques peu énergivores. Enfin, l'emploi de matériaux locaux et naturels pèsent sur le bilan carbone et l'empreinte écologique des constructions.

DES AVANTAGES ÉCONOMIQUES INDENIABLES

Cela nous amène logiquement sur son **intérêt économique**. De ce point de vue là, le matériau est rentable puisque si l'on travaille avec de la terre extraite près du chantier, sur son site de production et de transformation, elle ne coûte rien. La **matière première** est bel et bien **gratuite**. De plus, quand il s'agit de restauration d'un bâti en terre, la terre déjà présente peut-être réutilisée afin de réaliser les nouveaux travaux. Il y a des cas où la terre est achetée (prête à l'emploi, en big bag, etc.) mais cela se réduit à des travaux en milieu urbain ou quand il n'y a pas de terre. Dans ce cas là, se pose la question de la pertinence de son utilisation. De manière plus générale et hormis le cas des autoconstructeurs, quand les travaux sont confiés à des artisans c'est une manière de plébisciter l'**économie locale**. En utilisant des produits et des entreprises locaux, cela favorise les circuits courts

et bénéficie directement à l'**activité économique d'un territoire**.

Si l'on regarde de plus près l'intérêt de la terre dans l'habitat et sur ses occupants, il faut regarder le côté sain du matériau. Sa mise en œuvre et sa présence ne nuit ni à la santé des artisans qui la travaillent ni à celle des habitants. Au vu du temps passé dans nos habitations, il est important de choisir des **matériaux sains** afin de **protéger notre santé**. Contrairement à certains produits de finition qui contiennent des Composés Organiques Volatiles (COV), les enduits en terre ne dégagent aucune émanation toxique voire cancérogène pour l'homme.

UNE INERTIE THERMIQUE SAINTE

La terre apporte également un **confort intérieur** indéniable. Elle a des **qualités thermiques** comme l'**apport d'inertie** et la **régulation de l'hygrométrie** qui permettent d'avoir une ambiance intérieure chaude et saine tout au long de l'année.

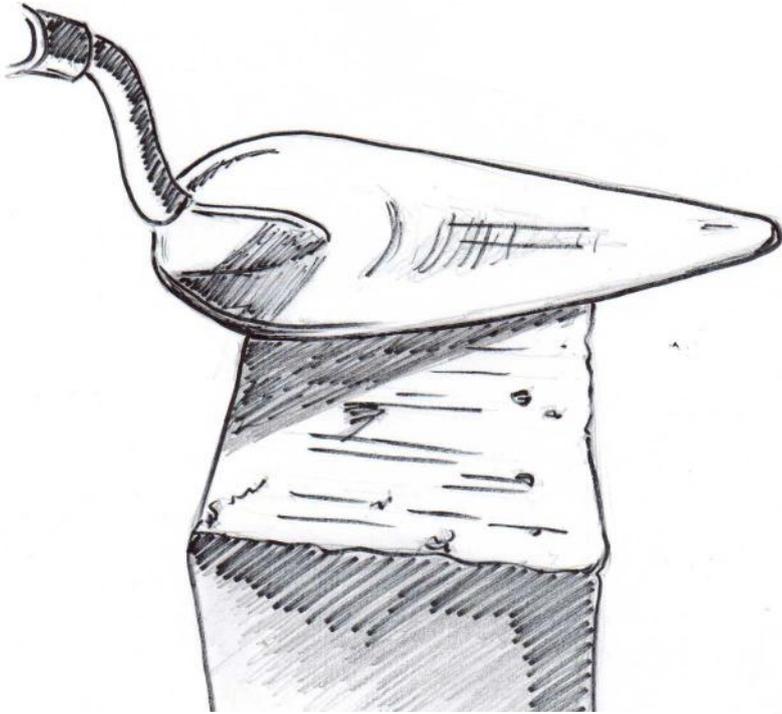
L'inertie est la capacité d'un matériau à emmagasiner et à restituer la chaleur de manière diffuse. Cela permet d'obtenir un **déphasage thermique** dans le temps par rapport aux températures extérieures. La terre, le sable, les mortiers de chaux sont des matériaux ayant une forte inertie. Ce sont des matériaux lourds qui doivent être associés à une bonne isolation afin d'optimiser le confort d'été comme d'hiver.

L'hygrométrie caractérise l'humidité de l'air, c'est-à-dire la quantité d'eau sous forme gazeuse présente dans l'air. La terre est un **matériau respirant**, qui permet de réguler de manière naturelle la vapeur d'eau qui doit circuler librement dans l'habitation pour ne pas causer de dégâts. Concrètement une paroi perspirante permet des échanges gazeux et **régule l'humidité ambiante intérieure** en absorbant et en restituant naturellement la vapeur d'eau (émise par notre respiration, l'utilisation de la salle de bain ou lorsque nous cuisinons).

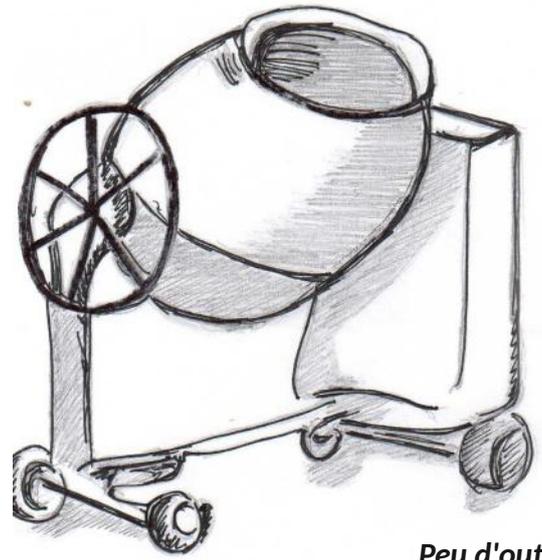
De plus, la terre apporte un confort acoustique entre deux pièces.

LES PROPRIÉTÉS DE CE MATÉRIAU SONT INFINIES

Enfin, il existe une **grande diversité de terre**. Cela offre une palette de textures et de couleurs très variée, qui s'adapte à tous les intérieurs et aux goûts de chacun. Finition lisse, texturée ou brossée, incrustation de fibres ou de décoration, scrafitos et autres techniques de graphisme, mur



Peu de transformation



Peu d'outils



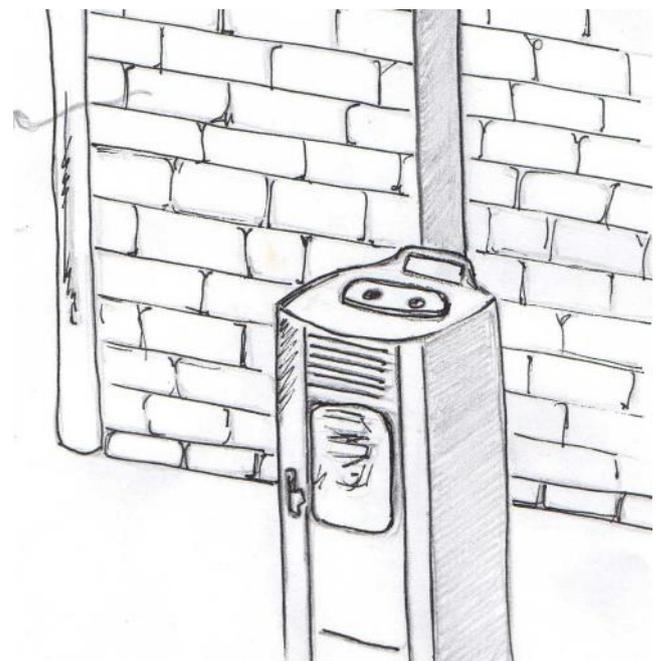
Le meilleur pour la santé



Matière première gratuite et locale



Couleurs et textures diversifiées

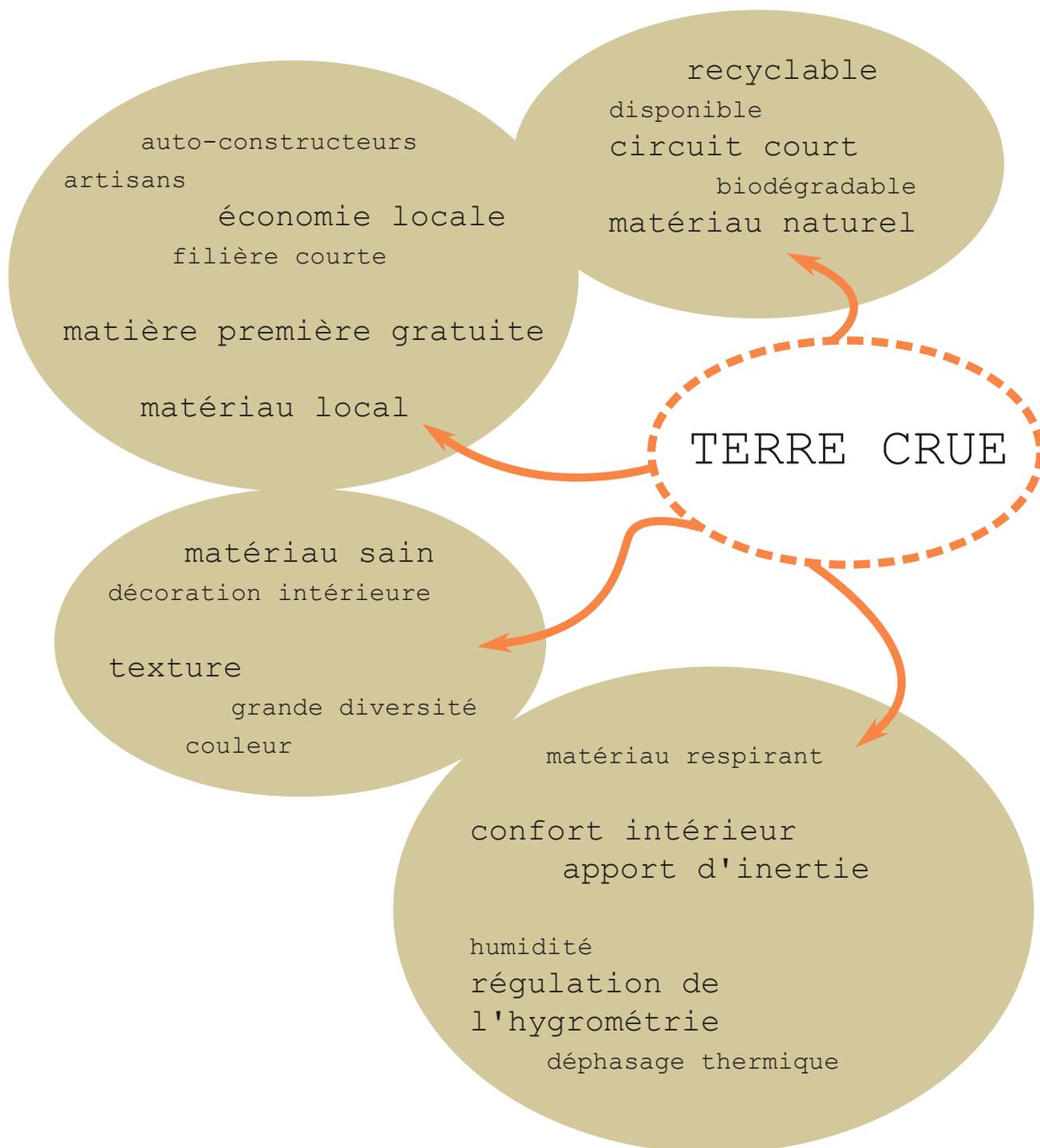


Confort intérieur

en briques moulées ou en pisé où apparaissent des strates, des teintes ocres, rouges, blanches et beaucoup d'autres encore, la terre propose une **infinité de possibilités**.

Grâce à ses nombreux atouts, la terre crue connaît aujourd'hui un regain d'intérêt de la part des artisans, des particuliers, etc. Mais son emploi dans la construction a été pendant longtemps oublié. Bien que ce fut un des premiers matériaux de construction utilisé par l'homme, il a disparu des circuits. En effet, avec la révolution industrielle de l'après-guerre, les matériaux comme le béton, l'acier, etc., ont inondé le marché, aux dépens des

techniques et matériaux locaux. Plus rapide à mettre en œuvre, offrant de nouvelles possibilités et proposant une autre architecture, les artisans ont, au fil du temps, oublié leurs savoir-faire traditionnels. Le matériau terre est tombé dans l'oubli, relégué au rang de matériau pauvre. Heureusement la transmission ponctuelle et orale n'a jamais cessé et depuis quelques dizaines d'années maintenant la reconnaissance de la valeur du patrimoine en terre et de ses multiples qualités est mise en avant.





1. L'ARCHITECTURE DE TERRE PATRIMONIALE

- Le territoire gascon et ses influences.....14
- Les techniques constructives en terre crue.....16
- Les fiches "patrimoine" :
- Construction en terre massive (pisé/bauge)*
 - maison à Diusse (64).....28
 - maison à Viella (32).....30
 - chapelle St Jean Baptiste de Daunian (32).....32
 - rempart et castet de Sainte-Christie-d'Armagnac (32).....34
- Construction en torchis*
 - maison à Sorbets (32).....38
 - maison à Éauze (32).....40
 - halle médiévale à Grenade (31).....42
- Construction en adobes*
 - maison à Gimont (32).....46
 - ancienne grange à Castelnau-Magnoac (65).....48
- Construction avec la terre en mortier*
 - maison éclusière de Graziac (32).....52
 - maison à Labarthète (32).....54

LE TERRITOIRE GASCON ET SES INFLUENCES

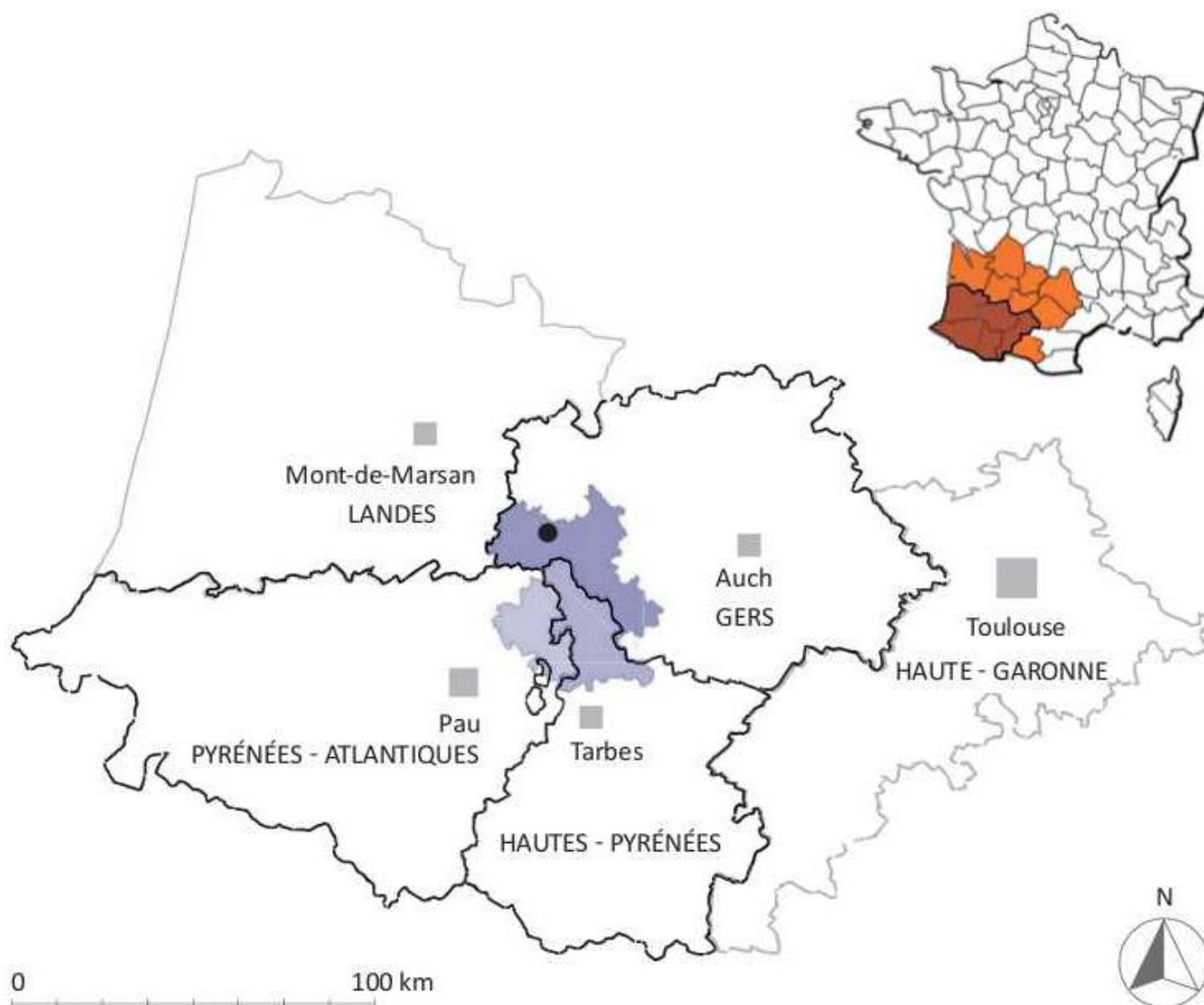
L'idée est de réaliser un tour d'horizon du patrimoine bâti en terre crue présent sur ce territoire. Bien que non exhaustif, le panorama des architectures en terre présentes sur le territoire qui suit dévoilera la richesse du paysage architectural traditionnel, à travers les types de bâtis rencontrés mais aussi par la mixité des techniques employant de la terre crue mises en œuvre.

La "carte architecturale" ainsi établie à travers un parcours dans le Pays du Val d'Adour (PVA) élargi est un réel support pédagogique afin de faire prendre conscience aux personnes qui vivent, achètent, rénovent des bâtiments traditionnels en terre crue (élus, particuliers, techniciens, collectivités, professionnels...) que ce patrimoine est ancré dans notre culture et qu'il faut le préserver.

Afin d'effectuer un inventaire représentatif du bâti traditionnel, les « limites » du PVA paraissent adaptées (zone en mauve sur la carte ci-dessous). Dans cette zone géographique, nous pouvons remarquer que les départements des Pyrénées-Atlantiques, des Landes, des Hautes-Pyrénées et du Gers ont eu des influences diverses, notamment à cause du relief et du climat qui diffèrent dans chacun d'eux.

Les critères de sélection pour les relevés effectués sont les suivants :

- des constructions en terre massive, adobes et torchis, techniques couramment repérées ;
- plusieurs types de bâti ayant des usages divers comme des habitations, des chapelles, des presbytères, des tours...



Ce territoire est situé au carrefour de deux régions et quatre départements (la région Nouvelle-Aquitaine et la région Occitanie).

Zone de plaine alluviale et de coteaux, il est au cœur du Sud-Ouest, à la confluence des cultures béarnaise, bigourdane et gasconne, aux influences architecturales et culinaires multiples entre océan et montagne.

Au niveau patrimonial, on y retrouve les vestiges des castelnaux (petites agglomérations fortifiées implantées autour d'un château comme Riscle) et des bastides (par exemple Plaisance). Mais également de nombreux moulins qui témoignent de la valorisation industrielle des cours d'eau.

Le matériau dominant dans les constructions, le galet, est extrait de l'Adour. On rencontre également un grès siliceux plus tendre, de couleur jaune, associé aux techniques de terre crue, présentes dans de nombreuses constructions sur ces départements.

D'une population d'un peu plus de 50 000 habitants, ce territoire ne possède pas de petite ville qui s'impose comme capitale. En effet, il s'organise autour d'un réseau de villages et de bourgs centres, chefs-lieux des dix cantons qui le composent. La densité y est faible avec en moyenne 33 habitants au km² et une population de plus en plus vieillissante.

Bien que résolument rural et agricole, le territoire bénéficie de l'influence des agglomérations de taille moyenne avoisinantes que sont Tarbes, Pau, Auch ou encore Mont-de-Marsan.

Enfin, ce pays est un véritable « territoire de projet ». Une grande part des personnes et collectivités ou associations présentes se sont associées dans de multiples domaines (culturel, environnemental, touristique, agricole...) pour développer une stratégie commune qui vise à avoir un développement durable sur l'ensemble du territoire.



Région alluviale



Région rurale et patrimoniale



Région viticole et touristique

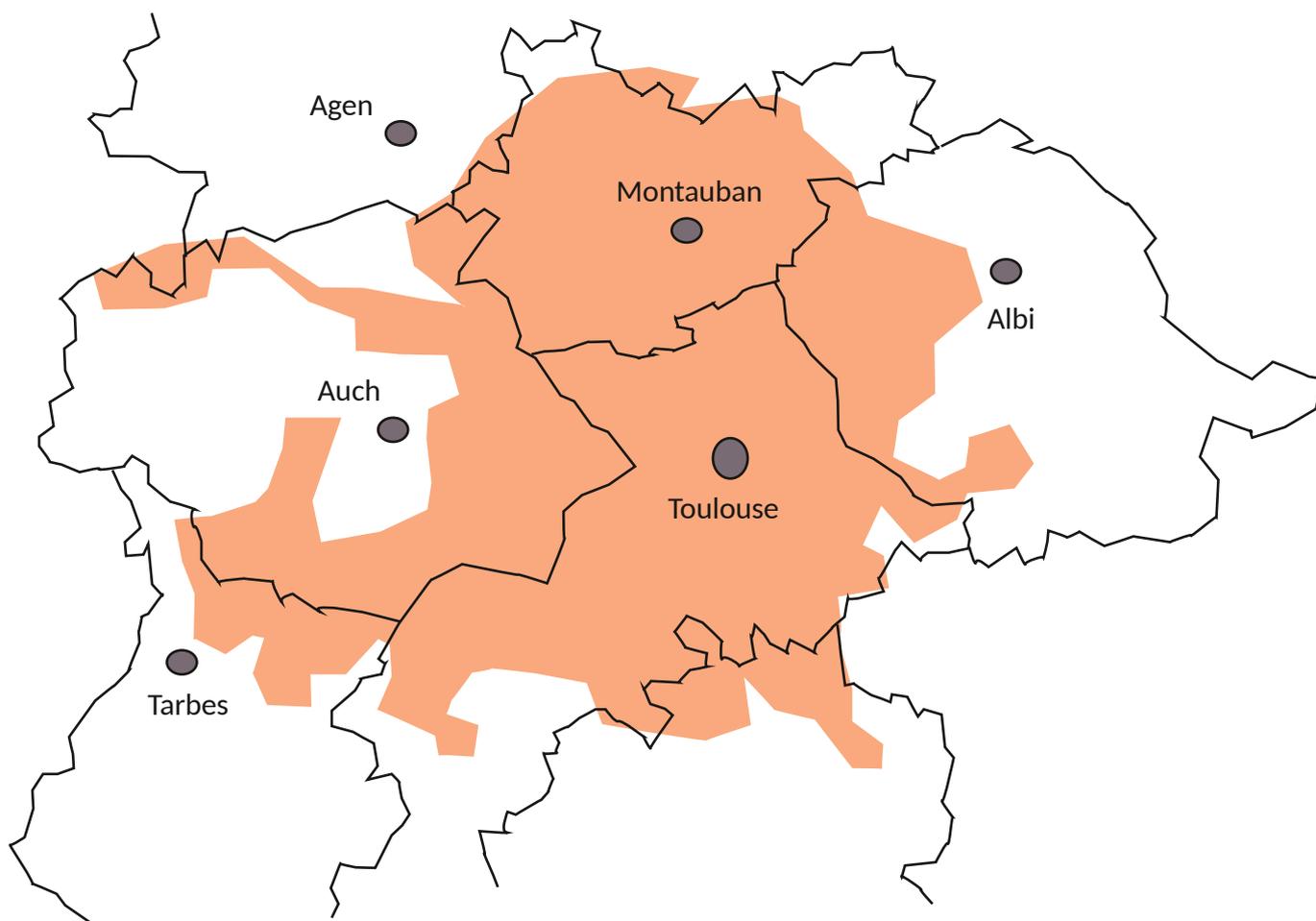


Région agricole et gastronomique

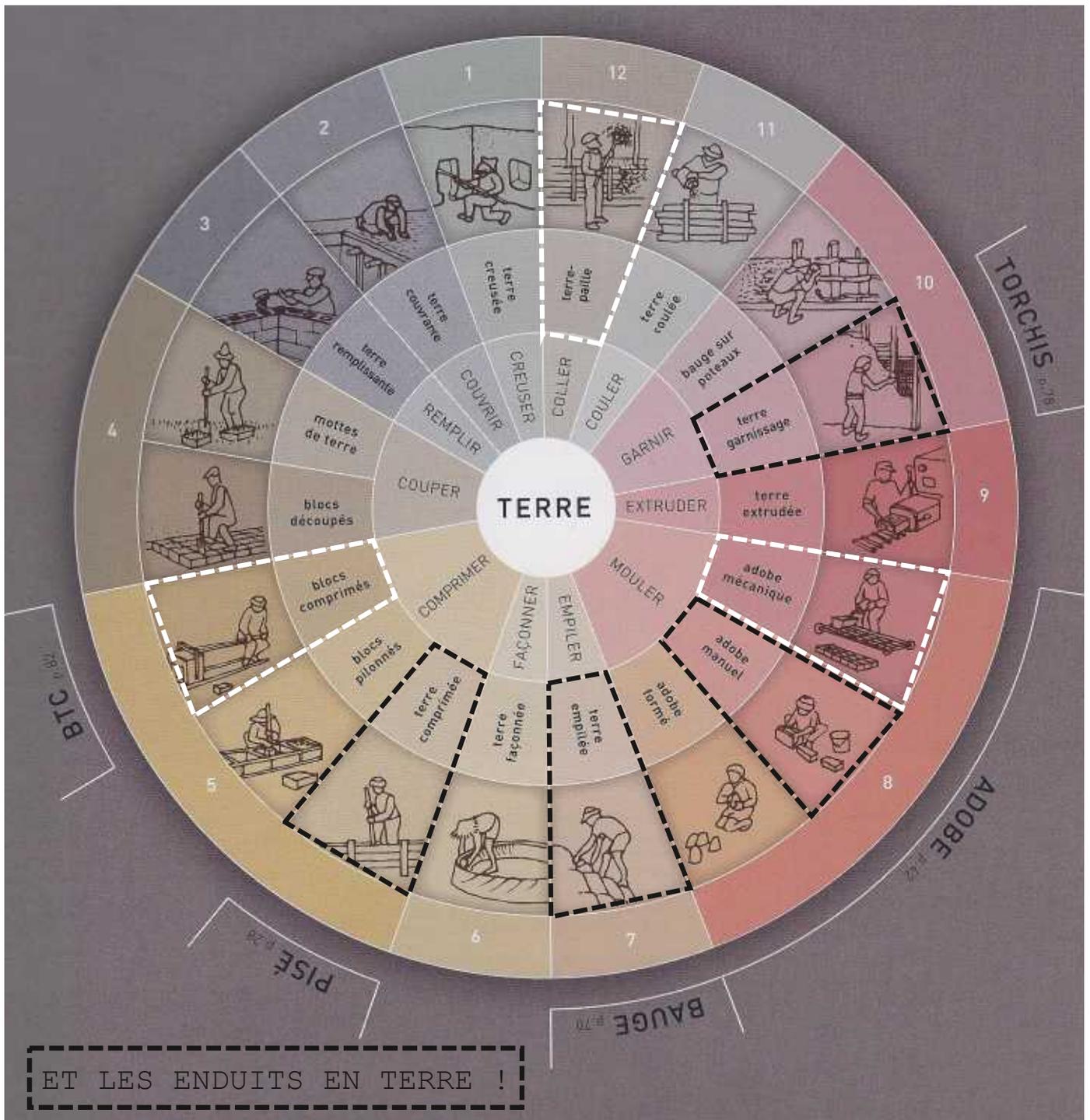
CONSTRUCTION EN ADOBE

Concernant la construction en adobes dans le Sud de la France, il existe de nombreux ouvrages. La récente revue Horizons maghrebins, qui porte sur "L'adobe autour de la méditerranée" parle de son apparition il y a 10 à 15 000 ans. Dans le Sud-Ouest son "apogée" serait vers le XVIII^e siècle. Plusieurs techniques sont répertoriées mais les adobes occupent une place importante dans ce patrimoine en terre crue. En effet des dizaines de milliers d'habitations en zone rurale sont repérées dans le bassin toulousain et le Tarn mais également dans le sud-ouest du Gers, dans le nord des Hautes-Pyrénées et de l'Ariège ainsi que dans le sud-est du département des Pyrénées-Atlantiques (voir carte ci-dessous). D'après Bruno Pignal, dans son livre « Terre crue, techniques de construction et de restauration », la Gascogne est la seconde région de France pour l'utilisation de l'adobe. Mais il y a des divergences au niveau du format des adobes

en fonction de la zone géographique. Ainsi, quatre « types » d'adobes sont différenciés : les adobes fins (42*28*5 cm) qui ont approximativement les mêmes dimensions que la brique cuite, les adobes épais, les adobes compacts et enfin les formes plus atypiques. Dans le territoire qui nous intéresse ici, les adobes compacts (dimensions 30*16*11,5 cm environ) représentent la majorité des constructions, alors que les adobes fins sont plus présents vers Auch, en raison de sa proximité avec le bassin toulousain et les influences des briqueteries. Ces adobes compacts sont localisés dans les pays de l'Astarac et du Magnoac (sud-est du Gers et nord des Hautes-Pyrénées) dans une architecture vernaculaire très spécifique. En effet dans cette région, le « damier » adobes et galet de l'Adour est remarquable. Ces compositions uniques sont principalement mises en œuvre pour des pans de murs et non dans les angles car elles sont maçonnées de telle sorte qu'il y ait des joints verticaux continus !



Carte liée à un inventaire précis et faite à partir de la carte du livre « Les cultures constructives de la brique crue » sur la construction en adobes en Midi-Pyrénées (sud-ouest de la France) - 3^{ème} échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. Éditions de l'Espérou, Montpellier, 2011.



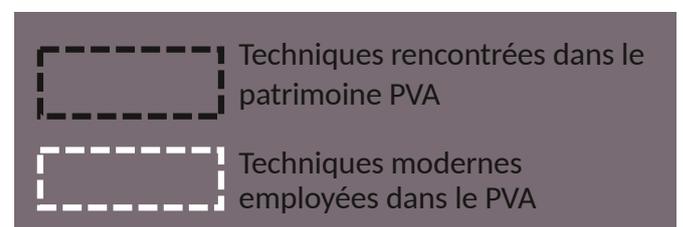
La roue des techniques

D'après Hugo Houben et Hubert Guillaud du laboratoire CRAterre.

Extrait du « Traité de la construction en terre » aux éditions Parenthèses, 1989

Les techniques de construction en terre sont très variées et les plus connues d'entre elles sont représentées ici. Il existe néanmoins de **nombreuses variantes**, notamment au niveau des enduits, des mortiers...

Si dans le patrimoine bâti, le pisé, la bauge, l'adobe et le torchis sont prépondérants, aujourd'hui - à travers la mécanisation, les réglementations thermiques et autres exigences esthétiques - de « nouvelles » techniques voient le jour, donnant un regard plus contemporain sur les architectures de terre.



Malheureusement, très peu d'écrits, voire aucun, existent sur cette technique très particulière et très localisée (à ce jour, aucun autre bâti de ce type n'a été vu ailleurs d'après l'artisan Alain Marcom). Il est donc très difficile de savoir pourquoi et comment elle s'est répandue alors qu'elle défie les lois de la construction.

De nombreux édifices en adobes et aux usages divers (maisons d'habitations, fermes, pigeonniers...) constituent donc le paysage architectural gersois mais la construction en torchis reste prépondérante dans le pays d'Armagnac, berceau du PVA. Il n'est donc pas rare de croiser des bâtiments où plusieurs techniques constructives se mélangent. Les édifices en adobes sont mixés avec des parties en torchis (cloisons intérieures), en terre massive (pisé ou bauge en soubassement), en galets (alternance en façade) ou en briques cuites (encadrement de fenêtres, angles...). On trouve même des adobes positionnées à chant en remplissage de colombages. Cette mixité n'est pas réservée qu'à ce type de construction et il n'est donc pas anodin de voir des habitations en torchis avec une façade nord en briques cuites ou une façade ouest en

Pierre, de tomber sur des bâtiments mêlant terre massive et adobes, reflet d'une évolution constructive dans le temps.

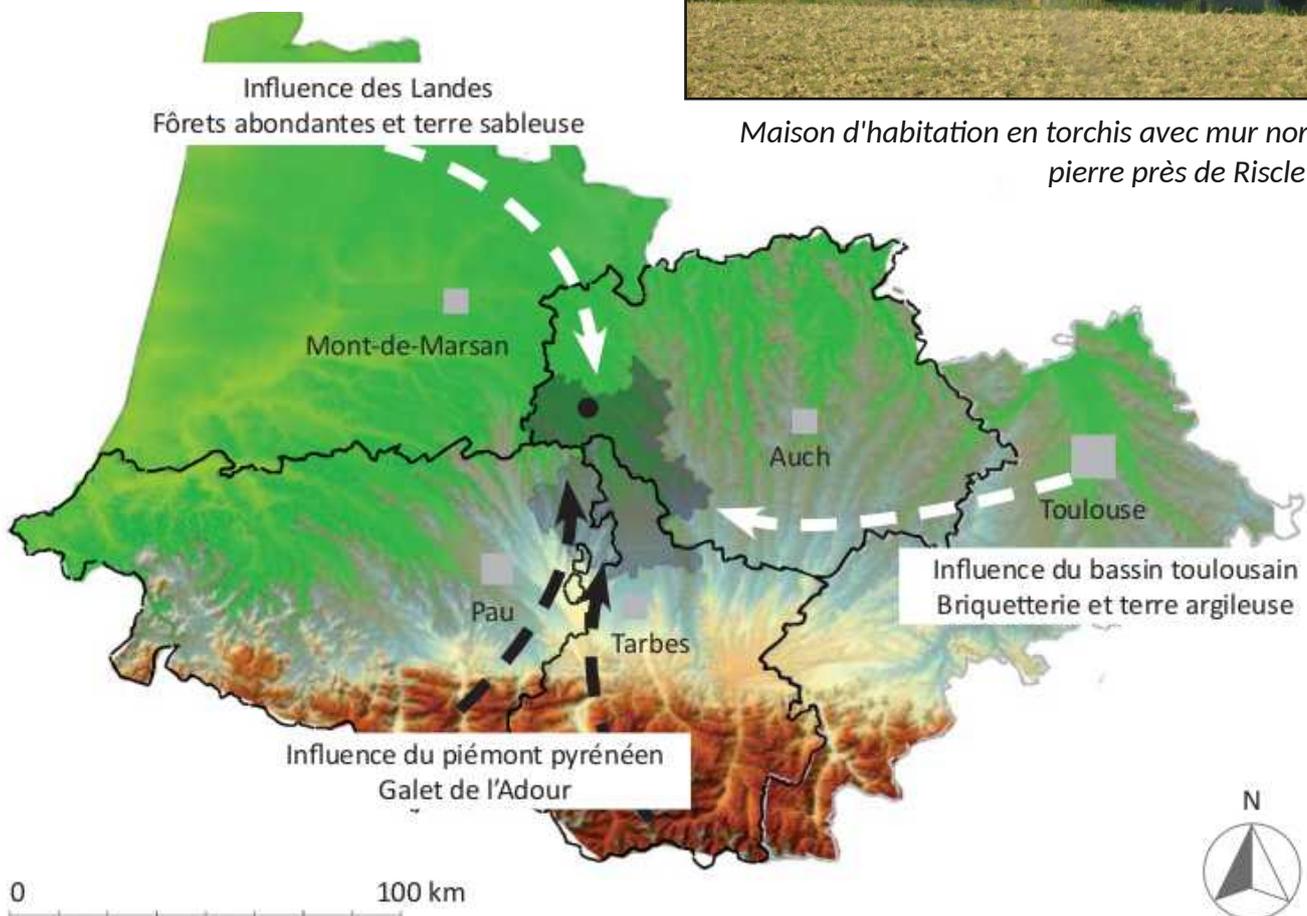
Plusieurs raisons expliquent cette diversité au sein d'un même édifice : des raisons budgétaires, en fonction de l'orientation de la façade, de son statut (sur la voie publique, donnant sur un espace plus



Damier adobes et galets d'un bâtiment à Castelnau Magnoac (65)



Maison d'habitation en torchis avec mur nord en pierre près de Riscle (32)



privatif...) voire même pour des raisons techniques afin que l'enduit de façade (rare) adhère mieux grâce à ce support irrégulier et aux textures variées. L'enduit de façade sur des constructions en adobes est rare car les compositions obtenues ont un aspect décoratif indéniable.

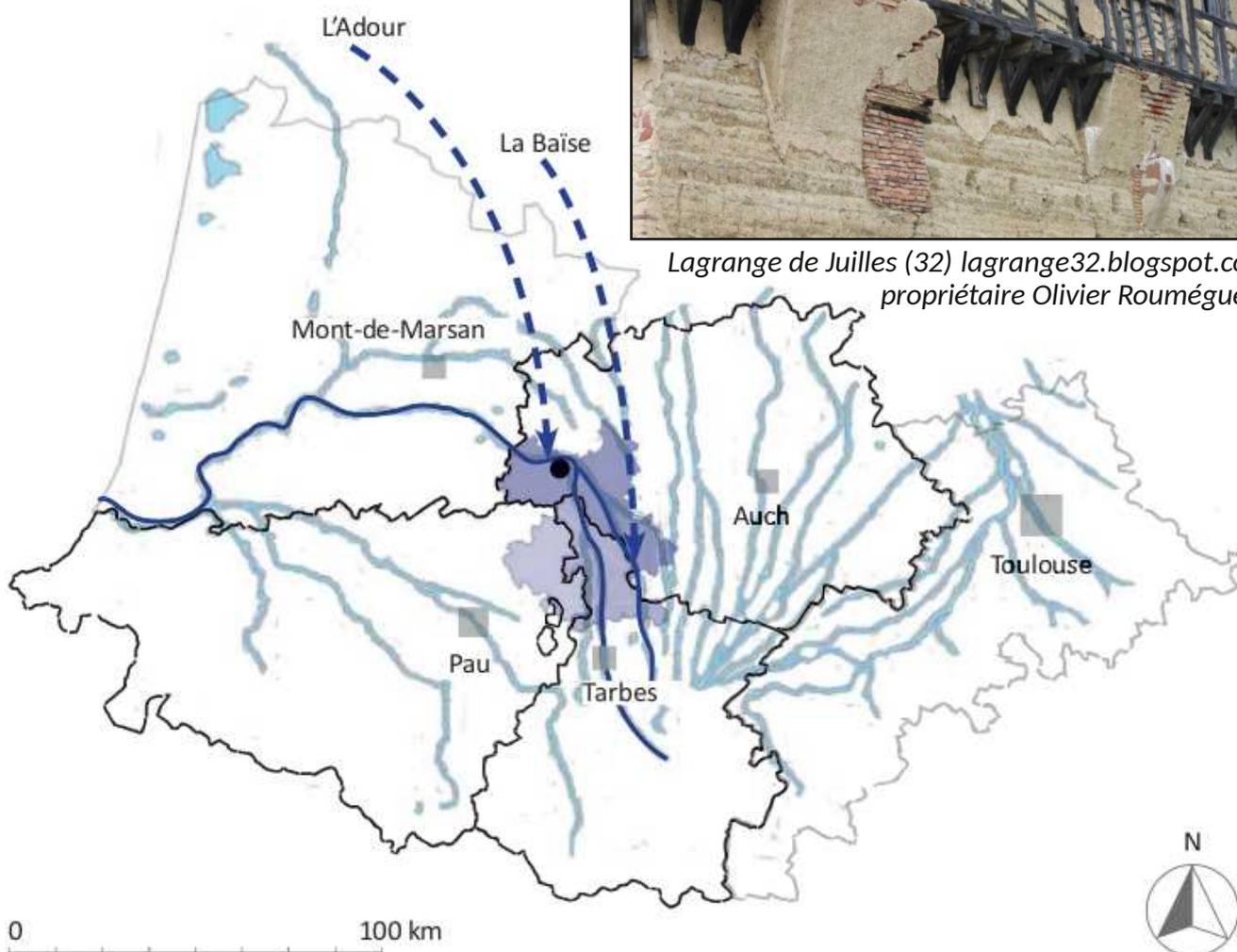
CONSTRUCTION EN TORCHIS

La construction en torchis, quant à elle, est apparue dans les Landes au XV^e siècle avec une grande utilisation jusqu'à son abandon au XVIII^e siècle. À ce moment, le bois était une ressource trop sollicitée et a été remplacé par d'autres techniques. Le Sud-Ouest français abrite par endroits de beaux exemples architecturaux en torchis, notamment dans le Gers. Au Pays Basque également une architecture particulière à pans de bois apparaît, son aire se prolonge au nord dans les Landes de Gascogne mais aussi vers le sud. Ce type est donc largement présent en Gascogne, jusqu'en Lomagne, en vallée moyenne de Garonne, en basse vallée du Lot... Les types de bâtis constitués de torchis sont très variés, des fermes de campagnes jusqu'aux centres historiques des bourgs. Le

département du Gers est un bon exemple puisque Marciac, Tillac ou encore Auch voient leurs centres construits en torchis. Le patrimoine des deux premières communes leur a d'ailleurs permis une certaine reconnaissance car Marciac est classée parmi les 18 Grands Sites de Midi-Pyrénées (palmarès du Conseil Régional) alors que Tillac est un lieu de tournage pour des films de cinéma. Le village, très sommaire, est composé principalement d'une ruelle encadrée de deux galeries couvertes, dont les encorbellements sont réhaussés de briques ou de torchis. Les actuelles maisons datent de la fin du XVII^e siècle. Marciac, quant à elle, est organisée autour d'une place centrale, longue et rectangulaire, à couverts (entourée d'arcades). Des maisons à pans de bois bordent cette place. Cette ancienne bastide royale date de la fin du XIII^e siècle. Pour illustrer un troisième et dernier exemple de ce patrimoine remarquable en torchis, la ferme de Lagrange à Juilles est incoutournable bien qu'atypique.



Lagrange de Juilles (32) lagrange32.blogspot.com
propriétaire Olivier Rouméguère



Cette ancienne « grange céréalière » du XVI^e siècle comprend une base imposante, aveugle et massive, qui représente le rez-de-chaussée et le premier étage, constitué de bauge (épaisseur jusqu'à 2 m !). Comme à Tillac, cette base est surmontée d'un colombage sur encorbellement avec remplissage de torchis. La toiture à quatre pans donne une hauteur finale de 13 mètres.

Côté constructif, traditionnellement l'ossature porteuse principale était constituée de poutres de bois, complétée par un clayonnage, issu de bois de chataîgnier ou de noisetier, appelé fuseau ou éclisse. L'inclinaison et la composition des pans de bois peuvent varier d'une région à l'autre et les éclisses sont généralement disposées entre les colombages avec un angle d'inclinaison. Il existe aussi du lattis en chataîgnier qui "court" sur les colombages, laissant ainsi un vide entre les montants verticaux qui sont remplis par des torches verticales.

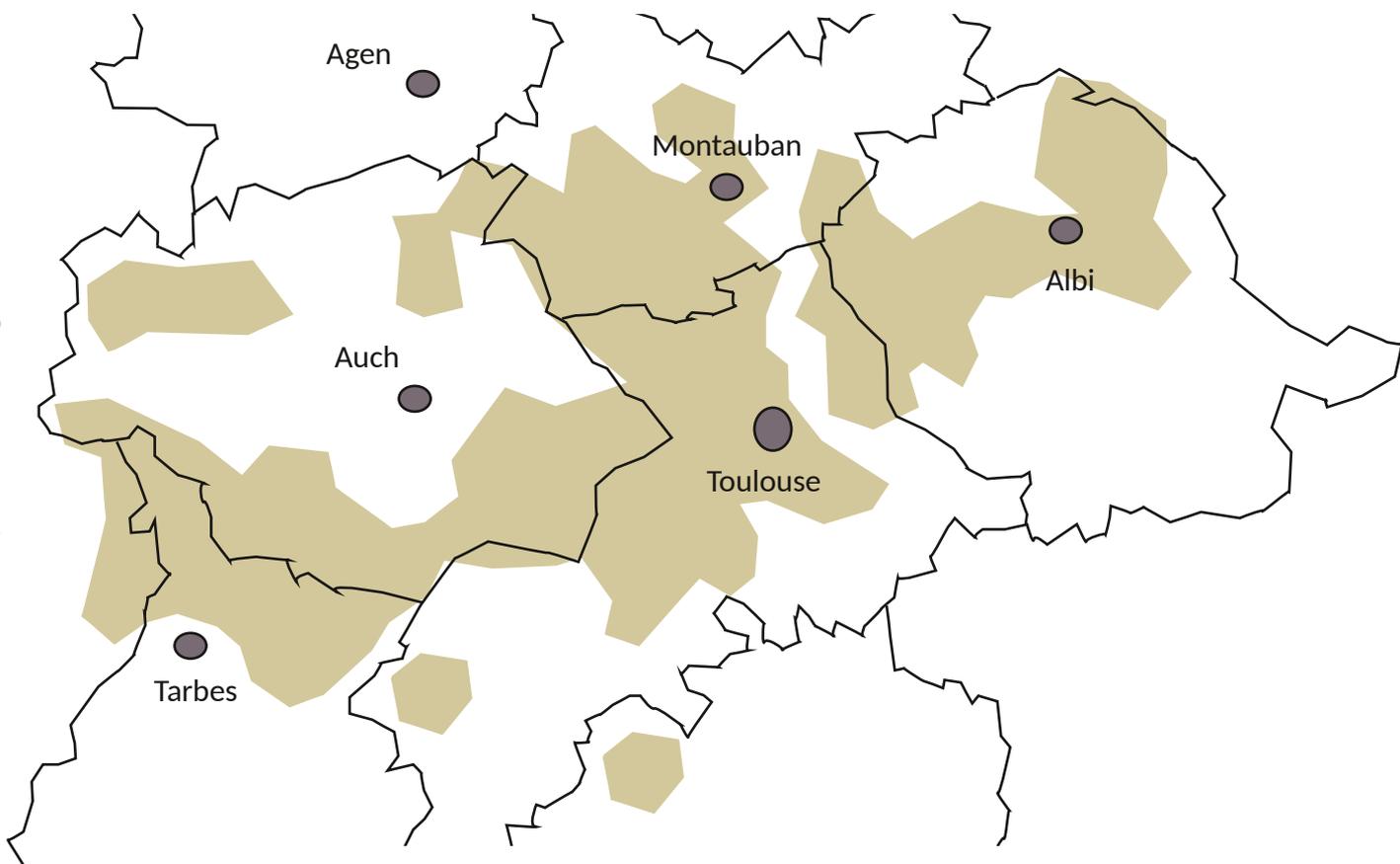
Les maisons en torchis, du fait de l'ossature porteuse en bois, comportait généralement un,

deux ou trois étages, la lisse basse étant posée sur un soubassement en dur (pierres maçonnées...). Mais on rencontre fréquemment des habitations où le rez-de-chaussée est massif, réhaussé par un étage plus léger, composé de colombages.

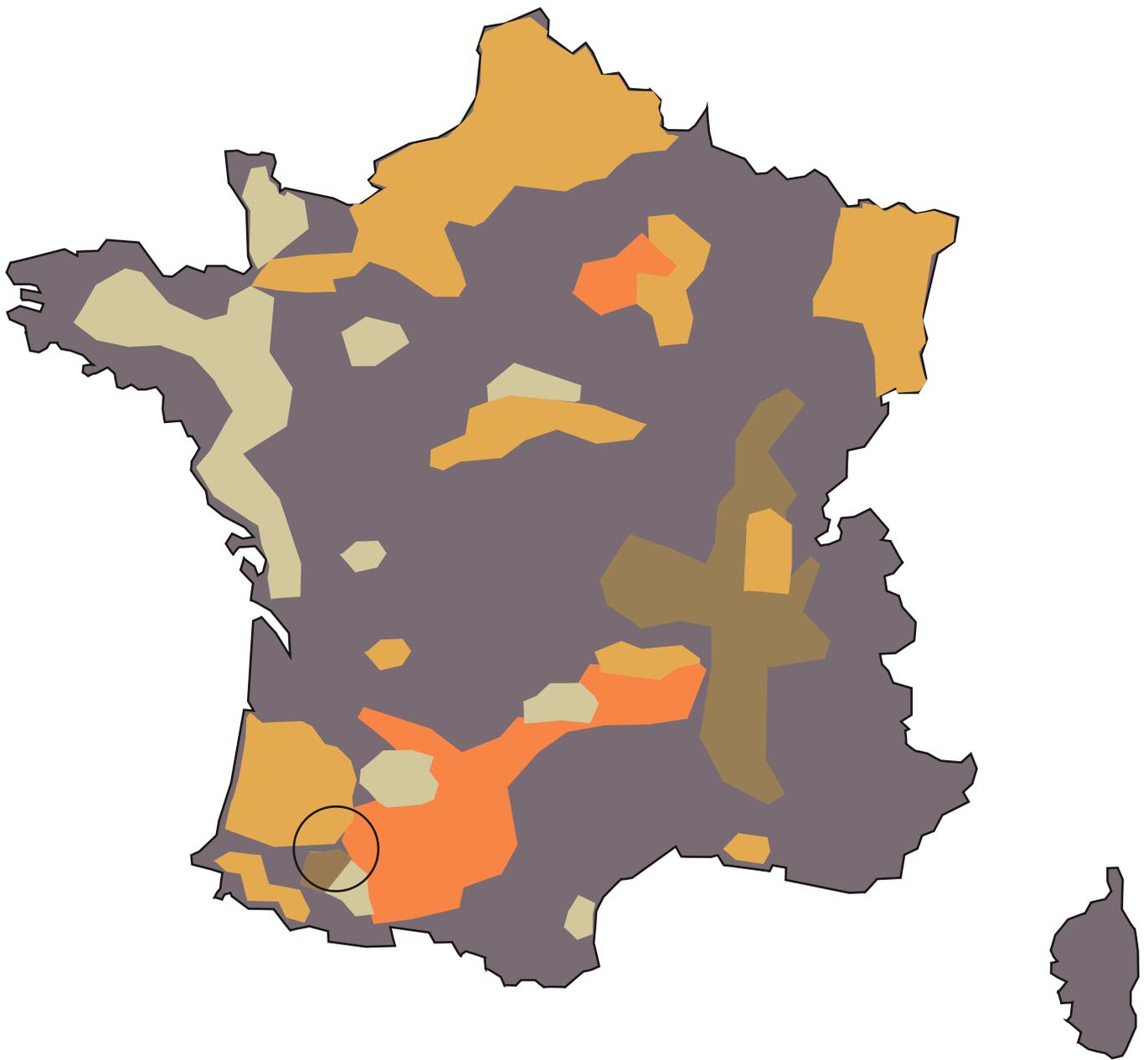
CONSTRUCTION EN TERRE MASSIVE

Enfin, les constructions régionales en terre massive ont été réalisées entre la fin du XVIII^e et le début du XX^e siècle, dans un souci d'économie de bois entre autre. Elles sont principalement présentes dans le sud du PVA, ce qui correspond au nord des départements des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques ainsi qu'au sud du Gers. Bien que cela n'ait pas encore été étudié (comme le montre la carte ci-dessous), les villages situés à l'est comme Viella (32), Diusse (64) et Aurions-Idernes (64) présentent ce type de bâti, mais également les régions de l'Astarac et du Magnoac (entre Tarbes et Mirande), plus à l'ouest de cette zone, qui elles sont reconnues comme présentant des bâtis en pisé.

Dans les premiers villages cités plus hauts, l'appellation "terre massive" désigne des murs



Carte liée à un inventaire précis et faite à partir de la carte du livre « Les constructions en terre massive pisé et bauge », en Midi-Pyrénées (Sud-Ouest de la France) - 2^{ème} échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue Éditions de l'Espérou, Montpellier, 2007.



L'architecture de terre en France

"L'architecture de terre crue représente 15 % de l'ensemble du patrimoine architectural français. L'adobe, ou brique crue, est surtout présent dans le Sud-Ouest, dans la région toulousaine. Le torchis est caractéristique du Nord. La bauge est très présente en Bretagne. Le pisé se rencontre principalement dans la région Rhône-Alpes."

D'après Hubert Guillaud du laboratoire CRAterre

Texte extrait du livre de Laëtitia Fontaine et Romain Anger « Bâtir en terre, du grain de sable à l'architecture » aux Éditions Belin, 2009
Carte largement inspirée du même livre (zones plus larges).

Cette carte est le résultat d'inventaires locaux mais nous pensons que toutes les techniques sont présentes sur le territoire. Des inventaires plus fins permettraient de rentrer dans le détail.



épais en terre. Les murs ont un aspect "incliné" avec du fruit, c'est-à-dire qu'ils sont plus épais à la base qu'au sommet (1 mètre d'épaisseur jusqu'à 80 cm). Les locaux (habitants, architectes...) désignent cette technique par le terme de pisé. Cependant dans la plupart des cas on ne note pas la présence des trous des banches ce qui laisse penser que la technique employée est plutôt celle de la bauge. Des murs en pisé, plus lisses et comprenant des trous, sont quant à eux visibles dans le village de Maumusson-Laguian (32) et dans les régions de l'Astarac et du Magnoac par exemple. Ces derniers sont majoritairement des habitations et des fermes à plan en équerre, ayant pour caractéristiques communes d'avoir un appareillage croisé de gros blocs sans fruit et sans joints de mortier.

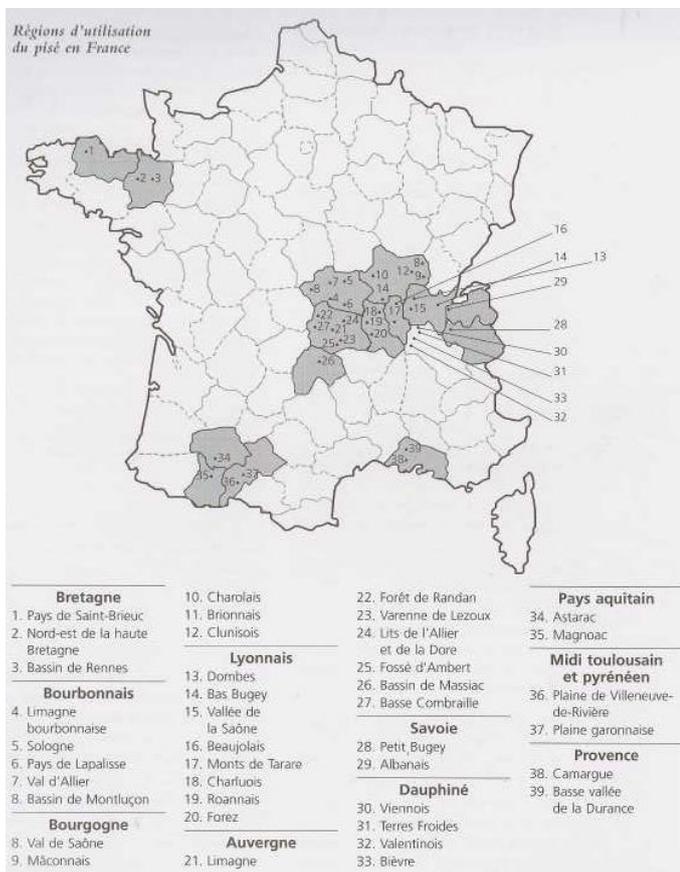
Dans les deux cas, les pignons (difficilement réalisables en terre massive) sont en bardage bois ou en maçonnerie de terre crue ou cuite. On retrouve la diversité des matériaux employés citée plus haut. Ces murs très épais sont généralement aveugles et ils ont une utilité et une fonction bien définies. Grâce à leur forte inertie, ces murs étaient réalisés pour la construction de caves, de fours...

L'inertie est la capacité d'un matériau à emmagasiner et à restituer la chaleur de manière diffuse. Cela permet d'obtenir un déphasage thermique dans le temps par rapport aux températures extérieures. Pour la conservation du vin par exemple, on préférera une ambiance atmosphérique particulière et tempérée (humidité et température stables). La présence d'inertie sert donc à lisser la température et à éviter des changements brusques qui seraient néfastes.

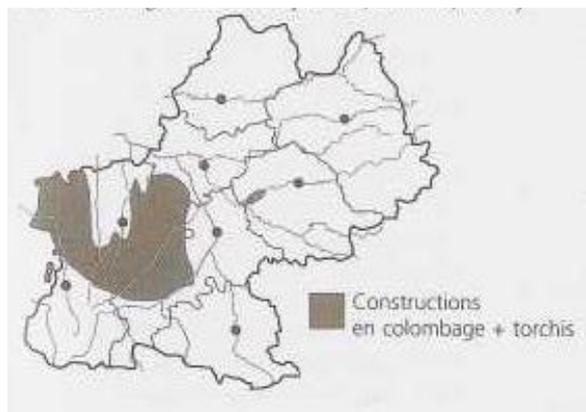
D'après la carte de la page précédente, les zones où l'on rencontre ce patrimoine en terre massive sont celles qui sont les plus éloignées du fleuve, l'Adour. On pourrait penser que la terre en bordure de ce fleuve serait une terre adaptée au pisé, car il aurait charrié graviers et autres cailloux du massif montagneux des Pyrénées, mêlés à du sable. Mais l'expérience des artisans locaux dit le contraire, que c'est un des rares fleuves où le lit est très sableux, comportant des particules fines en grande quantité. En revanche, la Baïse traversant le Magnoac et l'Astarac, offre une terre sablo-graveuleuse, adéquate à la construction en pisé (voir carte de Bruno Pignal). La « boulbène », terre argilo-siliceuse, est également présente dans cette région et d'après les divers témoignages, elle représente la meilleure terre à bâtir pour ces murs épais.

Il n'est donc pas rare de rencontrer ces deux techniques (bauge et pisé) dans une même région, par exemple en Armagnac. L'identification précise de la technique reste donc subtile à affirmer pour certains cas. De plus, aujourd'hui la lecture du bâti est difficile à cause de l'érosion et des rénovations successives et des façades enduites. Lors des échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue de mai 2005, le terme de « bauge coffrée » a même été adopté, révélant ainsi cette mixité et cette complexité. C'est pourquoi dans les fiches qui vont suivre, ces mises en œuvre sont regroupées sous le terme de « terre massive ».

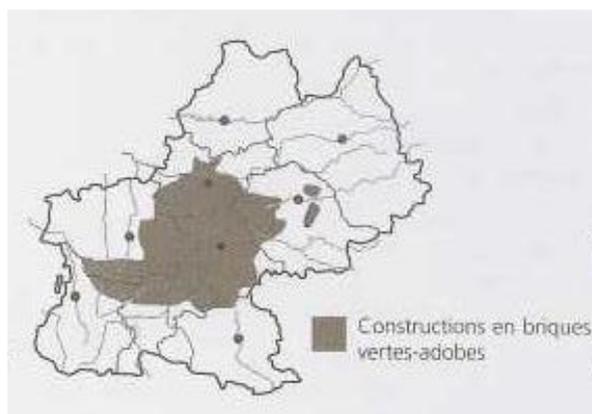
Cette région du Sud-Ouest de la France est donc déjà reconnue pour la présence de diverses techniques employant de la terre crue. De nombreux ouvrages mentionnent cette pluralité dans le patrimoine bâti, comme le montrent les cartes ci-contre à droite (*Cartes extraites du livre « Maison d'argile en Midi-Pyrénées » de CASEL Th., COLZANI J., GARDERE J.F., MARFAING J.L., éditions*



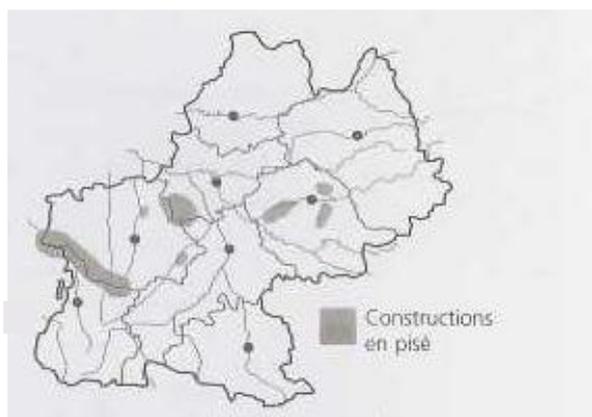
Carte extraite du livre « Terre crue, techniques de construction et de restauration » de Bruno Pignal, collectif au pied du mur, éditions Eyrolles, 2010



Maison d'habitation avec étage en torchis dans le village de Pouydraguin



Maison d'habitation en adobes (entre colombages) dans le village de Plaisance



Église en terre massive dans le village de Lanne-Soubiran

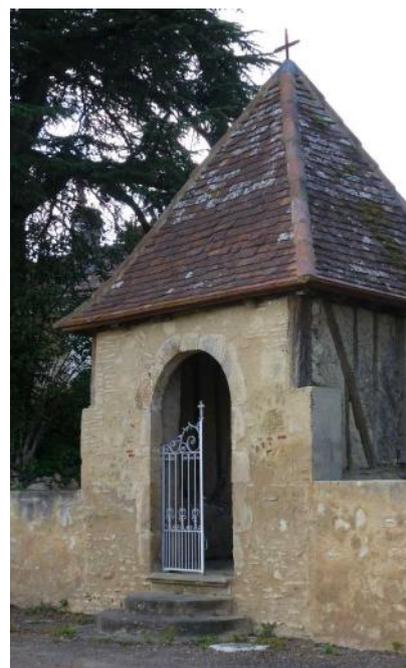
Privat, 2000). Cette richesse se retrouve dans le PVA, territoire situé au carrefour de toutes ces influences.

Promenons-nous maintenant en images et avec des exemples pour visualiser la mixité des techniques sur le territoire. La carte de la double page suivante représente des architectures traditionnelles de cette zone géographique. Le patrimoine en terre y est très présent et cette carte n'est en rien exhaustive, elle reflète l'étendue et la

densité de ces bâtis. Les fiches "patrimoine" qui suivent permettent de comprendre et de décrypter dans une première mesure les bâtis rencontrés sur le territoire et sur lesquels nous sommes amenés à travailler avec les particuliers.

Cela permet également de constater que le patrimoine en terre a soit été bien entretenu par les propriétaires, soit laissé à l'abandon. Ce qui nous permettra par la suite d'analyser les pathologies et d'établir des préconisations pour les éviter.

PANORAMA DES ARCHITECTURES EN TERRE SUR LE TERRITOIRE





Terre massive

De nombreuses variantes existent, entre pisé et bauge, il est parfois **difficile de distinguer les techniques employées**. En effet, de façon très localisée, les constructeurs ont développé des techniques propres au lieu. Certains cas nous montrent de la bauge dite coffrée, une mise en œuvre de la terre entre le pisé et la bauge. La bauge est une technique où la terre est montée par poignées, par mottes empilées. Néanmoins, comme dit précédemment on observe des variantes : le matériau peut comprendre des fibres végétales ou pas selon la région, on peut lire et entendre les termes de bauge coffrée, bauge filante, terre filante... On regroupe ces constructions vernaculaires sous le terme de « terre massive » car dans les deux cas on obtient des **murs structurels et autoporteurs**.

Pisé

Traditionnellement, le pisé était **compacté** à la main avec un fouloir en bois, appelé un "pilou" en occitan. Le maçon déplaçait ses banches, **coffrage en planches de bois**, horizontalement le long des murs. Le mur était construit par **couches successives de terre quasi sèche** d'environ 6 cm. La terre employée pour la réalisation de ces murs était relativement fine, ce qui est plutôt atypique (la terre à pisé du Dauphiné a une granulométrie allant des argiles aux cailloux). La compression exercée était faible mais suffisante pour assurer une cohésion. La composition hétérogène de cette matière, produit des murs de masse, épais (environ 50 cm d'épaisseur), apportant de l'inertie, et texturés, grâce aux lits superposés de terre.

EXTRAIRE la terre à bâtir
COFFRER et **REEMPLIR** les banches
COMPACTER par couches successives
DECOFFRER

Bauge

La bauge est la technique employant de la terre crue qui nécessite **le moins d'outillage**, ni coffrage, ni moule, seulement un outil tranchant afin de « lisser » les parois obtenues. C'est aussi la moins connue. Comme le pisé, elle permet de construire des murs monolithiques (d'un seul tenant) grâce à des **levées successives**, moins régulières que pour le pisé. On obtient alors des murs à forte épaisseur (de 50 cm à 1 mètre) apportant également beaucoup d'inertie. La principale différence vient de la quantité d'eau présente dans la terre : celle utilisée pour la **bauge est plus humide**.

EXTRAIRE la terre à bâtir
ARROSER la terre pour obtenir une texture pâteuse **ET AJOUTER** les fibres puis malaxer pour obtenir le mélange.
MONTER une première levée
SÉCHER jusqu'à 4 semaines et **DRESSER** c'est-à-dire découper verticalement l'excédent de terre
MONTER la levée suivante

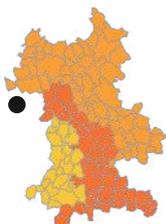


Maison à Diusse



Diusse

Ancienne région Midi-Pyrénées



Diusse

Pays du Val d'Adour

Localisation

Diusse 64 330

Propriétaire

Privé

Usage d'origine

Ferme avec fours à pain

Usage actuel

Maison d'habitation

Construction

XVIII^e siècle

Interventions

Restauration récente avec des matériaux respirants. Drainage des murs et toiture entièrement refaite.

État général

Habité, en location. Sain aujourd'hui mais humide avant travaux.

Paysage

Au cœur d'un territoire allongé entre les vallées du Lees et du Larcis, Diusse est une commune du canton de Garlin, réputée pour ses vins et son patrimoine remarquable. Pays à vocation agricole, les terrains du versant oriental sont propices à la culture de la vigne, mais ce petit village de 150 habitants renferme également quelques trésors architecturaux comme l'église romane classée aux Monuments Historiques (XI^e et XII^e siècles), une demeure de notable datant du XVII^e siècle, qualifiée de « petit Versailles du Béarn », mais aussi un ensemble de fermes et de maisons datant des XVIII^e et XIX^e siècles et les vestiges d'un moulin du XIX^e siècle. Les constructions sont éparées, tantôt sur une crête, tantôt dans un vallon et adossé aux collines environnantes.

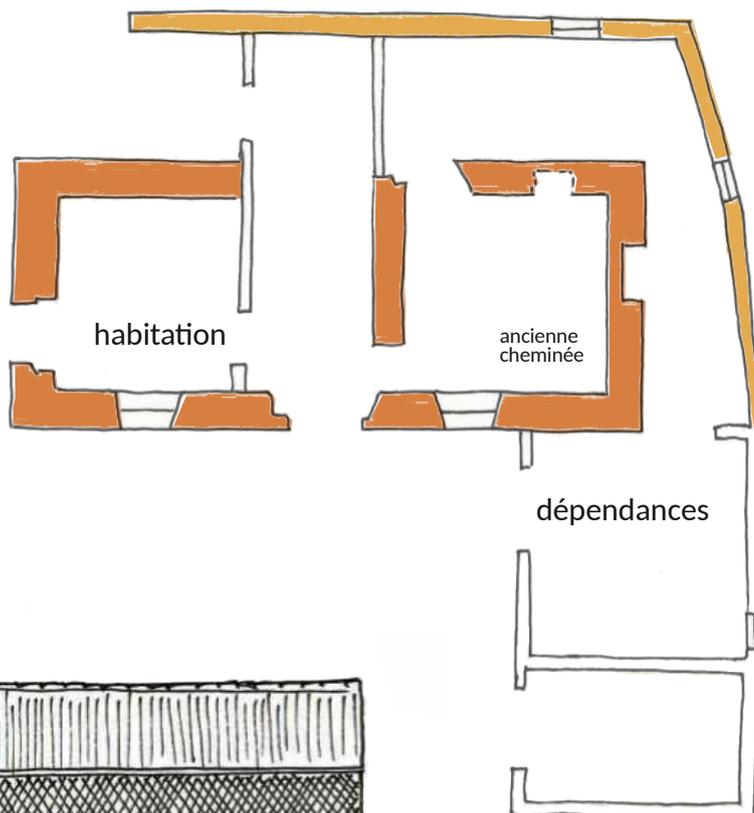
Principes constructifs

La maison se trouve dans le bourg historique, tout proche de l'église et du cimetière. La maison, construite selon un plan rectangulaire et avec une façade principale orientée au sud-est, présente des murs en terre massive, légèrement inclinés (80 cm d'épaisseur à la base). Mais l'ensemble du bâti représente un L, avec une cour orientée plein sud. En effet, l'habitation est entourée de dépendances construites antérieurement avec des adobes. Ces murs plus fins et présents au nord et à l'est, renferment des vestiges d'anciens fours à pains. Ce bâti est typique de la région du Vic-Bilh, même sans la présence de fronton, notamment par sa toiture en tuiles plates à quatre pans et à très forte pente.

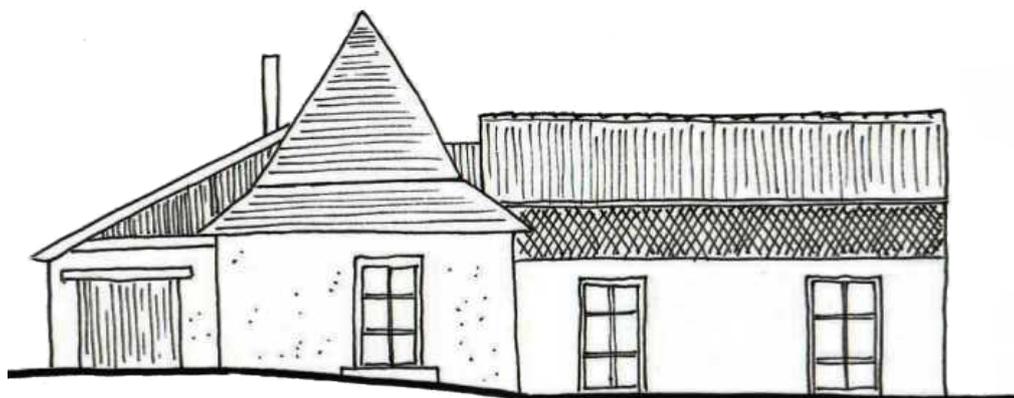


Maison avant travaux

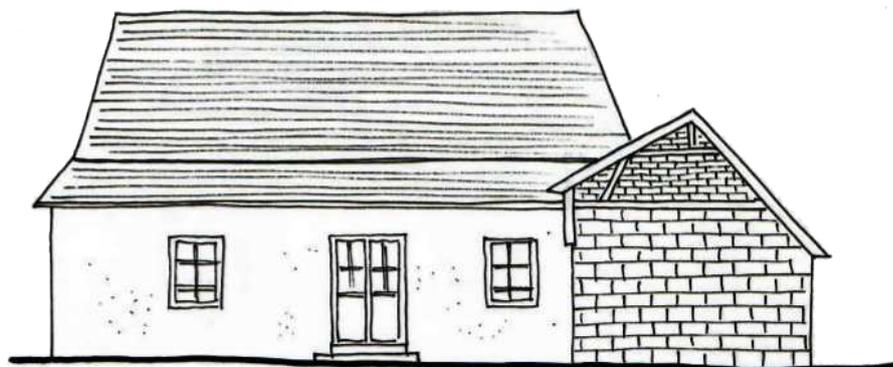
En orange foncé : terre massive
 En orange clair : adobes



Plan RDC
 (avant travaux)



Façade est



Façade sud



Enduit terre sur les murs en terre massive



Mur est en adobes avant travaux

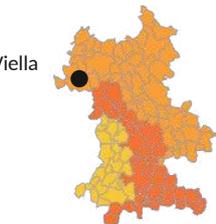


Maison à Viella



Viella

Ancienne région Midi-Pyrénées



Viella

Pays du Val d'Adour

Localisation

Viella 32 400

Propriétaire

Privé

Usage d'origine

Maison d'habitation
avec chai

Usage actuel

Maison d'habitation

Construction, étapes

XVIII^e

Courant XIX^e

1921

Interventions

Restauration des enduits terre à l'intérieur. Une partie du mur Nord a été doublé avec du parpaing. Des enduits ciments sont présents à l'extérieur.

État général

Bon

Paysage

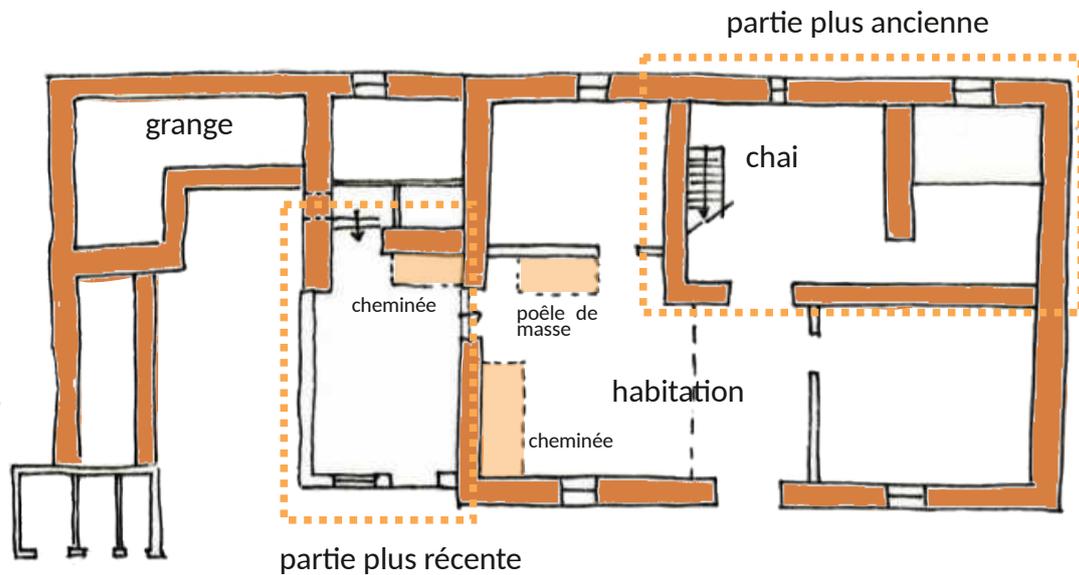
À environ 240 m d'altitude, la maison domine des coteaux verdoyants depuis les hauteurs de la communauté de communes Armagnac Adour, offrant un paysage de vignobles. Le village s'étire le long d'un axe principal et s'étend sur une superficie de 2 800 hectares. Le quartier de Dela l'Arriou, à l'est du centre bourg, est dans un creux. Toutes les constructions y sont en terre crue, mêlant harmonieusement torchis et terre massive.

Principes constructifs

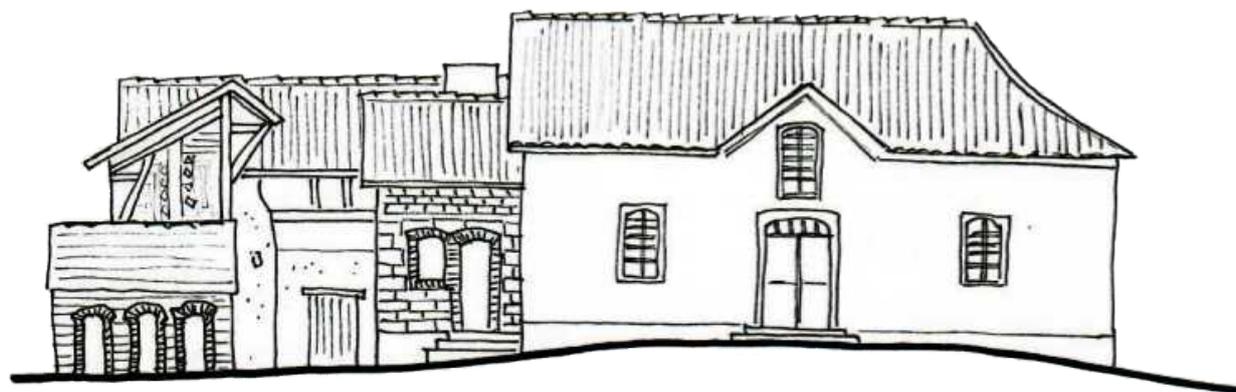
Grâce aux différentes techniques employées et au dessin des toitures, on peut dire que la bâtisse a été construite en plusieurs étapes. Tout d'abord le chai, qui représente le noyau central, construit vers la fin du XVIII^e siècle. Les murs sont inclinés et épais (de 80 cm à la base à 60 cm en haut) en terre massive. Presque aveugles, ils renferment encore aujourd'hui des outils d'époque. À l'étage, les murs dépassent de 1 m et portent la toiture. Courant XIX^e, la partie habitable a vu le jour en laissant pour trace une imposante cheminée sur le mur sud-est. Les murs extérieurs sont en terre massive et les cloisons intérieures sont en torchis. Enfin, en 1921, une famille qui s'était installée a fait construire une cuisine indépendante. Les murs sont alors de composition hétéroclite, allant des moellons aux briques cuites. Un pigeonnier est bâti dans le prolongement sud-est de l'habitation. Des motifs sont représentés grâce à des briques cuites de tailles et de couleurs variables.

Témoignage

L'actuelle propriétaire a eu un véritable coup de cœur pour ce bâti, très bien conservé et ayant eu peu de restauration (à noter, un doublage intérieur en bloc de ciment sur une partie du mur nord). Elle a respecté le caractère respirant des matériaux d'origine en réalisant des cloisons en brique crue et des enduits en terre à l'intérieur. La charpente, elle aussi, a été conservée grâce à une isolation en combles perdus.



Plan RDC après travaux



Façade est principale



Vue sur les murs du chai



Mur au sud en terre massive

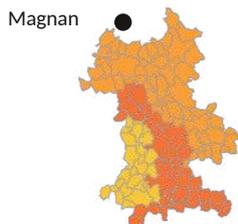


Chapelle St. Jean Baptiste de Daunian



Magnan

Ancienne région Midi-Pyrénées



Magnan

Pays du Val d'Adour

Localisation

Magnan 32 110

Propriétaire

Commune de Magnan

Usage d'origine

Lieu de culte - Chapelle

Usage actuel

Chapelle

Construction

XI^e - XII^e siècle

Interventions

2017
Restauration des murs en terre après décaissage des parements et enduits intérieurs en terre. Réfection de l'autel en terre, rénovation des murs en torchis de l'annexe et pose de carreaux de terre cuite au sol. Reprise de la couverture.

État général

Bon après rénovation

Paysage / Histoire

Le site est un lieu de culte ancien, la paroisse est citée dans des textes datant du XI^e siècle. La chapelle est dédiée au culte de saint Jean Baptiste. Orientée Est/Ouest, elle prend place sur un petit plateau surélevé par rapport au chemin et est accolée au cimetière.

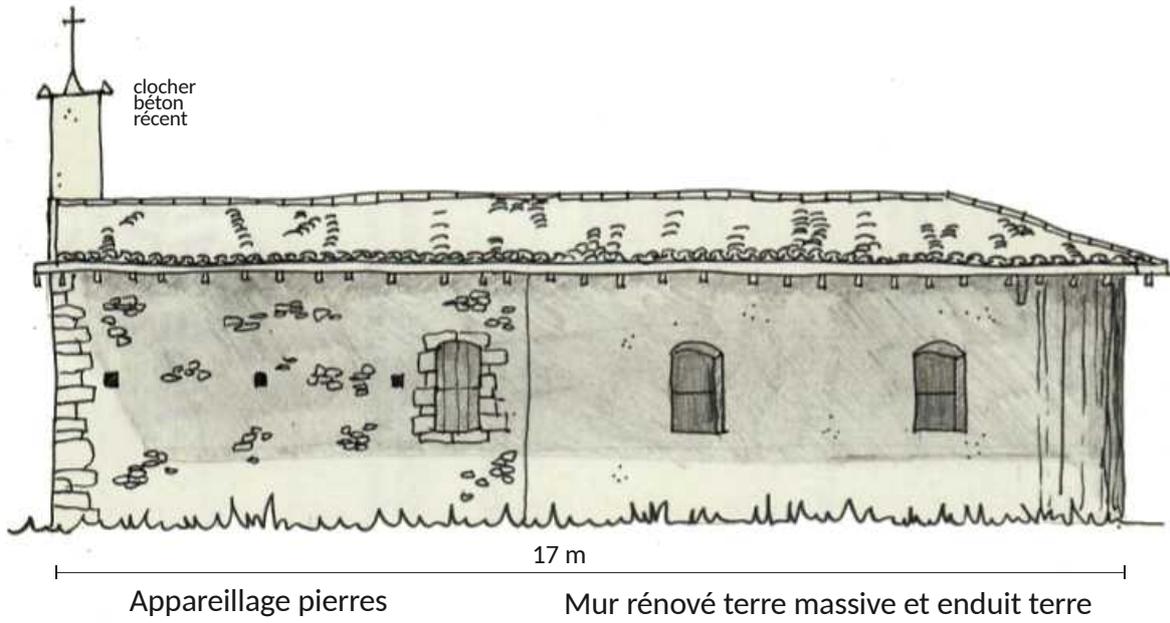
Principes constructifs

Les murs sont en terre massive c'est-à-dire en terre empilée non coffrée. Cette technique donne la possibilité de façonner des parois courbes : c'est le cas de la chapelle. Le plan rectangulaire (nef unique rectangulaire) est complété par un chevet semi-circulaire : cela fait la particularité de ce monument. Tous les murs sont donc en terre excepté le mur ouest, en petit appareil de pierres irrégulier certainement pour s'adapter au climat (vents et intempéries venant de l'ouest). La préservation de ce monument est essentielle. La géométrie et les techniques employées pour sa construction en font un témoignage important de l'architecture en terre dans le Gers, au même titre que le rempart de Sainte-Christie-d'Armagnac (voir page 34). Par manque d'entretien, le bâtiment s'est détérioré. Le mur ouest s'était effondré, les murs en terre endommagés et la toiture était en très mauvais état. En 2017, un chantier de rénovation commence. Il est le fruit d'une collaboration entre la municipalité de Magnan, l'association pour la sauvegarde de la chapelle, et l'association Concordia. C'est ainsi que 8 jeunes volontaires en service civique chez Concordia ont eu pour mission la rénovation de la chapelle et la mise en place de projets pour animer le village. Une double initiative a été mise en place : la rénovation de l'édifice liée à une dynamique sociale et humaine d'intégration sur un territoire (sensibilisation au développement durable, artisanat...).

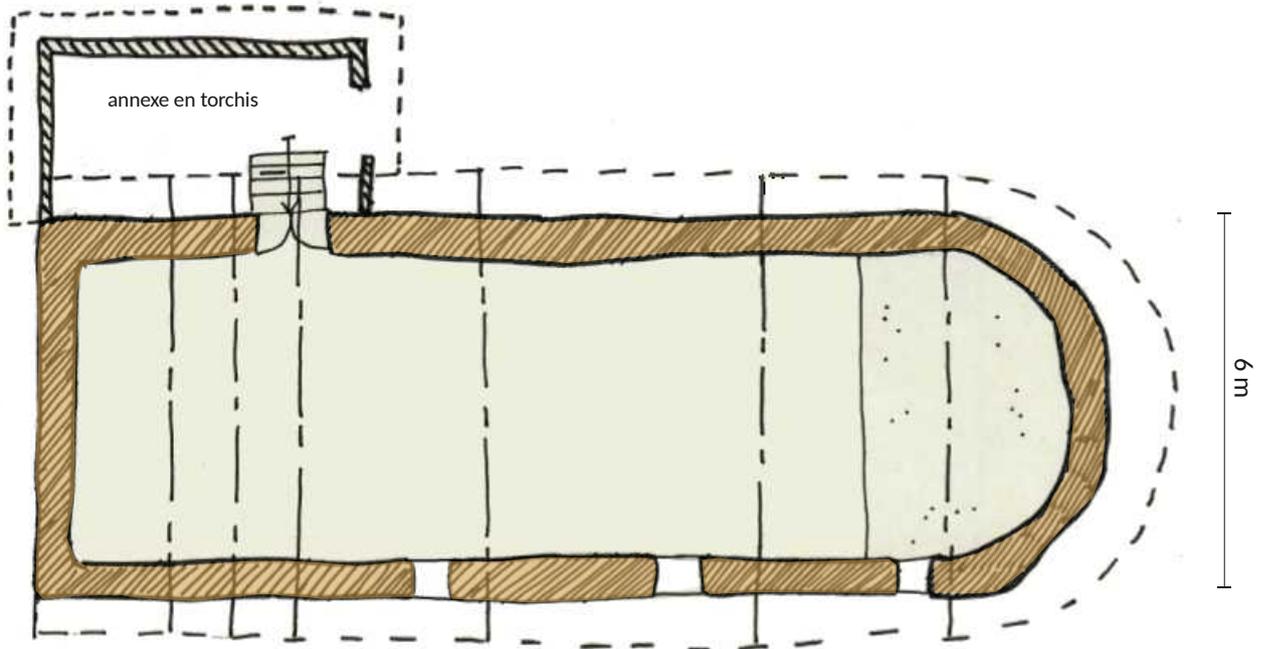
En haut : vue façade ouest après travaux

À droite : vue façade ouest avant travaux





Façade ouest



Plan



Pignon sud, paroi courbe en terre massive



Détails torchis et enduit terre

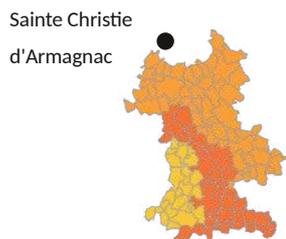


Rempart et castet de Sainte-Christie-d'Armagnac



Sainte-Christie
d'Armagnac

Ancienne région Midi-Pyrénées



Sainte-Christie
d'Armagnac

Pays du Val d'Adour

Localisation

Sainte-Christie d'Armagnac
32 370

Propriétaire

Commune

Usage d'origine

Rempart et demeure
seigneuriale

Usage actuel

Bâtiment à vocation
touristique

Construction

XII^e - XIII^e siècle

Interventions

Rénovation, dont stabilisation
et fouilles archéologiques en
2017-2019 : charpente et
colombages rénovés, rempart
consolidé, décroustage
enduits ciment sur façade
nord.

État général

En ruine avant rénovation

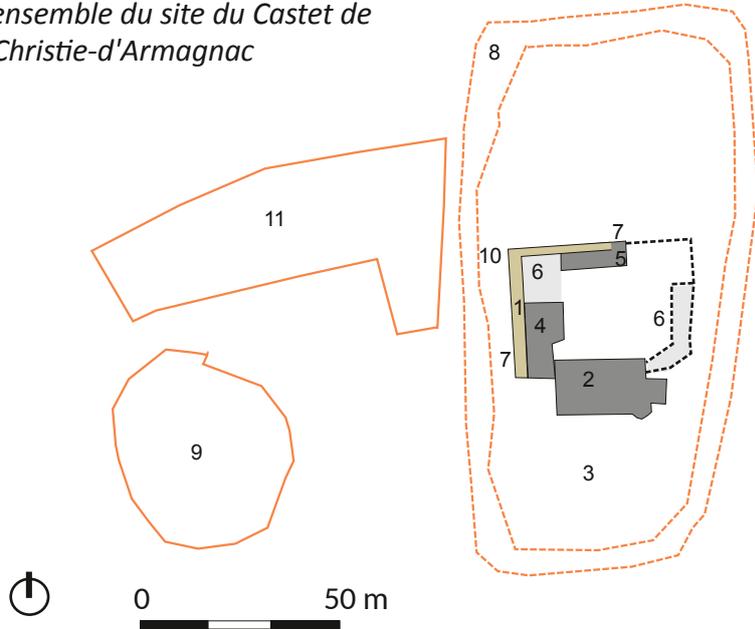
Paysage / Histoire

Sainte-Christie-d'Armagnac est un village situé dans la communauté de communes de Nogaro. Ce castelnau, nom désignant un village fondé au Moyen Âge à proximité d'un château, est situé sur le célèbre chemin de St Jacques de Compostelle (GR 65). Un monument emblématique trône sur le bourg. Le « castet », construit sur une motte féodale vieille de mille ans, qui s'élève à une dizaine de mètres de hauteur. Le rempart est un édifice en terre crue ayant une visée défensive : cela en fait un monument très rare en Europe (un autre à Thil dans le 31). Ce rempart en terre crue construit entre le XII^e et le XIII^e siècle est l'une des dernières enceintes en terre massive du pays d'Armagnac selon la Fondation du Patrimoine qui participe au financement de l'opération de rénovation. Aujourd'hui c'est un trésor architectural en danger par manque d'entretien, si bien que les habitants se sont mobilisés pour le sauver. Les travaux considérables nécessaires à la réhabilitation et à la consolidation du monument vont être pris en charge par la Fondation du Patrimoine et l'association des Bâisseurs du Patrimoine (informations extraites du journal La Dépêche du Midi).

Principes constructifs

La bâtisse étudiée est composée d'une porte qui s'ouvre dans un mur de terre massive (rempart) ainsi que d'un bâtiment à colombage accolé, reste d'une demeure seigneuriale. La demeure est sur trois niveaux, les deux derniers étant légèrement en surplomb du rez-de-chaussée. Les contreventements sont très présents en façade est puisque des croix sont visibles. Le plan rectangulaire offre une habitation s'ouvrant uniquement à l'est et couvert par une toiture à deux pans. Le rempart, d'au moins un mètre d'épaisseur, voire 1,40 m à la base, mesure plus de 15 mètres de long et monte jusqu'à 6 mètres de hauteur. Le dernier étage de la demeure « ferme » et protège également la tête de mur de ce rempart, comme une sorte d'encorbellement en colombage léger. Il y a donc plusieurs techniques : torchis sur la partie haute, terre filante et soubassement maçonné à la terre. Lors des travaux de rénovation, les colombages au nord ont été refaits avec du bois de chêne neuf. Au niveau du rempart, l'urgence était de reprendre les trous : avec du pisé sur 1,40 m d'épaisseur terminé avec des adobes. Les adobes ont été réalisés dans le cadre d'un chantier participatif avec l'association 'Les amis du Castet' avec de la terre trouvée sur un chemin à proximité du rempart.

Plan d'ensemble du site du Castet de Sainte-Christie-d'Armagnac



- 1 Rempart (XII^e/XIII^e s)
- 2 Église Saint-Pierre (XIII^e/XV^e s)
- 3 Ancien cimetière
- 4 Demeure (partie du château - fin XV^e s)
- 5 Bâtiment et porte du château
- 6 Les bâtiments disparus du château
- 7 Portes du château
- 8 Fossé du château
- 9 Motte féodale (X^e/XI^e s)
- 10 Talus (encore visible)
- 11 Bourg (castelnau)



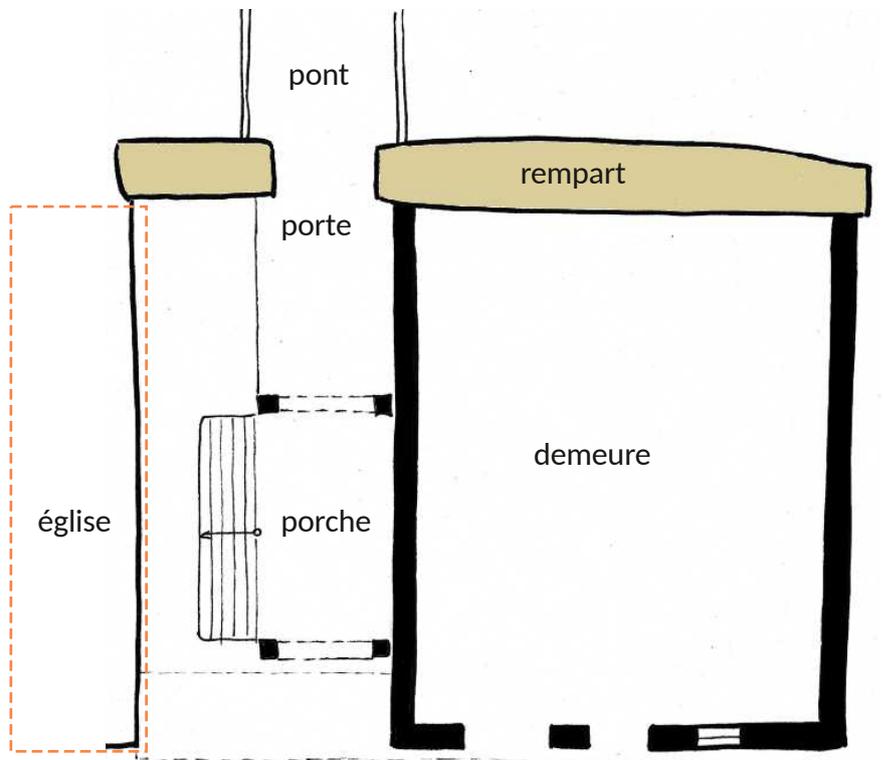
Façade ouest : rempart avec porte



Détail terre filante en façade ouest



Adobes pour la rénovation du rempart



Plan du RDC de la demeure avec le rempart



Façade est de la demeure

Torchis

Il s'agit d'une des premières techniques de construction en terre, présente depuis plus de 5000 ans. Le torchis désigne le **matériau** et la **technique** : action de former des **torches**, des flambeaux, avec le mélange pour les enrouler autour du support de fixation (**éclisse**, lattis de bois). Le mélange visqueux est formé par de la **terre**, de l'**eau** et des **fibres** végétales ou animales (paille de seigle ou de blé, foin, crin de cheval...). Avec, on comble les vides dans une structure porteuse en bois (**colombages**). Le torchis est donc un matériau de remplissage, peu cher et facile à mettre en œuvre. En général, on obtient des **murs ou cloisons de faible épaisseur** (entre 8 et 12 cm) mais on peut également réaliser des planchers entre étages. Il apporte un peu d'inertie mais n'est pas isolant. En fonction de sa localisation dans la maison et de son orientation sa finition change : bardage ou enduit. Il peut aussi rester brut. Sa durabilité dans le temps est grande s'il est correctement mis en œuvre et entretenu.

Sur ce type de bâti, la structure et son remplissage restent visibles, donnant une forte **identité architecturale** au territoire dans lequel ils prennent place. C'est une technique très répandue et les variantes régionales sont nombreuses.

MONTER sur la structure porteuse des supports de fixation ou éclisses

EXTRAIRE la terre

PRÉPARER DU MÉLANGE : fibres, eau et terre

FORMER DES TORCHES ET LES ENROULER petit à petit autour des éclisses

LAISSER SÉCHER

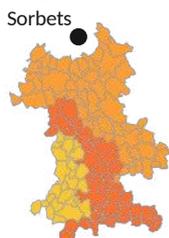


Maison à Sorbets



Sorbets

Ancienne région Midi-Pyrénées



Sorbets

Pays du Val d'Adour

Localisation

Sorbets 32 110

Propriétaire

Privé

Usage d'origine

Maison d'habitation et grange

Usage actuel

Maison d'habitation

Construction, étapes

XIX^e siècle

Interventions

Extension au nord, aménagement de l'étage, remplissage des murs de la grange avec du parpaing.

État général

Habité, sain mais peu isolé

Paysage

Le petit village de Sorbets fait partie de la communauté de communes de Nogaro. Les paysages environnants se composent de champs de maïs et de vignes, formant des petits vallons. Sorbets est entouré de forêts notamment de chênes et d'un maillage de petits étangs. Le village, organisé autour d'un axe principal, comprend de nombreux bâtiments en torchis, typique de ce territoire proche des Landes.

Principes constructifs

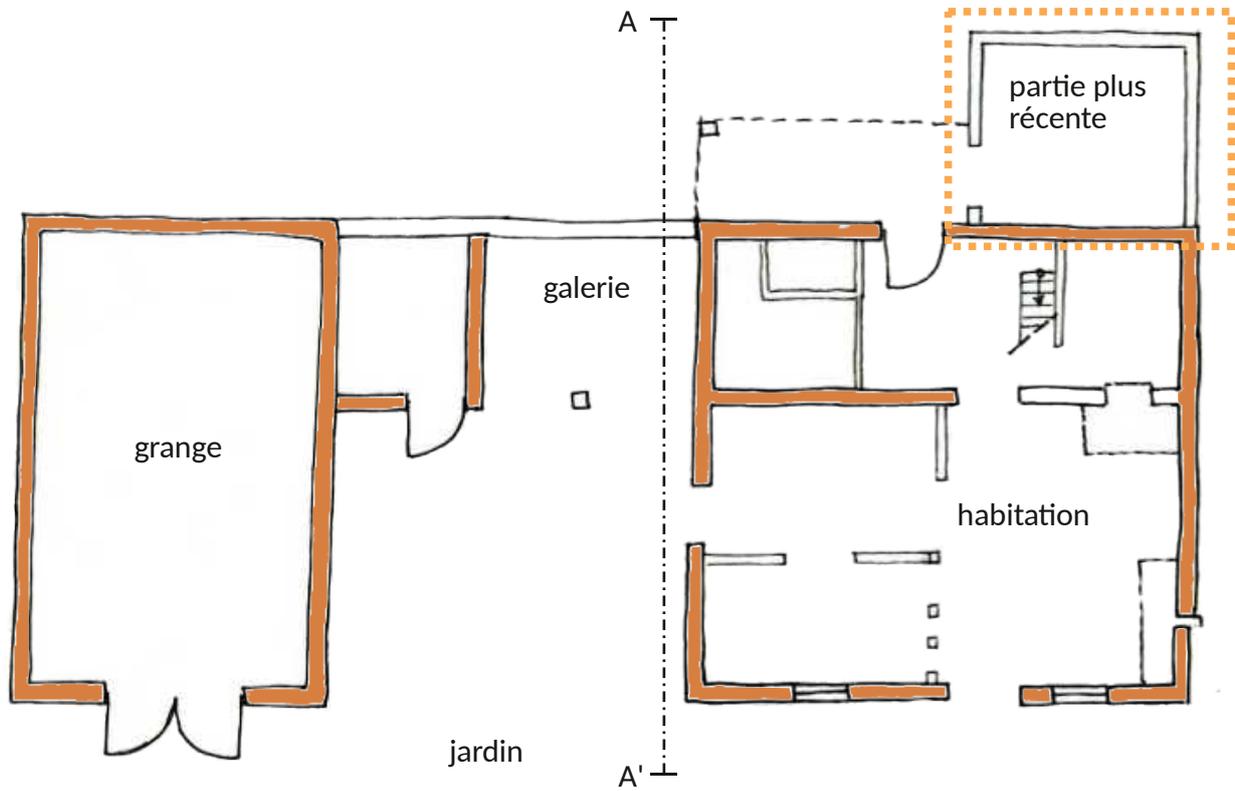
La maison étudiée se situe à l'extérieur du village, sur un terrain de près de 4000m². Elle comprend une partie habitation, des appentis et une grange. Le plan proche du carré pour la maison, est couvert d'une toiture à quatre pans en tuiles. Dans le prolongement ouest de la partie habitable, la grange protège cette façade des intempéries, pluies et vents dominants venant massivement de ce côté. Les murs extérieurs (épaisseur d'environ 15 cm) et intérieurs sont composés de torchis, sauf en partie nord où l'on retrouve des briques cuites et des parpaings qui ont été utilisé pour l'extension et la restauration de la grange. Cette association est courante et les murs nord sont souvent constitués de briques cuites. La lisse basse en bois est posée sur un soubassement en pierres de 40 cm. À quelques endroits, le remplissage en torchis a été remplacé par des plaques de plâtre recouvert d'un enduit à la chaux mais dans l'ensemble, l'aspect extérieur est similaire à celui d'origine et typique de ce coin du Bas Armagnac.



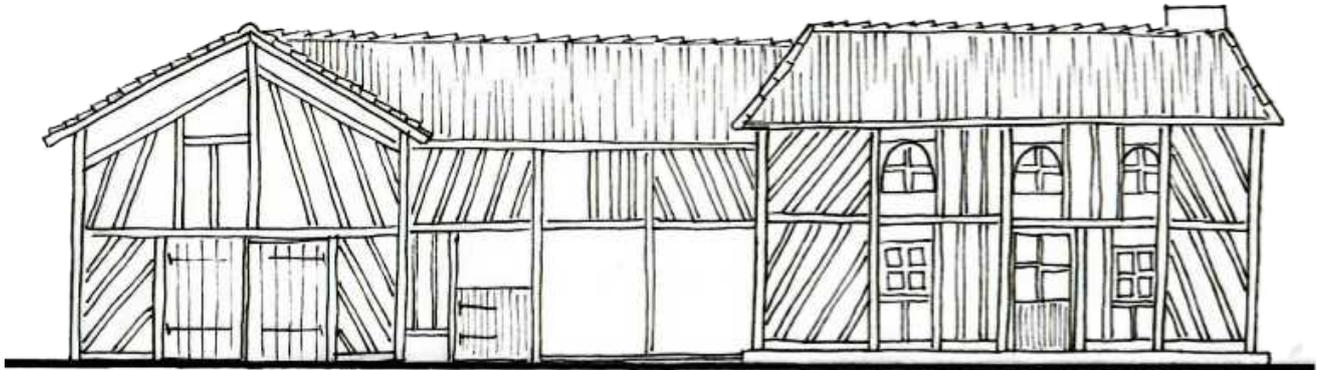
Intérieur de la maison



Détail torchis avec ossature bois



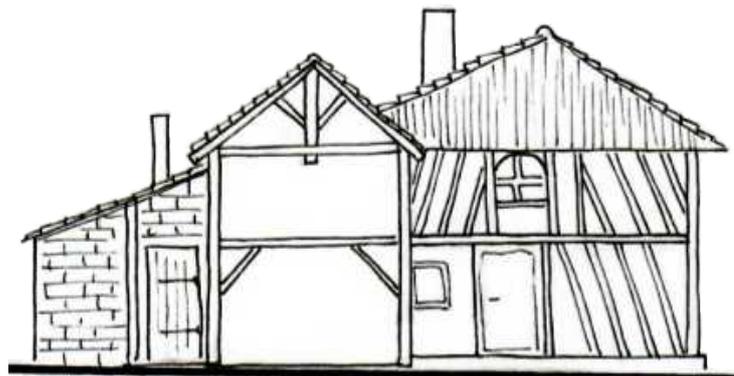
Plan du corps de ferme



Façade sud, sur jardin



Enduit terre sur torchis



Coupe AA', façade ouest

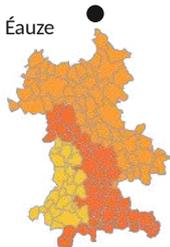


Demeure à Éauze



Éauze

Ancienne région Midi-Pyrénées



Éauze

Pays du Val d'Adour

Localisation

Éauze 32 800

Propriétaire

Privé

Usage d'origine

Demeure noble

Usage actuel

Deux logements en location

Construction

1896

Interventions

La demeure est telle qu'elle a été construite, pas de mauvaises interventions.

État général

Bon et sain

Paysage

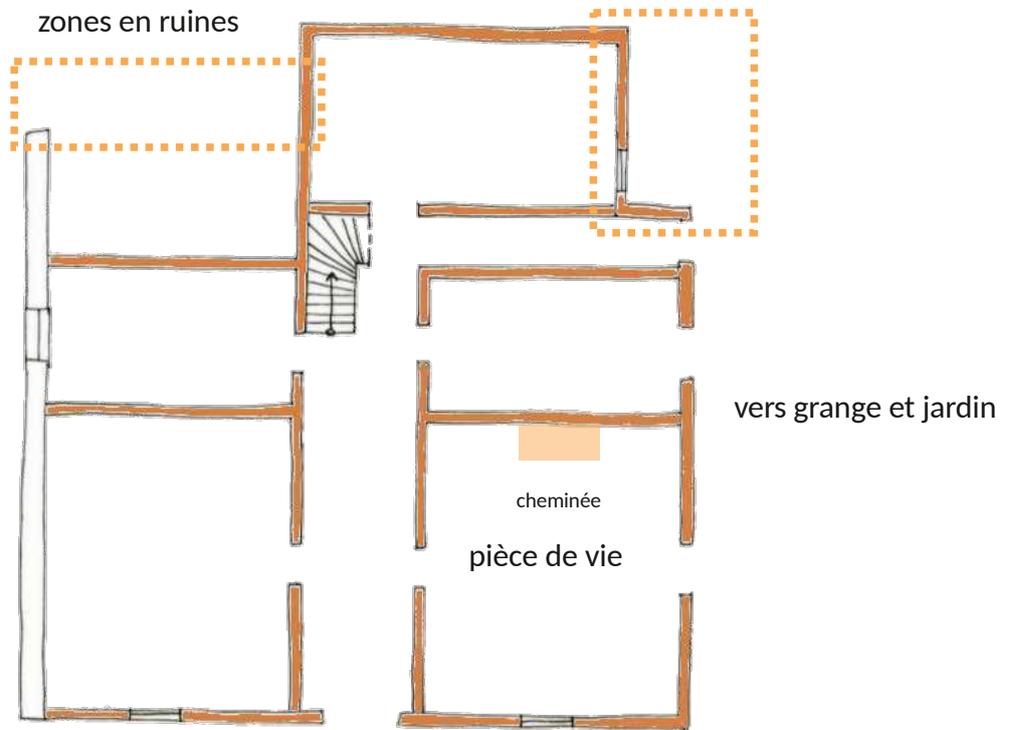
Éauze est située au nord-ouest du département du Gers. Au cœur de la gascogne, ce chef-lieu du canton compte environ 4 000 habitants. C'est également la capitale de l'Armagnac car elle se situe au cœur de la région la plus productrice et la plus réputée de cette eau-de-vie. Le territoire de la commune est parcouru par deux rivières, la Gélise et le Bergon. La cité antique d'Elusa (I^e siècle) fait d'Éauze une ville ancienne, possédant de nombreux vestiges du passé situés à l'est de la ville actuelle. La ville médiévale à l'intérieur des anciens remparts aujourd'hui transformés en boulevards, comprennent quelques vestiges comme la cathédrale Saint-Luperc, un ensemble de maisons médiévales à colombages...

Principes constructifs

La maison noble étudiée se situe à l'extérieur du village, sur un terrain de près de 7000 m². Elle comprend une grande habitation sur trois niveaux (rez-de-chaussée, un étage et les combles), une grange et des aménagements comme une mare, un puits... Le plan proche du carré (13 x 14 m), est couvert d'une toiture à deux pans en tuiles romanes. La maison est orientée au sud sud-est, les ouvertures étant présentes très majoritairement sur ces façades. Les murs extérieurs (épaisseur d'environ 15 cm) et intérieurs sont des murs à colombages avec un remplissage en torchis, sauf en partie ouest où l'on retrouve des pierres calcaires en partie basse et des blocs parpaing « maison » composés de grep et d'argile en partie haute. Cette mixité de matériaux en façade ouest est courante car c'est par ce côté que les vents dominants et les intempéries arrivent. La lisse basse en bois est posée sur un soubassement en pierres d'une hauteur de 50 cm. Les enduits extérieurs sont à la chaux et ceux présents à l'intérieur sont composés de sable blanc et d'argile claire. La maison n'a pas subi de transformation au cours du temps et elle a donc conservé toutes ses caractéristiques d'époque.

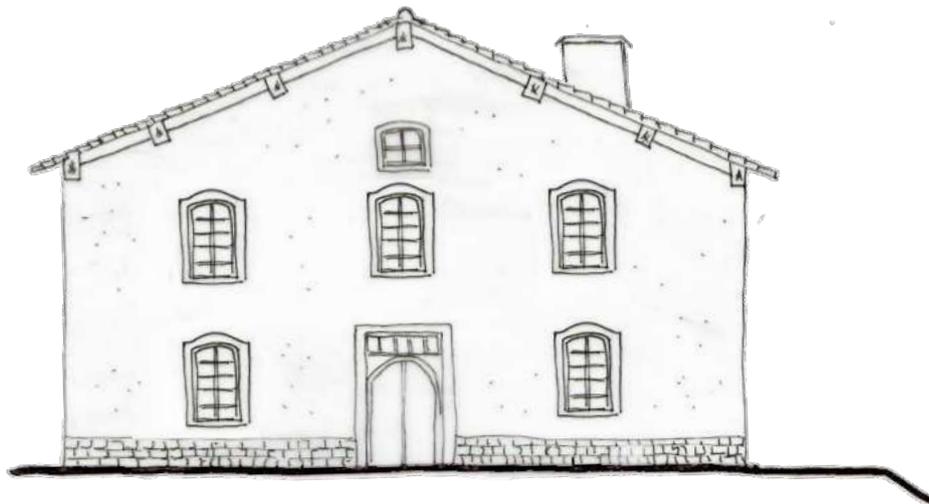


Détail torchis



entrée principale

Plan RDC de l'habitation



Façade sud, entrée



Façade ouest en pierre enduite et torchis



Détail torchis maison



Grange en pierre et torchis



Halle médiévale à Grenade



Ancienne région Midi-Pyrénées

Paysage

Cette halle, témoin historique, patrimonial et architectural du bourg de Grenade est un lieu culturel et d'animation fréquenté par la population, elle accueille le marché. Elle a été construite au XIII^e siècle. Malheureusement, même si l'entretien au fil des ans a permis de conserver l'aspect traditionnel du bâti, de nombreuses transformations lui ont ôté une certaine partie de son caractère, notamment le retrait du remplissage en torchis. Ce dernier a été complètement enlevé car il s'effondrait petit à petit. Au vu de l'importance de ce bâti au sein de la commune, un petit groupe d'élus a souhaité restaurer la halle à l'identique, en utilisant les systèmes constructifs traditionnels. Les objectifs de cette rénovation étaient nombreux : stabiliser la structure, restaurer la toiture, lutter contre les pigeons, restituer les parois d'origine en torchis et mettre en valeur l'édifice. Un appel d'offre en maçonnerie a été diffusé et l'entreprise SELE (rénovation du patrimoine historique en pierre et brique) a collaboré avec l'Atelier Terre et Traditions pour restituer les colombages. Pour le choix définitif, deux maquettes ont été présentées aux élus : une avec le remplissage en terre-paille allégée et une seconde avec le remplissage en torchis traditionnel.

Localisation

Grenade 31 330

Propriétaire

Commune

Usage d'origine

Halle couverte

Usage actuel

Halle couverte

Construction

XIII^e siècle, aujourd'hui classée monument historique

Interventions

Rénovation en 2011-2013 : restauration de la toiture et des torchis

État général

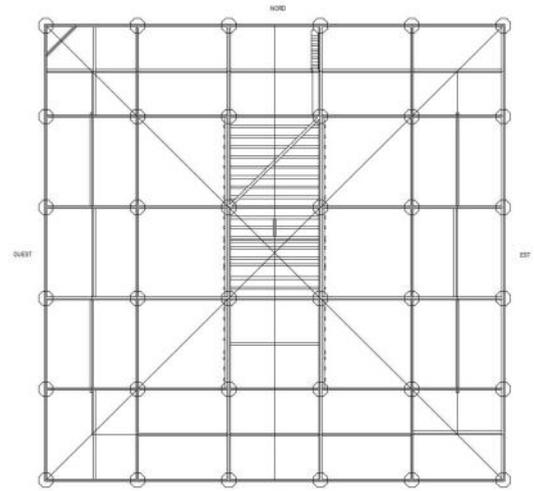
Bon et sain

Principes constructifs

Afin de réaliser cette restauration de manière traditionnelle, les matériaux utilisés pour la réalisation du mélange torchis ont tous une provenance locale. En effet, la terre provient de la briqueterie Barthe (terre de Garonne) et livrée en « big bag ». Le sable, lui, est issu d'une carrière de Grenade tandis que la paille d'orge a été cultivée dans le département du Gers (L'Isle-Jourdain). Le mélange a été réalisé directement sur site. Le choix de la paille s'est porté sur de l'orge dans l'idée de conserver la même paille que le torchis d'origine (bien qu'il puisse s'agir également de paille de lin). Cette technique a été choisie dans un premier temps pour son intérêt patrimonial mais également pour combler les colombages afin de fermer la halle pour empêcher les pigeons de revenir envahir l'espace. Avant les travaux, ils étaient « fermés » par du grillage, dénaturant ainsi l'architecture de l'édifice.



Mélange réalisé sur site



Plan niveau 1



Coupe nord-sud



Essai remplissage terre paille allégée



Essai remplissage torchis traditionnel

Photos de chantier et plans fournis par Fabrice Tessier, éléments extraits du site de la mairie de Grenade et du dossier de presse "Premier prix de l'architecture en terre crue".

Adobes

La technique des adobes est **la plus ancienne** des mises en œuvre connues employant de la terre crue. Son usage remonte à des millénaires. De fait, ces **briques moulées à la main** de formes variables sont un des premiers matériaux utilisés par l'homme. Depuis 3000 av. J-C il existe des témoignages de l'utilisation des adobes. En Égypte, le peuple construisait avec les matériaux disponibles c'est-à-dire la paille des récoltes et la terre limoneuse du Nil.

L'adobe désigne une brique de terre crue moulée et **séchée à l'air libre**. Sa fabrication est simple et nécessite peu d'outillage : seulement un moule, qui peut être mutiple. Le **mélange visqueux** est obtenu avec de l'argile et de l'eau. Des fibres peuvent être ajoutées afin de renforcer la cohésion de la brique. Une fois ce mélange fait, des **moules en bois** permettent de former les briques qui séchent au soleil avant d'être maçonnées. Parfois il est possible d'observer les adobes en maçonnerie mixte : alternés avec des galets de rivière par exemple. Cela donne un calepinage original typique de certaines zones géographiques (comme ici en gascogne en intégrant les galets charriés par le lit de l'Adour). On trouve aussi souvent l'adobe mêlé avec de la maçonnerie de terre cuite. Les adobes peuvent aussi être posés en remplissage d'une ossature bois, entre des colombages. Les murs ainsi obtenus ont une épaisseur variable, correspondant aux dimensions du moule, et apportent de l'inertie au bâtiment.

EXTRAIRE la terre

MÉLANGER la terre et l'eau

MOULER

DÉMOULER instantanément (pour assurer un démoulage aisé les moules doivent être propres et mouillés auparavant)

LAISSER SÉCHER

MAÇONNER avec un mortier de terre



Maison à Gimont



Ancienne région Midi-Pyrénées

Paysage

Gimont est la capitale du Gimontois situé sur la bordure orientale du département du Gers. Ce territoire est sous influence lauragaise et la brique toulousaine s'y est introduite peu à peu, imposant une architecture plus robuste et massive. Ancienne bastide fondée en 1265, avec environ 3000 habitants, on trouve à Gimont un patrimoine historique typique. Le paysage environnant présente un relief doux, les coteaux sont vallonnés et préservés. Le territoire est traversé par deux rivières : la Gimone et la Marcaoue.

Principes constructifs

Cet ensemble est typique de par sa forme (aspect ramassé avec un grenier), ses matériaux (bois, pierre, carreau de terre cuite, brique de terre crue) et son exposition (façades orientées nord-sud, protection des vents dominants venant de l'ouest par des façades aveugles ou des dépendances). Le plan rectangulaire est couvert par une couverture en tuiles à quatre pans. Les ouvertures sont uniquement présentes au sud et au nord, où l'on retrouve également une terrasse abritée.

Les murs (extérieurs et intérieurs) en adobes, d'une épaisseur de 25 cm environ, sont maçonnés sur un soubassement haut de 50 cm et constitué de pierres et de galets. Les joints sont en mortier de terre.

Mis à part le revêtement de certains murs et le chaînage de la nouvelle charpente qui a été réalisé en ciment au cours d'une rénovation antérieure, la maison n'a subi que peu de modifications.



Vue sur des murs d'adobes

Localisation

Gimont 32 220

Propriétaire

Privé

Usage d'origine

Habitation

Usage actuel

Habitation

Construction

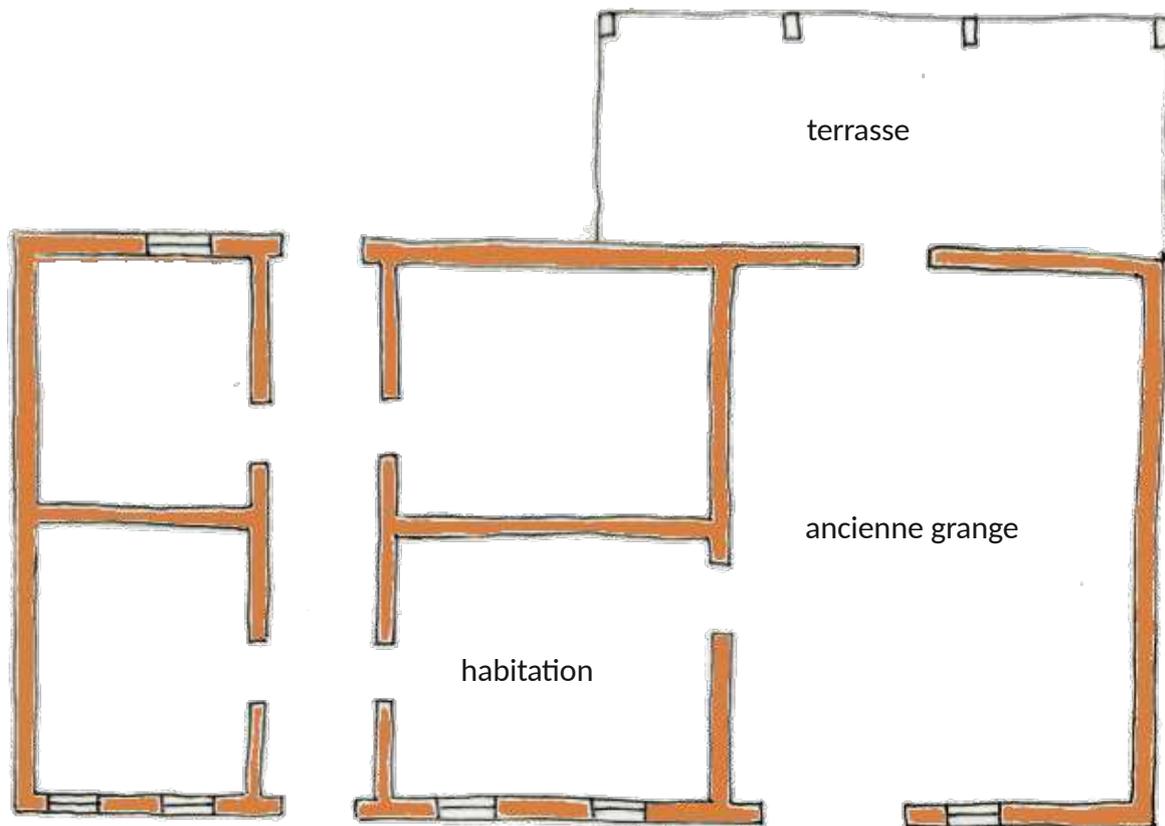
Courant XIX^e siècle

Interventions

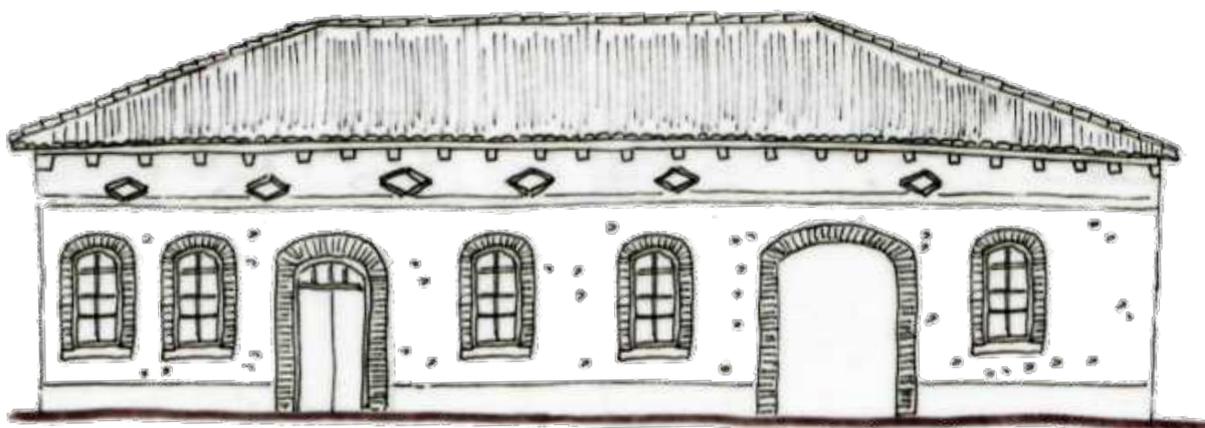
Enduits ciments et pose de parpaing lors de la rénovation

État général

Moyen



Plan de l'habitation



Façade sud - façade principale



Vue intérieure : mur en adobes sur soubassement en pierres



Détail sur les murs anciens en adobes

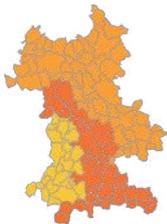


Ancienne grange en cabinet de kiné



Castelnaud-Magnoac

Ancienne région Midi-Pyrénées



Castelnaud-Magnoac

Pays du Val d'Adour

Localisation

Castelnaud-Magnoac
65 230

Propriétaire

Communauté de
communes du Magnoac

Usage d'origine

Grange

Usage actuel

Cabinet de
kinésithérapie

Construction

Rénovation septembre
2011 - mai 2012

Interventions

150 m² de murs à
rénover

État général

Moyen avant
rénovation

Paysage / Histoire

L'opération porte sur la transformation d'une dépendance existante, appartenant à la communauté de communes, en cabinet de kinésithérapie. Ce projet de cabinet fait partie d'un pôle de santé inter-communal qui nécessitait un agrandissement. Le programme du cabinet demandait des box de soins, un espace de travail sur poulies, une piscine et une salle de rééducation avec appareils de musculation. Les villageois et les élus étaient très attachés à ce bâtiment, situé au coeur du village de Castelnaud Magnoac et dans un état de conservation très correct. Également référencé par l'UNESCO, la préservation du bâtiment était pour tous plus qu'une nécessité.

Principes constructifs

L'architecture de cette dépendance est en effet caractéristique des constructions vernaculaires du Magnoac de par ses matériaux (adobes de terre crue appareillés en damier, pierres en façade ouest, tuiles canal et treillage losangé en bois). La réhabilitation du bâti ne devait donc pas modifier l'aspect extérieur mais, au contraire, lui redonner son apparence initiale. Pour ce faire, les treillages losangés ont été reconstitués sur l'ensemble du premier étage et les adobes endommagés ont été remplacés par des adobes ayant la même teinte.

Trois choses sont à retenir :

- le démontage et le recyclage des adobes du bâti (photo 3) ;
- le don de 200 adobes fabriqués en 1950 par une villageoise et sa famille, dont la teinte était similaire à celle du bâti ;
- la fabrication d'adobes de différentes épaisseurs pour réaliser l'arase des murs et rattraper les irrégularités.

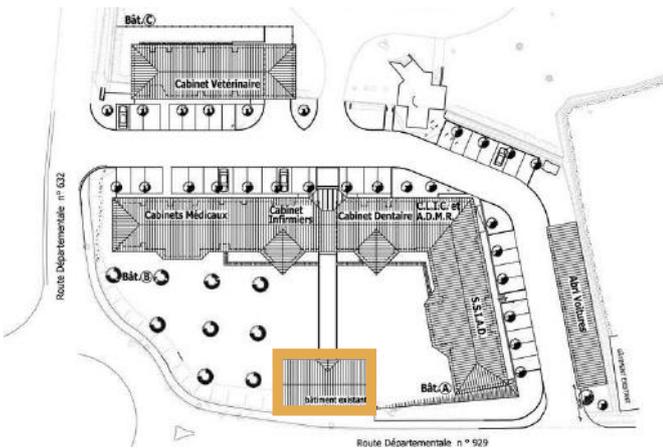
Le mortier (photo 4) est issu de recyclage et du broyage des adobes démontés et qui n'ont pas pu être réutilisés, tandis que les galets ont été extraits du lit de la rivière voisine, comme à l'époque de la construction. Le chantier s'est étalé sur 10 semaines (avec 2/3 ouvriers) car il a fallu s'organiser en fonction des opportunités (échafaudages, toiture remontée, séchage des adobes...) et du temps (période hivernale). L'emploi de la terre crue dans ce projet a bien plus qu'un intérêt thermique et patrimonial. De par sa fonction, il est assimilé au bien-être et à la santé, ce qui véhicule une image apaisante et saine. Également de par sa situation sur un carrefour important, il est visible de tous et est la preuve qu'il ne faut pas détruire les vieux bâtiments mais les réadapter aux besoins actuels.



Façade est avant travaux



Façade est pendant les travaux



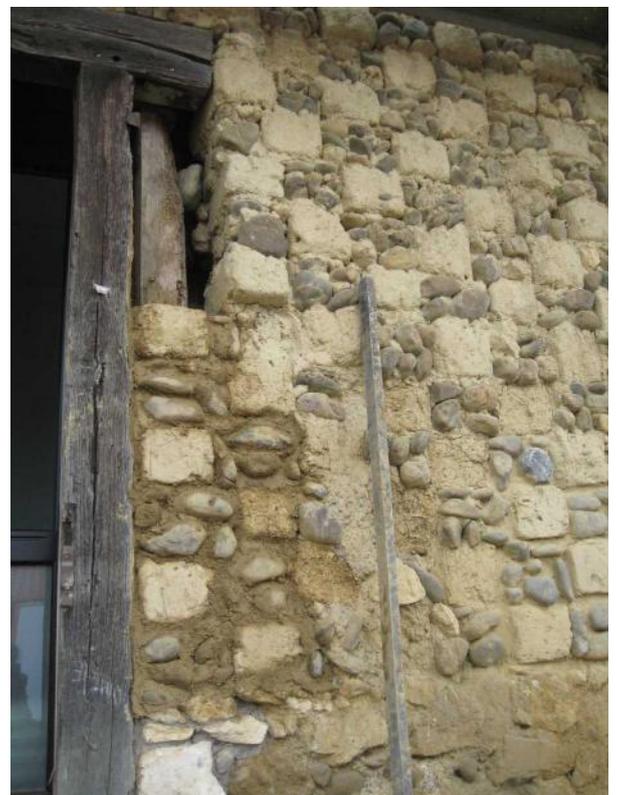
Plan de masse du pôle santé



Vue d'ensemble après travaux



Damier d'origine



Travail de reprise à l'identique

Photos extraites des sites internet de l'architecte, Sébastien Ganéo, de la maîtrise d'ouvrage, la mairie de Castelnau-Magnoac et de l'entreprise du lot terre, Inventerre.

La terre en mortier

Les différentes techniques utilisant de la terre sont assez connues. Il existe des ouvrages sur leur mise en œuvre, des exemples bâtis... Mais, quand une de ces techniques n'est pas présente dans un bâti ancien, cela ne veut pas dire que la terre est absente ! La terre peut être présente en enduit mais également utilisée pour la maçonnerie. En effet, il n'est pas rare de trouver des bâtis en pierres maçonnées avec un mortier de terre. Comme pour la construction en adobes, l'argile présente dans la terre sert à réaliser un mortier qui servira de colle. La terre, assez fine, est alors mélangée avec du sable et de l'eau. Cela se vérifie lorsqu'une maison se dégrade ou est détruite : on se retrouve avec un tas de pierres et de terre. On peut imaginer que dans un mur en pierres, la proportion de pierres tourne autour de 60 % et celle de terre autour de 40 %, ce qui est assez important.

EXTRAIRE la terre

MÉLANGER la terre, le sable et l'eau

APPLIQUER avec une truelle en maçonnant les pierres

LAISSER SÉCHER

Maison éclusière de Graziac



Condom

Ancienne région Midi-Pyrénées

Paysage / Histoire

Le site est un lieu atypique en raison de l'écluse double manuelle qui est présente sur la Baïse. Cette écluse peut uniquement se franchir en présence d'un éclusier, ce qui est très rare. Le conseil départemental a racheté cette bâtisse en 2007 pour en faire les bureaux des éclusiers durant la période d'ouverture (1 avril au 31 octobre).

Principes constructifs

Le volume du bâtiment est simple, avec la façade principale orientée à l'est. Sur deux niveaux, avec un escalier central qui dessert une pièce de chaque côté. Cette architecture est typique de la région. Les murs sont en pierres maçonnées avec un mortier de terre. L'idée était d'effectuer une reconversion douce de cette construction afin de préserver le patrimoine historique tout en l'adaptant aux modes de vie actuels (vie essentiellement à l'intérieur, recherche de confort thermique et de performances énergétiques) et aux usages prévus (utilisation saisonnière et estivale). Le bâtiment avait été rénové avec des matériaux étanches (ciment, carrelage) rendant humide la bâtisse. Dans une première phase de travaux, le rez-de-chaussée uniquement a été rénové. Les enduits non perméables extérieurs et les enduits terre-plâtre friables intérieurs ont été piqués puis des enduits en terre ont été appliqués à l'intérieur. L'objectif était d'assainir les murs tout en gardant l'inertie actuelle. La terre a été récupérée sur site, après une crue. Le dépôt, déjà très fin, a été prélevé et mis à tremper. Le matériau est dans ce cas très local et proche du matériau d'origine.

Localisation

Condom 32 100

Propriétaire

Conseil départemental
du Gers

Usage d'origine

Maison éclusière

Usage actuel

Maison éclusière

Construction

NC

Interventions

2014
Piquage des enduits en
ciment, réalisation
d'enduits terre à l'intérieur
et chaux à l'extérieur, pose
de nouvelles menuiseries
bois double vitrage et
volets bois, aménagement
intérieur.

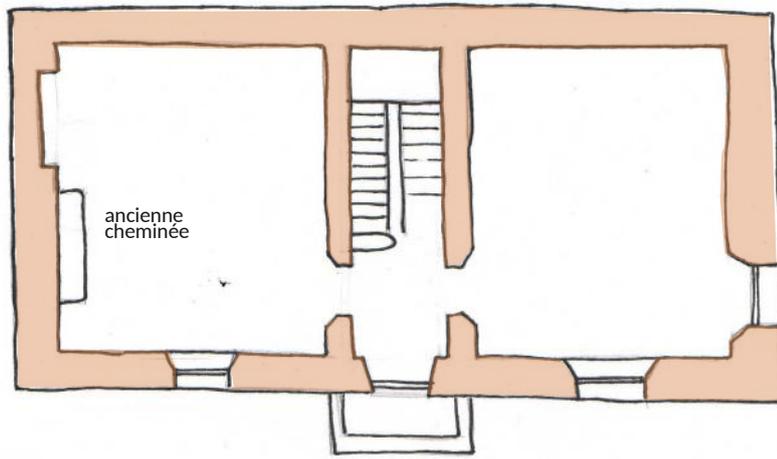
État général

Bon après rénovation

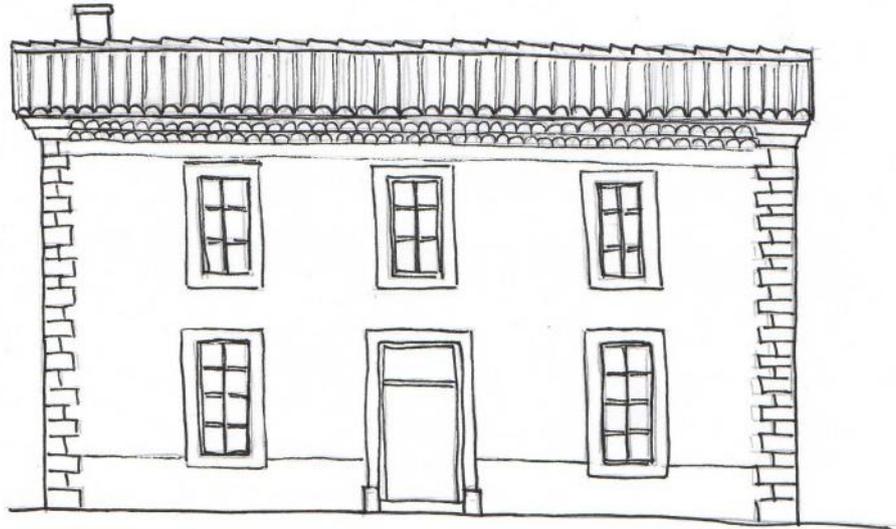


En haut : vue façade
est après travaux

À gauche : vue façade
est avant travaux



Plan du RDC avant travaux



Façade principale-est



À gauche : mur intérieur avant enduit
À droite : détail d'enduit terre



Dépôt après une crue



Terre ramassée après la crue



Terre mise à tremper

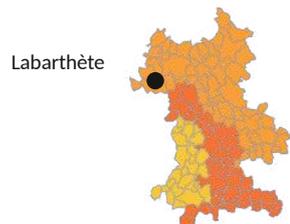


Maison à Labarthète



Labarthète

Ancienne région Midi-Pyrénées



Labarthète

Pays du Val d'Adour

Localisation

Labarthète 32 400

Propriétaire

Privé

Usage d'origine

Maison d'habitation et dépendances

Usage actuel

Maison d'habitation et dépendances

Construction

Maison paysanne de 1823

Interventions

1995

Murs en terre-paille allégée à la place des colombages à l'étage, panneaux de fibre de bois pour isolation par l'extérieur, du chaux/chanvre, de la laine de chanvre et de mouton sous un pare pluie en fibre de bois en toiture, de la terre en enduit intérieur.

État général

Bon après rénovation

Paysage / Histoire

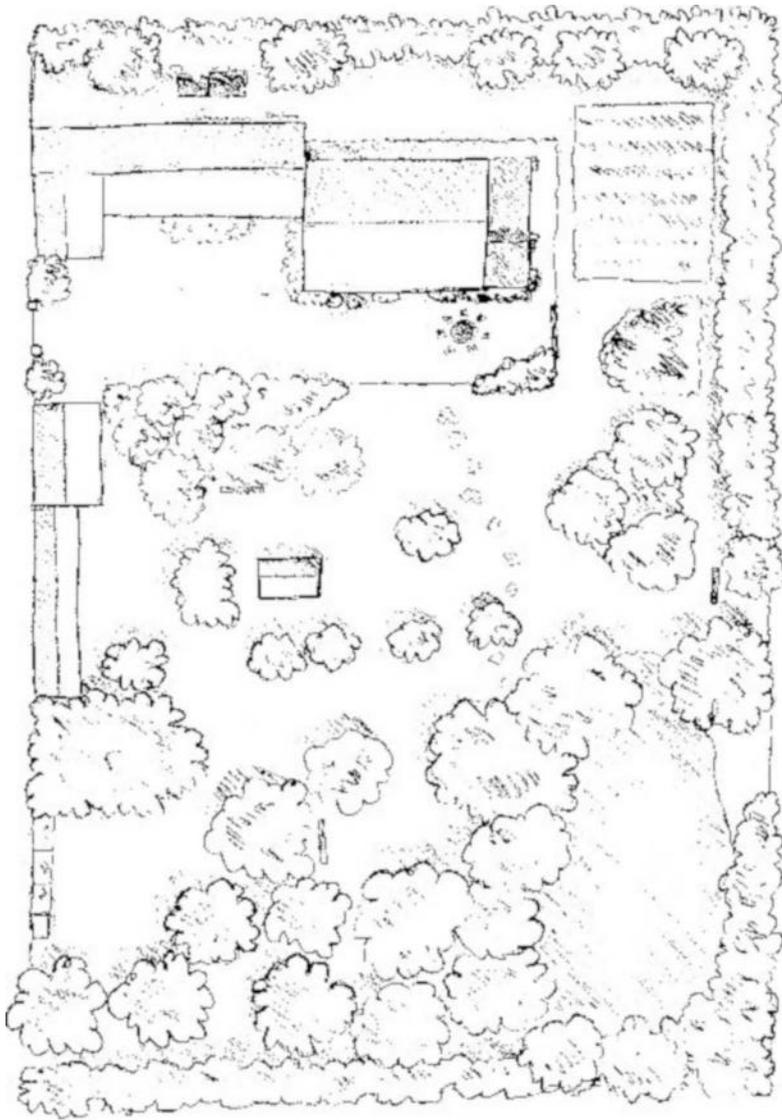
Le village de Labarthète comprend un centre de village assez petit. Beaucoup d'autres maisons sont présentes mais signalent un habitat dispersé dans la campagne environnante. Ce village est donc relativement étendu, sur un relief légèrement vallonné, comme la plupart des bourgs alentours.

Principes constructifs

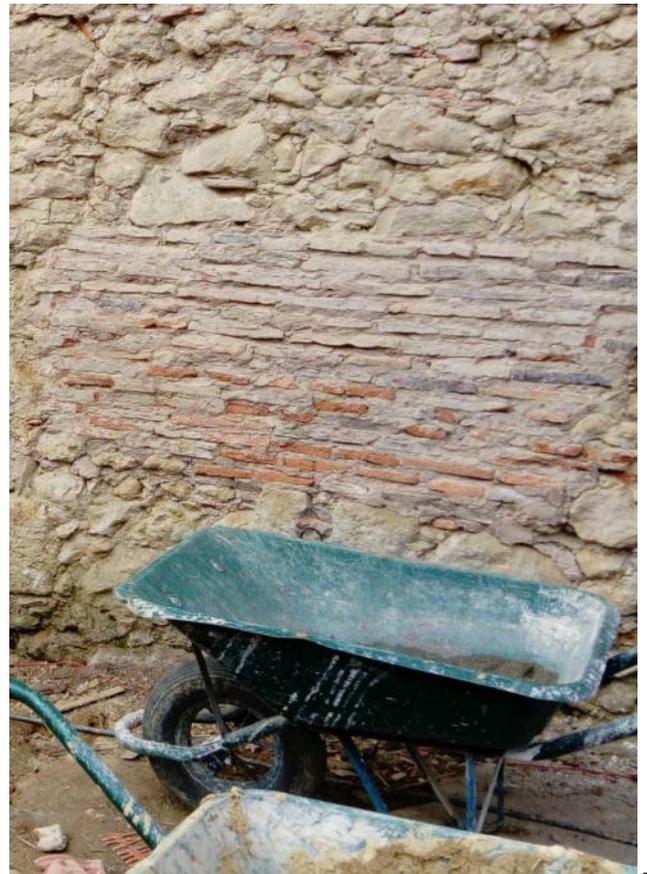
Cette maison gasconne est assez grande : elle représente environ 300 m² sur deux niveaux. De nombreuses dépendances sont présentes autour de l'habitation, surtout à l'ouest, afin de la protéger des intempéries et vents dominants. Le volume du bâtiment est simple, compact, avec la façade principale orientée au sud. Un escalier imposant dessert des grandes pièces. Les murs extérieurs épais sont construits en pierres maçonnées avec un mortier de terre. Les belles pierres sont conservées pour l'encadrement des ouvertures et les angles. Les autres pierres, moins travaillées, servent d'appareillage dans les murs. Elles sont "collées" avec de la terre. Dans une maison en pierre, la part de terre est importante : ici, pour 150 m² au sol il y a environ 60 m² de murs sur 1 niveau. Cela représente environ 150 m³ (en multipliant par la hauteur de 2,60 m) soit près de 50 m³ de terre, avec un ratio de 1 pour 3. Le projet de rénovation de cette maison familiale s'est fait en accord avec l'architecture traditionnelle : isolants naturels et biosourcés, enduits terre, matériaux locaux...



En haut : vue façade sud après travaux, ci-dessus : vue avant travaux



Plan de masse général



Ci-contre et à droite : détails de texture de mur en pierres maçonnées à la terre

Après ce tour d'horizon des différents types de bâti en terre rencontrés sur notre territoire, on peut affirmer qu'il y a un patrimoine en terre crue riche et varié. La plupart des techniques sont représentées (adobes, torchis, pisé et bauge, enduits) dans des bâtiments aux fonctions diverses (édifice public, grange, habitat), la majorité étant tout de même des habitations rurales. La restauration et la conservation de l'existant représentent alors un réel potentiel en terme de logements. Un potentiel qu'offrent ces biens culturels et architecturaux qui ont traversé les époques et les générations.

La plupart des exemples cités dans les fiches patrimoine ont bénéficié de rénovations de la part des propriétaires, soucieux de conserver l'identité du bâti en terre. Sensibles au respect des traditions vernaculaires et convaincus de l'intérêt de réhabiliter ces constructions anciennes, ils ont réalisé des travaux allant dans ce sens. Les artisans spécialisés et des associations comme Pierre et Terre présents sur le territoire accompagnent ces particuliers et autres propriétaires dans leur démarche et le processus de rénovation.

Mais il reste cependant un constat : de nombreux occupants se trouvent encore désemparés devant les dégâts constatés, et font parfois des erreurs de jugement car mal conseillés et pas assez informés. Il arrive fréquemment que la destruction de ces bâtiments soit la solution envisagée par certains architectes ou artisans, indifférents aux qualités

culturelles, esthétiques et thermiques de la terre crue. Un des enjeux est alors de sensibiliser le grand public, de lui faire prendre conscience des potentiels et des avantages de la préservation et de la valorisation de ce patrimoine. Car encore aujourd'hui, il est en danger. De nombreuses pathologies sont visibles sur le patrimoine : fissures, effondrement de pans de murs, enduit qui se décolle, érosion en pied de murs... Elles ont bien évidemment des causes variées qu'il est nécessaire de comprendre afin de proposer les solutions les plus adaptées. Néanmoins il en ressort généralement une mauvaise restauration au cours des années ou un entretien insuffisant. Et après des hivers très pluvieux, de nombreux cas de dégradations ont été signalés.

Face à la demande croissante en ce qui concerne la réparation de ces dégradations, il est intéressant de proposer des fiches techniques aidant les propriétaires. Ces fiches permettent de mieux comprendre le fonctionnement d'une construction en terre, le fonctionnement d'un bâti respirant par rapport à une construction moderne, une boîte étanche qui a besoin d'être ventilée. Comprendre d'où viennent les pathologies et donc éviter d'entreprendre des travaux inutiles voire dangereux, ainsi que proposer des solutions techniques adaptées, à réaliser soi-même ou en faisant appel à un artisan spécialisé. Parmi elles le piquage des enduits ciments, la réparation d'une fissure ou l'isolation d'un mur en torchis.

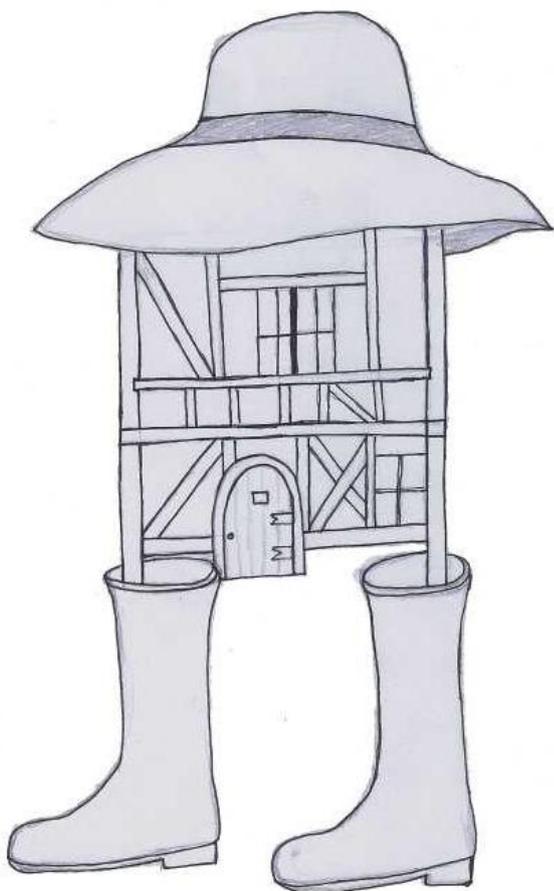


2. LES BONNES PRATIQUES SUR LE PATRIMOINE EN TERRE

- Les règles de l'art et les désordres rencontrés.....	58
- Les fiches techniques "rénovation" :	
- fonctionnement d'un bâti respirant.....	60
- drainage des eaux pluviales.....	61
- réparation de l'érosion d'un mur.....	62
- réparation d'une fissure verticale.....	63
- reprise d'une fissure (chantier).....	64
- démolition des enduits extérieurs et trottoir en ciment.....	65
- décroustage d'un mur intérieur en pisé (chantier).....	66
- reprise d'une ossature bois en torchis (chantier).....	67
- réalisation d'enduit respirant intérieur en terre.....	68
- enduit terre épais sur torchis (chantier).....	69
- Les fiches techniques "adaptation" :	
- adaptation du bâti en terre : ouvertures.....	70
- ouvertures dans un mur en pisé (chantier).....	71
- adaptation du bâti en terre : isolation thermique.....	72
- correction thermique intérieure (chantier).....	73
- murs en terre paille allégée (chantier).....	74

Certains des bâtiments étudiés présentent des pathologies. Il s'agit maintenant de les comprendre pour mieux les éviter, voire les réparer et expliquer aux usagers quelles sont les bonnes pratiques d'entretien d'un bâti en terre.

« **Des bonnes bottes et un bon chapeau** » telle est la devise de la construction en terre crue. Pour garantir la pérennité d'une telle construction, cette règle doit être appliquée.



Concrètement cela signifie qu'un mur composé de terre doit être pensé et réalisé dans un ensemble qui le protège de l'eau, son pire ennemi. Les bottes représentent la rupture capillaire avec le sol. Pour éviter d'importantes remontées d'humidité au cœur du mur, une barrière doit être mise en place entre la base du mur et son support. Traditionnellement, les constructions n'avaient pas de fondations mais sur certaines constructions on retrouve des soubassements en pierres par exemple, ou la base du mur stabilisée avec de la chaux. Les maisons à ossature bois, quant à elles, reposent sur une lisse basse qui surélève la terre du sol. Le chapeau, lui, est l'image d'une

couverture comportant des débords de toits importants, protégeant la tête de murs des intempéries.

En règle générale, les pathologies observées sur le bâti en terre crue sont donc le résultat d'une accumulation de causes qui ont deux facteurs : les facteurs naturels et les facteurs humains. Elles sont l'effet visible d'un lent et complexe processus de dégradations qu'il faut analyser avant de pouvoir en trouver la cause première et donc la solution adaptée. Les facteurs naturels représentent une part minime des pathologies car si la construction a été réalisée dans les règles de l'art énoncées plus haut, et que le patrimoine bâti a été bien entretenu et conservé au cours des générations, les bâtis en terre ont une durée de vie de plusieurs siècles.

Les principales pathologies rencontrées sur le bâti en terre sont les suivantes :

- l'érosion de la tête de murs
- des sillons destructeurs horizontaux le long du mur
- des remontées capillaires depuis la base du mur
- la présence de mousse, de lichen, de champignons sur les murs
- des fissures verticales petites ou importantes
- un éclatement, un décollement ou des fissures de l'enduit qui sert de revêtement
- des parties de murs abîmées voir effondrées
- l'écartement de deux pans de murs au niveau des angles

Ces pathologies sont généralement causées par des facteurs humains, détaillés plus bas, mais l'effet du temps peut dégrader un enduit protecteur et engendrer des dégâts considérables, car la matière terre n'est plus cohésive car trop imbibée d'eau. Concernant les conditions climatiques, d'ordinaire le Gers n'est pas un département où la pluviométrie est très importante mais le changement climatique a des effets visibles comme des hivers consécutifs où il a plu avec intensité. Ensuite les conditions climatiques comme un vent violent ou un aléa naturel comme un tremblement de terre peuvent eux aussi causer d'importantes dégradations.

Il s'agit maintenant de repérer les indicateurs qui sont à l'origine de ces différentes dégradations. Parmi eux, les pratiques inadaptées liées à nos modes de vie ou aux évolutions des modes de construction engendrent la majorité des désagréments. Ces pratiques sont les suivantes :

- la présence de surfaces étanches aux abords du bâti en terre : trottoir en ciment autour des constructions anciennes, sol goudronné et imperméable qui a remplacé progressivement les parcelles enherbées, construction de routes en bordure d'habitations qui augmentent la hauteur du sol extérieur par rapport au sol intérieur. Ces éléments empêchent l'humidité du sol de s'évacuer librement.

- le stockage de matériaux contre le mur qui provoquent un étouffement de sa base et créent des problèmes en surface liés à la non-ventilation.

- la pose de revêtements de sols intérieurs et extérieurs non respirants voir étanches : dalle intérieure en ciment, carrelage, plastique... C'est très courant et cela provoque de nombreux dégâts à terme car l'humidité ne peut plus s'échapper naturellement.

- la pose de revêtements de murs intérieurs et extérieurs non respirants voire étanches : enduits ciment, carrelage, plastique... Cela est fréquent et cause de nombreux dégâts à terme car l'humidité ne peut plus s'échapper naturellement.

- une toiture abîmée ou présentant des fuites qui créent un passage direct pour l'eau.

- un mauvais drainage ou profil du terrain qui provoque la stagnation d'eau.

À côté de cela, des erreurs de conception créent également des désordres. Si le bâtiment a évolué dans le temps (extension accolée par exemple), il faut veiller aux jonctions des toitures qui peuvent amener un trop plein d'eau sur une façade ou à la création d'ouvertures trop près des angles qui peuvent fragiliser un mur.



Effondrement d'un bout de mur enfermé entre un enduit ciment et des blocs de parpaing



Effondrement d'un mur à cause d'une toiture abîmée (poussée de la charpente et infiltration d'eau)



Fissure verticale dans un angle d'une maison à colombages

Fonctionnement d'un bâti respirant

À retenir

L'imperméabilité à l'eau ou à l'air et l'imperméabilité à la vapeur d'eau sont deux choses distinctes. Pour la tenue dans le temps du bâtiment, il est important qu'il soit **imperméable à l'eau et à l'air** (les parois sont étanches à ces deux éléments). Néanmoins, pour le confort hygrométrique et la santé des matériaux, il est primordial que les parois soient **perméables à la vapeur d'eau**.

Définition

"Perspirants "

Matériaux ou parois perméables à la vapeur d'eau. Une paroi perspirante permet à l'humidité de s'évacuer naturellement hors du bâti.

Les constructions anciennes

Ce sont des constructions souvent composées de « **parois respirantes** » qui jouent un rôle essentiel dans le bon fonctionnement du bâti car elles maintiennent son **équilibre naturel**. L'enveloppe auto-régule la vapeur d'eau qui doit circuler librement dans l'habitation pour ne pas causer de dégâts. Une paroi perspirante permet des **échanges gazeux entre l'intérieur et l'extérieur**. Elle régule aussi l'humidité ambiante intérieure en absorbant et en restituant naturellement la vapeur d'eau (émise par notre respiration, l'utilisation de la salle de bain, de la cuisine). Cependant, elle ne permet pas la ventilation naturelle d'une habitation - indispensable au confort et à un air sain (air renouvelé et sans Composés Organiques Volatiles).

Les constructions récentes

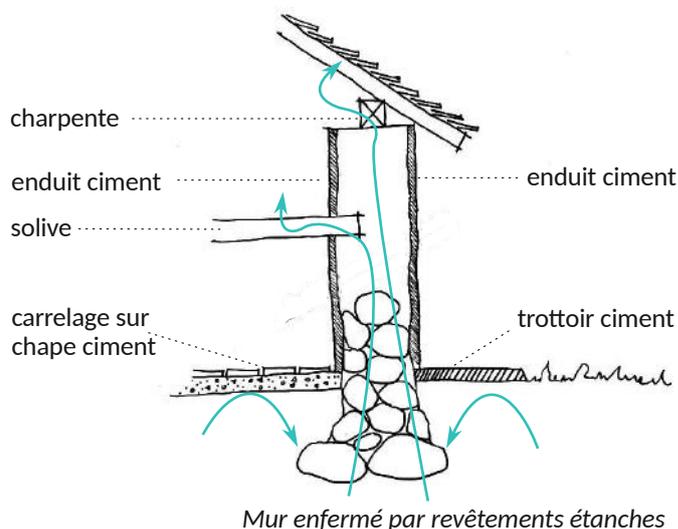
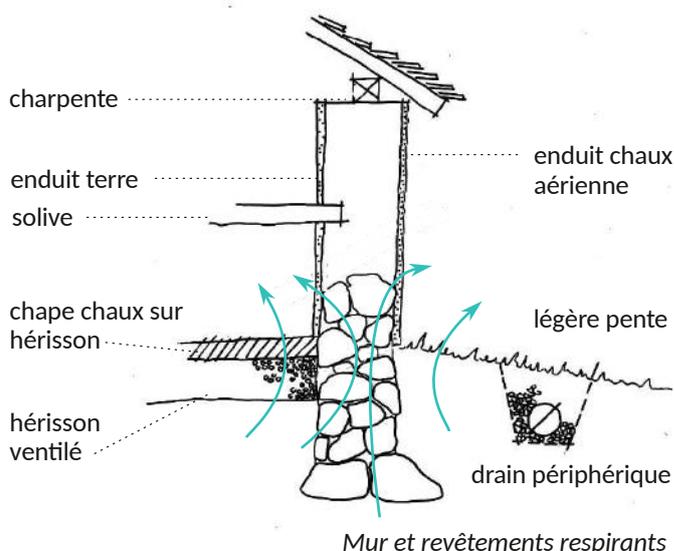
À l'inverse, dans les constructions récentes (depuis les années '60), les **matériaux employés sont de nature étanche** et imperméable. Ils ne permettent pas à la paroi sa régulation hygrométrique naturelle. Les parois sont complètement coupées de l'humidité et des échanges gazeux avec l'extérieur grâce à leur composition. C'est pour cela qu'il est nécessaire d'installer un système de ventilation mécanique (VMC) afin d'assurer le renouvellement de l'air intérieur et l'extraction des particules polluantes.

Risques d'humidité emprisonnée

Rénovation ne prenant pas en compte le caractère perméable du bâti ancien.

Un mur perspirant « enfermé » par des revêtements étanches lors d'une rénovation (enduit, dalle et trottoir en ciment, carrelage) bloque l'humidité dans le mur. L'unique voie d'évacuation est la paroi : l'humidité y remonte puis atteint les solives

du plancher et le bois de la charpente. Cette accumulation provoque la **fragilisation de la structure**, réduit les **performances thermiques** et touche la **santé** des habitants. Cela peut se traduire par : la prolifération des **insectes xylophages** (termites), l'apparition de **salpêtre**, le **pourrissement du bois**, la dégradation du mur. Sans compter la sensation d'inconfort !



Les flèches bleues représentent les mouvements de l'eau remontant par capillarité dans le mur depuis le sol.

Drainage des eaux pluviales

À retenir

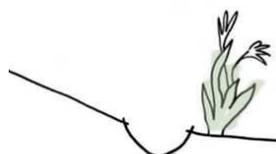
Le drainage consiste à protéger les bâtiments de l'humidité, en **collectant et dirigeant les eaux**. De manière générale, il est recommandé de mettre en place un drain au niveau des fondations d'un édifice afin de collecter les infiltrations d'eau dans le sol avant qu'elles ne risquent de porter atteinte à la **stabilité de la construction** en fragilisant le terrain.



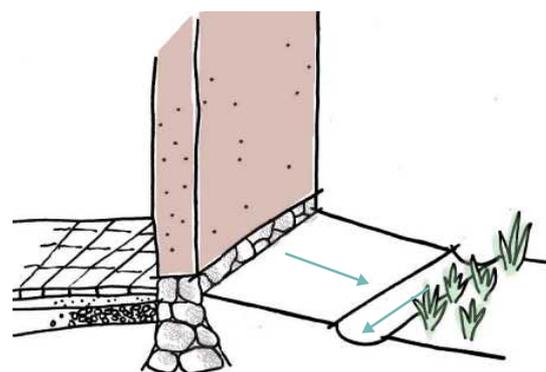
Exemple d'une pente de drainage

Différents cas de figure se présentent :

Pente de drainage



La première étape est la **vérification des niveaux** : celui du sol extérieur ne doit pas dépasser celui du sol intérieur. Si possible, un nivellement du sol extérieur est exécuté : cela en créant une pente douce à partir du pied du mur. Ensuite, à une distance comprise entre 0,5 et 1,5 m, une rigole se dirigeant vers un point bas du terrain est creusée. La tranchée est mise en œuvre pas trop proche du mur pour ne pas le déstabiliser et pas trop éloignée pour rester efficace.

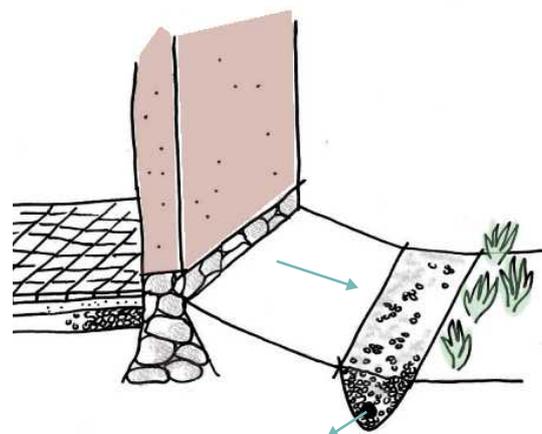


Pente de drainage

Drainage avec drain sans géotextile



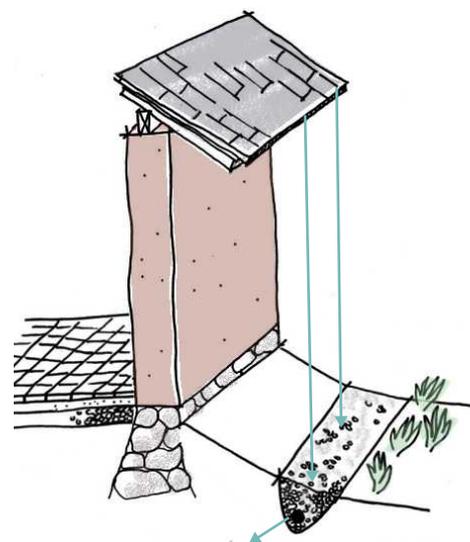
La **tranchée avec évacuation par gravitation** est remplie de **graviers** concassés ou roulés lavés. Un **drain PVC** de type agricole ou un drain rigide peut être ajouté en fond de tranchée. Attention : ne pas ajouter de géotextile qui se colmate dans le temps avec les particules d'argile.



Principe de drain

Drainage d'une gouttière

Dans le cas où l'on veut drainer l'eau à l'éégout du toit, le système est composé de graviers et d'un drain PVC de type agricole. Il est placé à l'aplomb de la chute d'eau.



Drainage de gouttière

Réparation d'une fissure verticale

À retenir

Il existe plusieurs types de fissures : les petites fissures en surface liées à une **infiltration d'eau** ou un **ruissellement prolongé** ou des fissures structurelles liées à une **surcharge ponctuelle** ou un **détachement de deux éléments de structure**, par exemple à cause d'un mouvement de sol (retrait, gonflement des argiles). Dans un premier temps il s'agit de regarder si la fissure est active ou si elle est fixe et ne s'agrandit pas. Pour cela, on remplit la fissure avec un liant de texture ou couleur différente (terre plus fine, plâtre, chaux...) et on observe la progression au séchage. Selon l'évolution, cela nous renseigne sur l'état de la fissure.

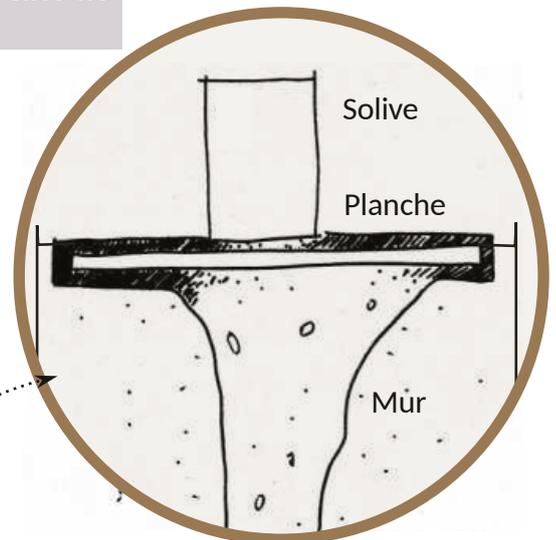
Quand une fissure verticale part d'en haut, une des solutions est de **réaliser une ceinture sur l'ensemble des murs** ou bien de **placer un tirant métallique**. Ne pas oublier que le retrait/gonflement des argiles joue un rôle important sur le "mouvement" des fissures et qu'elles ne sont pas toutes à reprendre !



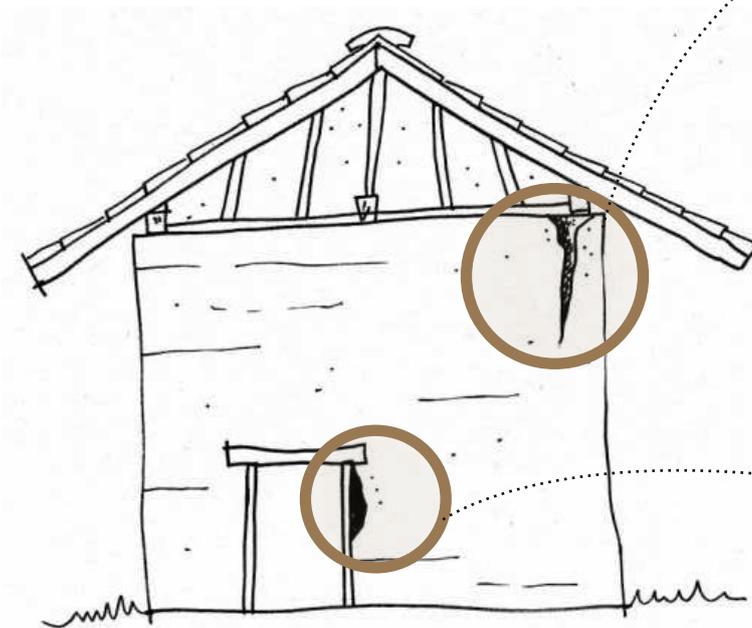
Fissure verticale rebouchée liée à un désordre structurel (mur en terre massive)

Fissures structurelles

En cas de fissures importantes fragilisant la structure, la stabilisation de l'ensemble structurel est d'abord nécessaire. Une fois la structure stabilisée, il est possible de renforcer et "suturer" les fissures en y glissant un bout de bois enroulé avec de la ficelle. Cela va apporter de la souplesse à l'élément réparé. Ensuite, le comblement se fait avec de la terre humide tassée.



Fissure structurelle liée à une surcharge ponctuelle : renforcement de la structure avec une planche de bois qui répartie la charge avant de reboucher la fissure.



Petites fissures

Les combler avec de la terre humide bien tassée, directement à la main.



Fissure de surface liée à un ruissellement d'eau : rebouchage avec de la terre tassée à la main

Reprise d'une fissure

Objectif

La fissure structurelle se trouve dans un angle soit à la **jonction entre deux murs** porteurs extérieurs. Elle est apparue à cause d'une toiture en mauvais état et de l'eau qui s'est infiltrée à cet endroit délicat. La fissure verticale se trouve sur le pan ouest du bâti.

Le but est de **reboucher** l'ensemble de la fissure afin de renforcer la cohésion des deux murs. Une fois ce travail effectué, le mur sera protégé des intempéries par un enduit à base de chaux.

📍 Viella (32) - avril 2020

€ Pierres et terre gratuites car récupérées, 2 sacs de chaux environ 30 €

🕒 Environ 2 jours

👤 1 autoconstructeur et 1 artisan maçon

🔑 Petites pierres, terre, chaux, eau, sable, gamates, truelles, entonnoir, morceaux de bois

Mise en œuvre

1 Piquer l'enduit extérieur en ciment.

Ce revêtement étanche garde l'humidité emprisonnée dans le mur en pisé et n'aide pas le mur à sécher.

2 Bien nettoyer la fissure pour enlever toutes les parties friables.

3 Préparer un mortier avec la terre récupérée au pied du mur mélangée à du sable grossier (à bâtir) et de la chaux. Bien humidifier le mur y compris dans la fissure.

4 Dans les parties les plus "larges", il est possible de maçonner des petites pierres avec ce mortier. Bien reboucher l'ensemble de la surface (pas en profondeur) en se laissant des accès (en insérant des bouts de bois par exemple) pour y faire couler une barbotine.

5 Se faire un système "d'entonnoir". L'insérer à la place des bouts de bois et y faire couler le mélange terre-chaux-sable-eau rendu plus liquide (appelé barbotine) jusqu'à ce que cela déborde. Cela va permettre de boucher l'ensemble des trous en ne laissant aucun vide d'air. On utilise de la chaux car elle se rétractera moins au séchage que la terre (à l'état liquide).

6 Une fois la réparation effectuée, attendre le séchage et réaliser un enduit à la chaux.



Vue générale de la façade



Zoom sur la fissure verticale avant travaux

Réparation de l'érosion d'un mur

À retenir

Il arrive que les murs à nu (non-enduits) s'érodent plus rapidement et fréquemment à la base car les éclaboussures répétitives et l'absence de protection (pas de couverture ou de soubassement) accélèrent la dégradation. Le mur peut être déchaussé à la base ou endommagé au sommet (sous la charpente), il peut aussi présenter des effondrements ponctuels sur sa surface.

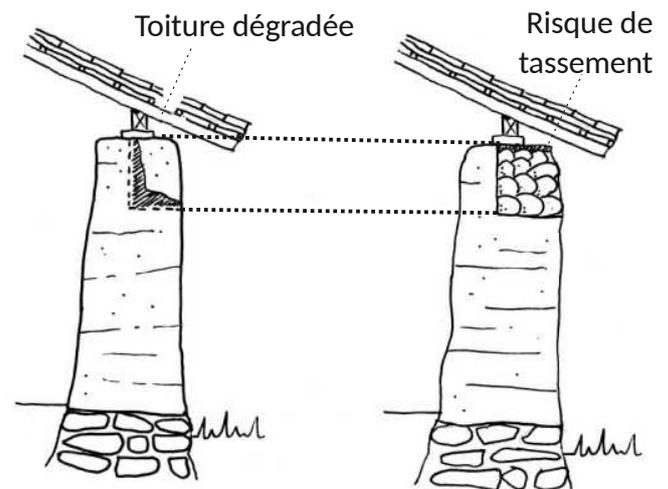
De manière générale

Il faut bien nettoyer la partie abîmée, jusqu'à ne plus sortir de terre friable. Ensuite, on peut aplanir légèrement la surface dégagée.

Plusieurs options (selon la technique constructive du mur d'origine, les moyens techniques et le temps disponible) sont envisageables.

Effondrement en tête de mur

Un travail par levées successives (par empilement de boules de terre à l'état visqueux qui rappelle la technique de la bauge). Au séchage, un tassement risque d'apparaître : rattraper le niveau avec de la terre de la même consistance.



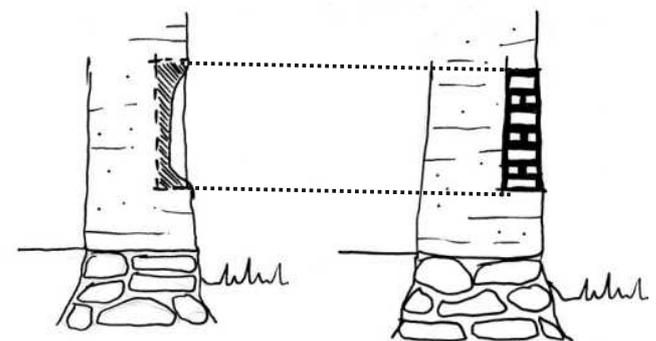
Effondrement en tête de mur

Usure en pied de mur ou creux dans un mur

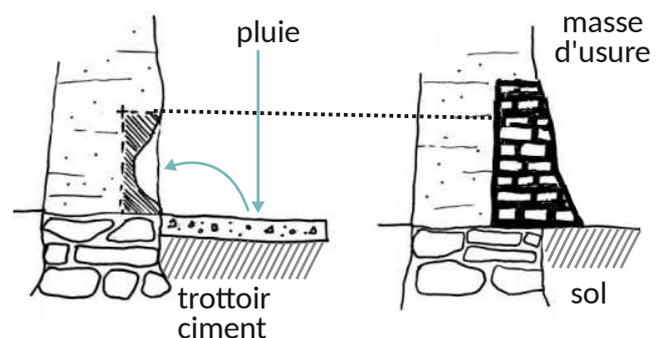
Dans un petit creux, une fois bien nettoyé, un enduit peut suffire pour reboucher. Quand le trou est plus important, on peut mettre en œuvre des adobes pour reboucher le trou. On peut également se servir d'un mélange simple de terre paille avant de le recouvrir d'enduit.

Lors du travail de maçonnerie avec les adobes (mélange de terre visqueuse moulé dans des moules en bois et séchés au soleil), on peut varier la dimension afin de pouvoir combler l'ensemble du vide.

Dans le cas d'une usure très prononcée et que l'on ne peut pas ou ne veut pas en supprimer la cause première (telle une route asphaltée avec un trottoir en ciment), il est possible de réaliser une masse d'usure qui permet d'atténuer l'érosion dans le temps.



Creux dans le mur



Usure en pied de mur

Démolition des enduits extérieurs et trottoir en ciment

À retenir

Les pratiques et les techniques de construction évoluent dans le temps. Il n'est pas rare de voir une **construction ancienne rénovée avec des ajouts de ciment**. Lorsqu'une paroi respirante est recouverte d'un enduit ou d'un soubassement étanche ou lorsqu'un trottoir de ciment encercle le bâtiment, **l'humidité emprisonnée dans le temps peut causer des dégâts**. Des fissures ou un décollement de la couche d'enduit apparaissent. Ôter le ciment imperméable permet d'évacuer naturellement l'humidité du sol par le mur.



Piquage d'un enduit ciment sur adobes

Grandes étapes

- 1 Pour des raisons de budget, **retirer en priorité le trottoir et piquer le premier mètre des enduits ciment** en pied de murs.
- 2 Le piquage des enduits ciment en totalité reste l'idéal. Idem pour le trottoir. Si cela est impossible (terrasse en béton), y réaliser une tranchée de 30 à 60 cm sur la partie qui jointe la base du mur et combler avec des graviers qui assureront un premier drainage (possibilité de mettre des plantes vivaces).
- 3 Une fois le mur totalement libéré de ces éléments imperméables vérifier qu'il n'est pas abîmé dans la masse, en profondeur. Si des parties sont friables, il faut bien **nettoyer pour repartir sur une base saine**.
- 4 Puis le travail s'opère en couches successives : le **rebouchage** des parties manquantes puis la superposition de mini-couches de **mortier de terre** jusqu'à appliquer un enduit de finition extérieur à la chaux aérienne (quelques millimètres d'épaisseur).

Définition

"La chaux aérienne"

La chaux est obtenue à partir d'un calcaire cuit à une température comprise entre 800 et 1100°. Selon la composition initiale du calcaire, on obtient soit de la chaux hydraulique (NHL) soit de la chaux aérienne (CL). Ces deux types n'ont pas les mêmes propriétés, la première est appelée hydraulique car elle durcit en présence d'eau alors que la seconde réagit avec le CO₂ de l'air. La chaux utilisée traditionnellement pour les enduits est une chaux aérienne, éteinte par immersion. Cela consiste à immerger la chaux calcinée dans de l'eau. Avec ce procédé on obtient de la chaux sous forme de pâte, qui est connue pour ses qualités supérieures à la chaux en poudre. La chaux aérienne est privilégiée pour les enduits extérieurs car elle est la plus perméable à la vapeur d'eau, après la terre.



La façade avant les travaux



Après les travaux : le mur en adobes dégagé et le trottoir enlevé

Décrouitage d'un mur intérieur en pisé

Objectif

L'**accumulation de l'humidité** dans les murs en pisé dû aux revêtements étanches peut entraîner leur **altération**. Afin de limiter l'accumulation d'humidité dans le pisé, il est nécessaire de retirer la couche étanche de revêtement du mur (ciment...).

Le **décrouitage** d'un mur en pisé consiste à **mettre à nu** le mur d'origine en retirant la couche de revêtement afin de le laisser respirer.

📍 Maumusson-Laguian (32) - 2014

€ Terre gratuite car récupérée directement sur place

🕒 environ 1 mois

👤 1 autoconstructeur

🔧 marteau, burin, tassoir, brosse métallique

Mise en œuvre

1 **Casser** la couche apparente de l'enduit ciment habillé de plâtre qui recouvre le pisé, à l'aide d'un marteau et d'un burin.

Laisser sécher le mur quelques semaines.

2 Ici, la terre récupérée du mur a été réutilisée pour consolider le mur. **Concasser** la terre jusqu'à obtenir une texture fine et garder des fibres pour le liant si elles sont déjà présentes dans la terre. **Mouiller** ensuite ce mélange jusqu'à obtenir une texture pâteuse assez épaisse.

3 **Humidifier** au jet d'eau les espaces endommagés du mur pour une meilleure adhérence de la terre.

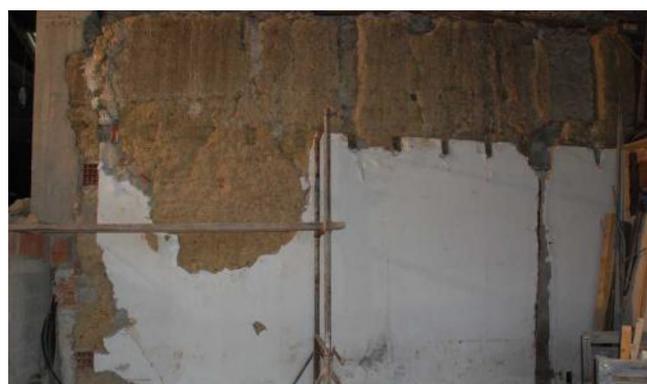
4 **Projeter** la terre à la main de façon à remplir l'ensemble des surfaces endommagées.

5 Une fois que la terre est devenue plus ferme, **tasser la couche projetée** à l'aide d'un tassoir jusqu'à ce qu'elle ne soit plus meuble.

6 Une fois le mur entièrement sec, **le brosser** à l'aide d'une brosse métallique pour enlever les aspérités non souhaitées et passer l'aspirateur sur le mur et en pied afin d'éviter la poussière.

À noter

Nous parlons ici du décrouitage d'un mur qui a toujours été protégé des intempéries. La réalisation du décrouitage d'un mur extérieur serait néanmoins identique.



Couche apparente en cours de piquage



Projeter la terre sur les parties endommagées



Résultat du mur en pisé après séchage

Reprise d'un mur en torchis

Objectif

Structurel par la création de pieds de poteaux et reprise du mur dégradé. Le mur de la maison en torchis est abîmé : les poteaux et montants se sont décomposés sous l'action de l'humidité emprisonnée par les enduits ciment.

Il faut donc **réparer** les trous, **comblé** les aspérités, stabiliser le torchis existant et remplacer les supports de bois à certains endroits. Ré-utiliser la terre déjà en place comme élément à maçonner.

📍 Aurensan (32) - avril 2018

€ Pierres gratuites car récupérées + Terre en big bag de chez Barthe 220€

🕒 Environ 20h sur 2 week-end 40m² de mur à reprendre

👤 4 autoconstructeurs + 1 maçon (pendant une journée)

🔧 Pierres, tasseaux, bétonnière, gamates, paille, bois, terre, eau, sable, scie, lisseuse, marteau

Mise en œuvre

- 1 **Évider** les colombages là où il faut les réparer. Le bois est fréquemment abîmé sur le bas du mur à cause de l'humidité. Dans ce cas, les pieds de poteaux sont coupés. La partie basse fragilisée est remplacée par une pierre de dimension appropriée. Une **rupture de capillarité** (bande de goudron, géomembrane...) est placée entre le bois et la pierre.
- 2 Dans un second temps, la réfection dépend à chaque fois de la technique employée. Effectivement, le torchis traditionnel met en œuvre la terre de façons variées. **Les supports** : ici, il a fallu retirer la terre puis couper les lattes en châtaignier et ré-installer des éclisses en biais.
- 3 Pour cette façade, le torchis a été repris en partie. Ainsi, les creux les plus importants sont remplis avec les **blocs de terre** retirés du mur. Ils sont humidifiés et employés pour maçonner le mur, comme des pierres.
- 4 Ce travail effectué, un **mélange terre paille eau sable** est appliqué dans le but de combler la totalité des trous. Le nouveau mélange n'est pas trop humide. Les proportions sont : 6 seaux de terre, 2 de sable, de la paille pour fibrer et de l'eau.
- 5 L'épaisseur de la paroi est de 12 cm, elle amène de l'inertie à l'habitat mais ne joue pas le rôle d'un isolant. De fait, une **isolation thermique par l'extérieur** est réalisée ensuite en soufflant 10 à 14 cm de ouate de cellulose dans une structure rapportée. À l'intérieur, un **enduit à la terre** fait office de finition.



Vue générale de la façade



Colombages évidés et pierre placée en partie basse



Nouvelles éclisses montées en biais



Torchis

Mélange terre paille visqueux

Réalisation d'enduit respirant intérieur en terre

À retenir

Dans le cas d'un mur respirant, et après avoir piqué les enduits ciment, le revêtement intérieur choisi doit être à base de matériaux qui ont les mêmes **propriétés**. La terre, matériau naturel sans ciment ni chaux, va le laisser respirer. Elle **régule l'humidité de l'air**. Enfin, l'épaisseur finale de l'enduit apporte également de l'inertie dans le bâtiment. L'**inertie** est la capacité d'un matériau à emmagasiner et à restituer la chaleur de manière diffuse. Cela permet d'obtenir un **déphasage thermique** dans le temps par rapport aux températures extérieures.

Les composants d'un enduit

- l'**argile** (liant minéral présent dans la terre) ;
 - les **granulats ou charge** (sables, graviers, cailloux) ;
 - l'**eau**.
- Peuvent y être ajoutés :
- des **fibres végétales**,
 - des **adjuvants** (pigments...).

Un enduit terre est généralement composé de trois couches se succédant et ayant des rôles différents.

Le gobetis

C'est une couche d'accroche fluide, très liquide, qui a pour rôle d'assurer la liaison entre le corps d'enduit et le mur. On l'obtient grâce à un mélange d'argile, de sable, et de beaucoup d'eau.

La couche de corps

C'est la couche la plus épaisse de l'enduit, elle permet de rattraper les défauts de planéité. Ce mortier est obtenu grâce à un mélange de terre, de sable et éventuellement de fibres (paille hachée...). Le sable limite les fissures et la paille augmente la cohésion du mélange.

L'enduit de finition

C'est l'enveloppe finale du mur, elle peut être colorée et/ou texturée. Dans le cas où la couche de corps est lisse et qu'elle correspond esthétiquement aux attentes des habitants, cette troisième couche n'est pas obligatoire. Elle peut également être réalisée ultérieurement.

L'enduit monocouche

Il est également possible de réaliser des enduits en une seule couche assez épaisse, jouant le rôle de couche de corps et finition. Dans ce cas, la terre peut être grossière, sans tamisage.

Enduit sur différents supports

Lorsque l'enduit est appliqué sur un support hétérogène (par exemple passage sur des bois), il existe deux solutions pour éviter les fissures :

- on peut réaliser une couche de corps très fibrée, avec de la paille longue par exemple
- on peut noyer des pans de trame (type toile de jute) dans la couche de corps.

Tester la terre de son jardin !

Chaque terre étant différente (granulométrie, taux d'argile...) les proportions des mélanges ne sont pas identiques. Elles sont spécifiques à chaque terre. La terre devra contenir entre 5 et 15 % d'argile pour donner un bon enduit (elle peut s'utiliser entre 3 et 30 %). S'il y a trop d'argile, l'enduit craquèle et s'il n'y en a pas assez, il s'effrite (trop de sable).

Après avoir extrait la terre argileuse, sous la terre végétale, faites-la tremper pour défaire les mottes d'argile. Éventuellement la tamiser (dépend du type de couche à réaliser, à faire pour une couche de finition).

Sur votre surface à enduire, appliquer en carrés de 20 cm² minimum le mortier en proportions variables :



1 volume de terre



1 volume de terre + 2 de sable



1 volume de terre + 1 de sable



1 volume de terre + 3 de sable

Les résultats peuvent être lus après séchage complet des échantillons.

Penser avant tout que l'épaisseur de l'enduit dépend de la taille des grains de la charge (du sable). Par exemple pour une charge de 2 mm la couche d'enduit fera environ 6 mm, soit une couche de finition.

Enduit terre épais sur torchis

Objectif

Les murs en torchis nus sont **vulnérables** aux chocs et à l'activité intérieure de la maison. Il est donc préférable de les recouvrir.

Un enduit épais va venir **protéger les murs en torchis**. En plus de l'aspect esthétique, l'enduit permet de **gagner en inertie, d'améliorer le confort thermique et de réguler l'hygrométrie** de la pièce, même dans une cuisine.

-  Aurensan (32) - 2018
-  1 big bag : 220€ + 110€ de toile de jute. **Coût total 15€/m²**
-  2 ou 3 jours - 22 m²
-  2 autoconstructeurs dont 1 maçon
-  1 big bag d'enduit terre prêt à l'emploi, brochettes, bétonnière, lisseuses, gamates, truelles

Mise en œuvre

- 1 Protéger les sols et le plafond** (ici la volige).
- 2 Nettoyer les murs à la balayette et les humidifier** pour une meilleure adhésion de l'enduit.
- 3 Jeter l'enduit** à la truelle puis talocher pour égaliser la planéité du mur. L'enduit a une épaisseur d'environ 4 cm.
- 4 Appliquer et maroufler la toile de jute** dans l'enduit de façon à "l'incorporer". La trame n'est donc plus visible après cette opération. Attention à bien faire pénétrer la terre dans la toile.
- 5 Le temps de séchage final** dépend de la météo et de la température intérieure.
- 6 Possibilité d'appliquer un enduit de finition** par dessus.



Nettoyage et préparation du mur en torchis



Application couche de corps sur torchis



Application et marouflage de la toile de jute



Résultat de l'enduit après séchage

À noter

Dans le cas où l'on vient **poser un enduit de finition** sur l'enduit épais, il est important que celui-ci ne soit **pas lissé**. De cette façon, l'enduit de finition **accrochera mieux** sur un mur rugueux et poreux. Le torchis étant un **matériau hydroscopique** (capable d'absorber et de restituer l'humidité), il n'est pas nécessaire de passer une couche d'accroche sur le mur avant de réaliser un enduit terre.

Au lieu de placer de la toile de jute, il est possible de réaliser un enduit très fibré (avec de la paille par exemple).

Adaptation du bâti en terre : ouvertures

À retenir

Un des principes de la **conception bioclimatique** est la présence d'ouvertures majoritairement en façade sud pour favoriser les apports solaires. La plupart des bâtiments traditionnels gascons sont orientés au sud ou à l'est, mais les percements en façade sud sont souvent insuffisants. Certaines typologies de bâti comme les fermes n'en présentent même pas. Pour rénover un bâti en terre, tout en y ajoutant une **écriture moderne** et en augmentant son aspect écologique, la création d'ouvertures est une étape clef.

Les principes de la construction bioclimatique

Ils s'attachent à rendre l'habitat économe voire autonome en énergie en tirant parti du climat. Localement, cela consiste à **orienter la façade principale au sud, et l'ouvrir largement**, éviter les ouvertures à l'ouest, être bien isolé, capter et stocker la chaleur en hiver et ventiler et conserver la fraîcheur en été.

Dans un mur en terre massive

Dans le cas d'une construction en pisé, les nouvelles ouvertures peuvent être dessinées en accord avec les proportions des ouvertures existantes (hauteur/largeur) pour une meilleure intégration et doivent s'aligner sur les percements d'origine afin de ne pas déstabiliser la structure. Les ouvertures verticales, sur toute la hauteur du mur, sont plus adaptées car la descente de charge sur un point du mur peut provoquer des désordres comme des fissurations. Leur emplacement doit également être positionné à distance d'un angle de murs (minimum à 1 m). Le remplacement d'un plein (mur) par un vide (ouverture) se fait en plusieurs étapes.



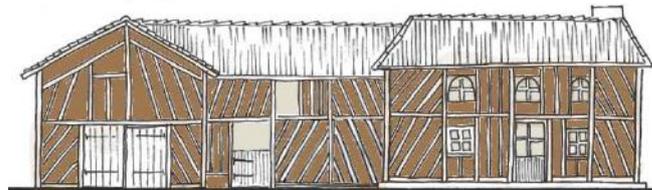
Ouverture d'un mur en pisé : loin d'un angle et emprise prévue pour le linteau (encoche à droite).



Maison d'habitation en terre massive : à gauche façade avant travaux, ci-dessus les nouvelles ouvertures.

Dans un mur à colombages

L'ajout ou l'agrandissement d'ouvertures dans un bâti à colombages est plus simple car l'ossature principale composée de bois est le support idéal. En effet selon l'entraxe (distance) se trouvant entre deux montants verticaux, il est simple d'imaginer des ouvertures. Toutefois, si celles-ci ne sont pas sur toute la hauteur d'un niveau, il faudra ajouter une traverse basse et un linteau. Il faut également ajouter des montants verticaux dans certains cas.



Maison d'habitation en colombages : façade sud en l'état et percements imaginés dans l'ossature bois.

Ouvertures dans un mur en pisé

Objectif

Augmenter la surface vitrée au sud et à l'est pour bénéficier des apports solaires gratuits et de plus de lumière naturelle.

Les deux murs concernés sont en pisé.

La façade sud est ouverte deux fois pour mettre en place deux baies vitrées. Un conduit de cheminée est démolé. En façade est, une petite ouverture est présente, son agrandissement est prévu ainsi que la création de deux nouvelles ouvertures.

📍 Lasserre (64) - 2018

€ Forfait artisan 800€

🕒 N.C

👤 1 artisan

🔧 Échafaudage, étais, masse, outils pour redimensionner les solives en linteaux (scies ...). Achat d'un peu de matériel : un sac de chaux et du sable pour du mortier.

Mise en œuvre

- 1 **Percement** de deux trous aux angles supérieurs des futures ouvertures en vue d'étayer le mur. **Étalement** pour soutenir la paroi et la toiture.
- 2 **Percement** du mur pour le linteau réalisé en une fois.
- 3 **Pose du linteau** dans le mur.
- 4 **Percement** du reste de l'ouverture (d'une dimension plus grande que la menuiserie pour intégrer les jambages. **Pose** des jambages.
- 5 **Maçonnerie** au dessus du linteau avec les briques de terre cuite recyclées.
- 6 **Phase de rebouchage** et de finition de la façade : recouvrement des briques et mise à niveau autour du tableau avec un enduit épais et pose de la menuiserie.



Percement d'une ouverture



Maçonnerie des briques au dessus des linteaux



Ouvertures terminées, rebouchage effectué



À noter

Quand les façades nécessitent plusieurs ouvertures, elles sont réalisées successivement pour ne pas fragiliser le mur. Pour entamer le percement d'une nouvelle ouverture, le tableau (linteau et jambages) de la précédente est déjà mis en place. De plus, elles ont été pensées pour ne pas se situer sous des appuis de charpente.

La terre retirée est récupérée et stockée après l'ouverture des murs pour réaliser les enduits de la maison. La majeure partie des matériaux sont recyclés. Les solives de la vieille charpente sont réutilisées en linteaux, les briques de terre cuite pour maçonner au dessus des linteaux sont recyclées de l'ancienne cheminée.

Adaptation du bâti en terre : isolation thermique

À retenir

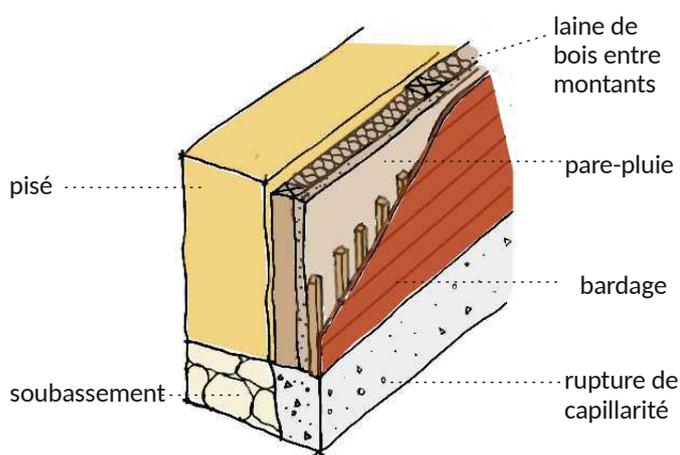
Contrairement aux constructions anciennes, les normes de confort actuelles sont indissociables d'une bonne isolation thermique. Les murs doivent empêcher le froid extérieur de pénétrer dans l'habitat et la chaleur d'en sortir. Dans le cas de la rénovation du bâti en terre, la question de l'isolation est récurrente car absente.

Généralement, une isolation par l'extérieur est privilégiée afin de conserver l'inertie de la terre à l'intérieur. Cela modifie l'aspect extérieur des bâtiments traditionnels et la rénovation du patrimoine entraîne des compromis. Chaque cas est unique et nécessite une analyse approfondie. Des préconisations sont néanmoins possibles selon les techniques employées.

D'un mur en pisé

Pour isoler un mur en pisé, il faudra éviter les phénomènes de points de rosée entre l'isolant et le mur. Généralement un enduit terre est appliqué entre le mur existant et le matériau isolant (fibre ou laine de bois, laine de chanvre...). On peut aussi réaliser une deuxième structure avec des blocs maçonnés en terre paille allégée ou en béton de chanvre. Ces techniques nécessitent souvent la mise en œuvre d'un support de fixation (structure ou fondation) afin de créer une rupture de capillarité entre le sol et l'isolant (bloc de béton cellulaire).

Le choix de l'isolant et de la technique doit prendre en compte l'épaisseur du mur existant, son orientation et les ouvertures présentes. En effet, ils mesurent déjà entre 50 et 80 cm. Si l'épaisseur ajoutée est trop importante, l'ouverture des menuiseries peut poser problème. Il est également possible d'apporter une correction thermique, en projetant un enduit épais en chaux chanvre.



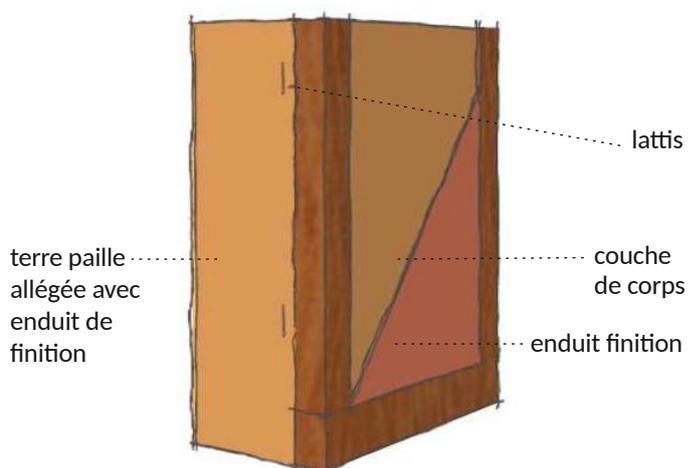
Isolation d'un mur en terre massive avec de la laine de bois sous bardage

D'un mur à colombages

Pour un mur en torchis périphérique (intérieur/extérieur), les bois apparents traversants représentent des ponts thermiques. De plus l'épaisseur (environ 12 cm) et la composition des murs n'offrent pas une isolation suffisante.

Dans ce cas, tout le remplissage (les lattis sont conservés ou remplacés) est démonté - il sera réutilisé pour faire du terre paille allégée. Pour cela, il faut ajouter 80 % de paille à de la terre très liquide qui sert de liant. Ce mélange est ensuite compacté dans un coffrage côté intérieur et protégé par des enduits respirants.

Cette technique augmente l'épaisseur des murs vers l'intérieur de l'habitat, passant de 12 à 30-35 cm. La densité souhaitée pour avoir une bonne isolation doit atteindre les 400 kg/m³.



Remplissage d'un colombage avec du terre paille allégée

Correction thermique intérieure

Objectif

Améliorer le **confort thermique** dans l'habitat tout en conservant l'inertie des murs et leur **équilibre hygrométrique**. La correction thermique permet de supprimer l'effet de paroi froide sur des murs de forte épaisseur, par exemple en pisé. Elle a l'avantage de garder l'esthétique d'une façade ancienne tout en régulant l'intérieur du bâti et en augmentant le confort intérieur.

La correction thermique se fait généralement avec un mélange de chaux ou de terre (qui peuvent être les liants) et de chanvre. Cependant si le milieu est trop humide, il est souhaitable d'utiliser un matériau minéral plutôt que végétal. On remplacera alors le chanvre par des billes d'argile par exemple. **Pour un meilleur bilan carbone, il est préférable d'utiliser de la terre.**

📍 Viella (32) - 2018

€ Main d'oeuvre et matériaux 8195€ (environ 120€/m²)

👤 2 à 4 artisans

🕒 2 semaines

🔧 Chaux aérienne et hydraulique NHL 2 et/ou terre, chanvre, billes d'argile expansée.
Bétonnière, brouette, truelle, taloche, règle de maçon.

Mise en œuvre

- 1 Préparation du support. **Piquer** les enduits existants permettant ainsi l'évacuation de l'humidité des murs en terre. Nettoyage du mur.
- 2 **Appliquer le gobetis** (proportions égales de sable et de liant) sur toute la surface du mur de façon homogène. Laisser sécher 24 à 48 heures.
- 3 **Mélanger** le liant, le chanvre, les billes d'argile et l'eau dans la bétonnière. L'épaisseur à appliquer est d'environ 5 cm. L'enduit est ensuite dressé à la règle et la taloche.

Un temps de séchage est nécessaire : 3 semaines minimum.

- 4 Réaliser l'enduit de finition.

À noter

L'idéal est de réaliser une isolation par l'extérieur des murs. La correction thermique ne vaut pas une véritable isolation des murs. L'épaisseur du mur est augmentée de 4 à 10 cm selon qu'elle est réalisée à la main ou à la machine à projeter. Elle peut être réalisée à l'extérieur comme à l'intérieur ou les deux.



Mélange liant-chanvre



Enduit en train de sécher



Pièce à vivre terminée, avec enduit de finition

Murs en terre-paille allégé

Objectif

Augmenter la proportion de fibres dans le remplissage des colombages dans le but d'améliorer l'**isolation** et donc le **confort thermique**.

L'épaisseur du mur est multipliée par 3. Pour cela, on inverse la proportion terre/paille du torchis en le passant à 20 % de terre et 80 % de paille.

📍 Labarthète (32) - 2001

€ Balle de paille 15€

🕒 8 à 10 jours - 20 m² de murs

👤 2 autoconstructeurs

🔑 1 balle de paille (diam 120 cm, env. 200 kg), terre (recyclage du torchis existant), fourche, seaux, poubelle de 80L, malaxeur sur perceuse, grande bâche, planches, visseuse et vis pour le coffrage

Mise en œuvre

- 1 **Mélanger la terre et l'eau au malaxeur** : la barbotine obtenue doit être liquide. L'argile sert de liant et colle les brins de paille.
- 2 **Étaler la paille** sur une bâche et l'arroser avec un peu de barbotine. Mélanger à la fourche. Le dosage est de 25 litres (2,5 seaux) de barbotine pour une petite botte (15 kg) de paille.
- 3 **Fixer le coffrage**. Il peut mesurer 60 cm de haut par 150 cm de large. Visser d'abord les planches extérieures sur le colombage, puis fixer les planches intérieures avec de longues vis, de manière à avoir une profondeur de 30 cm pour le remplissage.
- 4 **Remplir à la main** par couches successives de 20 cm, bien tasser, surtout sur les bords pour mieux enduire ensuite. Remonter le coffrage au fur et à mesure (sans temps de séchage).



Coffrage et tassement du terre paille



Densité souhaitée : 400 kg/m³

À noter

En fonction de la saison et de l'orientation, laisser sécher 2 à 4 mois avant d'enduire avec des matériaux respirants.

Le terre paille allégé a aussi une très bonne performance acoustique permettant de réaliser des cloisons phoniques.

Cette technique est simple, économique et permet l'utilisation de produits locaux non transformés. Elle requiert cependant beaucoup de temps. Il est possible de mécaniser le mélange de la terre avec la paille mais la pose dans les coffrages du mélange se fait manuellement.



Remplissage terre paille allégée entre colombages



3. L'ARCHITECTURE DE TERRE CONTEMPORAINE

- Les nouvelles architectures en terre.....76
- Les fiches "modernité" :
- Construction en pisé*
 - Pôle scolaire et médical (64).....78
 - Institut Universitaire de Technologie (65).....80
- Construction en BTC*
 - Maison médicale d'Éauze (32).....84
 - Centre culturel Aria (31).....86
 - École élémentaire (32).....88
- Construction avec enduits terre*
 - Écocentre Pierre et Terre (32).....92
 - Bâtiment de bureaux Ecocert (32).....96
- Les fiches techniques "de la terre partout" :
- enduit terre sur peinture ou enduits ciment (chantier).....98
- enduit terre sur cloison en fibralith (chantier).....99
- enduits terre fins sur plaques fermacell (chantier).....100
- mur en pierres maçonnées à la terre (chantier).....101

Depuis des siècles, les populations du monde entier ont utilisé la terre pour la construction de leur habitat, quand elle a été disponible et pertinente. Ainsi, les cultures constructives de ce matériau ont évolué, produisant un vaste répertoire des systèmes constructifs selon les sociétés et leur adaptation au contexte. Cet héritage architectural est bien visible dans les bâtiments anciens. À travers les techniques du pisé, de la bauge, des adobes et du torchis, cela est vérifiable également pour la Gascogne et le Pays du Val d'Adour.

Malgré la richesse et la pluralité de ce patrimoine, et alors que dans certaines sociétés ces traditions ont perduré, dans notre civilisation occidentale, les valeurs associées au matériau terre l'ont dévalorisé et mis de côté, le considérant comme un matériau non noble. La mécanisation industrielle depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, les différentes réglementations thermiques et techniques, notamment la RT2012, l'évolution de la notion de « confort » dans l'habitat et parfois même les critères esthétiques ont favorisé l'emploi de matériaux industrialisés et ayant des caractéristiques mesurables, rapides à mettre en œuvre.

Mais aujourd'hui, notre monde vit un changement sociétal et dans le milieu de la construction comme dans d'autres domaines, le développement durable commence à être pris en compte. Au regard des qualités et des potentiels du matériau terre vis-à-vis des critères de durabilité et l'habitat écoresponsable, recyclable et disponible, ce matériau « local », traditionnel et naturel, représente une réelle opportunité et la meilleure des solutions pour la construction de demain. Il est compatible avec une architecture respectueuse de son environnement, de l'homme, tout en dynamisant l'économie locale à travers la valorisation des filières courtes. C'est également un moyen de restaurer le patrimoine dans les règles de l'art, en ne perturbant pas le bâti respirant et sans altérer sa capacité à s'autoréguler. De plus en plus de professionnels sont sensibles à ces notions et, bien qu'ils exercent souvent depuis de nombreuses

années, trouvent aujourd'hui le moyen de s'exprimer et d'avoir une réelle visibilité, dans le marché de la rénovation comme dans celui de la construction neuve. Dans le sud-ouest, l'alliance du réseau des professionnels de la terre crue et la présence d'un patrimoine étendu, permet également l'émergence de projets contemporains. Ce qui petit à petit permet à ce matériau de s'imposer, de façon logique, économique voire émotionnelle ou fonctionnelle. Afin de revaloriser le matériau terre, il faut montrer qu'il peut être créatif, moderne et efficace.



De nouvelles techniques sont apparues, comme le terre-paille, dérivé du torchis, ou encore les briques de terre comprimées sorte d'adobes mécanisés. Dans le Gers et les départements limitrophes aussi ces techniques sont utilisées et des bâtiments ambitieux comme le siège de la fondation d'Ecocert à L'Isle-Jourdain, l'école élémentaire de Saint-Germé ou l'hôtel restaurant La Transhumance à Bedous, comptent parmi leurs matériaux de prédilection, de la terre crue.

Dans le premier cas, 400 m² d'enduits en terre recouvrent des murs chauffants qui se trouvent sur une colonne centrale en béton (ce qui représente environ 30 m³ de terre). Dans le second, les cloisons séparatives en BTC amènent de l'inertie et du confort acoustique dans les salles de classes. De plus dans ce chantier, les briques de terre crue ont été fabriquées sur site avec la terre issue du chantier. Le projet de la réhabilitation de la gare de Bedous a permis de la transformer en hôtel restaurant qualitatif. Des enduits en terre ont été appliqués sur les parois intérieures pour améliorer le confort et proposer une décoration naturelle.



Enduit terre sec sur les murs de l'ancienne gare de Bedous transformée en hotel restaurant

La maison éclusière de Graziac appartenant au Conseil départemental du Gers est quant à elle un exemple de restauration en accord avec les propriétés du bâti existant. Des enduits en terre ont été réalisés à l'intérieur afin de conserver des parois respirantes.



Enduit intérieur en terre réalisé à la maison éclusière de Graziac, en cours de séchage

Les décideurs (collectivités, maîtrise d'ouvrage...) ont un rôle important puisqu'ils sont à l'origine des projets. Lorsqu'il s'agit de rénovation de bâtiments publics ou pour la construction d'édifices contemporains, ce sont eux qui vont dicter la ligne de conduite. De plus en plus de ces décideurs sont séduits par la construction respectueuse de l'environnement, montrant ainsi l'exemple. Afin de les guider et de les conforter dans leur choix, la présence de projets réalisés sur le territoire est un excellent outil. À travers ces exemples, les acteurs du département du Gers mettent en avant la volonté d'aller dans le sens d'une architecture soutenable. En plébiscitant ces initiatives, il devient un « terrain d'expérimentations » et ces fiches mettent en lumière ces réalisations.

Pôle scolaire et médical

Salies de Béarn



Ancienne région Midi-Pyrénées

Localisation

Salies-de-Béarn 64 270

Maîtrise d'ouvrage

Association Départementale
des PEP 64

Maîtrise d'œuvre

L. Claverie et F. Champiot
architectes

Programme

Pôle scolaire et médical

Construction

Septembre 2011
Novembre 2012

Lot terre

Christian Baur

Surface

915 m²

Coût total

1 620 284 €
Lot terre pisé 20 000 €

Site / Parti architectural

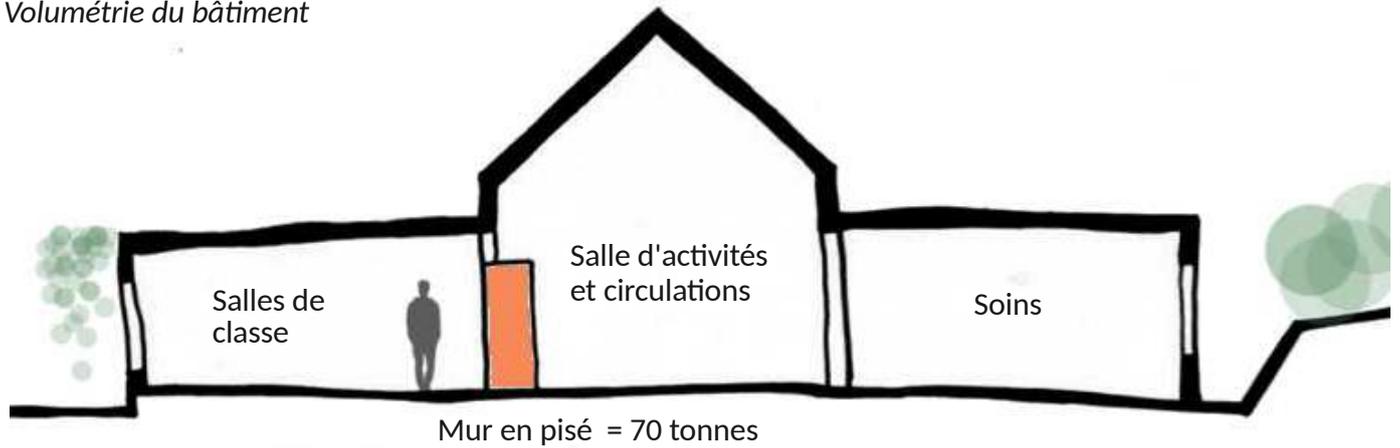
Au sein du parc thermal du XIX^e siècle de Salies-de-Béarn, le hameau de Bellevue - lieu accueillant des jeunes ayant des difficultés motrices - a vu un projet de construction neuve écologique éclore en 2007. Dans le village béarnais, l'école existante était vétuste et éloignée des autres constructions de l'institution, l'accessibilité et le confort étaient moindres. L'objectif en construisant ce bâtiment est de réaliser un espace rassemblant des salles de classe, de formation professionnelle et des lieux dédiés aux soins et à la rééducation pour des jeunes handicapés, afin d'améliorer leurs conditions de prise en charge en rassemblant les services. Côté d'une dizaine de bâtiments anciens ayant une valeur patrimoniale, le bâtiment s'inscrit dans son environnement en mettant en place une volumétrie simple et compacte, une pente de toiture et une hauteur similaire au bâti alentour, et des matériaux locaux. Le projet devait comprendre les normes d'accessibilité pour personnes à mobilité réduite, un confort thermique optimal en hiver comme en été dans le but de fonctionner sans climatisation et de limiter les apports de chauffage.

Principes constructifs et chantier

La terre dans ce bâtiment s'intègre à la réflexion bioclimatique : le centre est compact, orienté nord-sud, peu ouvert à l'est et à l'ouest et bien ouvert au sud, protégé des surchauffes par des dispositifs physiques (végétation, filtres). Les parois et la toiture sont isolées en paille, posée dans des caissons préfabriqués. Un mur en pisé de 32 mètres linéaires et des briques de terre crue s'ajoutent à la paille pour y apporter de l'inertie. Pour le pisé, la terre du site était trop argileuse. Il a donc été réalisé avec de la terre provenant de la commune de Salies-de-Béarn située à 4 km. Pour construire un mur en pisé la terre doit être argilo-graveleuse, contenir entre 15 et 25 % d'argile et 5 à 10 % d'humidité. La terre est ensuite compactée dans des banches en bois par lits successifs de 10 cm environ. Les angles sont traités au mortier de chaux, disposés en "sapin". Une fois décoffré, le pisé est laissé brut, une simple pulvérisation de savon noir dilué fixe les poussières de surface. La terre est une matière remarquable qui fait office de repère tactile et visuel pour les personnes accueillies. Mais ici le choix du pisé a des raisons acoustiques. En effet la réverbération du son dans les salles de classes est faible, ce qui est très satisfaisant. De plus, il régule l'humidité et la température, apportant un confort important en toute saison.



Volumétrie du bâtiment



Coupe sud-nord du bâtiment



Coffrage en bois pour la réalisation du pisé



Mur en pisé de 32 mL terminé



Détail mur en BTC dans les bureaux



Couloir avec mur en pisé

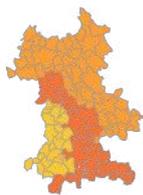
Photos extraites des sites internet de l'architecte, Claverie Architecture, du prix national des constructions bois en Aquitaine, entretiens avec l'architecte et l'entreprise.

Institut Universitaire de Technologie



Tarbes

Ancienne région Midi-Pyrénées



Tarbes

Pays du Val d'Adour

Localisation

Tarbes 65 000

Maîtrise d'ouvrage

Conseil régional Occitanie

Maîtrise d'œuvre

Mil lieux Architecture,
Garguillo-Palmade
Architecture

Programme

Extension IUT pôle Génie
Civil et Construction
durable

Construction

2020

Lot terre

NC

Surface

3500 m²

Coût total

7 000 000 €
estimation

Site / Parti architectural

Situé sur le campus de l'IUT de Tarbes, l'extension prévue pour 2020, accueillera le pôle génie civil et construction durable. Les choix adoptés dans ce projet sont liés, tant à une volonté de vertu du bâtiment (attention au niveau des matériaux employés) qu'à donner un élément pédagogique aux étudiants de l'IUT spécialisé dans les techniques de construction (expérimentations techniques et mises en œuvre innovantes).

Principes constructifs et chantier

Une partie des matériaux de cette extension sont biosourcés. On trouve ici du bois, de la terre crue, du métisse, de la laine de bois et de la ouate de cellulose. Les parties de bâtiments employant de la terre se composent d'un module en ossature bois dans laquelle un remplissage en pisé vient s'appuyer. L'extension a été pensée en pisé, cependant, les contraintes sismiques (Tarbes est située dans une zone sismique de niveau 4) ont rendu complexe la terre en porteur d'un point de vue réglementaire. Afin de garder l'esthétique d'origine du projet, une technique de mise en œuvre très spécifique a été adoptée : la terre en remplissage.

Pour une meilleure résistance aux contraintes sismiques, le pisé est donc mis en œuvre dans un module préfabriqué en bois. La terre est cloisonnée dans un cadre bois qui va servir de structure. Le pisé est compacté puis des tiges filetées recouvertes d'un fourreau PEHD, pour éviter la corrosion, sont insérées dans le bloc. De cette façon, le bloc résiste au cisaillement. Une croix de Saint-André métallique est placée pour servir de contreventement au cadre. Ce module a pour dimensions 3 m x 1.5 m et un poids total de 3,5 tonnes.

L'intention des architectes était de réemployer la terre des fondations du site pour le pisé. Cependant, après analyse, celle-ci était composée d'une trop grande quantité de galets pour être viable. Il a donc fallu utiliser une autre terre. Pour réduire au maximum l'énergie grise, la terre d'un chantier à proximité de Tarbes (Séméac, 65) a été récupérée pour faire les huit modules de pisé.



Plan de masse



Façade avec mise en valeur des murs en pisé



Perspectives d'ambiance : vues intérieures du bâtiment

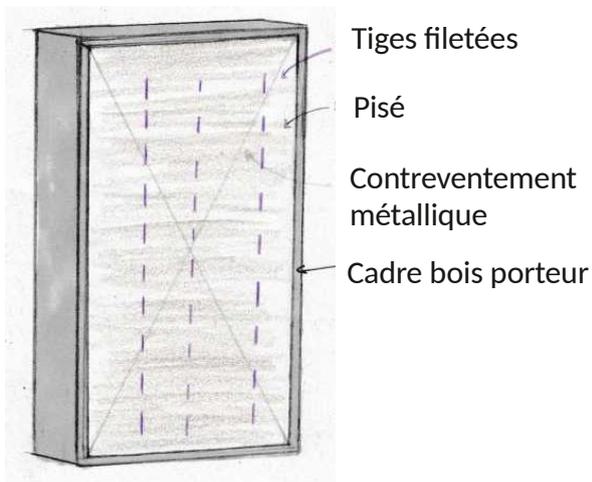


Schéma du coffrage en bois pour la réalisation du pisé



Module en pisé

Photos extraites des sites internet des architectes agence Mil Lieux et Guaguillo-Palmade et des planches de l'exposition aux Haras de Tarbes lors de l'évènement "Trames et territoires" 3^{ème} édition d'octobre 2019.

BTC : Brique de Terre Compressée

La brique de terre compressée est une mise en œuvre plus récente de la terre. Cette technique utilise un mélange peu humide (comme le pisé) qui peut être parfois stabilisé à la chaux. C'est la version moderne de la brique de terre moulée. La fabrication des briques de terre crue est facilitée avec une machine appelée presse. Cette dernière peut-être manuelle ou automatisée. Le rendement est ainsi augmenté. Si les briques sont stabilisées, elles doivent passer en cure humide sous une bâche.

Ces briques peuvent avoir des dimensions variables, et servent le plus souvent de remplissage de cloisons intérieures (dans une ossature bois). Mais dans certains cas, des murs porteurs en BTC peuvent également être réalisés.

EXTRAIRE la terre et la **TAMISER**

MALAXER avec l'adjuvant si stabilisation souhaitée

PRESSER la terre dans le moule

LAISSER SÉCHER (et cure humide avant si stabilisation)

MAÇONNER avec un mortier de terre

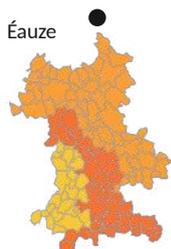


Maison Médicale d'Éauze



Eauze

Ancienne région Midi-Pyrénées



Éauze

Pays du Val d'Adour

Localisation
Eauze 32 800

Maîtrise d'ouvrage
Commune

Maîtrise d'œuvre
Atelier Lavigne - Architectes associés SARL

Programme
Centre médical

Construction
Janvier à décembre 2019

Lot terre
Arcilla - Nicolas Rossello

Surface
570 m²

Coût total
772 000 € HT
Lot terre 46 000 € HT

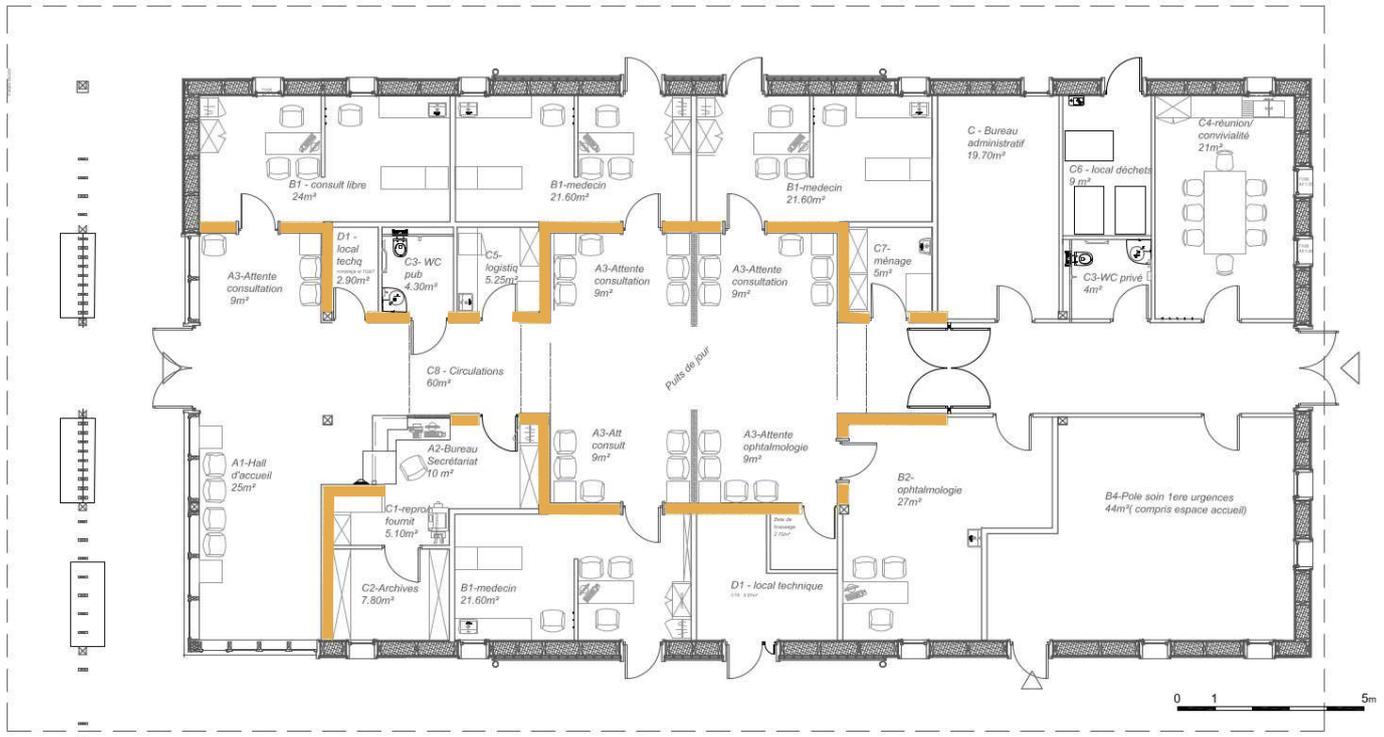
Site / Parti architectural

En 2017, suite à de nombreux départs à la retraite de médecins, la commune d'Eauze lance un projet de construction d'une maison médicale afin d'améliorer les conditions d'exercice des professionnels de santé et l'accueil des patients. Le souhait de la commune est de réaliser un bâtiment performant en utilisant autant que possible des ressources locales, des matériaux sains et biosourcés. Ce projet est également l'occasion de requalifier l'ensemble du site sur lequel il viendra s'implanter. Pour répondre à ce programme destiné à accueillir 5 professionnels de santé et un pôle d'accueil soin/première urgence, avec la possibilité d'une extension future du bâtiment, le maître d'œuvre a proposé une construction en RDC, en ossature bois avec remplissage en bottes de paille (système constructif MOB). Une noue végétalisée forme la transition végétale entre la halle existante et la maison médicale. Elle permet le recueil et l'infiltration des eaux pluviales. Un jardin de « simples » avec plantes médicinales est également planté.

Principes constructifs et chantier

La forme compacte, simple et trapue du bâti limite les déperditions et rationalise le principe constructif de l'ossature bois. Un large débord de toit côté nord et sud et un profond porche couvert côté ouest viennent abriter le bâti des intempéries et permettent au piéton de cheminer à l'abri. Les matériaux retenus sont au maximum biosourcés : tuiles canal en terre cuite, l'ossature bois (mélèze, douglas, chêne) et les menuiseries intérieures et extérieures, bottes de paille pour l'isolation des parois donnant sur l'extérieur, fibre de bois pour l'isolation sous toiture, linoléum en sol, parois non porteuses en terre crue pour les murs donnant sur le couloir central. Le matériau terre associé à l'emploi du bois a été proposé tant pour ses propriétés de régulation thermique que pour ses qualités graphiques.

À l'origine la cloison intérieure était prévue en terre crue banchée, ce qui était difficilement conciliable avec les délais serrés du chantier. La terre est extraite lors des travaux de terrassement de la plateforme du bâtiment. Les briques ont été réalisées sur chantier. Au total 24 m³ de terre ont permis de fabriquer 4 000 briques.



 Plan de la maison médicale avec mise en valeur des murs en briques de terre



Remplissage de BTC entre les éléments de structure bois pour les cloisonnements intérieurs.

La terre est tamisée pour enlever les trop gros grains.

Du sable (3 m³ venant d'Eauze même) lui est ajouté.

Elle est compressée (la presse venait de Marciac).



Presse pour la fabrication des BTC



Matériaux directement fabriqués sur le chantier

Photos venant des architectes Atelier Lavigne, et du site de l'artisan Arcilla, Nicolas Rossello



Centre Culturel Aria



Cornebarrieu

Ancienne région Midi-Pyrénées

Site / Parti architectural

Le projet se trouve dans l'agglomération de Toulouse, à Cornebarrieu, dans la ZAC Monges-Croix du Sud. Implanté au bord de la rivière Aussonnelle, le bâtiment enjambe la digue existante. Il a pour vocation de faciliter la circulation piétonne dans la ville en créant un lien entre le centre ville et la ZAC tout en mettant en valeur le paysage.

Le programme comprend une médiathèque, une salle de conférence, une salle des fêtes et un hall d'accueil. Toute l'architecture y est pensée de manière durable : c'est-à-dire qu'elle s'intègre dans son environnement en prenant en compte l'histoire, le paysage et sa transformation ainsi que le climat. L'emploi de matériaux locaux et issus de filières courtes permet de répondre aux questions environnementales et patrimoniales. Le projet a reçu plusieurs distinctions.

Localisation

Cornebarrieu 31 700

Maîtrise d'ouvrage
Ville

Maîtrise d'œuvre

Atelier Philippe Madec,
architecte

Programme

Pôle Culturel

Construction

2012- 2017

Lot terre

Les briquetteurs réunis dont
Briques Technic Concept

Surface

2 710 m² utile

Coût total

7.293.000 € HT

2690 €/m²

Prix d'une brique

10,10,30 = 1,3 €

11000 briques

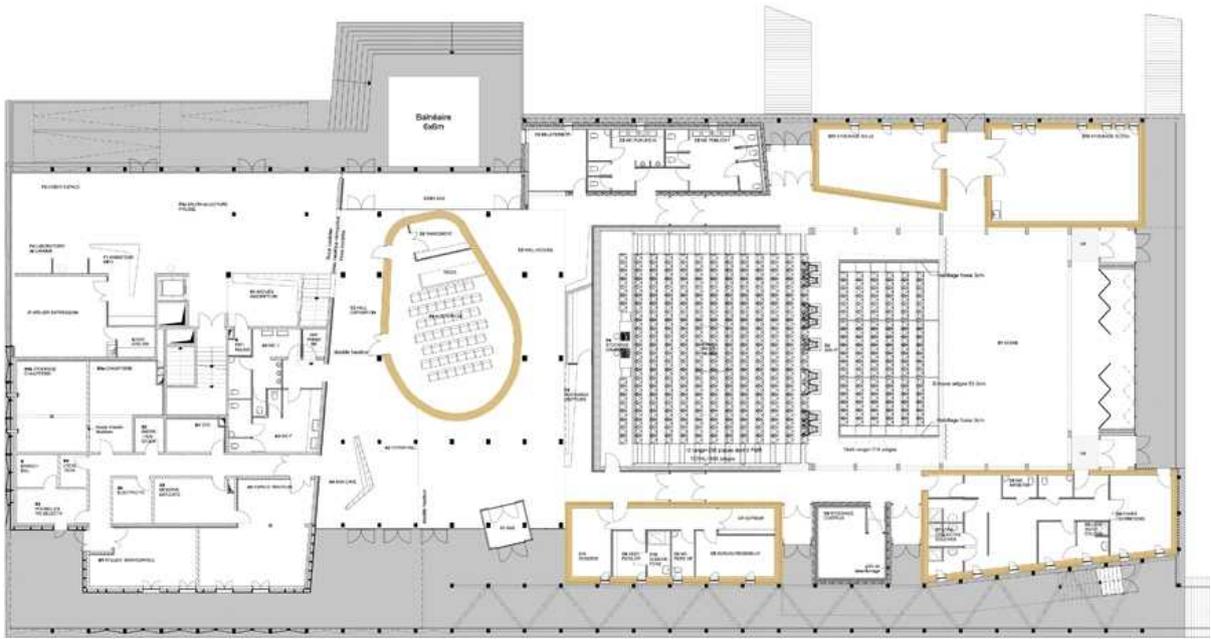
nécessaires au projet

Principes constructifs et chantier

L'architecte Philippe Madec s'est orienté vers la terre crue car il a choisi de prendre en compte l'histoire de la parcelle sur laquelle le projet est bâti. Avant l'impantation du projet actuel, une ferme traditionnelle était présente sur le site. Elle était construite en adobes (briques de terre crue moulées), en briques de terre cuite et charpente bois. Tous ces matériaux sont ré-employés dans le pôle culturel. *"La terre crue donne son identité au projet. Les volumes indépendants autour de la salle des fêtes et l'auditorium sont en terre crue, comme les briques de terres crue présentes en élévation des fermes locales"* P. Madec.

Construit en bois et en terre, ce bâtiment atteint une performance énergétique de niveau "Passif" (utilisation des énergies renouvelables et performance énergétique du bâtiment). La terre prend alors toute son importance dans des projets à grande échelle comme celui-ci, montrant la simplicité à la fois esthétique et de mise en oeuvre, la fiabilité de son usage ainsi que le confort qu'elle apporte.

La terre est utilisée ici pour monter des murs porteurs, amenant ainsi de l'inertie dans le bâtiment. Elle vient d'une carrière locale. De plus, esthétiquement, l'usage des BTC permet l'intégration du bâtiment dans son environnement, dans le paysage et pour les usagers : matériau sensoriel, tactile, odorant.



Plan du RDC avec mise en valeur des murs en briques de terre

La terre crue est employée en façade, pour les pans de mur de la médiathèque et à l'intérieur du hall, formant l'espace de l'auditorium. Elle permet de construire des murs courbes et d'assurer le confort acoustique nécessaire à un auditorium.



Façade est



Vue extérieure du mur porteur en BTC



Vue intérieure de l'auditorium

Photos extraites du site internet de l'architecte, Atelier Philippe Madec, et de la revue "Le Moniteur" du 19 janvier 2018

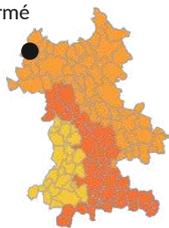


École élémentaire



Saint-Germé

Ancienne région Midi-Pyrénées



Saint-Germé

Pays du Val d'Adour

Localisation

Saint-Germé 32 400

Maîtrise d'ouvrage

Communauté de communes
Armagnac Adour

Maîtrise d'œuvre

Cabinet d'architecture Airoldi
& Brun

Programme

Ecole élémentaire publique

Construction

2012

Lot terre

Argiléo

Surface

850 m² utile

Coût total

1.300.000 € HT

Site / Parti architectural

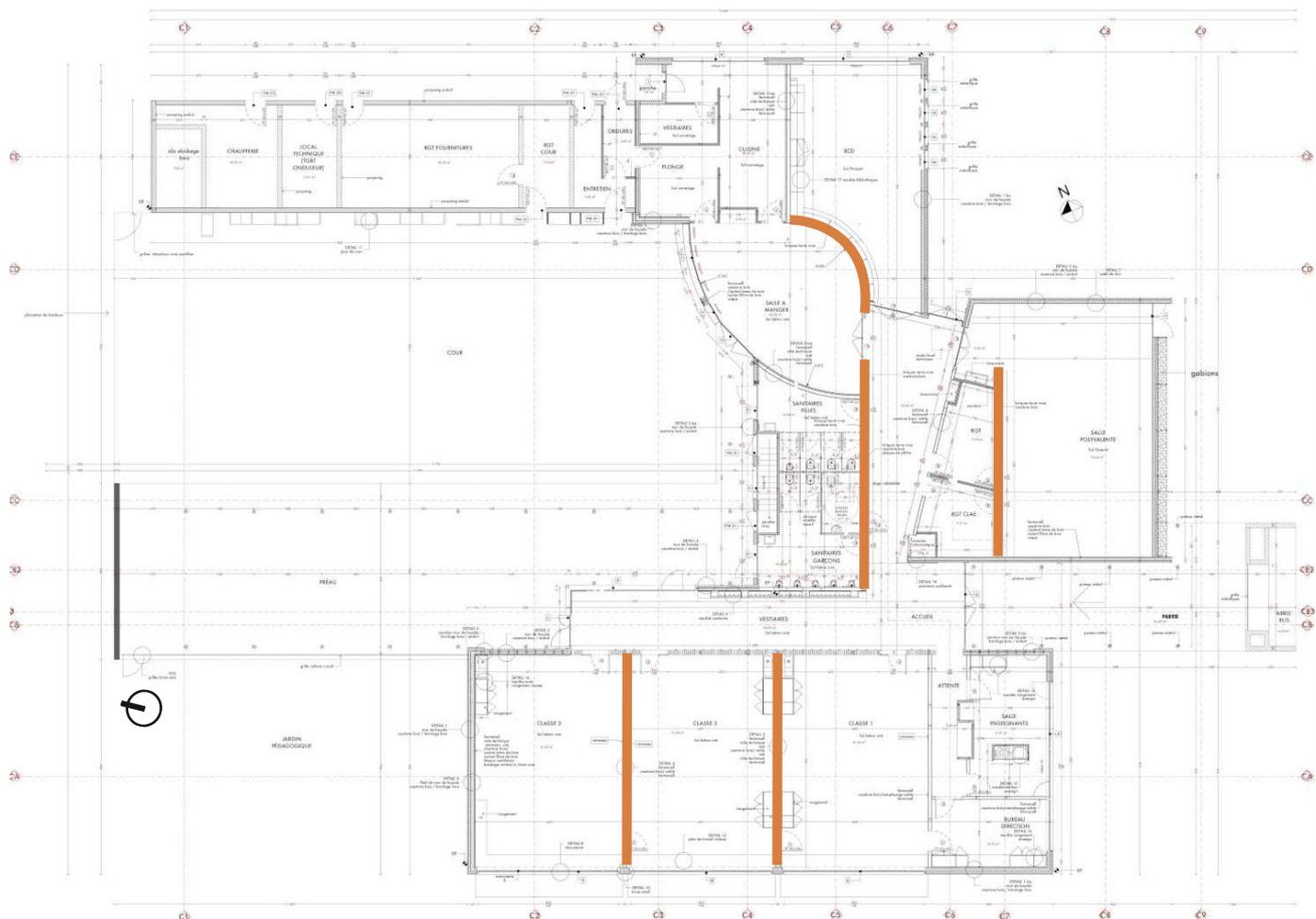
L'école de Saint-Germé était fortement dégradée par les termites, obligeant les élèves à être abrités en urgence, sur place, dans des bâtiments modulaires. Les élus optent alors pour la construction d'une nouvelle école, privilégiant une démarche environnementale forte afin de proposer un bâtiment à énergie positive (BEPOS). En 2011, un concours est organisé. Après quoi le projet est lauréat de l'appel à projet « Bâtiment Économe » de l'ADEME et du Conseil Régional Midi-Pyrénées.

Le bâtiment est implanté au sud, afin de tirer parti au maximum du climat. Autour d'un axe principal est-ouest, les espaces sont distribués comme suit : les salles de classes coté sud, les espaces collectifs comme la cantine, la salle polyvalente et les locaux techniques coté nord.

Principes constructifs et chantier

Au niveau constructif, les matériaux biosourcés sont privilégiés. Les murs extérieurs sont composés d'une ossature bois avec une isolation en laine de bois (24 cm). Des cloisons intérieures en briques de terre crue séparent les différents espaces de vie. Cette école est également équipée uniquement en toilettes sèches.

L'orientation, l'isolation et l'inertie, la conception d'ensemble et le choix de matériaux permettent au projet d'être particulièrement performant sur le plan énergétique, sur la qualité de l'air intérieur et sur le confort hygrothermique. Les briques de terre ont été fabriquées sur site avec la terre issue du chantier. Grâce à une production in-situ, les enfants ont pu comprendre l'impact de ce procédé, de l'extraction jusqu'à la pose. Les ouvriers ont réalisé des joints creux à base de mortier de terre et chaux. Au niveau technique et thermique, ces BTC assurent un confort d'été, une qualité de vie à l'intérieur des salles de classe, tout en apportant un confort acoustique entre les espaces (4). Ce choix a donc été fait dans un but pédagogique, thermique et économique.



Plan du RDC avec mise en valeur des murs en briques de terre



Briques de terre faites sur chantier



Joints à base de terre



Photos de l'intérieur des salles de classes



Informations extraites du site du journal La Dépêche et d'une fiche réalisée par le CAUE 32, plus des entretiens avec l'architecte Dominique Brun et Argiléo. Photos intérieures Stéphane Granier.



Les enduits intérieurs

Les enduits en terre existent dans toutes les cultures. Aujourd'hui leur réalisation dans les constructions contemporaines, associés à la construction en paille par exemple, apporte de nombreux avantages pour augmenter le confort intérieur.

C'est de loin la technique la plus utilisée aujourd'hui car elle peut être mise en œuvre sur de nombreux supports (terre, pierre, briques, plaques de revêtement intérieur...). En effet il existe des enduits épais, apportant de l'inertie, un déphasage thermique et une régulation de l'humidité, comme des enduits fins qui servent de décors et de finitions aux variations infinies (couleurs, textures...). Appliqués à la main ou à l'aide d'une machine, les enduits en terre séduisent de plus en plus de monde. C'est une technique qui requiert peu de matériel (bétonnière ou malaxeur, truelles et taloches, lisseuses) et où le résultat est autant esthétique que thermique.

EXTRAIRE la terre

TAMISER selon la couche réalisée

MELANGER avec le sable, les fibres (éventuellement) et l'eau

MALAXER afin d'obtenir une consistance visqueuse

APPLIQUER sur les murs et **LISSER**

LAISSER SÉCHER



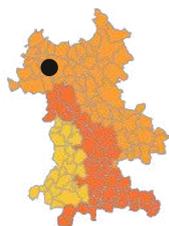
Écocentre Pierre et Terre

Riscle



Ancienne région Midi-Pyrénées

Riscle



Pays du Val d'Adour

Localisation

Riscle 32 400

Maîtrise d'ouvrage

Association Pierre et Terre

Maîtrise d'œuvre

Jean-Marc Jourdain

Programme

Lieu d'exposition et pédagogique, bureaux

Construction

Mars 2010 - Septembre 2011

Lot terre

Simorre Rénovation et Christian Baur

Surface

345 m² utile

Coût total

305 552 € HT
 adobe et pisé 6 630 €
 enduits terre 75 620 €

Site / Parti architectural

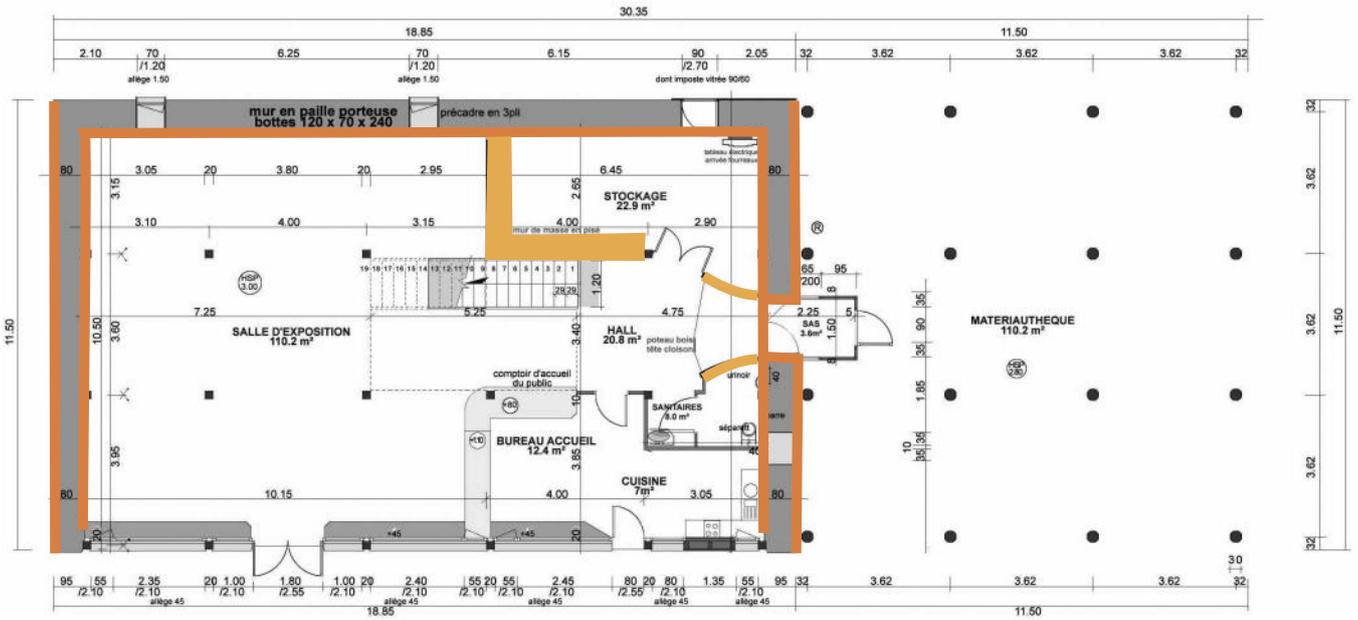
Sur le site de l'ancien lycée viticole, l'Écocentre s'inscrit dans une cohérence globale : le respect de l'environnement, la biodiversité, une faible empreinte écologique, tout en créant une dynamique locale avec la constitution d'un espace culturel. L'enjeu du projet était de construire un bâtiment écologique et économique, aux références vernaculaires mais à l'architecture contemporaine, qui pourrait servir de modèle pour construire une maison éco-responsable et qui serait le support « grandeur nature » des valeurs de l'association. Sa conception est bioclimatique : forme compacte orientée au sud, association d'une forte isolation et de beaucoup d'inertie, débords de toiture importants... Sa structure est en grosses bottes de paille porteuses.

L'écocentre est donc un bâtiment exemplaire par l'emploi de matériaux naturels parfaitement recyclables, issus de filières courtes et locales, des techniques de construction respectueuses d'un savoir-faire local, des entreprises et artisans locaux, un bilan carbone et une énergie grise faible. Il est performant puisqu'il fonctionne sans chauffage et démonstratif par sa vocation pédagogique (matériauthèque, modèles de toilettes sèches en exposition, mare vivante, éolienne, etc.).

Enfin, la construction de ce bâtiment ERP a coûté 1200 € TTC/m².

Principes constructifs et chantier

Après avoir monté en 5 jours seulement les murs en grosses bottes de paille porteuses, l'entreprise a réalisé les enduits intérieurs et extérieurs. Le gobetis est projeté à la machine sur le mur en paille afin d'obtenir une base apte à recevoir le futur enduit. La couche de corps est projetée à la machine sur le mur, puis talochée. Sur les façades extérieures le corps d'enduit est piqué afin de faciliter l'accroche de l'enduit de finition. L'enduit de finition intérieur est projeté à l'aide de la machine sur la couche de corps. L'aspect final de l'enduit est obtenu par un lissage effectué à la taloche éponge mécanique. À l'intérieur, il est possible d'observer différents rendus d'enduits, de couleurs et de textures variables. L'enduit de finition extérieur se pose sur la couche de corps piquée. Puis l'enduit de finition est projeté à l'aide de la machine. L'aspect final de l'enduit est obtenu par un lissage effectué à la brosse à badigeon. L'enduit extérieur contient de la chaux.



Plan du RDC avec mise en valeur des murs en enduits terre
 En orange clair : mur en pisé et mur en adobes



Machine à projeter l'enduit



Gobets : première couche sur la paille



Talochage de la couche de corps



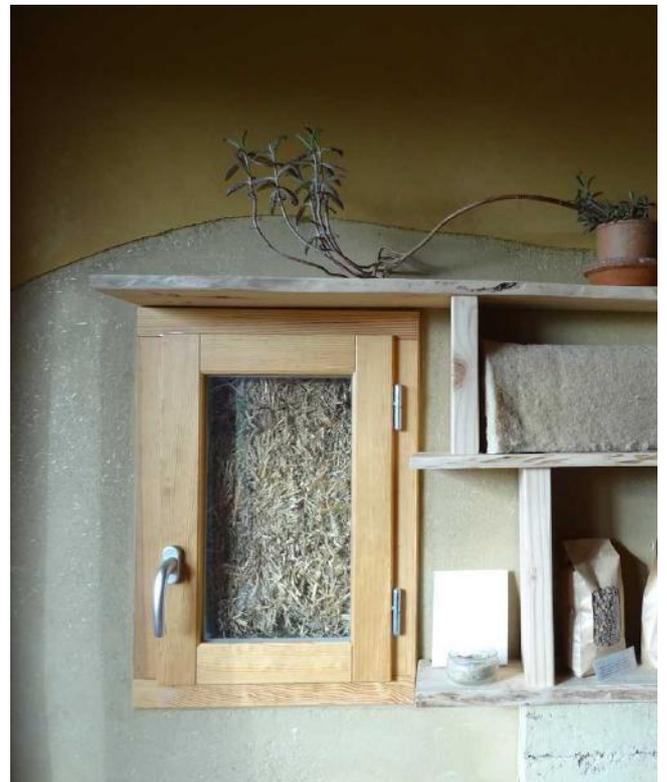
Enduit intérieur



Enduit terre extérieur sur la façade est protégée



Enduit terre à l'intérieur, dans la partie cuisine



Enduit intérieur



Enduit terre extérieur sur la façade ouest protégée



Différentes couches de l'enduit



Enduit terre terminé



Bâtiment de bureaux Ecocert

L'Isle Jourdain



Ancienne région Midi-Pyrénées

Site / Parti architectural

Le groupe Ecocert a commandé en 2010 un bâtiment de bureaux bioclimatique à énergie positive et à faible empreinte écologique afin d'accueillir environ 150 personnes. Ecocert est un organisme qui "vérifie sur le terrain que les Règlements de l'agriculture biologique sont bien respectés par les producteurs et fabricants qui s'engagent dans cette démarche". Quoi de plus naturel alors pour l'organisme que de s'inscrire dans une continuité écologique en choisissant un bâtiment bioclimatique utilisant des matériaux biosourcés. Implanté sur la même parcelle que les deux précédents bâtiments de la société, les aménagements extérieurs ont été pensés de façon à créer du lien fonctionnel et convivial entre ceux-ci. De cette façon, on vient densifier une parcelle déjà construite plutôt que de s'installer sur une surface de terres agricoles.

Localisation

L'Isle Jourdain 32 600

Maîtrise d'ouvrage

SARL de Lamothe, groupe Ecocert

Maîtrise d'œuvre

Agence Collart, architecte

Programme

Bureaux

Construction

Novembre 2011 - Mai 2013

Lot terre

Atelier Terres et Traditions, Fabrice Tessier

Surface

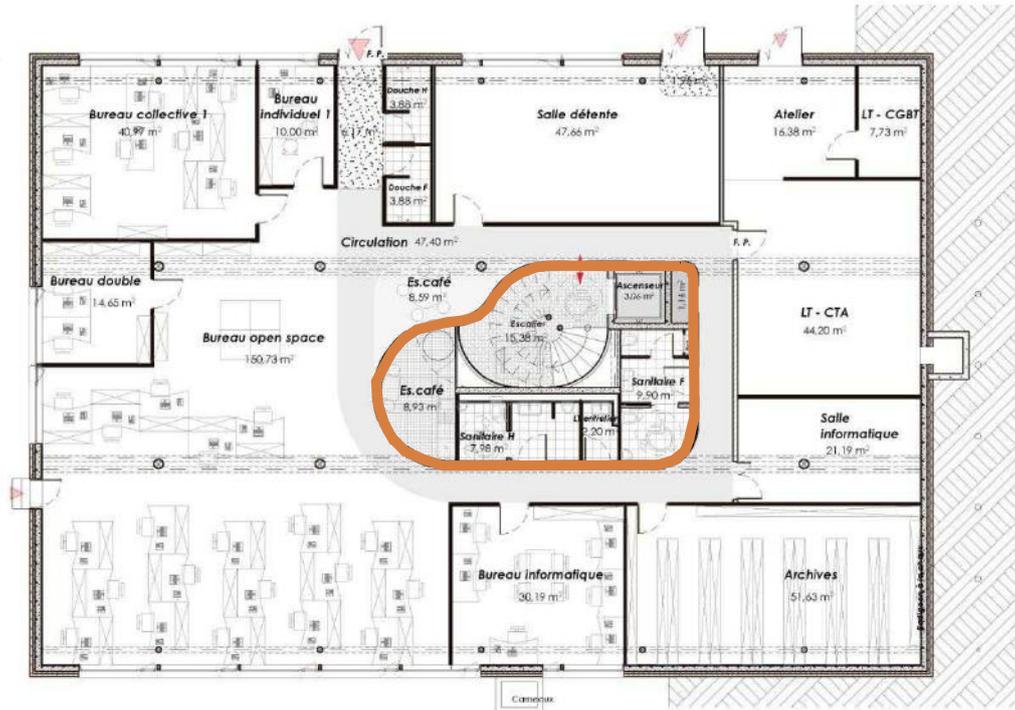
2025 m²

Coût total

3 636 792 € HT
soit 1795 €/m²
lot terre : 181 000 €

Principes constructifs et chantier

La forme du bâtiment a été choisie pour répondre à des principes de compacité. Le bâtiment se développe sur quatre niveaux avec un rez-de-chaussée semi enterré en béton. Composé autour d'un noyau central en béton qui supporte les planchers, le reste du bâtiment est structuré entre différents matériaux à faible empreinte écologique : une charpente bois pour la structure, des caissons paille pour l'isolation et de l'enduit terre en revêtement. "La limitation des produits chimiques ou transformés, une très bonne performance énergétique, un confort des usagers, un chantier à faible impact, une production d'énergie renouvelable autant dans la phase de conception que dans la phase de réalisation, la maîtrise d'ouvrage a tenu à ce que chacun de ces points soit étudié, optimisé, contrôlé et valorisé." Matthieu Hauvuy (Responsable Services Généraux, Ecocert). L'enduit terre est ici utilisé à la fois pour ses propriétés thermiques et esthétiques. Le noyau en béton est "recouvert d'enduits de terre afin d'apporter inertie thermique et douceur des ambiances". Le noyau central participe à la régulation thermique de manière passive par l'inertie mais également de manière active par son principe de radiateur et de source de fraîcheur. Un réseau de tubes, dans lesquels circule un fluide caloporteur, est intégré dans l'enduit terre. Ce réseau est couplé à de la géothermie. Aussi, la fraîcheur du bâtiment en période estivale est régulée sans consommer beaucoup d'énergie. Cela répond à une problématique récurrente de climatisation des espaces de bureaux dans les programmes tertiaires.



Plan du RDC avec mise en valeur des murs en enduits terre



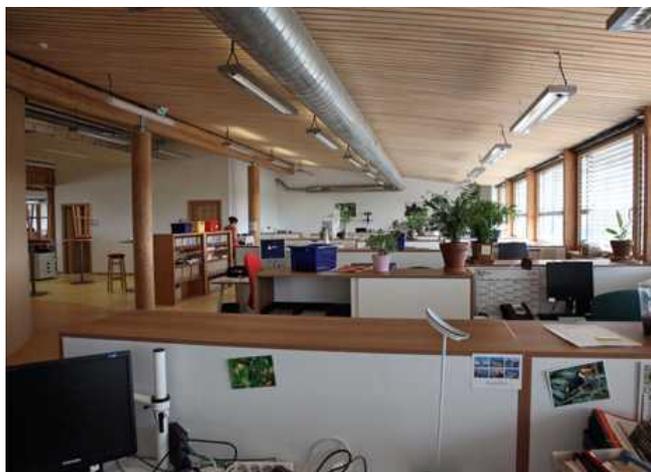
Botte de paille sur chant dans caissons bois



Fixation des tuyaux par clips sur le noyau en parpaing



Barbotine sur le mur et les tuyaux. Application d'une seconde couche.



Vue intérieure des bureaux finis



Intérieur du bâtiment avec finition de l'enduit terre

Photos et informations extraites du site internet de l'architecte Jean-François Collart ainsi que l'article du CERCAD, <https://occitanie.ademe.fr/sites/default/files/batiment-ecocert-isle-jourdain.pdf>

Enduit terre sur peinture ou enduits ciment

Objectif

Améliorer le **confort hygrothermique** dans l'habitat et l'aspect **esthétique** de la paroi.

État initial de la paroi : cloison en brique recouverte d'une peinture ancienne (acrylique ou glycéro). L'objectif est de faire tenir l'**enduit fin** en une couche **sur un mur lisse** sans accroche mécanique à l'aide d'un **gobetis à la chaux**.

📍 Riscle (32) - 2019 - Ecocentre Pierre et Terre

€ Matériel 200€

🕒 1 journée et demi

👤 chantier collectif (env. 8 personnes sur 1/2 journée)

🔧 Sable, terre du site, chaux hydraulique, truelles, lisseuse, tyrolienne (machine à projeter l'enduit).

Mise en œuvre

1 Le mur à enduire est un mur en brique recouvert d'une peinture ancienne. Une surface comme celle-ci ne peut jouer le rôle de **surface d'accroche** : elle est trop lisse. Il faut appliquer un **gobetis** sur le mur, c'est-à-dire que l'on crée une surface d'accroche mécanique en projetant sur le mur un **mélange chaux-sable**.



Projection du gobetis (chaux/sable)

2 Le gobetis se compose en proportions égales de sable (à bâtir, granulométrie 1/3 mm) et de chaux. Une fois le mélange prêt (assez liquide), il est introduit dans la machine (application possible à la main ou à la tyrolienne) et projeté sur toute la surface du mur de façon **homogène**.



Mélange de l'enduit avec un malaxeur pour casser les mottes d'argile

3 Un temps de **séchage** est nécessaire : environ 5 jours.

4 Sur le gobetis bien sec, on peut **appliquer l'enduit**. Ici les proportions de l'enduit sont 1 de sable pour 3 de terre mais cela dépend de la teneur en argile de la terre. L'épaisseur est d'environ 5 mm. L'enduit est appliqué et lissé à l'aide de truelles et de lisseuse.



Application de l'enduit à la terre sur le gobetis

Enduit terre sur cloison en fibralith

Objectif

Doublage d'une cloison intérieure existante en briquettes. Améliorer le **confort hygrothermique** dans l'habitat et améliorer le **confort acoustique** entre deux chambres : créer un système **masse/ressort/masse**.

Ce système est un principe d'isolation acoustique qui permet d'absorber différentes fréquences avec des densités de matériaux variables. Ici, le système masse/ressort/masse est formé successivement par : parement fibralith / cavité remplie d'isolant (laine de bois) / paroi existante.

📍 Riscle (32) - 2019 - Ecocentre Pierre et Terre

€ Achat matériel 230€

🕒 2 jours - 5 m²

👤 chantier collectif (env. 6 personnes sur 1/2 journée)

🔧 Plaques de fibralith, liteaux, laine de bois, bandes résilientes en liège, **sable, terre du site, maille (type toile de jute), terre, sable.** autres : visseuse, perceuse, perforateur, truelles, langue de chat, lisseuse, taloche éponge

Mise en œuvre

- 1 Sur le mur en briquettes, poser l'ossature bois espacée pour les plaques de fibralith (entraxe 60 cm). **Le cadre de l'ossature est entouré de bandes résilientes** en liège permettant de limiter les ponts phoniques.
- 2 Entre les montants de l'ossature ainsi formée, insérer en force les plaques de laine de bois (entre deux espaces chauffés la laine de bois de 4 cm d'épaisseur a un rôle acoustique).
- 3 Sur l'ossature remplie de laine de bois, poser les plaques de fibralith. Les **plaques de fibralith** représentent la surface à enduire dont la surface a déjà une **accroche mécanique**. Il faut bien les humidifier avant d'appliquer l'enduit.
- 4 L'enduit est réalisé avec la terre du site et du sable : veillez à faire les **tests d'enduits** au préalable pour connaître les proportions du mélange en sable et en terre. Cette fois-ci, le mélange utilisé était composé de 1 seau de sable pour 3 de terre. L'enduit de la couche de corps est appliqué en couche d'une épaisseur comprise entre 1 et 1,5 cm. Pour garantir sa cohésion et sa durabilité, une **maille est marouflée** dans l'enduit frais. Cela permet d'éviter la fissuration de l'enduit entre deux plaques de fibralith. Un enduit de finition en terre sera appliqué sur quelques millimètres.



Cloison avec l'ossature bois et l'isolant



L'ossature en partie couverte par la fibralith



Application de l'enduit - couche de corps sur fibralith



Mélange appliqué

Enduits terre fins sur plaques fermacell

Objectif

Lors de la rénovation de cet habitat, le choix se porte sur des cloisons en fermacell. Les plaques sont ensuite recouvertes par un enduit de finition en terre. L'intérêt de cet enduit est d'apporter une **finition écologique et naturelle** aux parois intérieures en alternative à la peinture. Les enduits fins ont également un intérêt décoratif : ils peuvent être de **différentes couleurs** et être travaillés de façon à obtenir des **textures variées** .

📍 Aurensan (32) - novembre 2018

€ 1 sac (25 kg pour 5 m²) crème : 45€, gris : 50€ **Coût total 9,5€/m²**

🕒 2 jours - 40 m²

👤 2 autoconstructeurs dont 1 maçon

🔧 Malaxeur, lisseuse plastique, lisseuse inox, éponges, gamates et poubelles

Mise en œuvre

- 1 **Réaliser les joints** entre les plaques de fermacell.
- 2 **Appliquer une sous-couche sablée** (à faire soi-même ou disponible dans les magasins de matériaux) pour rendre le matériau moins poreux et créer une accroche mécanique.
- 3 **Protéger les sols et les menuiseries.**
- 4 **Appliquer l'enduit** à la lisseuse inox puis attendre le séchage de celui-ci (quelques heures selon les conditions).
- 5 Une fois que l'enduit est devenu plus ferme (traces de doigts), **lisser à l'éponge** pour enlever les traces d'outils.
- 6 **Possibilité de passer à nouveau sur l'enduit** avec une lisseuse plastique pour un rendu plus lisse.
- 7 Le **temps de séchage final** dépend de la météo et de la température intérieure : entre 4 et 5 jours.



Plaques de fermacell avec sous couche sablée



Enduit terre sur fermacell après séchage



Passage de l'éponge sur l'enduit

À noter

Il existe plusieurs possibilités dans le **choix des enduits terre** . L'enduit peut être **prêt à l'emploi** ou la terre peut être **directement prélevée** sur le site. Dans les deux cas, l'enduit a une épaisseur maximale de 5 mm et est mélangé à du sable de 0/2mm et de l'eau.

Murs en pierres maçonnées à la terre

Objectif

Dans une maison neuve, **apporter de l'inertie** en remontant des murs épais (50 cm) en pierres. Ils se trouvent derrière le système de chauffage au bois, ou entre la serre solaire et l'habitation. Ainsi ils stockeront la chaleur avant de la restituer.

Ces murs **seront rebatis avec des pierres et de la terre récupérées sur place**, dans les ruines de l'ancienne construction.

📍 Corneillan (32) - 2019

€ Achat matériaux 100€

🕒 1 jour = hauteur de 80 à 100 cm maximum sur 8 mètres linéaires environ

👤 3 autoconstructeurs

🔧 Bétonnière de 400 litres, seaux et gamates, gants, truelles et langues de chat, cordeau, eau, mélange à béton, sable fin 0/4, terre sèche et pierres

Mise en œuvre

1 Enlever les pierres qui ne tiennent plus et dépoussiérer grossièrement. Les trier, avec celles récupérées sur site, par taille. Récupérer des tuiles (pour caler et remplir l'intérieur).

2 Coffrer si besoin et échaffauder des deux côtés. En effet pour une rapidité de mise en œuvre, il est préférable qu'il y ait une personne de chaque côté du mur. Mouiller le mur.

3 Égrainer la terre au fur et à mesure dans la brouette pour casser les mottes. Mettre dans la bétonnière dans l'ordre indiqué :

- 7 vol. de terre sèche
- de l'eau pour obtenir une crème
- laisser tremper (pendant l'application du mortier précédent)
- 8 vol. de sable fin + 2 vol. de mélange à béton
- ajuster avec l'eau pour obtenir un mortier assez sec mais collant.

Une personne reste à la bétonnière.

4 Pour monter le mur : disposer les pierres « maîtresses » côté extérieur, les caler avec des tuileaux (petits bouts de tuiles) si besoin et par la suite remplir le milieu avec du mortier et des petites pierres.

À noter

Une assise à la chaux a été réalisée à la fin pour protéger le haut de mur des intempéries pour le reste du chantier et asseoir l'ossature bois.



Vue sur un mur en construction : les rangées sont bien visibles



Les deux personnes en train de maçonner : le cordeau permet de suivre l'aplomb et la linéarité du mur



Mur sec

CONCLUSION

Le matériau terre permet un échange autour de savoir-faire, de traditions. C'est un matériau accessible à tous, mais qui semble parfois avoir un coût élevé quand la mise en œuvre est confiée à des artisans. Elle est encore méconnue des architectes qui ne l'intègrent pas de façon originelle dans leurs projets.

Pour toutes ces raisons, de nombreux particuliers qui s'orientent vers ce choix, le font seuls. Ces auto-constructeurs sont de plus en plus nombreux et un des rôles des professionnels de ce secteur est de les accompagner dans ce processus à travers une démarche différente.

Comme l'artisan peut former des personnes sur ces techniques afin qu'elles les réalisent seules par la suite pour des raisons financières, l'architecte spécialisé ou les associations peuvent les orienter, les conseiller, les encadrer et les accompagner. Ils ont un rôle de transmission, ils peuvent « éduquer » le regard que des populations portent sur leur territoire, la manière de l'aménager et doivent leur montrer le panel des possibilités concernant le choix d'un lieu de vie. De plus, ils doivent impliquer le particulier dans son projet, que ce soit dans la phase de conception ou de réalisation. Car les premières personnes concernées par la « production » de l'habitat sont les habitants eux-mêmes.

Dans un objectif de sensibilisation, ce guide a donc permis plusieurs choses : capitaliser des informations concrètes et créer des outils pédagogiques variés. Il fait l'état des lieux des dynamiques en cours sur le territoire sur lequel l'Écocentre Pierre et Terre agit, par exemple via les chantiers exemplaires réalisés. Globalement, de nombreux particuliers et décideurs (élus, collectivités...) sont sensibles à l'emploi de la terre crue dans la construction, notamment parce que cette filière trouve sa place dans les logiques de développement durable. Elle est issue de circuits courts, relocalise l'économie et répond aux attentes des politiques d'aujourd'hui, par exemple au niveau de l'énergie consommée dans le secteur du bâtiment ou la valorisation des « spécificités » et particularités locales (patrimoniales, gastronomiques...).

Il y a de l'avenir et du potentiel dans le développement de la filière terre crue. Les atouts sont nombreux et les acteurs déterminés. À l'heure actuelle, un de nos objectifs est de continuer à sensibiliser le grand public et les maîtrises d'ouvrage sur les possibilités liées à l'emploi de la terre crue dans l'architecture contemporaine. Car c'est par la connaissance du patrimoine bâti en terre et la pratique des techniques contemporaines que l'emploi de la terre crue dans l'habitat de demain sera de plus en plus fréquent.

L'aventure continue !

BIBLIOGRAPHIE

Mémoires DSA-Terre

CHESNEAU Anaïs, "L'architecture de terre en Midi-Pyrénées, pistes pour sa revalorisation", mémoire de DSA-Terre 2012-2014, Dir. Bakonirina RAKOTOMAMONJI, CRATERRE-ENSAG, Ministère de la culture et de la communication, Direction de l'architecture et du patrimoine

LEYLAVERGNE Elvire, La filière terre crue en France, enjeux, freins et perspectives, mémoire de DSA-Terre 2010-2012, Dir. Patrice DOAT, CRATERRE-ENSAG, Ministère de la culture et de la communication, Direction de l'architecture et du patrimoine

LE PAIH Amélie, L'utilisation du matériau terre pour l'entretien des immeubles à pans de bois de la ville de Rennes, mémoire de DSA-Terre 2008-2010, Dir. Hubert GUILLAUD, CRATERRE-ENSAG, Ministère de la culture et de la communication, Direction de l'architecture et du patrimoine

MARJANOVIC Dragana, Voïvodine, patrimoine en terre, mémoire de DSA-Terre 2008-2010, Dir. Hubert GUILLAUD, CRATERRE-ENSAG, Ministère de la culture et de la communication, Direction de l'architecture et du patrimoine

DESPRES Johan, Une démarche participative dans le Parc Naturel Régional Livradois-Forez, Redynamiser la filière terre locale..., mémoire de DSA-Terre 2010-2012, Dir. Sébastien MORISET, CRATERRE-ENSAG et Grégoire PACCOUD, CRATERRE-ENSAG, Ministère de la culture et de la communication, Direction de l'architecture et du patrimoine

Ouvrages

Collectif composé d'ARESO, d'ARPE Normandie, d'ASTERRE, d'ATOUTERRE, de la CAPEB, du Collectif Terreaux Armoricaïn, de la FFB, de la Fede SCOP BTP, de Maisons Paysannes de France, du Réseau ECOBATIR et de TERA, Les Guides de Bonnes Pratiques de la construction en terre crue sur Bauge, Enduits en terre, Terre allégée, Torchis, Pisé, Briques de terre crue, 2018

Revue horizons maghrebins, L'adobe autour de la méditerranée, Son usage par les paysans, les maçons et les architectes, éditeur Presses Universitaires du Mirail, 2020

FONTAINE Laetitia et ANGER Romain, Bâtir en terre, du grain de sable à l'architecture, éditions Belin, 2009

Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement des Hautes-Pyrénées, Maisons du Pays des Coteaux ; Restaurer et bâtir ; Exemples et conseils

GAUZIN-MÜLLER Dominique, Architecture en terre d'aujourd'hui, édition augmentée, Museo Éditions, 2017

MARCOM Alain, Construire en terre-paille, éditions Terre Vivante, 2011

FABRE J.M, MARFAING J.L, SCHENCK J.L, Matières brutes, argiles, galets, marbres au fil de la Garonne, Accord édition, 1995

CASEL Th., COLZANI J., GARDERE J.F., MARFAING J.L., Maison d'argile en Midi-Pyrénées, éditions Privat, 2000
M. DEWULF, Le torchis mode d'emploi, Editions Eyrolles, Paris, 2007 - N°1809

H. GUILLAUD, C.A. de CHAZELLES et A. KLEIN, Les constructions en terre massive, pisé et bauge, ouvrage collectif, Actes de la table ronde de Villefontaine Isère 28- 29 mai 2005, Éditions de l'Espérou, 2007 - N°1840

LOPPE Frédéric, Construire en terre à Toulouse en 1354-1355, avril 2012, service connaissance et patrimoine, DCAV Région Midi-Pyrénées

BAUDREU Dominique, Bâtir en terre crue en Languedoc et en Gascogne, les mots et les techniques, avril 2012, service connaissance et patrimoine, DCAV Région Midi-Pyrénées

C.A de CHAZELLES (Cl.-A.), KLEIN (A.), GUILLAUD (H.), dir., Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 2 -, Actes de la table ronde de Villefontaine, 28-29 mai 2005. Éditions de l'Espérou, Montpellier, 2007

C.A de CHAZELLES (Cl.-A.), KLEIN (A.), POUSTHOMIS (N.), dir., Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, 3 -, Actes de la table ronde de Toulouse, 16-17 mai 2008. Éditions de l'Espérou, Montpellier, 2011

J.M. FABRE, J.L. MARFAING et J.L. SCHENCK, Matières brutes, Argile, galets, marbres au fil de Garonne, Accord édition, 1995 - N°1842

B. PIGNAL, Terre crue, techniques de construction et de restauration, éditions Eyrolles, collectif Au pied du mur, 2005 - N°1805

CRATERRE, Traité de construction en terre, éditions Parenthèses, janvier 2006 - N°1682

Sites Internet / Autres

<http://patrimoines.midipyrenees.fr>
Dossier « Terres crues », dans Midi-Pyrénées Patrimoine n°29, printemps 2012
<http://www.architerre.fr>
<http://www.fondation-patrimoine.org>
Programme Leonardo da Vinci, projet pilote, Construire en terre Aujourd'hui, Les enduits de terre

Informier



Animer et former



Accompagner



Les services de l'association Pierre et Terre

AUTEUR : Écocentre Pierre et Terre

OUVRAGE COLLECTIF : Anaïs Chesneau, Christophe Merotto

MISE EN PAGE ET CONCEPTION : Anaïs Chesneau

Nous remercions chaleureusement Paul Cottavoz, Véronique Tirbois, Jean-Luc Chesneau, Alain Marcom, Léa Tréhout, Laetitia Morille et Odile Janin qui ont consacré du temps à l'ouvrage.

RÉALISATION : Écocentre Pierre et Terre

IMPRESSION : Artip Communication (Auch) - imprimé avec des encres végétales et sur papier recyclé

CRÉDITS PHOTOS : Écocentre Pierre et Terre, Anaïs Chesneau, sauf mentions contraires en bas des fiches

Aucun texte ou photo ne peut-être reproduit sans l'autorisation de l'association Pierre et Terre. Malgré tout le soin apporté à l'élaboration de ce guide, nous ne pouvons être tenus pour responsables d'éventuels problèmes résultant de l'application des informations publiées.

CONTACT : Écocentre Pierre et Terre - Route de Saint-Mont - 32400 RISCLE

TÉL : 05 62 69 89 28 - COURRIEL : pierreetterre.communication@orange.fr

SITE WEB : www.pierreetterre.org

Version n°2 - janvier 2021